

# Unabhängigkeit durch Wiederverwendung von Wasser

Eberhard Morgenroth

Abteilung Verfahrenstechnik, Eawag  
Departement Bau, Umwelt und Geomatik, ETH Zürich

# Verfügbarkeit von Wasser hängt vom Kontext ab



San Francisco, USA  
Problem: Wasserknappheit



Nouakchott, Mauretania  
Problem: Wasserknappheit und fehlende Infrastruktur



Mumbai, Indien  
Problem: Fehlende Infrastruktur



- Ländlich oder **urban**
- **Problem: Wasserknappheit oder fehlende Infrastruktur (oder beides)**
- Wasser zum Trinken oder **für andere Anwendungen (z.B. Händewaschen)**

# Handwaschwasser Wiederverwenden

Direkte Wiederverwendung macht unabhängig von lokaler Wasserverfügbarkeit und Infrastruktur (Trinkwasserleitungen und Kanalisation)



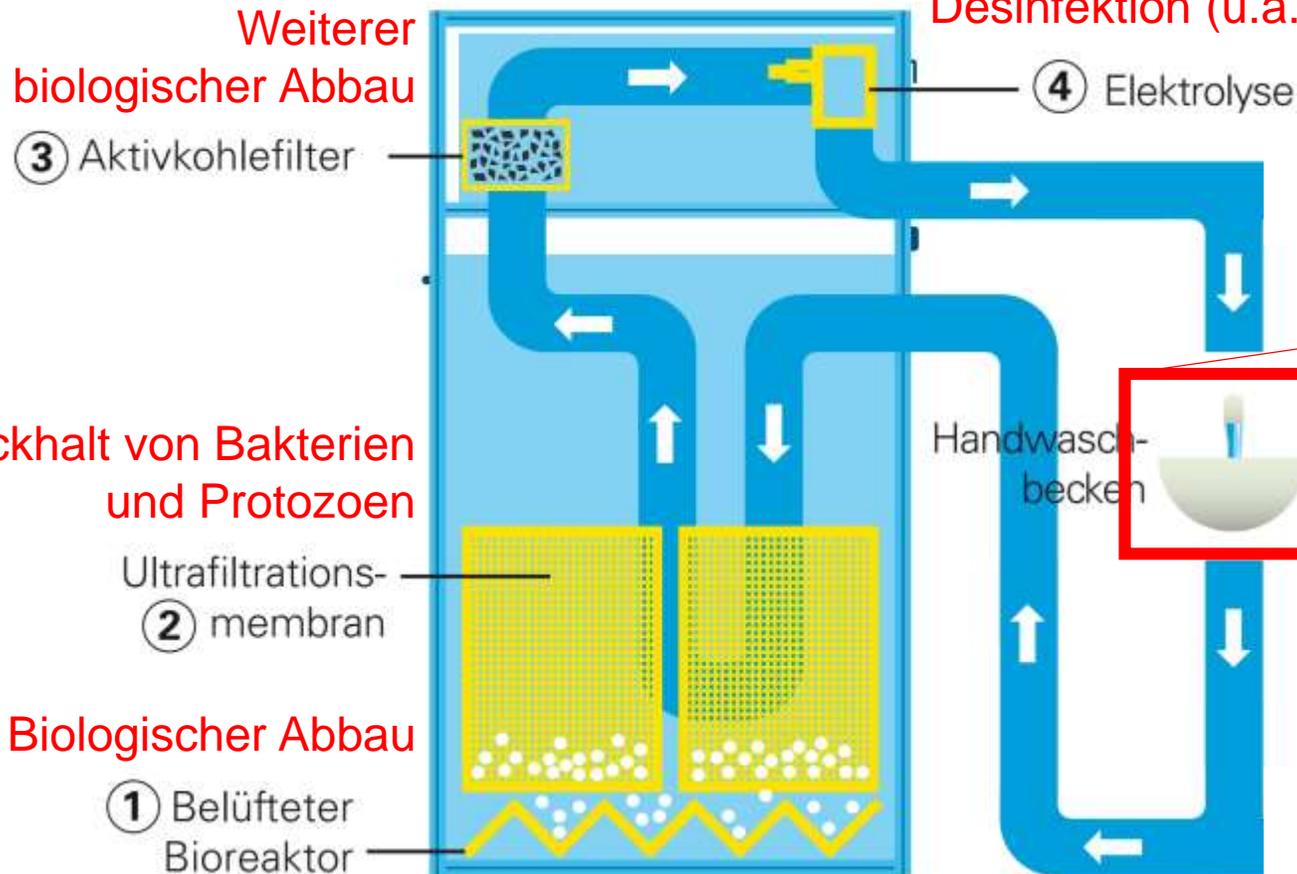
25% der Weltbevölkerung verfügt über keine eigenen Möglichkeiten zum Händewaschen (Ziel 6.2.1b)



# Handwaschwasser Wiederverwenden

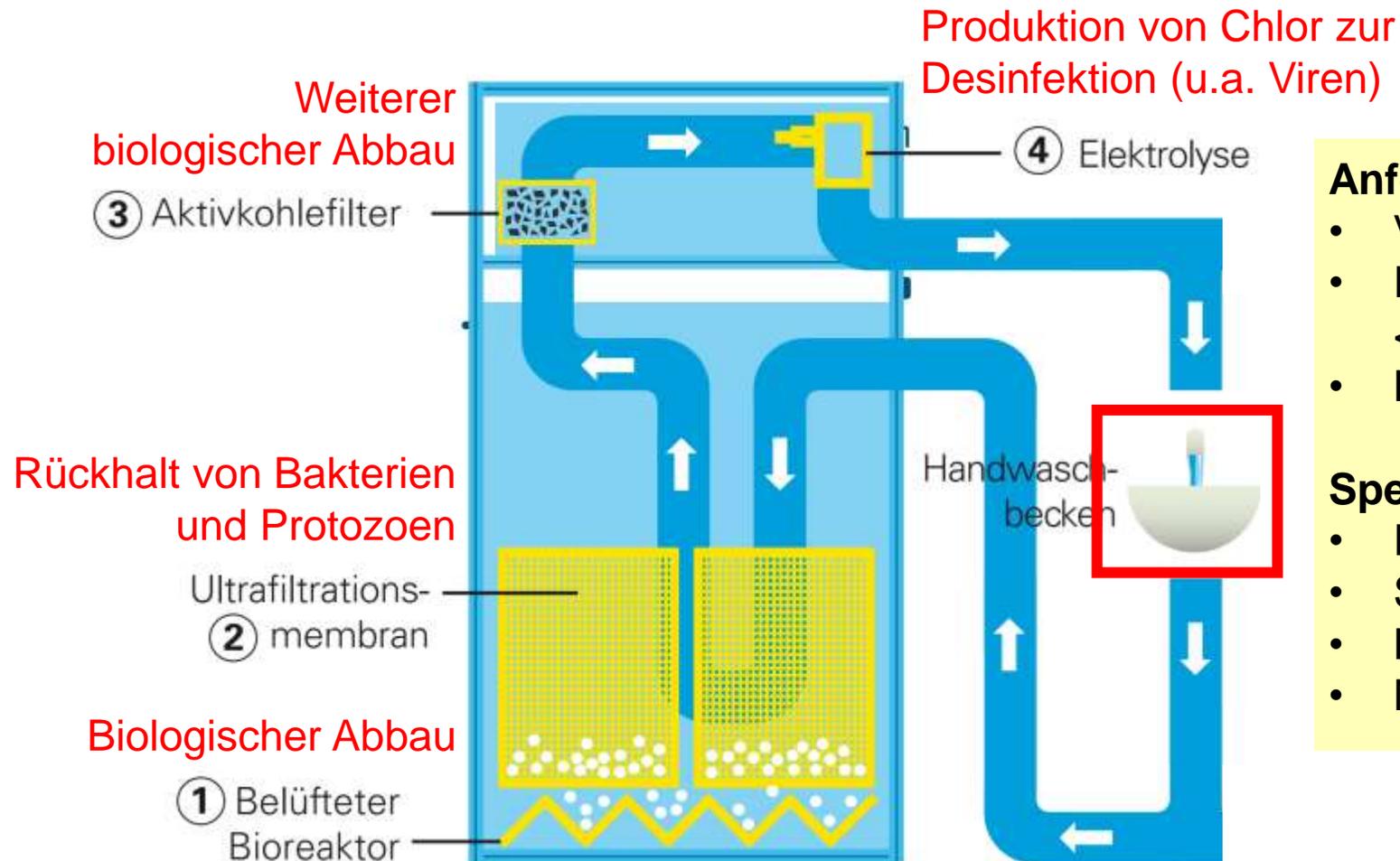
Direkte Wiederverwendung macht unabhängig von lokaler Wasserverfügbarkeit und Infrastruktur (Trinkwasserleitungen und Kanalisation)

Produktion von Chlor zur Desinfektion (u.a. Viren)



# Handwaschwasser Wiederverwenden

Direkte Wiederverwendung macht unabhängig von lokaler Wasserverfügbarkeit und Infrastruktur (Trinkwasserleitungen und Kanalisation)



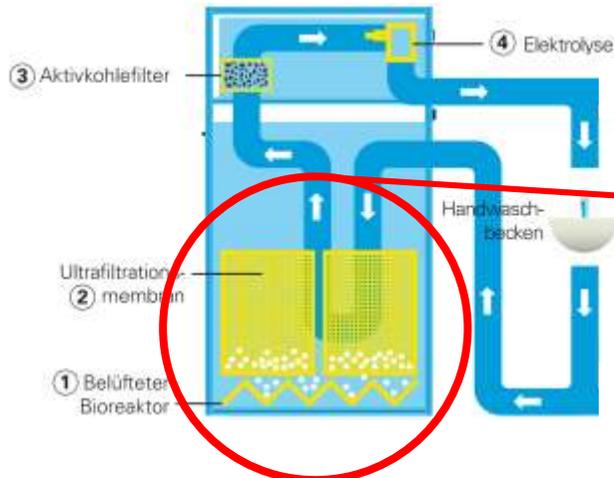
## Anforderungen an die Wasserwand

- Verfügbare Wassermenge: 250 L pro Tag
- Energiebedarf:  
< 1 kWh pro Tag  $\approx$  1/2 Solar Panel
- Kein Verbrauchsmaterial

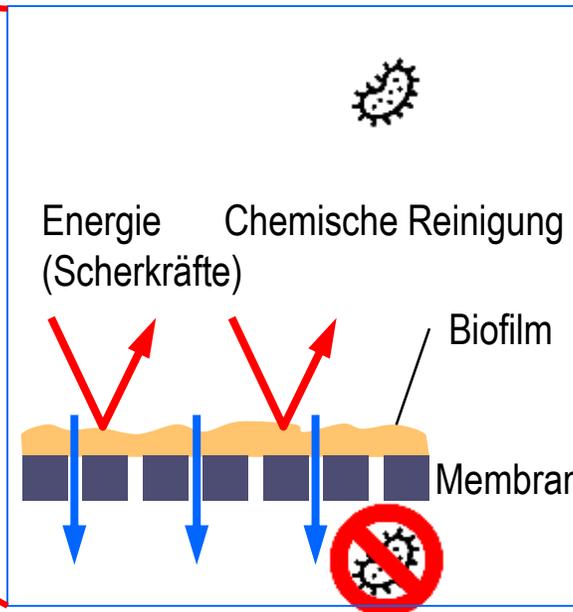
## Spezifische Fragen für diesen Vortrag

- Einfache und robuste Technologie
- Sehr gute Wasserqualität
- Hygiene kann garantiert werden
- Nachhaltiger Betrieb

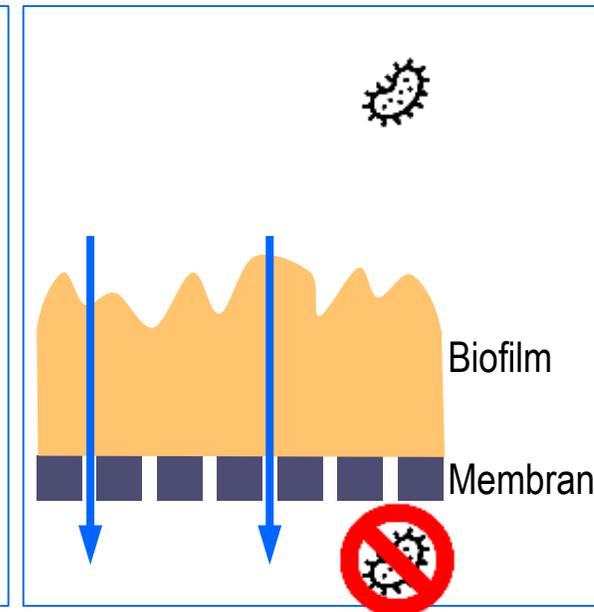
# Membranen als Schlüsseltechnologie für Hygiene



Den Biofilm mit viel Aufwand bekämpfen



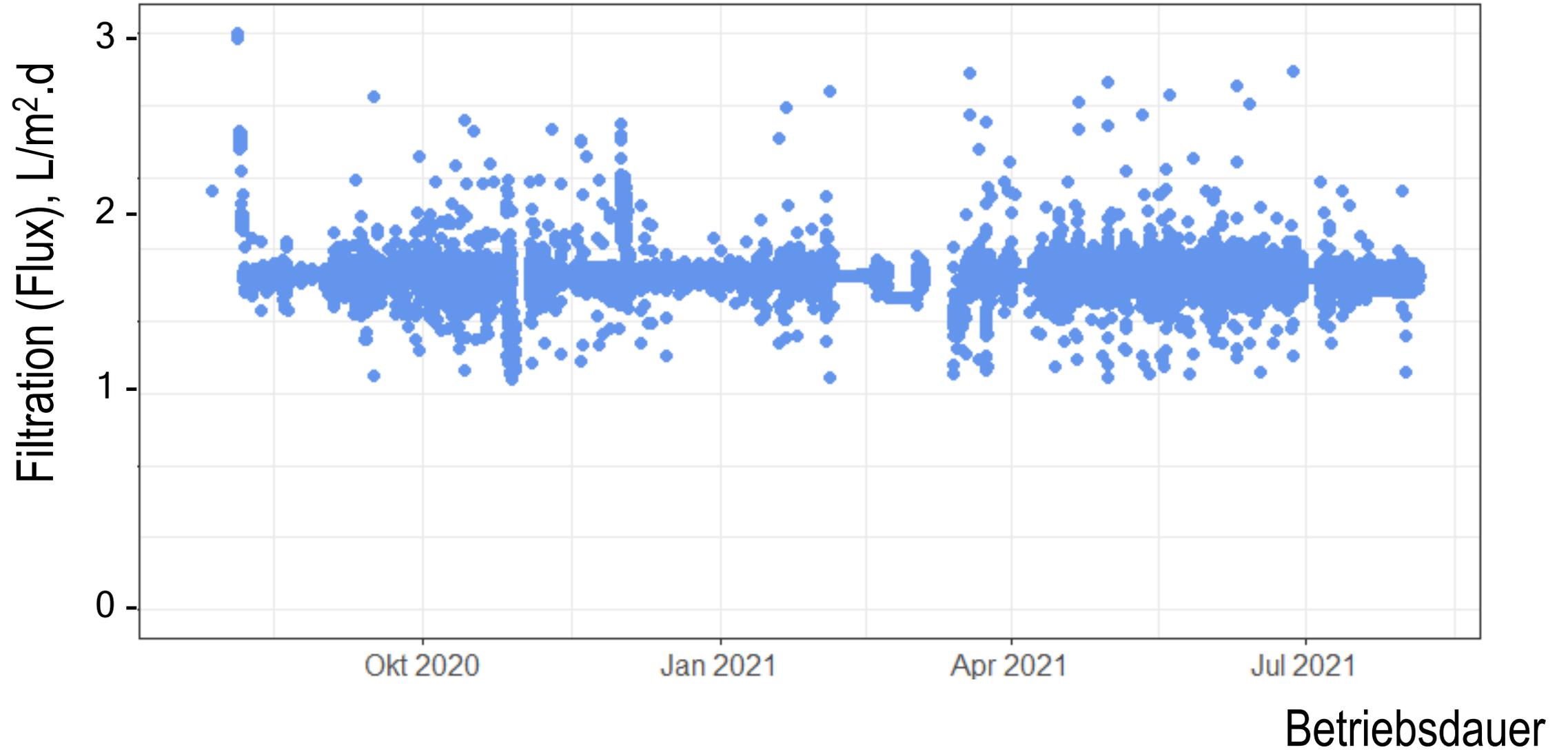
Robuster Betrieb der Membran mit Biofilm



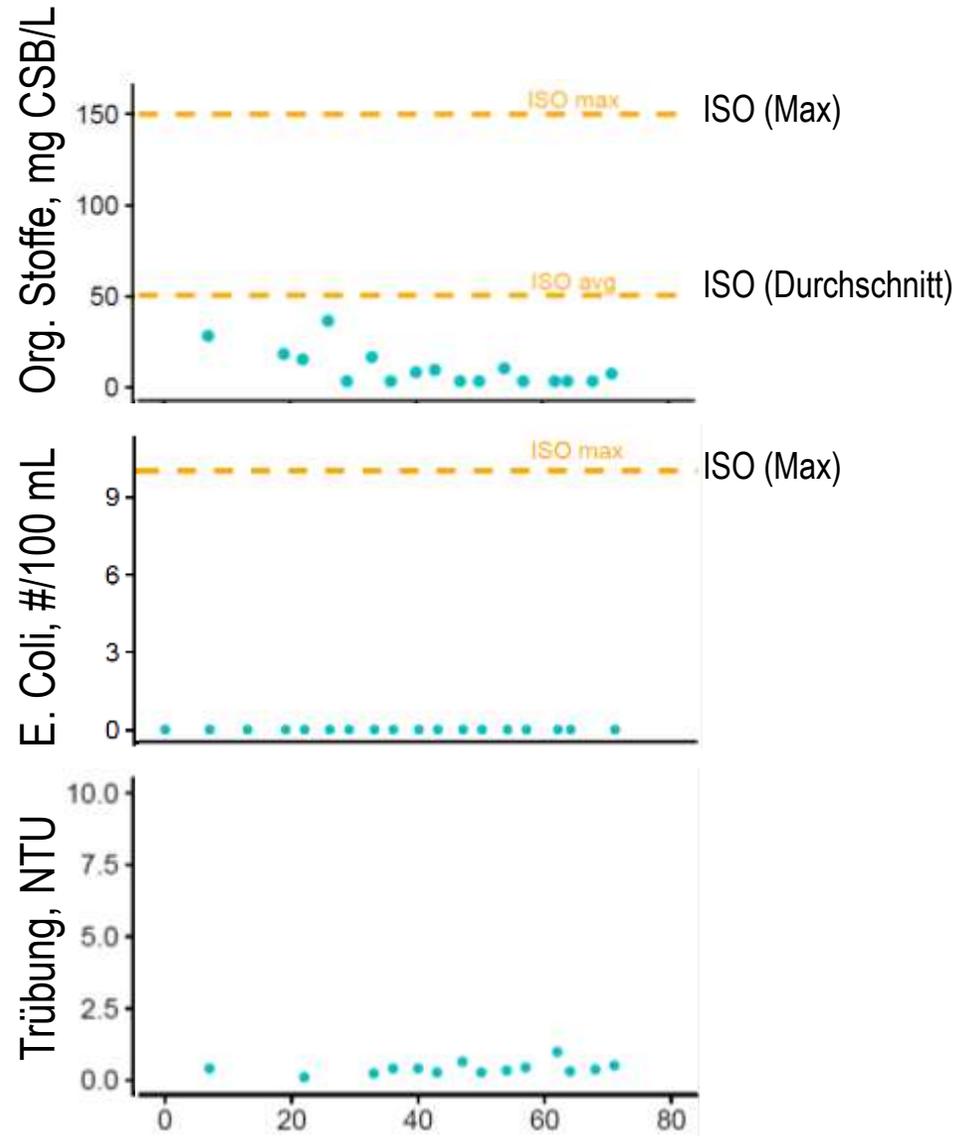
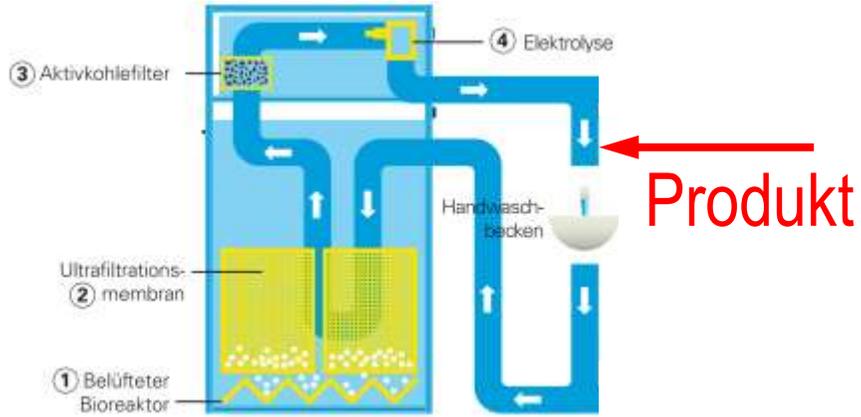
Stabiler Betrieb ist trotz Biofilm mit niedrigem Flux langfristig möglich

Membranen eliminieren pathogene Bakterien und Protozoen

# Einfacher und robuster Betrieb der Membran



# Sehr gute Wasserqualität



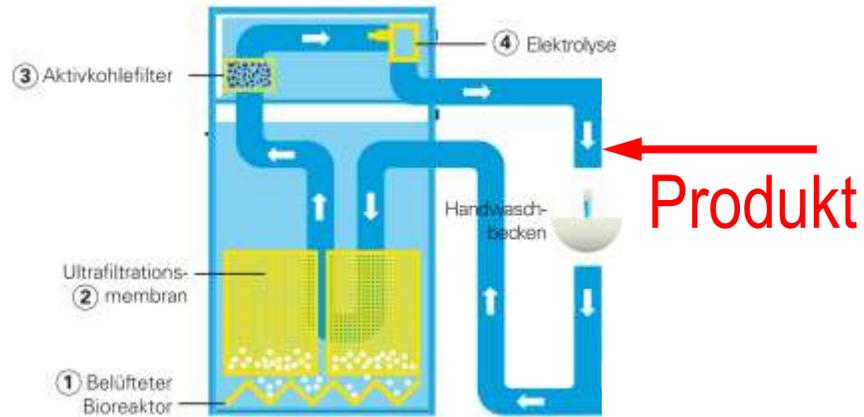
Chemische  
Parameter

Hygiene

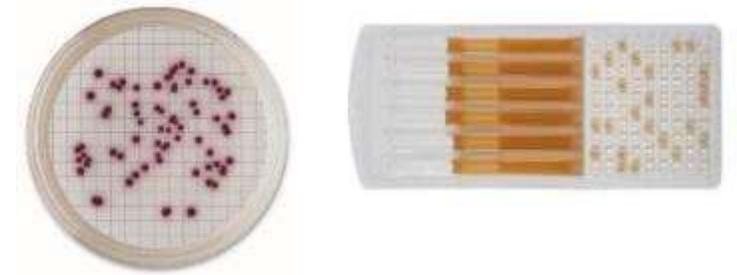
Ästhetische  
Parameter

## Ergebnisse von Feldtests in Durban

# Wie können wir die Hygiene garantieren?

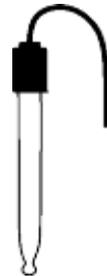


## Schnelltest für Indikatororganismen

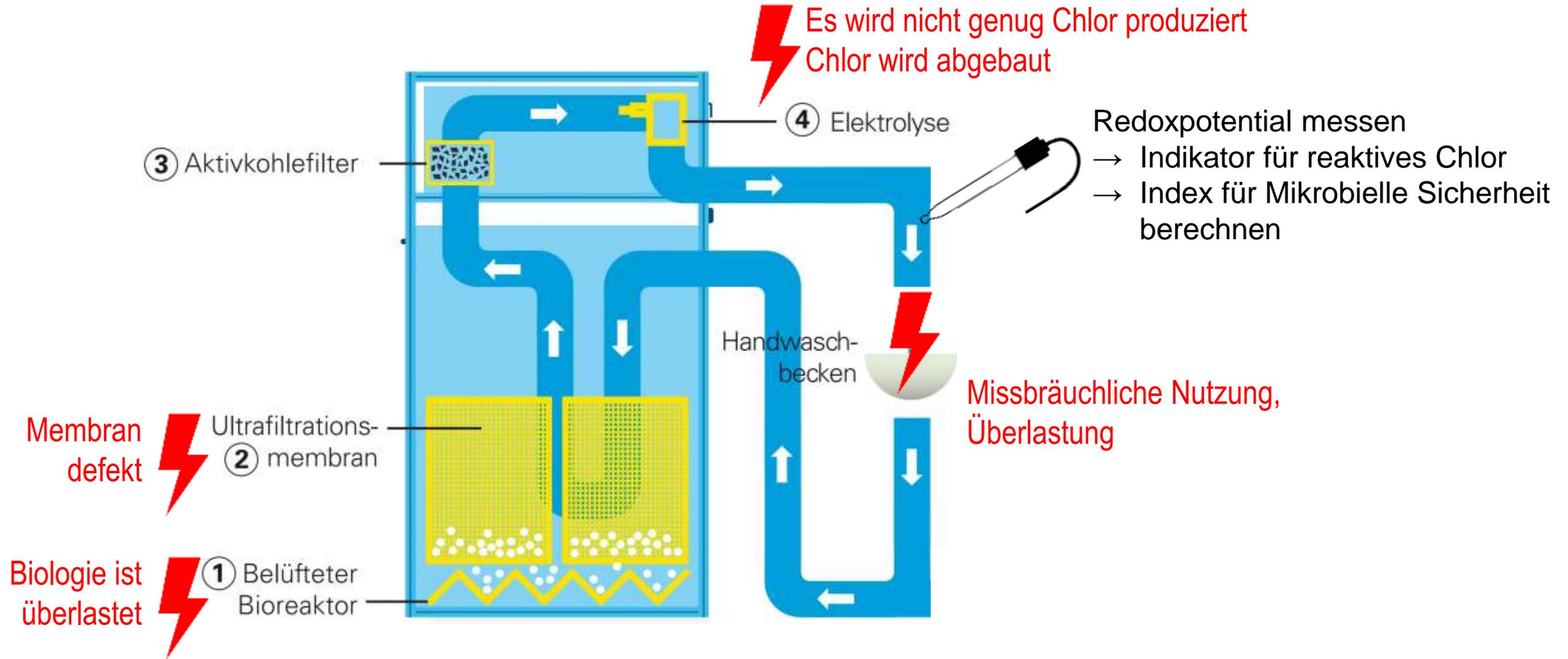


## Produktqualität kontrollieren

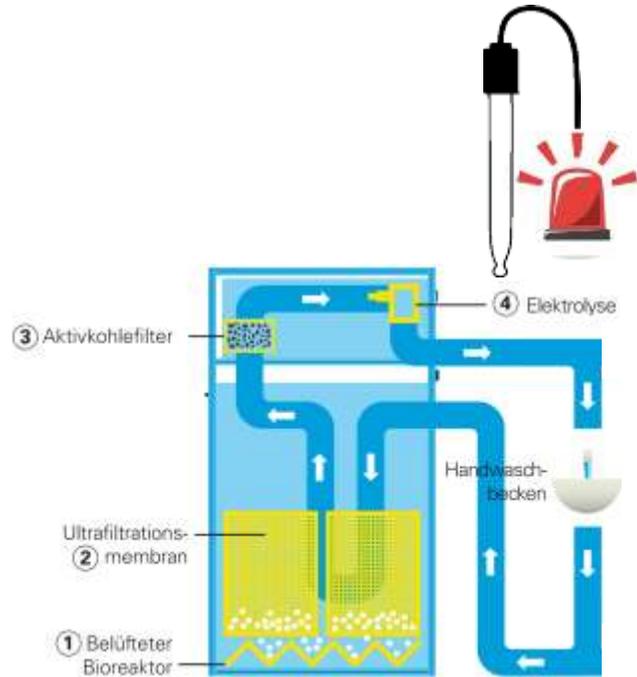
- Schnelltests liefern Informationen über Indikatororganismen aber benötigen Probenahme, Verbrauchsmaterial und Inkubation (↑ Vortrag von Sara Marks)
- Online Überwachung mit robusten Sensoren



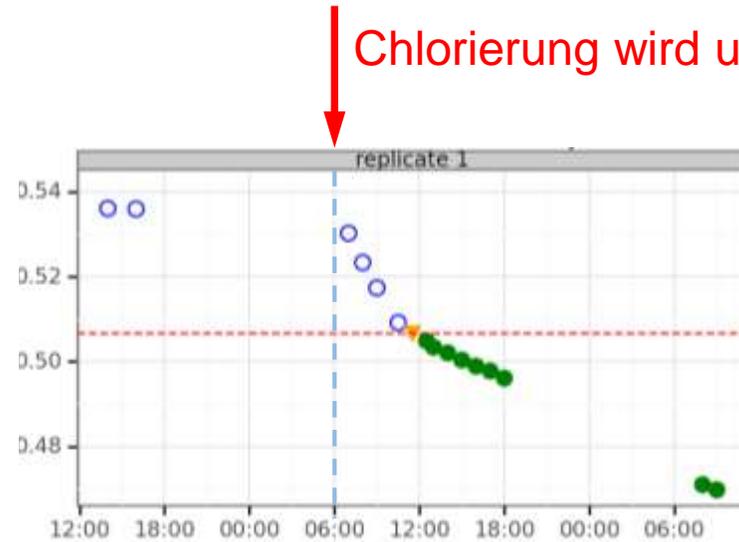
# Wie können wir die Hygiene garantieren?



# Detektion von schlechter Wasserqualität

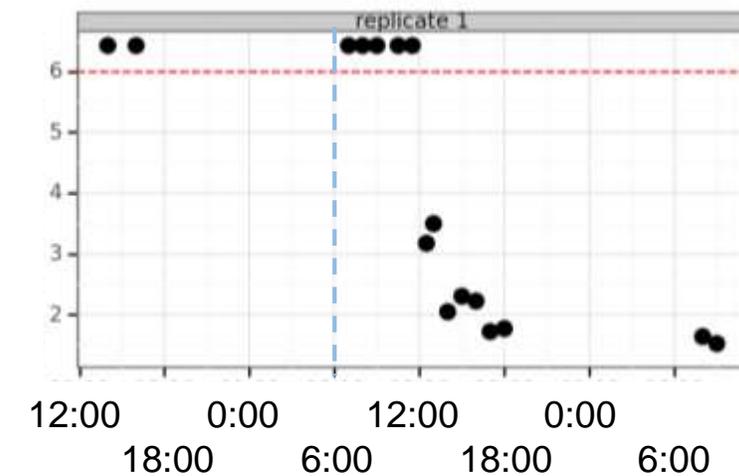


Mikrobielle Sicherheit  
(Index)



Klassifizierung mit  
maschinellern Lernen

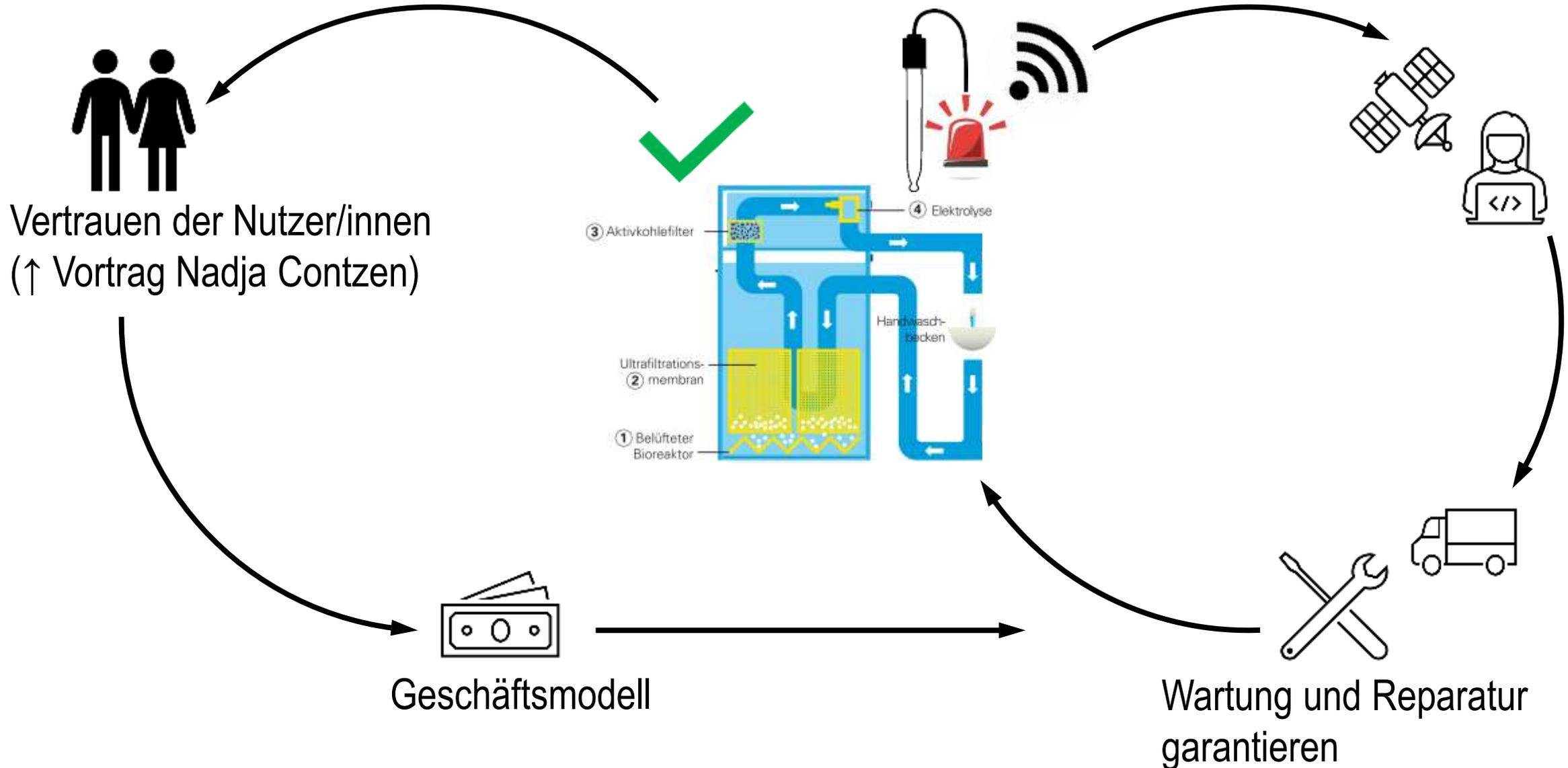
Virenelimination  
(Log Stufen)



Betrieb

# Nachhaltiger Betrieb

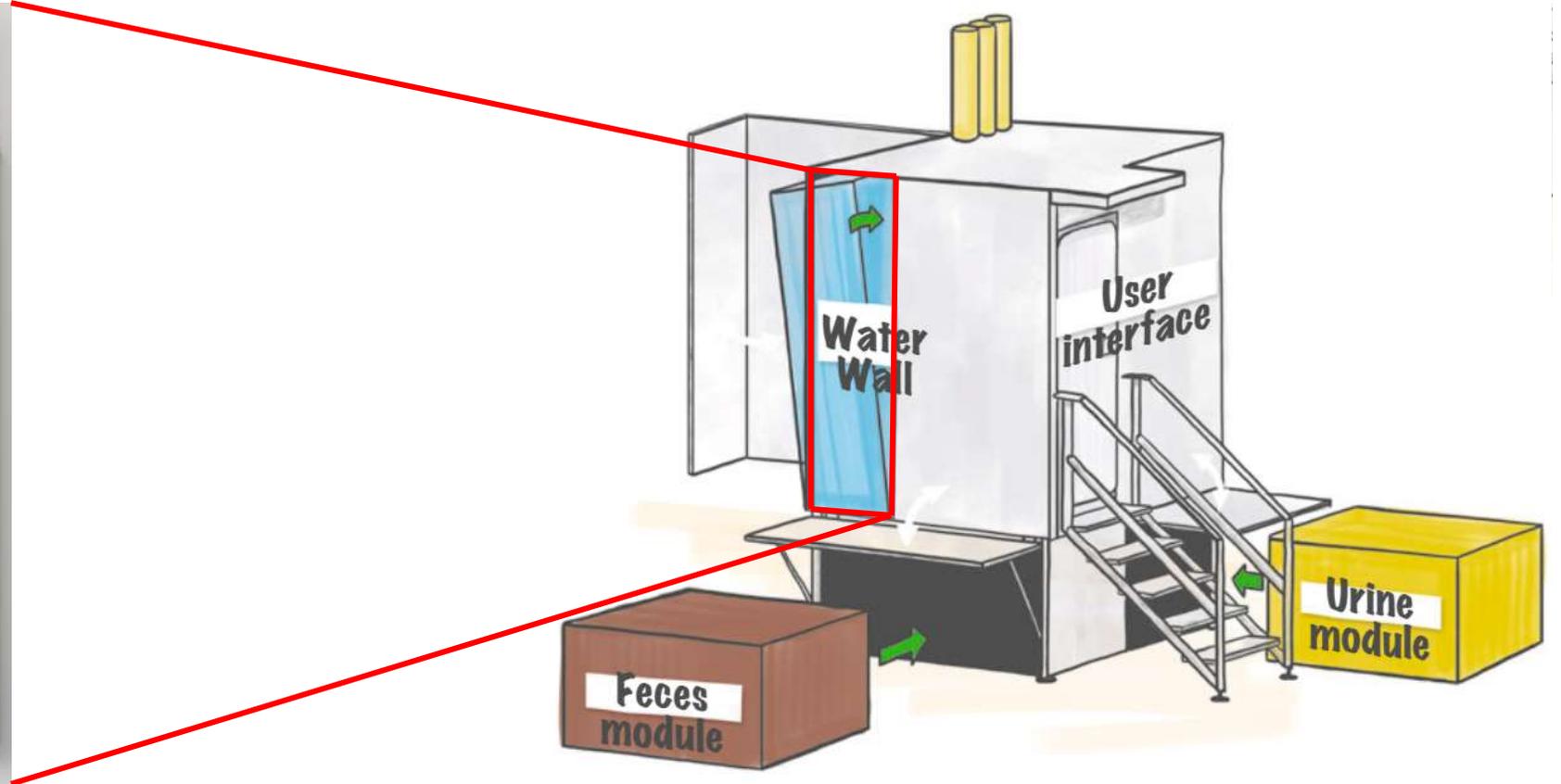
Zentrale Überwachung von  
dezentraler Technologie



# Wasserwand als Teil von Sanitrlösung



Wasserwand



Autarky-Toilette

# Von der Wasserwand lernen

Inform. Siedlung



Bangalore



San Francisco



Dübendorf



Zugtoiletten



Andere Grössenskalen: Von der Wasserwand zur Aufbereitung auf Gebäudeebene oder in Zugtoiletten

Andere Kontext: Globaler Norden kann vom Globalen Süden lernen  
Zugtoiletten können von informellen Siedlungen lernen

# Schlussfolgerungen



Wasserwiederverwendung in der Wasserwand ermöglicht Händewaschen und Hygiene unabhängig von vorhandener Infrastruktur (z.B. in urbanen informellen Siedlungen) (SDG 6.2.1b)



Wasserwand = Robuste Technologie  
+ hohe Wasserqualität  
+ Online Überwachung der Qualität  
+ Geschäftsmodell



Gegenseitiges Lernen: Der Globale Norden kann vom Globalen Süden lernen (= Reverse Innovation) und umgekehrt