

WASSER



ABFALL

■ POSITIONSPAPIERE

des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes (ÖWAV)

ÖWAV-Positionspapier

Anthropogene Spurenstoffe in der aquatischen Umwelt

erstellt vom
ÖWAV-Arbeitsausschuss „Spurenstoffe“

Wien, April 2013

An der Erarbeitung dieses ÖWAV-Positionspapiers haben mitgewirkt:

Leitung:

Mag. Dr. Norbert KREUZINGER, Technische Universität Wien
a.o. Univ.-Prof. DI Dr. Maria FÜRHACKER, Universität für Bodenkultur Wien

Ausschussmitglieder:

DI Thomas BLANK, Amt der Vorarlberger Landesregierung, Bregenz
a.o. Univ.-Prof. Dr. Wilfried BURSCH, Medizinische Universität Wien
DI Dr. Manfred CLARA, Umweltbundesamt GmbH, Wien
DI Dr. Robert FENZ, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien
a.o. Univ.-Prof. Dr. Britta GRILLITSCH, Veterinärmedizinische Universität Wien
Mag. Richard GUHSL, Wirtschaftskammer Österreich, Wien
o. Univ.-Prof. DI Dr. Dr. h.c. Helmut KROISS, Technische Universität Wien
Dr. Stefan NAPETSCHNIG, Bundesministerium für Gesundheit, Wien
HR DI Alfred RAUCHBÜCHL, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien
Mag. Dr. Sigrid SCHARF, Umweltbundesamt GmbH, Wien
DI Werner SCHÖNGRUBER, Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Linz
DI Dr. Peter SCHWEIGHOFER, MBA, Linz Service GmbH, Linz
wHR DI Gerhard SPATZIERER, Amt der Burgenländischen Landesregierung, Eisenstadt
DI Dr. Reinhard THAYER, Fachverband der Chemischen Industrie Österreichs, Wien
DI Dr. Gerald WANDL, ebswien hauptkläranlage Ges.m.b.H., Wien
DI Dr. Markus WERDERITSCH, MA 31 Wasserwerke, Wien
DI Georg WINDHOFER, Umweltbundesamt GmbH, Wien
MR Mag. Dr. Martin WIMMER, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien

Für den ÖWAV:

Mag. Franz LEHNER, Bereichsleiter Abwasserwirtschaft im ÖWAV, Wien



Positionspapier des ÖWAV-Ausschusses „Spurenstoffe“

Anthropogene Spurenstoffe in der aquatischen Umwelt

Zielsetzung

Die Thematik der anthropogenen Spurenstoffe erlangte in den letzten Jahren eine zunehmende Bedeutung in wissenschaftlichen und umweltpolitischen Betrachtungen. Zur Erörterung dieser Thematik wurde im Mai 2011 im Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV) der Arbeitsausschuss „Spurenstoffe“ geschaffen. Fachleute der Analytischen Chemie, Human- und Ökotoxikologie, Wasser- und Gewässerforschung, von Trinkwasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsanlagen, Landes- und Bundesdienststellen, der Wirtschaft, Industrie und Forschung befassen sich mit der Thematik der Spurenstoffe für Gewässer, Trinkwasser und Abwasserreinigung. Ziel des Positionspapiers ist es, für die betroffenen Fachkreise einen Überblick über den Stand des Wissens und der Technik darzulegen und aus heutiger Sicht resultierende Handlungsstrategien aufzuzeigen.

Begriffsbestimmung

Unter „Spurenstoffen“ im Sinne dieses Positionspapiers werden Verbindungen sowie aus ihnen abgeleitete Umbau- und Abbauprodukte verstanden, die in sehr geringen Konzentrationen in der aquatischen Umwelt vorkommen. Die Konzentrationen liegen dabei im Bereich von $\mu\text{g/l}$ (Mikrogramm = tausendstel Milligramm) bis unter 1 ng/l (Nanogramm = millionstel Milligramm). Die hier thematisierten Spurenstoffe umfassen sowohl anorganische Stoffe – wie etwa Schwermetalle – als auch organische Verbindungen, deren Auftreten in der aquatischen Umwelt „anthropogen“ – also vom Menschen direkt oder indirekt – verursacht ist. Während die Schwermetalle auch eine geogen bedingte natürliche Hintergrundkonzentration aufweisen können, handelt es sich bei den organischen Spurenstoffen mit Ausnahme natürlicher Hormone – insbesondere der männlichen und weiblichen Sexualhormone, die von Menschen und Tieren im Körper gebildet werden – um vom Menschen künstlich hergestellte Verbindungen. Die Berücksichtigung der Schwermetalle weist bereits eine längere Tradition im Gewässerschutz auf, während die organischen Spurenstoffe erst in der jüngeren Vergangenheit thematisiert werden. Der Schwerpunkt der gegenständlichen Betrachtungen liegt deshalb auf dem Gebiet der organischen Spurenstoffe, wenngleich die generelle Problematik für beide Substanzgruppen gilt und beide in den toxikologischen Betrachtungen und gesetzlichen Regulativen gemeinsam abgehandelt werden. Die Thematik der Schwermetalle erfährt durch deren Verwendung als Nanopartikel (z. B. Silber) einen zusätzlichen Aspekt.

Der Begriff „aquatische Umwelt“ beinhaltet die Oberflächengewässer als Lebensraum für Lebewesen wie Pflanzen, Fische und Fischnährtiere sowie Amphibien, Schnecken und Muscheln. Da die Gewässersedimente weder stofflich noch funktionell getrennt zu sehen sind, werden diese, wie auch das Grundwasser, der aquatischen Umwelt zugerechnet. Diese natürlichen Wasserressourcen werden im anthropogen beeinflussten, urbanen Wasserkreislauf vom Menschen unter anderem für die Trinkwasserversorgung herangezogen und nach Gebrauch und anschließender Reinigung in Kläranlagen wieder dem natürlichen Kreislauf zugeführt, weshalb auch diese Schritte Bestandteil der Betrachtungen sind.

