



Markus Porth
Holger Schüttrumpf *Hrsg.*

Wasser, Energie und Umwelt

Aktuelle Beiträge aus der Zeitschrift Wasser
und Abfall II

EBOOK INSIDE

 Springer Vieweg

Wasser, Energie und Umwelt

Markus Porth · Holger Schüttrumpf
(Hrsg.)

Wasser, Energie und Umwelt

Aktuelle Beiträge aus der Zeitschrift Wasser und Abfall II



Springer Vieweg

Hrsg.
Markus Porth
Darmstadt, Deutschland

Holger Schüttrumpf
Aachen, Nordrhein-Westfalen, Deutschland

ISBN 978-3-658-35606-4 ISBN 978-3-658-35607-1 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-35607-1>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über ► <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert durch Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2022

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Daniel Froehlich

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Vorwort



BWK - die Umweltingenieure

Liebe Leserin, lieber Leser,

das Fachmagazin WASSER UND ABFALL des BWK begleitet alle im technischen Umweltschutz Tätigen seit 1999 mit Fachbeiträgen bei ihren fachlichen Aufgaben. In diesem Sammelband sind wiederum ausgewählte Beiträge zusammengestellt, die in WASSER UND ABFALL veröffentlicht wurden und sich mit den aktuellen Themen rund um den technischen Umweltschutz beschäftigen. Redaktion und Verlag haben sich dabei von dem Gedanken leiten lassen, dass neben der Nutzung von WASSER UND ABFALL oder der elektronischen Medien auch kurzerhand der Griff ins Regal erfolgen kann, um sich einen Überblick verschaffen zu können.

Wir haben Ihnen daher aktuelle und interessante Beiträge aus den Bereichen Abfall, Ressourcenschutz und Recycling, Mikroschadstoffe und Mikroplastik, zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie, über Phosphor, zu neuen Energien, über Klimaschutz und Klimawandel und zur Digitalisierung im technischen Umweltschutz zusammengestellt. Die Beiträge weisen inhaltlich weiter und weiten das umweltfachlichen Spektrum auf, mit dem wir uns alltäglich in unserer fachlichen Arbeit auseinandersetzen. In diesen Bereichen waren umfängliche Entwicklungen festzustellen, die nun zusammengefasst in diesem zweiten Sammelband vorgelegt werden.

Abfallwirtschaft, Ressourcenschutz und Recycling sind miteinander verbunden. Das ergibt sich aus den aktuellen Entwicklungen, was ausgewählte Beiträge illustrieren.

Für die Fachwelt aktuell ist weiterhin die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie, deren 3. und letzter Bewirtschaftungszyklus 2022 beginnt. Die Vorbereitungen hierauf und der zunehmende Erkenntnisgewinn über das, was zu tun ist hat die Redaktion von WASSER UND ABFALL aufgegriffen. Eine Auswahl an Beiträgen zur Bewirtschaftungsplanung, der Gewässerökologie der Fließgewässer und des Grundwasserschutzes in diesem Buch ist für Sie zusammengestellt.

Ganz bewusst wurden unter dem Titel „Phosphor“ die verschiedenen Bereiche zusammengefasst, die sich damit auseinandersetzen. So werden die Verbindungen sichtbar.

Mikroschadstoffe sind in das Bewusstsein der wasserwirtschaftliche Tätigen gerückt. Die Diskussionen um die 4. Reinigungsstufen auf kommunalen Kläranlagen

belegen dies. Die Kenntnisse über Mikroplastik haben sich erweitert. All dies haben unsere Autoren aufgegriffen.

Wie breit sich das Thema „Neue Energie“ gestaltet, fernab von Sonnen- oder Windenergie können Sie den ausgewählten Beiträgen unter diesem Kapitel entnehmen.

