

Keime als Risiko für natürliche Gewässer?



Dr. Hans Güde, Institut für Seenforschung, 88085 Langenargen



- Beschränkung auf Fäkalkeime
- Eintrags-Quellen
- Verbleib im Gewässer
- Vorsorgemaßnahmen
- Ausblick



Gruppe	Parameter	Hygienische Bedeutung
Bakterien	Gesamtzellzahl	allg. bakterielle Belastung
	Gesamtkoloniezahl (HPC)	allg. bakterielle Belastung
	E. coli	Indikatorparameter
	coliforme Bakterien	Indikatorparameter
	intestinale Enterokokken	Indikatorparameter
	<i>C. perfringens</i>	Indikatorparameter
	<i>P. aeruginosa</i>	Umweltkeim (fakultativ pathogen)
	<i>Legionella</i> sp. und <i>L. pneumophila</i>	Umweltkeim (fakultativ pathogen)
	Aeromonaden	Umweltkeim (fakultativ pathogen)
	Campylobacter Salmonellen	obligat pathogen (fäkaler Herkunft) obligat pathogen (fäkaler Herkunft)
Viren	Adenoviren	obligat pathogen (fäkaler Herkunft)
	Polyomaviren	obligat pathogen (fäkaler Herkunft)
	Rotaviren	obligat pathogen (fäkaler Herkunft)
	Noroviren GI/GII	obligat pathogen (fäkaler Herkunft)
	Enteroviren	obligat pathogen (fäkaler Herkunft)
Protozoen	<i>Cryptosporidium</i> spp.	obligat pathogen
	<i>Giardia lamblia</i>	obligat pathogen
Invertebraten	<i>Trichobilharzia</i> spp.	obligat pathogen

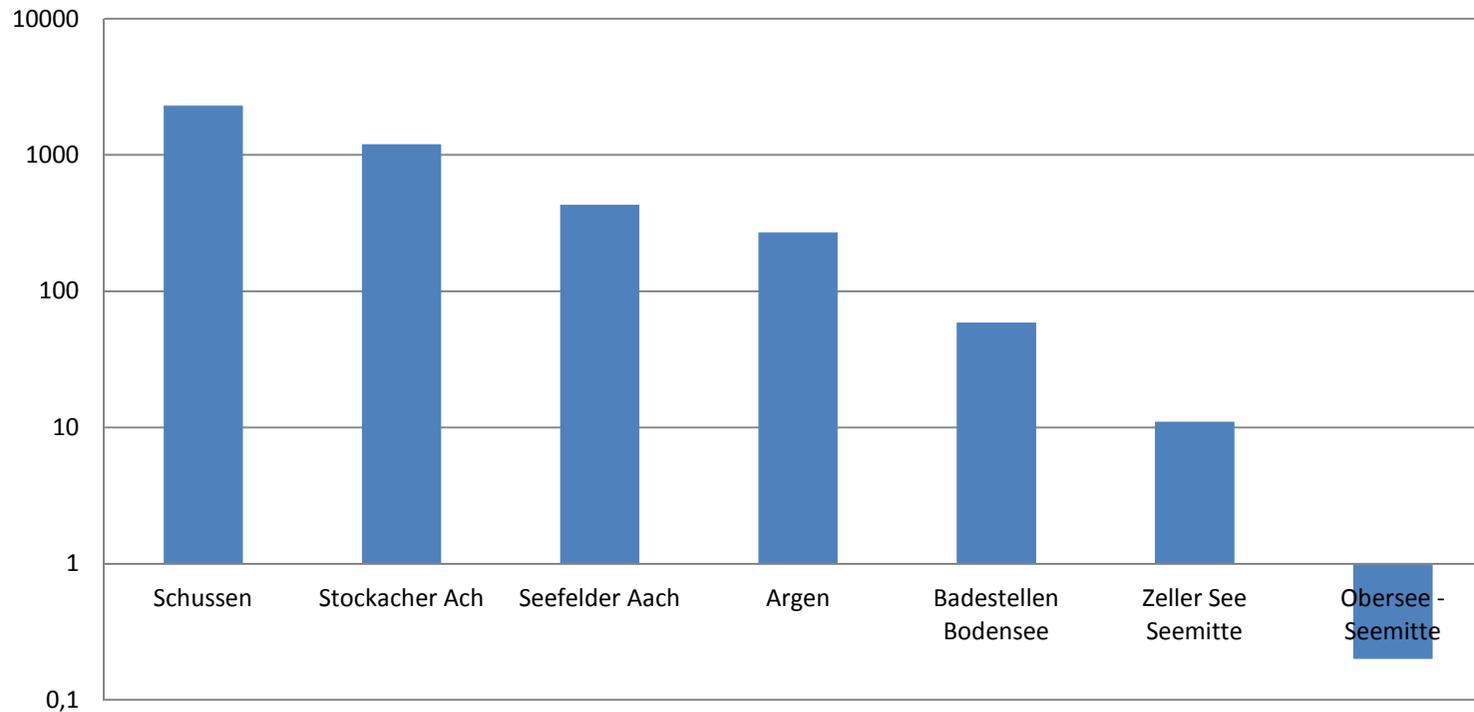
Quelle :Riskwa-Projekt „Sichere Ruhr“

E.Coli und Intestinale Keime sind Indikatoren für fäkale Verunreinigung, potenzielle Krankheitserreger nicht fäkaler Herkunft werden nicht abgedeckt



Medianwerte aus Fallbeispielen des Bodenseeeinzugsgebietes

E.coli (pro 100 ml) in Bodensee und Zuflüssen



Zum Vergleich in 100 ml Bodenseewasser
 Gesamtbakterienzahl = rund 200.000.000
 Gesamtkoloniezahl = rund 200.000

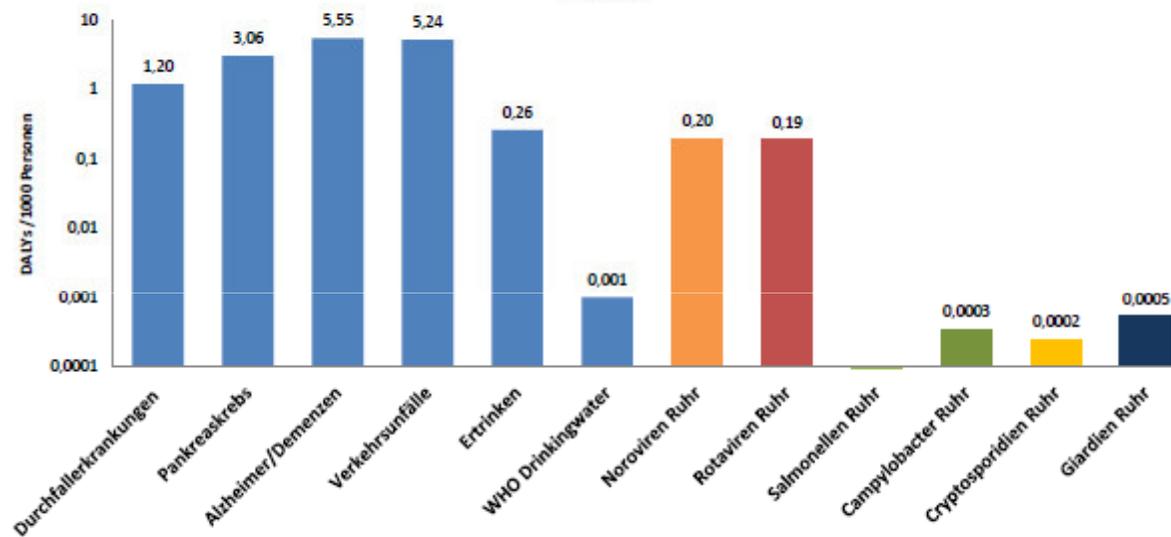


Risikobewertung

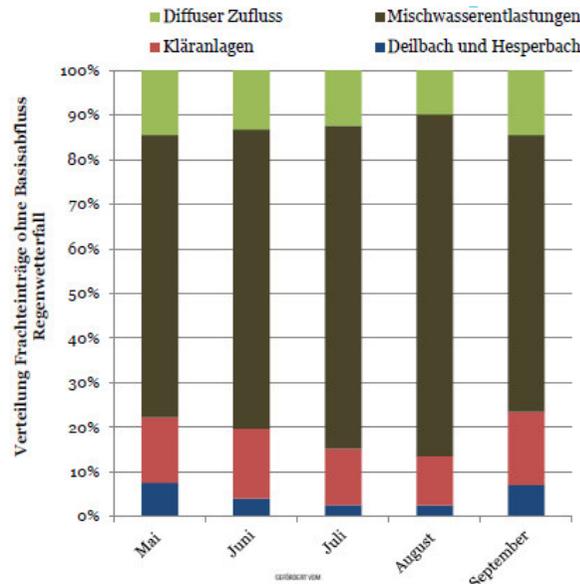
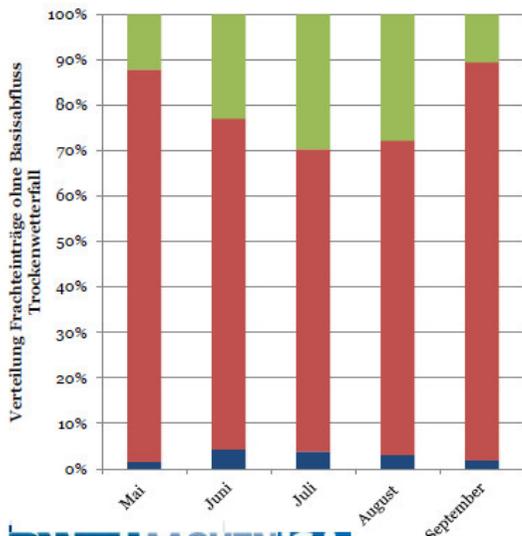
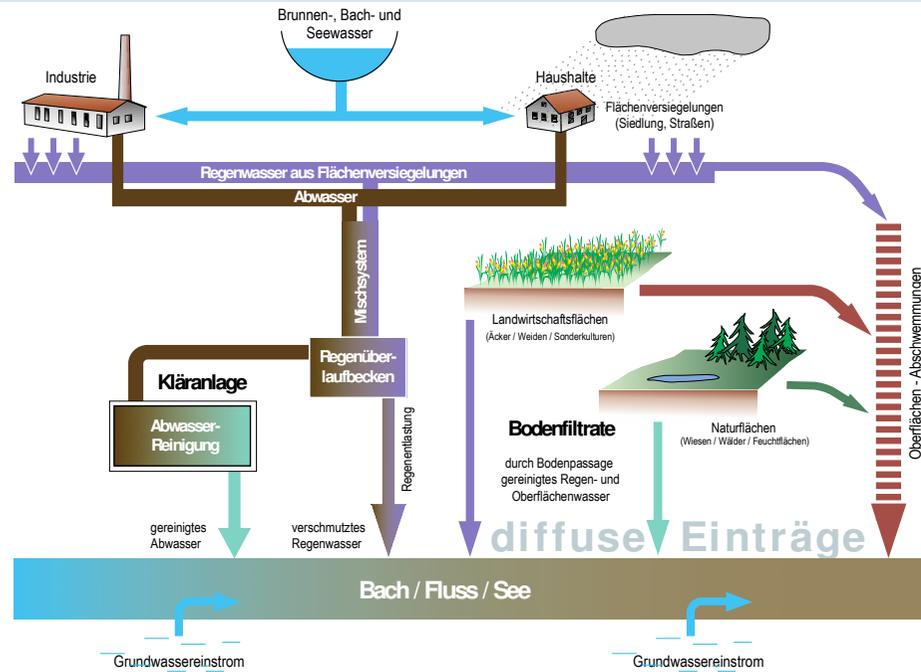


DALYs im Vergleich

Vergleich der DALYs für die untersuchten Pathogene mit bekannten DALY Werten, jeweils je 1000 Personen



Quelle: Riskwa Projekt „Sichere Ruhr“



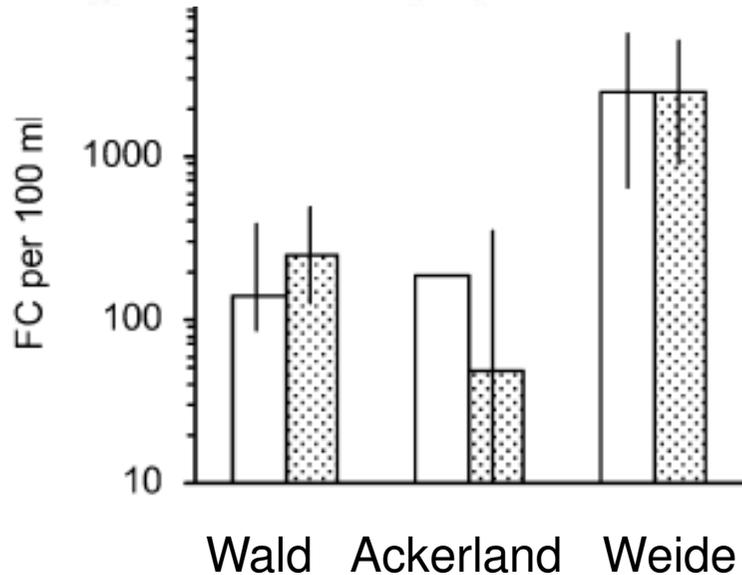
Quelle: Riskwa-Projekt „Sichere Ruhr“

> Hoher Anteil der Mischwasserentlastung

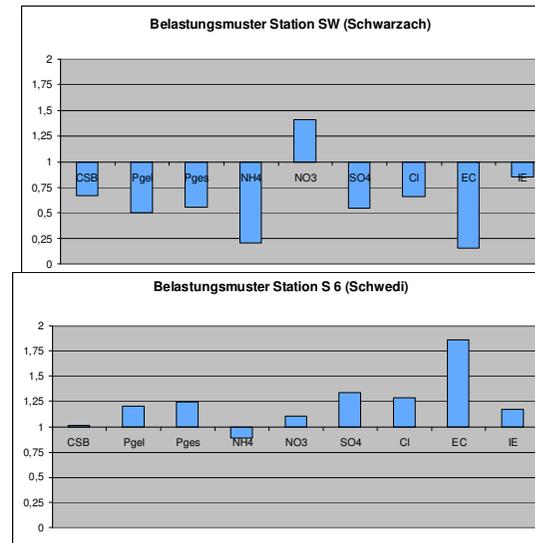
Bilanz an Schussen (2008):
E.Coli Fracht aus der Siedlungsentwässerung zu > 80% aus RÜB



I. George et al. / Water Research 38 (2004) 611–618



Aus Schussenprogramm 2008 (> 1 = über <1= unter Durchschnitt)



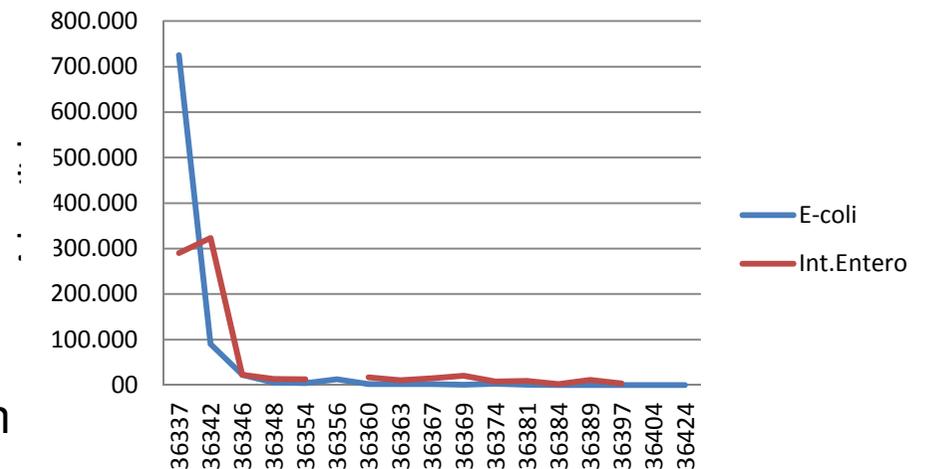
Probestelle
Nebenfluss mit
geringem Anteil
Abwasser

Probestelle
Mündung mit
hohem Anteil
Abwasser

Teilweise hohe diffuse Einträge, aber:
Abschätzung **Anteil diffuser Einträge**
von E.coli im Einzugsgebiet der Oise
(Nebenfluss der Seine, Einwohnerdichte
< 50/km²): < **5%** !

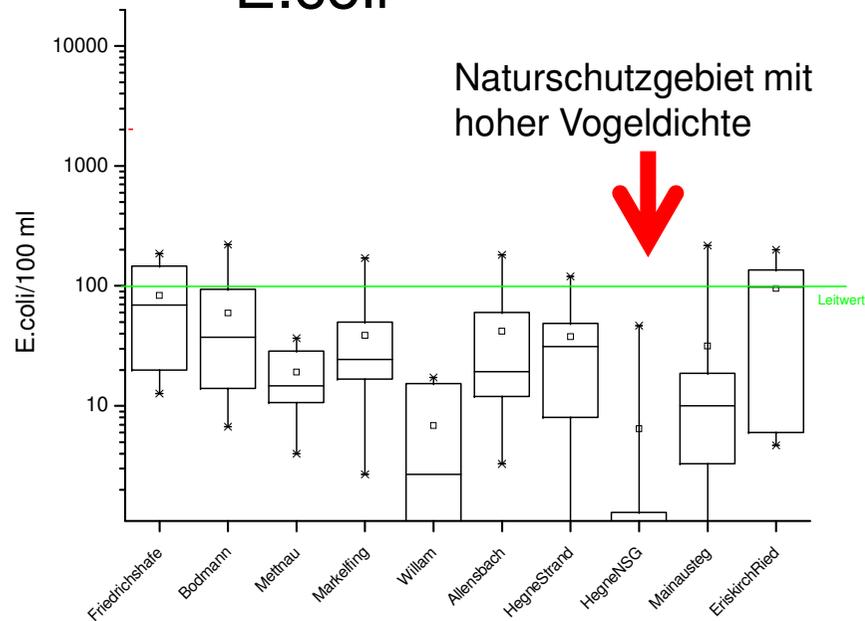
Bei ordnungsgemäßer Güllelagerung →
(>3 Monate) geringe Fäkalkeimkonzentration

Überleben Fäkalkeime in Gülle

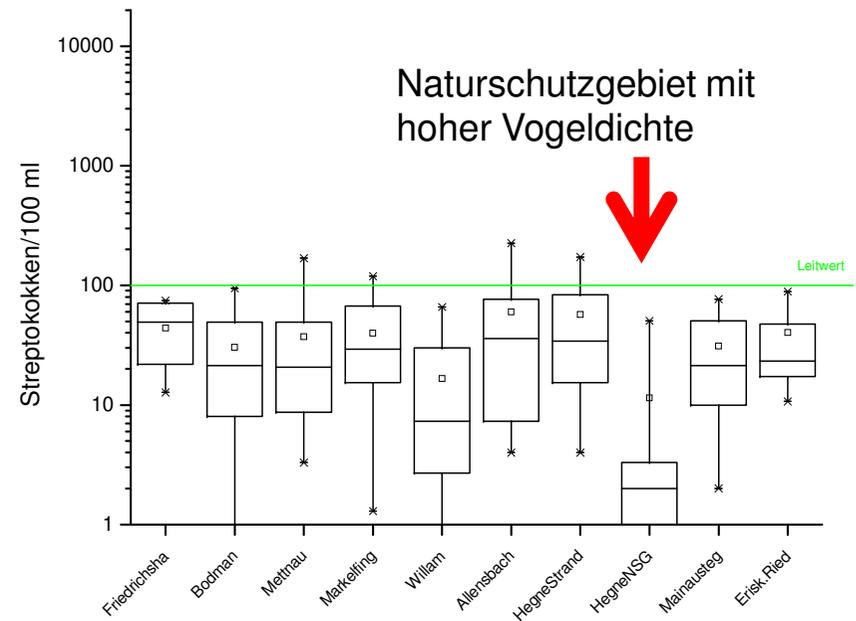




E.coli

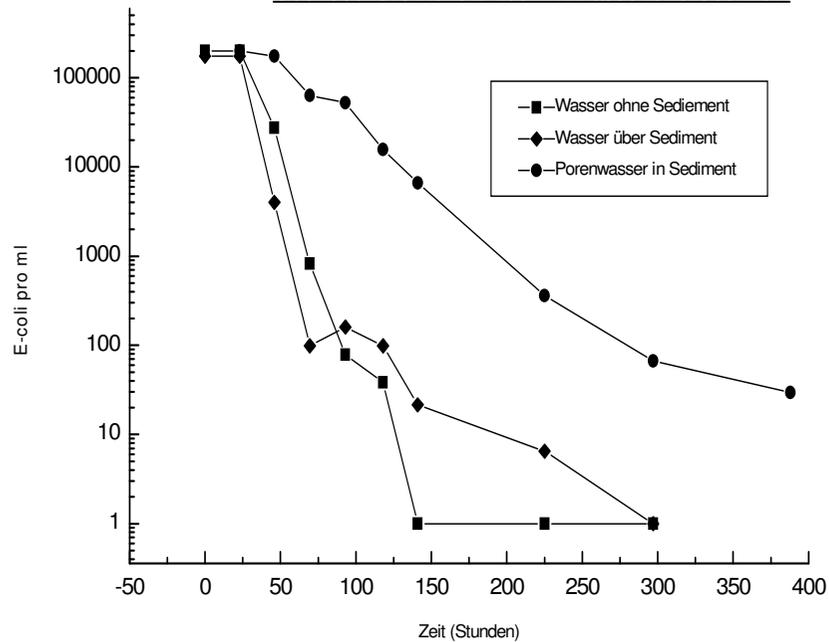


Intestinale Enterokokken



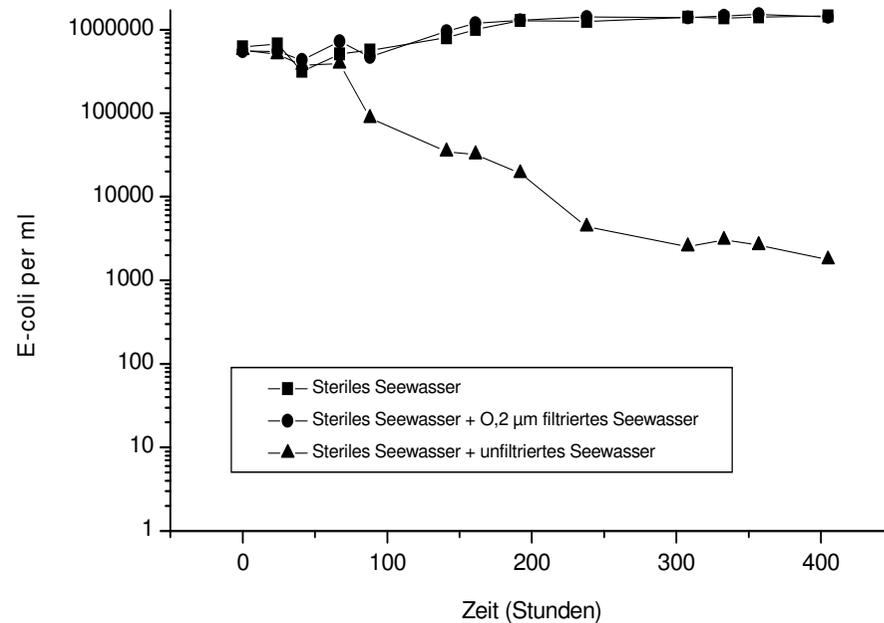


Überlebenskurve für E-coli in Wasser und Sediment



Schnelles Verschwinden im Wasser
Verzögerte Abnahme im Sediment

Überlebenskurve von E-coli



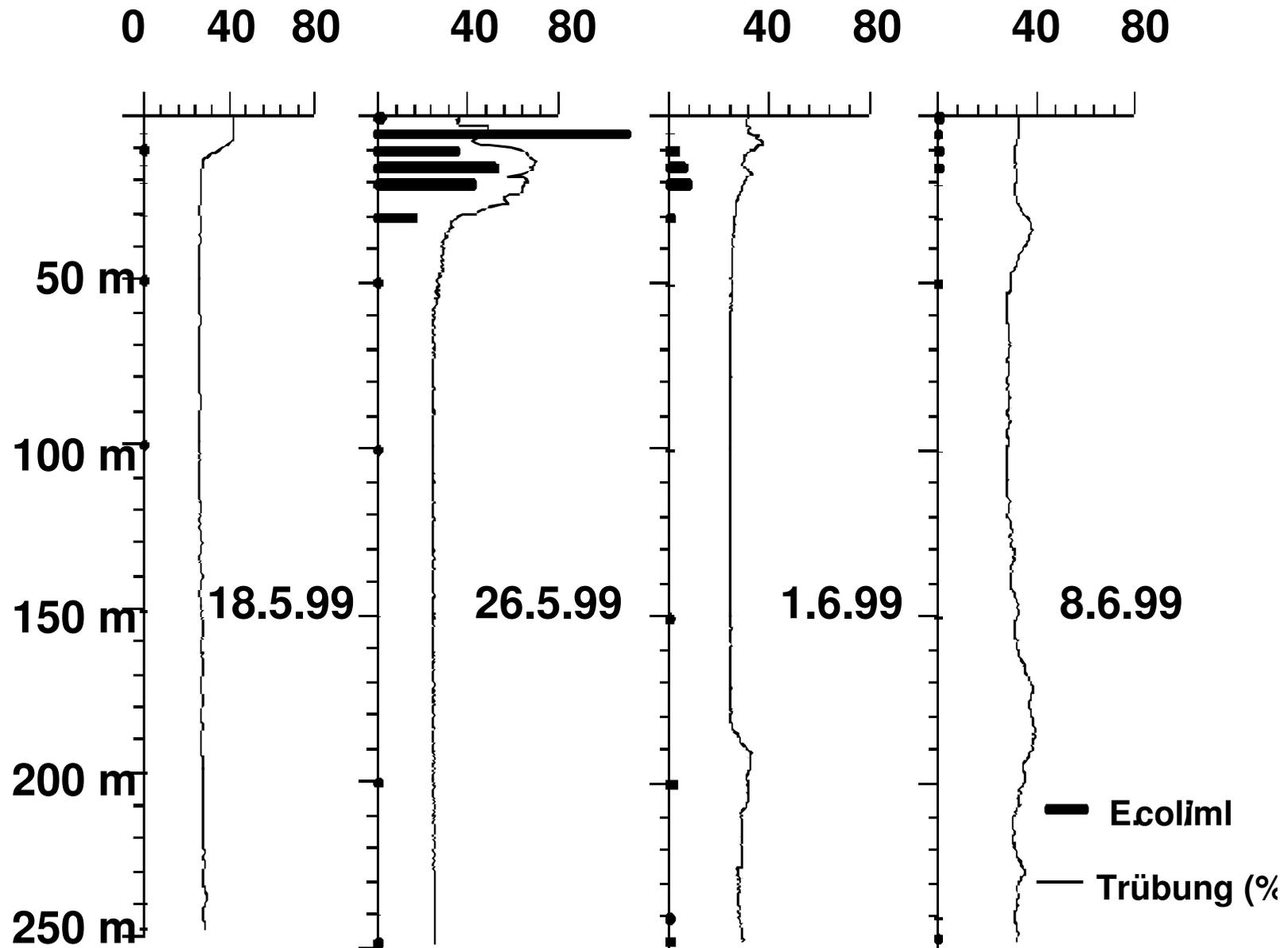
Potentiell lange Persistenz!
Abnahme v.a. durch Fraßverluste

Hochwasserereignis bestätigt kurze Überlebenszeiten

SchussenAktivplus



Vertikalprofile in Bodensee-Seemitte vor und nach Hochwasserereignis Mai 1999



Ursache: Übergang in den VBNC (Viable but not culturable) Status,
 = Verlust der Fähigkeit zur Koloniebildung auf Nachweismedien bei Stress,
 Jedoch potenziell reversibel !! Risikobewertung noch unklar!

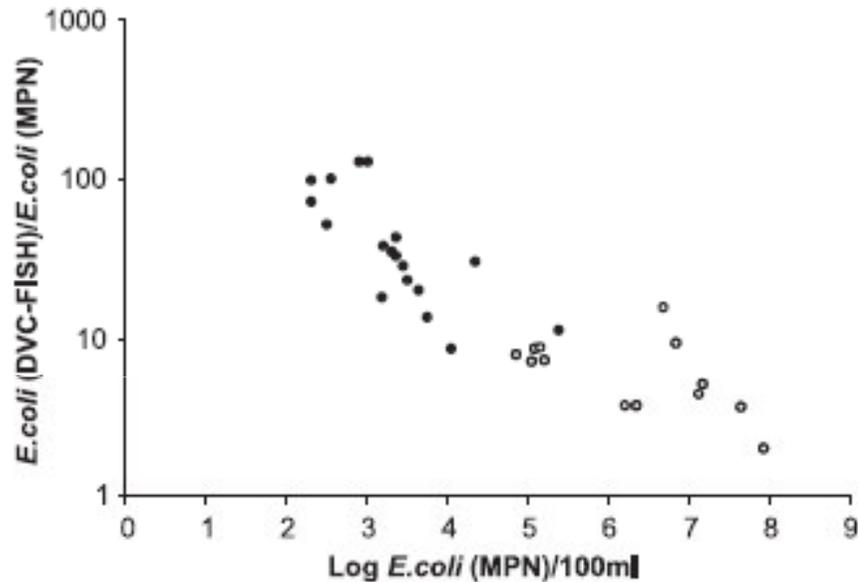


Fig. 4. Ratio of the *E. coli* enumerated by the DVC-FISH method and by the MPN method plotted against culturable *E. coli* (MPN enumeration) in river water (●) and wastewater (○) samples.

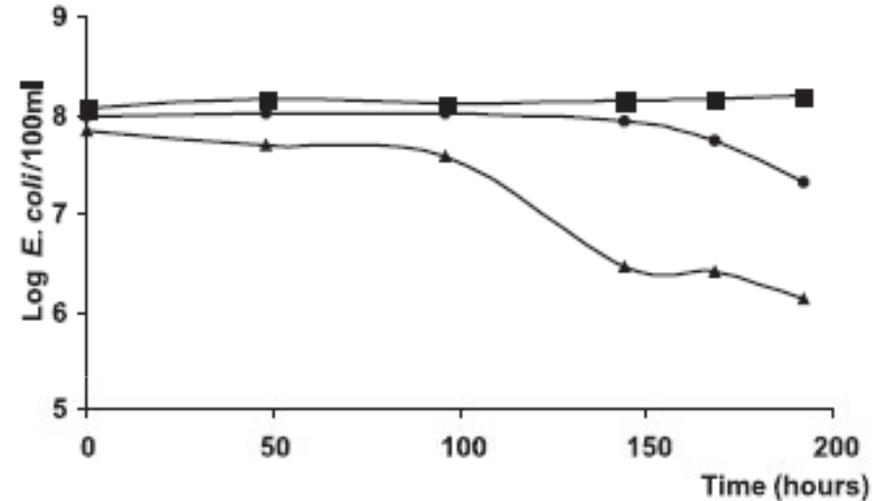


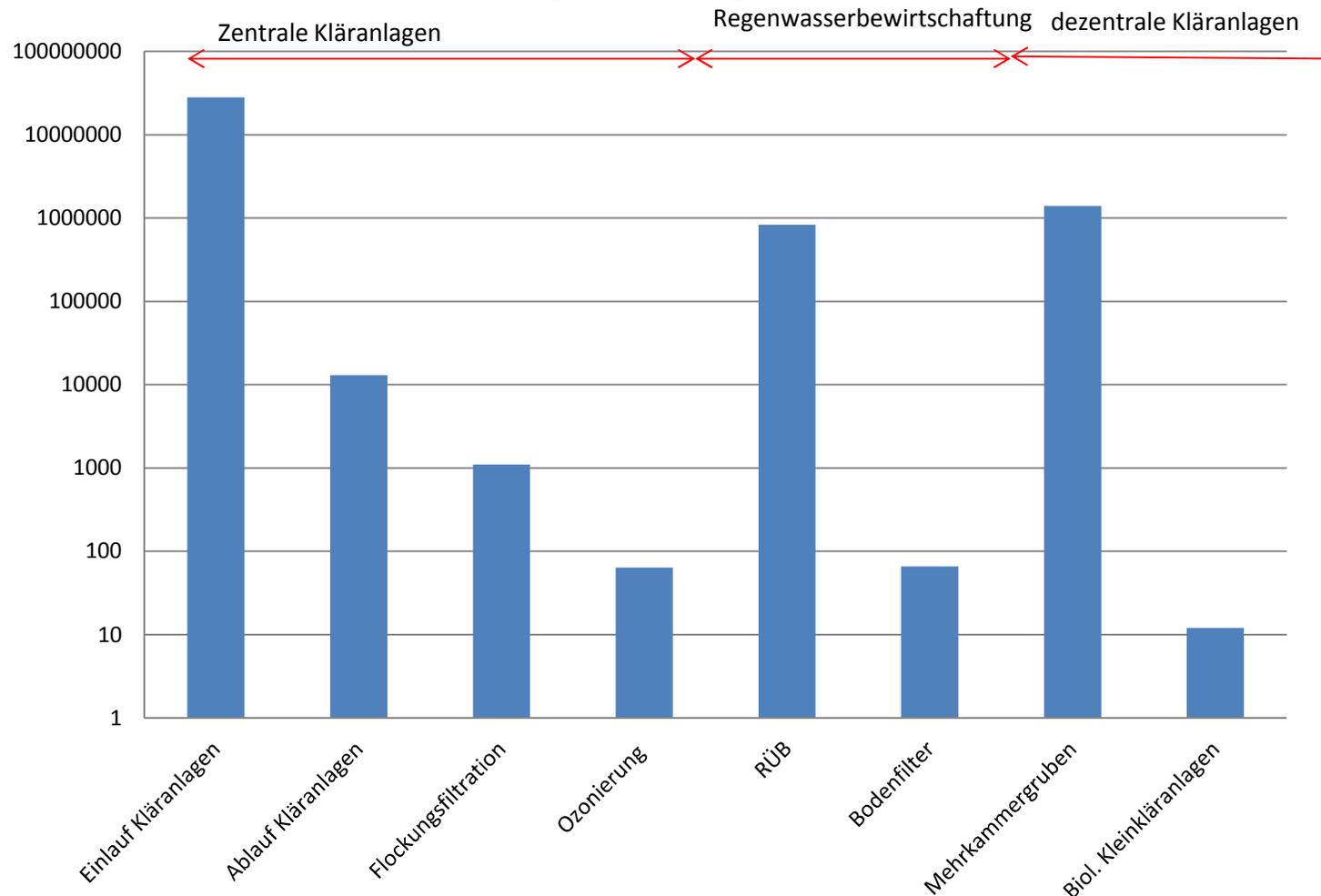
Fig. 5. Temporal fluctuation of *E. coli* abundance measured by microscopic enumeration after DAPI staining (■), the MPN method (▲) and the DVC-FISH procedure (●) in a microcosm containing sterile mineral water spiked with *E. coli* cells and incubated at 20 °C in the light.

Quelle :T. Garcia-Armisen, P. Servais / Journal of Microbiological Methods 58 (2004) 269–279



Medianwerte aus Fallbeispielen des Bodenseeeinzugsgebietes

E.coli Konzentrationen in Siedlungsentwässerung



Hohe Effizienz der konventionellen Kläranlagen, jedoch Abläufe dennoch nicht unkritisch.

Fallweise daher weitergehende Maßnahmen sinnvoll (Beispiel Isar)

Bei Regenwasserbehandlung Retentionsbodenfilter besonders wirksam

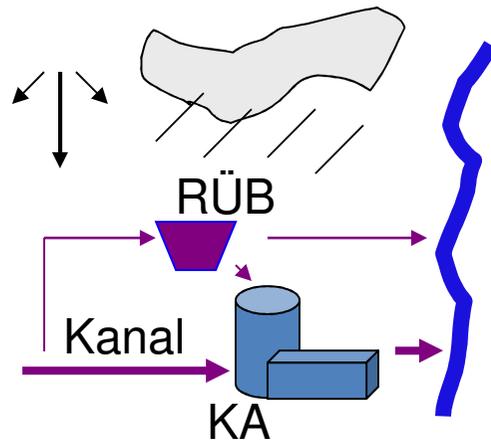
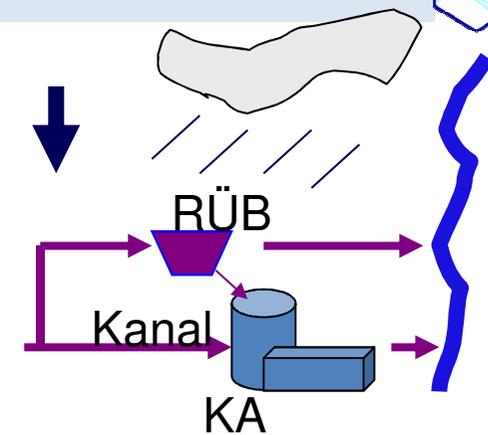
Bei dezentraler Abwassertsorgung Kleinkläranlagen i.d.R. sehr wirksam

Maßnahmenstrategie Regenwasserbewirtschaftung

SchussenAktivplus

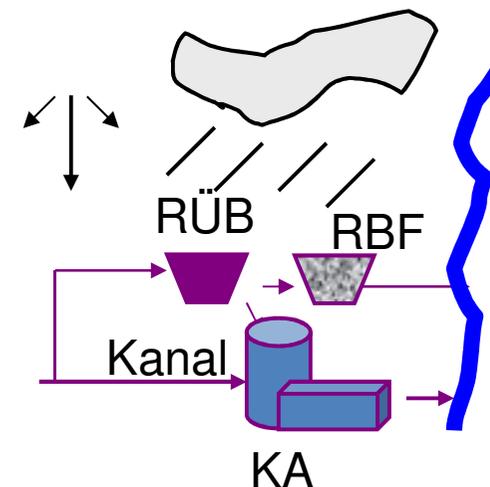


Erreichung des Ausbaustandes der Regenwasserbehandlung nach ATV A128 in allen Kanalnetzen.



Optimierung Regenwasserbewirtschaftung mit hydraulischen Entlastungen über Speicherung, Verdunstung und Versickerung von unbelastetem Regenwasser. Zusätzlich computergesteuerte Optimierung der der Speicherkapazität des Kanalnetzes.

- Weitergehende Regenwasserbehandlung wie z.B. Bau von Bodenretentionsfiltern an geeigneten Standorten, mit Nachreinigung der Überlaufwässer aus den Kanalnetzen



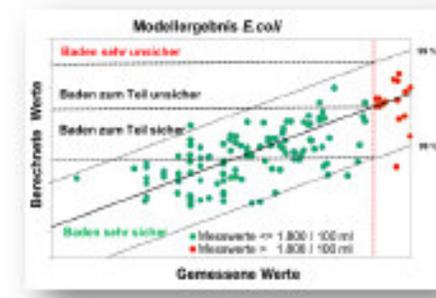


Überwachung / Monitoring

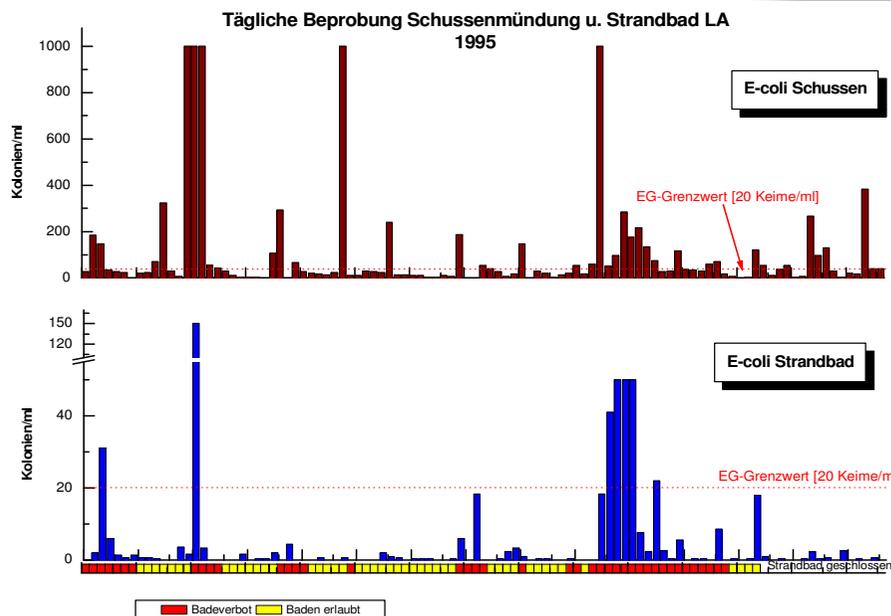
- Schnelltests (Kits + qPCR): unterschiedlich gut, Zeitgewinn gering
- Online-Monitoring: für BGRL-Überwachung (noch) ungeeignet

Frühwarnsystem: funktionierende Ansätze

- Korrelationen (spezifisch je Badestelle)
- Trockentagemodell (≥ 2 Tage nach Regen)
- KNN-Vorhersage (spezifisch je Badestelle)



Quelle :
Riskwa-Projekt
Sichere Ruhr



Warnsystem
Strandbäder
Eriskirch und
Langenargen

Erstellung von Badewasserprofilen mit Risikobewertung ist nach EG-BadegewRL vorgeschrieben



- **Risiko durch fäkale Verunreinigung bei Viren höher als bei Bakterien**
- **Indikatorkeime zeigen fäkale Verunreinigungen an, aber ...**
- **keine Aussage über Quelle und nicht fäkale Verunreinigungen**
- **Punktquellen aus dem Siedlungsbereich bei Fäkalkeimen dominant**
- **Darunter besonders Mischwasserentlastungen aus dem Kanalnetz**
- **Kurze Überlebensdauer der Keime im natürlichen Gewässer, aber**
 - **längere Verweilzeit in Sedimenten und Biofilmen,**
 - **Zudem Unsicherheit wegen Übergang in VBNC Status**
- **Hohe Rückhalteeffizienz von Kläranlagen und Retentionsbodenfilter**
- **Weitere Entkeimungspotenziale durch Ozon, UV und Membranfilter**
- **Maßnahmenprioritäten erfordert Kenntnis örtlicher Gegebenheiten**

Ausblick

- **Indikation nicht fäkaler Krankheitserreger, Viren**
- **Übergang von „klassischen“ zu molekularen Nachweisverfahren**
- **Erweitertes Verständnis Überlebensverhalten der Keime**
- **Verbesserte Grundlagen Nachweis der Keimquellen (z.B. MST)**
- **Verbesserte Risikobewertung antibiotikaresistente Keime**
- **Etablierung von praktikablen Modellansätzen zur Frühwarnung**