

2024

Berliner ENERGIETAGE

Energiewende in Deutschland

EnOB: ULTRA-F – Ultrafiltration als Element der Energieeffizienz in der Trinkwasserhygiene (FKZ: 03ET1617)

# Auswirkungen der Ultrafiltration auf die Nährstoffverhältnisse in der Trinkwasserinstallation

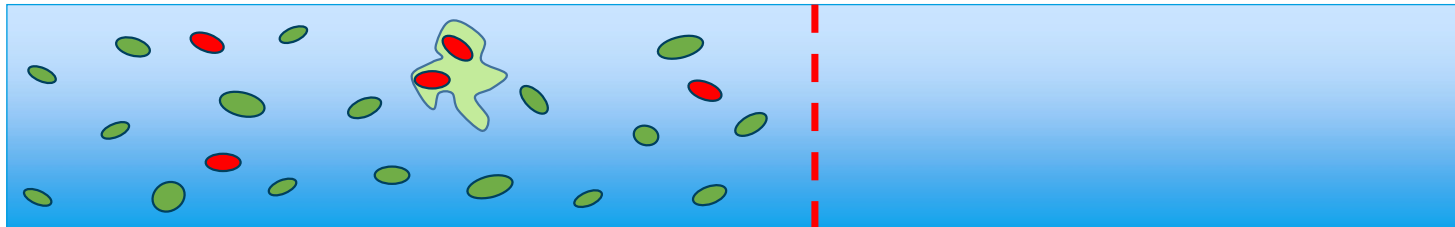
**Vortragende** Dr. Bernd Bendinger, IWW Institut für Wasserforschung, Mülheim an der Ruhr  
**Autoren** Dr. Andreas Nocker, Dr. Benjamin Meyer, Dr. Mark Pannekens

Session P.490 Sichere Trinkwasserhygiene und Energieeinsparung - Geht das? – 16. Mai 2024



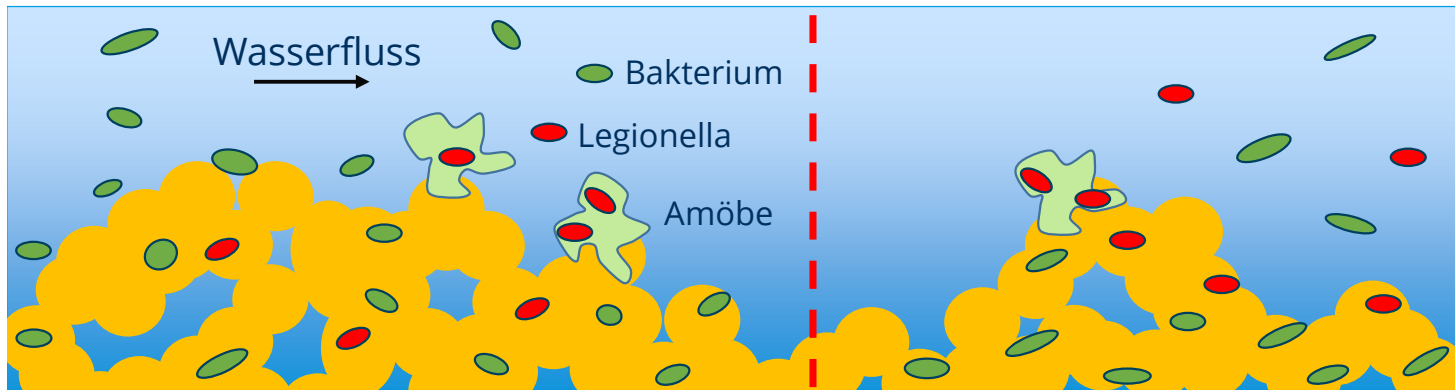
# Kann durch Ultrafiltration die Vermehrung von Legionellen auf der Filtratseite langfristig verhindert werden?

TW-Installation im Neubau (idealisiert) **UF**



Kein Biofilm in TWI.  
Mikroorganismen  
werden „abfiltriert“

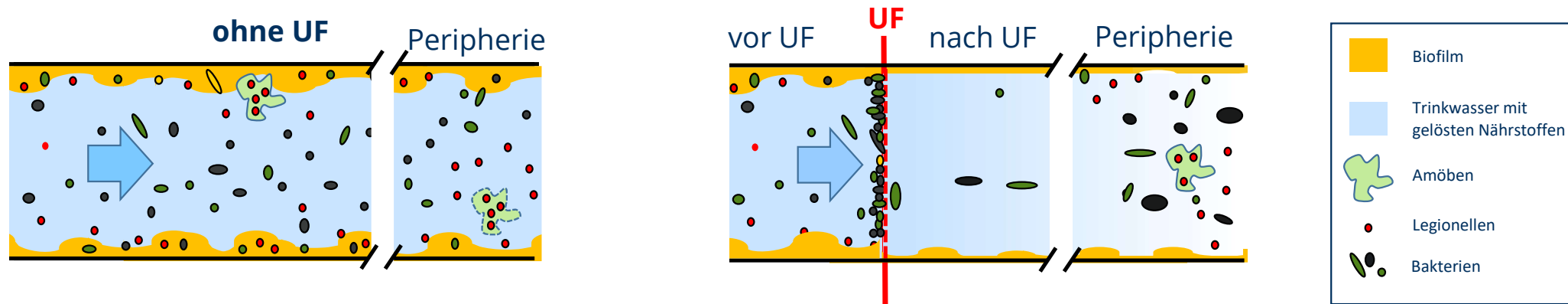
TW-Installation im Bestandsgebäude **UF**



Im Bestandsgebäude  
ist TWI mit **Biofilm**  
besiedelt.  
Keine Nachlieferung  
von Mikroorganismen  
aufgrund der Barriere.