Unter der Überschrift „Klimaschutz und Klimawandel“ wurde und wird auch weiterhin in WASSER UND ABFALL ein zentrales Thema mit sehr breiten Auswirkungen auf alle umweltfachlichen Bereiche aufgegriffen. War bisher medial die Minderung der Treibhausgasemissionen, also der Klimaschutz sehr sichtbar, haben die Ereignisse im Sommer dieses Jahres, von Hitzewellen über die schrecklichen Waldbrände bis hin zu katastrophalen Hochwasserereignissen den Blick auf die Anpassung an den Klimawandel gerichtet. Das ist richtig so, denn das Klima hat einen langen Bremsweg, und wir werden uns anpassen müssen. Ein angepasster Hochwasser- und Küstenschutz, der Umgang mit urbanen Sturzfluten auf der einen und Niedrigstwasser auf der anderen Seite sind wasserwirtschaftlich und schließlich gesellschaftlich zu gestalten. Beiträge hierzu aus WASSER UND ABFALL sind für Sie zusammengestellt.

Die Digitalisierung ist in die Umwelttechnik in den verschiedensten Bereichen angekommen was den ausgewählten Beiträgen entnommen werden kann. Dies wird in der Zukunft immer mehr den Alltag bestimmen.

Es bleibt fachlich also ungeheuer interessant. Unsere Aufgaben werden nicht weniger, aber sie verändern sich. Die Dynamik ist enorm.

Der BWK – die Umweltingenieure als Fachverband und Herausgeber von WASSER UND ABFALL wird Sie hier weiterhin auf dem Laufenden halten. Ob Sie sich nun über diesen Sammelband, das Fachmagazin WASSER UND ABFALL, das e-Magazin von WASSER UND ABFALL, die weiteren den angeschlossenen elektronischen Medien informieren wollen oder an den Veranstaltungen des BWK teilnehmen: Wir kümmern uns darum.

Ich wünsche Ihnen neue Erkenntnisse und viel Freude bei der Lektüre



Dipl.-Ing. Markus Porth

Verantwortlicher Redakteur
WASSER UND ABFALL

Vorwort



BWK - die Umweltingenieure

Liebe Leserin, lieber Leser,
mit großer Freude präsentieren wir Ihnen hiermit das zweite BWK-Buch „Wasser, Energie und Umwelt“. Nach dem großen Erfolg unseres ersten Sammelbands mit aktuellen Beiträgen haben wir uns entschlossen, einen weiteren Band mit neuen Fachbeiträgen zu veröffentlichen. Viele Autoren haben dazu in den vergangenen Jahren mit interessanten und hochaktuellen fachlichen Beiträgen in unserer Fachzeitschrift „WASSER UND ABFALL“ die Grundlage gelegt. Mit diesem Buch setzen wir die einzelnen Beiträge in Wert und übergeben der Fachcommunity ein Nachschlagewerk rund um das Thema Wasser. Allen Autoren gilt an dieser Stelle unser ganz herzlicher Dank für ihr Engagement.

Ich schreibe dieses Vorwort unter dem Eindruck der aktuellen Ereignisse in den Hochwassergebieten in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz. Klimaschutz, Hochwasserschutz, Gewässerschutz, aber auch Abfallwirtschaft und Ressourcenschutz sind aktuelle und wichtige Themen unserer Zeit und verlieren nicht an aktueller Bedeutung. Wer die Gelegenheit hatte, die Katastrophengebiete des Juli-Hochwassers 2021 zu bereisen, kennt die dramatischen Auswirkungen des Hochwassereignisses auf Mensch und Natur. Es ist unsere Aufgabe, Mensch und Natur nachhaltig zu schützen und auch zukünftigen Generationen eine lebenswerte Umwelt zu hinterlassen. Dies bedarf insbesondere aufgrund eines sich beschleunigenden Klimawandels nachhaltiger Lösungen und Strategien, die nicht nur in den Köpfen von Wissenschaftlern entwickelt werden, sondern auch in die Praxis umgesetzt werden.

Das vorliegende Buch nimmt diese Themen auf und zeigt Best-Practice-Beispiele sowie Forschungs- und Entwicklungsergebnisse.

