

Nutzung von Regen- und Grauwasser in der wasserbewussten Stadt

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Dittmer
RPTU Kaiserslautern-Landau

Seminarreihe „Die Wassersensible Stadt“, 10. Juli 2023

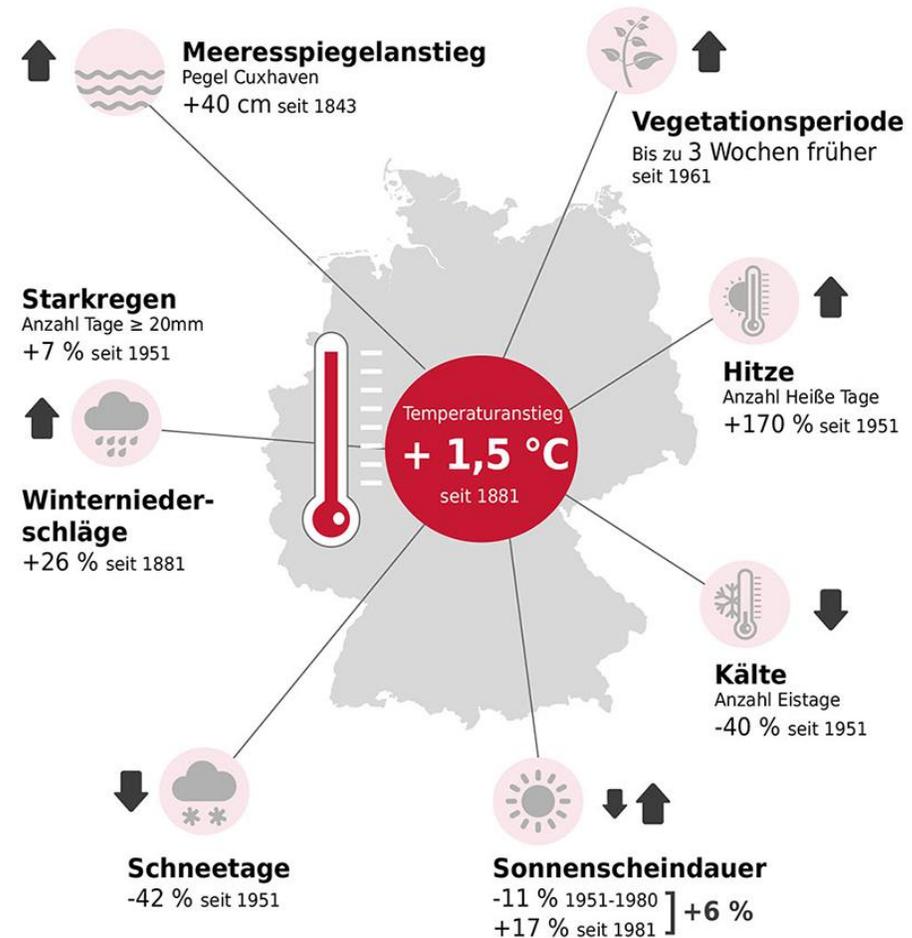


Herausforderung Wasserextreme



Fokus Siedlungshydrologie:

- Verändertes Niederschlagsaufkommen
 - Starkregen häufiger & ausgeprägter
 - Trockenheitsphasen länger
- Verstärkte Verdunstungsneigung
 - Temperaturanstieg
 - Längere Sonnenscheindauer
 - Zunahme an Hitzetagen



Quelle: Deutscher Wetterdienst (2019)

Wasserextreme in der Stadt

... wirken unmittelbar & drastisch

Hitzeinseln



Überflutungsrisiko

**Hochwasser-
extreme**



Hohe Vulnerabilität

- gesellschaftlich
- ökonomisch
- ökologisch



Dürrierisiko
Schädigung
urbaner Vegetation



Degradation urbaner
Gewässer

**Niedrigwasser-
extreme**



Darstellung: KWB, verändert

Inhalt

- **Wasserextreme in der Stadt**
- **Wasserbewusste Stadt = „Schwammstadt“?**
- **Anforderungen an die Bewässerung von Stadtgrün**
- **Konzept einer Bewässerung & Bemessung**
- **Schlussfolgerungen**

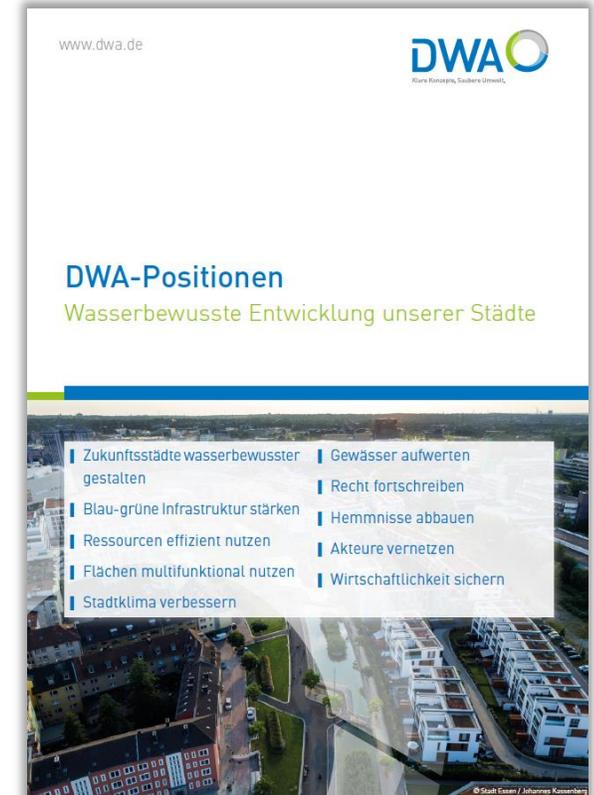


Lösungsansatz: Die wasserbewusste Stadt



bedeutet bzw. erfordert u.a.:

- intensivierete **Begrünung** (...) als **Hitze- und Klimavorsorge**, mit ausreichender Wasserversorgung durch Speicherung
- eine am natürlichen Wasserhaushalt orientierte **Bewirtschaftung des Niederschlagswassers** mit **blau-grüner Infrastruktur** und multifunktionaler Flächennutzung
- eine hohe Resilienz gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels auch bei **wechselndem Wasserdargebot** (...)
- einen effektiven Schutz und Vorsorge zur Begrenzung von **Überflutungs- und Hochwasserrisiken**

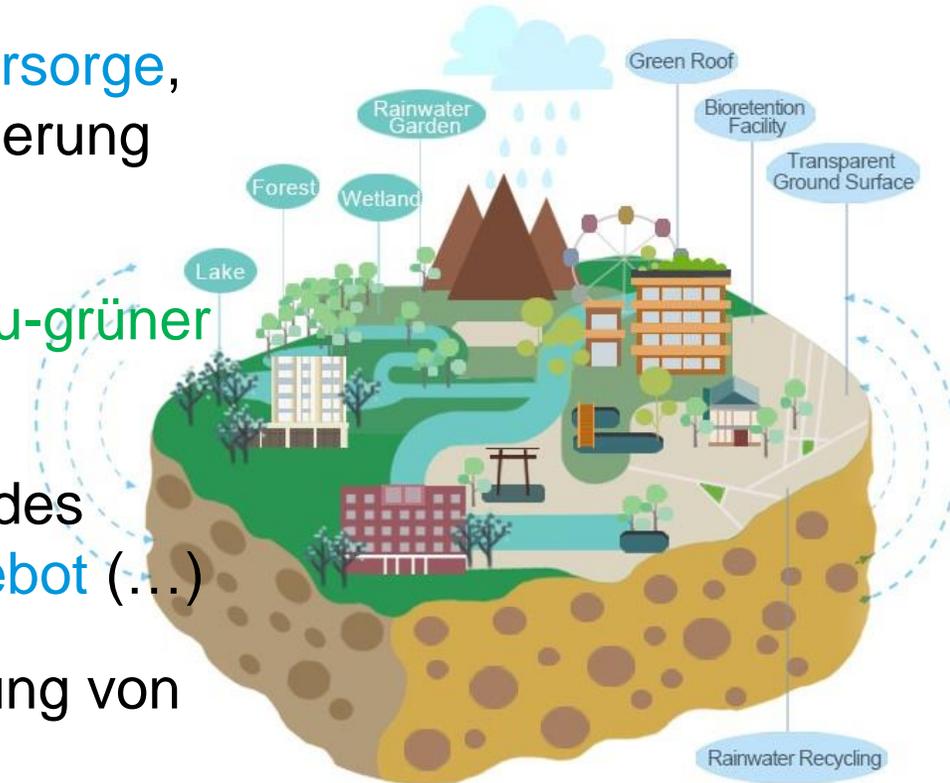


Lösungsansatz: Die wasserbewusste Stadt



bedeutet bzw. erfordert u.a.:

- intensivierte **Begrünung** (...) als **Hitze- und Klimavorsorge**, mit ausreichender Wasserversorgung durch Speicherung
- eine am natürlichen Wasserhaushalt orientierte **Bewirtschaftung des Niederschlagswassers** mit **blau-grüner Infrastruktur** und multifunktionaler Flächennutzung
- eine hohe Resilienz gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels auch bei **wechselndem Wasserdargebot** (...)
- einen effektiven Schutz und Vorsorge zur Begrenzung von **Überflutungs- und Hochwasserrisiken**