Unter dem Begriff „anthropogene Spurenstoffe“ werden in diesem Papier primär vom Menschen direkt oder indirekt in den Wasserkreislauf eingebrachte organische Substanzen verstanden, die in der aquatischen Umwelt in äußerst geringen Konzentrationen vorkommen. Der Begriff „aquatische Umwelt“ beinhaltet die Oberflächengewässer als natürlichen Lebensraum, das Grundwasser sowie die Nutzung von Wasser durch Menschen als Trinkwasser und das in Kläranlagen gereinigte Wasser.

Herkunft und Eintragspfade von Spurenstoffen

Stoffe, die als Spurenstoffe in der aquatischen Umwelt gefunden werden, sind fester Bestandteil unserer Gesellschaft und werden in praktisch allen Bereichen menschlicher Aktivitäten eingesetzt. Sie finden beispielsweise bei der Produktion von industriellen Gütern, als Zusatzstoffe in Baumaterialien, als Haushaltschemikalien, in Körperpflegemitteln, als Lebensmittelzusatz, in der Human- und Veterinärmedizin oder als Pflanzenschutzmittel Anwendung. Hierbei werden z. B. Inhaltsstoffe von Körperpflegemitteln (wie etwa Moschus-Duftstoffe und Stoffe zur Insektenabwehr), Arzneimitteln, Lebensmittelzusatzstoffen (künstliche Süßstoffe), Reinigungsmitteln (lineare Alkylsulfonate, Alkylphenolethoxylate, quaternäre Ammoniumverbindungen), technischen Produkten (z. B. Bisphenol A, Nonylphenol, Tributylzinn-Verbindungen) oder Materialschutzmitteln (z. B. Pestizide in Holzschutzmitteln oder Fassadenanstrichen) freigesetzt. Auch durch die Landwirtschaft und den Verkehr werden Spurenstoffe in den Wasserkreislauf eingetragen (z. B. Pestizide, Oxygenate, PAK, Nitro-PAH). Aufgrund der vielfältigen Anwendungen ist eine „Nullemission“ nicht möglich und jedenfalls mit einem Auftreten dieser Stoffe in der Umwelt zu rechnen.

Art und Ausmaß der Emission von Spurenstoffen aus Haushaltschemikalien, Körperpflegemitteln, Baumaterialien und technischen Chemikalien werden größtenteils vom Verbraucherverhalten bestimmt. Spurenstoffe gelangen über direkte Anwendungen, wie etwa im Fall von Pflanzenschutzmitteln, über Waschwässer oder aus menschlichen und tierischen Ausscheidungen in den Wasserpfad. Der primäre Eintrag kann dabei je nach Substanz und Einsatzbereich über Grundwasser, Oberflächenwasser oder Kanalisation erfolgen. Einige Substanzen werden über die Luft verbreitet und gelangen dann über die Niederschläge in den Wasserkreislauf.

Die Entwicklung der Diskussionen zum Thema Spurenstoffe ist auch der rasanten Weiterentwicklung und Verfeinerung der chemischen Analysemethoden zuzuschreiben. Vor etwa 10 Jahren wäre es nicht möglich gewesen, viele dieser im Spurenbereich auftretenden Substanzen zu analysieren. Zudem stiegen die Zahl der eingesetzten Stoffe und die Einsatzmengen in den letzten Jahrzehnten deutlich an. Chemische Monitoring-Programme erfassen aber trotz enormem Aufwand nicht die gesamte Palette an Substanzen sowie deren Reaktions- bzw. Abbauprodukte, die in Wässern auftreten können.

Anthropogene Spurenstoffe werden durch menschliche Aktivitäten in die aquatische Umwelt eingetragen. Sie werden beispielsweise in der Produktion und Nutzung von industriellen Gütern, als Zusatzstoffe im Bauwesen, als Haushaltschemikalien, Körperpflegemittel, in der Human- und Veterinärmedizin oder als Pflanzenschutzmittel eingesetzt und sind ein inhärenter Bestandteil unserer Gesellschaft. Die Substanzen gelangen über die Anwendung, Waschwässer oder aus menschlichen und tierischen Ausscheidungen in den Wasserpfad. Dies kann je nach Substanz und Einsatzbereich direkt in das Grundwasser, Oberflächenwasser oder indirekt über die Kanalisation und die Kläranlage erfolgen. Einige Substanzen werden über die Luft verbreitet und gelangen über den Niederschlag in den Wasserkreislauf. Aufgrund der ständig verbesserten Analytik sind immer mehr Substanzen und deren Abbauprodukte in den Gewässern messtechnisch nachweisbar.

Bedeutung von Spurenstoffen in der aquatischen Umwelt

Der Einsatz von Substanzen, die in weiterer Folge als Spurenstoffe in der aquatischen Umwelt auftreten, erfolgt zum Teil seit vielen Jahren. Erste wissenschaftliche Studien wurden in den späten 1970ern durchgeführt; dennoch wurde erst um die Jahrtausendwende begonnen, die Thematik systematisch auf wissenschaftlicher Ebene zu untersuchen.

