

Graues Wasser für grüne Städte – Innovatives Reallabor in Weimar

Gloria Kohlhepp, Silvio Beier

Bauhaus-Universität Weimar, Bauhaus-Institut für zukunftsweisende
Infrastruktursysteme, Professur Siedlungswasserwirtschaft und Technologien
urbaner Stoffstromnutzungen, gloria.maria.kohlhepp@uni-weimar.de



Projektziele und -partner



- Entwicklung von multifunktionalen Fassadenbegrünungsmodulen zur Erweiterung von naturnahen Flächen in Städten
- Untersuchung der Umweltauswirkungen der Grünfassade
- Energieeinsparpotential
- Reinigung von Grauwasser innerhalb der Fassadenmodule und Bereitstellung zur Wiederverwendung
- Substitution der Materialien durch nachhaltigere Alternativen

Bauhaus-Universität Weimar
Professur Bauphysik

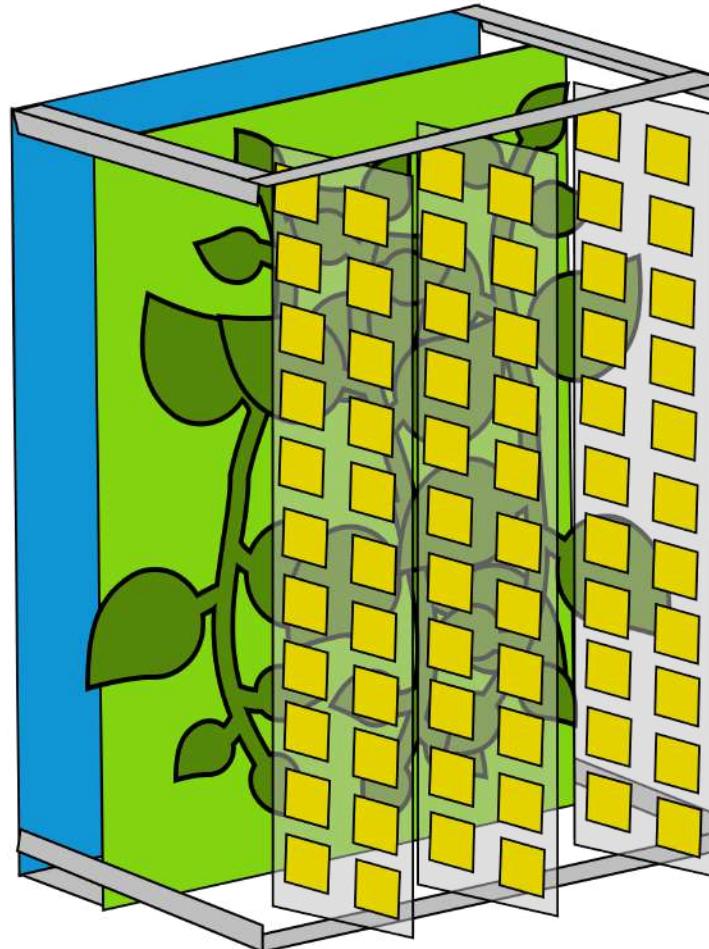
Bauhaus-Universität Weimar
Professur Siedlungswasserwirtschaft und Technologien urbaner Stoffstromnutzungen



Funktionsprinzip der VertiKKA

Der Modulaufbau in drei Ebenen

Bewässerung der Pflanzen mit Grauwasser aus dem Haushalt und Reinigung des Wassers durch das Substrat



Fassadenbegrünungsmodul, für eine immergrüne Fassadenverkleidung

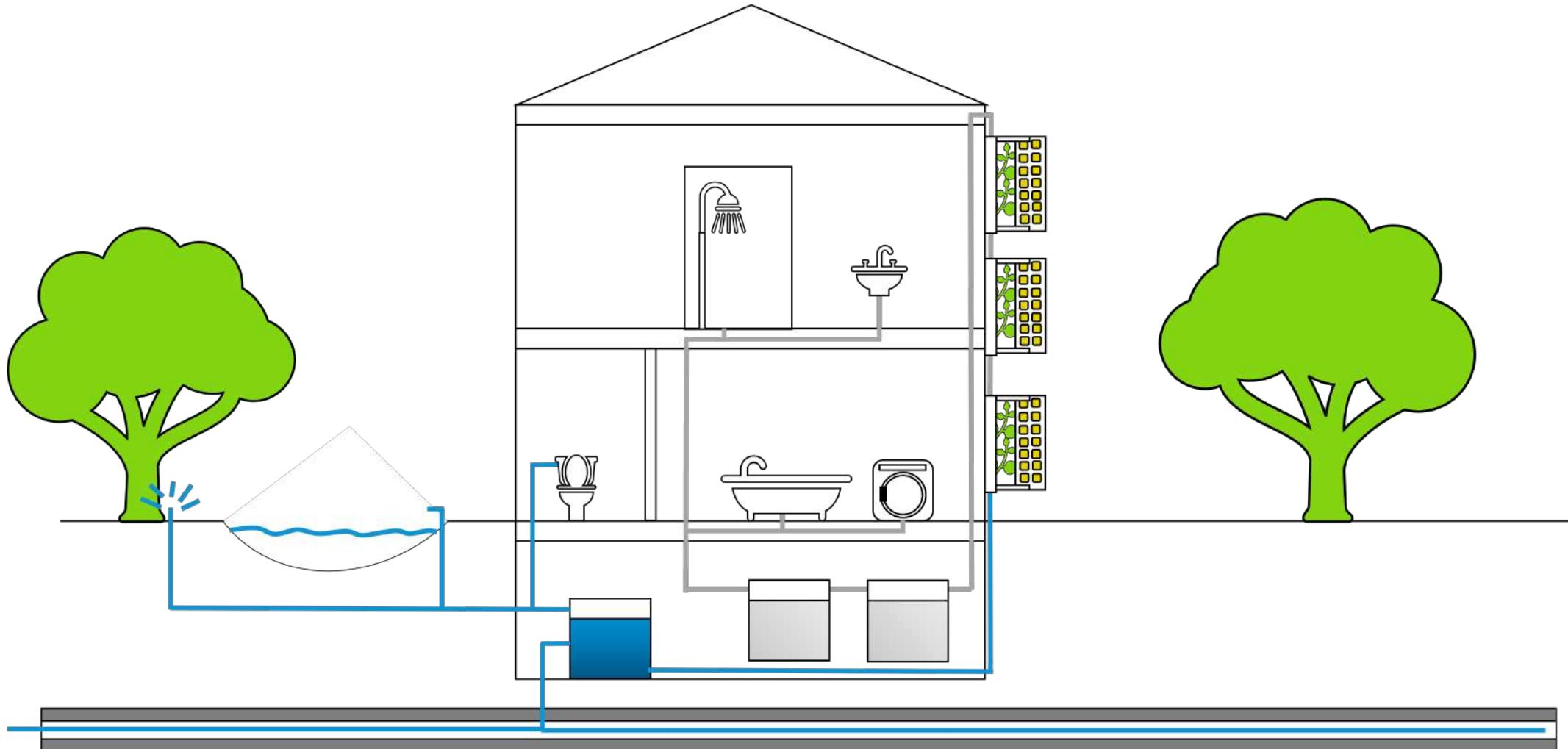
Erzeugung von erneuerbarer Energie für den Betrieb der VertiKKA



VertiKKA

Grundprinzip der VertiKKA (BCE, 2020)

Funktionsprinzip der VertiKKA



Funktionsprinzip der Grauwasserreinigung und Wiederverwendung mittels VertiKKA (BCE, 2020)

Aktuelle Treiber



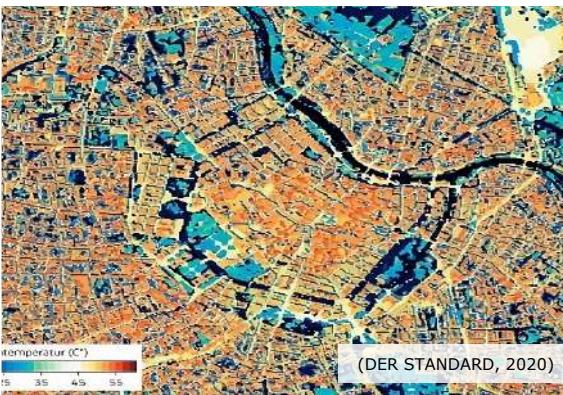
(MDR, 2024)

Wachsende Weltbevölkerung



(bdew, 2020)

Hoher Bedarf an frischem Wasser



(DER STANDARD, 2020)

Hitzeinseln in der Stadt

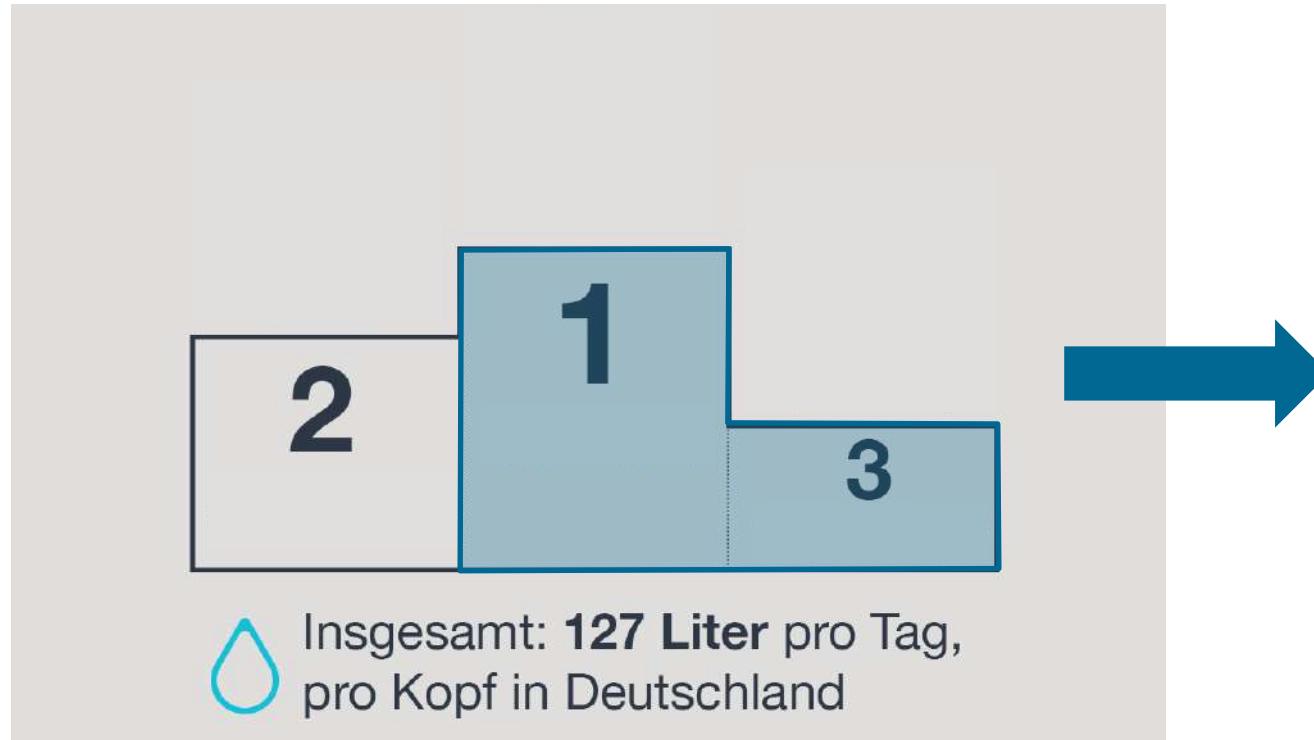


(WiWo, 2023)

Extremwetterereignisse mit Dürre

Wie viel Wasser verbrauchen wir?

Platzierung im Haushalt



zdf Heute nach bdew (2017)

Grauwasser

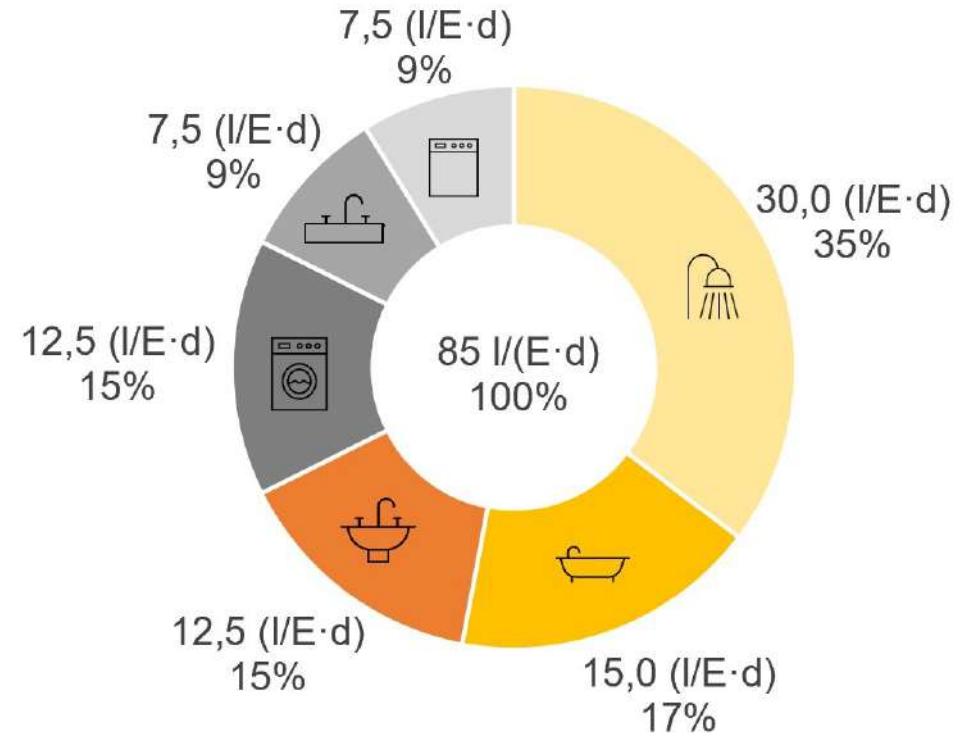
- Häusliches Abwasser ohne die Teilströme der Toiletten und Urinale
- Anteil von 50 bis 80% am gesamten häuslichen Abwasser

Grauwasser

Im Detail



Trinkwasser, Grauwasser, Abwasser (v. l. n. r.) im direkten Vergleich (BUW, G. Goldammer)



Grauwasseranfall nach Herkunftsart (Mittelwerte nach DWA-M 277, 2017)

Täglicher Grauwasseranfall

Wie viel sind 75 Liter?

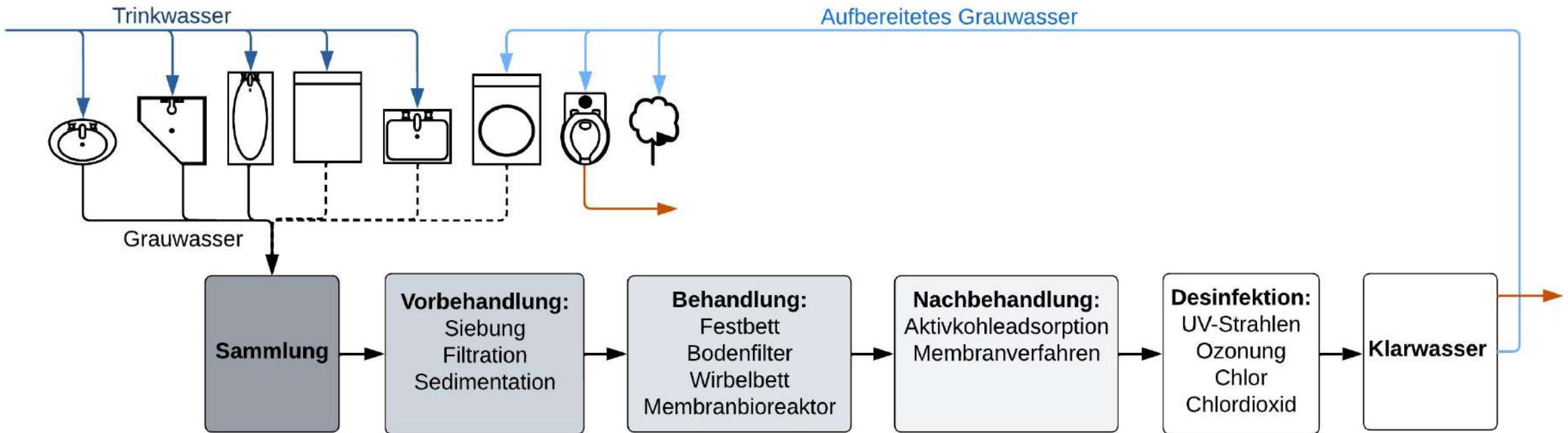
- 75 Liter → 7 bis 8 Putzeimer pro Person und Tag
 - So viel Wasser ist das doch gar nicht?
- Aber wir sind rund 83 Mio. Einwohner in Deutschland
 - **11.000 Weimarer Schwimmbecken Jeden Tag!**



Weimarer Hallenbad (Stadtwerke Weimar)

Grauwasserwiederverwendung

Schematische Darstellung



Übersicht der Verfahrensschritte vom Grauwasseranfall bis zur Wiedernutzung

Bewertung Potential

... einer Grauwasserwiederverwendung

2 Gebäude und Infrastruktur		Wichtung	1	2	3	4	5	Wichtung: keine Eingabe
								Ergebnis
2.1 Bei dem betrachteten Gebäude/Quartier handelt es sich um...		33,33%						keine Bewertung
2.2 Vorhande Infrastruktur für Betriebswasser....		33,33%						keine Bewertung
2.3 Stehen Flächen zur Verfügung, auf die eine Grauwasseraufbereitung gestellt werden könnte? Grober Richtwert: 2m ² /m ³ Aufbereitungskapazität (ARIS)		33,33%						keine Bewertung
Summe		100%						Bitte alle Felder bewerten

3 Grauwasserverfügbarkeit		Wichtung	1	2	3	4	5	Wichtung: keine Eingabe
								Ergebnis
3.1 Duschen/Badewannen		52%						keine Bewertung
3.2 Handwaschbecken	von	bis	Potentialabschätzung					
	1,0	< 1,5	Das Potential für eine Grauwassernutzung ist nicht vorhanden					
3.3 Küchenspülen	1,5	< 2,5	Das Potential für eine Grauwassernutzung ist gering					
	2,5	< 3,5	Das Potential für eine Grauwassernutzung ist mittelmäßig					
3.4 Spülmaschinen	3,5	< 4,5	Das Potenzial für eine Grauwassernutzung ist hoch					
	4,5	5,0	Das Potential für eine Grauwassernutzung ist sehr hoch					
3.5 Waschmaschinen			15%					keine Bewertung
Summe			100%					Bitte alle Felder bewerten

Auszug aus der Bewertungsmatrix zur Bewertung des Potentials einer Grauwasserwiederverwendung (Kohlhepp et al., 2024)

WASSERWENDE IM WOHNUNGSBAU

Praktischer Leitfaden zur Grauwassernutzung



DOI [10.5281/zenodo.15600951](https://doi.org/10.5281/zenodo.15600951)

Article

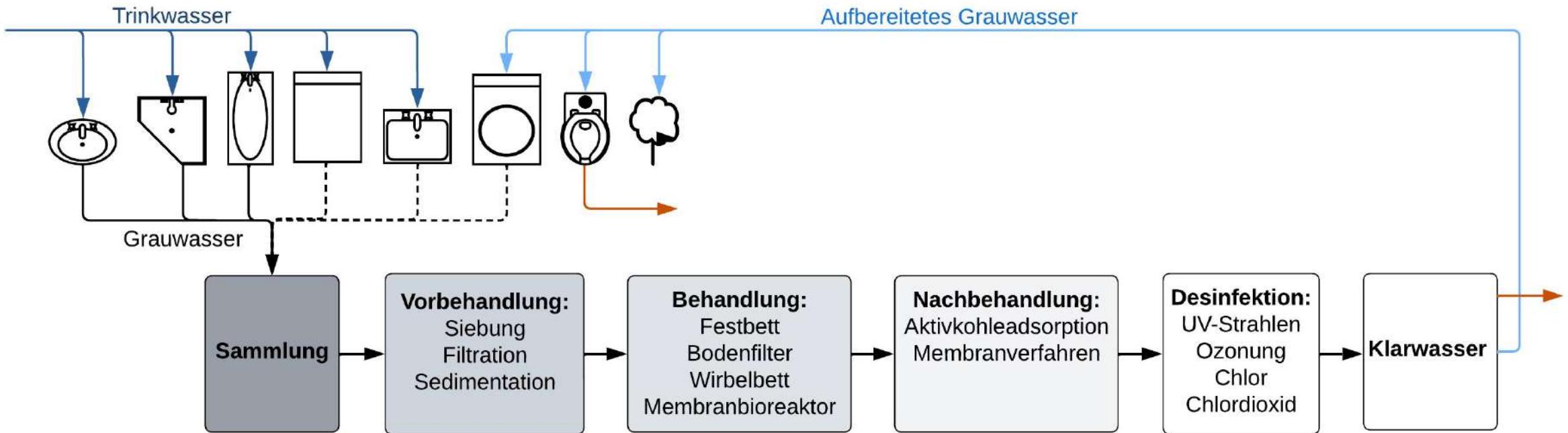
From Technical Feasibility to Governance Integration:
Developing an Evaluation Matrix for Greywater Reuse in Urban Residential Areas

Kohlhepp Gloria Maria ^{1*}, Lück Andrea ¹, Müller Gerald ² and Beier Silvio ¹

<https://doi.org/10.3390/w18020190>

Grauwasserwiederverwendung

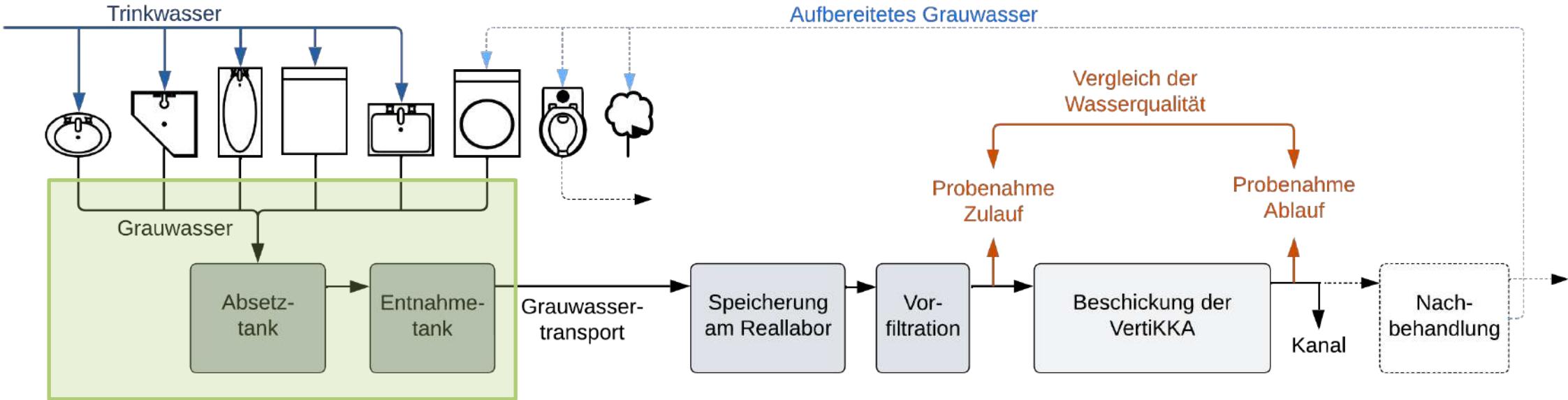
Schematische Darstellung



Übersicht der Verfahrensschritte vom Grauwasseranfall bis zur Wiedernutzung

Reallabor in Weimar

Der Weg des Grauwassers



Der Weg des Grauwassers am Reallabor VertiKKA in Weimar

Grauwassersammlung

Mehrfamilienhaus in Weimar



- Getrenntes Leitungssystem
- Zwei 1 m³ Tanks, in Reihe geschaltet
- Pumpe zur Entnahme des Grauwassers



Verbindung der beiden Sammeltanks



Grauwassersammeltanks im Keller eines Mehrfamilienhauses in Weimar

Grauwassersammlung

Anschluss im Außenbereich



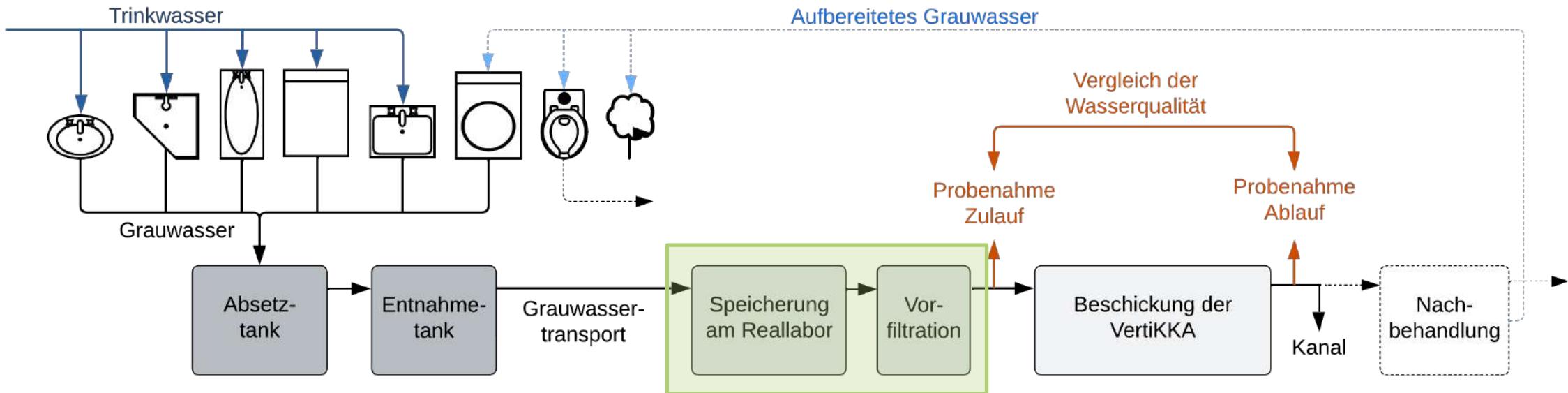
- Anschlüsse für C-Kupplung und Schalter der Pumpe
- Pumpe kann von außen per Fernbedienung gesteuert werden



Anschluss im Außenbereich für den Grauwassertransport

Reallabor in Weimar

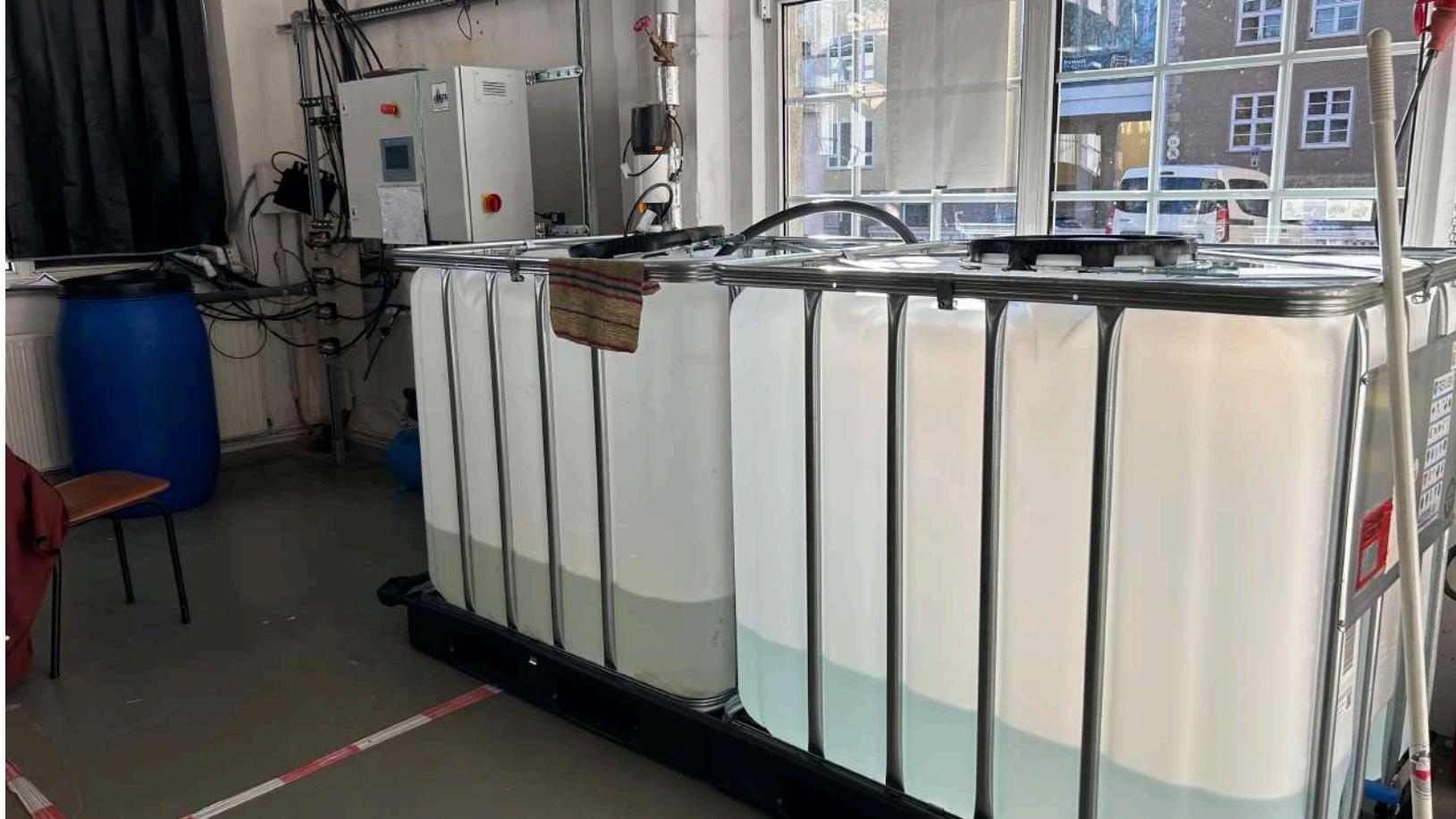
Der Weg des Grauwassers



Der Weg des Grauwassers am Reallabor VertiKKA in Weimar

Reallabor in Weimar

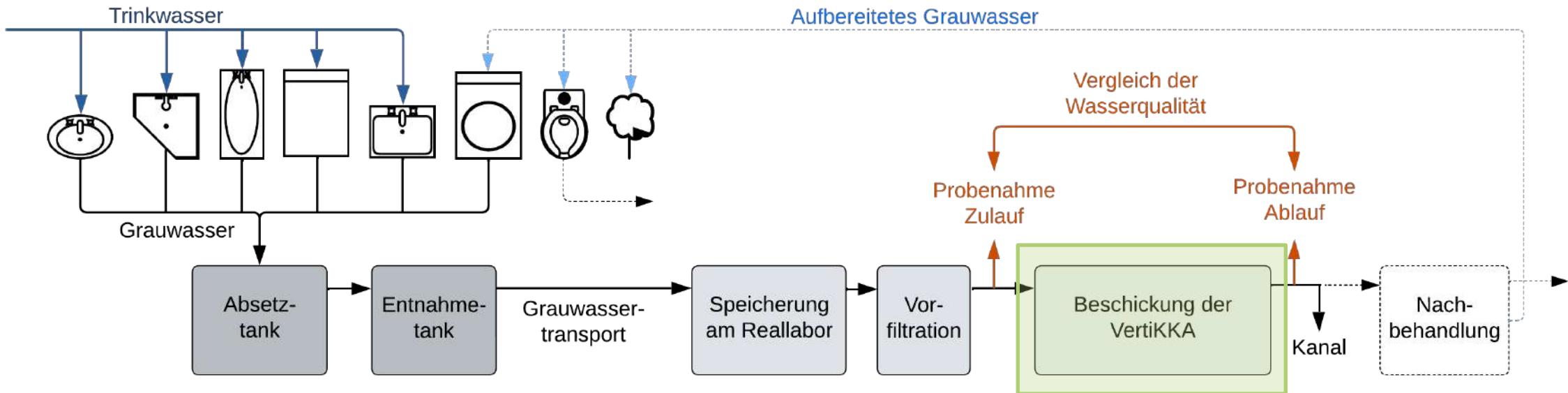
Der Weg des Grauwassers



Speichertanks im Innenraum des Reallabors

Reallabor in Weimar

Der Weg des Grauwassers



Der Weg des Grauwassers am Reallabor VertiKKA in Weimar

Das Reallabor GrayToGreen

an der Bauhaus-Universität Weimar



Das Reallabor am Technikum der Bauhaus-Universität Weimar

Reallabor in Weimar

Die drei Ebenen der VertiKKA



Reinigungsebene



Pflanze Ebene (BUW, D. Höftmann)



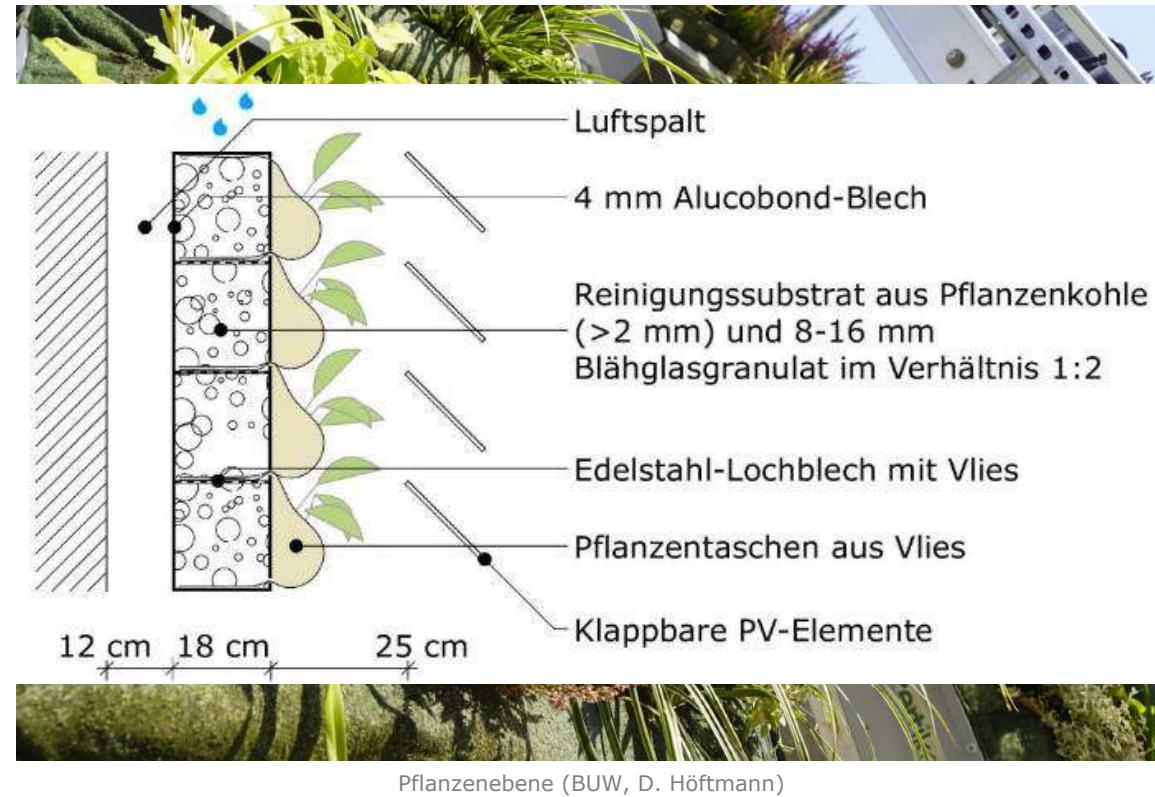
PV-Ebene

Reallabor in Weimar

Die drei Ebenen der VertiKKA



Reinigungsebene



Pflanzebene (BUW, D. Höftmann)



PV-Ebene

Reallabor in Weimar

Die drei Ebenen der VertiKKA



Reinigungsebene



flanzenkohle
ältnis 1:2

/lies

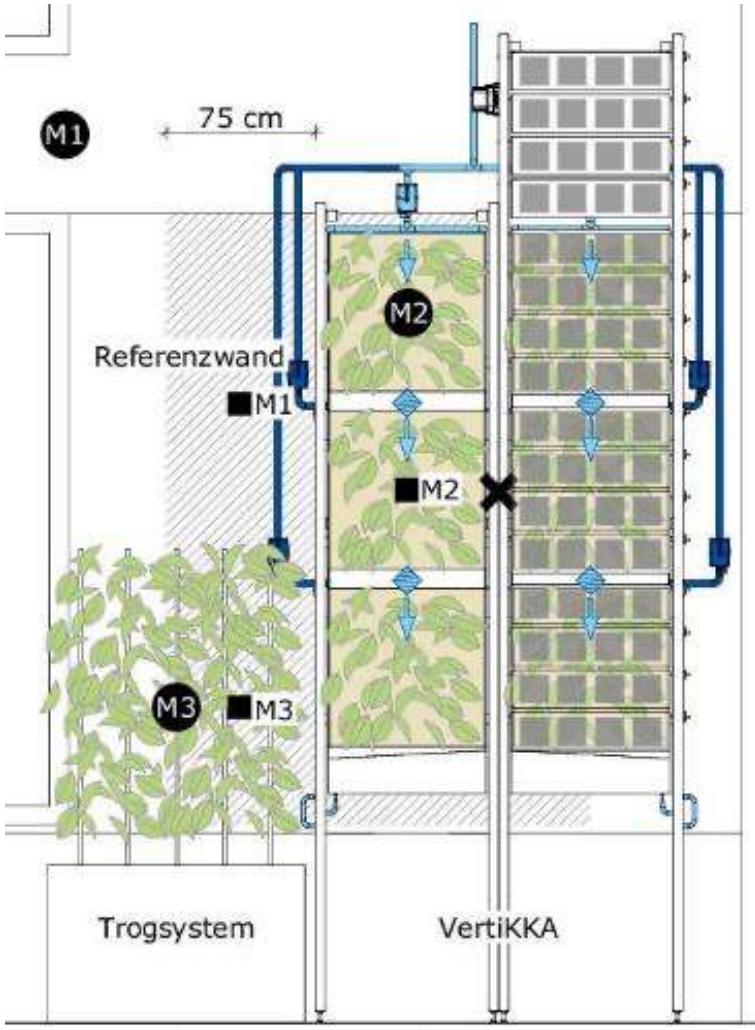
;



PV-Ebene

Reallabor in Weimar

Beschickung der Versuchsanlage



Ausschnitt aus der Planung des Reallabors (Hartmann et al., 2023)

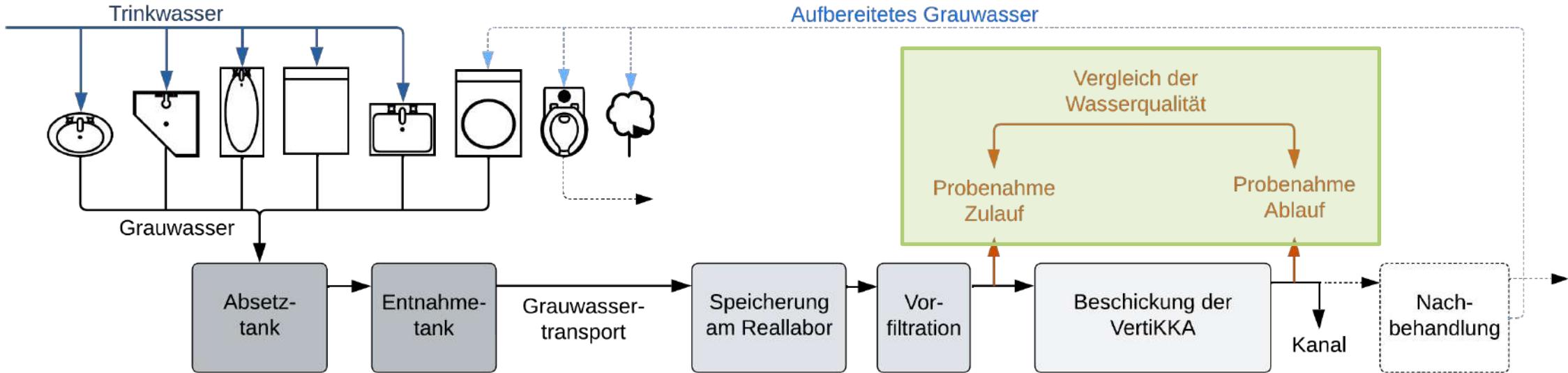


Speicherung des Grauwassers und Steuerung der Versuchsanlage

- Messkette Mikroclima ■ Hauptbeschickungsweg
- Messkette Wärmestrom ■ Zweiter Beschickungsweg
- ✗ Anemometer-Messung ◆ Wasserprobenahmepunkte

Reallabor in Weimar

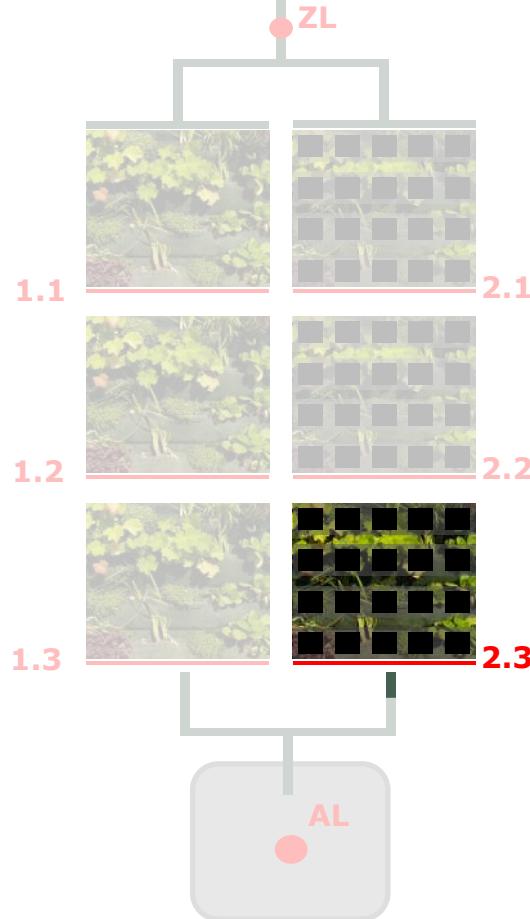
Der Weg des Grauwassers



Der Weg des Grauwassers am Reallabor VertiKKA in Weimar

Reallabor in Weimar

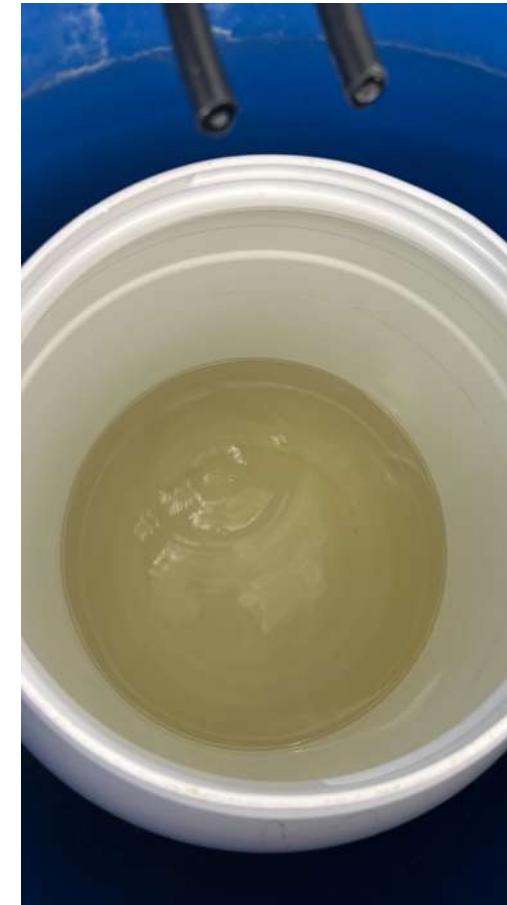
Auswahl eines Moduls



Schematische Darstellung der Module



Stark belastetes Grauwasser



Grauwasser nach der Reinigung durch ein
VertiKKA-Modul



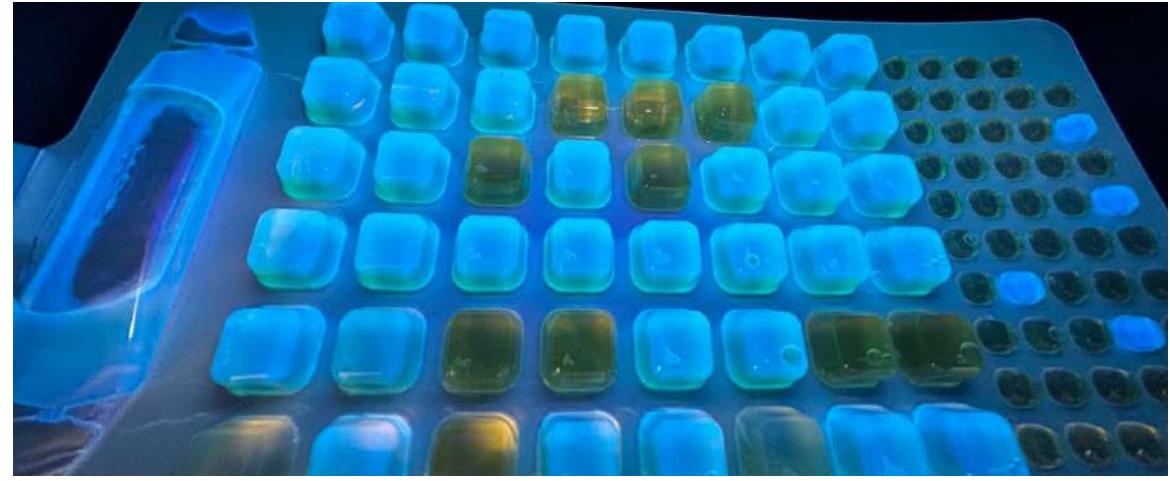
Direkter Vergleich Zulauf (re) und Ablauf (li)

Reallabor in Weimar

Analysen zur Reinigungsleistung



- CSB
- BSB
- Nährstoffe
- Tenside
- Mikrobiologische Parameter
- Sauerstoffsättigung
- pH-Wert
- elektrische Leitfähigkeit
- Trübung
- Substrattemperatur an drei Modulen



Analyse von gesamtcoliformen Bakterien und E-Coli im Rohgrauwasser mittels IDEXX-Verfahren

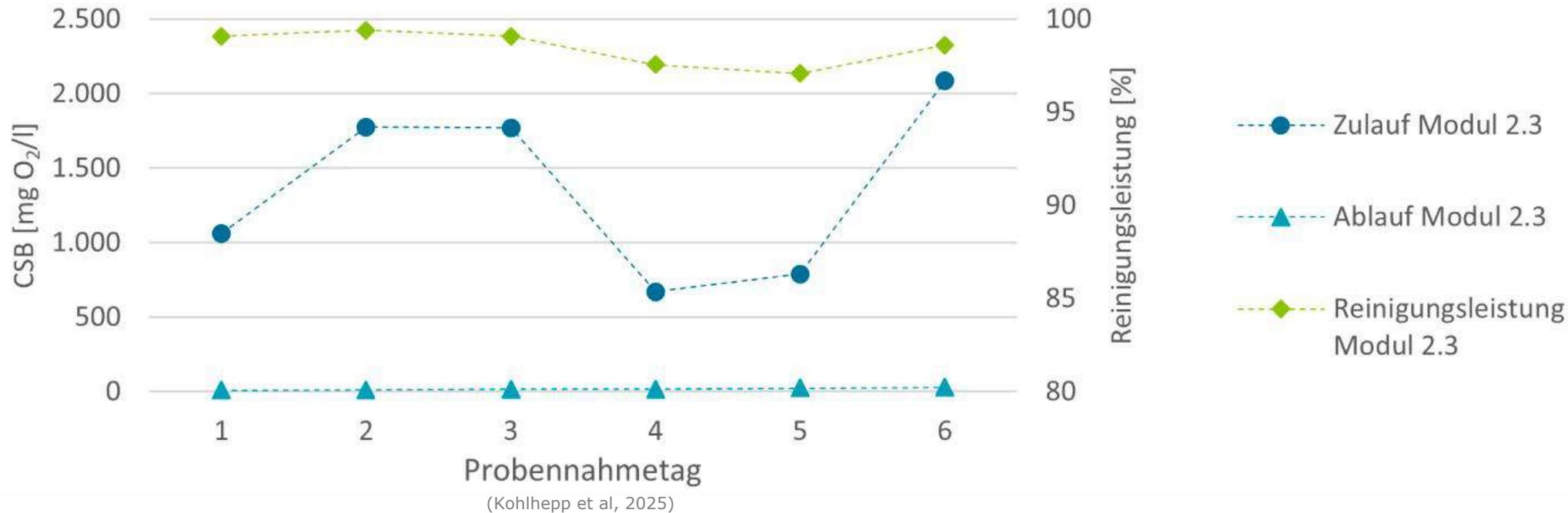


Analyse der Parameter CSB, Nitrit, Wasserhärte und Nitrat (v. l. n. r.) im Labor mittels Küvettentests

Reallabor in Weimar

Ergebnisse zur Reinigungsleistung

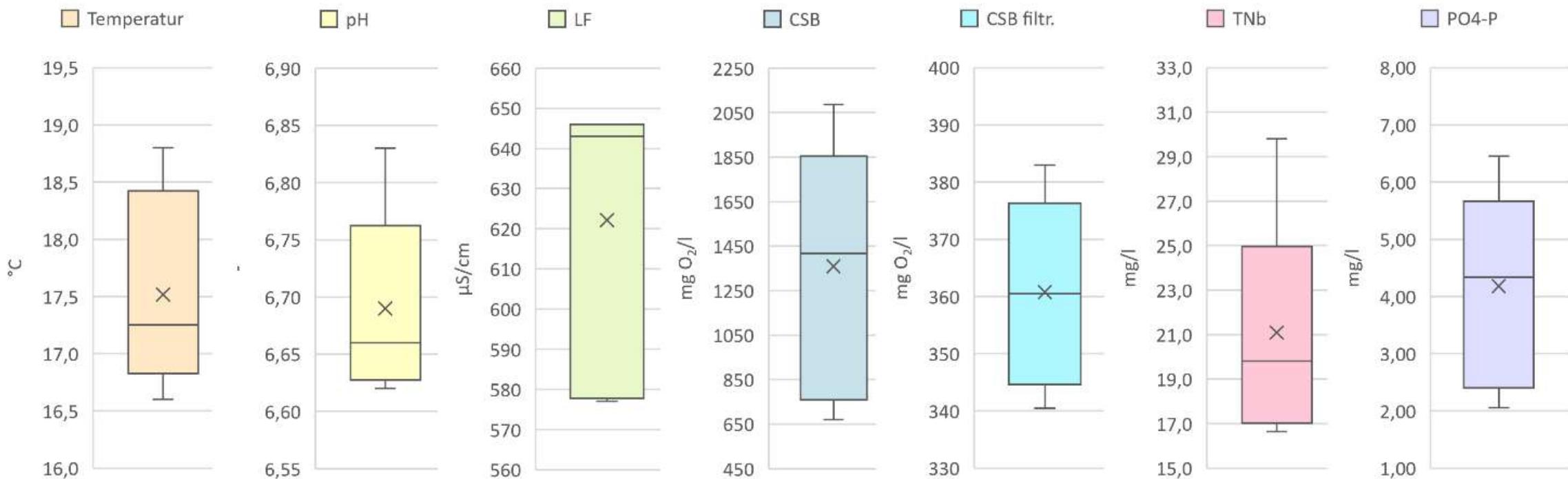
Datenausschnitt für CSB für das Modul 2.3



Reallabor in Weimar

Ergebnisse zur Reinigungsleistung

Datenausschnitt für das Modul 2.3 im Zulauf



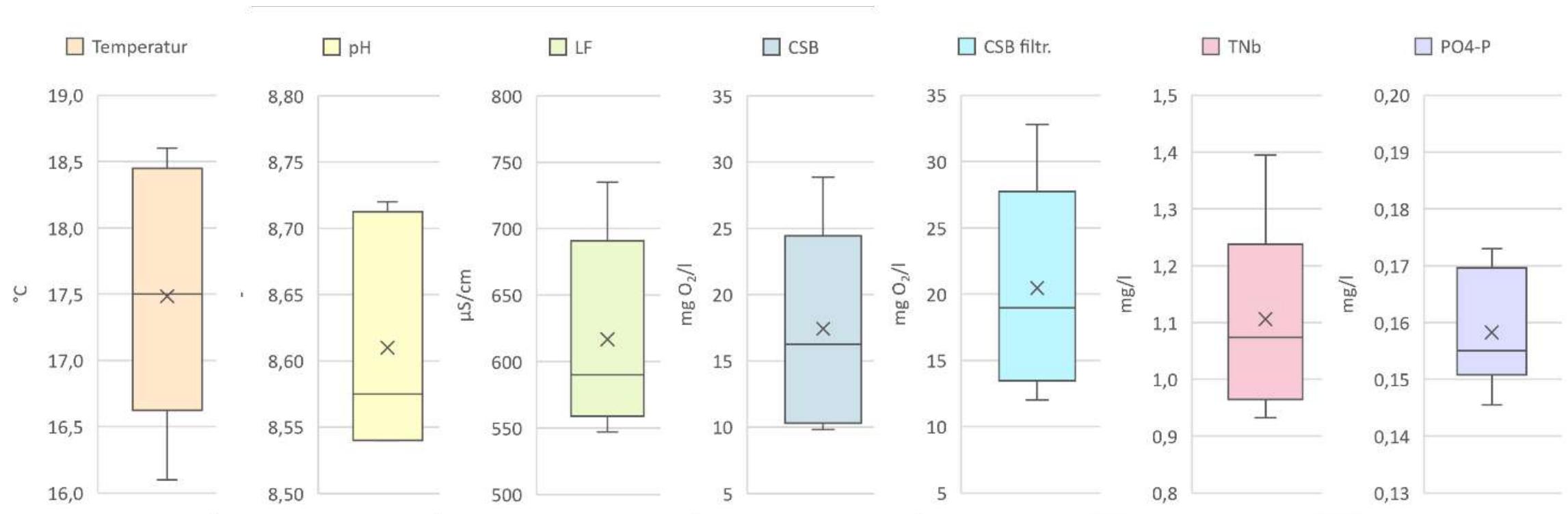
(Kohlhepp et al, 2025)

Reallabor in Weimar

Ergebnisse zur Reinigungsleistung



Datenausschnitt für das Modul 2.3 im Ablauf



(Kohlhepp et al, 2025)

Fazit und Ausblick

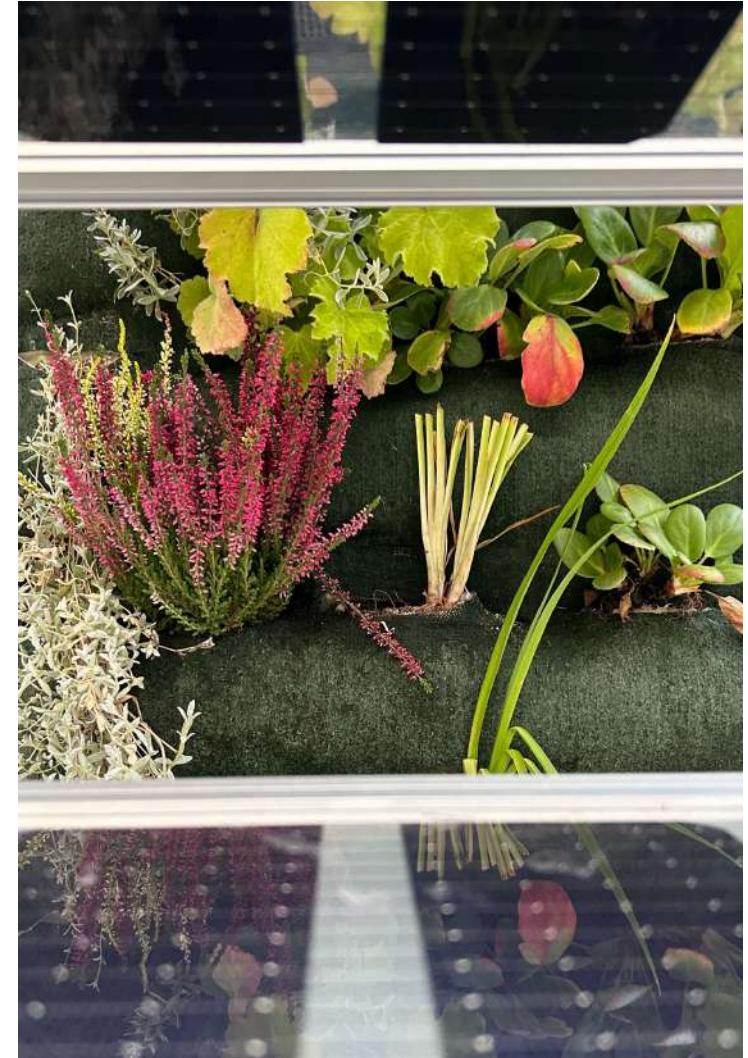
Zum Reallabor in Weimar



- Grauwasser ist eine wertvolle Ressource die genutzt werden sollte
- Eine Reinigung mit der VertiKKA ist vielversprechend

→ Langzeituntersuchungen sind notwendig

- Reinigungsleistung dauerhaft
- Ab wann Substratwechsel notwendig
- Temperaturabhängigkeit



Schauen Sie
gerne in der
Coudraystr. 10
vorbei.

Vielen Dank!

Insbesondere an alle Projektpartner
und die Förderung durch den
Freistaat Thüringen, kofinanziert
von der Europäischen Union

