FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

IWARU Institut für
Infrastruktur · Wasser ·
Ressourcen · Umwelt

Divergierende Ziele bei der Bewirtschaftung von Baumrigolen

Aqua Urbanica 2023

9./10. Oktober 2023

Nils Siering M.Eng.

fon +49 (0)2551.962-501
nilssiering@fh-muenster.de
www.fh-muenster.de

Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning

Stegerwaldstraße 39
D-48565 Steinfurt
fon +49 (0)2551.962-163
fax +49 (0)2551.962-271
gruening@fh-muenster.de
www.fh-muenster.de

Divergierende Ziele - Baumrigolen

FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Inhalt

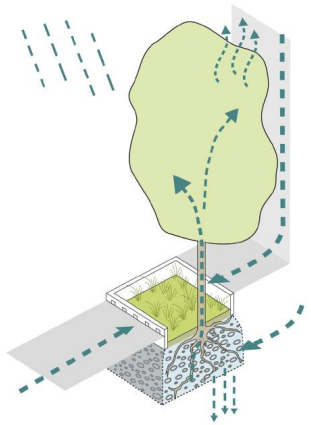
1. Baumrigolen: Systeme und Funktion

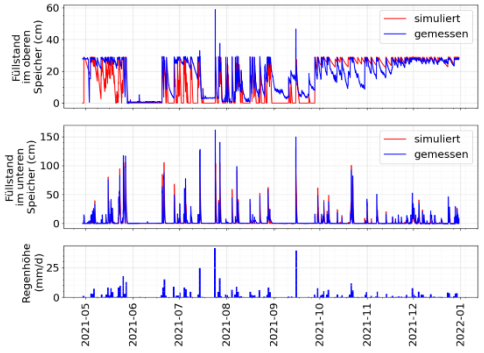
2. BeGrüKlim: Ziele und Standorte

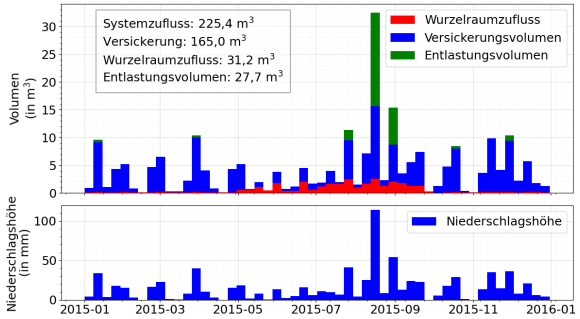
3. Messdaten und Simulationsaufbau

4. Volumenverteilung

5. Herausforderungen und Ausblick







Bemessung:

DWA-A 117
DWA-A 138

???

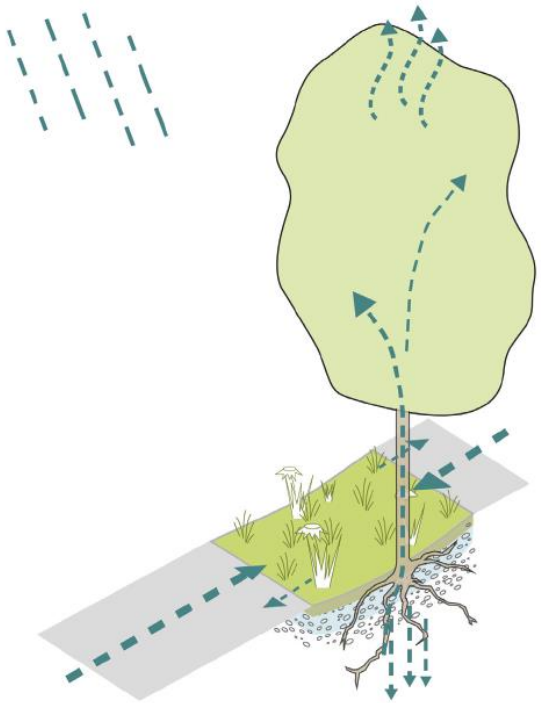
FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

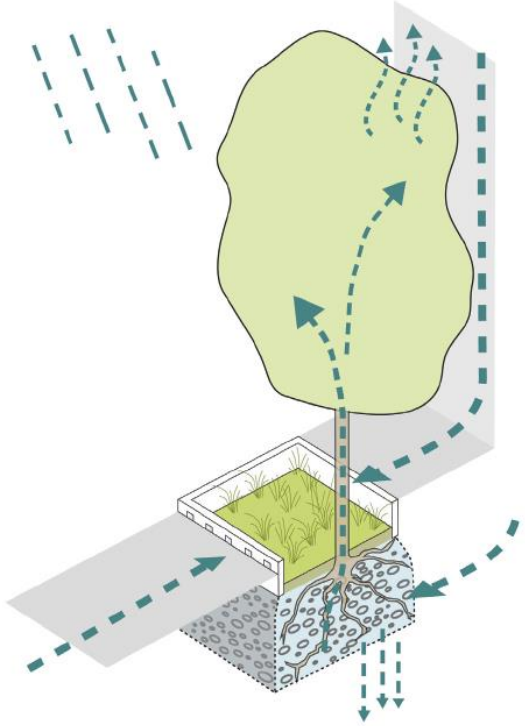
Baumrigolen
Systeme und Funktion

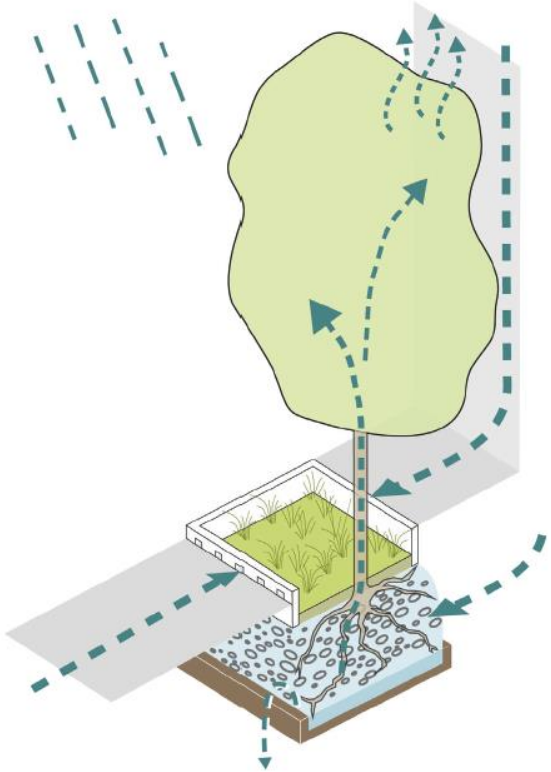
Baumrigolen

Arten und Ausführungen: Varianten (BlueGreenStreets)