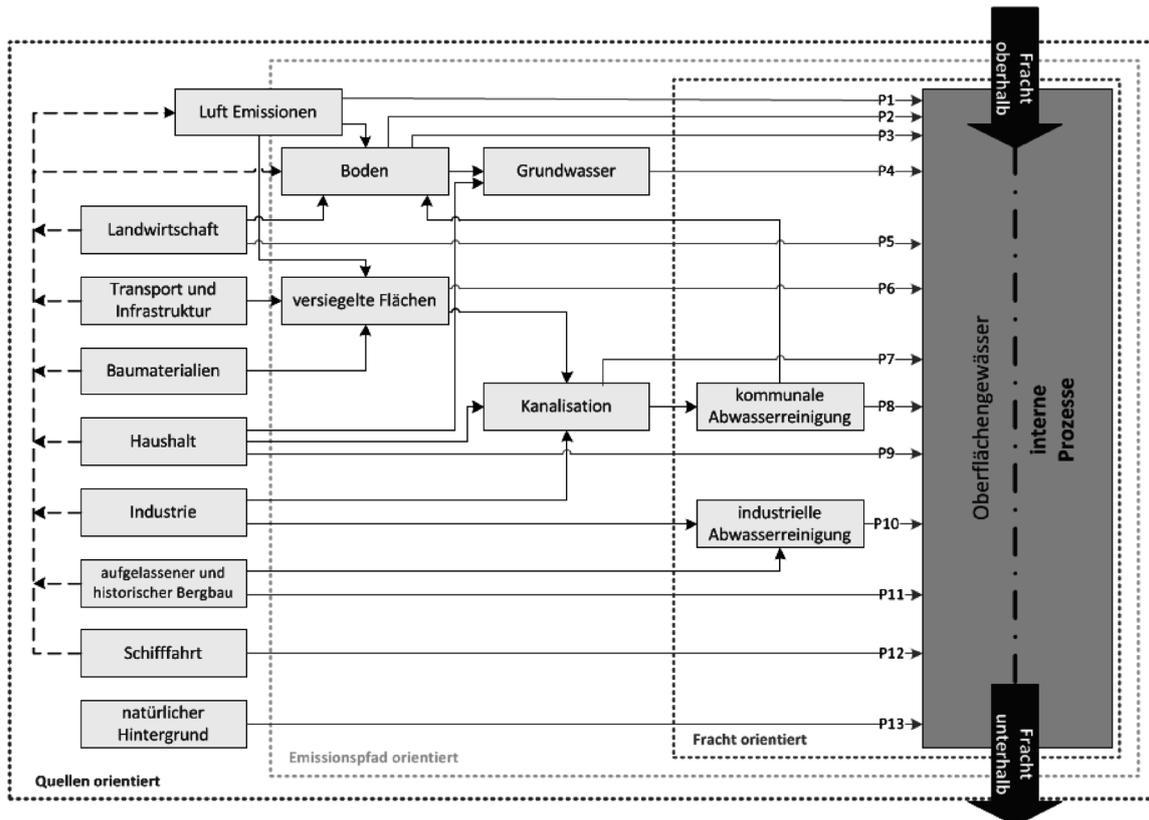


Bild 1: Primäre Eintragspfade in Oberflächengewässer (modifiziert nach: "Figure 2: General working scheme of inventory" in: Guidance Document No.28, Preparation of an Inventory of Emissions, Discharges and Losses of Priority and Priority Hazardous Substances¹⁾)

P1: direkte atmosphärische Deposition ins Oberflächengewässer; P2: Erosion; P3: Oberflächenabfluss von unversiegelten Flächen; P4: Einträge über Grundwasserzutritte (inkl. Drainagen und Auswaschungen aus kontaminierten Böden); P5: direkte Einträge und Abdrift; P6: Oberflächenabfluss von versiegelten Flächen; P7: Regenwasser-, Mischwasser-überläufe; P8: behandeltes kommunales Abwasser; P9: individuelle, behandelte und unbehandelte Haushaltsabwässer; P10: behandeltes industrielles Abwasser; P11: direkte Einleitungen aus aufgelassenen Bergwerken; P12: Binnenschifffahrt; P13: Einträge aus natürlichem Hintergrund.

Die besonderen Herausforderungen in der Beurteilung der Bedeutung von chemischen Substanzen für die Belastung der aquatischen Umwelt unterlagen im Verlauf der vergangenen Dekaden einem deutlichen Wandel. Zunächst konzentrierten sich Managementmaßnahmen auf Substanzgruppen, die über punktuelle Einträge in hohen Konzentrationen eingeleitet wurden, wie sauerstoffzehrende Verbindungen, Nährstoffe und bereits bei kurzfristiger Einwirkung gesundheitsgefährdende Stoffe. Im Bereich Abwassermanagement haben Bau und Betrieb von Kanalisations- und Abwasserreinigungsanlagen sowie deren fortschreitende technologische Entwicklung nachweislich große Erfolge erbracht, wie sie die Verbesserung bei den Belastungsindikatoren in den Fließgewässern anzeigt. Auch bei Stoffen, die diffus in die Gewässer gelangen wie zum Beispiel Pflanzenschutzmittel und biogene Düngemittel, konnten durch regulatorische und technologische Maßnahmen Erfolge erzielt werden. Mit Bewältigung dieser primären Belastungen traten mit den Spurenstoffen nunmehr jene Stoffe in den Vordergrund, welche bereits in geringen Konzentrationen potenziell kritische Wirkungen an Lebewesen in Gewässern hervorrufen können. Mittlerweile wird die Thematik der Spurenstoffe in der aquatischen Umwelt im wissenschaftlichen aber auch im administrativen Bereich breit diskutiert. So beschäftigen sich Experten weltweit z. B. im Rahmen der „Specialist Group – Assessment and Control of Hazardous Substances in Water (ACHSW)“ der „International Water Association (IWA)“, aber auch internationale Kommissionen wie die Internationale Kommission zum Schutz der Donau (IKSD) oder die Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) mit dem Thema Spurenstoffe.

¹⁾ European Communities (2012). Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) – Guidance Document No. 28: Technical Guidance on the Preparation of an Inventory of Emissions, Discharges and Losses of Priority and Priority Hazardous Substances, Technical Report - 2012 – 058, doi: 10.2779/2764.

In ihrer Anwendung werden die Substanzen für eine gezielte Wirkung eingesetzt. Diese Wirkung kann beispielweise die Haltbarkeit, Stabilität oder sonstige Produkteigenschaften zum Ziel haben, wie etwa Weichmacher in Kunststoffen oder Flammschutzmittel in Textilien oder eine Unterstützung der Wirksamkeit einer anderen Verbindung, wie bei Lösungsvermittlern. Die Wirkung kann sich aber auch direkt gegen eine biologisch verursachte Zerstörung eines Produkts richten, wie bei Bioziden (z. B. Holzschutzmitteln) oder Pflanzenschutzmitteln. In diesem Fall richtet sich der beabsichtigte Wirkungsbereich gegen Organismen selbst, wobei in der Regel mannigfaltige Mechanismen genutzt werden, um das Wachstum von Bakterien, Pilzen, Algen oder Insekten hintanzuhalten. Auch Antibiotika und Desinfektionsmittel fallen in diese Substanzgruppe. Schließlich kann der Eingriff in spezielle ausgewählte Funktionen der Organismen die gewünschte Wirkung darstellen. Vertreter hierfür wären Human- und Veterinärarzneimittel aber auch Genuss- und Rauschmittel.

