

# COLIFORME BAKTERIEN IM VERTEILNETZ

Dr. Andreas Korth



# Hintergrund

---

- Der Parameter „coliforme Bakterien“ stellt für die Trinkwasserversorgung ein wichtiges Kriterium für eine vorliegende fäkale oder auch nicht fäkale Verunreinigung dar.
- Die aktuellen Nachweismethoden weisen coliforme Bakterien fäkalen Ursprungs als auch coliforme Bakterien aus der Umwelt nach
- Für die Entwicklung geeigneter Strategien zur nachhaltigen Beseitigung von Befunden ist die Bewertung der Befundsituation essentiell.
- Vom TZW wurden bei einer Vielzahl von Fällen die Ursachen coliformer Befunde aufgeklärt sowie Ansätze zur Identifizierung der Kontaminationsquelle entwickelt

# Kenntnisse zu coliformen Befunden

---

- Keine Vermehrung coliformer Bakterien im Trinkwasser  
→ Befundhöhe entspricht in etwa Eintragsituation
- Keine Vermehrung im Trinkwasserbiofilm bei Einsatz geprüfter Materialien → Biofilm keine Kontaminationsquelle
- Häufigere Kontaminationsquellen
  - Eindringen von Nichttrinkwasser (Undichtigkeiten Brunnen u. Behälter)
  - Eindringen von Tieren (Behälter)
  - Unsachgemäßer Einsatz Gleit- und Schmiermittel
  - Ungeprüfte Materialien
  - Ablagerungen in Behälter und Rohrleitungen
  - Verunreinigungen durch Baumaßnahmen

# Einordnung der Befundsituation

---

**Wenige unterschiedliche Spezies** coliformer Bakterien:

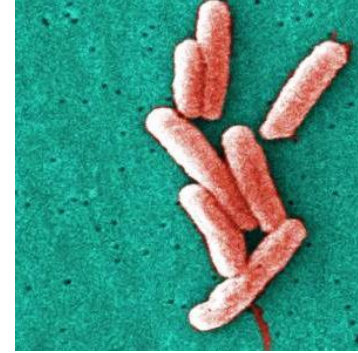
- Hohe Wahrscheinlichkeit für Vermehrung im System:  
Hygienische Relevanz eher gering

**Viele unterschiedliche Spezies** coliformer Bakterien:

- Hohe Wahrscheinlichkeit für unmittelbaren Eintrag von außen:  
Hygienische Relevanz hoch

