

2024

Berliner ENERGIETAGE

Energiewende in Deutschland

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

Effekte der UF -Technologie auf die Legionellenvermehrung und Biofilmentwicklung in peripheren Bereichen der TWI

Vortragender Dr. Marcus Rybicki, DVGW Technologiezentrum Wasser (TZW)
Autoren Dr. Heike Petzoldt, Dr. Andreas Korth

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

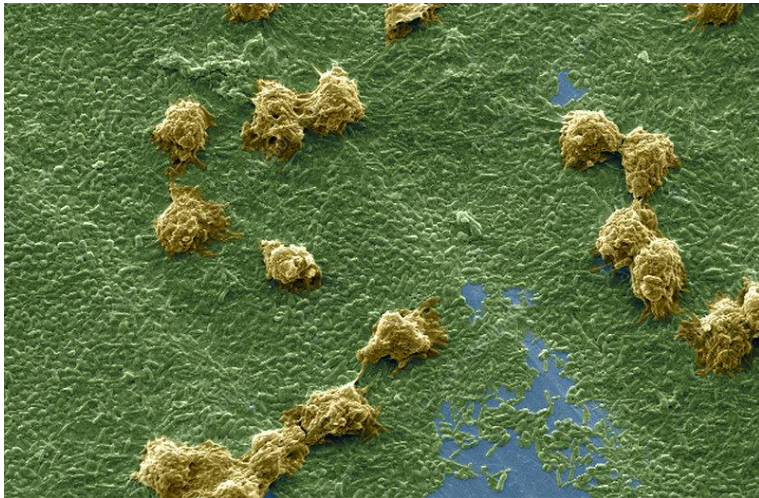


Gefördert durch:

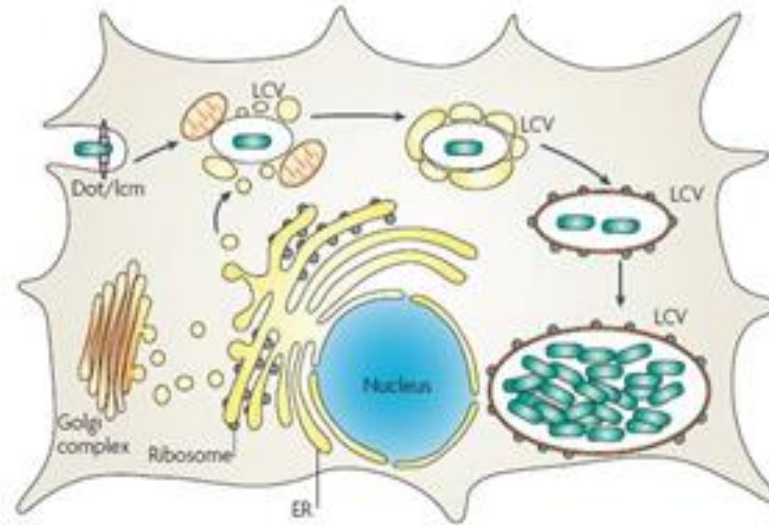


aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

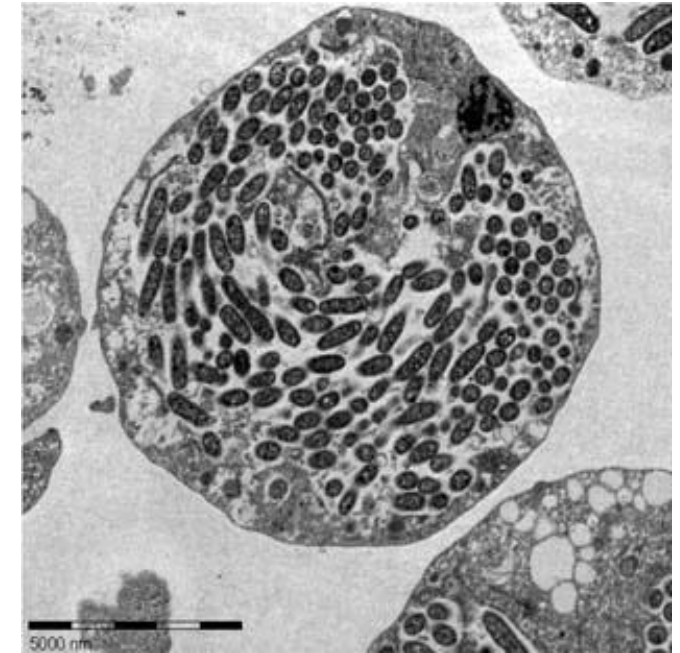
Prozess der Legionellenvermehrung



Amöbe *Hartmannella vermiformis* auf einem Bakterienbiofilm - Foto: sciencephoto.com