Substanzen können auf andere Organismen als die Zielorganismen wirken und an diesen, auch über andere Wirkmechanismen, unerwünschte oder schädliche Effekte herbeiführen. Menschliche Sexualhormone können im Gewässer zum Beispiel die Ausbildung von Geschlechtsmerkmalen bei Muscheln und Schnecken ebenso wie bei Fischen beeinflussen, dadurch den Fortpflanzungserfolg der Tiere und so schließlich den Bestand von Populationen beeinträchtigen. Um die Auswirkungen von Stoffen und Stoffgemischen in der aquatischen Umwelt beurteilen zu können, kommen deshalb bioanalytische Verfahren zum Einsatz, welche Veränderungen von Erbgut (Mutagenität), Krebsentwicklung (Cancerogenität), Fortpflanzung und Entwicklung sowie von Funktionen des Hormon-, Nerven- oder Immunsystems in Abhängigkeit von ihrer Konzentration erfassen können. Das Vorhandensein einer Substanz in Gewässern oder im Trinkwasser allein bzw. deren analytischer Nachweis ist somit noch nicht ausreichend Anlass, um auf ein Risiko für den Menschen oder aquatische Lebewesen zu schließen.

Aus heutiger Sicht stellt sich die Frage nach den möglichen Auswirkungen der Spurenstoffe in erster Linie im Bereich der aquatischen Ökosysteme und der Biodiversität. Die Frage, ob bzw. in welchem Ausmaß von den im Gewässer gemessenen Konzentrationen ein Risiko für die aquatische Umwelt ausgeht, kann aber zum jetzigen Zeitpunkt nicht eindeutig beantwortet werden. Die Konzentrationen an organischen Spurenstoffen im Trinkwasser sind nach derzeitigem Wissensstand in der Regel so gering, dass keine Gefährdung des Menschen zu befürchten ist. Lokal können jedoch z. B. Überschreitungen des Trinkwasserparameterwertes (Grenzwert) bei Pestiziden auftreten. Das geringe Risiko für Trinkwasser in Österreich ist auch wesentlich dadurch bedingt, dass die Trinkwasserversorgung nahezu zu 100 % aus Grund- und Quellwasser erfolgt. Speziell in Hinblick auf die Auswirkungen auf den Menschen muss zudem berücksichtigt werden, ob etwa die Aufnahme über Trinkwasser oder Fische als Nahrungsmittel überhaupt den relevanten Aufnahmepfad darstellt. Substanzen, die zum Beispiel in Körperpflegemitteln eingesetzt werden oder in Nahrungsmitteln vorhanden sind, gelangen über diese Pfade oftmals in wesentlich höheren Konzentrationen in den menschlichen Körper als durch Trinkwasser.

Makrobelastungen mit sauerstoffzehrenden Stoffen und Nährstoffen stellen die traditionellen Herausforderungen an das Wassergütemanagement dar und konnten so weit verringert werden, dass sie in den österreichischen Gewässern heute nicht mehr das zentrale Problem darstellen. Mikrobelastungen mit chemischen Substanzen stellen die neue Herausforderung dar. Nach dem heutigen Wissen sind die Konzentrationen an organischen Spurenstoffen im Trinkwasser so gering, dass in der Regel keine Gefährdung des Menschen zu befürchten ist, wogegen mögliche Auswirkungen der Spurenstoffe im Bereich der aquatischen Ökosysteme und der Biodiversität noch nicht abschließend geklärt sind.

Chemikaliensicherheit

In der Risikobewertung wird für eine bestimmte chemische Substanz deren Umweltkonzentration (PEC-Wert, Predicted Environmental Concentration) mit jener Konzentration in Beziehung gesetzt, bei welcher keine unerwünschten Wirkungen auf den Menschen bzw. andere Lebewesen erwartet werden (PNEC-Wert, Predicted No Effect Concentration). Der PNEC-Wert wird aufgrund von Untersuchungen an Testorganismen ermittelt, wobei das Ergebnis für den empfindlichsten Testor-

ganismus herangezogen und – in Abhängigkeit von der Datenlage – noch ein Sicherheitsfaktor berücksichtigt wird. PNEC-Werte werden zudem unter Berücksichtigung der Anreicherung in der Nahrungskette und der damit verbundenen Sekundärvergiftung sowie einer indirekten (z. B. Fischkonsum) oder einer direkten (z. B. Trinkwasser) Auswirkung auf die menschliche Gesundheit abgeleitet. In der Risikobewertung werden zunehmend auch bioanalytische Verfahren, wie etwa zellbasierte Bioassays, eingesetzt. Dabei werden gezielt Wirkmechanismen (Modes of Action) von Einzelstoffen oder Stoffgemischen, wie sie in der Regel in der Umwelt auftreten, identifiziert.

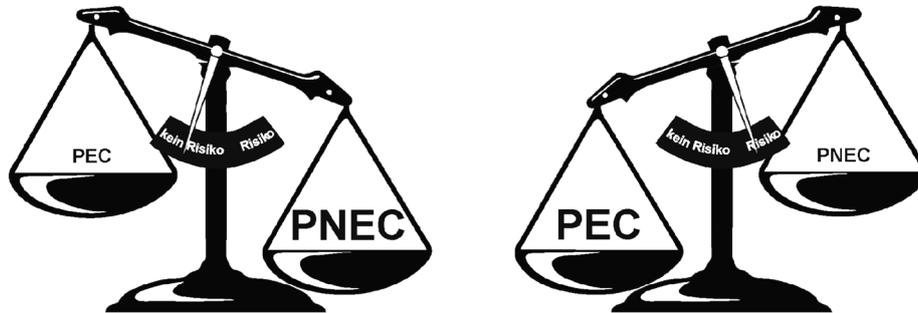


Bild 2: Prinzip der Risikobewertung aus dem Verhältnis PEC zu PNEC: $PEC < PNEC \Rightarrow$ kein Risiko; $PEC > PNEC \Rightarrow$ Risiko

PEC (predicted environmental concentration): vorhergesagte Konzentration im Wasser bzw. Wasserorganismus

PNEC (predicted no-effect concentration): vorhergesagte Konzentration im Wasser bzw. im Wasserorganismus, bei der noch keine Wirkung auftritt.