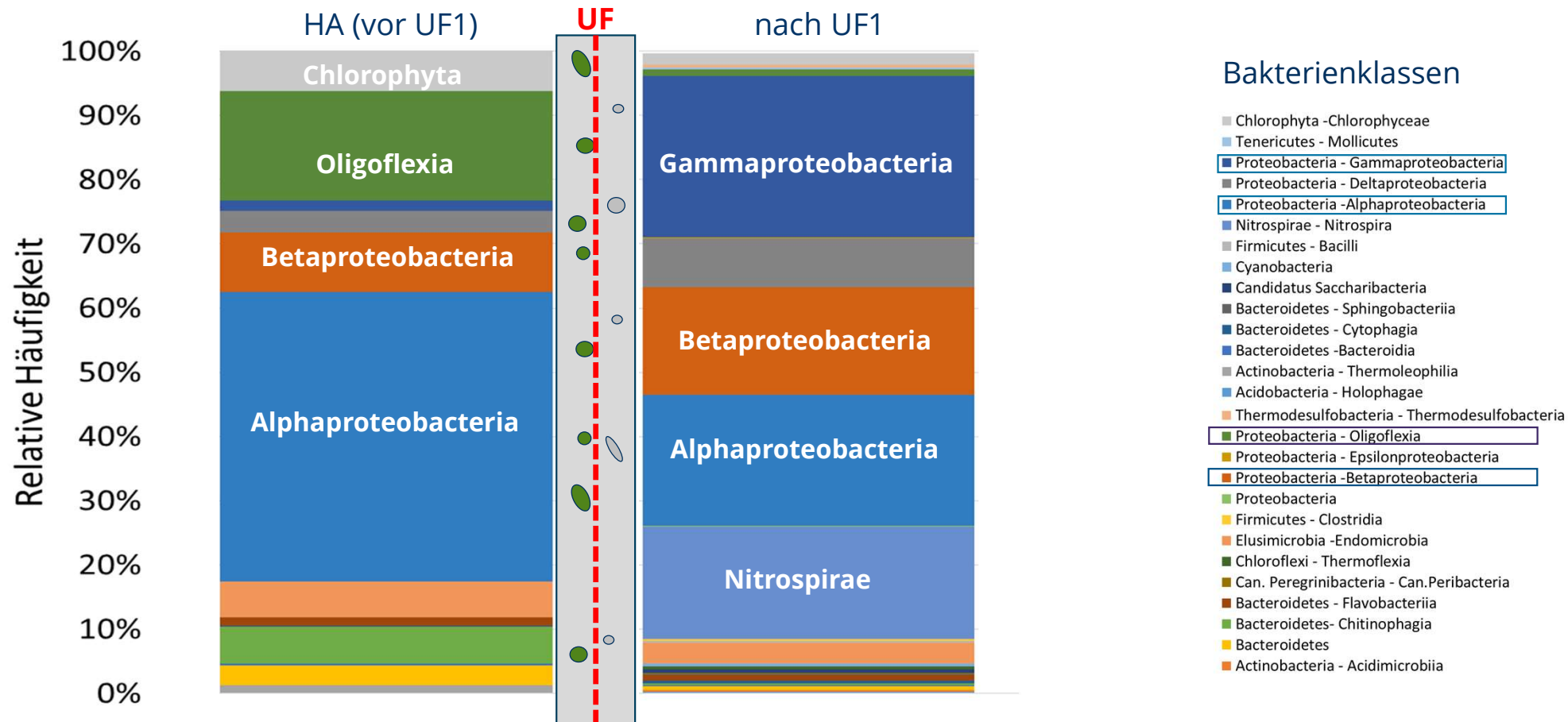
Die Anwesenheit von Legionellen und Amöben ist in Biofilmen der TWI von Bestandsgebäuden zu erwarten (selbst bei negativem kulturellem Nachweis)

## Ultrafiltration als Barriere für Bakterien



- UF hält Partikel und Bakterien zurück (Rückhaltegrade von  $> 1 \times 10^7$ )
- Legionellen im zuströmenden Wasser (**Import-Legionellen**) werden abfiltriert, Legionellen, die sich schon vor Einbau der UF in der TW-Installation befanden (**Bestands-Legionellen**) werden nicht beeinflusst
- Bakterien sind im Trinkwasser nach der UF immer vorhanden und vermehren sich in Abhängigkeit vom Nährstoffangebot (aus Trinkwasser oder aus Installationsmaterialien)
- Dies führt in der Regel zu einem Vorkommen von Bakterien auf der Filtratseite direkt nach UF