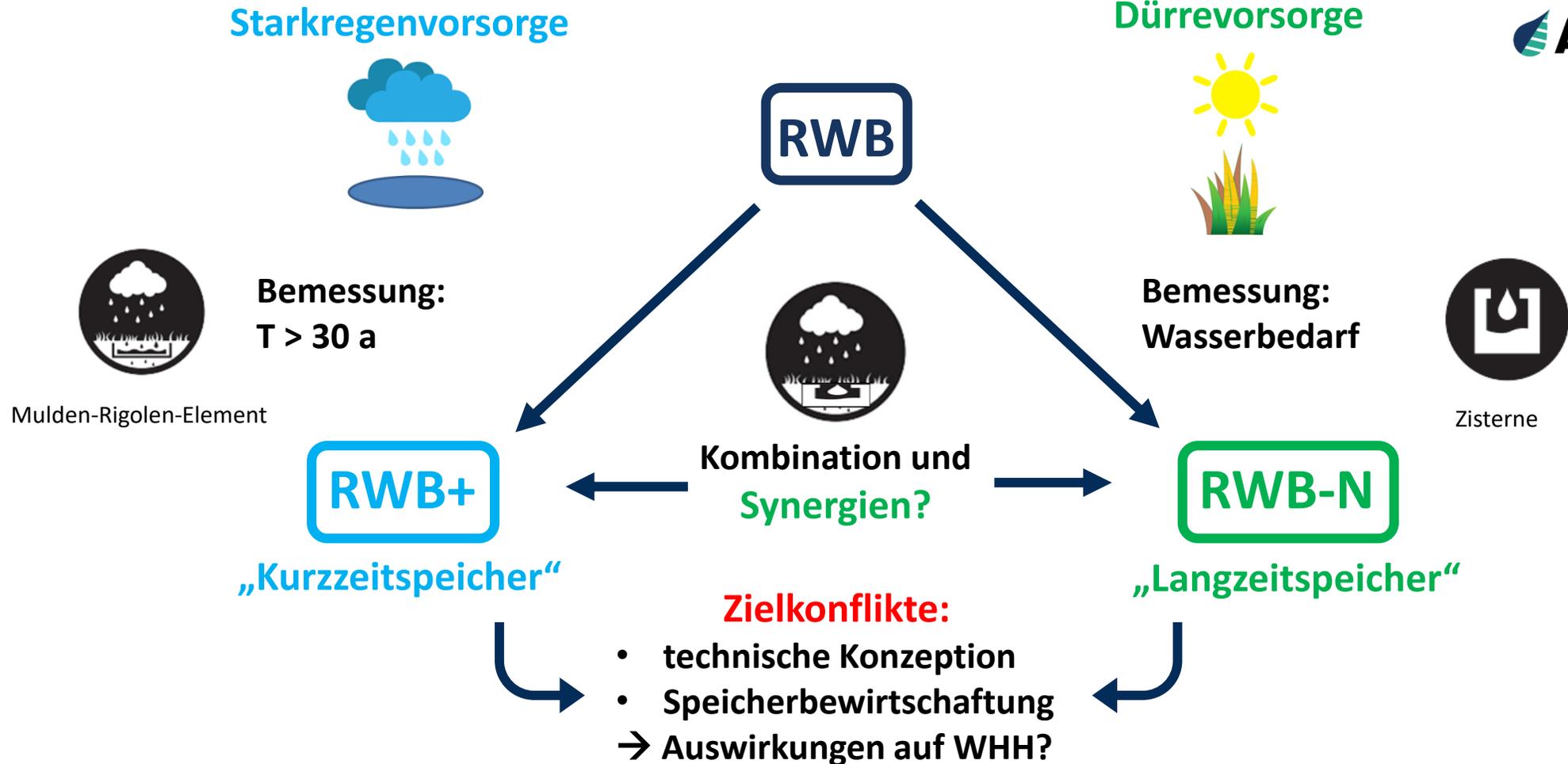


A "Sponge city" refers to a city where its urban underground water system operates like a sponge to absorb, store, leak and purify rainwater, and release it for reuse when necessary.

<http://mengyinglisusd0001.blogspot.de/2016/05/roads-can-breathe.html>

→ **Universallösung: Schwammstadt?**

Umgang mit Wasserextremen: Angepasste RWB-Anlagen



Definition der Speicherwirkung

Dürrevorsorge

- **Langzeitspeicherung**

- Bereitstellung von Wasser über Wochen / Monate zur Bewässerung & Verdunstungsförderung
- Offene Fragen zur Wasserqualität



Starkregenvorsorge

- **Kurzzeitspeicherung**

- Hohe Aufnahmefähigkeit und akute Speicherwirkung
- Rasche Entleerung & Regeneration des Speichers



→ *Ja, ein „Schwamm“ kann beides, aber nicht gleichzeitig!*

Das Projekt **AMAREX** www.amarex-projekt.de



- Anpassung des **Ma**agements von **R**egenwasser an **E**xtremereignisse
 - BMBF-Fördermaßnahme: Wasser-Extremereignisse (FKZ: 02WEE1624)
 - Projektlaufzeit: 36 Monate (02/2022 - 01/2025)

Angepasste RWB-Konzepte & -Anlagen zur Überflutungs- und Dürrevorsorge

Methoden für Umsetzungspotenziale und Wirkungsanalysen

Wasserhaushalt als Bewertungsindikator?

Webtool als Hilfestellung zur integrierten Planung

GEFÖRDERT VOM



FONA
Forschung für Nachhaltigkeit

RPTU

KWB



Inhalt

- Wasserextreme in der Stadt
- Wasserbewusste Stadt = „Schwammstadt“?
- **Anforderungen an die Bewässerung von Stadtgrün**
- Konzept einer Bewässerung & Bemessung
- Schlussfolgerungen