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie²⁾ (WRRL) sieht eine Einstufung von Stoffen auf Grundlage ihres Risikos für und durch die aquatische Umwelt als „prioritär“ oder „prioritär gefährlich“ vor, wobei die Einstufung in Form einer vereinfachten, auf wissenschaftlichen Grundsätzen beruhenden risikobezogenen Bewertung ihrer Wirkungen erfolgt. Die Ableitung von Umweltqualitätsnormen für einzelne Stoffe erfolgt anhand standardisierter Vorgaben³⁾ auf Basis der eingangs erwähnten Wirktests. Bei der Festlegung von Umweltqualitätsnormen für die prioritären Stoffe auf Gemeinschaftsebene⁴⁾ wird auch der Schutz vor indirekter Wirkung und Sekundärvergiftung sowie eine mögliche im Wege der aquatischen Exposition gegebene Auswirkung auf die menschliche Gesundheit berücksichtigt. Auch im Rahmen der Chemikalienpolitik ist eine risikobasierte Betrachtung vorzunehmen, die sich unter anderem auch mit den ökotoxikologischen Folgen für die aquatische Umwelt detailliert auseinandersetzt. Die in diesem Zusammenhang abgeleiteten PNEC-Werte und Zusammenfassungen der Risikomanagementmaßnahmen müssen in Sicherheitsdatenblätter aufgenommen und auf diese Weise den Anwendern kommuniziert werden.

Insgesamt ist die Datenlage zur Bewertung von anthropogenen Spurenstoffen und ihren Abbauprodukten im Wasserkreislauf jedoch noch unvollständig. Die toxikologischen Bewertungen beschränken sich bislang auf Einzelstoffe. Eine Betrachtung von Stoffen und Stoffgemischen, die sich im Organismus anreichern oder in ihrer Wirkung gegenseitig verstärken oder abschwächen können, fehlt noch weitgehend. Dazu kommt das mangelnde Wissen über Um- und Abbauprodukte. Diesbezüglich besteht vor allem in Bezug auf praxistaugliche Systeme zur Bewertung der Wirkung von Stoffgemischen Forschungsbedarf. Eine vollständige Aufklärung der Wirkungsmechanismen und Bewertung der Risiken wird wegen der großen Stoffvielfalt selbst mit erheblichen Anstrengungen nicht möglich sein. Die Diskussion über akzeptable Restrisiken ist und bleibt daher von Bedeutung.

²⁾ Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (WRRL).

³⁾ European Communities (2011). Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) – Guidance Document No. 27: Technical Guidance for Deriving Environmental Quality Standards. Technical Report – 2011 - 055, doi: 10.2779/43816.

⁴⁾ Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik.

In der Chemikalienbewertung wird für eine bestimmte Substanz der PEC-Wert (Predicted Environmental Concentration) mit dem PNEC-Wert (Predicted No Effect Concentration) in Beziehung gesetzt. Der PNEC-Wert wird aufgrund von Untersuchungen an Testorganismen ermittelt. Neben einer chemischen Analytik werden heute auch zellbasierende Bioassays zur Bestimmung der Wirkung von Einzelsubstanzen oder Mischungen herangezogen. Zusätzlich kommen Standardprüfverfahren mit aquatischen Organismen zum Einsatz. Insgesamt ist die Datenlage zur Bewertung von anthropogenen Spurenstoffen und ihren Abbauprodukten im Wasserkreislauf noch unvollständig.

Rechtlicher Rahmen

Im Zusammenhang mit der Thematik „Spurenstoffe“ existiert in Österreich bereits ein umfangreicher rechtlicher Rahmen, der hier stark verkürzt dargestellt wird.

Mit Einführung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sind Spurenstoffe bei der Bewertung des Gewässerzustandes jedenfalls zu berücksichtigen. Die WRRL gibt eine – im 4-Jahresrhythmus zu überarbeitende – Liste von Stoffen oder Stoffgruppen vor, die über einem Grenzwert ein erhebliches Risiko für die aquatische Umwelt darstellen („prioritäre“ Stoffe). In Bezug auf „prioritär gefährliche“ Stoffe verlangt die Wasserrahmenrichtlinie, dass unabhängig von den Umweltkonzentrationen Maßnahmen getroffen werden, die Einleitungen, Emissionen und Verluste dieser Stoffe zu beenden oder schrittweise einzustellen. Auf europäischer Ebene wurde ein Leitfaden für die Durchführung einer solchen Bestandsaufnahme erstellt, der in Österreich mit dem Emissionsregister Oberflächengewässer⁵⁾ für punktförmige Einleitungen umgesetzt ist.

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie ist im österreichischen Wasserrechtsgesetz (WRG, 1959) umgesetzt. In den Qualitätszielverordnungen (QZV Chemie OG⁶⁾, QZV Ökologie OG⁷⁾ und QZV Chemie GW⁸⁾) sind für „prioritäre“ und „prioritär gefährliche“ Substanzen sowie andere national relevante Stoffe Grenz- bzw. Richtwerte für einen guten Gewässerzustand vorgegeben. Diese Zielvorgaben sind im Zuge regelmäßig durchzuführender Bestandsaufnahmen zu bewerten und gegebenenfalls sind Maßnahmen vorzugeben, um diesen guten Zustand zu erreichen. Solche Maßnahmen stellen unter anderem Emissionsbegrenzungen für Punktquellen dar, die in Österreich in mehr als 60 Emissionsverordnungen für Abwässer aus dem kommunalen, gewerblichen und industriellen Bereich nach dem Stand der Technik festgelegt sind. Der im österreichischen Wasserrecht verankerte kombinierte Ansatz (integrierter Emissions- und Immissionsansatz) sorgt zudem dafür, dass strengere Emissionsbegrenzungen (etwa Ablaufgrenzwerte für Kläranlagen) vorzuschreiben sind, wenn die Begrenzungen nach dem Stand der Technik nicht ausreichen, um die Umweltziele im Gewässer einzuhalten bzw. zu erreichen.

Zur Verringerung der Gewässerbelastung tragen auch Maßnahmen aus dem Bereich des Chemikalienrechts bei. Grundsätzlich besteht bereits ein europaweiter Ordnungsrahmen zur Bewertung von gewässerrelevanten Schadstoffen durch das existierende Chemikalienrecht mit den Verordnungen REACH⁹⁾ (Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals) und CLP¹⁰⁾ (Classification, La-

⁵⁾ Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über ein elektronisches Register zur Erfassung aller wesentlichen Belastungen von Oberflächenwasserkörpern durch Emissionen von Stoffen aus Punktquellen (EmRegV-OW), BGBl. II Nr. 29/2009 i. d. g. F.