Autoren vieler Beiträge sind BWK-Mitglieder, die mit ihrem Sachverstand und Fachwissen einen Beitrag für eine lebenswerte Umwelt für die heutige und die nachfolgenden Generationen leisten. BWK-Mitglieder entwickeln innovative Strategien und setzen diese in konstruktive Lösungen um. Der BWK arbeitet hier durch seine vielen Bezirksgruppen auf lokaler Ebene und ermöglicht somit eine direkte Umsetzung innovativer Ideen und Entwicklungen in der alltäglichen

Praxis. Die Fachzeitschrift WASSER UND ABFALL sowie dieses BWK-Buch ermöglichen einen Transfer von Ideen, Ansätzen und Technologien. Gleichzeitig zeigen die Beiträge dieses Buches aber auch Themen auf, für die wir in Zukunft Merkblätter und Regelwerke des BWK benötigen. Dieses Buch soll nicht das letzte BWK-Werk zum Thema Wasser sein, das wir auf der Grundlage der vielen Beiträge in unserer Fachzeitschrift WASSER UND ABFALL planen. Weitere Bücher mit einem anderen thematischen Fokus werden in den nächsten Jahren sicherlich erscheinen.

Ich wünsche Ihnen neue Erkenntnisse und viel Freude bei der Lektüre

A handwritten signature in grey ink, appearing to read 'H. Schüttrumpf', with a stylized, flowing script.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Holger Schüttrumpf
Präsident des BWK

Inhaltsverzeichnis

1	Agenda 21 – Gewässerbewirtschaftung, Kreislaufwirtschaft, Luftreinhaltung und Klimaschutz auf dem Prüfstand	1
	<i>Edgar Freund</i>	
I	Abfallwirtschaft	
2	Ansätze zur Bewertung von Verbrennungskapazitäten für Haushaltsabfälle in Europa	15
	<i>Henning Wilts und Laura Galinski</i>	
3	Abfälle in deutschen Fließgewässern	25
	<i>Marco Breitbarth und Arnd I. Urban</i>	
4	Abfallwirtschaftsplanung im Spannungsfeld zwischen abfallrechtlichen Vorgaben und kommunaler Selbstverwaltung	37
	<i>Edgar Freund</i>	
5	Bürgerengagement gegen die latente Umweltverschmutzung – Umweltkampagne „Sauberes Hessen“ zeigt den Weg	49
	<i>Martin Lichtl und Nadine Dieter</i>	
6	Hafenauffangeinrichtungen für Schiffsabfälle und Ladungsrückstände	57
	<i>Uwe Kraft</i>	
7	Die informelle Abfallwirtschaft in Hyderabad	69
	<i>Kilian Christ, Klaus Baier und Rafiq Azzam</i>	
II	Ressourcenschutz und Recycling	
8	Altholz in der Kaskadennutzung – eine Bestandsaufnahme für Deutschland	81
	<i>Grit Ludwig, Erik Gawel und Nadine Pannicke-Prochnow</i>	
9	Flugzeuge in der Kreislaufwirtschaft	91
	<i>Jörg Woidasky und Sebastian Jeanvré</i>	
10	Recycling von (Edel)metallen aus Elektroaltgeräten	101
	<i>Christian Hagelüken</i>	
11	Gebäude als Minen – Paradigmenwechsel bei Rückbau und Recycling	113
	<i>Peter Kieffhaber</i>	
12	PET-Recyclat als Sekundärrohstoff für nachhaltige Verpackungen in der Reinigungsbranche	121
	<i>Birgitta Schenz</i>	
13	Rücknahme und Recycling von Elektro- und Elektronikaltgeräten in Rheinland-Pfalz	131
	<i>Ralf Brüning und Dirk Grünhoff</i>	

14	Schließung von Stoffkreisläufen am Beispiel von HTC-Brennstoffen	137
	<i>Grit Ludwig, Erik Gawel und Nadine Pannicke-Prochnow</i>	
15	Kreislaufwirtschaft auf dem Bau – Rückführung als qualifizierte RC-Baustoffe für den Hoch- und Tiefbau	147
	<i>Florian Knappe</i>	
16	Wiederverwendung von Bauteilen – Beitrag für Ressourceneffizienz und Klimaschutz	157
	<i>Ute Dechantsreiter und Peter Horst</i>	
17	Einsatz von REA-Gips und Recyclinggips – ein Beitrag zur Ressourceneffizienz	169
	<i>Jörg Demmich</i>	
18	Entwässerung von Elbsedimenten – Ein Beispiel für nachhaltigen Ressourceneinsatz	177
	<i>Michael Sievers, Michael Niedermeiser, Ulrich Döring, Karsten Lehmann und Lars Schmid-Bonde</i>	
19	Energie aus der Biotonne Bioabfallverwertung im Kreis Coesfeld	185
	<i>Heinrich Dornbusch und Stefan Bölte</i>	

III Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie

Bewirtschaftungsplanung

20	Maßnahmenkatalog verknüpft Ziele der Wasserrahmenrichtlinie, des Hochwasserrisiko-managements und des Meeresschutzes	197
	<i>Kristina Rieth, Rudolf Gade und Martin Socher</i>	
21	Synergien bei der Umsetzung von WRRL und FFH Richtlinie	207
	<i>Gabriele Fillbrandt, Martin Marburger, Peter Stühlinger und Christian Seidel</i>	
22	Schwellenwerte und biologische Indikatoren für physikalisch-chemische Parameter in Fließgewässern	215
	<i>Andreas Müller, Martin Halle und Eva Bellack</i>	
23	Evaluierung von Nährstoffbilanzmodellen für die zukünftige Flussgebietsbewirtschaftung	227
	<i>Michael Rode, Jeanette Völker, Thomas Grau, Dietrich Borchardt, Michael Trepel und Gregor Ollesch</i>	
24	Empfehlungen für die Nährstoffbilanzmodellierung im Rahmen der Flussgebietsbewirtschaftung	241
	<i>Michael Rode, Jeanette Völker, Thomas Grau, Dietrich Borchardt, Michael Trepel und Gregor Ollesch</i>	
25	Konzentrieren und Kümmern – die Gewässerallianz Niedersachsen	251
	<i>Niels Bardowicks, Sascha Nickel, Katharina Pinz und Rudolf Gade</i>	
26	Das Maßnahmenkonzept Müggelsee/Müggelspree	263
	<i>Christian Reuvers, Uwe Koenzen, Klaus van de Weyer und Antje Köhler</i>	
27	Ökosystemleistungen von Flusslandschaften: Nützliche Informationen für Entscheidungen	275
	<i>Christian Albert, Barbara Schröter und Christina von Haaren</i>	

Gewässerökologie

28	RiverView – Eine virtuelle Flussfahrt	287
	<i>Theide Wöffler, Ralf Engels und Holger Schüttrumpf</i>	
29	Beregnungsteiche – eine Chance zur ökologischen Aufwertung der Obstanbauregion Altes Land	299
	<i>Inken Laude, Guido Majehrke und Heinrich Reincke</i>	
30	Optimierung von Bewirtschaftungs- bzw. Renaturierungsmaßnahmen im Einzugsgebiet der Barthe zur Verbesserung des Hochwasserschutzes	309
	<i>Dietmar Mehl, Matthias Knüppel, Frank Blodow und Steve Bunzel</i>	
31	Bewirtschaftungs-/Renaturierungsmaßnahmen im Einzugsgebiet der Barthe zur Verbesserung des Hochwasserschutzes	323
	<i>Dietmar Mehl, Matthias Knüppel, Frank Blodow und Steve Bunzel</i>	
32	Zusammenlegung von Alter und Neuer Weschnitz – ein neuer Flusslauf wie vor 500 Jahren	335
	<i>Ulrich Androsch</i>	
33	Morphodynamische Entwicklung eines renaturierten Gewässers am Beispiel der neuen Inde	345
	<i>Anna-Lisa Maaß, Verena Esser, Roy M. Frings, Frank Lehmkuhl und Holger Schüttrumpf</i>	

