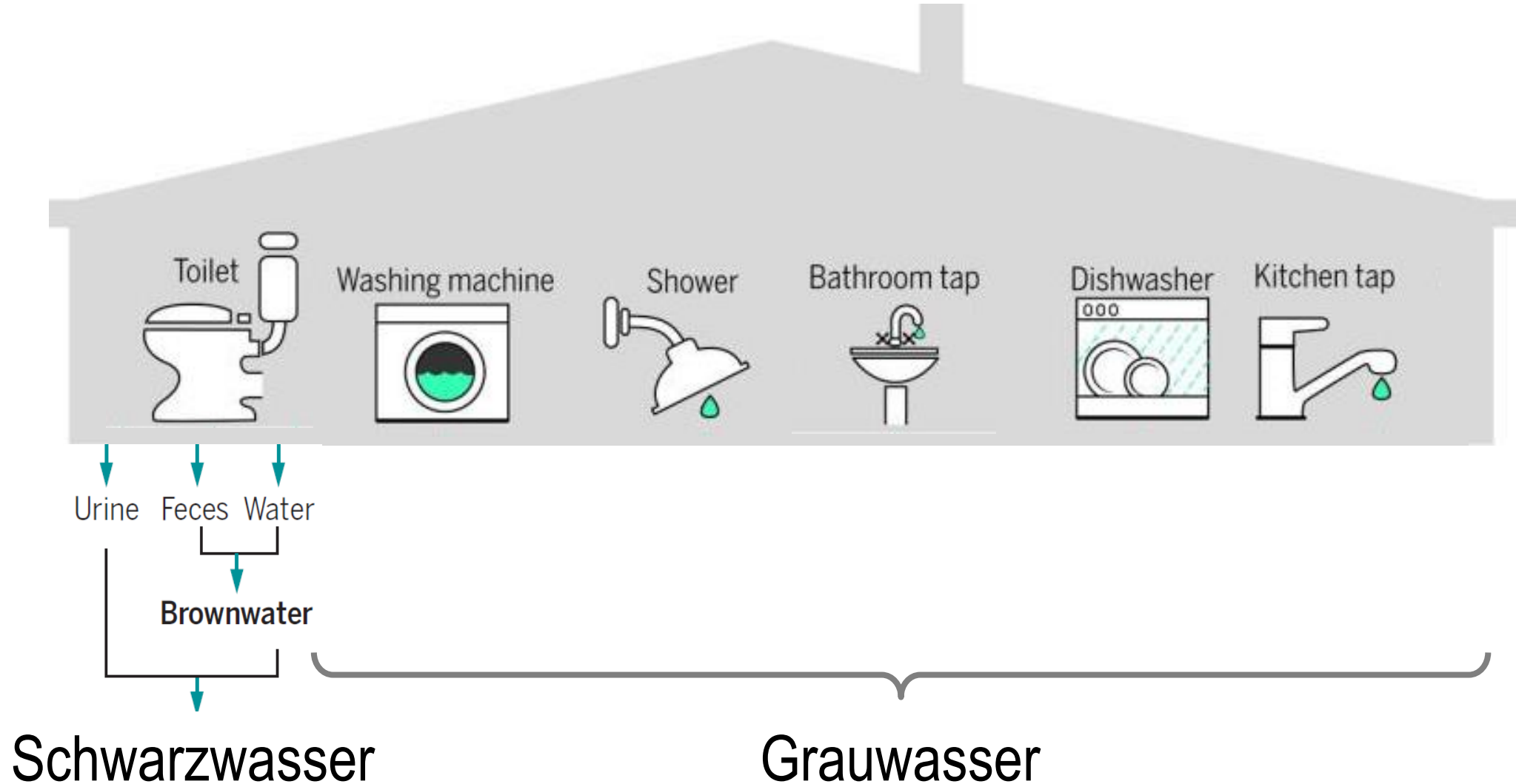


Grauwasser an der Quelle zurückgewinnen und nutzen

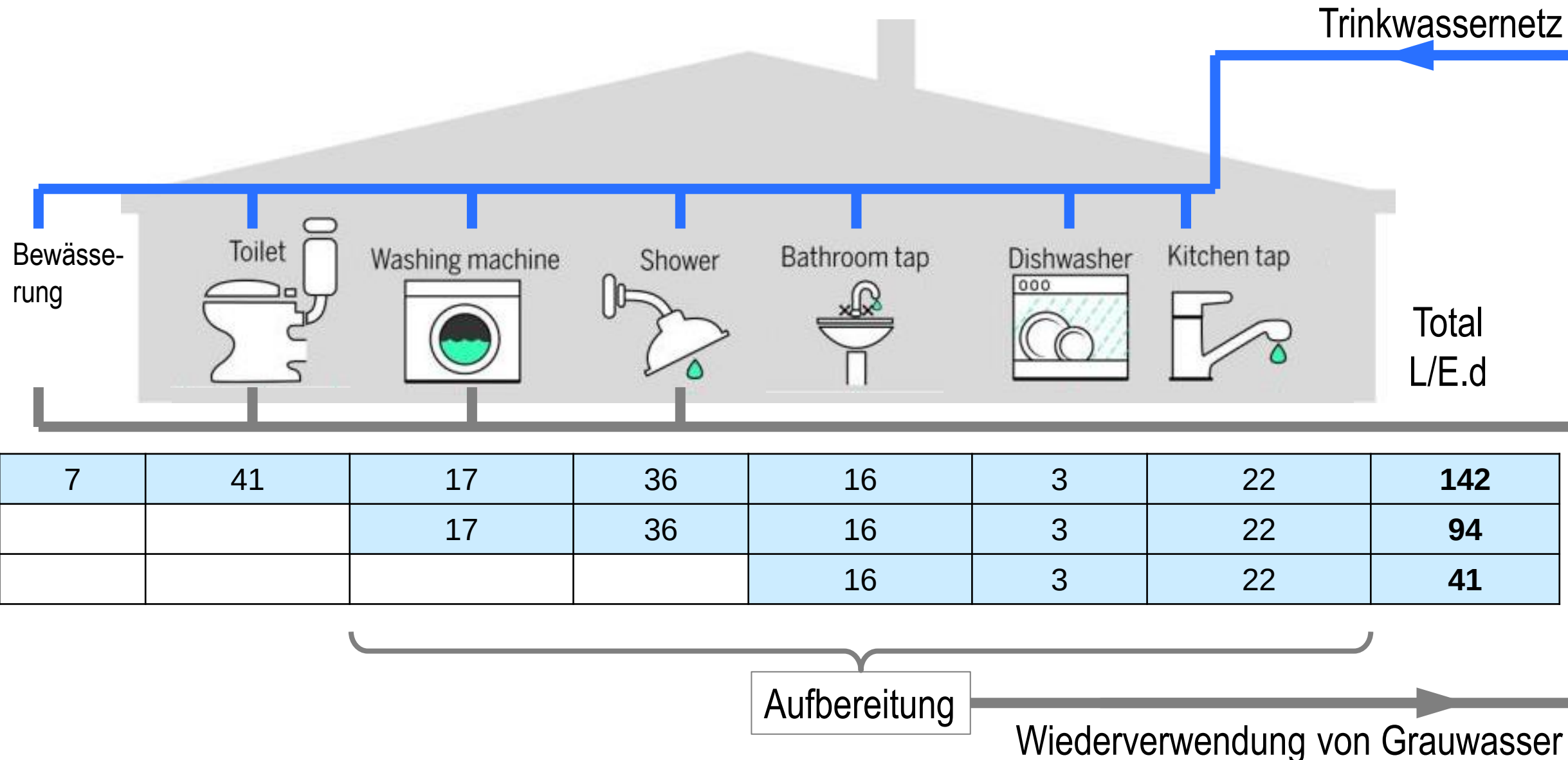
Prof. Dr. Eberhard Morgenroth
ETH Zürich und Verfahrenstechnik, Eawag
z.Zt. University of Illinois at Urbana-Champaign, USA

Was ist Grauwasser...?

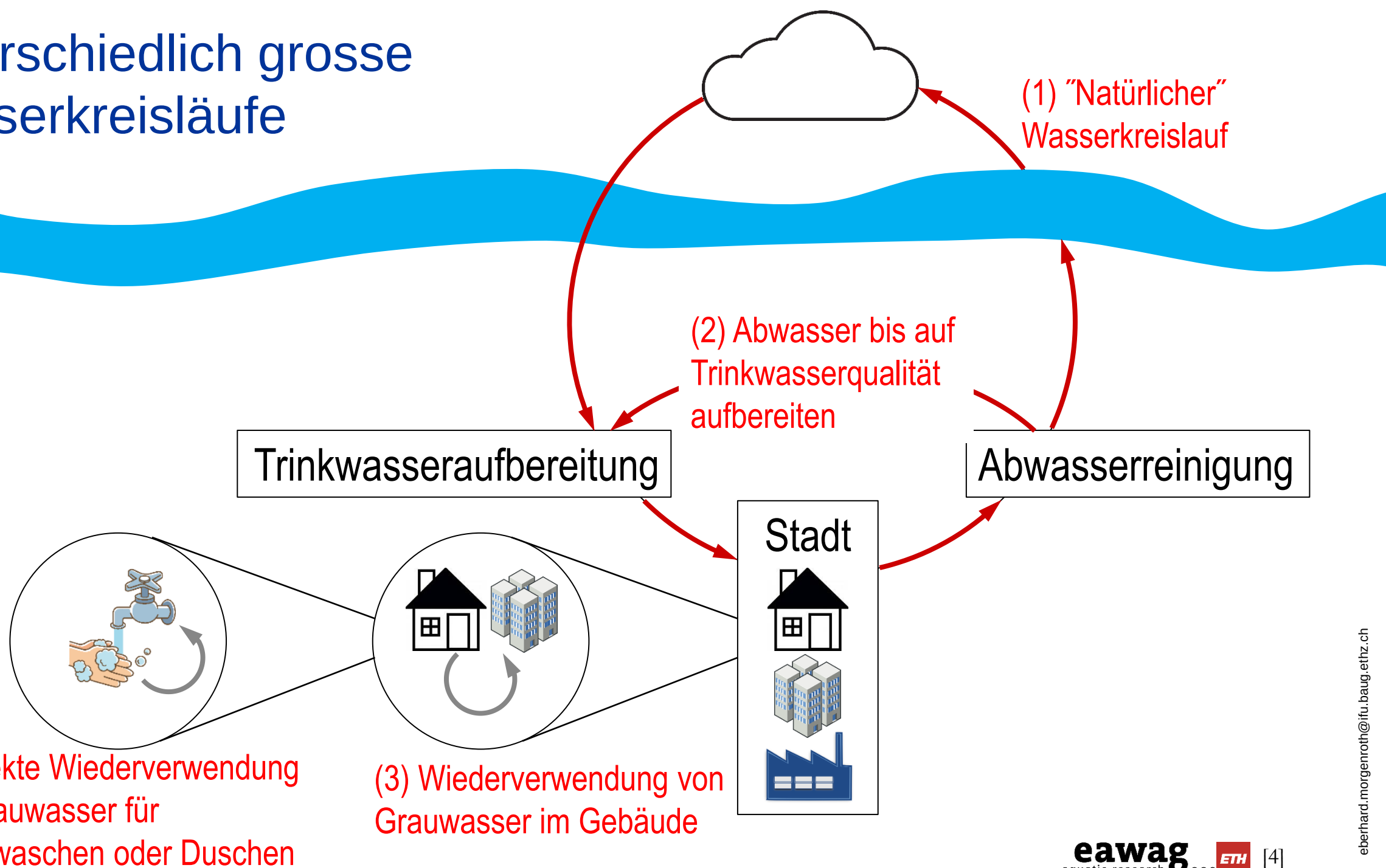
...und wofür kann man es sinnvoll nutzen?



Wie weit können wir unseren Wasserbedarf reduzieren?



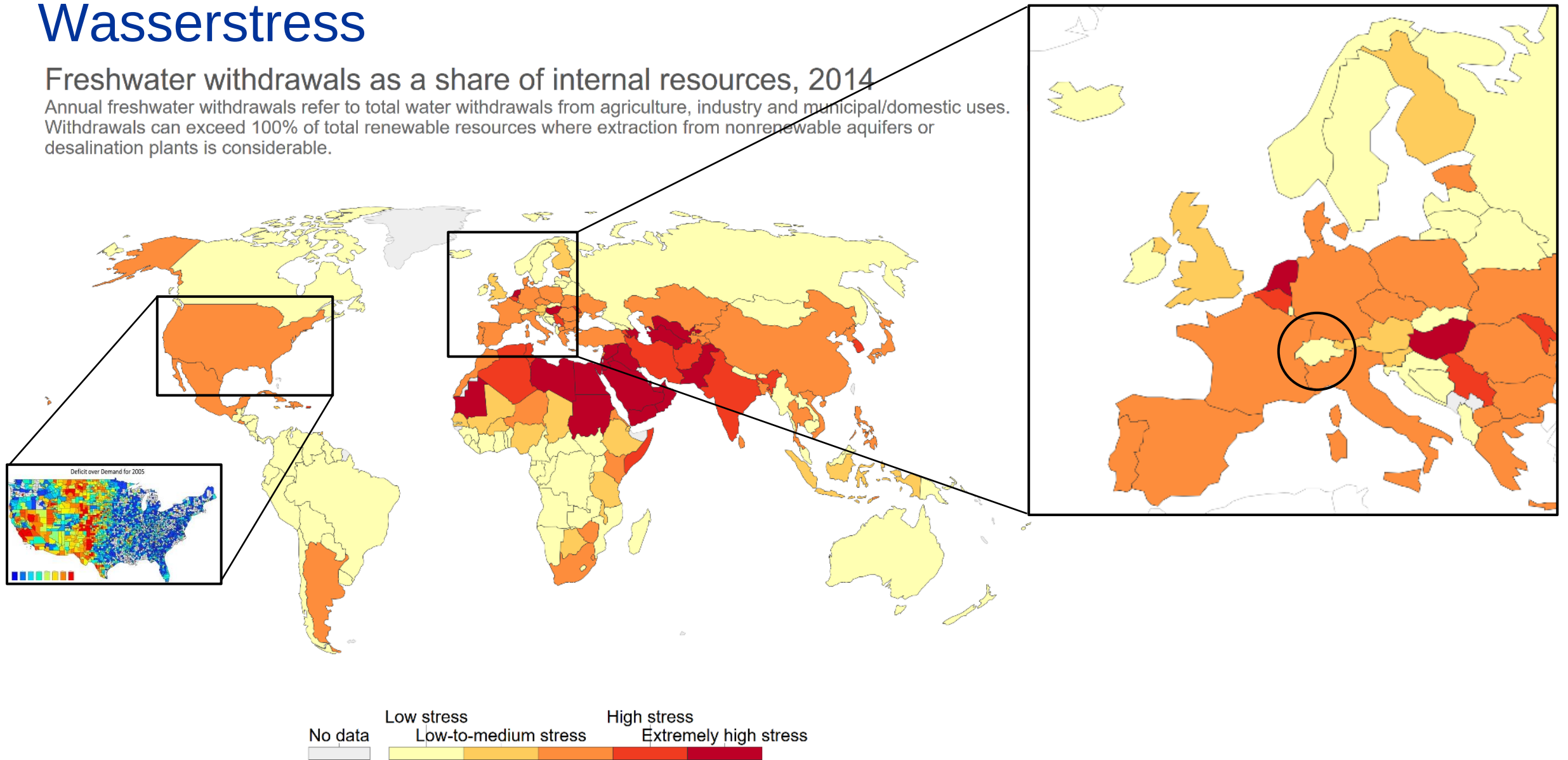
Unterschiedlich grosse Wasserkreisläufe



Wasserstress

Freshwater withdrawals as a share of internal resources, 2014

Annual freshwater withdrawals refer to total water withdrawals from agriculture, industry and municipal/domestic uses. Withdrawals can exceed 100% of total renewable resources where extraction from nonrenewable aquifers or desalination plants is considerable.



Source: UN Food and Agriculture Organization (FAO)

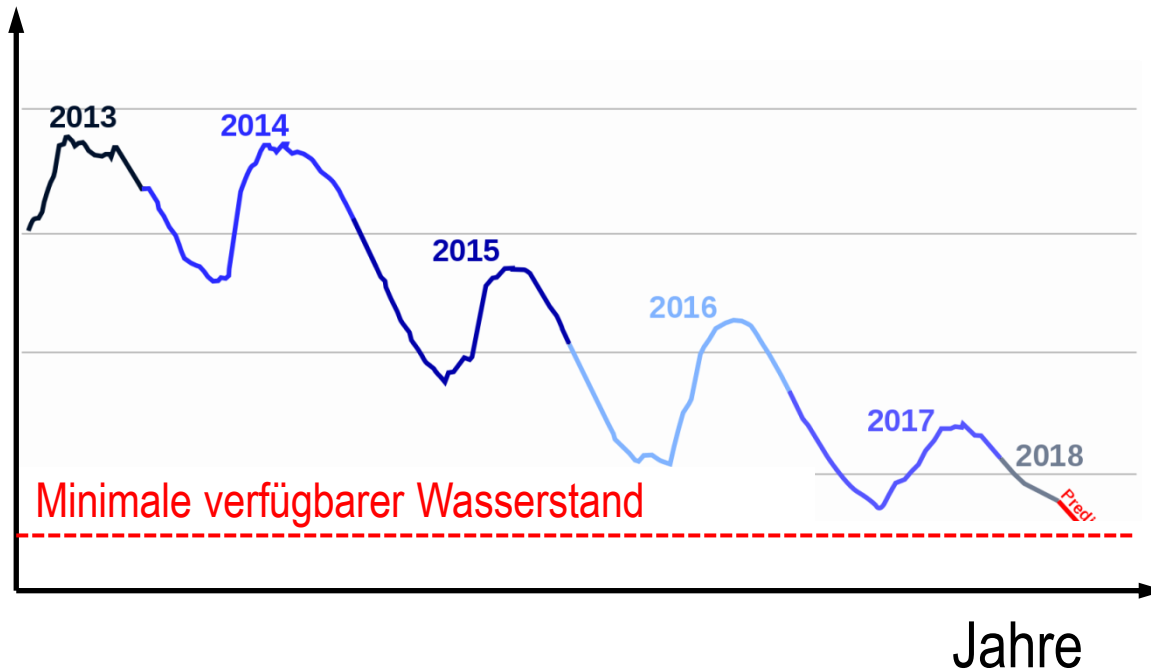
OurWorldInData.org/water-access-resources-sanitation/ • CC BY-SA

Hannah Ritchie and Max Roser (2018) - "Water Access, Resources & Sanitation". Published online at OurWorldInData.org.

Retrieved from: <https://ourworldindata.org/water-access-resources-sanitation>. USA insert from DOI:10.1073/pnas.1421675112

Wasserknappheit in Kapstadt: «Day zero»

Verfügbare Wassermenge
im größten Wasserreservoir des Westkaps



Akutes Ziel für Kapstadt: 50 L/EW.d



Be wise – hand sanitise

Wasserhähne werden in öffentlichen Toiletten abgestellt. Hände mit Desinfektionsmittel reinigen.

Laststeuerung über den Wasserpreis

Wasserpreis	Jahr	Kosten (in CHF pro m ³) je nach Verbrauch			
		< 50 L/EW.d	50 - 90 L/EW.d	90 - 290 L/EW.d	> 290 L/EW.d

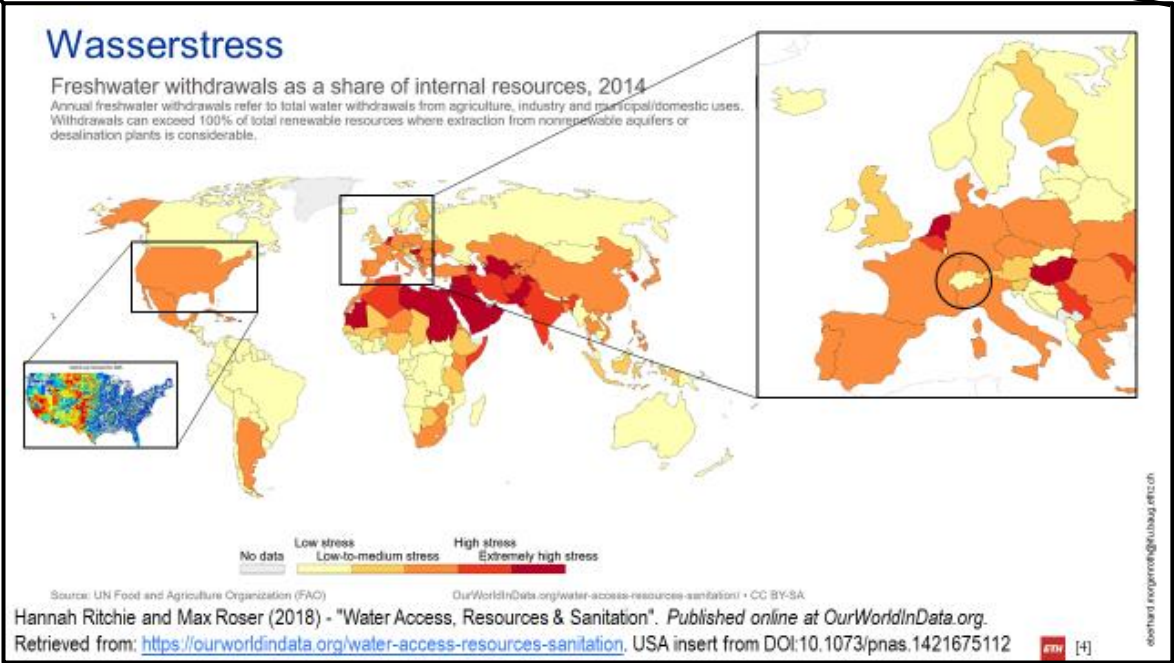
Zürich	2010	7.60	5.80	3.40	2.50
	2016	6.00	4.60	2.60	2.00
	2018	5.90	4.50	2.50	1.90

Kapstadt	2010	0 CHF	1.16 CHF	1.48 CHF	3.68 CHF
	2016	0 CHF	1.22 CHF	1.74 CHF	4.91 CHF
	2018	2.46 CHF	3.91 CHF	10.22 CHF	85.00 CHF

<http://www.capetown.gov.za/local%20and%20communities/meet-the-city/the-city-budget/city-wide-tariffs> Annahme: Haushalt mit 4 Personen, 2010: Level 2, 2016: Level 3, 2018: Level 6 Water Restrictions. Für Wasserversorgung Zürich berechnet aus Grund- und Verbrauchsgebühren.

Unterschiedliche Gründe für die Wiederverwendung von Grauwasser

Motivation für Wiederverwendung von Grauwasser			
Wasserstress	Fehlende Infrastruktur	Energie (Wärme)	Energie (Kälte)
			



Wasserwand für direkte Wiederverwendung von Waschwasser

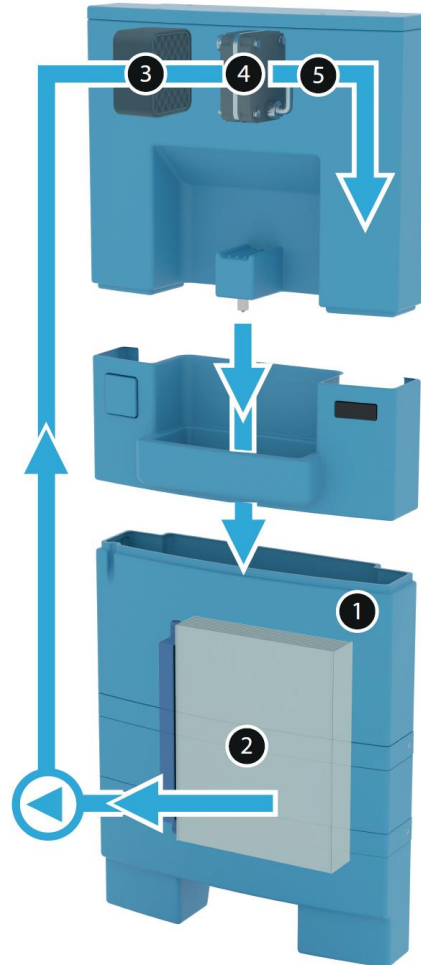
Motivation für Wiederverwendung von Grauwasser

Wasserstress	Fehlende Infrastruktur	Energie (Wärme)	Energie (Kälte)
●	●		

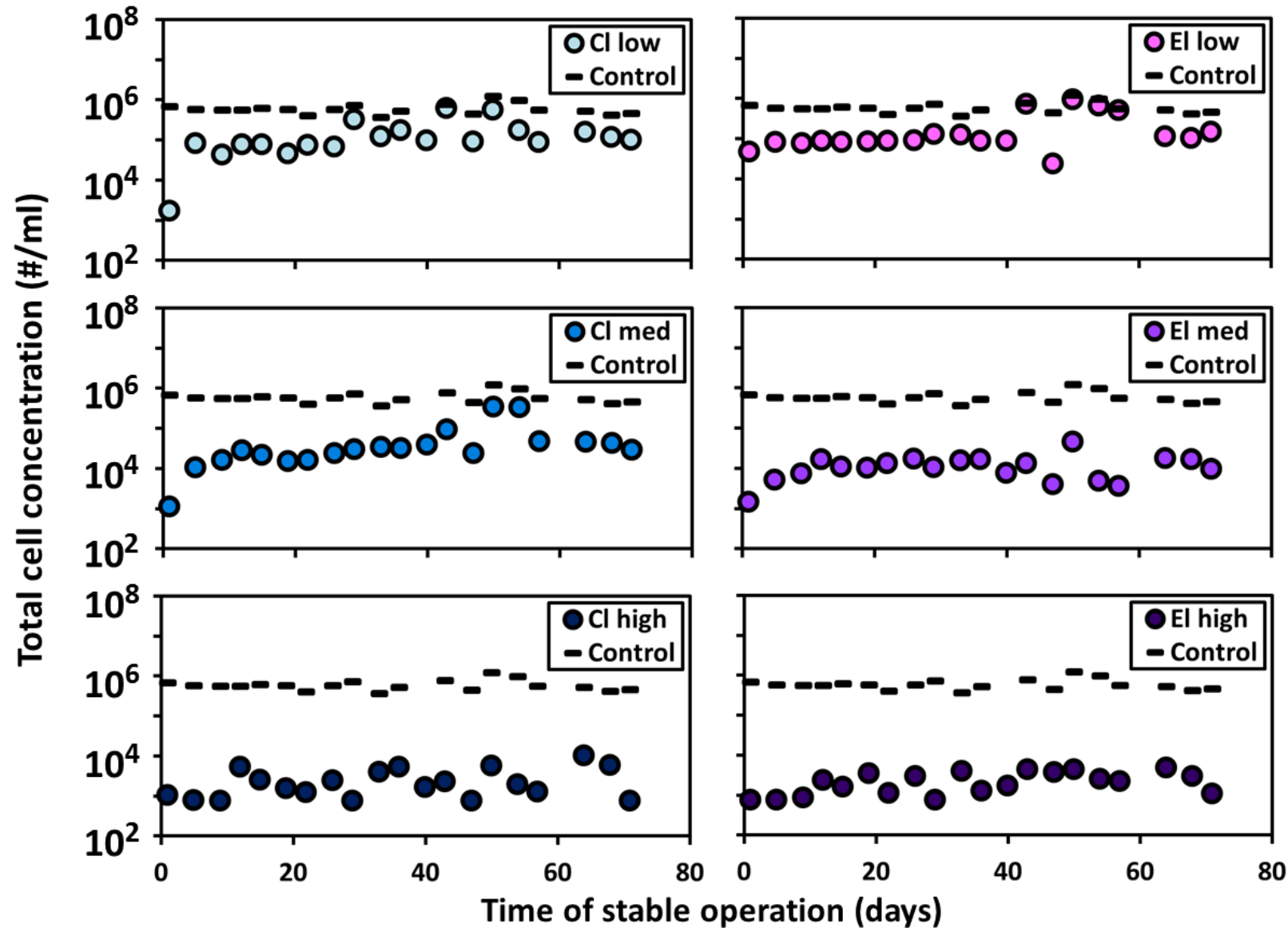
Reinwassertank mit Aktivkohle und Elektrolyse

Waschbecken

Wasseraufbereitung mit biologischem Abbau und Ultrafiltrationsmembran



Hygiene im aufbereiteten Waschwasser

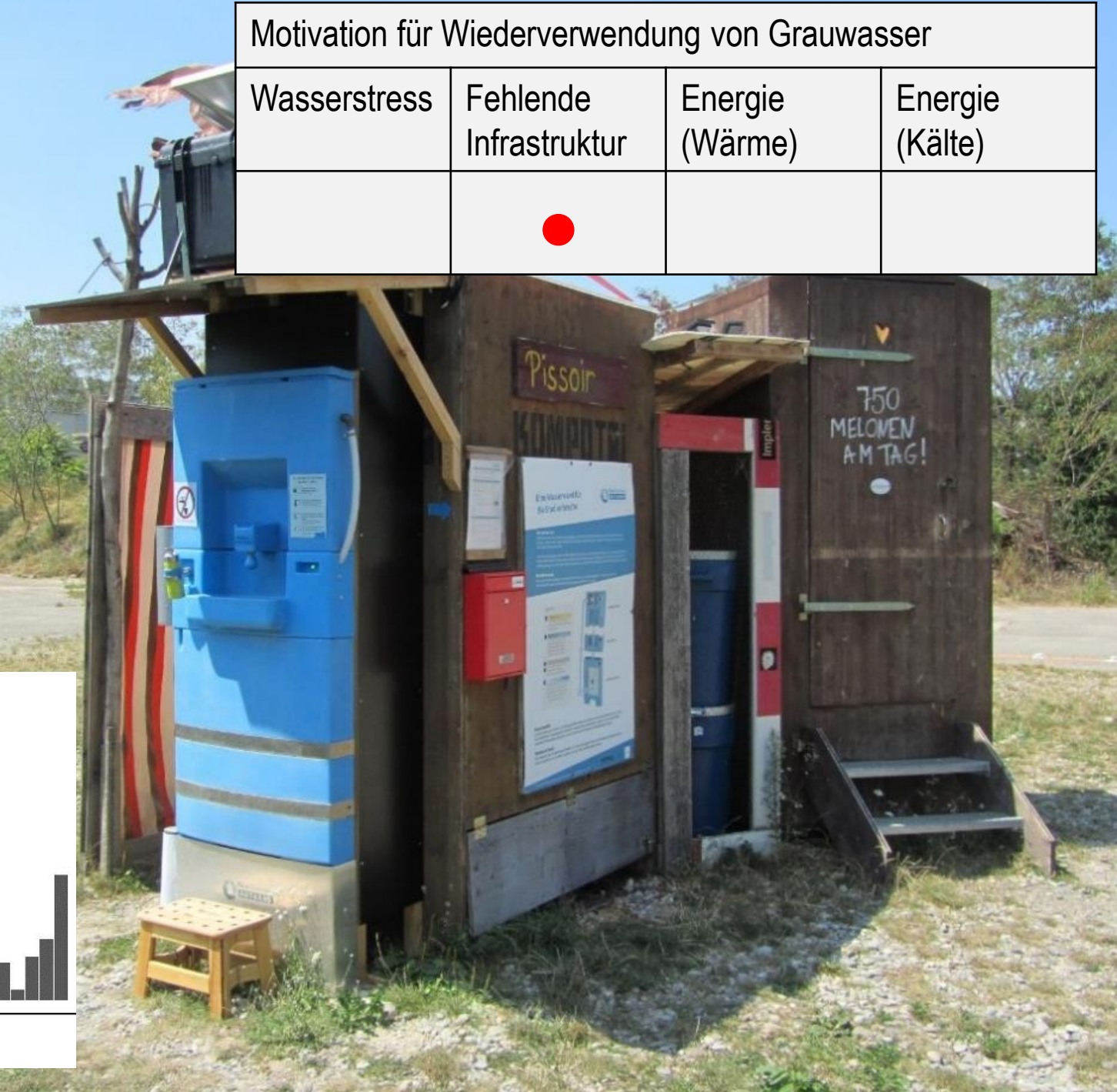
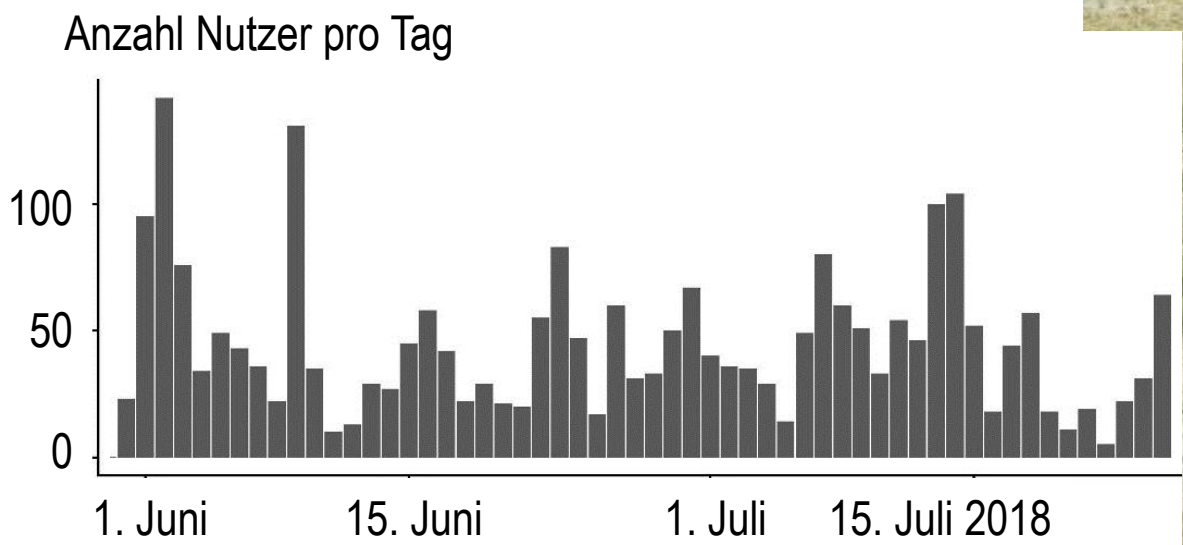


7 log removal
E. coli

+

4 log removal
MS-2 virus

Handwaschstation an der Stadionbrache (Zürich)

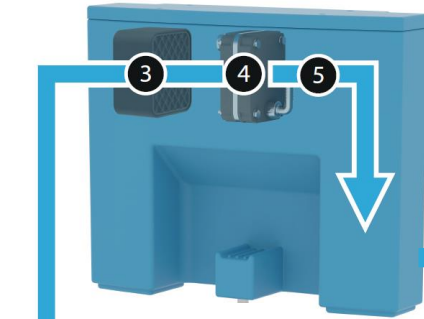


Platz und Servicekosten bei Zug- und Flugzeugtoiletten einsparen

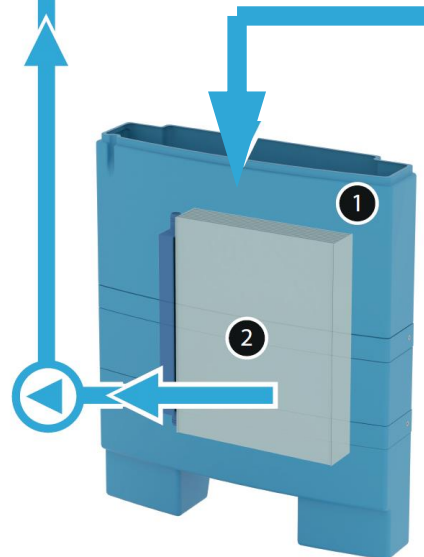
Motivation für Wiederverwendung von Grauwasser

Wasserstress	Fehlende Infrastruktur	Energie (Wärme)	Energie (Kälte)
●	●		

Reinwassertank mit Aktivkohle und Elektrolyse



Wasseraufbereitung mit biologischem Abbau und Ultrafiltrationsmembran



Händewaschen in Zug- oder Flugzeugtoilette



Mit 2.3 L Wasser ganz lange warm Duschen!!



Aufbereitung

Erstes Schmutzwasser wird verworfen

- Sensoren für Leitfähigkeit und Trübung
- Wasser mit viel Schmutz wird verworfen

Vor der Rezirkulation wird das Wasser aufbereitet

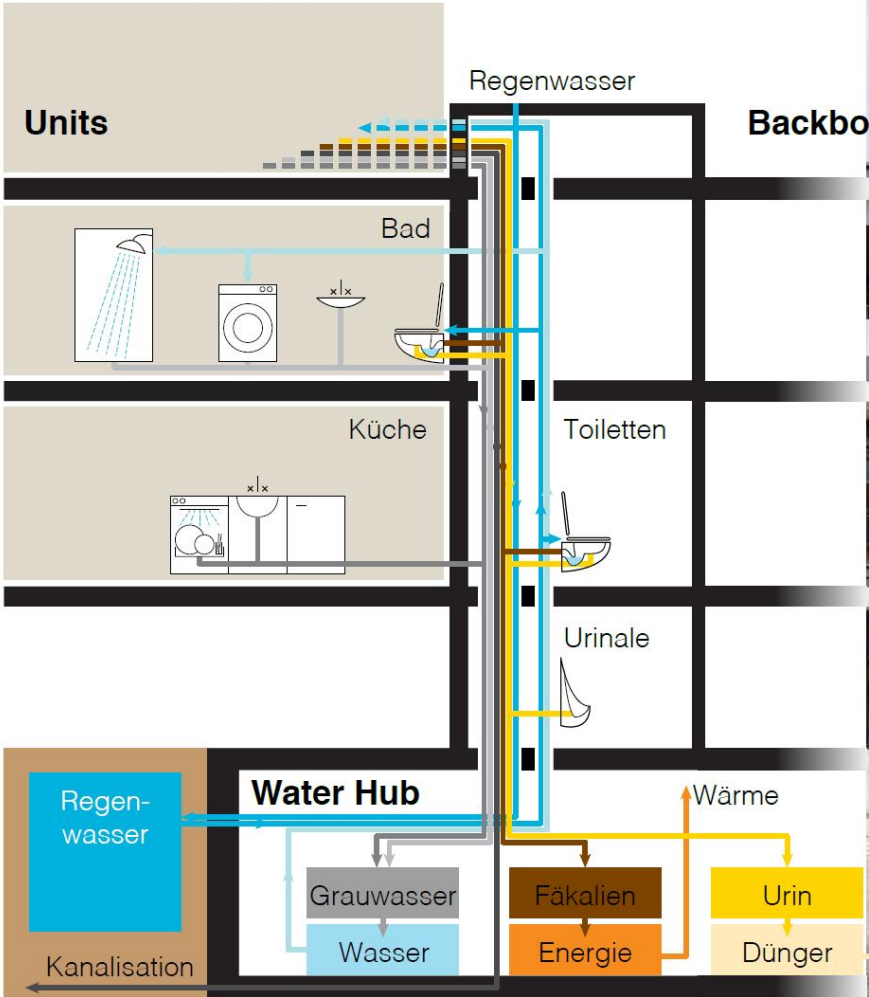
- Mikrofiltration
- UV Desinfektion
- Vor jeder Nutzung: Hygienisierung (72 °C)

Motivation für Wiederverwendung von Grauwasser

Wasserstress	Fehlende Infrastruktur	Energie (Wärme)	Energie (Kälte)
●		●	

Grauwasseraufbereitung im NEST Gebäude

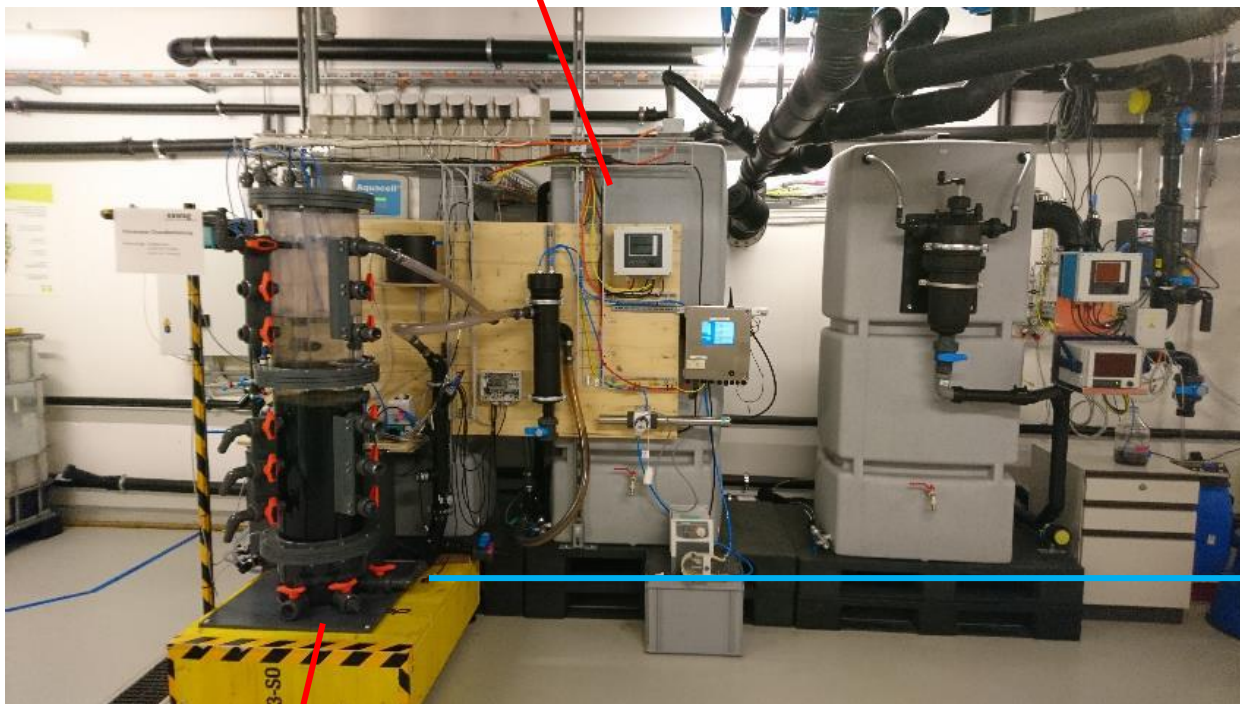
Motivation für Wiederverwendung von Grauwasser			
Wasserstress	Fehlende Infrastruktur	Energie (Wärme)	Energie (Kälte)
●		●	●



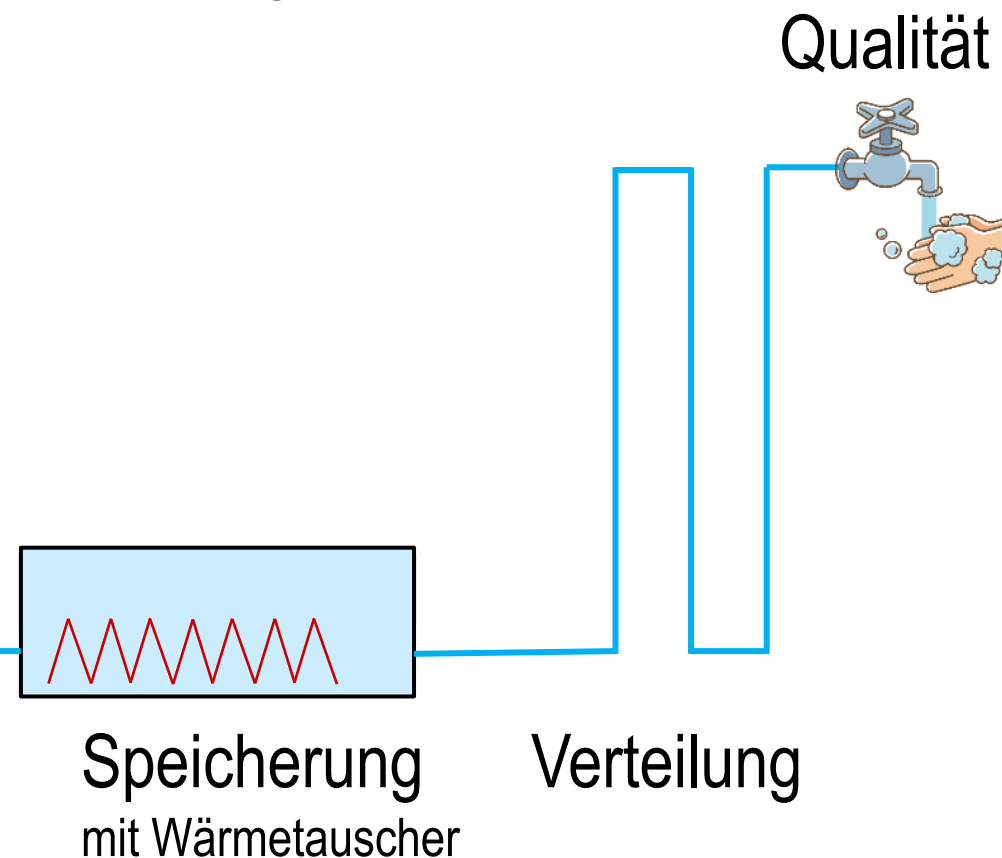
Aufbereitung von Grauwasser im NEST

Membranbioreaktor

- Grauwasser aufbereiten, lagern und im Gebäude verteilen, so dass man damit **Wäsche waschen und Duschen** möchte?
- Mit Wärmetauschern dem Grauwasser **Wärme** entziehen?
- Grauwasser für die evaporative **Kühlung**?



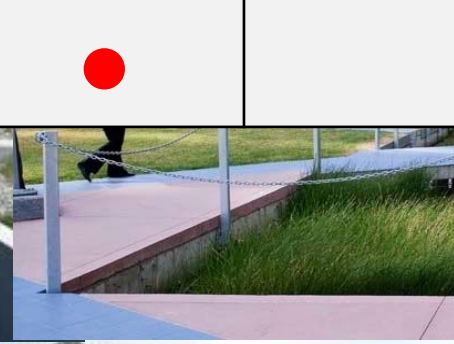
Nachbehandlung mit Aktivkohle



Bewässerung von Grünflächen (*blue-green infrastructure*)

Motivation für Wiederverwendung von Grauwasser

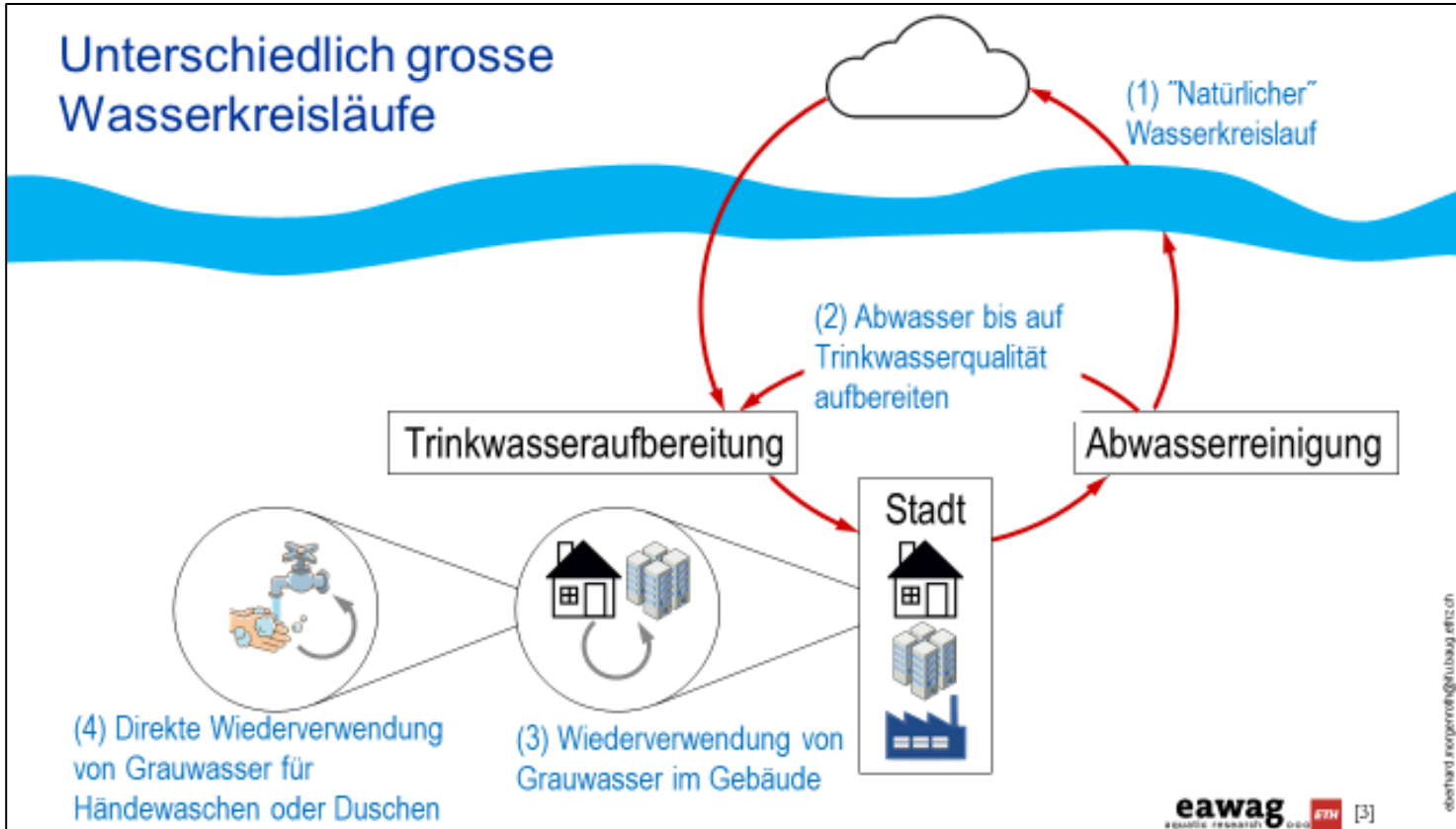
Wasserstress	Fehlende Infrastruktur	Energie (Wärme)	Energie (Kälte)
●			●



Grauwasser ist eine verlässliche Wasserressource auch in ariden Gebieten. Grüne Infrastruktur verbessert Stadtklima (z.B. reduziert Heat Island Effekt)

Photos: Ana Delectic

Wie wollen Sie Ihr Abwasser wiederverwenden?



- Treiber für Grauwasseraufbereitung
 - Wasserstress
 - Fehlende Infrastruktur
 - Energie-Wasser Nexus
 - Wasser-Grünflächen Nexus
- Herausforderungen
 - Robuste Technologie und verlässliche Hygiene
 - Betrieb, Überwachung, Genehmigung und Akzeptanz
 - Integration in Siedlungswasserwirtschaft

...Architekten und Stadtplaner drängen:



LEED

LEADERSHIP IN ENERGY & ENVIRONMENTAL DESIGN

Zertifizierung für nachhaltiges Bauen