

Qualitative und hygienische Aspekte bei der Nutzung von aufbereitetem Abwasser zur landwirtschaftlichen Bewässerung

Rita Hochstrat, Thomas Wintgens (FHNW)

Workshop “Abwassernutzung in der Landwirtschaft”
12. Februar 2015, Berlin

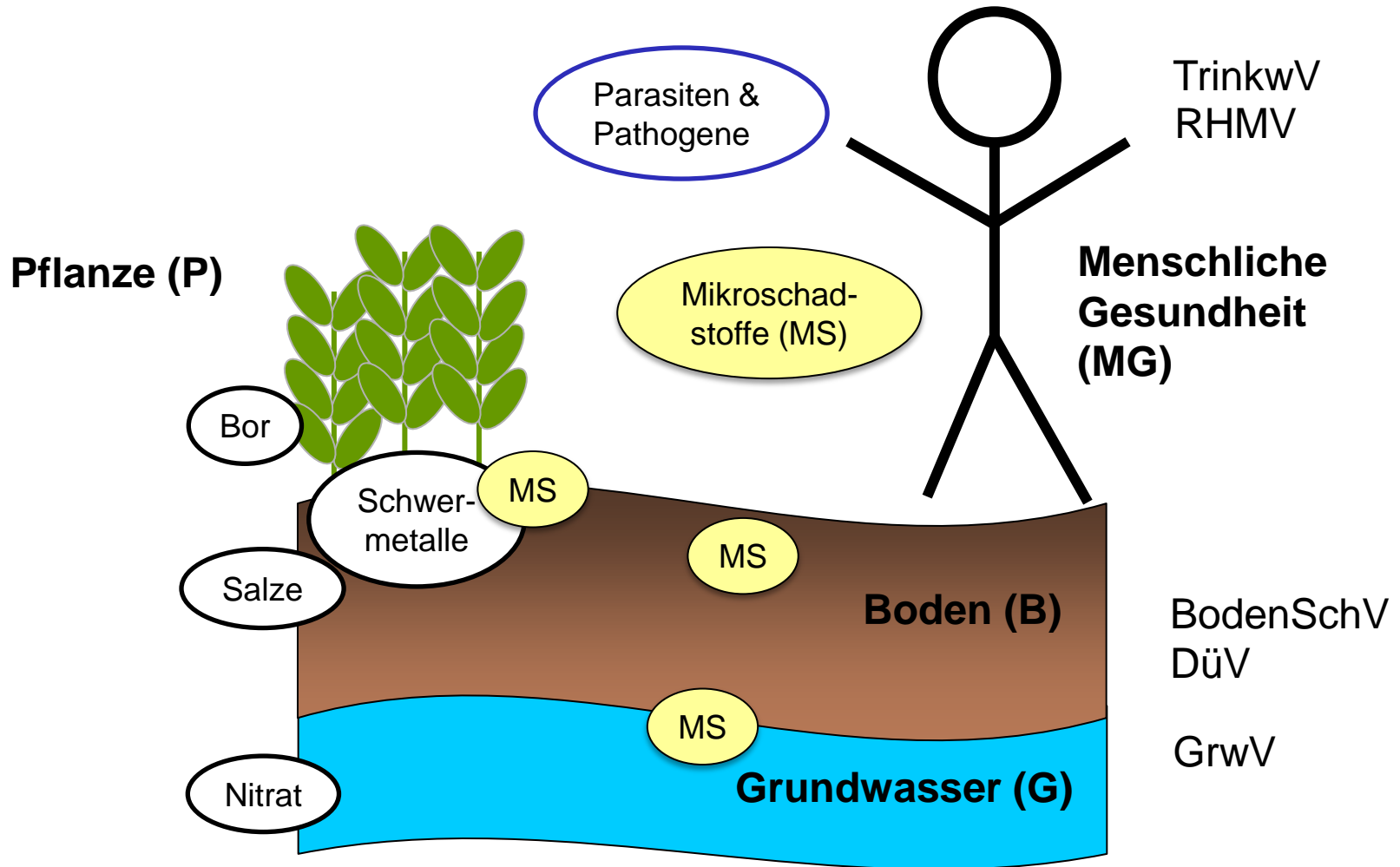
Auftraggeber:



Vortragsstruktur

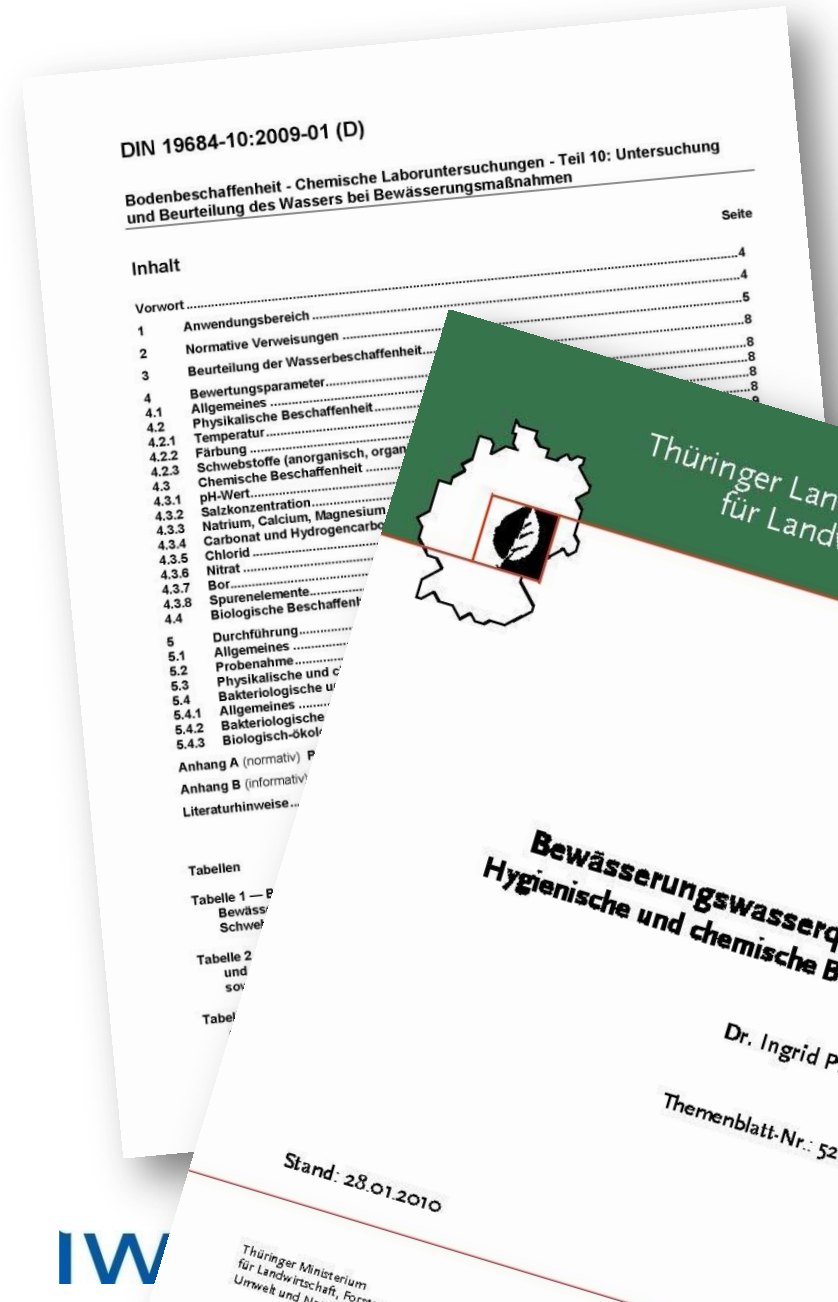
- Welches sind relevante **Schutzgüter** bei der Nutzung von behandeltem Abwasser zur Bewässerung?
- Welche **Inhaltstoffe** finden sich im behandelten Abwasser und gefährden diese Schutzgüter?
- Sind diese Gefährdungen bereits bei der Bewässerung mit Wasser aus konventionellen Quellen berücksichtigt (**existierender Rahmen**)?
- Wo bestehen **Wissens- und/oder Regelungslücken**?

Schutzgüter bei der landwirtschaftlichen Bewässerung



Bewässerungsspezifische Normen

- DIN 19684-10 «Untersuchung und Beurteilung des Wassers bei Bewässerungsmaßnahmen»
 - Untersuchung von Bewässerungswasser
 - Auswirkungen auf Pflanzen und Boden
- DIN 19650 «Bewässerung - Hygienische Belange von Bewässerungswasser», Definition von Eignungsklassen
- Themenblatt-Nr.: 52.06 «Bewässerungswasserqualität - Hygienische und chemische Belange» der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)



Abwasserinhaltsstoffe – geregelt oder nicht?

| Parameter | Bestehende Anforderung an Bewässerungswasser (DIN 19684-10, DIN19650, TLL, FAO) | Betroffenes Schutzgut | Sonstige u.U. relevantes Regelwerk |
|-------------------------------------|--|-----------------------|------------------------------------|
| Salze | Richtwerte / Empfehlungen definiert, für Leitfähigkeit, AFS, SAR | B-P-G | |
| Schwermetalle | Grenzwerte definiert | B-P-G-MG | BodenSchV, KlärschlammV GrwV |
| Organische Verbindungen | Keine Grenzwerte definiert | B-P-G-MG | OgewV (UQN), AbwV (z.B. AOX) GrwV |
| Mikroschadstoffe | Keine Grenzwerte definiert | B-P-G-MG | |
| Mikrobiologie Pathogene & Parasiten | Richtwerte definiert für Indikatororganismen (<i>E. coli</i> , Fäkalstreptokokken), Salmonella, Parasiten | B-P-G-MG | TrwV BGV |

Abwasserinhaltsstoffe – geregelt oder nicht?

| Parameter | Bestehende Anforderung an Bewässerungswasser (DIN 19684-10, DIN19650, TLL, FAO) | Betroffenes Schutzgut | Sonstige u.U. relevantes Regelwerk | Entfernung in der konventionellen KA |
|-------------------------------------|--|-----------------------|------------------------------------|--|
| Salze | Richtwerte / Empfehlungen definiert, für Leitfähigkeit, AFS, SAR | B-P-G | | Nein |
| Schwermetalle | Grenzwerte definiert | B-P-G-MG | BodenSchV, KlärschlammV GrwV | Teilweise (Schlammphase) |
| Organische Verbindungen | Keine Grenzwerte definiert | B-P-G-MG | OgewV (UQN), AbwV (AOX) GrwV | Je nach Abbaubarkeit und Adsorptionsverhalten |
| Mikroschadstoffe | Keine Grenzwerte definiert | B-P-G-MG | | Teilweise Elimination (biologische und Sorptionsprozesse) Elimination nicht gesetzlich vorgeschrieben, technische Möglichkeiten zur Reduktion gut erforscht |
| Mikrobiologie Pathogene & Parasiten | Richtwerte definiert für Indikatororganismen (<i>E. coli</i> , Fäkalstreptokokken), Salmonella, Parasiten | B-P-G-MG | TrwV BGV | Partielle Abscheidung und Inaktivierung, |

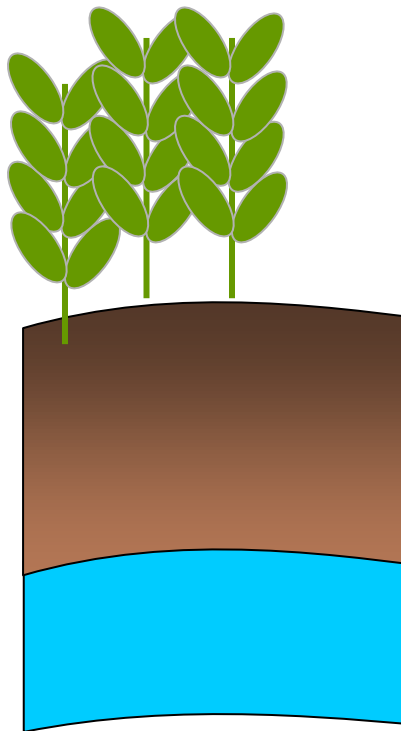
Mikroschadstoffe

- biologisch gereinigtes Abwasser bis zu 36-65 µg/L* nachgewiesene Mikroschadstoffe bei 5-6 mg/L DOC*
 - Pharmaka & Diagnostika, Industriechemikalien, PFT, Komplexbildner ...
 - ohne Substanzen < Bestimmungsgrenze
 - nicht alle Metabolite ...
- Toxizität/nachteilige Effekte nicht immer klar
 - von Einzelsubstanzen in aquatischer Umwelt (WRRL, UQN)
 - Wirkung von Stoffgemischen
- ausgebrachte Fracht bei 100 mm Bewässerung → 360-650 mg/ha
- Was kommt über andere Eintragspfade?

*Werte aus MKULNV (2011) / Intensivscreening auf 138 Substanzen an 3 Kläranlagen in NRW

Interaktion Mikroschadstoffe – Boden – Pflanze

- oft hohe Konzentrationen (mg/L Bereich)
- Nährmedium/Hydrokultur/Bodensysteme



| Prozess* | Eliminierte Substanzen* |
|--|---|
| Eliminationsprozesse im Boden und Aquifer Teilweiser Abbau abhängig u.a. von Redoxbedingungen und Verweilzeit | Diclofenac, Gemfibrozil, Bezafibrat und weitere |
| Aufnahme durch die Pflanze | Carbamazepin Diclofenac |
| Transport innerhalb der Pflanze, ggfs. Anreicherung in essbaren Pflanzenteilen | Sulfonamid-Antibiotika und Tetracycline |
| Metabolisierung in Pflanzenzellen | Paracetamol, Diclofenac, |

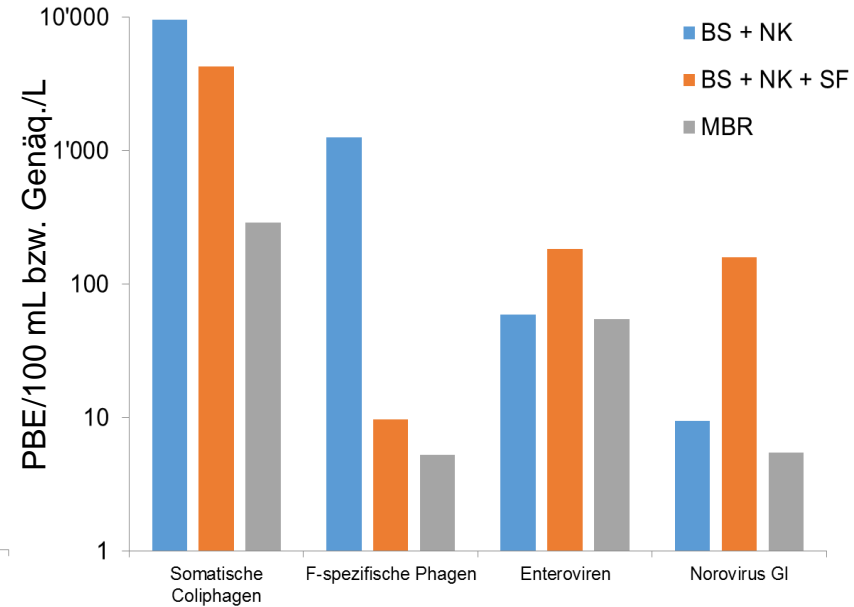
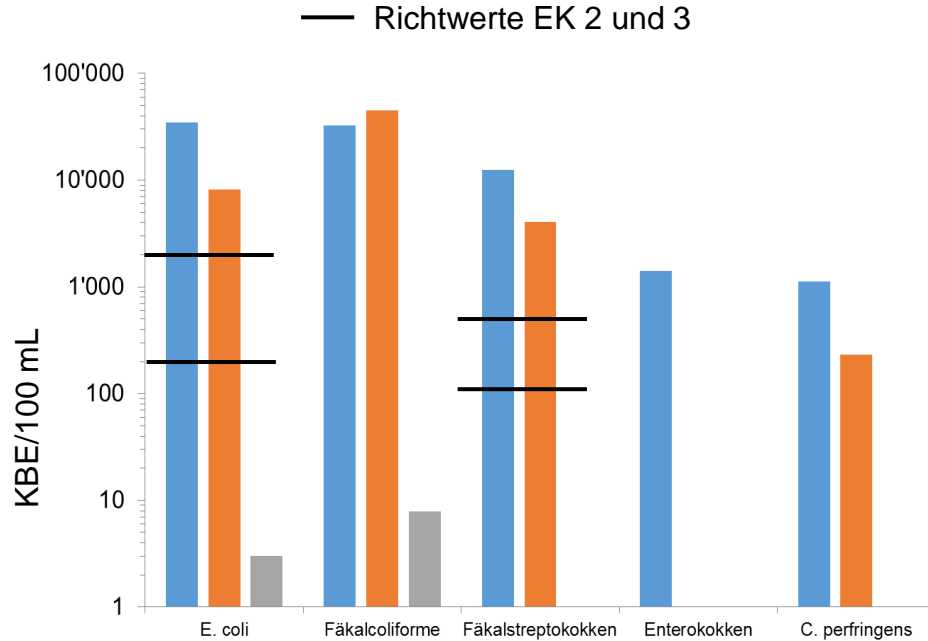
*Carvalho et al. (2014) und darin zitierte Literatur; Carter et al. (2014)

Potentielle Abwasserinhalstoffe – Mikrobiologie

| Krankheitserreger | Krankheit | Anzahl gemeldeter Erkrankungen in Deutschland 2013 (Quelle: RKI) |
|--------------------------------------|--|--|
| Virale Krankheitserreger | | |
| Norovirus | Gastroenteritis (Magen-Darm-Entzündung) | 89'308 |
| Rotavirus | Gastroenteritis (Magen-Darm-Entzündung) | 48'301 |
| Adenovirus | Atemwegserkrankungen, Augeninfektionen (Konjunktivitis) Gastroenteritis (Magen-Darm-Entzündung) | 1'985 |
| Hepatitis A und E | Hepatitis | 779 (Hepatitis A) 458 (Hepatitis E) |
| Bakterielle Krankheitserreger | | |
| Campylobacter jejuni | Gastroenteritis (Magen-Darm-Entzündung), Langzeitfolgen (z.B. Arthritis) | 63'650 |
| Salmonella | Salmonellose, Gastroenteritis (Magen-Darm-Entzündung), Durchfall, Langzeitfolgen (z.B. Arthritis) | 18'984 |
| Escherichia coli | Gastroenteritis (Magen-Darm-Entzündung) | 7'845 |
| EHEC | Blutiger Durchfall, hämolytisch urämisches Syndrom (HUS) | 1'619 |
| Leptospira spp. | Leptospirose | 80 |
| Shigella | Shigellose (dysentery), Langzeitfolgen (z.B. Arthritis) | 578 |
| Vibrio cholera | Cholera | 1 |
| Yersinia enterocolitica | Yersinose, Gastroenteritis, Langzeitfolgen (z.B. Arthritis) | 2'591 |
| Legionella | Legionärskrankheit (Lungenentzündung) | 923 |
| Protozoen | | |
| Cryptosporidium parvum | Cryptosporidiose, Durchfall, Fieber | 1'565 |
| Giardia intestinalis | Giardiasis | 4'143 |
| Helminthen | | |
| Ascaris lumbricoides | Ascariasis | |
| Trichuris trichiura | Trichuriasis | |
| Taenia spp. | Taeniasis | |

Mikrobielle Parameter - Konzentrationen in Kläranlagenabläufen und log₁₀ Reduzierung

BS - Belebtschlammverfahren
 NK – Nachklärung
 SF – Sandfiltration
 MBR – Membranbioreaktor (MF)



| | | | | | |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| BS+NK | 2.7 | 3.0 | 2.0 | 2.6 | 1.8 |
| BS+NK+SF | 3.1 | 3.1 | 2.8 | 3.2 | 2.5 |
| MBR | 5.8 | 6.4 | | 4.5 | 3.0 |

| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 1.2 | 3.4 | 3.0 | 1.8 |
| 2.4 | 3.7 | 1.8 | 1.2 |
| 3.3 | 4.8 | 2.9 | 2.5 |

Gemittelte Werte aus verschiedenen Studien

Huber & Popp (2005), Ottoson et al. (2006), Kistemann et al (2008), Francy et al. (2012) MKULNV (2014)

Zusammenfassung & offene Fragen

- Für einige Qualitätsparameter sind Richtwerte etabliert
 - pflanzen-, bodenunverträgliche Konzentrationen von Salzen, Schwermetallen im Beregnungswasser
 - hygienische Risiken durch Indikatororganismen adressiert
 - **virale Indikatoren** wünschenswert
- Organische-chemische Inhaltstoffe, insb. Mikroschadstoffe sind nicht umfassend bewertet
 - hinsichtlich Auswirkungen auf Boden (langfristige Folgen)
 - hinsichtlich Gefährdung der menschlichen Gesundheit über die Nahrungskette (Niedrigstkonzentrationen, Gemische)
- Bedeutung **antibiotika-resistenter Keime / Gene** aus behandeltem Abwasser im System Boden-Pflanze-Grundwasser für die menschliche Gesundheit nicht ausreichend erforscht
- Etablierung eines angepassten Rahmens zur Risikoabschätzung und Risikomanagements

Literatur

- Carter, L.J., Harris, E., Williams, M., Ryan, J.J., Kookana, R.S., and Boxall, A.B.A (2014) Fate and Uptake of Pharmaceuticals in Soil-Plant Systems. *J. Agric. Food Chem.* 2014, 62, 816–825
- Carvalho, P.N., Basto, M.C.P., Almeida, C.M.R., and Brix, H. (2014) A review of plant-pharmaceutical interactions: from uptake and effects in crop plants to phytoremediation in constructed wetlands. *Environ Sci Pollut Res* (2014) 21:11729–11763
- Francy, D.S., Stelzer, E.A., Rebecca N. Bushon, R.N., Brady, A.M.G., Williston, A.G., Riddell, K.R., Borchardt, M.A., Spencer, S.K., Gellner, T.M. (2012) Comparative effectiveness of membrane bioreactors, conventional secondary treatment, and chlorine and UV disinfection to remove microorganisms from municipal wastewaters. *Water Research* 46, 4164–4178
- Huber, S. und Popp, W. (2005) Schlussbericht Überprüfung der Abtötung bzw. Inaktivierung ausgewählter Krankheitserreger in Abwasser durch UV-Strahlung im Vergleich zur Reduktion von Fäkalindikatorbakterien und Untersuchungen zur Wiederverkeimung; Bayerisches Landesamt für Umwelt
- Kistemann, T., Rind, E., Rechenburg, A., Koch, C., Claßen, T., Herbst, S., Wienand, I., Exner, M. (2008) A comparison of efficiencies of microbiological pollution removal in six sewage treatment plants with different treatment systems. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 211 (2008) 534–545
- MKULNV (2011). Schlussbericht Phase 1 „Elimination von Arzneimittelrückständen in kommunalen Kläranlagen“, (Teilprojekt 6) im Untersuchungs- und Entwicklungsvorhaben im Bereich Abwasser zum Themenschwerpunkt Elimination von Arzneimitteln und organischen Spurenstoffen: Entwicklung von Konzeptionen und innovativen, kostengünstigen Reinigungsverfahren Vergabenummer 08-058/1 Bezug: IV-7-042 600 001F. Autoren: Grünebaum et al.
- MKULNV (2014) Abschlussbericht zur Phase 2 (Januar 2012 bis Juni 2013) „Elimination von Arzneimittelrückständen in kommunalen Kläranlagen“. Untersuchungs- und Entwicklungsvorhaben im Bereich Abwasser zum Themenschwerpunkt Elimination von Arzneimitteln und organischen Spurenstoffen: Entwicklung von Konzeptionen und innovativen, kostengünstigen Reinigungsverfahren Vergabenummer 08-058/1.
- Ottoson, J., Hansen, A., Björleinius, B., Norder, H., Stenström, T.A. (2006) Removal of viruses, parasitic protozoa and microbial indicators in conventional and membrane processes in a wastewater pilot plant. *Water Research* 40 (2006), 1449 – 1457

Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Auftraggeber:

Umwelt
Bundesamt