⁶⁾ Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des Zielzustandes für Oberflächengewässer (Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer – QZV Chemie OG), BGBl. II Nr. 96/2006 i. d. g. F.

⁷⁾ Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des ökologischen Zustandes für Oberflächengewässer (Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer – QZV Ökologie OG), BGBl. II Nr. 99/2010 i. d. g. F.

⁸⁾ Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über den guten chemischen Zustand des Grundwassers (Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser – QZV Chemie GW), BGBl. II Nr. 98/2010 i. d. g. F.

⁹⁾ Verordnung (EC) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH).

¹⁰⁾ Verordnung (EC) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP).

belling and Packaging of Substances and Mixtures). Die REACH-Verordnung verpflichtet Hersteller und Importeure von Stoffen über einer Jahrestonne, diese Chemikalien bei der Europäischen Chemikalienagentur zu registrieren und bei Überschreiten von 10 Jahrestonnen, eine umfassende Risikobewertung durchzuführen. Die CLP-Verordnung verpflichtet alle Inverkehrbringer von Stoffen und Gemischen dazu, auf Basis der „intrinsic Eigenschaften“ eine Einstufung und Kennzeichnung vorzunehmen. Die REACH-Verordnung sieht zudem für zahlreiche Stoffe (z. B. zinnorganische Verbindungen, Nonylphenol) bereits Anwendungsverbote oder -beschränkungen vor, sodass diese Stoffe nicht mehr oder nur in geringem Umfang von Punktquellen emittiert werden sollten.

Für die Prüfung von Pflanzenschutzmitteln und deren Wirkstoffen sowie die Zulassung, das Inverkehrbringen, die Verwendung und die Kontrolle bildet die Pflanzenschutzmittel-Verordnung¹¹⁾ die Rechtsbasis in der Europäischen Union. Die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln erfolgt durch das Bundesamt für Ernährungssicherheit (BAES) und setzt voraus, dass diese – insbesondere aber die Wirkstoffe sowie deren Rückstände (Umbau-, Abbau- und Reaktionsprodukte) – bei bestimmungsgemäßer Anwendung keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Menschen oder von Tieren haben. Dies gilt sowohl für direkte als auch indirekte Auswirkungen und sowohl für Grundwasser als auch Trinkwasser (unter Berücksichtigung der bei der Trinkwasserbehandlung entstehenden Produkte). Für die Bewertung und Zulassung von Biozidprodukten wurde Ende der 1990er-Jahre eine europäische Richtlinie über das Inverkehrbringen von Biozidprodukten¹²⁾ in Kraft gesetzt. Diese Richtlinie wurde 2012 abgeändert und in Form einer EU-Verordnung¹³⁾ erlassen.

Die Anforderungen an Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasser) und die damit verbundene Verantwortung der Trinkwasserversorger werden vom Lebensmittelsicherheits- und Verbraucherschutzgesetz¹⁴⁾ – LMSVG geregelt. Die Anforderungen an die Qualität, das Inverkehrbringen und die Überwachung von Trinkwasser wird durch die Trinkwasserverordnung¹⁵⁾ – TWV näher geregelt. Diese enthält auch die aus gesundheitlichen Gründen unverzichtbaren Mindestanforderungen an trinkbares Wasser. Die mikrobiologischen und chemischen Parameterwerte (Grenzwerte) legen maximale Gehalte von Stoffen in Trinkwasser fest. Sie berücksichtigen auch das Vorsorgeprinzip und beruhen auf den Empfehlungen der WHO. Darüber hinausgehende Kriterien im Trinkwasserbereich werden durch das Österreichische Lebensmittelbuch (ÖLMB) definiert. Dieses findet seine Verankerung im LMSVG.

Eine Abstimmung der bereits existierenden rechtlichen Instrumente des Wasserrechts mit jener des Chemikalienrechts sowie auch anderer stoffbezogener Materien (z. B. Pflanzenschutzmittelrecht) ist im Sinne einer kosteneffizienten Maßnahmensetzung wichtig und anzustreben. Mit dem neuen Chemikaliengesetz¹⁶⁾ wurden zusätzliche, flankierende Maßnahmen festgelegt, die insbesondere die Überwachung und den Vollzug der europäischen Regelungen in Österreich betreffen.

Für den Themenbereich der Spurenstoffe existiert in Österreich sowie in der EU bereits ein umfangreicher gesetzlicher Rahmen, der das Inverkehrbringen von Stoffen sowie einzuhaltende Umweltkonzentrationen regelt und die Konsumentensicherheit betont.

¹¹⁾ Verordnung (EC) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln.

¹²⁾ Richtlinie 98/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Februar 1998 über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten.

¹³⁾ Verordnung (EU) Nr. 528/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Mai 2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten..

¹⁴⁾ Bundesgesetz über Sicherheitsanforderungen und weitere Anforderungen an Lebensmittel, Gebrauchsgegenstände und kosmetische Mittel zum Schutz der Verbraucherinnen und Verbraucher (Lebensmittelsicherheits- und Verbraucherschutzgesetz – LMSVG), BGBl. I Nr. 13/2006 i. d. g. F.

¹⁵⁾ Verordnung des Bundesministers für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TWV), BGBl. II Nr. 304/2001 i. d. g. F.

¹⁶⁾ Chemikaliengesetz 1996, BGBl. I 1997/53 i. d. g. F.

Maßnahmen, Risikomanagement

Mit den bereits bestehenden rechtlichen Rahmenbedingungen und gesetzten Maßnahmen wurde erreicht, dass in Österreich nur bei wenigen Stoffen Überschreitungen von derzeit definierten Umweltqualitätsnormen festzustellen sind. Inwieweit es dennoch zu möglichen Auswirkungen der Spurenstoffe im Bereich der aquatischen Ökosysteme und der Biodiversität kommt, ist noch nicht eindeutig bzw. abschließend geklärt.