# UF 1 verändert die Zusammensetzung der bakteriellen Gemeinschaft

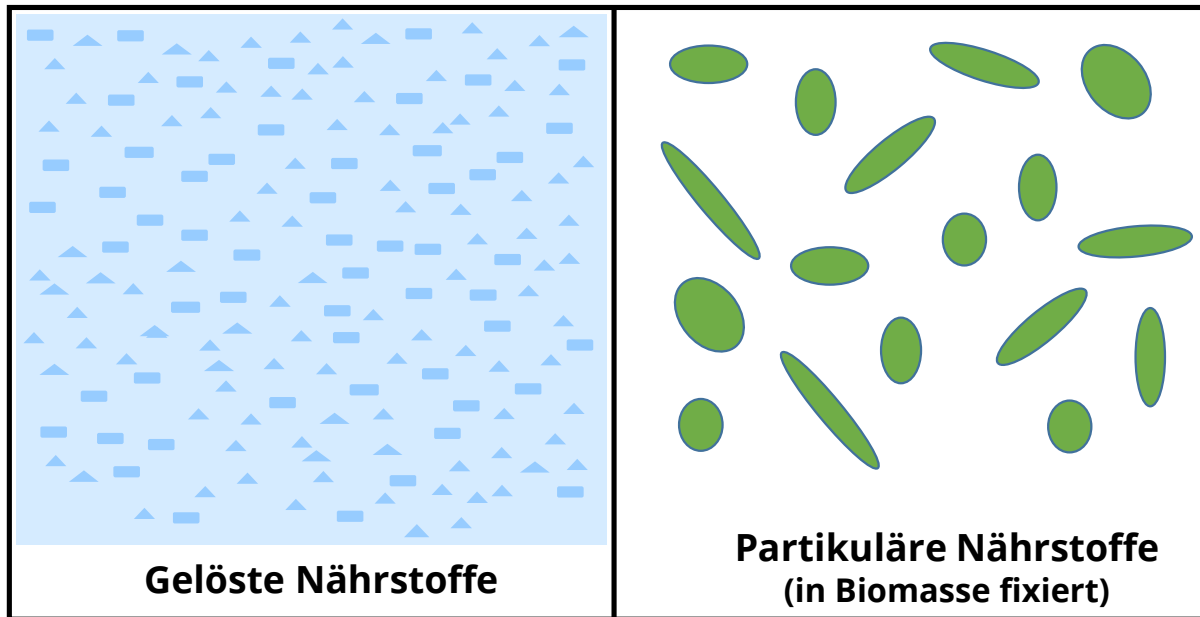


**UF hat Barrierefunktion !**

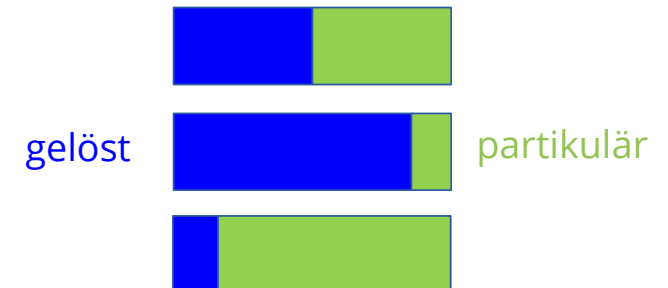
**Objekt 033**

# Effekt der Ultrafiltration auf die Nährstoffentfernung

## Gesamter Nährstoffpool



Wo liegt das Gleichgewicht?



- Nährstoffe liegen entweder gelöst oder partikulär (z.B. in Biomasse fixiert) vor
- Eine UF kann nur die partikulären Nährstoffe (größtenteils Bakterien oder Amöben) entfernen
- Je größer der Anteil der partikulären Nährstoffe ist, um so effektiver ist die UF

# Bestimmung des Nährstoffgehaltes mittels des Aufkeimungspotentials

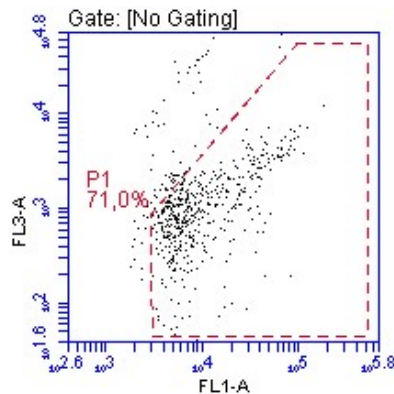


22° C für Kaltwasser



Inkubation für 7 Tage in AOC-freien Gefäßen

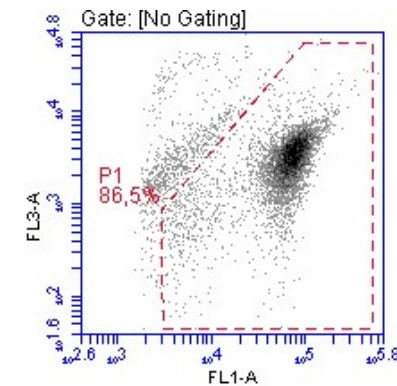
Intaktzellzahl (IZZ) am Tag 0



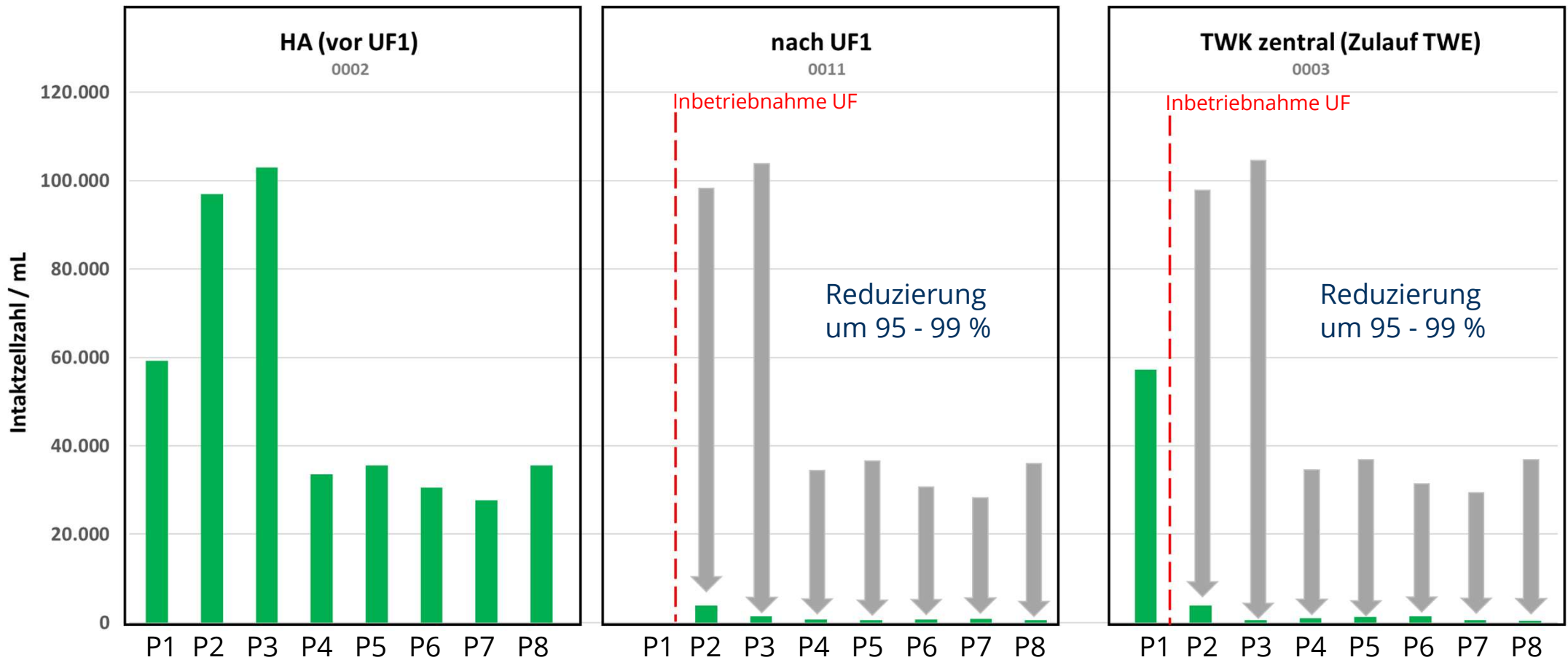
Die Zunahme der Zellzahl  
an natürlichen Bakterien im Wasser  
ist proportional  
zur Nährstoffkonzentration

