

FLUSSHYGIENE – Hygienisch relevante Mikroorganismen und Krankheitserreger in multifunktionalen Gewässern und Wasserkreisläufen – Nachhaltiges Management unterschiedlicher Gewässertypen Deutschlands



Die Entwicklung von Methoden, um kurzzeitige Verschmutzungsereignisse an Badegewässern vorherzusagen, ist genauso Ziel des Projekts, wie die langfristige, immissionsseitige Bewertung von Bewirtschaftungsmaßnahmen der Stadtentwässerung und Abwasserreinigung bezüglich der hygienischen Wasserqualität.

KERNBOTSCHAFTEN

- Zum Schutz von Badenden vor kurzzeitigen Verschmutzungsereignissen wurden Frühwarnsysteme sowie ein robustes Vorgehen für deren Aufbau entwickelt, um den risikobasierten Bewertungsansatz der Badegewässerrichtlinie (BGRL) auf kurzfristige Prognosen zu übertragen.
- Für humanpathogene Viren sowie virale und bakterielle Indikatoren wurden Richtwerte für Einleitungen aus Kläranlagen, der Misch- und Trennkanalesation sowie Abbau- und Abnahmeraten im Gewässer bestimmt.
- Ein Bedarf, die Liste der in der BGRL geregelten Überwachungsparameter zu ergänzen, wurde nicht abgeleitet.
- Zur Unterstützung der immissionsseitigen Bewertung von Bewirtschaftungsmaßnahmen der Stadtentwässerung und Abwasserreinigung zur Verbesserung der hygienischen Wasserqualität wurde ein allgemeingültiger Hygienebaustein für das Gewässergütemodell QSim entwickelt.
- Ein übertragbares Zahlungsbereitschaftsmodell zur Ermittlung der Nutzen-Seite (Kosten-Nutzen-Analyse) eines neuen Badegewässers steht zur Verfügung.

HINTERGRUND UND FORSCHUNGSFRAGEN

In Deutschland wird an vielen Flüssen gebadet. Die hygienische Wasserqualität wird jedoch vielerorts durch Einträge aus der Siedlungsentwässerung und der Landwirtschaft negativ beeinflusst. Vor allem kurzzeitige Verschmutzungen nach starken Regenfällen führen teils zu massiven fäkalen Belastungen, die ein Risiko für Badende darstellen. Für Gewässerabschnitte, die von vielen unterschiedlichen Belastungsquellen beeinflusst werden, fehlen bislang verlässliche Methoden, um a) die Relevanz der verschiedenen Eintragspfade zu bewerten, b) die Wirksamkeit von Maßnahmen vorherzusagen und c) die Bevölkerung rechtzeitig über das Auftreten und die Dauer von kurzzeitigen Verschmutzungen zu informieren. Die Umsetzung der Europäischen Badegewässerrichtlinie ist unter solchen Randbedingungen deshalb nur schwer möglich. Weiter steht das Flussbaden anderen Gewässernutzungen und Bewirtschaftungszielen entgegen. Im Projekt FLUSSHYGIENE sollten daher Instrumente entwickelt und angewendet werden, die es den zuständigen Behörden ermöglichen, Badegewässer an Flüssen mit vielfältigen Nutzungen kosteneffizient und mit höchstmöglichem Gesundheitsschutz zu bewirtschaften.

ERGEBNISSE

Die Untersuchungen in FLUSSHYGIENE wurden an den strukturell sehr unterschiedlichen Flüssen Isar, Ilz, Rhein, Mosel, Ruhr, Spree und Havel durchgeführt. Analysen spezifischer DNA-Sequenzen zeigten, dass fäkalen Belastungen an der Isar vorwiegend menschlichen Ursprungs sind, während an der Ilz Einträge sowohl aus dem Siedlungs- als auch aus dem landwirtschaftlichen Bereich von Bedeutung sind. Durch ereignisbezogene Probennahmen an Einleitpunkten im Trenngebiet und



Frachtberechnungen wurde gezeigt, dass Fehllanschlüsse den wesentlichen Belastungspfad fäkaler Belastungen darstellen können mit Regenwasserkonzentration von 10^5 - 10^6 *Escherichia coli* MPN/100ml (Vergleich: Regenwasser ohne Fehllanschlüsse 10^3 - 10^4 *E.coli* MPN /100ml, Ablauf kommunaler Kläranalgen ohne Desinfektion 10^4 - 10^5 *E.coli* MPN/100ml). In Berlin wurde durch zwei fließzeitkonforme Beprobungen von Mischwasserentlastungsereignissen die zeitliche Abnahme sowie der physikalisch-biologische Abbau von Fäkalindikatoren und humanpathogenen Viren quantifiziert. Für die Fäkalindikatoren *E.coli* und intestinale Enterokokken wurden Abnahmeraten zwischen $0,025$ und $0,045$ h^{-1} ermittelt, für humane Adenoviren $0,04$ h^{-1} , für somatische Coliphagen $0,025$ - $0,065$ h^{-1} , für F-spezifische Bakteriophagen $0,01$ - $0,08$ h^{-1} . Für Noroviren sind die ermittelten Abnahmeraten von $0,02$ - $0,022$ h^{-1} aufgrund der Analyse-methode mit größeren Unsicherheiten behaftet. Als spezifischer Abbauprozess wurde das mikrobielle Nahrungsnetz inklusive des Verlustprozesses „Fraß durch Protozoen“ durch heterotrophe Flagellaten und Ciliaten an allen Gewässern untersucht. Die ermittelten Konsumptionsraten von Protozoen auf Bakterien zeigten geringe Unterschiede zwischen den Flüssen und betrug im Median $0,01$ h^{-1} . Dies entspricht 22-40% der gemessenen Abnahmeraten. Ein längeres Überdauern von Viren im Vergleich zu Bakterien wurde bei hohen Temperaturen im Sommer nicht festgestellt.

Mit Hilfe eines neuen Bewertungsansatzes wurden modellbasiert Frühwarnsysteme an den Fließgewässern aufgebaut. Diese nutzen die 90. und 95. Perzentile der A-posteriori-Vorhersageverteilung statistischer Regressionsmodelle zur tagesaktuellen Bewertung der Badegewässerqualität und erweitern dadurch den Klassifikationsansatz der europäischen BGRL für kurzfristige Bewertungen. Der Bewertungsansatz wurde auf europäischer Ebene bei Anhörungen zur aktuell stattfindenden Überarbeitung der europäischen BGRL vorgestellt.

Auf Basis der quantifizierten Abnahmeraten wurde ein Hygienebaustein für das Gewässergütemodell QSim entwickelt und für die immissionsseitige Bewertung von Maßnahmen der Stadtentwässerung und Abwasserreinigung genutzt. Die durch die notwendigen Maßnahmen entstehenden Kosten wurden der Zahlungsbereitschaft der Berliner Bevölkerung gegenübergestellt. Letztere wurde in einer repräsentativen Telefonumfrage mit 46% der befragten Bevölkerung und einem durchschnittlichen Betrag von 33 € ermittelt. Zusammen mit den Ergebnissen des BMBF-Projekts „Sichere Ruhr“ wurde ein gemeinsames Zahlungsbereitschaftsmodell aufgebaut. Durch eine Konstellationsanalyse wurde zudem gezeigt, dass neben der Wasserqualität unklare Anforderungen und Haftungsrisiken für interessierte Akteure die zentralen Hemmnisse für neue Flussbadegewässer sind.



Abb. 1 links: Badende in Berlin. Foto: Pablo Castagnola, Berliner Wasserbetriebe
Abb. 2 oben: Stentor (Trompetentierchen) sitzt auf jeglichen Untergründen und frisst Bakterien aus dem Freiwasser. Foto: Universität zu Köln

FAZIT

Aufgrund der vielfältigen Nutzungen und der oft stark schwankenden Wasserqualität stellt die Implementierung von Badegewässern an Flüssen ohne besondere Anforderungen an die Planung, Überwachung und Bewirtschaftung ein Risiko für Badende dar. Die in FLUSSHYGIENE erarbeiteten Werkzeuge ermöglichen es jedoch:

1. die Herkunft fäkaler Belastungen zu verorten,
2. die Wirksamkeit von Maßnahmenkombinationen vorherzusagen,
3. die Bevölkerung durch zeitnahe Information vor Belastungssituationen zu schützen und
4. neue Standorte vor dem Hintergrund unterschiedlicher Nutzungen zu bewerten.

Die erarbeiteten Ergebnisse und Methoden stehen innerhalb eines Leitfadens zur Bewirtschaftung kurzzeitiger Verschmutzungen sowie einer Checkliste zur Eröffnung neuer Flussbadegewässer in kompakter Form zur Verfügung.

KONTAKT

Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH
Dr. Pascale Rouault | Tel.: +49 30 53653 816
pascale.rouault@kompetenz-wasser.de

www.kompetenz-wasser.de/FLUSSHYGIENE
Projektlaufzeit: 01.06.2015 – 30.11.2018
Weitere Kontaktdaten und Partner: Seite 50-51