



Dokumentation

Multiresistente Keime im Wasser
Forschungsprojekte und Studien

Multiresistente Keime im Wasser

Forschungsprojekte und Studien

Aktenzeichen: WD 8 - 3000 - 023/18
Abschluss der Arbeit: 13.03.2018
Fachbereich: WD 8: Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bildung und
Forschung

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Aktuelle Diskussion	4
2.	Das Verbundprojekt HyReKA	5
3.	Weitere im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme RiSKWa geförderte Forschungsprojekte	6
3.1.	ANTI-Resist – Untersuchung zu Einträgen von Antibiotika und der Bildung von Antibiotikaresistenz im urbanen Abwasser sowie Entwicklung geeigneter Strategien, Monitoring- und Frühwarnsysteme am Beispiel Dresden	7
3.2.	RiskAGuA – Risiken durch Abwässer aus der intensiven Tierhaltung für Grund- und Oberflächenwasser in Agrarräumen	9
3.3.	SAUBER+ – Innovative Konzepte und Technologien für die separate Behandlung von Abwasser aus Einrichtungen des Gesundheitswesens	10
3.4.	TransRisk – Charakterisierung, Kommunikation und Minimierung von Risiken durch neue Schadstoffe und Krankheitserreger im Wasserkreislauf	11
4.	Studien zum Thema	13
4.1.	Exner, Martin; Schwartz, Thomas: RiSKWa-Statuspapier Bewertungskonzepte der Mikrobiologie mit den Schwerpunkten neue Krankheitserreger und Antibiotikaresistenzen. Ergebnisse des Querschnittsthemas „Bewertungskonzepte der Mikrobiologie“ (2015)	13
4.2.	Hillenbrand, Thomas [u. a.]: Maßnahmen zur Verminderung des Eintrages von Mikroschadstoffen in die Gewässer – Phase 2. Umweltbundesamt (Hrsg.). 2016	13
4.3.	Hannappel, Stephan; Köpp, Claudia; Zühlke, Sebastian: Aufklärung der Ursachen von Tierarzneimittelfunden im Grundwasser – Untersuchung eintragsgefährdeter Standorte in Norddeutschland. Umweltbundesamt (Hrsg.). 2016	14
4.4.	Schmitt, Heike; ter Laak, Thomas; Duis, Karen: Development and dissemination of antibiotic resistance in the environment under environmentally relevant concentrations of antibiotics and its risk assessment. Literature Study. Umweltbundesamt (Hrsg.). 2017. ISSN 1862-4804.	14

1. Aktuelle Diskussion

Nachdem Anfang 2017 in der Lunge einer Person, die beinahe in einem Bach ertrunken wäre, multiresistente Keime festgestellt wurden, wurden bei einer Untersuchung durch das zuständige Gesundheitsamt Frankfurt am Main im betreffenden sowie in weiteren Gewässern in Frankfurt am Main multiresistente Keime nachgewiesen.¹

Aufgrund dieser Meldung wurden auf Veranlassung des NDR-Politmagazins „Panorama“ Proben von zwölf verschiedenen Gewässern in Niedersachsen auf multiresistente Keime getestet.² In den von der Technischen Universität Dresden und dem Universitätsklinikum Gießen durchgeführten Untersuchungen wurden in allen Proben multiresistente Keime festgestellt. Darunter waren multiresistente gram-negative Bakterien (MRGN), bei denen selbst sogenannte Reserve-Antibiotika nicht wirken. An fünf der zwölf Orte, an denen Proben genommen wurden, wurde das sogenannte mcr-1-Gen nachgewiesen, das Bakterien, die dieses Gen tragen, gegen das Reserve-Antibiotikum Colistin resistent macht. Der Einsatz dieses Reserveantibiotikums erfolgt beim Menschen ausschließlich bei Lebensgefahr und Versagen aller anderen Antibiotika, während es in der Nutztierhaltung häufig verwendet wird.³

Das Robert-Koch-Institut (RKI) bezeichnet diese Ergebnisse der TU Dresden und des Universitätsklinikums Gießen, die im Februar 2018 veröffentlicht wurden, als überraschend und fordert weitere Untersuchungen. Diese seien Aufgabe des Umweltbundesamtes sowie der entsprechenden Länder- und Kommunalbehörden.⁴

Das niedersächsische Umweltministerium hat am 28. Februar 2018 eine Untersuchung verschiedener Gewässer in Niedersachsen auf antibiotikaresistente Erreger angekündigt, deren Ergebnisse bis zum Sommer 2018 vorliegen sollen. Dazu sollen etwa 200 Proben genommen werden, unter

-
- 1 Vgl. Pressemeldung des Gesundheitsamtes der Stadt Frankfurt am Main „Antibiotikaresistente Keime: Weitere Ergebnisse zu Oberflächengewässern in Frankfurt“ vom 06.12.2017. Im Internet abrufbar unter [http://www.frankfurt.de/sixcms/detail.php?id=2855&ffmpar\[id_inhalt\]=33174085](http://www.frankfurt.de/sixcms/detail.php?id=2855&ffmpar[id_inhalt]=33174085) [zuletzt abgerufen am 08.03.2018]
 - 2 Die Panorama-Sendung mit dem Titel „Auf der Spur der Superkeime“ vom 06.02.2018 ist im Internet abrufbar unter https://www.ndr.de/fernsehen/sendungen/panorama_die_reporter/Auf-der-Spur-der-Superkeime.sendung756524.html [zuletzt abgerufen am 08.03.2018]
 - 3 Vgl. Website des NDR, Meldung „Gefährliche Keime in Bächen, Flüssen und Seen“ vom 06.02.2018. Im Internet abrufbar unter <https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/Gefaehrliche-Keime-in-Baechen-Fluessen-und-Seen,keime302.html> [zuletzt abgerufen am 08.03.2018]
 - 4 Vgl. Robert-Koch-Institut: „Antworten auf häufig gestellte Fragen zu Krankenhausinfektionen und Antibiotikaresistenz“ vom 07.02.2018. Im Internet abrufbar unter https://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/Krankenhausinfektionen-und-Antibiotikaresistenz/FAQ_Liste.html#FAQId10449304 [zuletzt abgerufen am 08.03.2018]

denen neben Standorten in der Nähe von Klärwerken, mit einem hohen Viehbestand sowie in Küstennähe auch bereits beprobte sowie bisher als unbelastet eingestufte Standorte sein sollen.⁵

Im Deutschen Bundestag liegt zur Belastung mit antibiotikaresistenten Keimen in Flüssen, Bächen und Badegewässern eine bereits beantwortete Kleine Anfrage der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen vom 19.02.2018 vor.⁶ Ein Antrag der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN mit dem Titel „Unser Wasser vor multiresistenten Keimen schützen“ wird am 15.03.2018 im Deutschen Bundestag beraten.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat im Rahmen der Fördermaßnahme „Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf (RiSKWa)“ im Förderschwerpunkt „Nachhaltiges Wassermanagement (NaWaM)“ im Zeitraum 2011 bis 2014 zwölf Forschungsprojekte gefördert, die ebenso wie das noch laufende Verbundprojekt HyReKA Fragen zu antibiotikaresistenten Krankheitserregern im Wasser behandeln.

Im Weiteren werden Studien zum Thema vorgestellt.⁷

Die Auswahl erfolgte nach den Kriterien der spezifischen Abdeckung der einzelnen Aspekte der Fragestellung, der breiten institutionellen Aufstellung der an den Forschungsprojekten bzw. Studien Beteiligten sowie der Aktualität.

2. Das Verbundprojekt HyReKA

Am Verbundprojekt „Biologische bzw. hygienisch-medizinische Relevanz und Kontrolle antibiotikaresistenter Krankheitserreger in klinischen, landwirtschaftlichen und kommunalen Abwässern und deren Bedeutung in Rohwässern (HyReKA)“ sind Wissenschaftler verschiedener Forschungsinstitutionen sowie Wasserversorger und -entsorger, Industriepartner und Behörden beteiligt. Das Projekt befasst sich mit der Ausbreitung resistenter Erreger über Abwässer aus Krankenhäusern, kommunalen Bereichen, Tiermast- und Schlachtbetrieben und aus Flughäfen. Dabei werden auch geeignete Gegenstrategien geprüft.

Das Projekt hat einen Förderzeitraum vom 01.02.2016 bis zum 31.01.2019 und wird vom BMBF als Teil der BMBF-Fördermaßnahme RiSKWa gefördert.

5 Vgl. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz: Pressemitteilung Nr. 25/2018 vom 28.02.2018 „Umweltministerium lässt Gewässer nach multiresistenten Keimen untersuchen“. Im Internet abrufbar unter <https://www.umwelt.niedersachsen.de/aktuelles/pressemitteilungen/umweltministerium-laesst-gewaesser-nach-multiresistenten-keimen-untersuchen-lies-land-setzt-strategie-gegen-antibiotikaresistenz-fort-162274.html> [zuletzt abgerufen am 08.03.2018]

6 Kleine Anfrage: BT-Drs. 19/815 vom 19.02.2018. Im Internet abrufbar unter <http://dip21.bundestag.btg/dip21/btd/19/008/1900815.pdf> [zuletzt abgerufen am 08.03.2018]. Antwort der Bundesregierung: BT-Drs. 19/1125. Im Internet abrufbar unter <http://dip21.bundestag.btg/dip21/btd/19/011/1901125.pdf> [zuletzt abgerufen am 13.03.2018]

7 Siehe Website des BMBF zur Fördermaßnahme RiSKWa unter <http://www.bmbf.riskwa.de/index.html> [zuletzt abgerufen am 09.03.2018]

Gegenstand der Untersuchung ist der quantitative und qualitative Eintrag von antibiotikaresistenten Bakterien, Antibiotikaresistenzgenen und Antibiotikarückständen über das Abwasser in Flüsse und Seen zur Identifizierung von Belastungssituationen, Verbreitungswegen und zur Risikoabschätzung.

Ziel des Projekts ist die künftige Verhinderung einer Ausbreitung von multiresistenten Keimen über das Abwasser durch die Entwicklung innovativer technischer Verfahren für Kläranlagen.

Da die derzeit in Deutschland angewendeten Abwasserbehandlungsverfahren nicht darauf ausgerichtet sind, unerwünschte Bakterien und Antibiotikaresistenzgene zu beseitigen, passieren manche Erreger unbeschadet die Kläranlagen und gelangen in Flüsse und Seen. Hier können sie sich vermehren und ihre Resistenzgene auf andere Mikroorganismen übertragen mit der Folge, dass die Resistenzen in der Umwelt zunehmen. Von dort aus können sie wieder auf den Menschen übertragen werden, der im Infektionsfall mit Antibiotika kaum noch wirksam behandelt werden kann. Das Übertragungsrisiko zurück zum Menschen wird im Rahmen des Projekts untersucht.

Durch innovative Analyseverfahren im Sinne des „Microbial Source Tracking“ können die Forscher den Wirt eines Erregers herausfinden. Dadurch können die möglichen Eintragungspfade des Erregers identifiziert werden. Aufgrund dieses Wissens als besonders belastet identifiziertes Abwasser könnte künftig am Entstehungsort gezielt behandelt werden, bevor es in die großen Klärwerke geleitet wird. So könnten die Verbreitungspfade der Erreger unterbrochen werden.

Auch die Erforschung geeigneter technischer Verfahren und ihr Einsatz sind Gegenstand des Verbundprojekts HyReKA. Neben einem Behandlungsverfahren, bei dem Erreger und Resistenzgene mittels einer kombinierten UV-Licht-Bestrahlung und Ozonung zerstört werden, sind auch Membranverfahren mit sehr feinporigen Filtern vielversprechend für eine deutliche Reduktion von multiresistenten Erregern und Resistenzgenen im Abwasser.

Schlussendlich sollen aus den Projektergebnissen Handlungsempfehlungen abgeleitet werden, die durch eine Verbesserung der Hygienevorschriften in den untersuchten Bereichen zu einer Reduktion oder Verhinderung des Eintrags von Keimen in die Umwelt führen sollen. Damit würde auch der Entstehung neuer resistenter Stämme vorgebeugt.⁸

Ein Zwischenbericht oder andere Publikationen zu Ergebnissen aus dem HyReKA-Projekt stehen noch aus.

3. Weitere im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme RiSKWa geförderte Forschungsprojekte

Mit antibiotikaresistenten Keimen in Wasser und Abwasser beschäftigen sich auch die folgenden, bereits abgeschlossenen Projekte der Fördermaßnahme RiSKWa. Die zentralen Ergebnisse aller

8 Vgl. Website des BMBF „Wissenschaftler bekämpfen resistente Keime in Gewässern“ vom 08.02.2018 unter <https://www.bmbf.de/de/wissenschaftler-bekaempfen-resistente-keime-in-gewaessern-5599.html> und Website des HyReKA-Verbundprojektes unter <http://www.hyreka.net/> [beide zuletzt abgerufen am 08.03.2018]

zwölf geförderten Verbundprojekte⁹ sind zusammengefasst im „**RiSKWa-Praxishandbuch**“, das im November 2016 erschienen ist.¹⁰ Es ist beigefügt als

Anlage 1.

Des Weiteren wurden in getrennten Publikationen unter dem Titel „**BMBF-Fördermaßnahme Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf**“ zum einen die Projektblätter zur BMBF-Fördermaßnahme veröffentlicht,¹¹

Anlage 2

zum anderen eine Broschüre zur RiSKWa-Abschlussveranstaltung, in der die Aufgabe und allgemeine Zielsetzung der Fördermaßnahme, ihre Struktur, Querschnittsthemen und noch einmal die zwölf Verbundprojekte erläutert werden.¹²

Anlage 3

Die für die Fragestellung relevantesten RiSKWa-Forschungsprojekte und ihre Ergebnisse werden im Folgenden vorgestellt.

3.1. ANTI-Resist – Untersuchung zu Einträgen von Antibiotika und der Bildung von Antibiotikaresistenz im urbanen Abwasser sowie Entwicklung geeigneter Strategien, Monitoring- und Frühwarnsysteme am Beispiel Dresden

„Am Beispiel der Stadt Dresden untersuchte ANTI-Resist die Einträge von Antibiotika und die Bildung von Antibiotikaresistenzen im urbanen Abwasser. Um zu analysieren, in welchen Konzentrationen Antibiotika ins Abwasser gelangen und wie sich dies auf die dortige Bakteriengemeinschaft auswirkt, wurden an verschiedenen Punkten in der Kanalisation des Stadtgebietes und der Kläranlage Proben genommen. Die Analyseergebnisse dieser Proben wurden mit den anhand von Verschreibungen der gesetzlich Krankenversicherten ermittelten Antibiotikaeinträgen verglichen. Untersuchungen dieser Daten auf raumzeitliche Muster bildeten die Grundlage für die Entwicklung von Vorhersagen der Antibiotikaeinträge in den Dresdner Stadtteilen. Der entwi-

-
- 9 Eine Übersicht über die zwölf Projekte findet sich auf der Website des BMBF zur Fördermaßnahme RiSKWa unter http://www.bmbf.riskwa.de/de_94.html [zuletzt abgerufen am 09.03.2018]
- 10 BMBF-Fördermaßnahme Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf – RiSKWa Praxishandbuch / DECHEMA e.V. (Hrsg.). Erschienen im November 2016 zum Abschluss der BMBF -Fördermaßnahme RiSKWa. ISBN: 978 3 -89746 -189 5. Im Internet abrufbar unter http://www.bmbf.riskwa.de/media/RISKWA_Praxishandbuch.pdf [zuletzt abgerufen am 09.03.2018]
- 11 Elektronisch abrufbar auf der Website des BMBF unter http://www.riskwa.de/media/Sammelmappe_RiSKWa_barrierefrei.pdf [zuletzt abgerufen am 12.03.2018]
- 12 Elektronisch abrufbar auf der Website des BMBF unter http://www.riskwa.de/downloads/RiSKWa_Tagungsband_Abschlussveranstaltung_2015.pdf [zuletzt abgerufen am 12.03.2018]

ckelte Geoportal-Prototyp ermöglicht einen interaktiven Zugriff auf die Projektdaten und -ergebnisse und skizziert Komponenten eines Frühwarnsystems für Antibiotikabelastungen.

Die Projektergebnisse sind in den folgenden Kernbotschaften zusammengefasst:

Botschaft 1: Die Vielzahl eingesetzter Humanantibiotika macht eine Vorauswahl auf Grundlage von Verschreibungsmengen notwendig.

Bei 62 verfügbaren Antibiotika, die in der Humanmedizin zugelassen sind, muss auf Substanzen mit hohen Verschreibungsmengen fokussiert werden, um Beprobungen des Abwassersystems zielgerichtet vorzubereiten. Die Auswahl kann auf Basis von ambulanten Verordnungsdaten und stationären Verbrauchsdaten erfolgen. Die Nutzung solcher Sekundärdaten ist jedoch mit umfangreichen Herausforderungen bezüglich Heterogenität, Aktualität, Zugriffsrechte und Validierung der Daten verbunden.

Botschaft 2: Verordnungsdaten sind grundsätzlich dazu geeignet, den Antibiotikaeintrag in das urbane Abwasser abzuschätzen.

Für einige Antibiotika konnten spezifische raumzeitliche Verordnungsmuster erkannt werden. Die Daten stehen als interaktive Kartendienste zur Verfügung. In Kombination mit Daten zu Metabolismus und Ausscheidung können Antibiotikaeinträge in das Abwasser prognostiziert werden. Die hydrodynamische Kanalnetzsimulation ermöglicht es, am Beispiel der Stadt Dresden die Antibiotikafracht im Zulauf zur Zentralkläranlage hochaufgelöst dazustellen.

Botschaft 3: Eine integrierte Betrachtung des Abwassersystems ermöglicht eine Abschätzung von Risikopotenzialen.

Untersuchungen haben gezeigt, dass das parallele Auftreten von Antibiotika (insbesondere Makrolide, Chinolone, Cephalosporine) zu einer überproportionalen Erhöhung des ökotoxikologischen Risikos führt. Die Kombination dieser ökologischen Befunde mit Ergebnissen zu Transport- und Eliminationsprozessen im urbanen Abwassersystem ermöglichen eine Priorisierung von Substanzen bezüglich ihrer Schadwirkung in der aquatischen Umwelt.

Botschaft 4: Eine hohe Anzahl von Resistenzgenen sowie Antibiotika-resistenter und vor allem multiresistenter Keime werden in die Umwelt entlassen, deren Risiko derzeit nicht abschätzbar ist.

Trotz einer allgemeinen Reduktion der Bakterienanzahl während der Abwasserreinigung in der Kläranlage, gelangen Resistenzgene sowie Antibiotika-resistente und multiresistente Keime über den Kläranlagenablauf in die Umwelt. Unterschiede zwischen Kläranlagenzu- und -ablauf waren für die bakterielle Artzusammensetzung nachweisbar. Die relative Anzahl bestimmter Resistenzgene war im Ablauf sogar höher als im Zulauf. Diese war nicht direkt von der Antibiotikakonzentration abhängig. Das Risiko für die aquatische Umwelt durch die Freisetzung dieser Gene und Keime ist noch nicht abschätzbar. Weitere Erkenntnisse zur Verbreitung dieser Resistenzen sind dringend notwendig.¹³

13 Website des Projekts ANTI-Resist unter http://www.bmbf.riskwa.de/de_1264.html [zuletzt abgerufen am 09.03.2018]

3.2. RiskAGuA – Risiken durch Abwässer aus der intensiven Tierhaltung für Grund- und Oberflächenwasser in Agrarräumen

„In dem Verbundprojekt RiskAGuA wurden zunächst in einem zweistufigen Screening-Programm das Ausmaß der Ausbringung und die Persistenz von Veterinärpharmaka, pathogenen Mikroorganismen und deren Resistenzen über die Gülleverwertung und die Verteilung in den Umweltkompartimenten Boden, Grund- und Oberflächenwasser bestimmt. Die Erfassung, Dokumentation und Bilanzierung der durch feste und wässrige Abfälle aus der Viehmast sowie der Milchviehwirtschaft hervorgerufenen Belastungen von Boden, Grund- und Oberflächenwasser durch Veterinärpharmaka (Antibiotika, metallhaltige Desinfektionsmittel), potentiell pathogene Bakterien, deren Antibiotika-Resistenzen und Resistenzgene stand im Fokus des Vorhabens.

Die Projektergebnisse sind in den folgenden Kernbotschaften zusammengefasst:

Botschaft 1: Die biotechnologische Behandlung landwirtschaftlicher Abwässer (z. B. in Biogasanlagen) sowie eine strengere Reglementierung von Abgabe und Verabreichung von Veterinärantibiotika sind zwingend erforderlich.

Die Passage der Biogasanlagen vermindert nachweislich die Antibiotikallast (Tetracycline, Sulfonamide) der Abwässer. Allerdings können einige Antibiotika und Schwermetalle durch Sickerwasser und Oberflächenabfluss nicht abgeführt werden. Durch Sorption an Bodenpartikeln verbleiben erhebliche Mengen in pflanzenverfügbarer Form in landwirtschaftlich genutzten Böden. Daher ist eine strengere Reglementierung des Antibiotikaeinsatzes zur Reduktion der Persistenz und Verbreitung von Resistenzgenen erforderlich.

Botschaft 2: Schwermetalle (z.B. Kupfer, Zink) werden durch Biogasanlagen nicht zurückgehalten.

Die Vorsorgewerte der Schwermetallkonzentration für Lehm/Schluff-haltige Böden gemäß Bundes-Bodenschutzverordnung (BBodSchV) werden in landwirtschaftlich genutzten Böden und Abwässern in der Regel deutlich überschritten. Die nachgewiesenen Schwermetallverbindungen können neben einer toxischen Wirkung auch die Verbreitung Antibiotika-resistenter Organismen fördern. Die Akkumulation in oberen Bodenschichten erfordert die nachhaltige Kontrolle und Entwicklung von Grenzwerten zur Darreichung schwermetallhaltiger Futtermittelzusätze und der Widerfindung in Boden und Gewässern.

Botschaft 3: Eine mikrobiologische Gefährdung der menschlichen Gesundheit durch landwirtschaftliche Abwässer kann weitgehend ausgeschlossen werden.

Krankheitserreger, die häufig mit einem landwirtschaftlichen Ursprung in Verbindung gebracht werden, können in Gülle und Mist meist nicht oder nur mit sehr geringem Vorkommen nachgewiesen werden. Durch biotechnologische Verfahren, wie der Einsatz einer Biogasanlage, tritt eine Hygienisierung landwirtschaftlicher Abwässer durch eine weitere deutliche Reduktion der kultivierbaren mikrobiologischen Ladung und pathogener Organismen ein.

Botschaft 4: Die Biogasanlage ist eine wichtige Barriere für Resistenzgene und resistente Bakterien.

Resistente Bakterien und Resistenzgene kommen ubiquitär in landwirtschaftlich geprägten Räumen vor. Ihre Verbreitung und Persistenz im Wasserkreislauf stellen im Rahmen der Nutztier-

haltung ein gewisses Risiko für Menschen und Tiere dar. Die Prozesse in der Biogasanlage verringern das Aufkommen resistenter Bakterien und Resistenzgene in Abwässern aus der Intensivtierhaltung signifikant und führen zu einer Risikoreduktion für Mensch und Tier.“¹⁴

3.3. SAUBER+ – Innovative Konzepte und Technologien für die separate Behandlung von Abwasser aus Einrichtungen des Gesundheitswesens

„Im Verbundprojekt SAUBER+ erfolgte eine umfassende Risikocharakterisierung und -bewertung für Mensch und Umwelt und darauf aufbauend ein Risikomanagement für den Eintrag von Schadstoffen und Krankheitserregern aus Pflegeeinrichtungen, Seniorenresidenzen, Hospizen, Ärztehäusern und Kliniken in den Wasserkreislauf. Im Gegensatz zu Emissionen aus Krankenhäusern war die Relevanz von Einträgen pharmazeutischer Wirkstoffe und Krankheitserregern aus den übrigen Einrichtungen des Gesundheitswesens bislang unzureichend untersucht. Insbesondere die demografische Entwicklung und die erhöhte Lebenserwartung - die häufig mit der verstärkten Einnahme von Medikamenten verbunden ist - unterstreichen die Bedeutung dieses Themas.

Medikamente erhöhen die Lebensqualität und die Lebenserwartung. Gleichzeitig werden im Abwasser viele Medikamentenrückstände nachgewiesen, von denen Wirkungen auf Mensch und Umwelt vermutet bzw. in einigen Fällen bereits nachgewiesen wurden. Die Minderung der Emissionen von Arzneistoffen an der Eintragsquelle stellt einen möglichen Ansatz dar, der bereits für allgemeine Krankenhäuser untersucht wurde. Im Projekt SAUBER+ wurden Daten zur Beurteilung des potentiellen Risikos, das aus der Emission von Arzneimittlrückständen und Krankheitserregern aus weiteren Gesundheitseinrichtungen resultiert, gewonnen und transdisziplinär bewertet. Technologien, Konzepte und Strategien zur Minderung dieser Emissionen wurden als Handlungsoptionen untersucht und ihre (kombinierte) Wirkung abgeschätzt. Kommunikations- und Bildungsmaßnahmen wurden zur Sensibilisierung wichtiger Akteure entwickelt. Die Projektergebnisse sind in den folgenden Kernbotschaften zusammengefasst:

Botschaft 1: Eine separate Behandlung der Abwässer aus Einrichtungen des Gesundheitswesens ist nur in Einzelfällen sinnvoll.

Für die untersuchten Einrichtungen des Gesundheitswesens konnte kein höherer Eintrag von Arzneimittlrückständen, toxisch wirkenden Substanzen sowie antibiotikaresistenten Bakterien oder Genen als aus Haushalten festgestellt werden. Abweichungen sind bei weiteren Einrichtungen des Gesundheitswesens nicht auszuschließen, so dass Einzelfallbetrachtungen mit gezielten Untersuchungen notwendig sind. Hierzu wird der entwickelte Emissionscheck empfohlen.

Botschaft 2: Arzneimittlrückstände, (antibiotikaresistente) Krankheitserreger und toxisch wirkende Substanzen können dezentral im Abwasser aus medizinischen Einrichtungen mit verschiedenen Technologien weitgehend eliminiert werden.

Die eingesetzten Verfahrenskombinationen (Membranbioreaktor gefolgt von einer Ozonung, Ak-

14 Website des Projekts RiskAGuA unter http://www.bmbf.riskwa.de/de_1276.html [zuletzt abgerufen am 09.03.2018]

tivkohlefiltration oder UV-Bestrahlung) sind zur Elimination der untersuchten Arzneimittelrückstände, (antibiotikaresistenten) Krankheitserreger und toxisch wirkenden Substanzen geeignet. Keine Technologie eliminiert aber bei vertretbarem Aufwand alle Verunreinigungen vollständig. Erarbeitete Empfehlungen zur Verfahrensauslegung in Abhängigkeit der Abwassermatrix sind zu beachten.

Botschaft 3: Zur vorsorglichen Minderung dieser Schadstoffe im Wasserkreislauf ist eine Integration von Technologien, Gesundheitspolitik (Prävention, Arzt-Patient-Kommunikation) und Arzneimittelinnovation notwendig.

Die sozial-ökologische Wirkung von einzelnen und kombinierten Maßnahmen kann mithilfe entwickelter Methodik geprüft werden. Dabei zeigt sich, dass es wahrscheinlich nicht ausreicht, wenn zur Verminderung der stofflichen Einträge in die Gewässer ausschließlich auf den Ausbau von zentralen oder dezentralen Kläranlagen gesetzt wird. Für einige Wirkstoffe greifen v.a. Maßnahmen der Arzneimittelinnovation und Gesundheitspolitik. Eine Integration der Ansätze ist daher notwendig.

Botschaft 4: Bei Kommunikations- und Bildungsmaßnahmen ist wichtig zu vermitteln, dass es sich bei den Bestrebungen zur Minderung von Arzneimittelrückständen in der Umwelt in erster Linie um Vorsorge handelt und nicht um den Schutz vor konkreten Gefährdungen.

Handlungssicherheit bei der Arzneimittelentsorgung erfordert eine bundesweite Informationskampagne mit angepassten dezentralen Informationsangeboten. Appelle zu einem reflektierten Arzneimittelgebrauch sollten v.a. aus dem Gesundheitsbereich erfolgen. Die entwickelte umweltorientierte Ärztefortbildung mit Zertifizierung sollte als Initiator zur Etablierung einer längerfristigen Fortbildungsreihe dienen.“¹⁵

3.4. TransRisk – Charakterisierung, Kommunikation und Minimierung von Risiken durch neue Schadstoffe und Krankheitserreger im Wasserkreislauf

„TransRisk widmete sich der Charakterisierung, Kommunikation und Minimierung von Risiken, die von anthropogenen Spurenstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf ausgehen.

Die Projektergebnisse sind in den folgenden Kernbotschaften zusammengefasst:

Botschaft 1: Die Einführung einer zusätzlichen physikalisch-chemischen Reinigungsstufe für kommunale Kläranlagen ist insbesondere dann sinnvoll und notwendig, wenn der Abwasseranteil im aufnehmenden Gewässer hoch ist und/oder wenn das Gewässer zur Trinkwassergewinnung herangezogen wird.

Die konventionelle biologische Abwasserreinigung ist zur weitgehenden Entfernung zahlreicher Mikroverunreinigungen nicht in der Lage. Da es unrealistisch ist, alle Spurenstoffe und deren

15 Website des Projekts SAUBER+ unter http://www.bmbf.riskwa.de/de_1282.html [zuletzt abgerufen am 09.03.2018]

Transformationsprodukte zu identifizieren, zu bewerten und an den Eintragsorten zu minimieren, sind zusätzliche Maßnahmen an Kläranlagen unerlässlich.

Botschaft 2: Eine nachgeschaltete Ozonungsstufe mit anschließender Aktivkohlefiltration ist eine vielversprechende Option, um Einträge von Mikroverunreinigungen und deren Transformationsprodukte zu minimieren, pathogene Mikroorganismen sowie antibiotikaresistente Keime zu reduzieren und ökotoxikologische Wirkungen zu verringern.

Die Behandlung des Kläranlagenablaufs mittels Ozon trägt wesentlich zur Eliminierung zahlreicher Mikroverunreinigungen bei, erzeugt aber ggf. auch neue, unbekannte Transformationsprodukte. Die Aktivkohlefiltration stellt eine gute Ergänzung zur Ozonung dar. Sie entfernt zahlreiche, insbesondere mittelpolare bis unpolare Mikroverunreinigungen und vermindert (toxische) biologische Wirkungen im Kläranlagenablauf. Die Ozonung wirkt zudem desinfizierend, d.h. Gesamtkeimzahl nimmt deutlich ab. Sie verschiebt allerdings den Anteil nichtresistenter zu antibiotikaresistenter Keime zu Gunsten antibiotikaresistenter Keime. Die Aktivkohlefiltration verringert ebenfalls die Keimzahlen, jedoch in geringerem Ausmaß.

Botschaft 3: Die heutigen Bewertungskriterien der Reinigungsleistung kommunaler Kläranlagen sind um neue chemische, ökotoxikologische und mikrobiologische Parameter zu erweitern.

Zur Bewertung der Ablaufqualität von Kläranlagen sind zusätzliche Qualitätsmerkmale sinnvoll und: erforderlich. Die nachstehenden Kriterien sollten aufgenommen werden:

- die Eliminierung prozessrelevanter chemischer und mikrobiologischer Indikatorparameter
- die Eliminierung von Krankheitserregern
- die Vermeidung der Bildung von Transformationsprodukten bzw. deren Eliminierung
- die Eliminierung bzw. Reduzierung ökotoxikologischer Wirkungen.

Botschaft 4: Durch zielgruppenspezifische Kommunikations- und Bildungsmaßnahmen ist die notwendige Einführung von geeigneten Maßnahmen der Fachwelt, der Politik und der Bevölkerung vermittelbar.

Bei Kommunikationsmaßnahmen ist zwingend zwischen verschiedenen Zielgruppen innerhalb der Öffentlichkeit und des Fachpersonals zu differenzieren.

Im Rahmen der Allgemein- und Berufsbildung ist das Thema des urbanen Wasserkreislaufes gut geeignet, um für die Auseinandersetzung mit gesellschaftlich relevanten Risiken einschließlich der Entwicklung von Problemlösestrategien zu befähigen¹⁶

16 Website des Projekts TransRisk unter http://www.bmbf.riskwa.de/de_1300.html [zuletzt abgerufen am 09.03.2018]

4. Studien zum Thema

- 4.1. Exner, Martin; Schwartz, Thomas: RiSKWa-Statuspapier Bewertungskonzepte der Mikrobiologie mit den Schwerpunkten neue Krankheitserreger und Antibiotikaresistenzen. Ergebnisse des Querschnittsthemas „Bewertungskonzepte der Mikrobiologie“ (2015)¹⁷

Anlage 4

Die Studie behandelt regulatorische Anforderungen und Überwachungsmaßnahmen an das Trinkwasser in Deutschland und geht dabei auch auf Eintragswege und das Verhalten von Antibiotika-resistenten Bakterien sowie Resistenzübertragung durch horizontalen Gentransfer im Wasser und dadurch entstehende Risiken ein (Kap. 1.7). Neben Nachweisverfahren für Krankheitserreger und Antibiotikaresistenzen (Kap. 2) werden die Ergebnisse aus der BMBF-Fördermaßnahme RiSKWa bezüglich Abwassertechniken, Rohwasser inklusive Grundwasser (Kap. 3.3), Trinkwasser und Oberflächengewässer, Badegewässer sowie Regenüberlauf in der Umwelt (Kap. 3.5) dargestellt. Weiteres Thema sind Bakterien, Gene und Viren als Indikatoren für die Belastung von Wasser und ihre Bewertung. Abschließend werden Bewertungskonzepte sowie Wissenslücken und Forschungsbedarf vorgestellt. Gefordert werden die Berücksichtigung von Krankheitserregern und klinisch relevanten Antibiotika-resistenten Bakterien bzw. Antibiotikaresistenzgenen in nationalen und internationalen Regularien wie der Wasserrahmenrichtlinie sowie standardisierte Überwachungsstrategien für Antibiotika-resistente Bakterien mit klinischer Relevanz in der aquatischen Umwelt.

- 4.2. Hillenbrand, Thomas [u. a.]: Maßnahmen zur Verminderung des Eintrages von Mikroschadstoffen in die Gewässer – Phase 2. Umweltbundesamt (Hrsg.). 2016¹⁸

„Aufbauend auf den Ergebnissen der Phase 1 wurden in der Phase 2 des Forschungsprojektes weitergehende Arbeiten zur Konkretisierung von quellenorientierten Maßnahmen zur Emissionsminderung von Mikroschadstoffen aus dem Bereich Importtextilien, Arzneistoffe und ausgewählten Bioziden, zur Relevanzbewertung der Stoffe der EU-Watch-List für Deutschland, zur deutschlandweiten Modellierung von Stoffeinträgen und zugehörigen Emissionsminderungsmaßnahmen, zur Aktualisierung und Erweiterung der Kosten- und Effizienzdaten einer 4. Reinigungsstufe auf kommunalen Kläranlagen, zur Kostenträgerschaft sowie zum volkswirtschaftlichen Nutzen der Emissionsminderungsmaßnahmen durchgeführt.“¹⁹

17 Elektronisch abrufbar auf der Website des BMBF unter http://www.riskwa.de/downloads/RISKWA_Statuspapier_Mikrobiologie_2015_10_30.pdf [zuletzt abgerufen am 12.03.2018]

18 Elektronisch abrufbar auf der Website des Umweltbundesamts unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/mikroschadstoffen_in_die_gewasser-phase_2.pdf [zuletzt abgerufen am 13.03.2018]. Aufgrund der Größe des Dokuments von 235 Seiten wird auf einen Ausdruck und Beifügung als Anlage verzichtet.

19 Aus: ebd.

In den verschiedenen Aspekten der Untersuchung wird jeweils auf Arzneistoffe eingegangen, von denen manche die Ursache für Resistenzen sein können. So geht es beispielsweise in Kap. 2.4.4 um die „Bewertung der Relevanz von „Hot-Spots“ bei Arzneistoffeinträgen“, in Kap. 2.5.1 um „Maßnahmen zur Reduktion von Arzneistoffeinträgen in die Gewässer“.

- 4.3. Hannappel, Stephan; Köpp, Claudia; Zühlke, Sebastian: Aufklärung der Ursachen von Tierarzneimittelfunden im Grundwasser – Untersuchung eintragsgefährdeter Standorte in Norddeutschland. Umweltbundesamt (Hrsg.). 2016²⁰

Untersuchung von Standorten mit deutlich erhöhten Viehbesatzdichten in Nordwestdeutschland zur Aufklärung der Ursache von im Grundwasser nachgewiesenen Antibiotika-Wirkstoffen (Sulfonamide) im oberflächennahen Grundwasser, die vor dem Hintergrund entstanden ist, dass der Verbrauch antibiotisch wirksamer Tierarzneimittel (TAM) in der Landwirtschaft in Deutschland trotz eines zu verzeichnenden Rückgangs in den vergangenen Jahren noch immer sehr hoch ist – mit einem signifikanten Anstieg der abgegebenen Reserveantibiotika bis 2013. Diese Entwicklung kann zu Resistenzbildungen führen. Die Untersuchung erfolgte unter weitgehender Kooperation der ansässigen Landwirte und Landwirtschaftsverbände. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass an allen elf untersuchten Standorten der Stoffeintrag der Antibiotika-Wirkstoffe durch die Düngung mit organischen Wirtschaftsdüngern verursacht wurde. Die an allen elf Standorten gefundenen Wirkstoffe Sulfadiazin und Sulfadimidin werden in Deutschland fast ausschließlich zur Behandlung von Tieren eingesetzt. Der an zwei Standorten in hohen Konzentrationen im Grundwasser nachgewiesene Wirkstoff Sulfamethoxazol wird in Deutschland in der Humanmedizin in deutlich größeren Mengen als in der Tiermedizin eingesetzt. Aufgrund des Nachweises weiterer Stoffe, die neben dem Grundwasser auch in Abwasserproben lokal benachbarter Kleinkläranlagen gefunden wurden, stellt die Studie fest, dass ein zusätzlicher Stoffeintrag über das Abwasser vorliegt.

- 4.4. Schmitt, Heike; ter Laak, Thomas; Duis, Karen: Development and dissemination of antibiotic resistance in the environment under environmentally relevant concentrations of antibiotics and its risk assessment. Literature Study. Umweltbundesamt (Hrsg.). 2017. ISSN 1862-4804.²¹

„In diesem Bericht wird die Rolle von Antibiotikarückständen in der Umwelt für die Entwicklung und Verbreitung von Antibiotikaresistenzen in Umweltkompartimenten untersucht. Zunächst wird ein Überblick über das Verhalten und Auftreten von Antibiotika in der Umwelt gegeben. Darauffolgend werden Daten zu Effekten von Antibiotika auf Resistenz in Umweltkompartimenten zusammengetragen. Es liegen nicht genügend Daten vor,

20 Elektronisch abrufbar auf der Website des Umweltbundesamts unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_54_2016_aufklaerung_der_ursachen_von_tierarzneimittelfunden_im_grundwasser.pdf [zuletzt abgerufen am 12.03.2018]. Aufgrund der Größe des Dokuments von 188 Seiten wird auf einen Ausdruck und Beifügung als Anlage verzichtet.

21 Elektronisch abrufbar auf der Website des Umweltbundesamts unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/2017-01-09_texte_01-2017_resistance_final_track_changes.pdf [zuletzt abgerufen am 13.03.2018]. Aufgrund der Größe des Dokuments von 159 Seiten wird auf einen Ausdruck und Beifügung als Anlage verzichtet.

um Effekte von Rückständen auf das Auftreten von Resistenz bei umweltrelevanten Konzentrationen nachzuweisen. Basierend auf Sammlungen von minimalen Hemmkonzentrationen und Daten zu minimalen selektiven Konzentrationen können solche Effekte jedoch nicht ausgeschlossen werden. Testmethoden für das Auftreten und die Verbreitung von Antibiotikaresistenz in der Umwelt werden beschrieben und bewertet. Eine Kombination von Kultur- und PCRTechniken, kombiniert mit Tests zur Genübertragung, bietet die meisten Vorteile. Die vorhandenen Testsysteme sind jedoch noch nicht standardisiert. Die Berücksichtigung von Effekten von Antibiotikarückständen auf die Resistenzbildung in der Umwelt innerhalb der Umweltrisikoprüfung von Antibiotika wird diskutiert. Ein Resistenzmonitoring in der Umwelt wird empfohlen, um auch resistente Bakterien, die mit Gülle oder Kläranlagenabläufen in die Umwelt gelangen, und die Effekte von andere Stoffgruppen (z.B. Schwermetallen) auf die Resistenz abzudecken. Ein mögliches Testsystem wird vorgestellt, Forschungsbedarf wird identifiziert und die Ergebnisse eines internationalen Expertentreffens zum Thema werden beschrieben.“²²