(Messung mit Durchflusszytometrie)

Intaktzellzahl (IZZ) am Tag 7

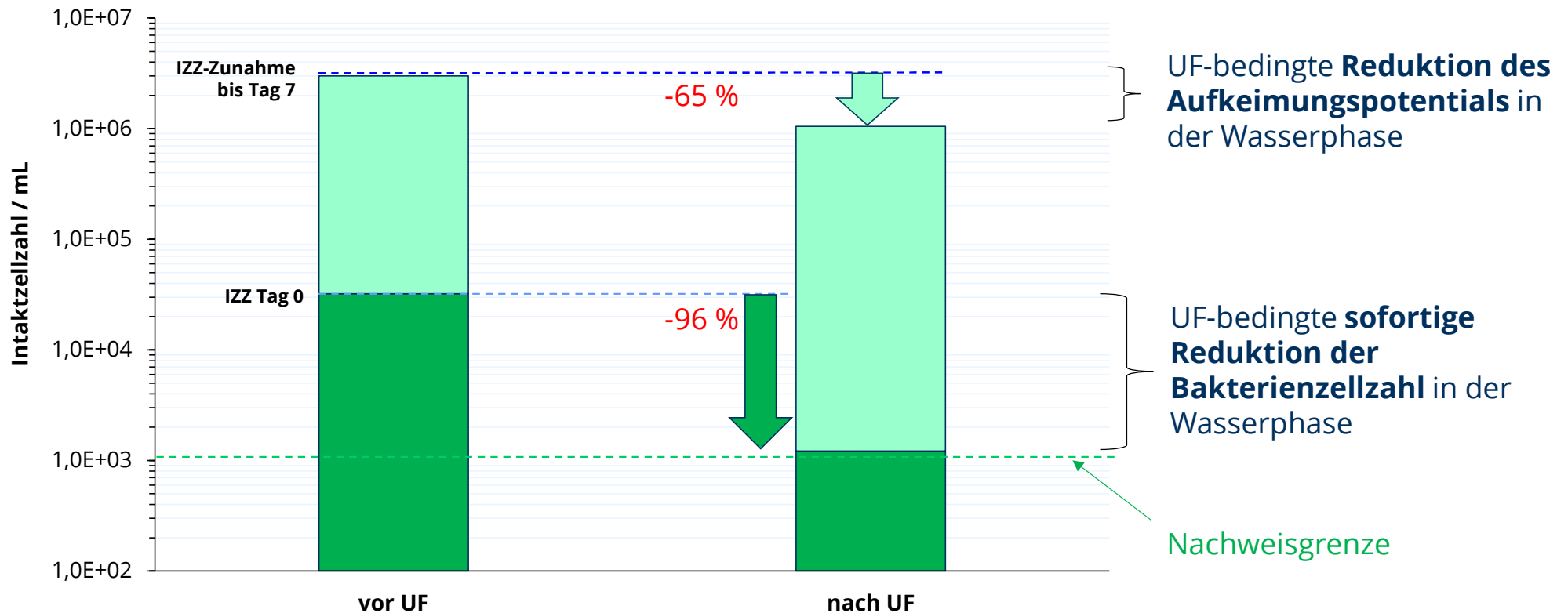


# UF 1 verringert die Anzahl der Bakterien im Kaltwasser (Objekt 028)





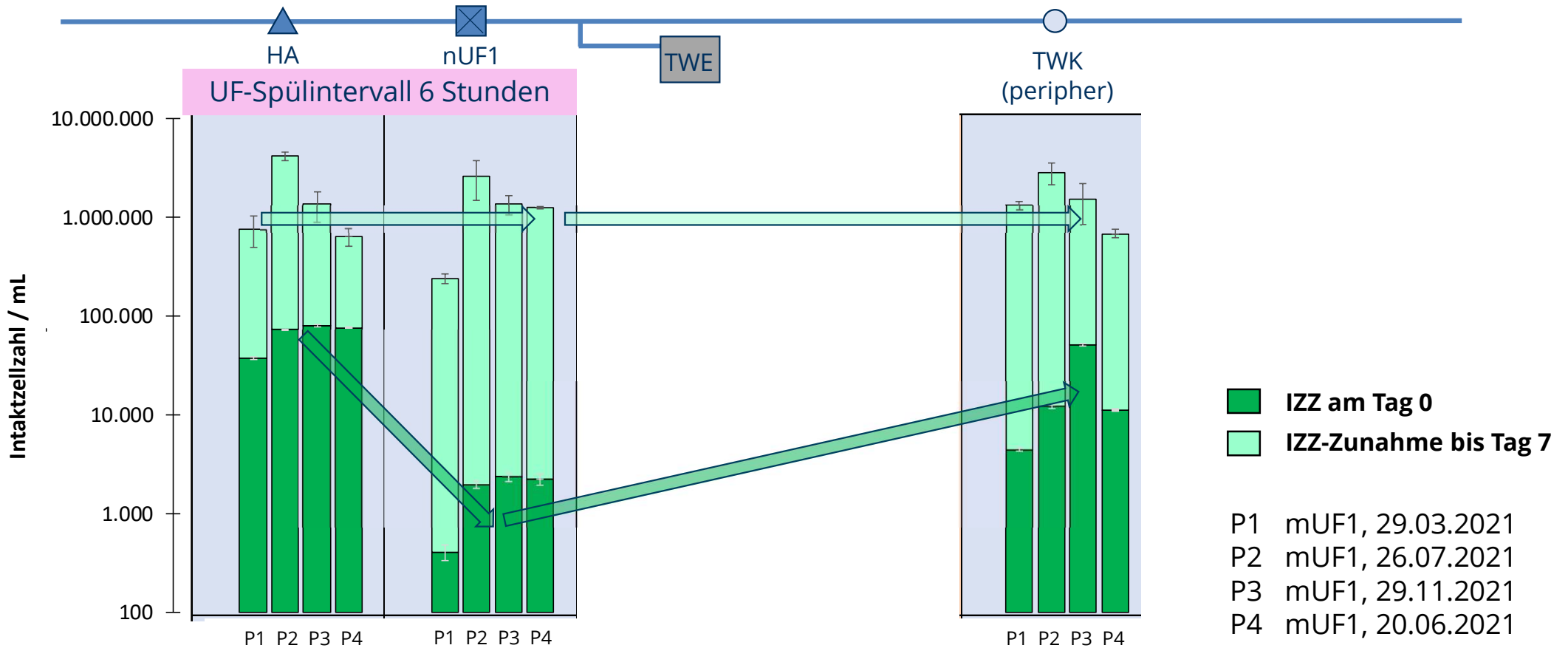
# UF 1 verringert das Aufkeimungspotential geringfügiger als die Zellzahl (Objekt 016 mit UF1)



Die UF1 bewirkt in dem Bestandsgebäude eine sofortige Reduktion der Zellzahl um 96 %, aber eine geringere Reduktion des Aufkeimungspotentials um 65 % (Beispiel).

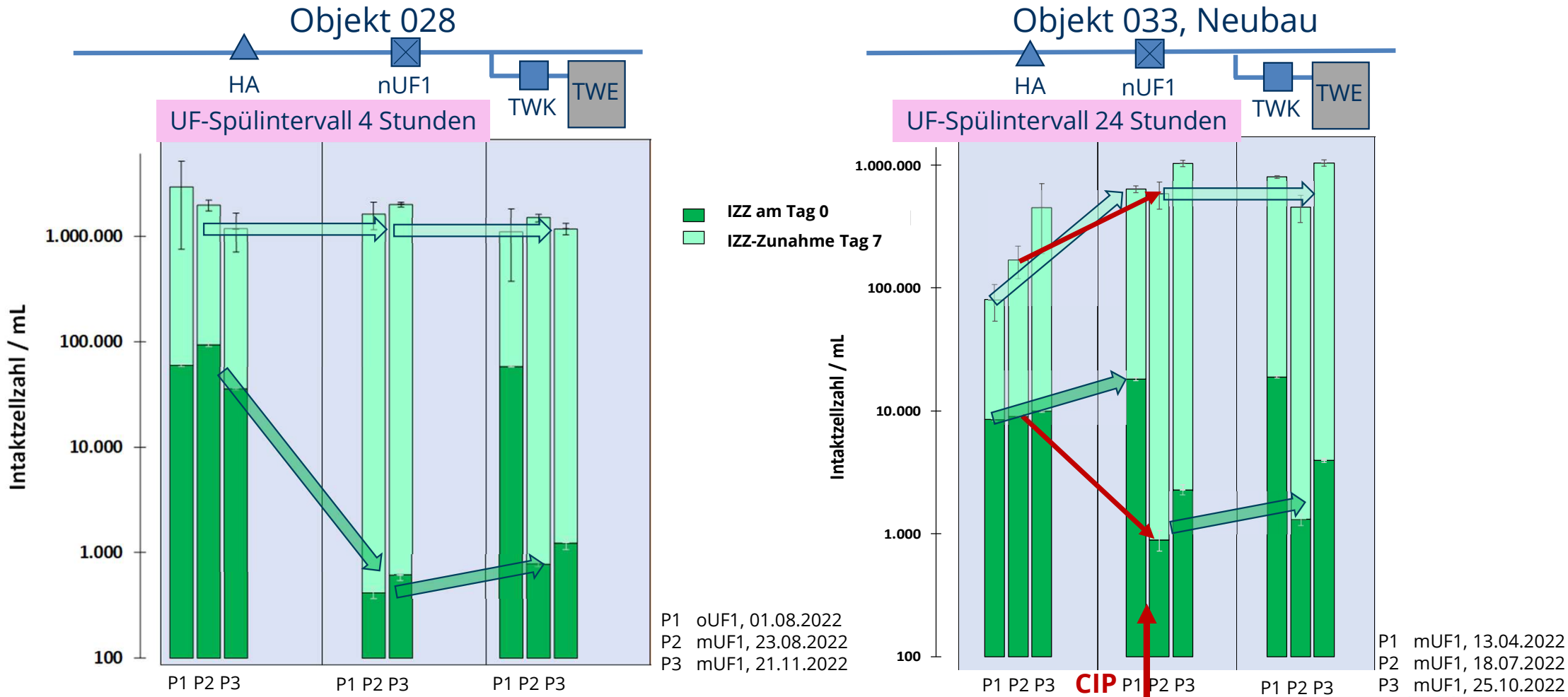


# UF 1 verringert das Aufkeimungspotential geringfügiger als die Zellzahl (Objekt 010)



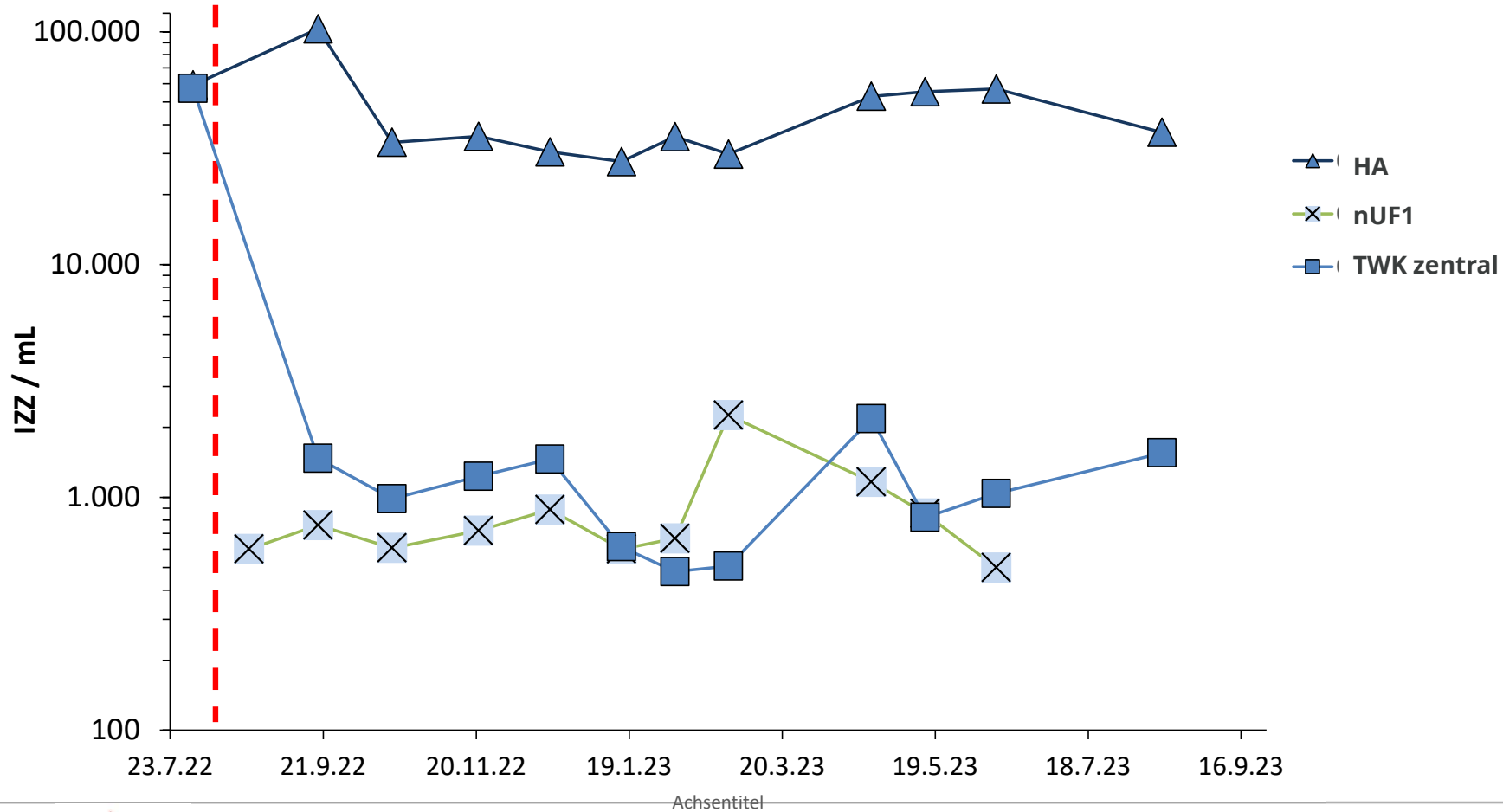
- UF verringert sofort die IZZ um 97-99 %, hat aber keinen wesentlichen Einfluss auf die Verringerung des AKP
- Anstieg der IZZ in der Peripherie und keine wesentliche Veränderung des AKP in der Peripherie

# Nach UF 1: IZZ und Aufkeimungspotential sind abhängig vom Spülintervall

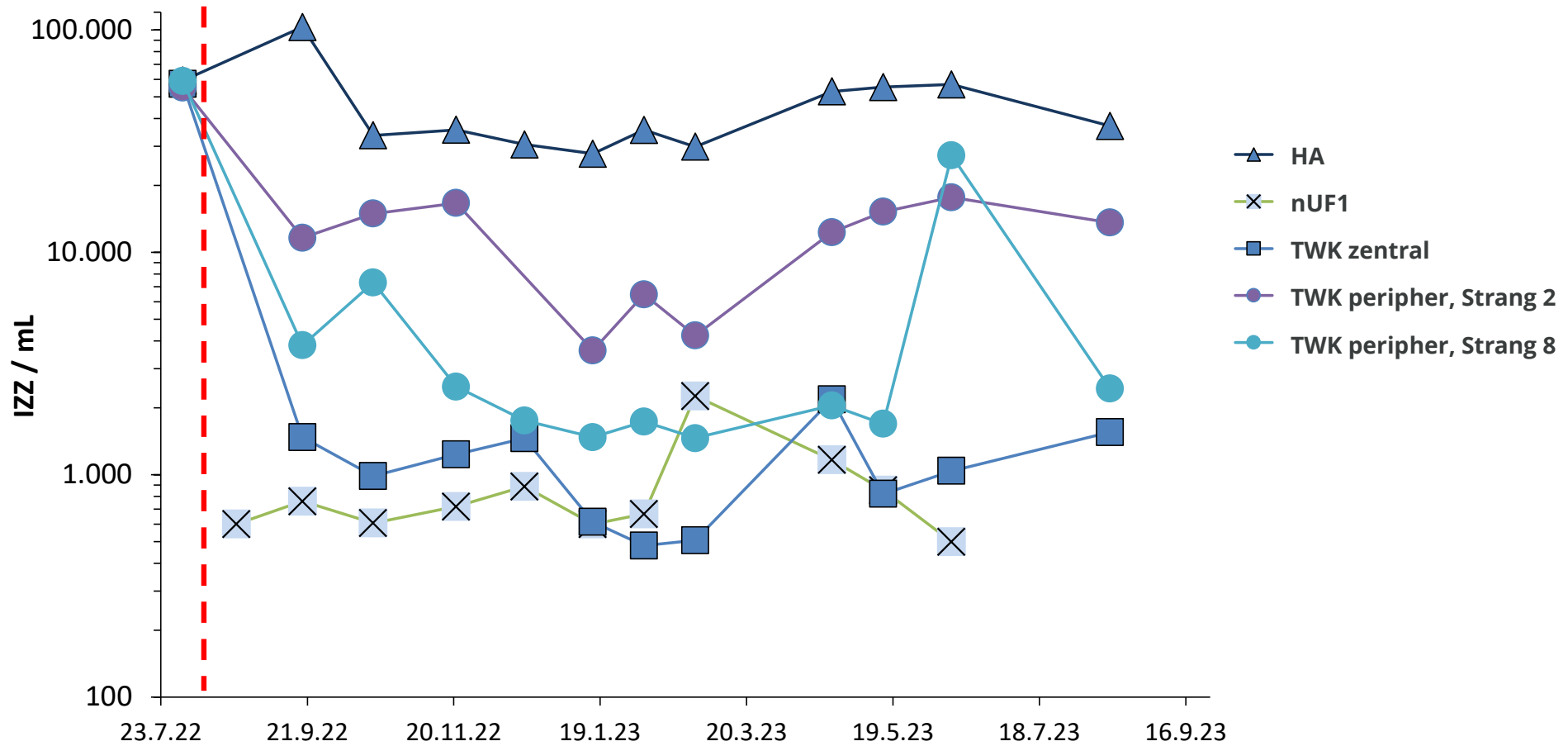


- Ein zu langes Spülintervall der UF (z. B. 24 h) kann die IZZ und das AKP hinter der UF deutlich erhöhen
- Ein CIP (cleaning in place) verringert die IZZ, aber nicht das AKP

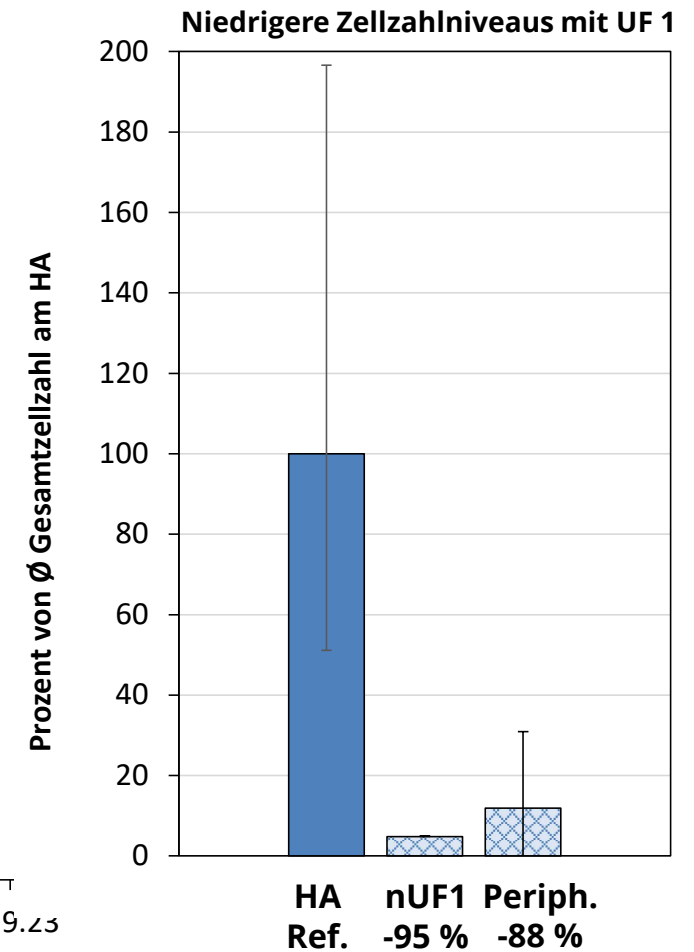
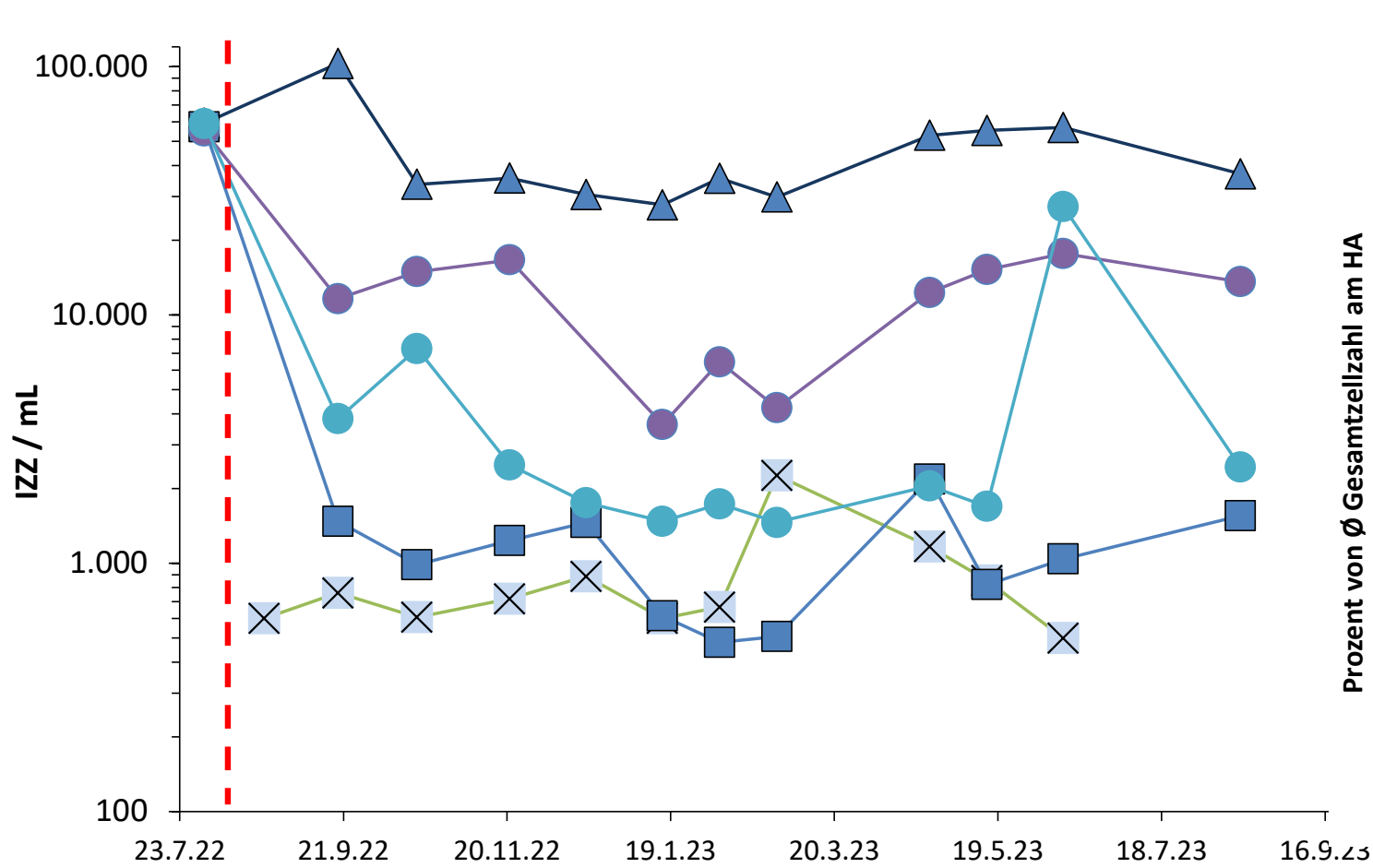
# UF 1 erniedrigt langfristig das Niveau der Zellzahlen in der TWI (Objekt 028)



# UF 1 erniedrigt langfristig das Niveau der Zellzahlen in der TWI (Objekt 028)



# UF 1 erniedrigt langfristig das Niveau der Zellzahlen in der TWI (Objekt 028)



UF1 führte langfristig (12 Monate) zu einem um 88 % niedrigeren Niveau der Zellzahlen in der Peripherie (TWK)

# Fazit: Auswirkungen der Ultrafiltration auf die mikrobiologischen Verhältnisse in der TWI

## UF stellt eine Barriere für Partikel, aber nicht für gelöste Nährstoffe dar

1. Die Trinkwasserpopulation (inkl. Import-Legionellen) aus dem HA wird zurückgehalten
  - ↳ UF führt zu einer veränderten Zusammensetzung der Bakterienpopulation in der TWI
  - ↳ Bestands-Legionellen werden nicht entfernt
2. UF verringert sofort die Zellzahlen um ca. 95 bis 99 %
3. UF hat keinen wesentlichen Einfluss auf die Verringerung des Aufkeimungspotentials
  - ↳ Gelöste Nährstoffe ermöglichen in der TWI weiterhin die Bakterienvermehrung und Biofilmbildung
4. Auf der Zulaufseite der UF-Membran angereicherte Zellen lysieren mit der Zeit und geben gelöste Nährstoffe ins Filtrat ab
  - ↳ Zur Vermeidung ist Spülung der UF in kurzen Zeitintervallen notwendig
5. Die UF1 führt langfristig zu einer Verringerung der Zellzahlen in der Peripherie (GZZ Ø -84 % im TWK)
6. ABER: Ein „Aushungern“ der Biofilme, um den Legionellen die Vermehrungsgrundlage zu entziehen, fand im untersuchten Zeitraum nicht statt



IWW Institut für Wasserforschung  
gemeinnützige GmbH

Moritzstraße 26  
45476 Mülheim an der Ruhr  
Telefon: +49 (0) 208 4 03 03-0  
Fax: +49 (0) 208 4 03 03-80



**Dr. Benjamin Meyer**



**Dr. Andreas Nocker**



**Dr. Mark Pannekens**



**Dr. Bernd Bendinger**



Auswirkungen der Ultrafiltration auf die Nährstoffverhältnisse in der Trinkwasserinstallation  
IWW Zentrum Wasser / Dr. Bernd Bendinger  
Berliner Energietage / Session P.490 / 16.05.2024

Folie 15