# **Praxisbeispiele zu Ursachen coliformer Befunde und Gegenmaßnahmen**

# Beispiel 1: Vermehrung in Behältersediment

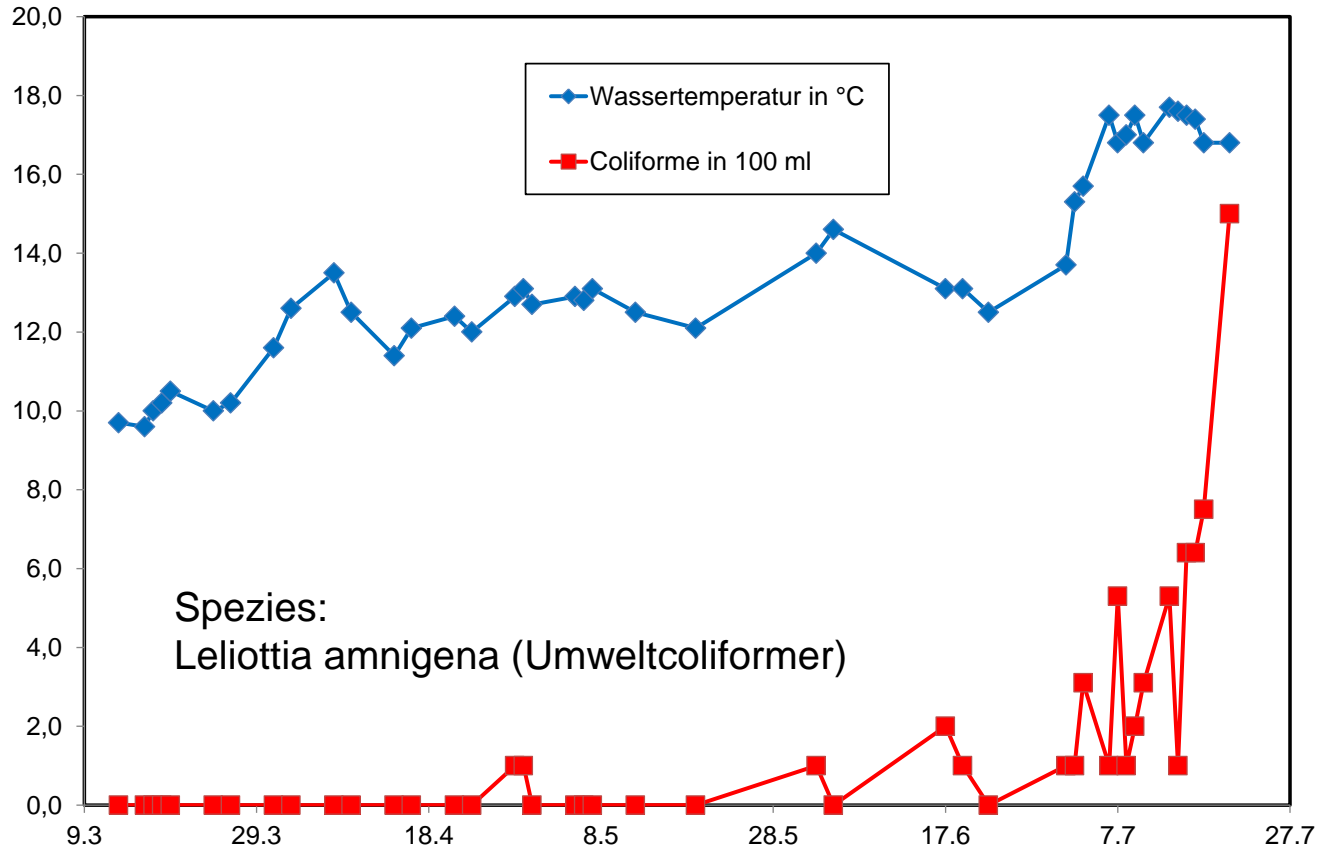


Quelle: vfad.com.my

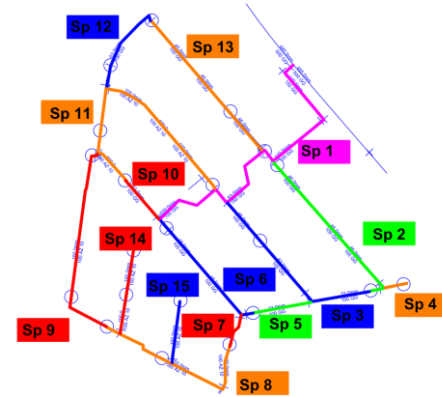
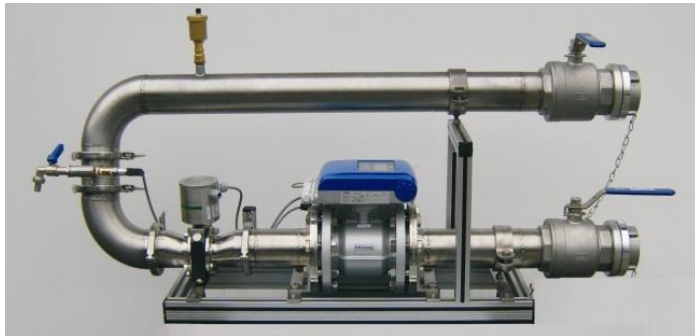
Befunde im Netz durch Vermehrung **Serratia fonticola (Monokultur)** in Ablagerungen:  
ca. 2.000 Coliforme pro g Ablagerungen

**Beseitigung der Befunde  
durch Behälterreinigung:  
Austrag Bakterien und  
Nährstoffe**

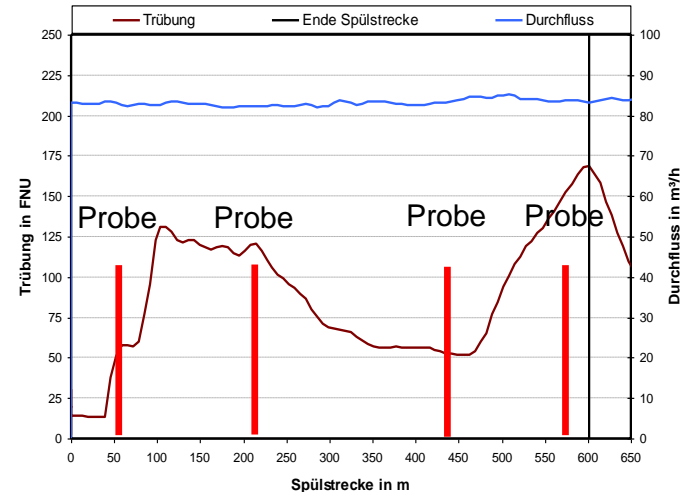
# BEISPIEL 2: BEFUNDSITUATION IM NETZ



# Verknüpfung Spülung mit mikrobiol. Monitoring

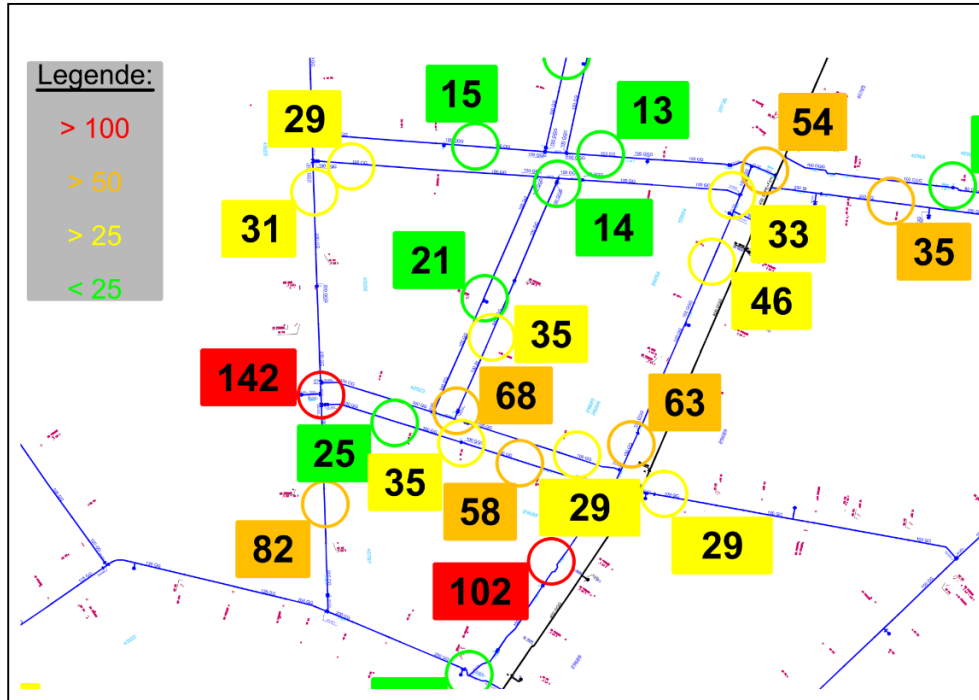


Systematische  
Spülung mit  
klarer  
Wasserfront  
nach Spülplan





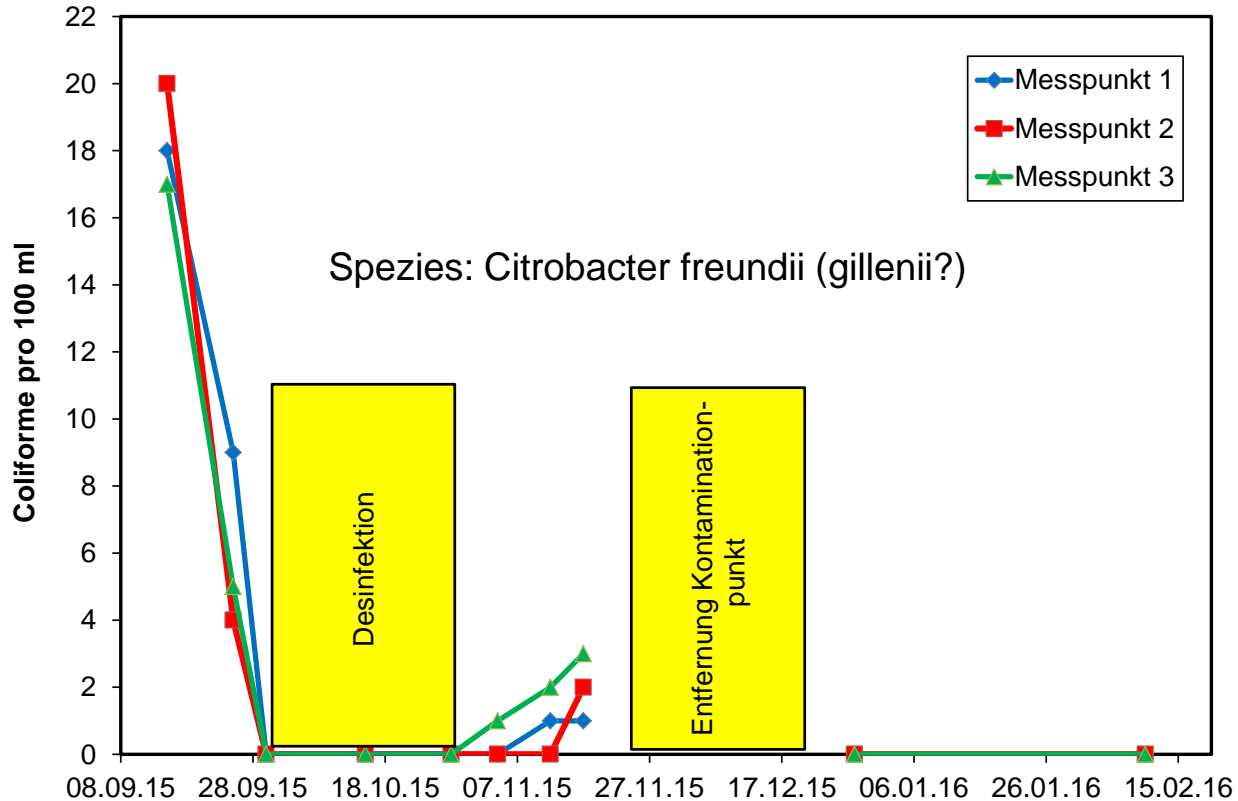
# Beispiel 2: Vermehrung Coliformer in Ablagerungen



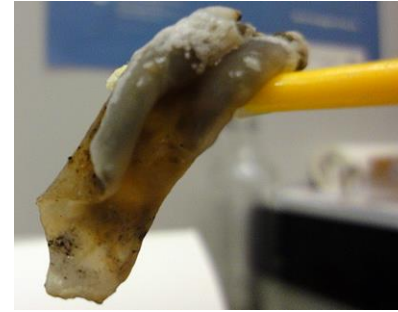
Befunde im Netz durch Vermehrung von *Lelliottia amnigena* (Monokultur) in Ablagerungen

**Beseitigung der Befunde durch Netzspülung:  
Austrag Bakterien und Nährstoffe**

# Beispiel 3: Befundsituation im Netz



## Bespiel 3: Unsachgemäßer Einsatz Schmiermittel



Befunde im Netz durch unsachgemäßen Einsatz von Schmiermittel Vermehrung *Citrobacter freundii* (*gillenii*?? - Monokultur)

**Beseitigung der Befunde durch Einbau neuer Armaturen**

# Beispiel 4: Ungeprüfte Dichtungen

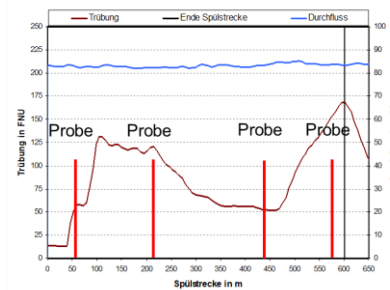


Befunde im Netz  
durch *Lelliottia*  
*amnigena*  
(Monokultur) durch  
Vermehrung auf  
ungeprüften  
Dichtungen

**Beseitigung  
Befunde durch  
Entfernung  
Dichtungen**

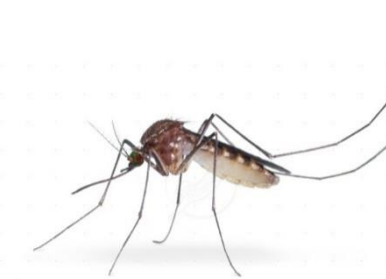


# Beispiel 4: Identifizierung Hotspots mit Dichtungen





# Beispiel 5: Eintrag coliformer Bakterien und Enterokokken durch Insekten



Warren Photographic  
citifmonline.com



Eindringen von Insekten in Behälter z. B. über Belüftungsöffnungen.

Mücke: ca. 10.000 Coliforme pro Individuum  
(z.B. *Serratia liquefaciens* und *Pantoea* sp.)  
ca. 100.000 Enterokokken pro Individuum  
(nur *Enterococcus rotai*)

**Ausstattung von Behälteröffnungen mit Filtersystemen nach DVGW-Regelwerk**

# Spezies coliformer Bakterien und Ursachen

---

## Spezies

## Ursache

*Serratia fonticola*

Vermehrung in Ablagerungen in einem Behälter

*Serratia fonticola*

Vermehrung in einem Sandfilter

*Serratia fonticola*

Vermehrung in einem Trinkwassernetz – vermutl. Materialproblem

*Lelliottia amnigena*

Vermehrung in Ablagerungen in einem Trinkwassernetz

*Lelliottia amnigena*

Vermehrung auf Gummidichtungen in einem Trinkwassernetz

*Lelliottia amnigena*

Vermehrung durch Mehl aus Rohrbau in einem Trinkwassernetz

*Lelliottia nimipresuralis*

Vermehrung auf Gummidichtungen in einem Trinkwassernetz

*Citrobacter freundii* (*gillenii*)

Vermehrung auf Schmiermitteln in Schiebern

*Citrobacter gillenii*

Vermehrung auf Schmiermitteln in Rohwasserpumpe

*Citrobacter gillenii*

Vermehrung auf Gleitmittel bei Rohrbau

# Fazit zu coliformen Befunden

---

- Treten bei Befunden nur wenige Spezies coliformer Bakterien auf (Monokultur), ist von einer Vermehrung im Trinkwassersystem auszugehen.
- Treten mehrere Spezies auf, ist ein Eintrag von außen wahrscheinlich.
- Die Speziesidentifizierung unterstützt die Einordnung der hygienischen Relevanz und die Detektion der Quelle.
- Bei einer Vermehrung im System gelingt eine nachhaltige Beseitigung nur durch Elimination der Nährstoffquelle.
- Bei einem Eintrag von außen gelingt eine nachhaltige Elimination nur durch Beseitigung der Eintragsstelle.
- Der Einsatz der Desinfektion ist dann sinnvoll, wenn die hygienische Unbedenklichkeit des Wassers gesichert werden soll (Kontaminationsquelle unklar oder nicht zu beseitigen).
- Eine Desinfektion kann die Ursachenanalyse erschweren.



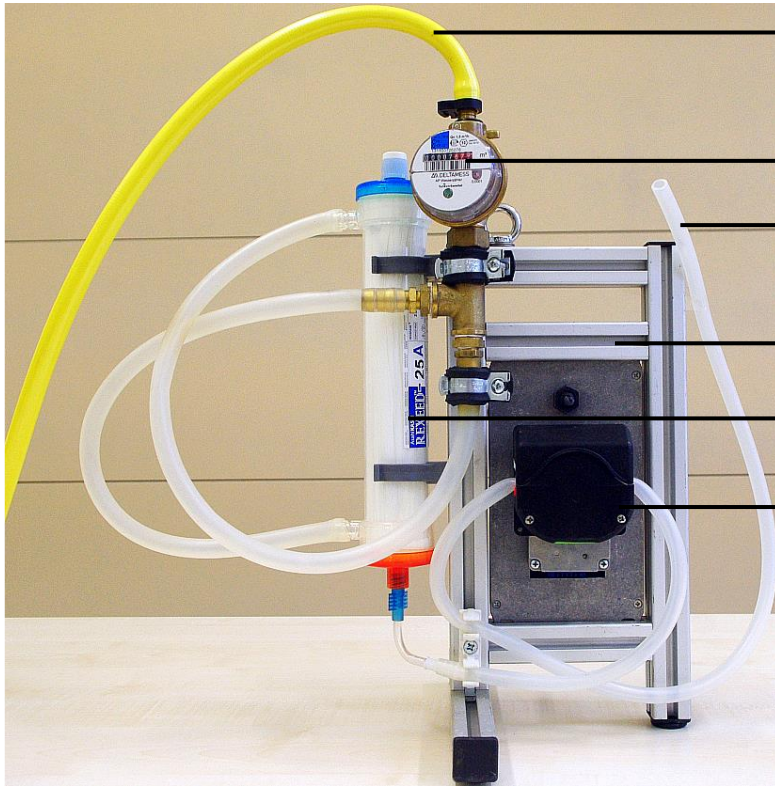
# **Schnelle Vor-Ort-Anreicherung coliformer Bakterien und Enterokokken**

# Hintergrund

---

- In der Praxis treten bei Routineuntersuchungen in der Trinkwasserprozesskette immer wieder niedrige Einzelbefunde für coliforme Bakterien oder Enterokokken auf.
- Einzelbefunde sind stets kritisch zu hinterfragen, da sie ein Indikator für eine latente geringe Belastung oder zeitweise Kontamination darstellen können.
- Bei den klassischen Verfahren ist eine sichere Detektion erst ab 10.000 Bakterien pro m<sup>3</sup> möglich (Bestimmungsgrenze: 1 Bakterium pro 100 ml).
- In einem DVGW-Forschungsprojekt wurde das Vor-Ort-Anreicherungs-system „MikroSens“ entwickelt.
- Mit MikroSens wird eine höhere Sensitivität und somit schnellere und eindeutige Identifizierung der Ursachen von Belastungen ermöglicht.

# System MikroSens



Ablaufschlauch

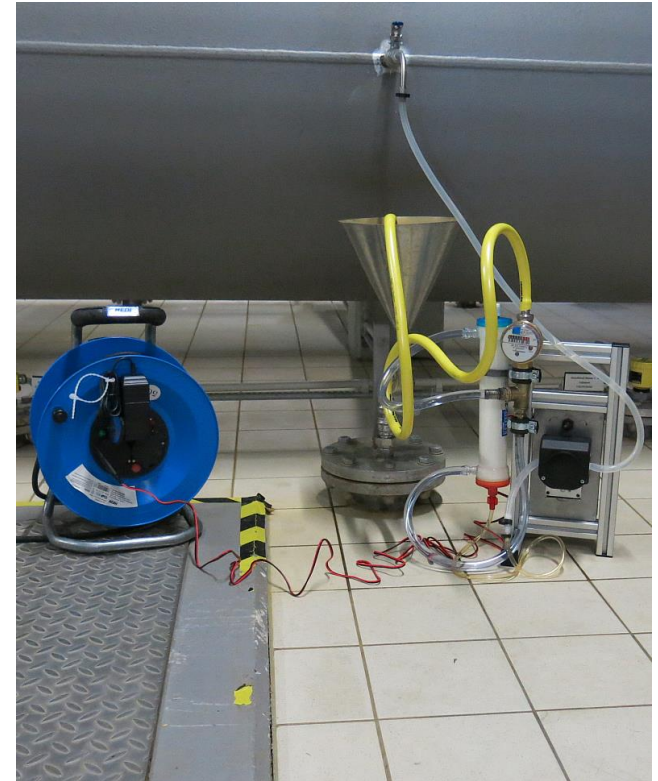
Wasserzähler

Zulaufschlauch

Gestell

Filtrationsmodul

Schlauchpumpe



# Bewertung Kontamination durch Identifizierung

Quantifizierung



+

Identifizierung (z.B. MALDI-TOF)

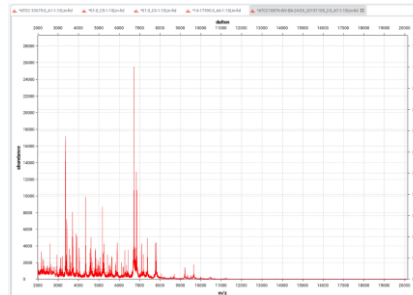


Keywordskong.com

=

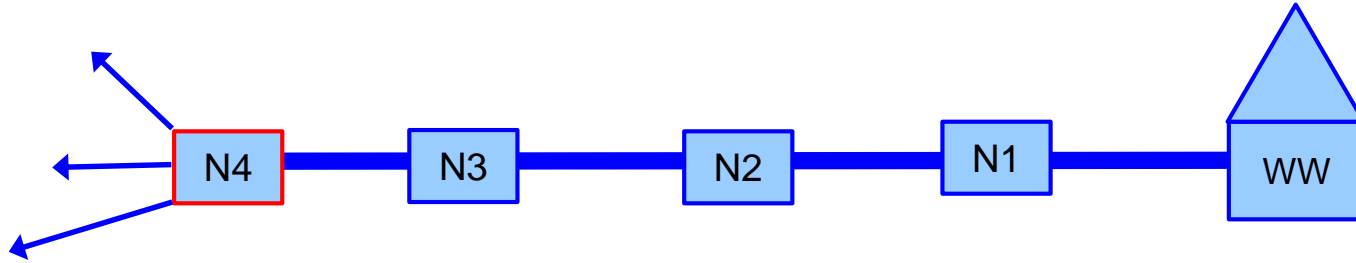
Bewertung

Kontaminationsquelle +  
hygienische Relevanz



ATCC\_10876\_OpenTyper\_openSUSE\_Cinnamon

# Beispiel 1: Bewertung Transportleitung



PN-Stelle	1. Probennahme		Angaben n/m <sup>3</sup>			2. Probennahme		Angaben n/m <sup>3</sup>		
	Coliforme (19 h)	E. coli (19 h)	Coliforme (22 h)	E. coli (22 h)	Enterokokken	Coliforme (19 h)	E. coli (19 h)	Coliforme (22 h)	E. coli (22 h)	Enterokokken
Wasserwerk <u>vor</u> DES	<b>1094</b>	0	<b>5626</b>	0	0	<b>4954</b>	0	<b>7074</b>	0	0
Netz 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Netz 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Netz 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Netz 4	<b>83</b>	0	<b>125</b>	0	0	<b>47</b>	0	<b>80</b>	0	0

→ Eintragsstelle zwischen Netzpunkt 3 und 4

## Befunde:

*Buttiauxella* sp.  
*Buttiauxella agrestis*  
*Citrobacter freundii*  
*Citrobacter gilleni*  
*Enterobacter youngae*  
*Klebsiella oxytoca*  
*Kluyvera intermedia*  
*Lelliottia amnigena*  
*Pantoea* sp  
*Rahnella aquatilis*  
*Serratia fonticola*  
*Serratia liquefaciens*  
*Serratia marcescens*  
*Serratia plymuthica*  
*Serratia quinivorans*



**Eindringen von Nicht-trinkwasser**

# Beispiel 2: Bewertung Baumaßnahme

Wasserwerk: 0,002 KBE/100ml → 20 KBE/m<sup>3</sup>

*Buttiauxella agrestis*

Netzpunkt bei Baustelle: 0,05 KBE/100ml → 500 KBE/m<sup>3</sup>

*Lelliotta amnigena*

*Enterobacter*

*Buttiauxella* sp.

*Buttiauxella giviniae*

*Lelliotta minipressuralis*

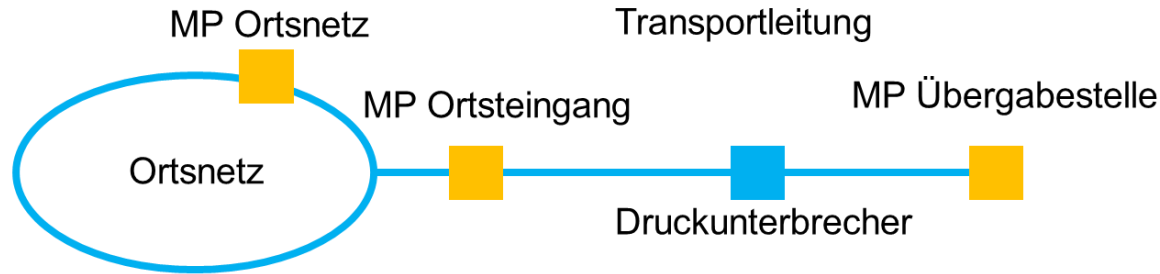
*Buttiauxella* sp.

## Schlussfolgerung:

Im Bereich der Baustelle ist eine Verunreinigung od. Nährstoffquelle vorhanden



# Beispiel 3: Identifizierung Kontaminationspunkt



Messpunkt	Filtriertes Volumen in l	Coliforme pro 100 ml / m <sup>3</sup>	Enterokokken pro 100 ml / m <sup>3</sup>
Übergabestelle	100	0,0393 / 393	n.n.
Ortsteingang	104	0,0329 / 329	0,8310 / 8.311
Ortsnetz	108	0,0670 / 670	0,7630 / 7631

Messpunkt	Coliforme	Enterokokken
Übergabestelle	2 x <i>Citrobacter gillenii</i> 3 x <i>Buttiauxella</i> sp.	n.n.
Ortsteingang	8 x <i>Serratia marcescens</i> 1 x <i>Citrobacter gillenii</i> 1 x <i>Kluyvera intermedia</i>	5 x <i>Enterococcus faecalis</i>
Ortsnetz	5 x <i>Serratia marcescens</i>	4 x <i>Enterococcus faecalis</i> 1 x <i>Enterococcus haemoperoxidans</i>

Eintragsstelle zwischen Übergabestelle und Ortsteingang → Druckunterbrecher



# Allgemeine Vorgehensweise TZW

---

Analyse vorhandener Daten und durchgeführter Maßnahmen

Besprechung (+ Ortsbegehung)

Definition Untersuchungsprogramm

Beprobung

Anreicherung  
MikroSens

Untersuchung  
Wirbellose auf  
Bakterien

Spülungen mit  
mikrobiologischen  
Untersuchungen

Bauteilunter-  
suchungen

**Identifizierung der Befunde**

Empfehlungen



Vielen Dank für das Interesse!



**Dr. Andreas Korth**

TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser  
Außenstelle Dresden, Wasserwerkstr. 2  
01326 Dresden  
Andreas.Korth@tzw.de