Anforderung an die Bewässerung



Menge

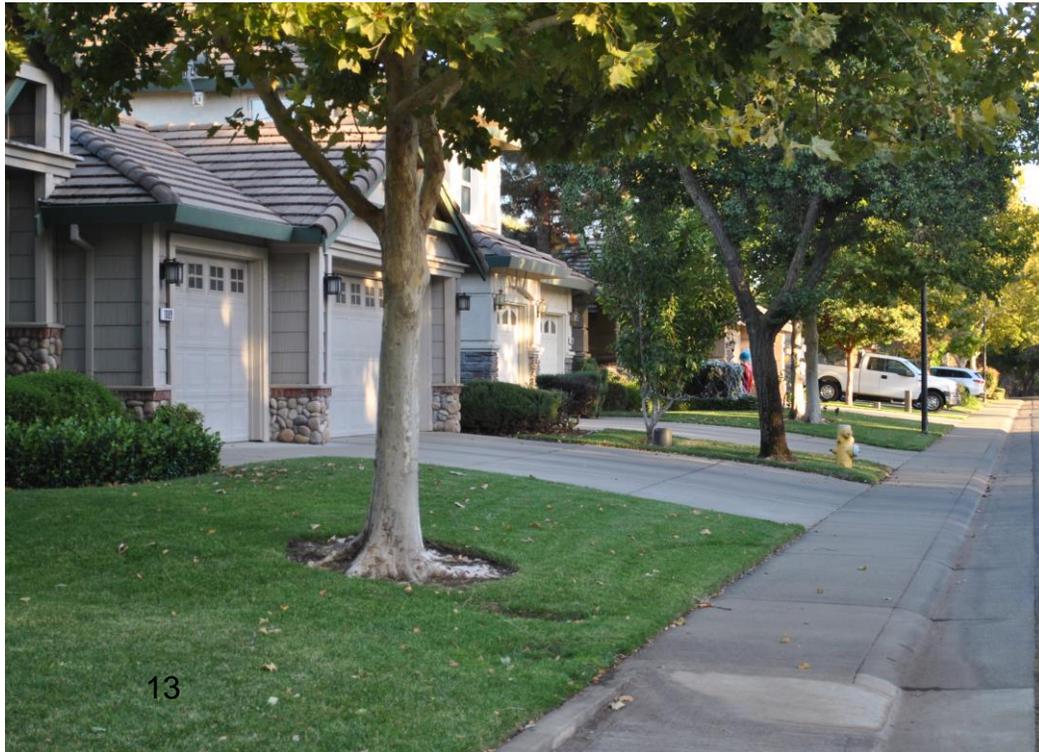
- Gewünscht: Beschattung und Verdunstungskühlung



Anforderung an die Bewässerung

Menge

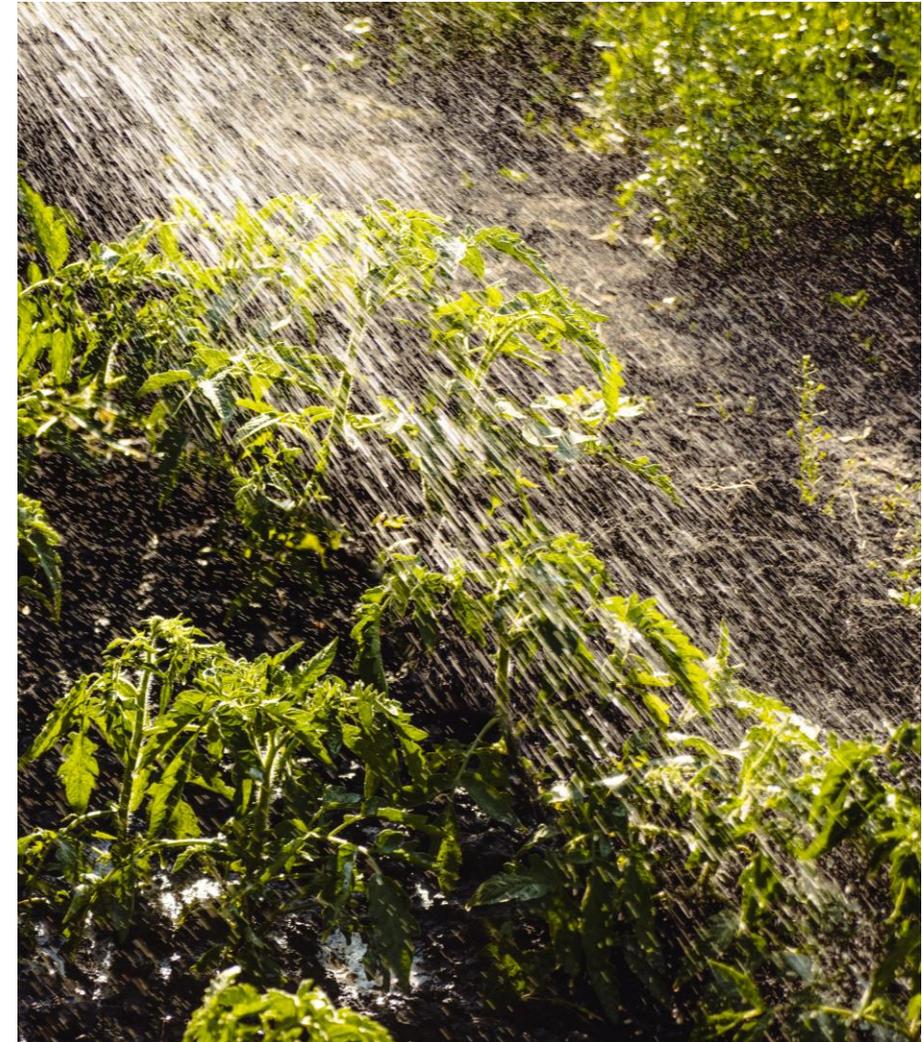
- Gewünscht: Beschattung und Verdunstungskühlung
- „Klimaangepasste“ Vegetation als Lösung?
- Mehr wirksames Grünvolumen erfordert mehr Wasser auch in Dürreperioden



Anforderung an die Bewässerung

Qualität

- Regelungen zur Wasserwiederverwendung beziehen sich auf aufbereitetes „Abwasser“ zur Bewässerung in der Landwirtschaft
- Keine Regelungen zu Hygiene für Bewässerung von Stadtgrün mit Regenwasser
- Akzeptanz im öffentlichen Bereich?
- Einstufung von Flächen nach DWA-Arbeitsblatt A 102 gilt nicht für Hygiene
- Schutz der Vegetation: Fokus auf Salzgehalt (Diskussion z.B. bei Baumrigolen)



Wie sieht die wasserbewusste Stadt aus?

Jüngste Vergangenheit

- Seit Anfang der 1990er Jahre Strukturwandel in Militär, Industrie und Schienenverkehr
- Zahlreiche erfolgreiche Beispiele für wasserbewusste Stadtentwicklung mit BGI

Zukunft

- Konversion innenstadtnaher Standorte ist weitgehend abgeschlossen (< 1 %/a)
- Verdichtete Innenstädte bleiben in ihrer Struktur stabil



Wie sieht die wasserbewusste Stadt aus?

Jüngste Vergangenheit

- Seit Anfang der 1990er Jahre Strukturwandel in Militär, Industrie und Schienenverkehr
- Zahlreiche erfolgreiche Beispiele für wasserbewusste Stadtentwicklung mit BGI

Zukunft

- Konversion innenstadtnaher Standorte ist weitgehend abgeschlossen (< 1 %/a)
 - Verdichtete Innenstädte bleiben in ihrer Struktur stabil
- **Benötigt werden umsetzbare Lösungen für den Bestand**



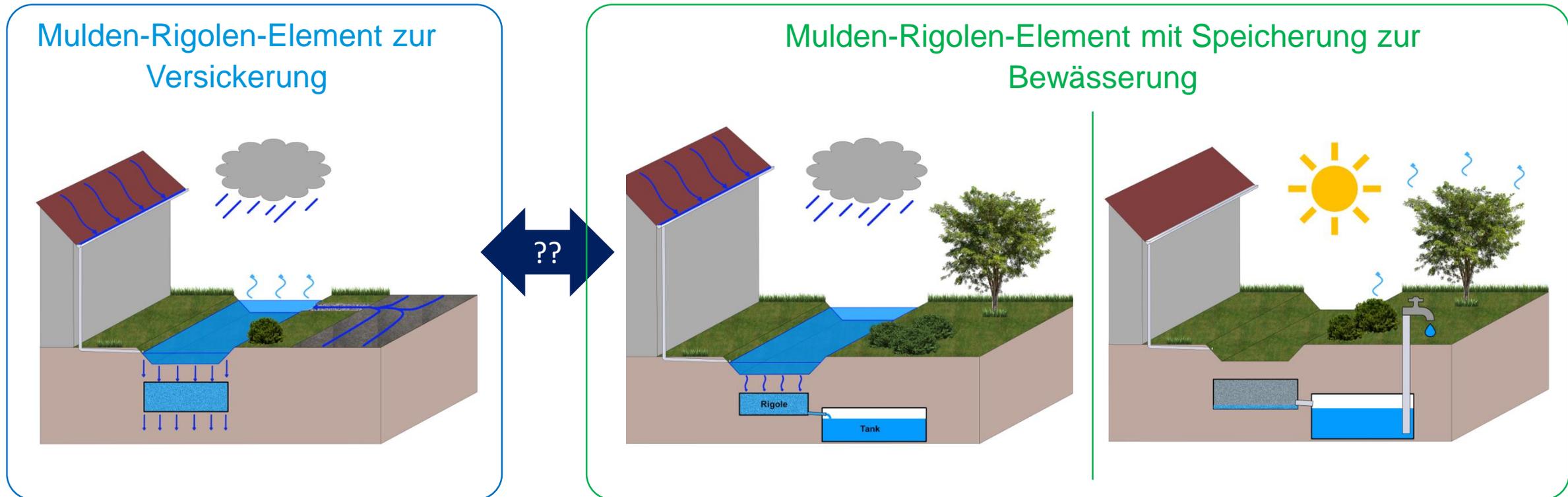
Inhalt

- Wasserextreme in der Stadt
- Wasserbewusste Stadt = „Schwammstadt“?
- Anforderungen an die Bewässerung von Stadtgrün
- **Konzept einer Bewässerung & Bemessung**
- Schlussfolgerungen



Konzept und Bemessung

Zielkonflikt: Verdunstungsförderung vor Grundwasserneubildung?



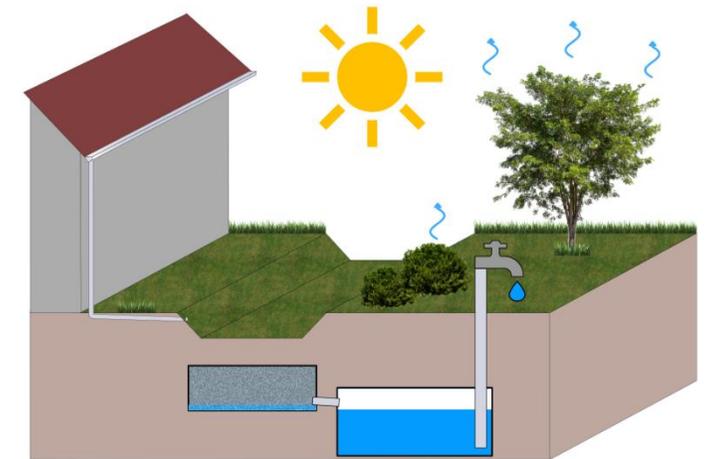
Bewässerung fördert Verdunstung → Beitrag zu ausgeglichenem Wasserhaushalt

Konzept und Bemessung

Konzept

- Technischer Speicher anstelle von Grundwasser
 - Nutzung von Dachablaufwasser (Qualität für Pflanzen)
 - Bodenpassage zur Reinigung (Qualität für Nutzer, Akzeptanz)
 - Bemessung auf Dürrevorsorge (Kriterium: max. 7 d/a im Extrem aus 23 Jahren)
 - Nutzungsgrad: 85 % des Regenabflusses
- Kein Ersatz für konventionelle Regenwasserbewirtschaftung (Starkregen T = 5 a)!

→ **Platzbedarf?**



Konzept und Bemessung

Bemessung der Versickerungsmulde

Ziel: 85 % des Niederschlags versickern bei 10 cm Einstautiefe (Gestaltung)

Fallbeispiel: Berlin Kreuzberg

Boden: Feinsand

Hier: dichteste Bebauung



Konzept und Bemessung

Bemessung der Versickerungsmulde

Ziel: 85 % des Niederschlags versickern bei 10 cm Einstautiefe (Gestaltung)

Fallbeispiel: Berlin Kreuzberg

Boden: Feinsand

Hier: dichteste Bebauung

Ergebnis

- Erforderliche Fläche: 1,5 % der Dachfläche
- Flächenbedarf (Anteil an vorh. Grünflächen):
3 bis 7 % Innenhöfe, 16 bis 60 % Straße
- Im Straßenraum:
0,25 bis 0,3 m²/lfm Blockfassade



*Ergebnisse Flächenerhebung bei dichter Bebauung
(rot: Dachflächen, grün: vorhandene Grünflächen, blau:
zusätzlich erforderliche Grünflächen)*

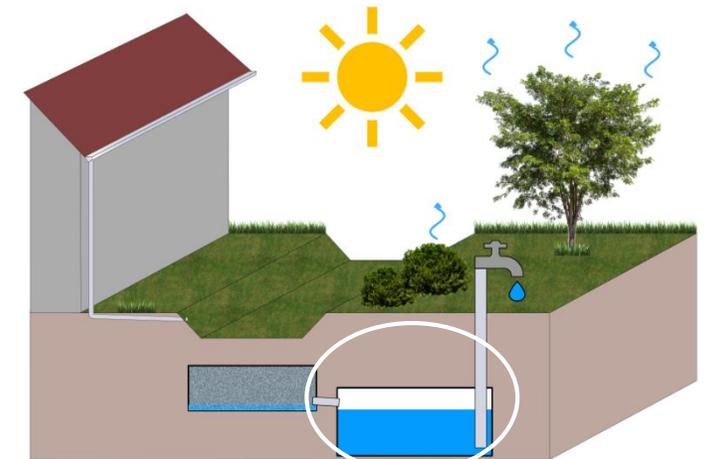
Konzept und Bemessung

Bemessung des Speichers

Ziel: max. 7 d/a ohne Wasser bei Langzeit-
auswertung über 23 Jahre

Eingangsdaten

- Verhältnis Grün-/Dachfläche
- Vegetationstyp (Wasserbedarf)



Konzept und Bemessung

Bemessung des Speichers

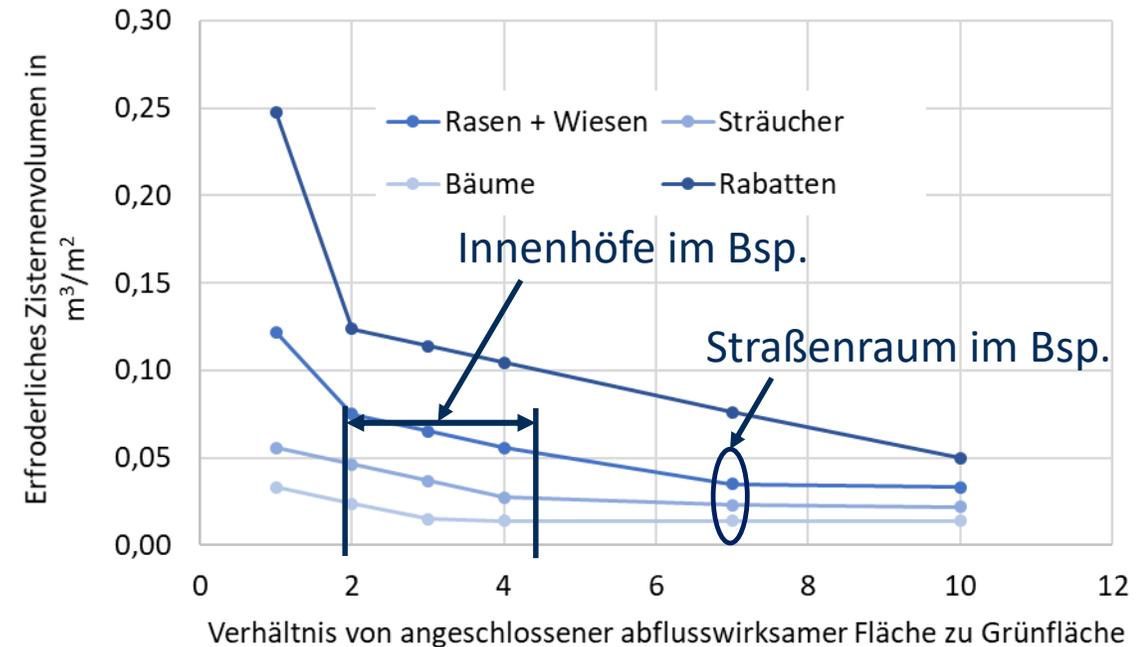
Ziel: max. 7 d/a ohne Wasser bei Langzeitauswertung über 23 Jahre

Eingangsdaten

- Verhältnis Grün-/Dachfläche
- Vegetationstyp (Wasserbedarf)

Ergebnis

- Geringer Einfluss von $A_{\text{Bem}} / A_{\text{Grün}}$ über 4:1
- Straße (Annahme: Grünstreifen 1 m breit)
 $V_{\text{erf}} < 50 \text{ l/fm}$ ($< 1 \text{ m}^3/\text{Gebäude}$)
- Unsicherheit: Wasserbedarf für optimalen Wuchs \gg Erhaltungsbewässerung



Erforderliches Speichervolumen pro $A_{\text{Grün}}$ in Abhängigkeit vom Verhältnis $A_{\text{Bem}} / A_{\text{Grün}}$

Konzept und Bemessung

Bemessung einer Fassadenbegrünung

Ziel: max. 7 d/a ohne Wasser bei Langzeit-
auswertung über 23 Jahre

Eingangsdaten (Fallbeispiel Berlin)

- $A_{\text{Dach}} / A_{\text{Fassade}} = 0,7$; Begrünung: 50 %
- Optimalbew.: 0,5 m³/a; Erhaltungsbew.: 0,17 m³/a
- Grauwasser: 30 l/(E*d); angeschlossen: 1/3 der E



Konzept und Bemessung

Bemessung einer Fassadenbegrünung

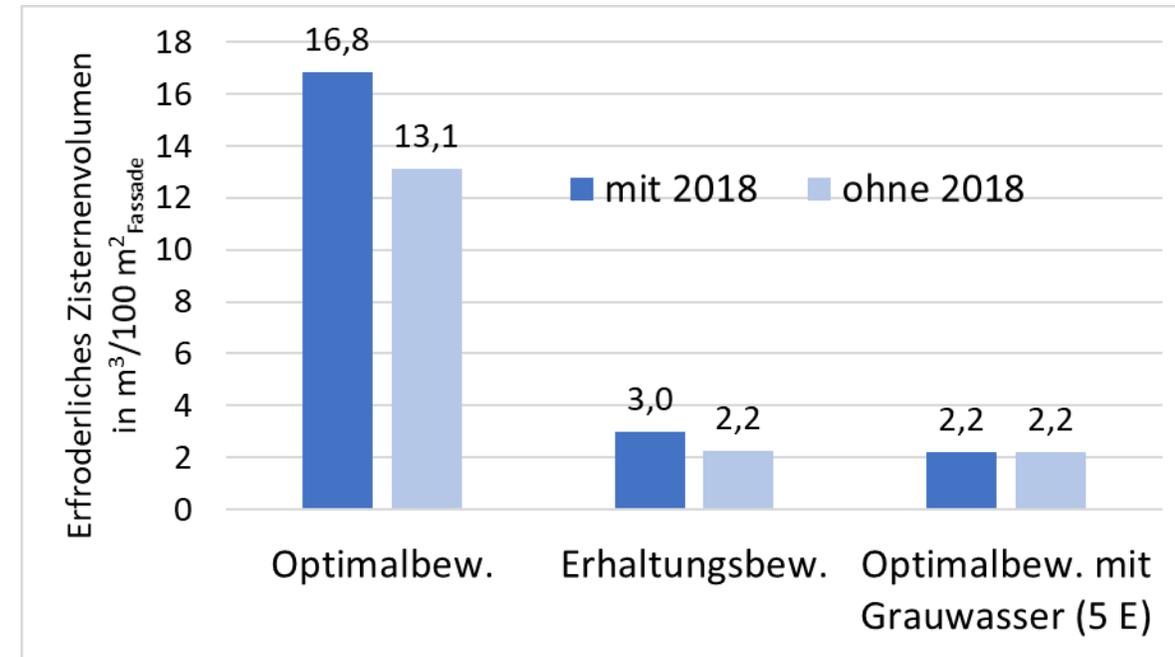
Ziel: max. 7 d/a ohne Wasser bei Langzeitauswertung über 23 Jahre

Eingangsdaten (Fallbeispiel Berlin)

- $A_{\text{Dach}} / A_{\text{Fassade}} = 0,7$; Begrünung: 50 %
- Optimalbew.: 0,5 m³/a; Erhaltungsbew.: 0,17 m³/a
- Grauwasser: 30 l/(E*d); angeschlossen: 1/3 der E

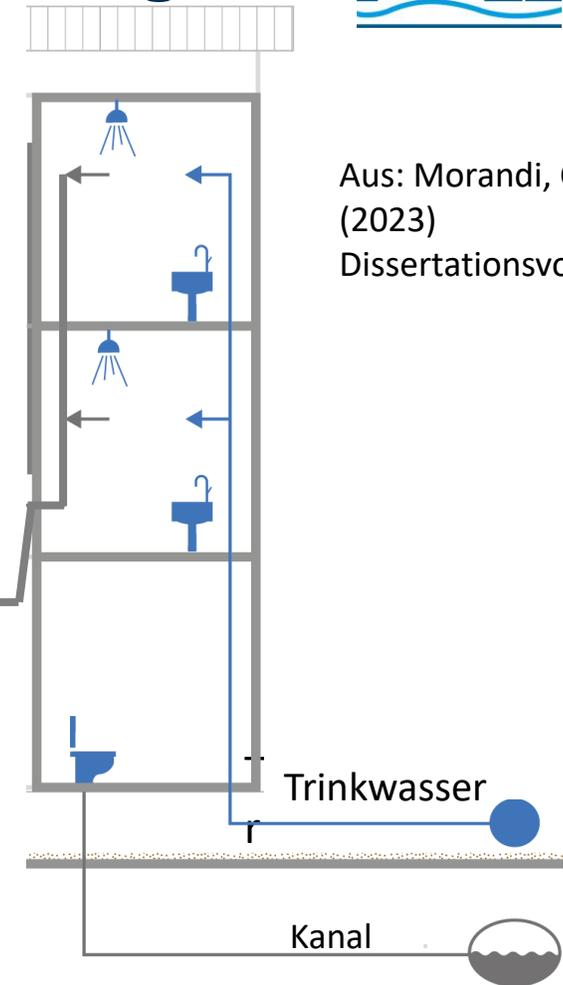
Ergebnis

- Erf. Volumen zwischen 2 und 16 m³ pro 100 m² begrünter Fassade
- Jahr 2018 gibt die Unsicherheit bzgl. Klima wieder
- Bei 100 % Anschluss von GW, kein Regenwasser nötig
- Fläche Bodenfilter: ca. 0,4 m²/E (leichtes Grauwasser)



Erforderliches Speichervolumen für die Bewässerung in m³/m² begrünter Fassadenfläche (Standardgebäude: 100 m² begrünter Fassade)

Umsetzung einer kombinierten RW- und GW-Nutzung



Aus: Morandi, C.
(2023)
Dissertationsvortrag

Schwach belastetes Grauwasser aus Duschen und Handwaschbecken aus temporären Arbeiterunterkünften in Stuttgart

Inhalt

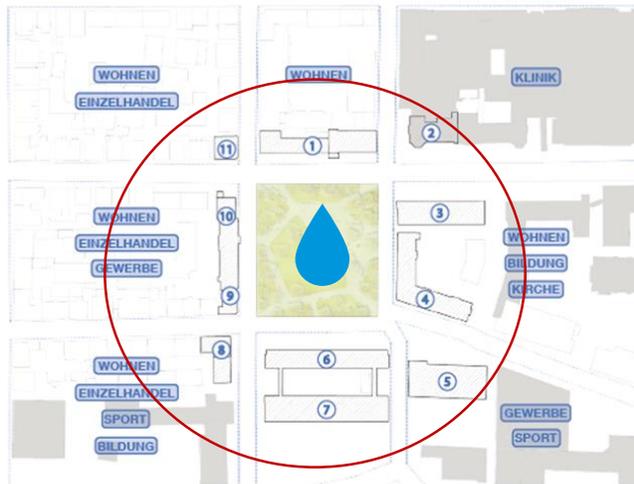
- Wasserextreme in der Stadt
- Wasserbewusste Stadt = „Schwammstadt“?
- Anforderungen an die Bewässerung von Stadtgrün
- Konzept einer Bewässerung & Bemessung
- **Schlussfolgerungen**



Zielkonflikte Starkregen- und Dürrevorsorge?

Dürrevorsorge

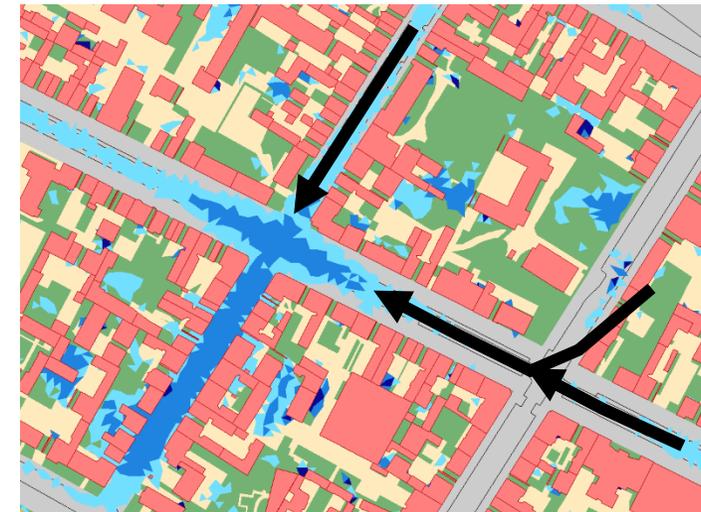
- Bereitstellung, Speicherung und Nutzung sehr engräumig begrenzt



Beispiel:
Diakonissenplatz Stuttgart

Starkregenvorsorge

- Entstehungsbereiche und Schwerpunkte von Überflutungen sind häufig räumlich getrennt



Potenziale für
kombinierte
Speicherkonzepte

Schlussfolgerungen



- RWB muss Wasserbilanz und Dürrevorsorge als gleichberechtigte Ziele behandeln (Begriff „Stadtentwässerung“?)
- Relevante Beiträge zur Dürrevorsorge sind auch in verdichteten Innenstädten erreichbar
- Forschungsbedarf: Wasserbedarf / Verdunstung und Leistungsfähigkeit Bodenpassage (Regen- und Grauwasser)
- Organisatorischer und rechtlicher Anpassungsbedarf besteht an Schnittstellen Privat / Öffentlich, Entsorgung / Versorgung
- Im Bestand muss BGI vernetzt mit „grauem“ System betrachtet werden (HGBGI)
- Integrierte Betrachtung der gesamten Bandbreite von Dürre und Starkregen nötig

blau grün

Bild: C. Scheid, RPTU



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Dittmer
ulrich.dittmer@rptu.de

RPTU - Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft
Paul-Ehrlich-Str. 14, Gebäude 14, 67663 Kaiserslautern



R
P **TU** Rheinland-Pfälzische
Technische Universität
Kaiserslautern
Landau