Hydrologisch optimierte Baumstandorte	Baumrigole ohne Speicher	Baumrigole mit Speicher



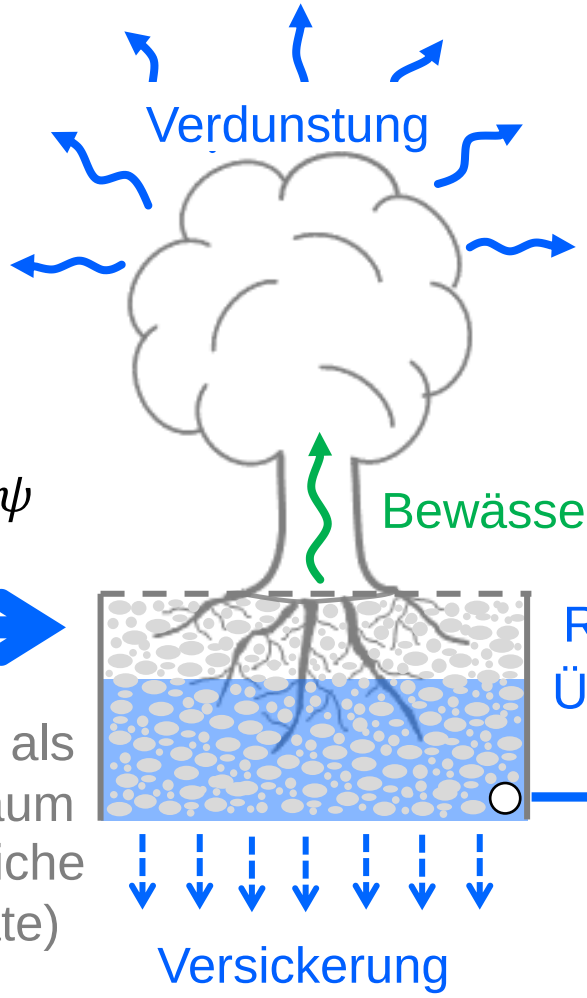




Quelle: BGS, bgmr Landschaftsarchitekten GmbH

Baumrigolen

Multifunktionales Element der Stadtentwässerung



Zufluss $= f_{(N,A)}$

$$Q_R = r_{D,n} \cdot A_{E,k} \cdot \psi$$

Bedürfnisse des Baumes „für Stadthydrologen neu“

Bewässerung $= f_{(Baum+Boden+Wetter)}$

Rückhalt zur Überflutungs-vorsorge $= f_{(N,A,\dots)}$

Voller Speicher

Ziele divergieren

Leerer Speicher

Bemessung:

DWA-A 117

DWA-A 138

???

FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

BeGrüKlim
Ziele und Standorte

Projekt BeGrüKlim

FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Bewässerungskonzepte für Straßenbegleitgrün (BeGrüKlim)

Unterstützung des natürlichen Wasserhaushaltes in eng besiedelten Räumen durch **Versickerung** und **Verdunstung**

Reduktion von Überhitzung durch Unterstützung von Stadtgrün in beengten urbanen Räumen

Automatisierte Bewässerung von Stadtbäumen in Trockenphasen zur Verminderung von Trockenstress und zur Reduktion des Bewässerungsaufwandes

Reduktion von Überflutungsschäden durch zusätzliche (dezentrale) Retentionsräume in bestehenden Entwässerungssystemen zum temporären Rückhalt von Oberflächenabflüssen bei Starkregenereignissen

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit
und Verbraucherschutz

IWARU Institut für
Infrastruktur · Wasser ·
Ressourcen · Umwelt

HUMBERG

Projekt BeGrüKlim

Standorte

Anschluss über Straßen-ablauf

Straßenbegleitgrün Pastorskamp

Anschluss Dachfläche

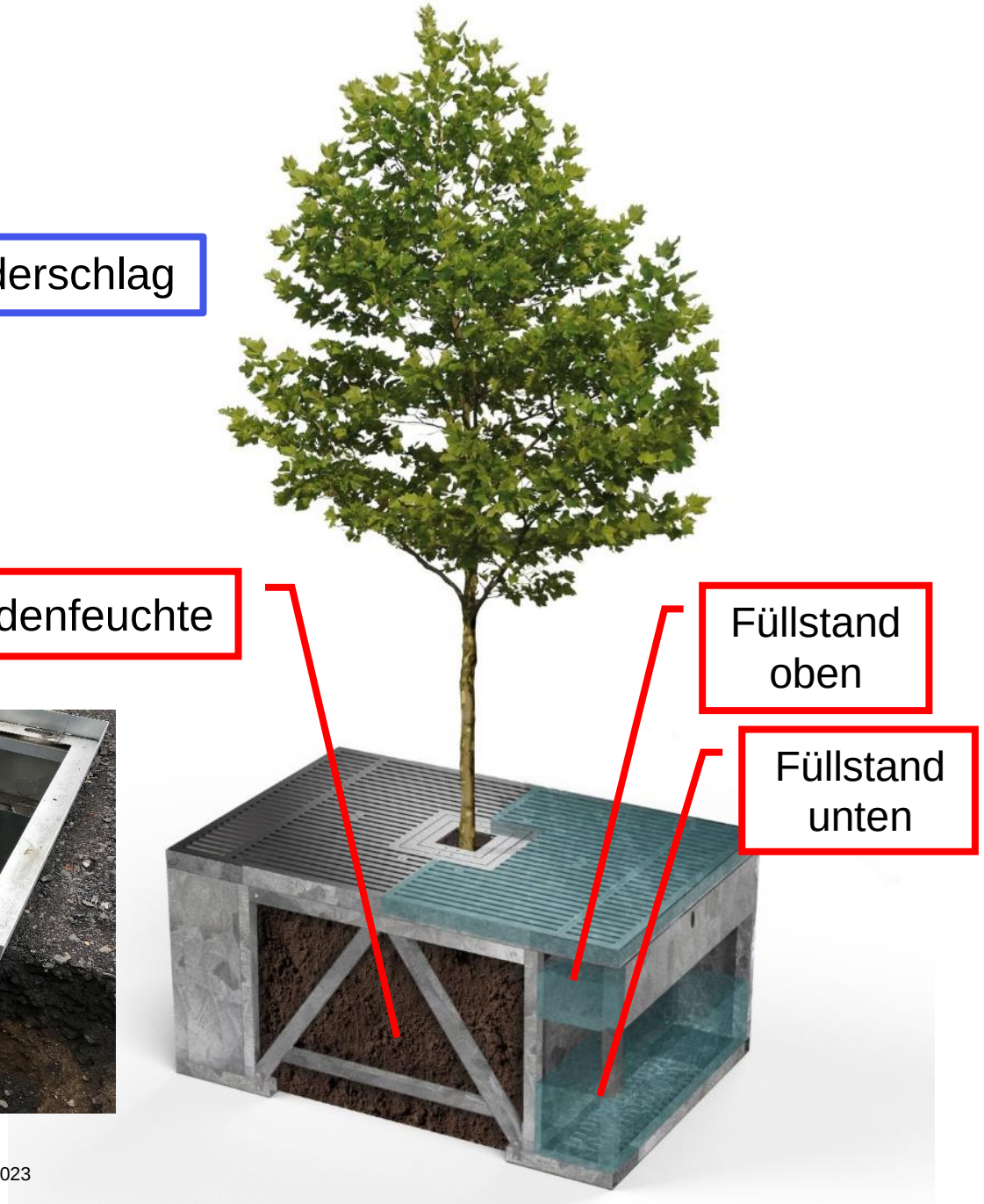
Konzept BeGRüKlim

1. Bewässerungsrost
2. Bewässerungsspeicher
3. Retentionsraum
4. Bewässerungsnetz
5. Wurzelstern

1. Dachentwässerung
2. Niederschlag
3. Baumbewässerung
4. Überlauf
5. Versickerung
6. Notüberlauf

Projekt BeGrüKlim

Bewässerung und Messtechnik



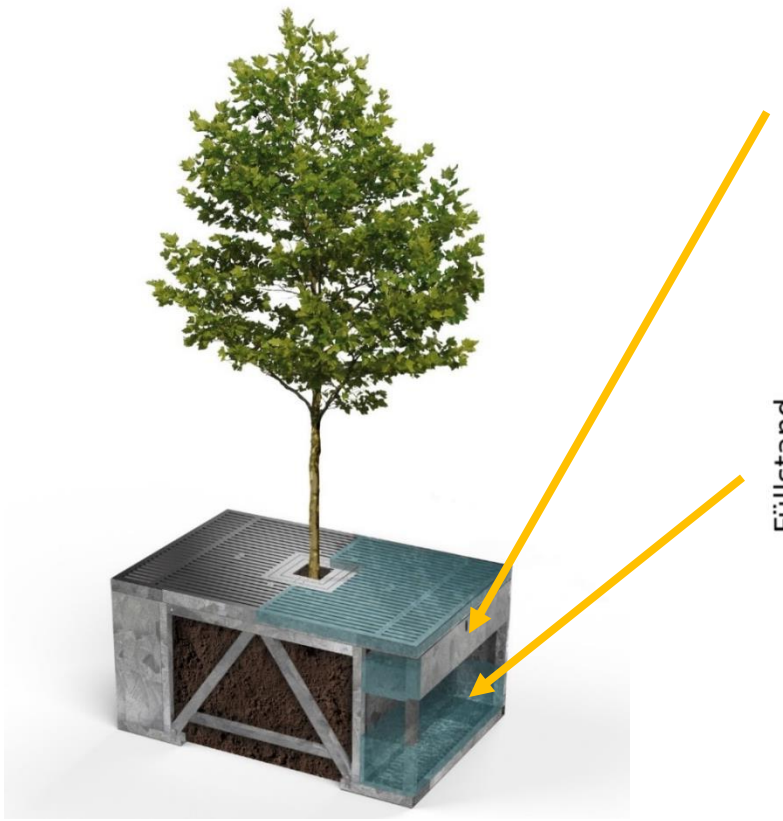
FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

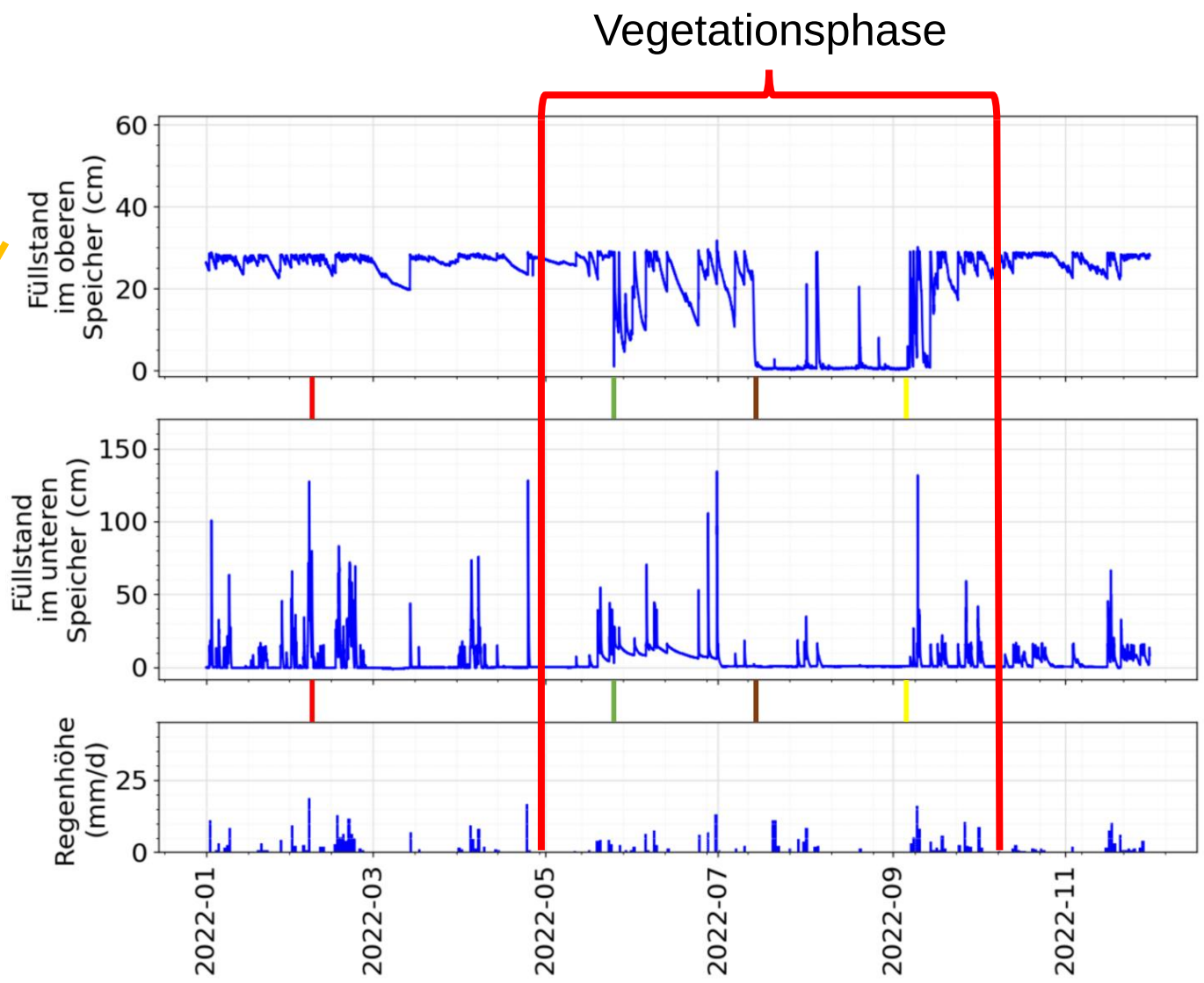
Messdaten und Simulations-aufbau

Messdaten und Simulationsaufbau

FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Füllstandsdaten 2022

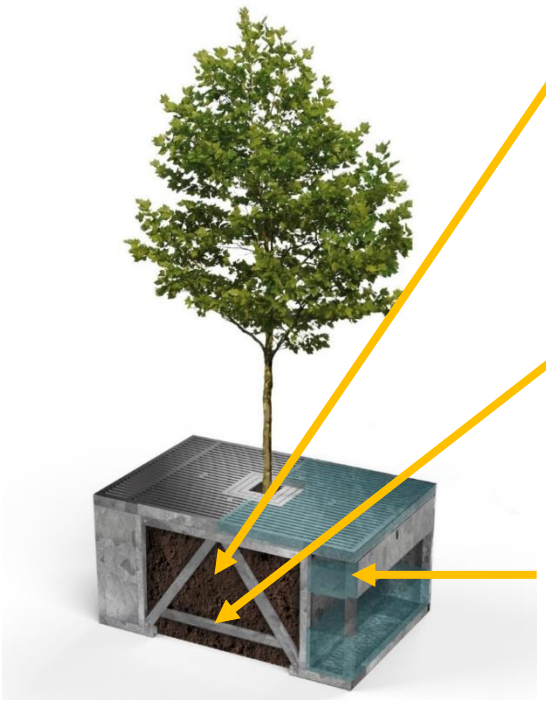


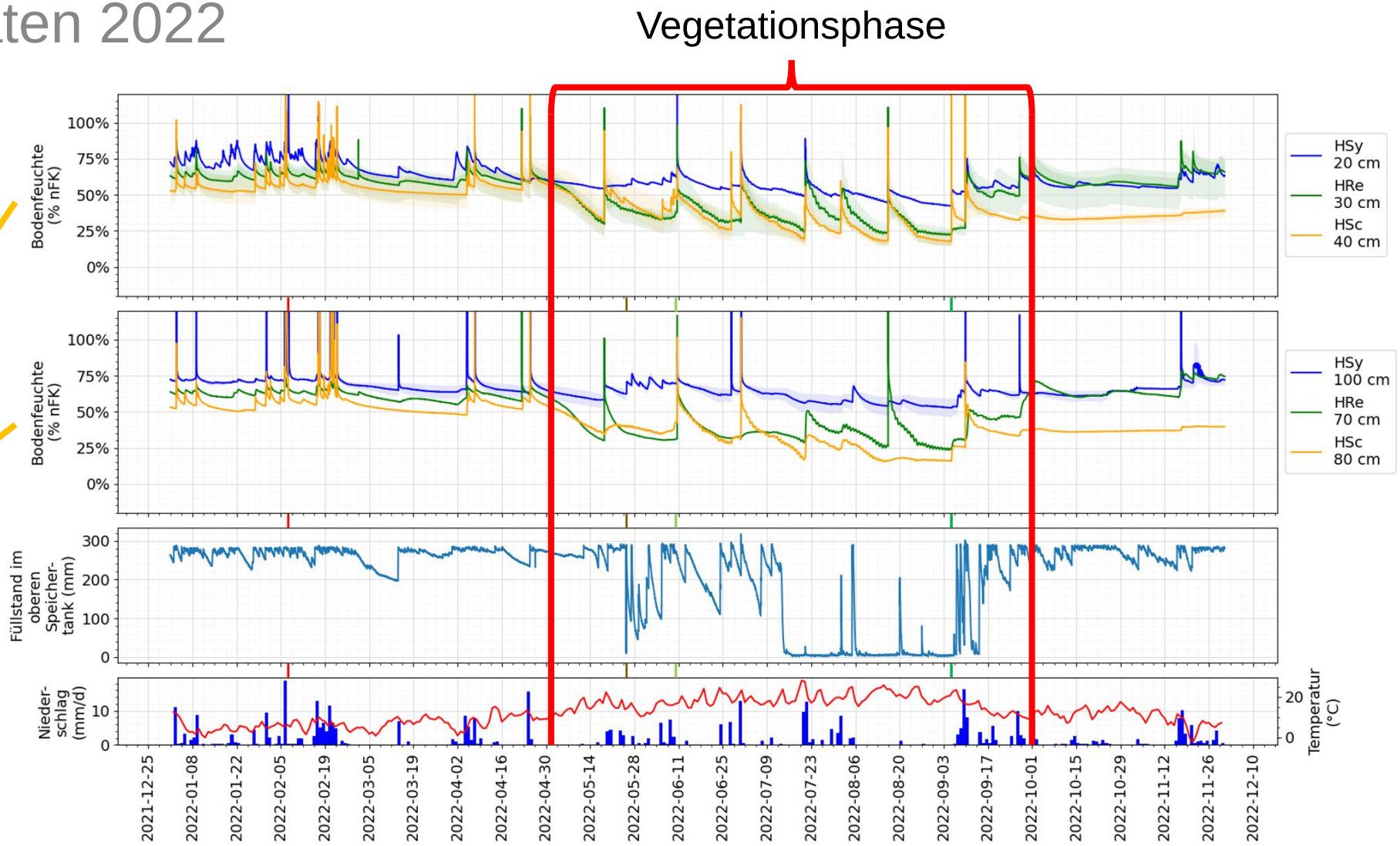


Messdaten und Simulationsaufbau

FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Bodenfeuchtedaten 2022

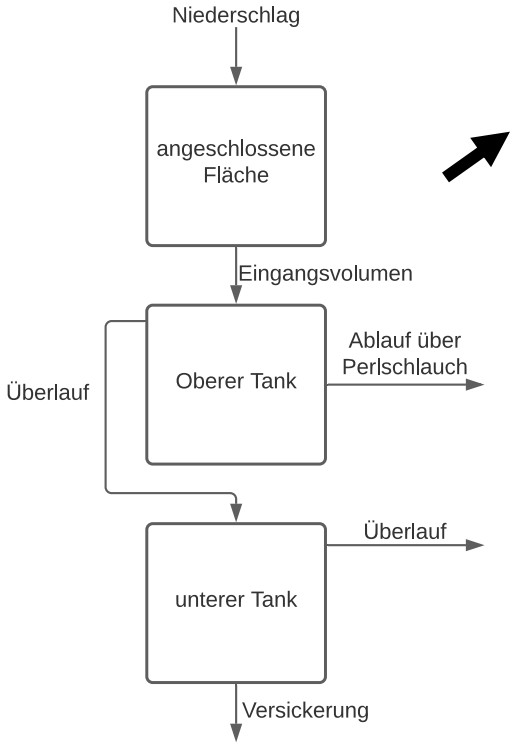




HSy – Systembaum
HRe – Referenzbaum
HSc – Referenzbaum mit Schutzrostsystem

Messdaten und Simulationsaufbau

Speichersimulation



Perlschlauchausfluss:

$$q_{\mathrm{perl,max}} = \begin{cases} q_{\mathrm{perl,max,veg}}, & \text{für } 5 < m < 9 \\ q_{\mathrm{perl,max,ruh}}, & \text{für } m < 5 \vee m > 9 \\ q_{\mathrm{perl,max,veg}} \cdot \frac{d}{31} + q_{\mathrm{perl,max,ruh}} \cdot \frac{31-d}{31}, & \text{für } m = 5 \\ q_{\mathrm{perl,max,veg}} \cdot \frac{31-d}{31} + q_{\mathrm{perl,max,ruh}} \cdot \frac{d}{31}, & \text{für } m = 9 \end{cases} \tag{3.2}$$

$$q_{\mathrm{perl}} = \begin{cases} q_{\mathrm{perl,max}} \cdot \left(p_{\mathrm{stat,OS}} + p_{\mathrm{dyn,OS}} \cdot \frac{(h_{\mathrm{OS}}(t-1) - O_{\mathrm{OS}})^n}{(h_{\mathrm{US,max}} - O_{\mathrm{OS}})^n} \right), & \text{für } h_{\mathrm{OS}}(t-1) > O_{\mathrm{OS}} \\ q_{\mathrm{perl,max}} \cdot p_{\mathrm{stat,OS}}, & \text{für } h_{\mathrm{OS}}(t-1) \leq O_{\mathrm{OS}} \end{cases} \tag{3.3}$$

Obere Speicherebene:

$$h_{\mathrm{OS,th}}(t) = h_{\mathrm{OS}}(t-1) + \frac{r(t) \cdot A_{\mathrm{u}}}{A_{\mathrm{OS}}} - q_{\mathrm{perl}} \cdot \Delta t \tag{3.4}$$

$$h_{\mathrm{OS}}(t) = \begin{cases} h_{\mathrm{OS,th}}(t), & \text{für } h_{\mathrm{OS,max}} > h_{\mathrm{OS,th}}(t) > 0 \\ h_{\mathrm{OS,max}}, & \text{für } h_{\mathrm{OS,th}}(t) \geq h_{\mathrm{OS,max}} \\ 0, & \text{für } h_{\mathrm{OS,th}}(t) \leq 0 \end{cases} \tag{3.5}$$

Infiltration:

$$q_{\mathrm{inf}} = \begin{cases} q_{\mathrm{inf,max}} \cdot \left(p_{\mathrm{stat,US}} + p_{\mathrm{dyn,US}} \cdot \frac{(h_{\mathrm{US}}(t-1) - O_{\mathrm{US}})^x}{(h_{\mathrm{US,max}} - O_{\mathrm{US}})^x} \right), & \text{für } h_{\mathrm{US}}(t-1) > O_{\mathrm{US}} \\ q_{\mathrm{inf,max}} \cdot p_{\mathrm{stat,US}}, & \text{für } h_{\mathrm{US}}(t-1) \leq O_{\mathrm{US}} \end{cases} \tag{3.6}$$

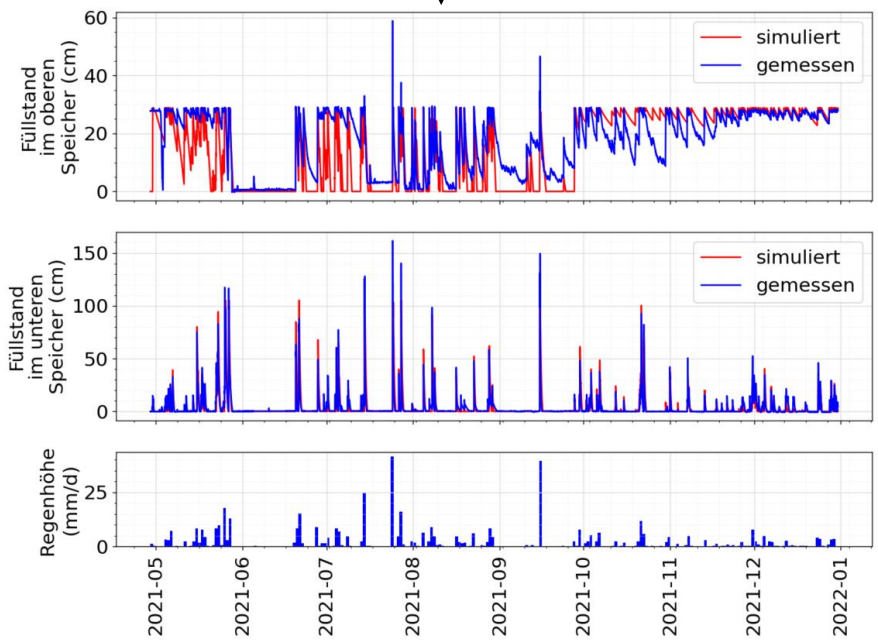
Untere Speicherebene:

$$h_{\mathrm{US,th}}(t) = \begin{cases} h_{\mathrm{US}}(t-1) + \frac{(h_{\mathrm{US}}(t) - h_{\mathrm{US,max}}) \cdot A_{\mathrm{OS}}}{A_{\mathrm{US}}} - q_{\mathrm{inf}} \cdot \Delta t, & \text{für } h_{\mathrm{OS,th}}(t) > h_{\mathrm{OS,max}} \\ h_{\mathrm{US}}(t-1) - q_{\mathrm{inf}} \cdot \Delta t, & \text{für } h_{\mathrm{OS,th}}(t) \leq h_{\mathrm{OS,max}} \end{cases} \tag{3.7}$$

$$h_{\mathrm{US}}(t) = \begin{cases} h_{\mathrm{US,t}}(t), & \text{für } h_{\mathrm{US,max}} > h_{\mathrm{US,th}}(t) > 0 \\ h_{\mathrm{US,max}}, & \text{für } h_{\mathrm{US,th}}(t) \geq h_{\mathrm{US,max}} \\ 0, & \text{für } h_{\mathrm{US,th}}(t) \leq 0 \end{cases} \tag{3.8}$$

Entlastungsvolumen:

$$V_{\mathrm{E}}(t) = \begin{cases} (h_{\mathrm{US,th}}(t) - h_{\mathrm{US,max}}) \cdot A_{\mathrm{US}}, & \text{für} h_{\mathrm{US,th}}(t) > h_{\mathrm{US,max}} \\ 0, & \text{für} h_{\mathrm{US,th}}(t) \leq h_{\mathrm{US,max}} \end{cases} \tag{3.9}$$



Annahmen:

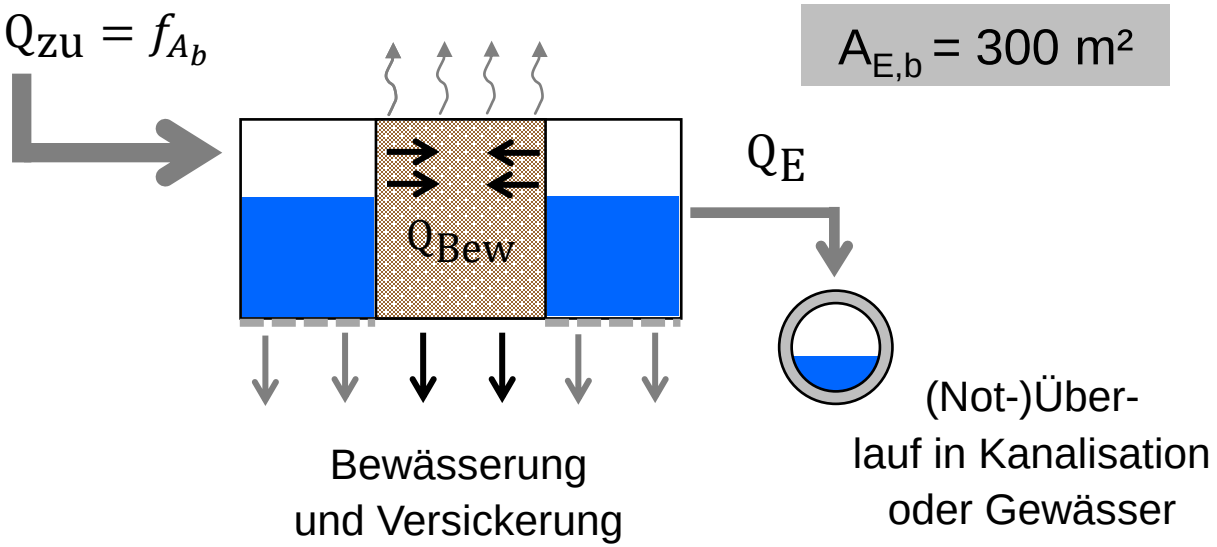
1. Perlschläuche und Infiltration
2. Verdunstung
3. SIPA-System

FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Volumen-verteilung

Volumenverteilung

Simulation des Speicherverhaltens



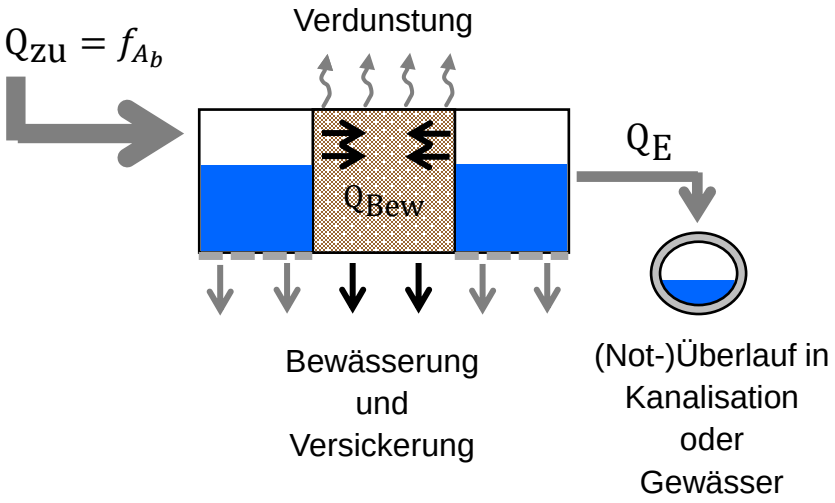
$A_{E,b}$ = 300 m²

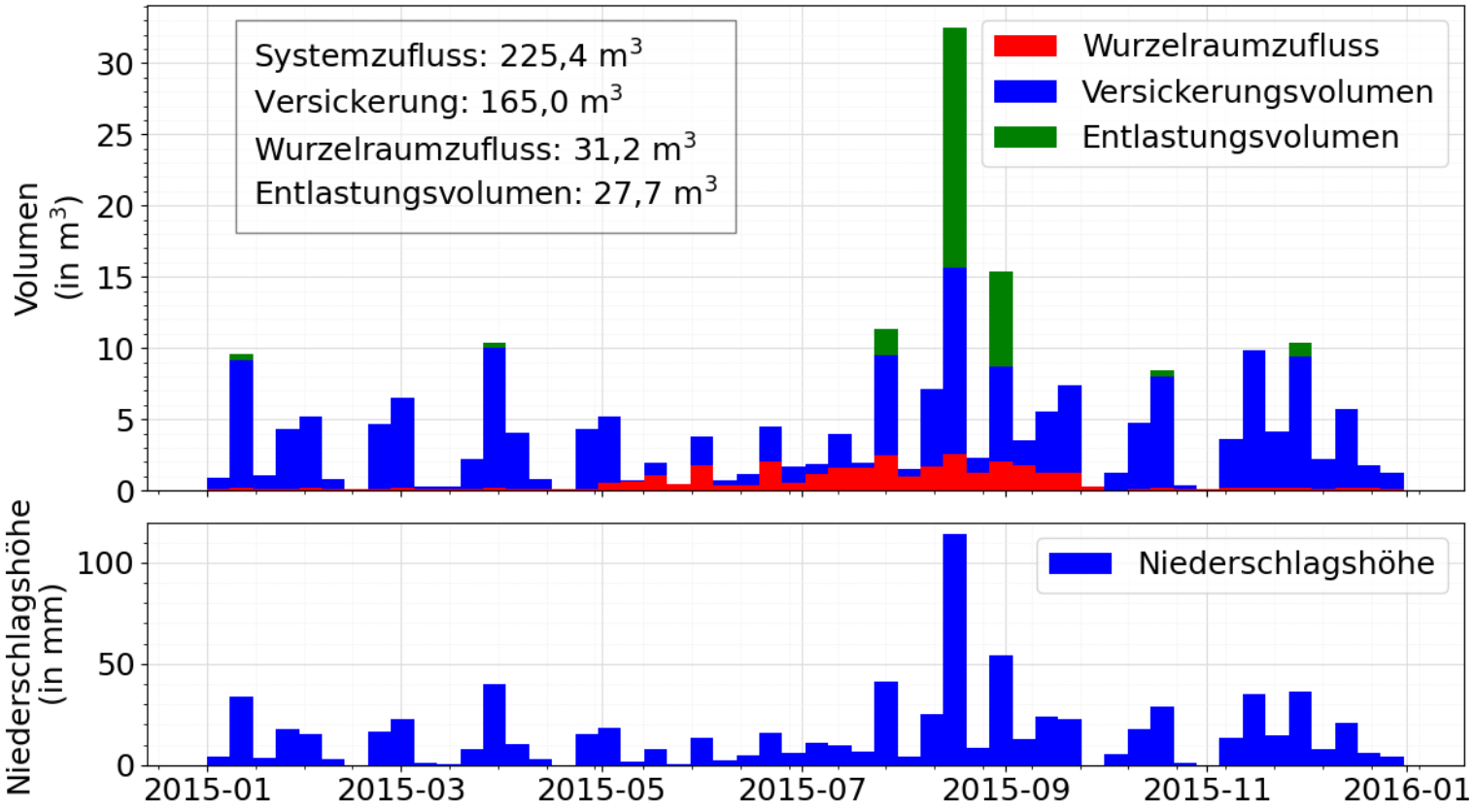
Zeitraum	System-zufluss (m³)	Zufluss Wurzelraum (m³)	Zufluss Wurzelraum (%)
Gesamter Messzeitraum 01.01.2022 bis 30.11.2022	124	16	12,9
Vegetationsperiode (> 5°C) 11.04.2022 bis 18.11.2022	70	11	15,6

Jahr	Volumina (m³)				
	System-zufluss	Versick-erung	Wurzelraum-zufluss	Entlastung	Differenz
1998	297,6	240,7	32,7	22,5	1,7
1999	230,5	187,7	23,7	17,6	1,5
2000	237,7	183,6	30,7	22,1	1,3
2001	239,1	198,8	29,7	9,3	1,3
2002	255,6	202,1	28,2	23,4	1,9
2003	180,1	141,0	21,2	16,9	1
2004	234,2	190,6	29,3	12,9	1,4
•••					
2016	207,7	156,9	26,2	23,2	1,4
2017	202,9	163,7	28,3	8,0	2,9
2018	146,8	120,1	18,0	7,6	1,1
2019	192,8	162,9	20,8	7,8	1,3
2020	176,5	146,0	22,5	6,7	1,3
2021	179,6	140,3	26,5	11,5	1,3
Durch-schnitt	**208,0**	**164,4**	**26,7**	**15,5**	**1,4**

Volumenverteilung

Speicherverteilung innerhalb eines Jahres





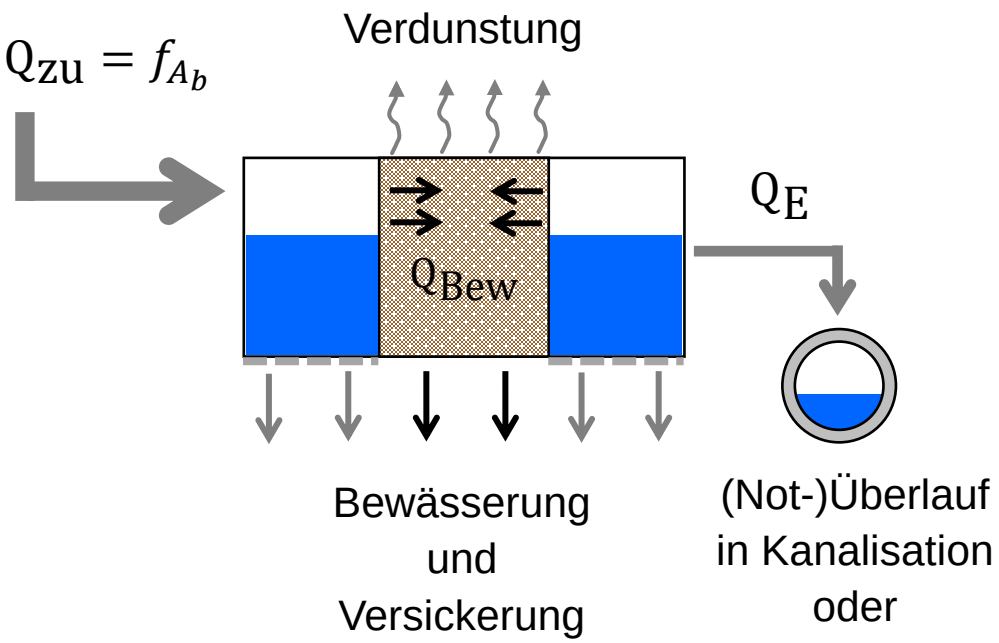
Volumenverteilung

Rückhalt bei Starkregen (Modellierung) - KOSTRA

FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Verhältnis Speichervolumen / angeschlossene Fläche

≥ 500 m³/ha ≥ 400 m³/ha ≥ 300 m³/ha ≥ 200 m³/ha ≥ 100 m³/ha



Dauer-stufe	Wiederkehrintervall								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	223.3	280.0	316.7	363.3	433.3	503.3	546.7	606.7	693.3
10 min	145.0	183.3	206.7	236.7	281.7	326.7	356.7	395.0	451.7
15 min	111.1	138.9	156.7	180.0	214.4	248.9	271.1	301.1	343.3
20 min	90.8	114.2	129.2	148.3	175.8	204.2	222.5	246.7	281.7
30 min	68.3	85.6	96.7	111.1	131.7	153.3	167.2	185.6	211.7
45 min	50.7	64.1	72.2	83.0	98.5	114.4	124.8	138.5	158.1
60 min	41.4	51.9	58.6	67.2	79.7	92.8	101.1	112.2	128.1
90 min	30.7	38.5	43.5	50.0	59.3	68.9	75.2	83.3	95.2
2 h	24.9	31.3	35.1	40.4	47.9	55.7	60.8	67.5	76.9
3 h	18.3	23.1	26.0	29.9	35.5	41.3	45.0	49.9	57.0
4 h	14.9	18.7	21.0	24.2	28.7	33.3	36.3	40.3	46.0
6 h	11.0	13.8	15.6	17.9	21.2	24.6	26.9	29.8	34.0
9 h	8.1	10.2	11.5	13.2	15.7	18.2	19.9	22.0	25.2
12 h	6.5	8.2	9.3	10.6	12.6	14.7	16.0	17.8	20.3
18 h	4.8	6.1	6.9	7.9	9.3	10.8	11.8	13.1	15.0
24 h	3.9	4.9	5.5	6.4	7.5	8.8	9.5	10.6	12.1
48 h	2.3	2.9	3.3	3.8	4.5	5.2	5.7	6.3	7.2
72 h	1.7	2.2	2.4	2.8	3.3	3.9	4.2	4.7	5.3

Regenhöhen in mm

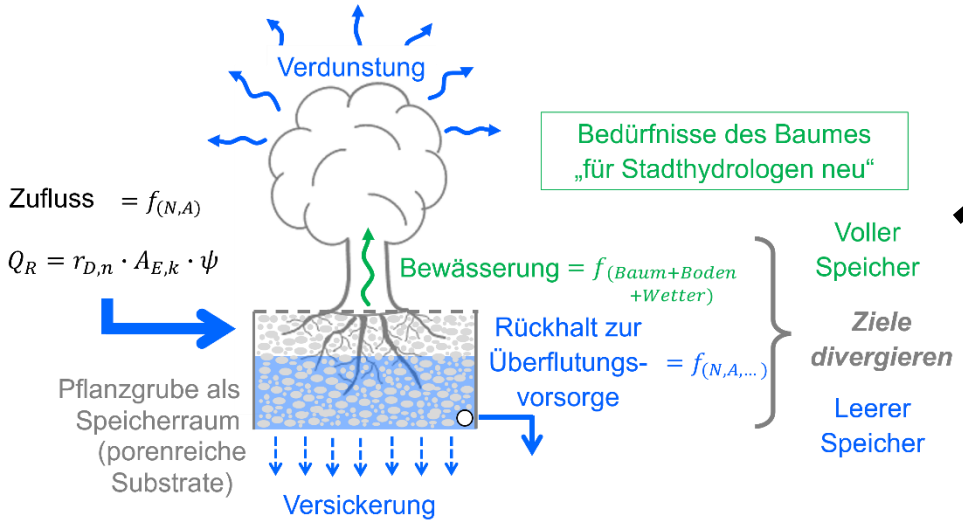
Anfangszustand: leer / Median Füllstände

≥ 200 m³/ha
≥ 300 m³/ha

Herausforderungen und Ausblick

Herausforderungen und Ausblick

Multifunktionales Element der Stadtentwässerung



ungesteuerte Systeme

- Optimumspunkt
  - Je nach Primärfunktion unterschiedlich

gesteuerte Systeme

- Reaktion auf prognostizierte Starkregen und Klimadaten
- Daten aus dem Entwässerungssystem

Wasserwirtschaftler

Baumexperten

Bemessung:

DWA-A 117

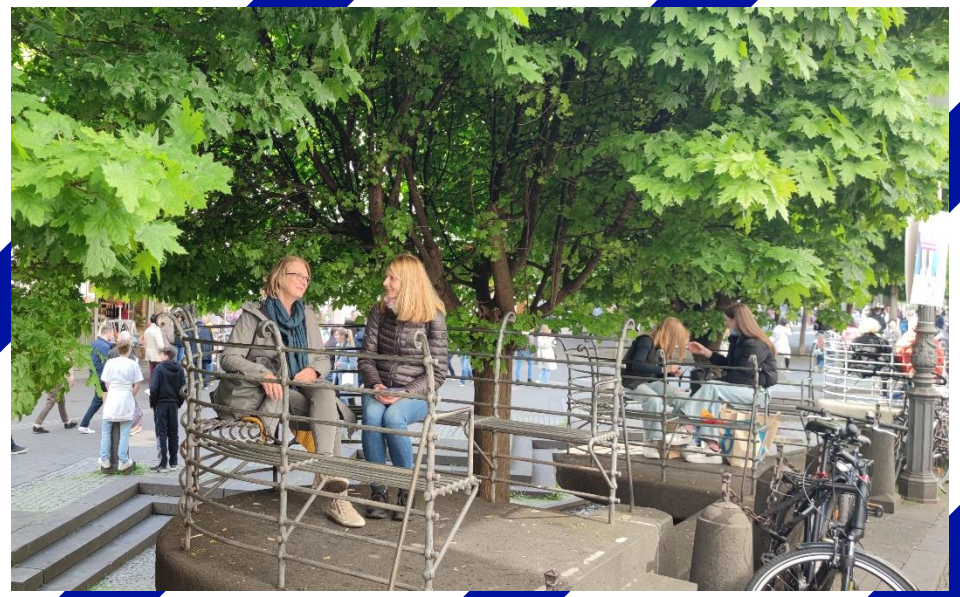
DWA-A 138

???

FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

IWARU Institut für
Infrastruktur · Wasser ·
Ressourcen · Umwelt

Vielen Dank!



Nils Siering M.Eng.

fon +49 (0)2551.962-501
nilssiering@fh-muenster.de
www.fh-muenster.de

Prof. Dr.-Ing. Helmut Grüning

Stegerwaldstraße 39
D-48565 Steinfurt
fon +49 (0)2551.962-163
fax +49 (0)2551.962-271
gruening@fh-muenster.de
www.fh-muenster.de

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit
und Verbraucherschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages