

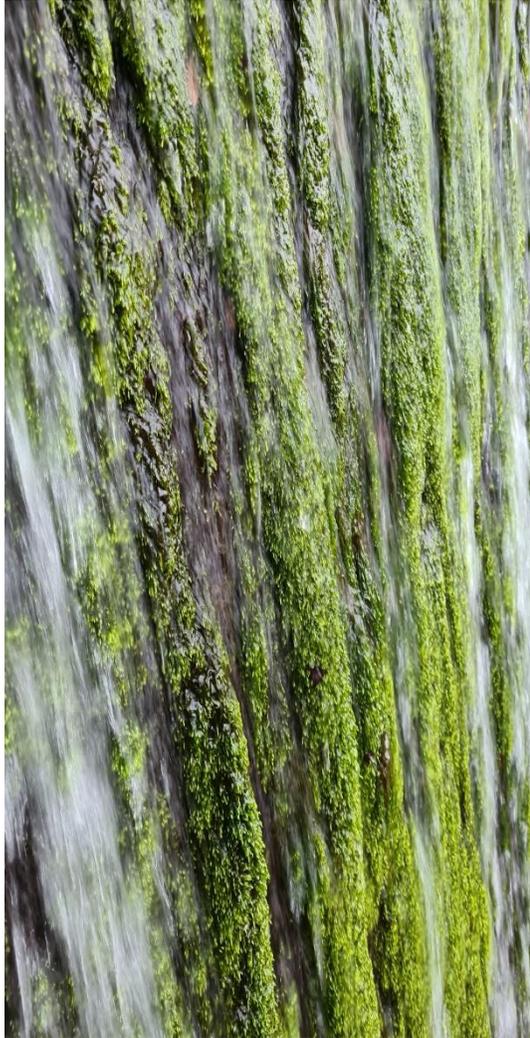
# Bemessung von Anlagen der Regenwasserbewirtschaftung mit dem Ziel der Regenwassernutzung und Grundwasseranreicherung

Vortrag über die Bachelorarbeit von Florian Wilhelm

Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft und Abfallwirtschaft  
TU Kaiserslautern



(Florian Wilhelm 2022)



- Hintergrund und Problemstellung
- Zielsetzung der Untersuchungen
- Muldendimensionierung
- Übertragung auf reale Systeme
- Zisternendimensionierung
- Fazit

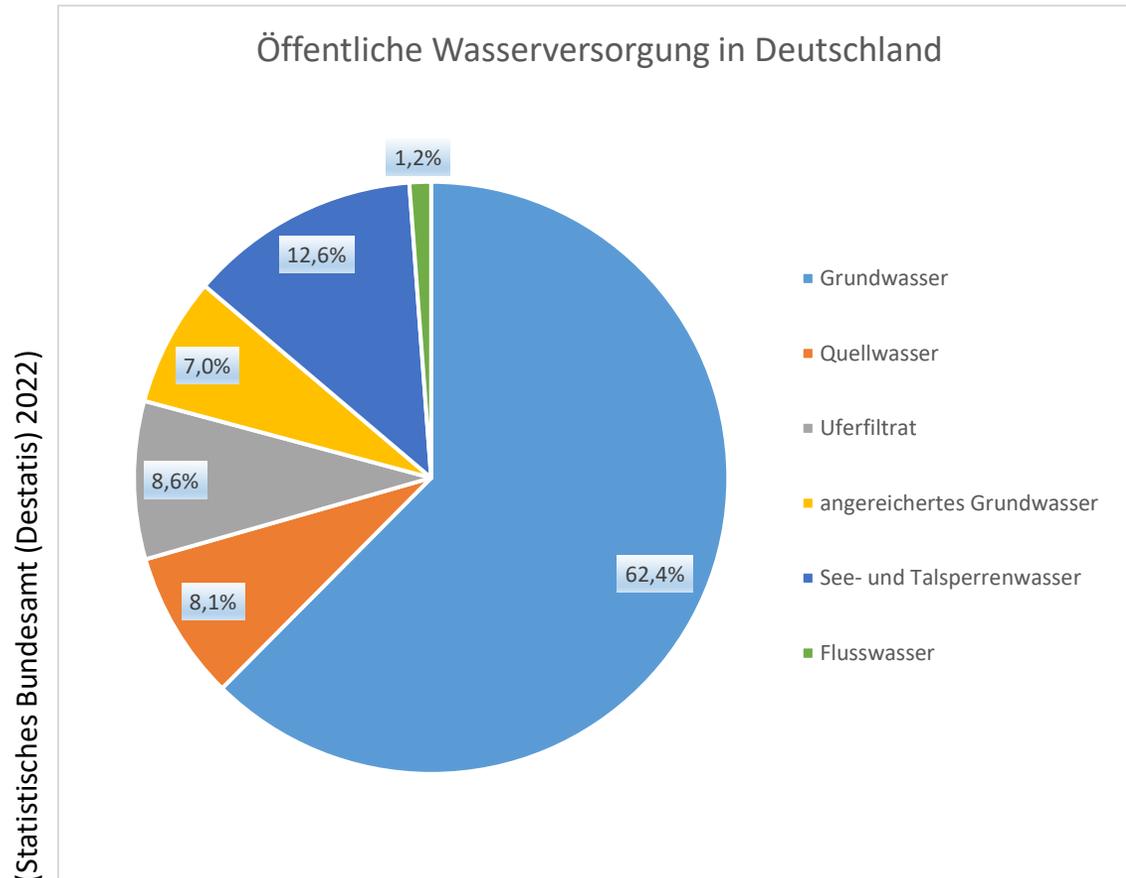
- **Veränderungen der Niederschlagsbedingungen in Deutschland:**
  - Zunahme der jährlichen Niederschlagsmenge
  - Verschiebung der Niederschlagsverteilung in die ohnehin schon feuchteren Monate
  - Anstieg der Anzahl an Starkregenereignissen
  - Im Winter vermehrter Niedergang als Regen anstatt als Schnee
  
- **Verschlechterung des Trinkwasserdargebots:**
  - Absinken der Grundwasserstände
  - Absinken der Pegelstände von Oberflächengewässern
  - Veränderung des Zustands von Oberflächengewässern durch steigende Temperaturen und vermehrte Starkregenereignisse

- **Steigung des jährlichen Trinkwasserbedarfs**

Jahr	Gesamtverbrauch BRD	Verbrauch pro Kopf und Tag
1991	4128 Mio. m <sup>3</sup>	144 l/(E·d)
1995	3872 Mio. m <sup>3</sup>	132 l/(E·d)
1998	3814 Mio. m <sup>3</sup>	129 l/(E·d)
2001	3779 Mio. m <sup>3</sup>	127 l/(E·d)
2004	3752 Mio. m <sup>3</sup>	126 l/(E·d)
2007	3623 Mio. m <sup>3</sup>	122 l/(E·d)
2010	3577 Mio. m <sup>3</sup>	121 l/(E·d)
2013	3541 Mio. m <sup>3</sup>	121 l/(E·d)
2016	3676 Mio. m <sup>3</sup>	123 l/(E·d)
2019	3855 Mio. m <sup>3</sup>	128 l/(E·d)

(Statistisches Bundesamt (Destatis) 2022, 2019)

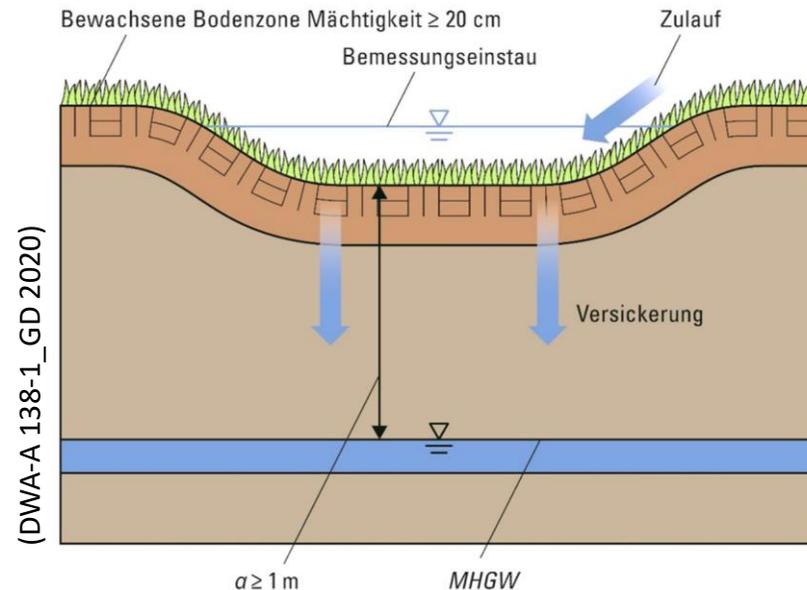
## Öffentliche Wasserversorgung in Deutschland



- Reduzierung der Trinkwassergewinnung aus Oberflächengewässern und dem damit korrespondierendem Uferfiltrat
- Ausgleich muss durch die verbleibenden Trinkwasserquellen geschaffen werden
- Steigerung des Anteils von angereichertem Grundwasser durch bessere Regenwasserbewirtschaftung möglich

- Untersuchung des Flächenbedarfs von Versickerungsmulden bei Dimensionierung nach dem Grundsatz, dass 85 % des fallenden Niederschlags versickern
  - Verkleinerung der erforderlichen Muldenfläche im Vergleich zur Bemessung nach DWA-Empfehlungen erwartet
- Untersuchung des Einflusses von Bodenart ( $k_f$ -Wert), maximaler Einstautiefe und Standort auf die benötigte Muldenfläche
- Ermittlung der Grundwasserneubildung zur Sicherung der Trinkwasserversorgung
- Untersuchung der Umsetzbarkeit in realen Systemen und Identifizierung von möglichen Schwierigkeiten dabei
- Untersuchung der zur Bewässerung von Grünflächen benötigten Zisternenvolumina
- Untersuchung des Einflusses der zu bewässernden Pflanzarten, des Verhältnisses von zu bewässernder Grünfläche und Größe des EZG und des Standorts auf das erforderliche Zisternenvolumen

## Versickerungsmulden



- Dienen der Zwischenspeicherung von Niederschlagswasser und der anschließenden Versickerung in das Grundwasser
- Fördern Grundwasserneubildung und Verdunstung und verringert den Direktabfluss
- Dimensionierung nach Überstauhäufigkeit je nach Schadenspotential im EZG

## Vergleich der Dimensionierungsansätze

	<i>Dimensionierung nach DWA (Standard)</i>	<i>Dimensionierung nach dem 85%-Ziel</i>
<i>Dimensionierungsansatz</i>	Nach der Überstauhäufigkeit	Nach der zu versickernden Menge des Niederschlags (85%)
<i>Dimensionierungsweg</i>	Mit standardisierten Formeln	Mit Langzeitsimulationen
<i>Planungsaufwand</i>	Gering	Hoch
<i>Flächenbedarf</i>	Groß	Deutlich kleiner (80-97,5% kleiner)
<i>Abhängigkeit der erforderlichen Fläche</i>	Von der Muldentiefe und der Durchlässigkeit des Bodens	Von der Muldentiefe und der Durchlässigkeit des Bodens
<i>Umsetzungspotential</i>	Beschränkt	Hoch
<i>Weitere Vorteile</i>	Höherer Überflutungsschutz	Verringerung der Muldentiefe möglich Verstärkte Anreicherung des GW

## Vergleich der Dimensionierungsansätze

	Berlin-Tempelhof			Köln-Bonn		
	$A_{S,m,DWA}$	$A_{S,m,85\%}$	Einsparung	$A_{S,m,DWA}$	$A_{S,m,85\%}$	Einsparung
$k_f1,10cm$	103 m <sup>2</sup>	3 m <sup>2</sup>	97,08 %	108 m <sup>2</sup>	2,8 m <sup>2</sup>	97,41 %
$k_f2,10cm$	612 m <sup>2</sup>	27 m <sup>2</sup>	95,59 %	645 m <sup>2</sup>	25 m <sup>2</sup>	96,12 %
$k_f3,10cm$	2008 m <sup>2</sup>	152,5 m <sup>2</sup>	92,40 %	2168 m <sup>2</sup>	145 m <sup>2</sup>	93,31 %
$k_f4,10cm$	5641 m <sup>2</sup>	555 m <sup>2</sup>	90,16 %	5194 m <sup>2</sup>	560 m <sup>2</sup>	89,22 %
$k_f1,15cm$	99 m <sup>2</sup>	2,95 m <sup>2</sup>	97,01 %	104 m <sup>2</sup>	2,8 m <sup>2</sup>	97,29 %
$k_f2,15cm$	517 m <sup>2</sup>	25,5 m <sup>2</sup>	95,07 %	517 m <sup>2</sup>	24 m <sup>2</sup>	95,36 %
$k_f3,15cm$	1500 m <sup>2</sup>	132,5 m <sup>2</sup>	91,16 %	1537 m <sup>2</sup>	127,5 m <sup>2</sup>	91,70 %
$k_f4,15cm$	3413 m <sup>2</sup>	440 m <sup>2</sup>	87,11 %	3248 m <sup>2</sup>	450 m <sup>2</sup>	86,14 %
$k_f1,20cm$	95 m <sup>2</sup>	2,95 m <sup>2</sup>	96,88 %	99 m <sup>2</sup>	2,75 m <sup>2</sup>	97,23 %
$k_f2,20cm$	452 m <sup>2</sup>	24,5 m <sup>2</sup>	94,58 %	452 m <sup>2</sup>	23 m <sup>2</sup>	94,91 %
$k_f3,20cm$	1255 m <sup>2</sup>	120 m <sup>2</sup>	90,44 %	1255 m <sup>2</sup>	115 m <sup>2</sup>	90,83 %
$k_f4,20cm$	2506 m <sup>2</sup>	375 m <sup>2</sup>	85,03 %	2360 m <sup>2</sup>	385 m <sup>2</sup>	83,69 %
$k_f1,30cm$	88 m <sup>2</sup>	2,9 m <sup>2</sup>	96,69 %	92 m <sup>2</sup>	2,7 m <sup>2</sup>	97,07%
$k_f2,30cm$	362 m <sup>2</sup>	22,7 m <sup>2</sup>	93,74 %	374 m <sup>2</sup>	21,3 m <sup>2</sup>	94,31 %
$k_f3,30cm$	946 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>	89,43 %	946 m <sup>2</sup>	97,5 m <sup>2</sup>	89,69 %
$k_f4,30cm$	1661 m <sup>2</sup>	290 m <sup>2</sup>	82,54 %	1575 m <sup>2</sup>	305 m <sup>2</sup>	80,63 %

## Vergleich der Dimensionierungsansätze

- Gesamte gefallene Niederschlagsmenge: 13649 mm bzw. 20190 mm
- Durchschnittliche jährlicher Niederschlagsmenge: 600 mm/a bzw. 800 mm/a
- Jährliche Grundwasserneubildung: 510 mm/a bzw. 680 mm/a
- Jährlich durch die Grundwasserneubildung mit Trinkwasser versorgbare Personenzahl:  
110 E/(a×ha) bzw. 145 E/(a×ha)

## Ergebnisse der Übertragung auf reale Systeme



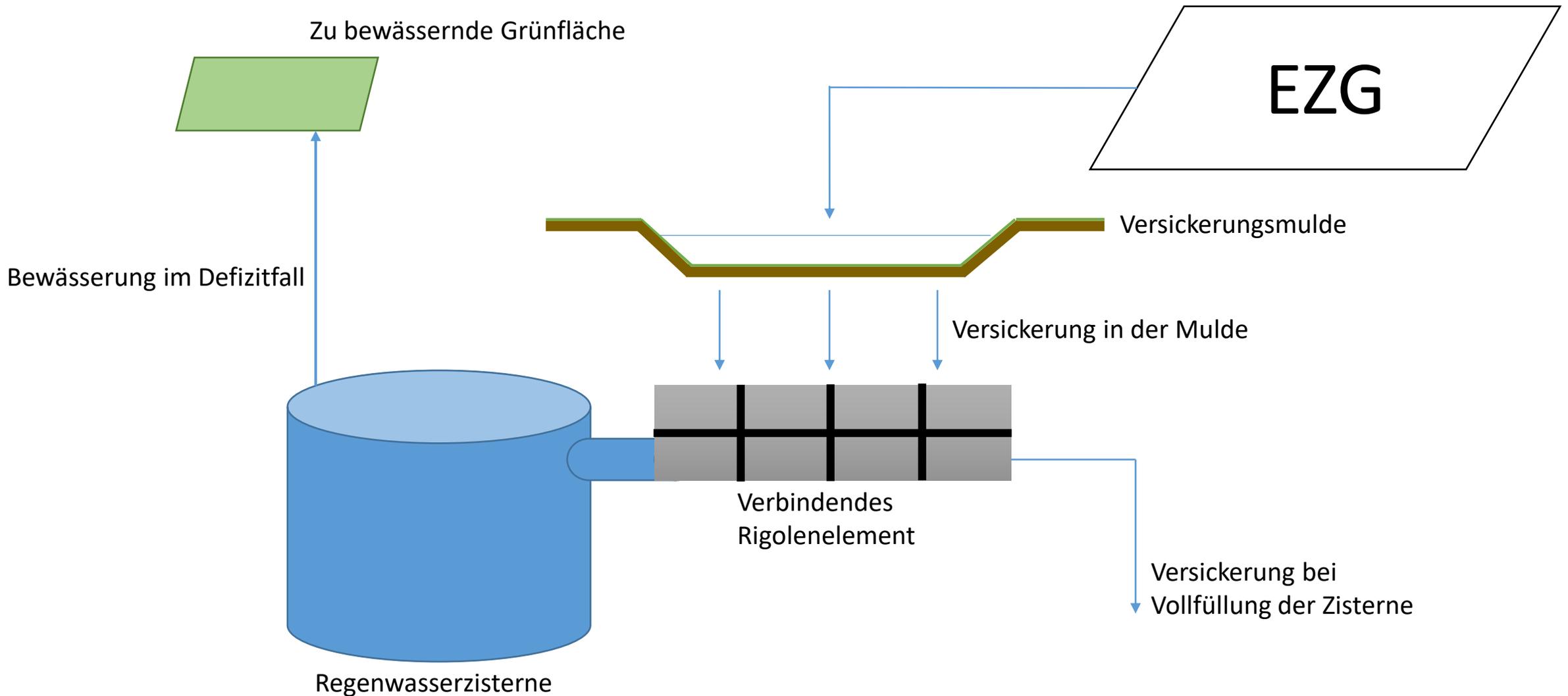
- In den Innenhöfen mehr als genug Platz für die Versickerungsmulden vorhanden
- Im Straßenraum limitiertere Anzahl an bestehenden Grünflächen
- Vergrößerung einzelner bestehender Grünfläche mit einfachen Maßnahmen möglich
- Nur wenige Mulden müssen vollständig neu geschaffen werden
  
- Aufstellen eines Entwässerungskonzepts bei angenommener benötigter Muldenfläche von 1,5 % der EZG-Fläche kein Problem

## Ergebnisse der Übertragung auf reale Systeme



## Schwierigkeiten in realen Systemen

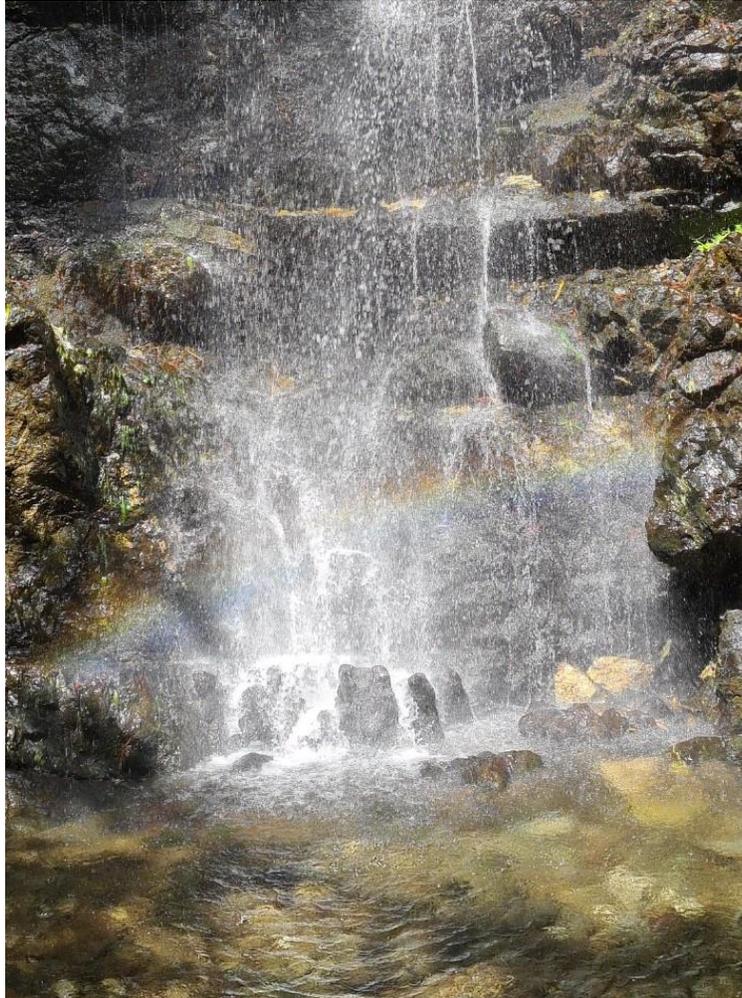
- Jedes System ist anders
  - > Allgemeingültige Empfehlungen und Vorgehensweisen sind im Detail schwer zu benennen
- Jede Versickerungsmulde muss ans Kanalnetz angeschlossen werden oder braucht einen Überlauf
  - In Bestandsgebieten sind viele Hindernisse für die Anschlüsse vorhanden (bestehende unterirdische Ver- und Entsorgungsnetze, Bestandsbauwerke im Abflussweg und Einrichtungen des Straßenverkehrs)
    - > Bestehende Infrastruktur wie Straßenabläufe und Entwässerungsrinnen in Innenhöfen müssen genutzt werden
    - > eventuell Abkehr vom vollständig dezentralen Ansatz durch Zusammenfassen mehrerer Mulden
- Für jedes EZG, jedes Wohnviertel, ja sogar jedes Gebäude muss immer ein individuelles Entwässerungs- und Anschlusskonzept erstellt werden
  - > Planung zeitaufwendig und teuer



## Ergebnisse der Zisternendimensionierung

- Hohe Standortabhängigkeit: Abweichungen der erforderlichen Volumina von bis zu 25 % zwischen Köln-Bonn und Berlin-Tempelhof
- Unendliche Vergrößerung des EZG hat irgendwann keinen Einfluss mehr auf das benötigte Zisternenvolumen (-> Es gibt ein minimales, erforderliches Zisternenvolumen)
- Im Allgemeinen steigt das benötigte Zisternenvolumen mit zunehmendem jährlichen Wasserbedarf der Pflanze
- Zisternenvolumen nicht nur abhängig vom jährlichen Wasserbedarf, sondern auch von dessen Verteilung über das Jahr
- „Ausreißerjahre“ beeinflussen das Ergebnis stark: Benötigte Volumina bei Nichtberücksichtigung des außergewöhnlich trockenen Jahres 2018 um bis zu 20 % niedriger

- Durch den neuen Dimensionierungsansatz verkleinert sich die erforderliche Muldenfläche enorm und die Mulde kann mit geringerer Tiefe gestaltet werden (-> Vorteile für das Stadtklima)
- Durch die Grundwasserneubildung können, je nach Standort, mehr als 100 Menschen pro Jahr mit Trinkwasser versorgt werden
- Die Übertragung des Ansatzes auf real existierende Systeme ist ohne große Probleme möglich, jedoch ist die Planung aufwendig und teuer
- Das zur Bewässerung von Grünflächen benötigte Zisternenvolumen ist stark abhängig von den individuellen Gegebenheiten vor Ort, weshalb sich genaue Gesetzmäßigkeiten nur schwer erkennen lassen (-> weitere, detailliertere Untersuchungen notwendig)



(Florian Wilhelm 2021)

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Florian Wilhelm  
E-Mail: [wilhelmf@rhrk.uni-kl.de](mailto:wilhelmf@rhrk.uni-kl.de)  
Telefon: +4915224509175