Wenn sich im Zuge der Abklärung der mit der Thematik verbundenen Unsicherheiten zur Beurteilung der Konsumentensicherheit und der Sicherheit der aquatischen Umwelt herausstellt, dass in Ergänzung zu den bislang gesetzten Schritten weitere Maßnahmen zum Risikomanagement notwendig sind, so können diese auf unterschiedlichen Ebenen zum Tragen kommen. Maßnahmen können entweder beim Produzenten, dem Anwender der Produkte, der Abwasserreinigungsanlage oder der Trinkwasseraufbereitung ansetzen. Die Wasserrahmenrichtlinie gibt vor, dass die effizienteste Maßnahmenkombination anzuwenden ist. Die Entscheidung über die sinnvollste Lösung muss im Einzelfall unter Berücksichtigung der spezifischen ökologischen und ökonomischen Kriterien getroffen werden.

Priorität sollte die Vermeidung des Eintrags von Spurenstoffen in den Wasserkreislauf haben. Ein Ersatz eines Stoffes, z. B. eines Arzneimittels, wird aber nicht immer möglich sein. Ziel muss es somit sein, bei der Entwicklung und Zulassung von Stoffen auf deren Umweltverhalten Rücksicht zu nehmen. Die Verwendung potenziell umwelt- und trinkwasserrelevanter Stoffe sollte so geregelt werden, dass ein Auftreten von Schadstoffen in der Umwelt minimiert wird. Für solche Zulassungs- und Anwendungsregelungen muss auf europäischer Ebene ein einheitlicher Rahmen geschaffen werden. Vor allem bei ubiquitär vorkommenden Schadstoffen sind Maßnahmen primär im Bereich des Stoffeinsatzes auf europäischer Ebene festzulegen.

Bevor „end of pipe“-Maßnahmen (Maßnahmen auf Kläranlagen bzw. bei der Trinkwasseraufbereitung) gesetzt werden, sollten jedenfalls die Möglichkeiten der Emissionsreduktion an der Quelle geprüft werden. Maßnahmen im Bereich der Abwasserreinigung können jedoch dort ergänzend wirken, wo Vermeidungs- bzw. Verminderungsstrategien nicht ausreichen. Durch die Modifikation bestehender Reinigungsstufen oder den Einsatz zusätzlicher Reinigungsstufen (z. B. Ozonung, AktivkohleadSORPTION) können anthropogene Spurenstoffe im Kläranlagenablauf – teilweise deutlich über das heutige Maß hinaus – reduziert werden. Derartige Maßnahmen zur Entfernung von anthropogenen Spurenstoffen erfordern zusätzliche Investitionen, Betriebsaufwand und Ressourceneinsatz (Energie-, Stoff- und Personalkosten), die sich auf die Abwassergebühren auswirken werden. Nach dem derzeitigen Stand der Kenntnisse ist eine generelle Nachrüstung von Kläranlagen mit einer weiteren Reinigungsstufe wie Ozonung oder Aktivkohle nicht erforderlich.

Auch auf das Vorsorgeprinzip gestützte Maßnahmen sollten im Verhältnis zu dem angestrebten Schutzniveau stehen. Diese Verhältnismäßigkeit kann nur gewahrt werden, wenn das angestrebte Schutzniveau, die maßgeblichen Eintragspfade und die verschiedenen Möglichkeiten der Emissionsreduktionen eingehender bekannt sind, als dies heute der Fall ist.

Potenziell notwendige Maßnahmen zur Reduktion von Spurenstoffen in der aquatischen Umwelt können entweder beim Produzenten, dem Anwender der Produkte, der Abwasserreinigungsanlage oder der Trinkwasseraufbereitung ansetzen. Die Wasserrahmenrichtlinie gibt vor, dass die effizienteste Maßnahmenkombination anzuwenden ist. Priorität sollte die Vermeidung des Eintrags in den Wasserkreislauf haben. Maßnahmen im Bereich einer weitergehenden Abwasserreinigung können dort ergänzend wirken, wo Vermeidungs- bzw. Verminderungsstrategien nicht ausreichen. Nach dem derzeitigen Stand der Kenntnisse ist eine generelle Nachrüstung von Kläranlagen mit einer weiteren Reinigungsstufe wie Ozonung oder Aktivkohle nicht erforderlich.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Sowohl in Bezug auf das Wissen um Auswirkungen von Spurenstoffen auf aquatische Ökosysteme und die Biodiversität, eine damit verbundene Risikobewertung als auch Maßnahmenentwicklung ist noch erheblicher Forschungsbedarf gegeben. Aus heutiger Sicht ist das Thema „Spurenstoffe“ kein akutes Problem, das Thema ist jedoch Gegenstand aktueller wasserwirtschaftlicher Diskussionen und Forschungsarbeiten. Es ist anzustreben, dass auch in Österreich entsprechendes wissenschaftliches und technisches Know-how vorhanden ist und eine fundierte Basis geschaffen wird, um Innovationen und Maßnahmenpläne auf diesem Gebiet entwickeln zu können. Wichtig sind in diesem Zusammenhang auch deren praktische Umsetzung und Erprobung. Folgende Aspekte sollten im Mittelpunkt der thematischen Forschung und Entwicklung stehen:

- Bislang wurden für eine Reihe von Stoffen ökotoxikologisch abgeleitete Grenzwerte festgelegt. Für die überwiegende Anzahl der Stoffe fehlen jedoch derartige Werte als Basis für die Ableitung von stoffspezifischen Maßnahmen. Zudem erscheint eine umfassende Festlegung von Qualitätszielen aufgrund der Anzahl der Stoffe kaum möglich. Insgesamt muss das Wissen um die Wirkungen der Spurenstoffe auf die aquatische Umwelt erweitert werden, um immissionsseitig Anforderungen an Emissionsreduktionen definieren zu können.
- Für den qualitativen und quantitativen Nachweis ausgewählter Substanzgruppen in Stoffgemischen sollten praxistaugliche Systeme, welche die Aufklärung bestimmter Wirkungsmechanismen erlauben, weiterentwickelt, validiert und angewendet werden. Die Ergebnisse derartiger Methoden müssten anhand der momentan anerkannten Systeme kalibriert und mit diesen verglichen werden.
- Insgesamt wäre die Datengrundlage zur Bewertung des von anthropogenen Spurenstoffen und ihren Abbauprodukten im Wasserkreislauf ausgehenden Risikos für Lebewesen einschließlich Menschen zu verbessern. Dabei sollten insbesondere auch die Daten und Informationen, die aufgrund anderer Rechtsbereiche (Chemikalien, Pflanzenschutzmittel, Biozide etc.) verfügbar sind, Berücksichtigung finden.
- Bei der Entwicklung, Zulassung und Beschränkung von Stoffen ist besonders auf das Umweltverhalten Rücksicht zu nehmen und die Entwicklung weniger bedenklicher Ersatzstoffe voranzutreiben.
- Anhand von (nationalen) Stoffflussanalysen sollten die Eintragspfade in das Abwassersystem, die Landwirtschaft und in die Gewässer als Basis für Managementoptionen ermittelt werden. Neben punktuellen Einträgen aus Kläranlagen sind z. B. auch punktuelle Einträge aus Mischwasserentlastungen und Einleitungen aus Regenwasserkanälen oder Straßenentwässerungen mögliche Eintragspfade. Zusätzlich sind diffuse Einträge z. B. über Abschwemmungen von landwirtschaftlich genutzten Flächen (z. B. Veterinärarzneimittel) oder Luftemissionen von Relevanz.
- Im Hinblick auf die Trinkwassergewinnung aus Uferfiltrat ist die Frage zu klären, welche Spurenstoffe an der Grenzschicht zwischen Oberflächengewässer und Grundwasser wie lange zurückgehalten oder abgebaut werden können, um eventuell erforderliche Aufbereitungsschritte identifizieren zu können.
- Neben den technischen und administrativen Fragestellungen ist auch die Entwicklung einer Strategie zur Kommunikation der Thematik in der Öffentlichkeit von zentraler Bedeutung

Für einen verantwortungsvollen und nachhaltigen Umgang mit der Thematik sind noch zahlreiche Fragestellungen im Zusammenhang mit Grenzwertableitungen, Stoffströmen und Umweltverhalten von Spurenstoffen abzuklären.

Zusammenfassung

Anthropogene Spurenstoffe werden vom Menschen in die aquatische Umwelt eingetragen. Sie werden beispielsweise in der Produktion und Nutzung von industriellen Gütern, als Zusatzstoffe im Bauwesen, als Haushaltschemikalien, Körperpflegemittel, in der Human- und Veterinärmedizin oder als Pflanzenschutzmittel eingesetzt und sind ein inhärenter Bestandteil unserer Gesellschaft. Die Substanzen gelangen über die Anwendung, Waschwässer oder aus menschlichen und tierischen Ausscheidungen in den Wasserpfad. Dies kann je nach Substanz und Einsatzbereich direkt in das Grundwasser bzw. Oberflächenwasser oder indirekt über die Kanalisation und die Kläranlage erfolgen. Einige Substanzen werden über die Luft verbreitet und gelangen über den Regen in den Wasserkreislauf. Da aufgrund der umfangreichen Nutzung eine Nullemission nicht möglich ist, werden mit ständig verbesserter Analytik immer mehr Substanzen und deren Abbauprodukte in den Gewässern messtechnisch nachweisbar sein.

Für den Themenbereich der Spurenstoffe existiert in Österreich sowie in der EU bereits ein umfangreicher rechtlicher Rahmen, der das Inverkehrbringen von Stoffen sowie einzuhaltende Umweltkonzentrationen regelt und die Konsumentensicherheit berücksichtigt.

Mit den bereits bestehenden rechtlichen Rahmenbedingungen und gesetzten Maßnahmen wurde erreicht, dass in Österreich nur bei wenigen Stoffen Überschreitungen von derzeit definierten Umweltqualitätsnormen festzustellen sind. Nach dem heutigen Wissen sind die Konzentrationen an organischen Spurenstoffen im Trinkwasser so gering, dass in der Regel keine Gefährdung des Menschen zu befürchten ist. Lokal können jedoch z. B. Überschreitungen des Trinkwasserparameterwertes (Grenzwert) bei Pestiziden auftreten. Inwieweit es zu möglichen Auswirkungen der Spurenstoffe im Bereich der aquatischen Ökosysteme und der Biodiversität kommt, ist noch nicht eindeutig bzw. abschließend geklärt.

Potenziell zusätzlich notwendige Maßnahmen können entweder beim Produzenten, dem Anwender der Produkte, der Abwasserreinigungsanlage oder der Trinkwasseraufbereitung ansetzen. Die Wasserrahmenrichtlinie gibt vor, dass die effizienteste Maßnahmenkombination anzuwenden ist. Priorität sollte die Vermeidung des Eintrags in den Wasserkreislauf haben. Maßnahmen im Bereich einer weitergehenden Abwasserreinigung können dort ergänzend wirken, wo Vermeidungs- bzw. Verminderungsstrategien nicht ausreichen. Nach dem derzeitigen Stand der Kenntnisse ist eine generelle Nachrüstung von Kläranlagen mit einer weiteren Reinigungsstufe wie Ozonung oder Aktivkohle nicht erforderlich.

Für einen verantwortungsvollen und nachhaltigen Umgang mit der Thematik sind über die vorhandenen Erkenntnisse hinausgehend noch zahlreiche Fragestellungen im Zusammenhang mit Grenzwertableitungen, Stoffströmen, Umweltverhalten und Maßnahmenentwicklung zu bearbeiten. Dazu ist die interdisziplinäre und sektorenübergreifende Zusammenarbeit verschiedener Fachbereiche zu intensivieren.

Das ÖWAV-Positionspapier „Anthropogene Spurenstoffe in der aquatischen Umwelt“, erstellt vom ÖWAV-Arbeitsausschuss „Spurenstoffe“ der Fachgruppe „Abwassertechnik und Gewässerschutz“, steht als Lang- und Kurzfassung auf der ÖWAV-Homepage unter www.oewav.at/service/download > Positionspapiere zum Download zur Verfügung.

Medieninhaber und Verleger: Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien

Hersteller: Druckerei Fischer KG, Wien

Es wird darauf hingewiesen, dass sämtliche Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Autoren oder des Verlages ausgeschlossen ist. Dieses Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung, Verbreitung, und Übersetzung werden ausdrücklich vorbehalten.

Stand: Jänner 2013

© 2013 by Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband.