

Forschungsvorhaben im Auftrag des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein

Spurenstoffe und Multiresistente Bakterien in den Entwässerungssystemen Schleswig-Holsteins

Ableitung von Kennwerten zur Quantifizierung der Herkunft, der Ausbreitung und des Rückhaltes

Kurzzusammenfassung

Projektbericht erarbeitet von:

Kai Wellbrock^{1,*}, Johannes K.-M. Knobloch², Malika Heim¹, Matthias Grottker¹

Unter Mitarbeit von:

Volker Brockmann³, Christine Lindner³, Frank Blöcker¹, Sebastian Schlauß¹, Crista Villatoro¹

Beauftragt vom:

Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein

Kiel/ Lübeck/ Hamburg, November 2019

¹ Technische Hochschule Lübeck, Fachbereich Bauwesen, Labor für Siedlungswasserwirtschaft, Mönkhofer Weg 239, 23562 Lübeck

² Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE), Institut für Medizinische Mikrobiologie, Virologie und Hygiene, Arbeitsbereich Krankenhaushygiene, Martinistraße 52, 20246 Hamburg

³ Limbach Analytics GmbH, Chemisches Laboratorium Lübeck, Hochofenstraße 23-25, 23569 Lübeck

* korrespondierender Autor: kai.wellbrock@th-luebeck.de

Volbericht verfügbar unter www.th-luebeck.de/priosh

Kurzzusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Studie ist die Ableitung von Kennwerten, die die Prognose von Spurenstoff-Frachten im urbanen Wasserkreislauf ermöglichen. Hierzu zählen insbesondere spezifische Zu- und Abflafrachten. Darüber hinaus wird die Belastung des Rohabwassers sowie die spezifische Eliminationsleistung einzelner Verfahrensstufen bestimmt. Berücksichtigung finden Kläranlagen, wie sie derzeit typisch für Schleswig-Holstein sind. Diese Kläranlagen sind dem Stand der Technik entsprechend für eine Nährstoffelimination (C, N, P) mit einer Belebungsstufe und ggf. weitergehender biologischer oder physikalischer Stufen (z. B. Tropfkörper, Filtration) ausgestattet. Nicht untersucht wurden Verfahrensstufen, die als sog. Vierte Reinigungsstufe (z. B. Ozonung, Aktivkohlefiltration) dem gezielten Rückhalt von Spurenstoffen dienen. Die Untersuchung ergänzt zahlreiche vorherige deutsche und internationale Studien um eine schleswig-holsteinische Perspektive. Insgesamt werden 50 Spurenstoffe berücksichtigt, die aus verschiedene Quellen stammen (Schwermetalle, Arzneistoffe, Pflanzenschutzmittel, Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe [PAK] sowie weitere Industrie- und Haushaltschemikalien). Die in dieser Studie berücksichtigten Stoffe orientieren sich an zuvor in Schleswig-Holstein in Kläranlagenabläufen und in Oberflächengewässern nachgewiesenen Substanzen.

Die Studie berücksichtigt hierbei gemeinsam das Vorkommen von Spurenstoffen und multiresistenten Keimen in einem integrierten Messprogramm. Die Abwasserproben wurden quantitativ auf 3. Generations Cephalosporin resistente *E. coli* (3GCREC) als Markerorganismus untersucht. Repräsentative Isolate der isolierten 3GCREC wurden mittels Gesamtgenomsequenzierung weitergehend charakterisiert. Diese Methode erlaubt auch die Identifikation von 4-fach multiresistenten Gram-negativen Erregern (4MRGN), die auch resistent gegenüber den als Reserveantibiotika geltenden Carbapenemen sind. Insbesondere als 4MRGN klassifizierte Erreger stellen eine besondere Herausforderung in der Medizin dar.

Anhand von zwei separaten Messkampagnen wurden unterschiedliche Aspekte in den Fokus genommen. In einem Intensiv-Messprogramm wurden im Besonderen einzelne Verfahrensstufen sowie deren Eliminationsleistung untersucht. Dieses Messprogramm dient zur verfahrensspezifischen Beurteilung des Spurenstoff-Rückhalts und für eine Massenbilanzierung, die die Identifikation relevanter Senken erlaubt. In einem anschließenden Routine-Messprogramm wurde auf Basis monatlicher 7-Tages-Mischproben des Rohabwassers und des Kläranlagenablaufs die saisonale Varianz der Zulaufkraft und der Eliminationsleistung untersucht.

Hinsichtlich des Rückhaltes von Spurenstoffen erweisen sich in den untersuchten Kläranlagen der biologische Abbau und die Sorption als relevante Mechanismen. Weitere abiotische Prozesse (Hydrolyse, Photolyse) oder Strippung kommen bei diesen Verfahren nur im Einzelfall zum Tragen und sind meist nicht relevant. Anhand bekannter Stoffkennwerte (Sorptionskoeffizient k_d und Biodegradationskonstante k_{bio}) können Spurenstoffe in Gruppen eingeteilt werden. Diese Stoffgruppen fassen Einzelstoffe mit ähnlichen Eigenschaften bezüglich der vorgenannten Mechanismen zusammen. Sie erlauben somit bei Kenntnis der Stoffeigenschaften auch die Prognose des Verhaltens von Stoffen, die nicht in dieser Studie berücksichtigt wurden.

Die Ergebnisse zeigen, dass gut biologisch abbaubare Stoffe (z. B. einige Arzneistoffe) und sorptionsaffine Stoffe (v. A. Schwermetalle und PAK) in der mechanisch-biologischen Abwasserreinigung gut zurückgehalten werden können. Als relevante Verfahrensstufe ist hierbei die Belebungsstufe anzusehen, in der einerseits der größte Anteil des biologischen Abbaus stattfindet. Für sorptionsaffine Stoffe stellt der aus der Nachklärung abgezogene Überschussschlamm die relevante Senke dar. Diese Stoffe akkumulieren sich nach der Schlammbehandlung im Klärschlamm. Im Rahmen üblicher und in der Praxis umsetzbarer Betriebsparameter (Schlammalter, Schlammbelastung, Trockensubstanzgehalt) kann nur ein marginal verbesserter Spurenstoffrückhalt in der Belebungsstufe erfolgen.

Stoffe, die nicht sorptionsaffin sind und die nicht oder nur mäßig biologisch abbaubar sind, werden nicht oder nicht vollständig in der konventionellen biologischen Abwasserreinigung

zurückgehalten. Zu diesen Stoffgruppen zählen aufgrund der erforderlichen Stoffeigenschaften u. a. viele Arzneistoffe und Pflanzenschutzmittel. Zudem ist zu vermuten, dass weitere als Industrie- oder Haushaltschemikalien eingesetzte Substanzen nicht vollständig zurückgehalten werden.

Es zeigt sich, dass bei der konventionellen mechanisch-biologischen Abwasserreinigung eine deutliche Reduzierung der multiresistenten Keime im Wasserpfad (2,46 bis 4,31 log-Stufen) erfolgt. Dieses ist in erster Linie auf den Rückhalt suspendierter Stoffe v. A. in der Nachklärung zurückzuführen, da die Keime i. d. R. feststoffgebunden sind. Dennoch verbleiben im Kläranlagenablauf im Mittel rund 10^3 3GCREC Erreger pro Liter. Durch eine UV-Desinfektion lässt sich die Anzahl deutlich reduzieren. Als relevante Senke für Keime ist hingegen der Klärschlamm anzusprechen, der im Rahmen dieser Studie nicht auf das Vorhandensein von multiresistenten Keimen untersucht werden konnte.

Vorliegende Studie umfasst nicht die Beurteilung einer ökotoxikologischen Bewertung bezüglich der in die Gewässer eingetragenen Stofffrachten. Kommt eine entsprechende Betrachtung zu dem Ergebnis, dass einzelne Stoffe der nicht vollständig zurückgehaltenen Stoffgruppen ein ökotoxikologisches Risiko darstellen, ist zwangsläufig die Implementierung einer weiteren Verfahrensstufe erforderlich. Die Betrachtung dieser sog. Vierten Reinigungsstufe ist ebenfalls nicht Gegenstand dieser Studie.

Kontakt:

TH Lübeck, Labor für Siedlungswasserwirtschaft, Dr.-Ing. Kai Wellbrock

kai.wellbrock@th-luebeck.de