Vermehrungsprozess von *Legionella pneumophila* in Amöbe
Isberg et al. 2009



Amöbe *Hartmannella vermiformis* gefüllt mit *Legionella pneumophila*
Foto: Holland/Özel, Robert Koch-Institut

Prozess der parasitischen Vermehrung ist stark temperaturabhängig:

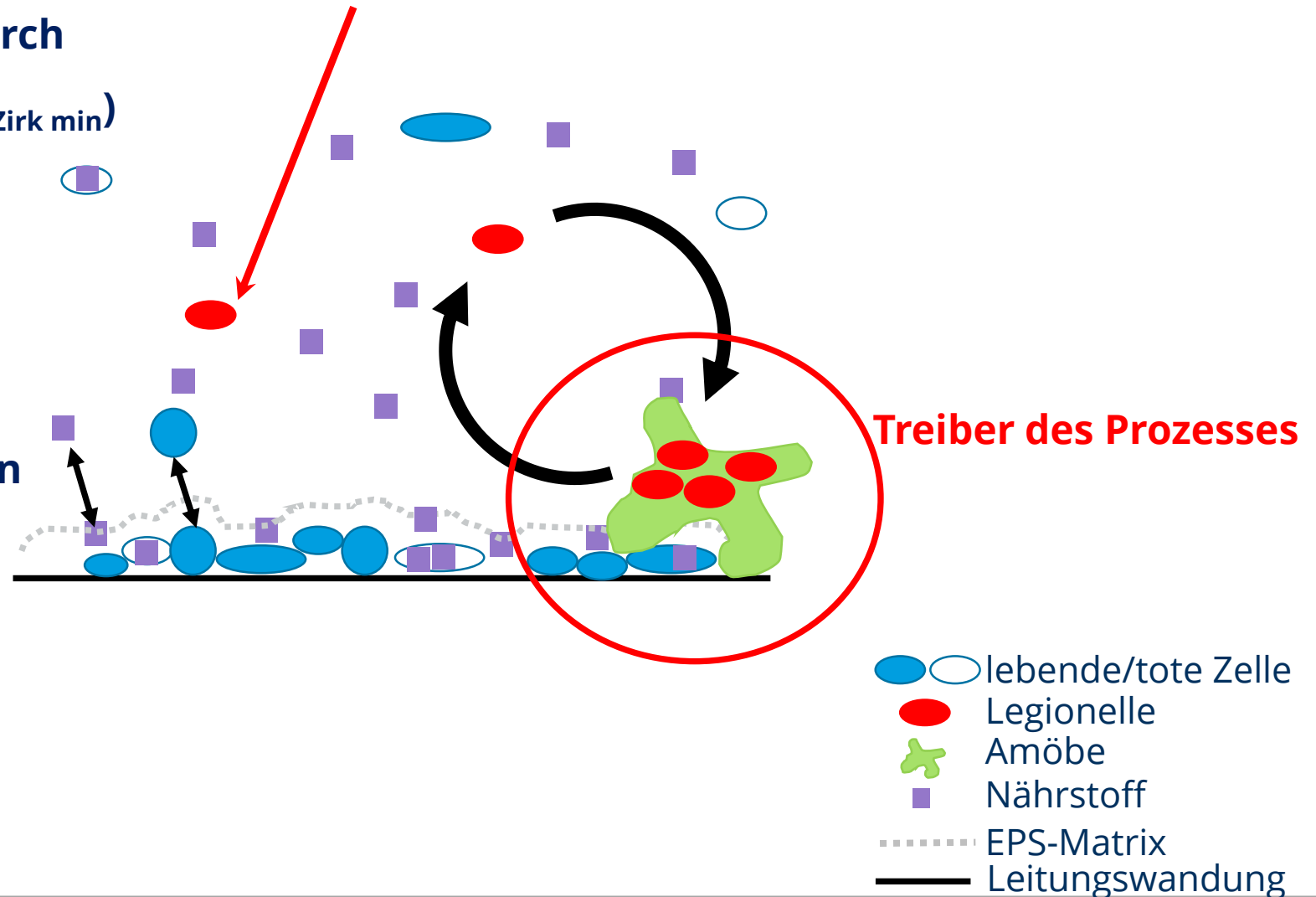
- **< 25 °C** *Legionella pneumophila* wird verdaut
- **> 25 °C** *Legionella pneumophila* kontrolliert die Amöbe und vermehrt sich
- **> 48-53 °C** Inaktivierung der Amöben → keine Vermehrung mehr möglich

Prozess der Legionellenvermehrung in der TWI

Messgröße → technischer Maßnahmenwert

Aktuell sind die Systeme im TWW durch die Spitzentemperatur von ~55 °C ($T_{\text{Zirk min}}$) reguliert

- nur spezialisierte Bakterien (hitzetolerante)
- keine Vermehrung von Amöben
- keine Vermehrung von Legionellen



Prozess der Legionellenvermehrung in der TWI

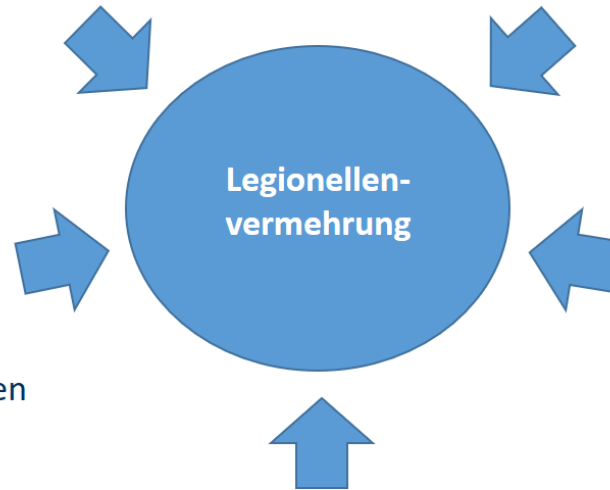
Biologie

Mikrobiologische Prozesse:

- Wasserphase/Biofilm
- KW/WW; zentral/periphere
- Zusammensetzung Mikrobiom
- BF-Bakterien/Amöben
- Import vs. Bestandslegionellen

Nährstoffe:

- AOC-Konzentration im Wasser
- Aufkeimungspotential
- Import vs. Freisetzung aus Material, Bauteilen und Biofilmen



UF-Anlagen:

- Hersteller
- Einbauorte (UF1, 3, 5)
- Vollstrom(Barriere) /Teilstrom(Senke)
- Kaltwasser/Warmwasser

Zustand der TWI:

- Neubau/Altbau
- Materialien
- verschiedene TWE-Typen
- Betrieb (a.a.R.d.T.)

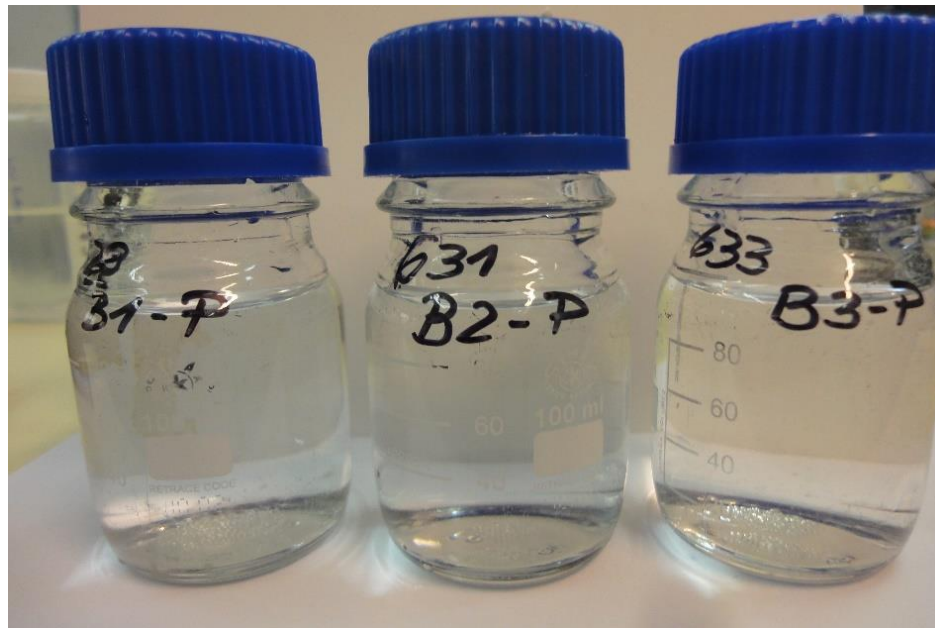
Verbraucherverhalten:

- Regelmäßigkeit und Volumen der Wasserentnahmen (Stagnation)
- Raumtemperaturen

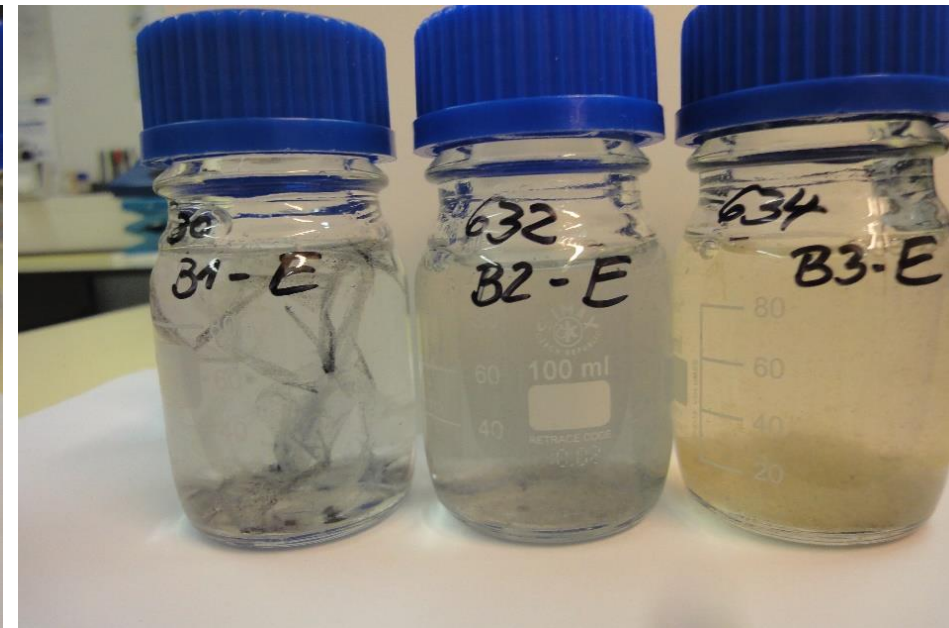
Technik & Verbraucher

Trinkwasserbiofilme in Abhängigkeit des Nährstoffniveaus

PVC
(KTW & W270)



Gummi
(nicht KTW & W270)



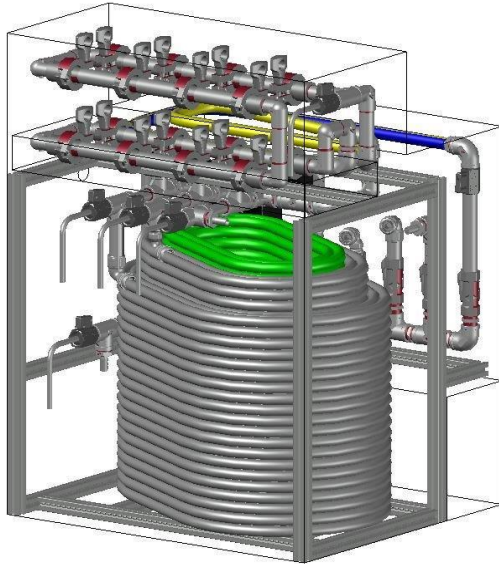
Kleintechnische Versuche zur Untersuchung der Prozesse in der Peripherie



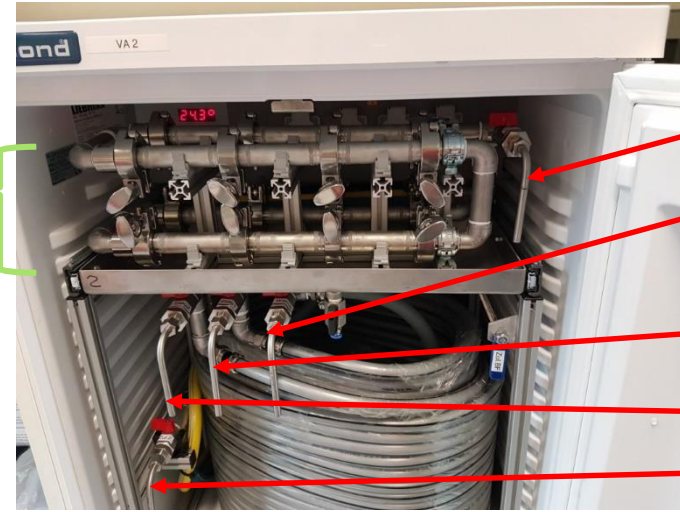
Effekte der UF-Technologie auf die Legionellenvermehrung und Biofilmbildung
in peripheren Bereichen der TWI
DVGW Technologiezentrum Wasser / Dr. Marcus Rybicki
Berliner Energietage / Session P.490 / 16.05.2024

Folie 6

Kleintechnische Versuche in Bestandsobjekten



BF-Messtrecken:
12 ES-Rohrabschnitte
a 10 cm Länge, 2 cm Ø



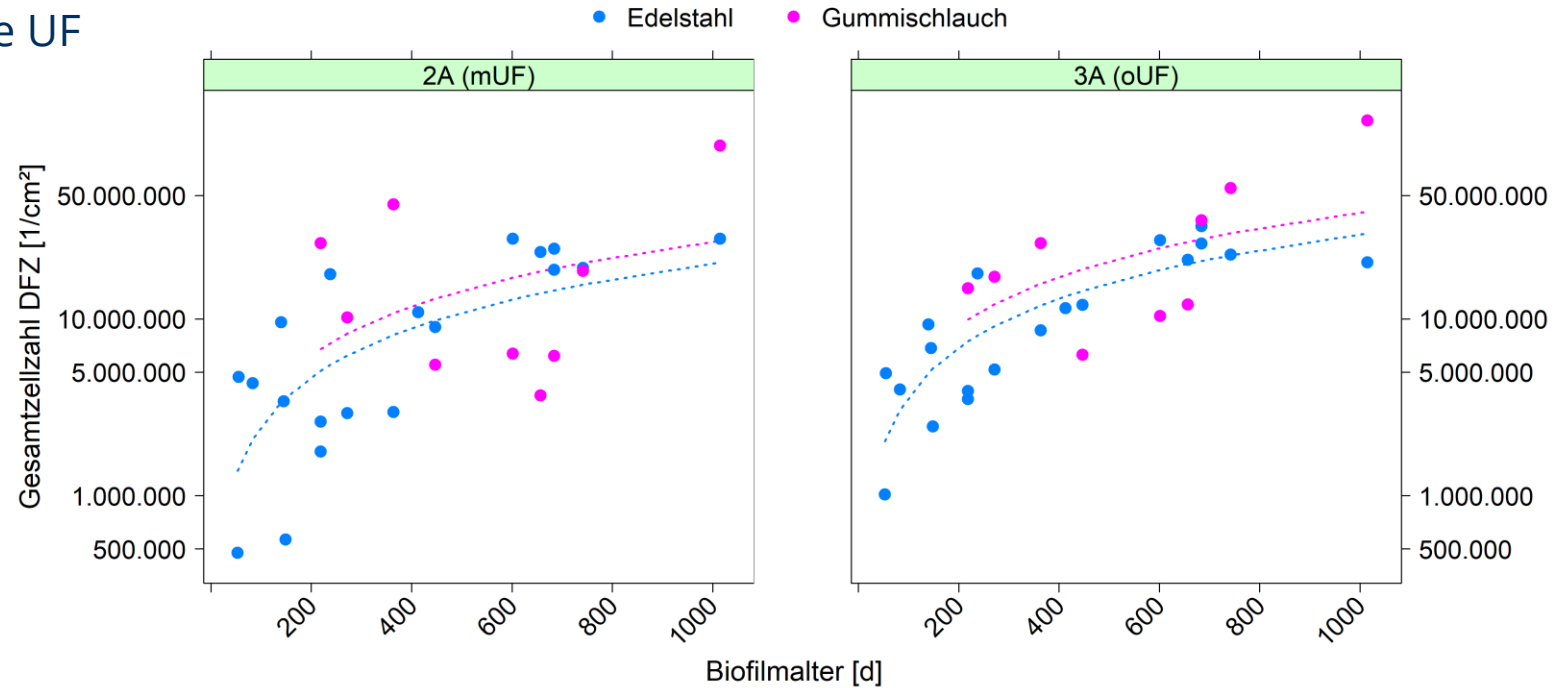
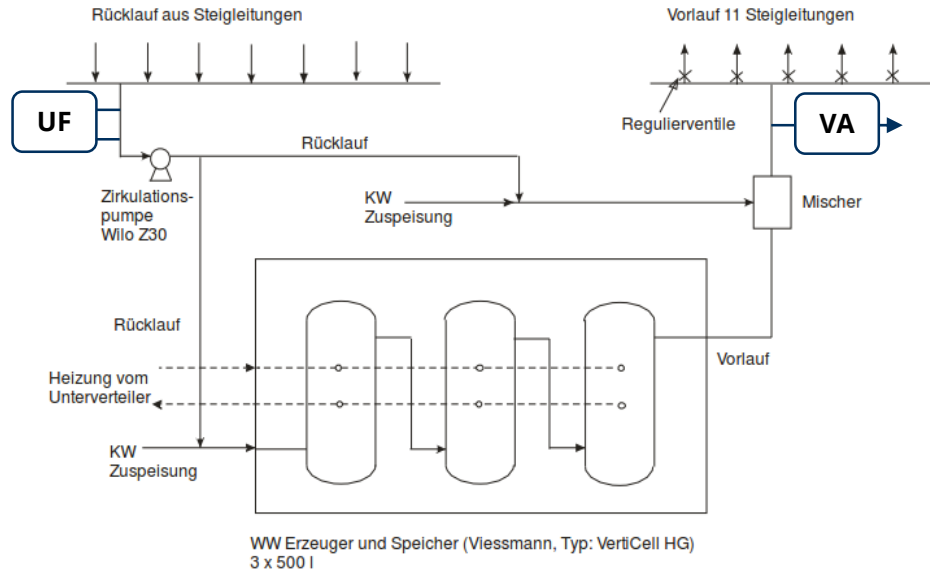
- Abl. 1 (BF-Strecke - ES)
- Abl. 2 (Gummi-Schlauch - nicht KTW bzw. W270)
- Abl. 3 (Stag1-Strecke - ES)
- Abl. 4 (Stag2-Strecke - ES)
- Zulauf TWW (KTW-Schlauch)

Versuchstrecken	Material	Länge in m	Ø in mm	Volumen in l
Edelstahlstrecke 1	Edelstahl	44	11,6	4,6
Edelstahlstrecke 2	Edelstahl	44	11,6	4,6
Gummischlauch	Gummi	20	13	2,5
Biofilmstrecke	Edelstahl	12 Segmente a 0,1 m	20	ca. 0,5

30 °C

Feldversuche mit und ohne UF3 - Biofilmentwicklung

2 annähernd identische Objekte mit und ohne UF



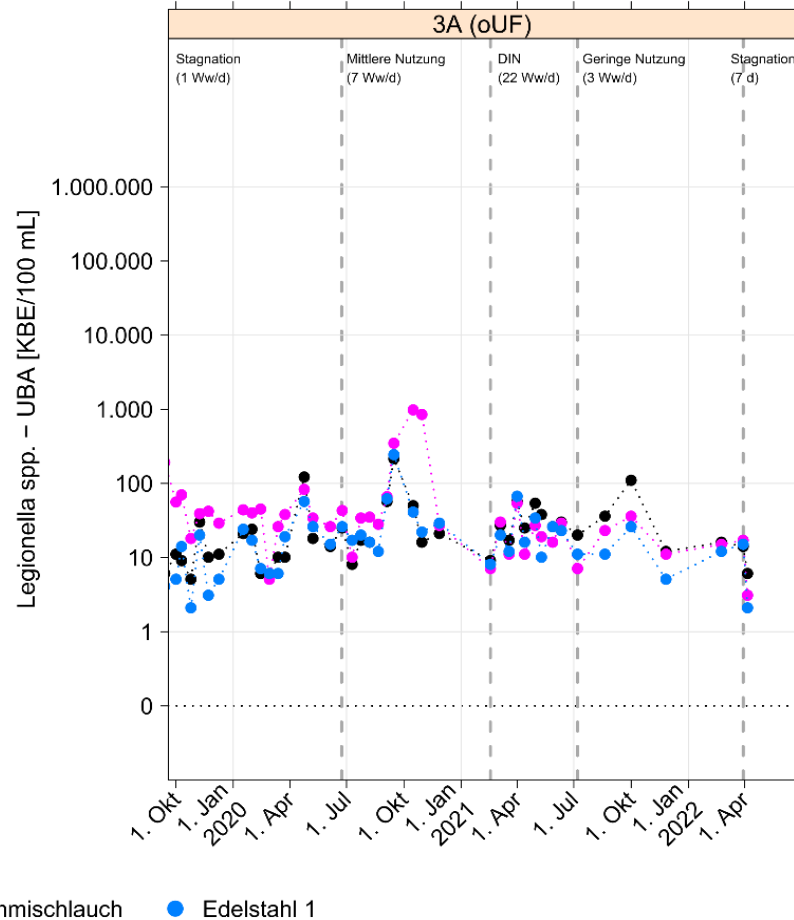
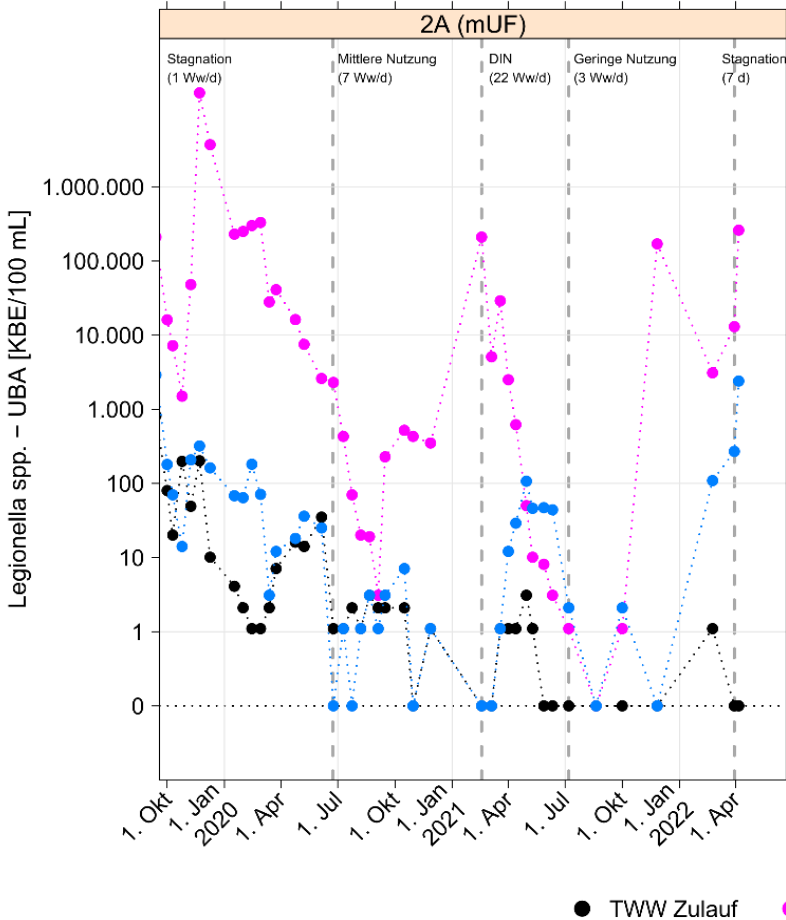
- Die Biofilme streben über die Zeit ein stabiles, nährstoffabhängiges Niveau an
- Das **Biofilmniveau** in der Peripherie **wird durch Einsatz der UF-Technologie** bei niedriger Nährstoffabgabe verlangsamt aber bezüglich des Endniveaus **nicht relevant beeinflusst**
- Ausschlaggebend ist die Nährstoffsituation z.B. durch Zustrom mit dem Trinkwasser und durch Abgabe aus Materialien der TWI

Feldversuche mit und ohne UF3 – Legionellen in der Wasserphase

ΔT ~ 3 K

mit UF3 / TWW-Zulauf: 51°C

ohne UF3 / TWW-Zulauf: 54°C

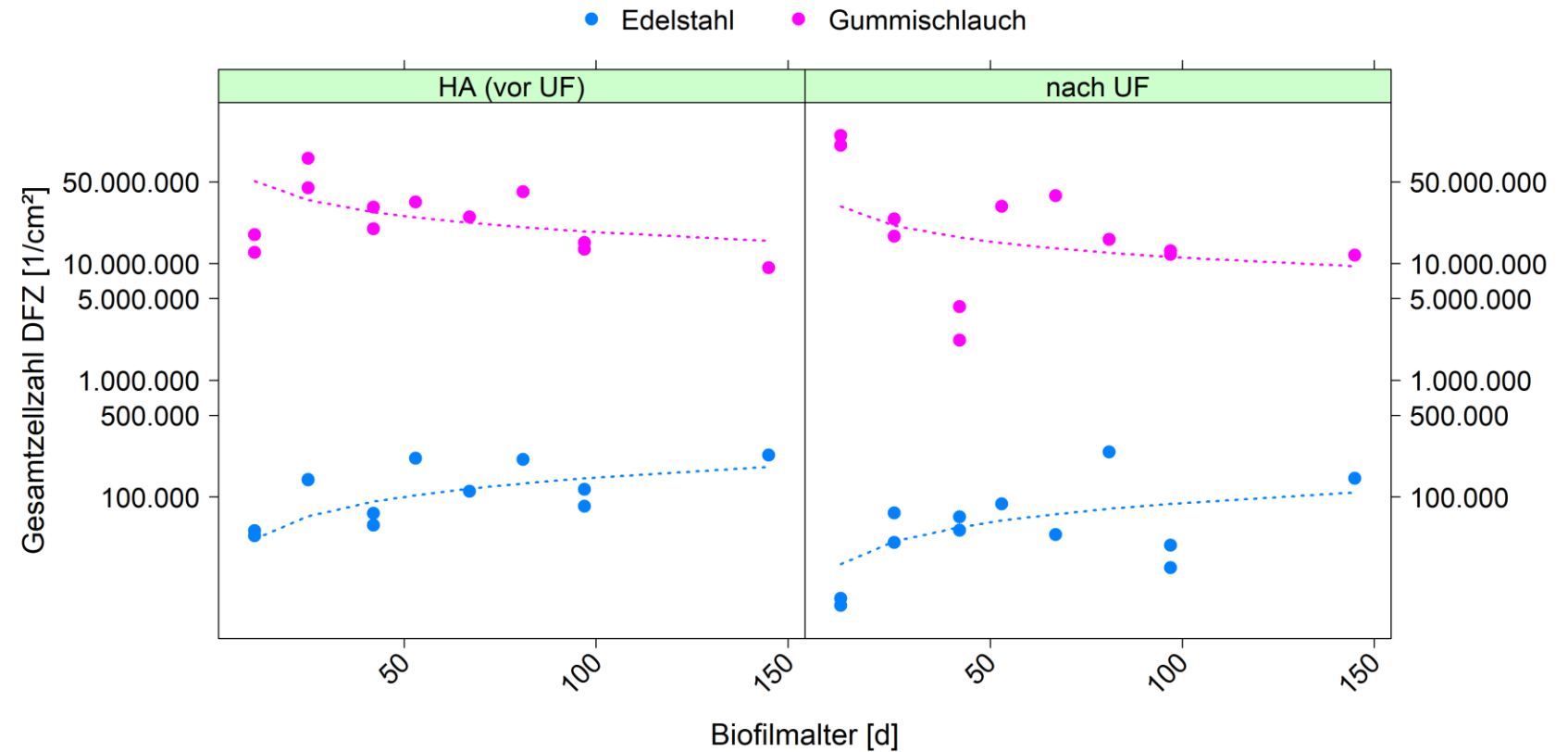


Effekte auf Legionellen in der Wasserphase:

1. Wassertemperatur
2. Nährstoffsituation
3. Entnahmeverhalten in der Peripherie

Wassertemperatur ist der wichtigste Regulationsfaktor für die Legionellenvermehrung

Feldversuche mit einer UF1 - Biofilmentwicklung



- Bei Einsatz direkt nach der UF wird die Biofilmentwicklung nur zeitlich verzögert aber bezüglich des Endniveaus nicht relevant beeinflusst
- Bei Vorhandensein einer Nährstoffquelle gibt es keinen Unterschied in der Biofilmentwicklung

Erkenntnisse zur Vermehrung von Legionellen in der Peripherie

1. Die Vermehrung von Legionellen ist ein komplexer Prozess, da die Legionellen sich parasitisch innerhalb von Amöben vermehren
2. Die Vermehrung von Legionellen in der TWI läuft primär im Biofilm ab, der die gesamte Oberfläche der TWI umfasst
3. **Die Zusammensetzung und Dicke des Biofilms wird über die Nährstoffe in der TWI reguliert und durch eine UF nicht nachhaltig beeinflusst**

Als Nährstoffquelle fungieren:

- Nährstoffe die aus Materialien der TWI freigesetzt werden
- über das Trinkwasser eingetragene Nährstoffe (gelöste und partikuläre)

4. **Die Ultrafiltration führte zu keiner erkennbaren Veränderung der Vermehrung von Legionellen, da Nährstoffsituation und somit Biofilmbildung nicht relevant beeinflusst werden**

Einflüsse auf die Legionellenvermehrung

- Temperatur
- Nährstoffe
- Entnahmeverhalten in der Peripherie



TZW
Technologiezentrum
Wasser

DVGW Technologiezentrum Wasser

Außenstelle Dresden
Wasserwerkstraße 2
01326 Dresden

Tel: 0351 – 852110

Mail: info@tzw.de



Dr. Andreas Korth



Dr. Heike Petzoldt



Dr. Burkhard Wricke



Dr. Marcus Rybicki



TZW
Technologiezentrum
Wasser

Effekte der UF-Technologie auf die Legionellenvermehrung und Biofilmbildung
in peripheren Bereichen der TWI
DVGW Technologiezentrum Wasser / Dr. Marcus Rybicki
Berliner Energietage / Session P.490 / 16.05.2024

Folie 12