Grundwasser

34	Stickstoffeinträge aus der Landwirtschaft – ein überwindbares Hindernis bei der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie?	357
	<i>Markus Salomon und Till Kuhn</i>	
35	Die neue Düngeverordnung	369
	<i>Gisela Horix</i>	
36	Einsatz von Komposten und Gärresten vor dem Hintergrund des neuen Düngerechtes	377
	<i>Hans-Walter Schneichel</i>	

IV Phosphor

Phosphor im Gewässer

37	Phosphor – von der Quelle bis ins Meer	385
	<i>Inga Krämer, Monika Nausch, Dietmar Mehl, Günther Nausch und Barbara Deutsch</i>	
38	Fachgespräch Phosphor der Flussgebietsgemeinschaft Elbe	395
	<i>Gregor Ollesch und Michael Trepel</i>	
39	Effektiver Gewässerschutz durch einen nachhaltigen Umgang mit der Ressource Phosphor	403
	<i>Matthias Pfannerstill und Michael Trepel</i>	
40	Phosphordynamik und Austragspfade in einem Norddeutschen Tieflandeinzugsgebiet	415
	<i>Stefan Koch, Petra Kahle und Bernd Lennartz</i>	

Phosphor im Abwasser

- 41 **Phosphonate als Bestandteil der gelösten organischen und partikulären Phosphorfraktion in Kläranlagen** 423

Eduard Rott, Ralf Minke und Heidrun Steinmetz

- 42 **Phosphatrückhaltung durch Anlage eines Retentionsbeckens** 437

Peter Heidel

Phosphorrecycling

- 43 **Perspektiven für das Phosphor-Recycling in Deutschland** 443

Daniel Frank, Christian Kabbe und Rainer Schnee

- 44 **Ressourcenschutz in der hessischen Abfallwirtschaft am Beispiel von Phosphor** 451

Andreas Höhne, Ursula Deister, Thomas Schmid und Volker Kummer

- 45 **Thermochemische Verfahren zur Klärschlammverwertung – Übersicht der Entwicklungen in Deutschland** 459

Hinnerk Bormann, Felix Müller und Stefan Vodegel

- 46 **Innovative Verfahren zur Klärschlammbehandlung – Eine Auswahl** 471

Jörn Franck und Ralf Wittstock

- 47 **Solare Trocknung, dezentrale Energiegewinnung und Phosphor-Recycling aus Klärschlamm** 483

Markus Bux und Klaus Wasmuth

V Mikroschadstoffe und Mikroplastik

Mikroschadstoffe

- 48 **Vorkommen von Spurenstoffen – in Kläranlagenzuläufen in Baden-Württemberg** 493

Annette Rößler, Walter Rau und Steffen Metzger

- 49 **Kosten-Nutzen-Bewertung der Einführung 4. Reinigungsstufen auf kommunalen Kläranlagen** 513

Gerd Kolisch, Yannick Taudien und Henning Knerr

- 50 **Arzneimittelrückstände in Abwässern aus Einrichtungen des Gesundheitswesens** 525

Johannes Pinnekamp und Laurence Palmowski

- 51 **Den Spurenstoffen auf der Spur in Dülmen** 535

Issa Nafo

Mikroplastik

- 52 **Mikroplastik** 549

Annette Somborn-Schulz

- 53 **Mikroplastik in der aquatischen Umwelt** 557

Kryss Waldschläger

- 54 **Meeresmüll an deutschen Ostseestränden** 567

Dennis Gräwe, Mirco Haseler und Gerald Schernewski

- 55 **Erfassung der Mikroplastikbelastung im Cuxhavener Elbeästuar** 579

Anneke Bajema, Svea Schütt und Sven Handel

VI Neue Energie

56	Entwicklung der energetischen Biomassenutzung in Deutschland.....	591
	<i>Michael Nelles, Elena H. Angelova und Romann Glowacki</i>	
57	Potenziale der Faulung und Klärgasverwertung in Rheinland-Pfalz	603
	<i>Henning Knerr, Timo C. Dilly, Theo G. Schmitt, Michael Schäfer, Joachim Hansen und Thomas Siekmann</i>	
58	Regionales Verbundsystem Westeifel – Wasserversorgung, Energie, Kommunikation.....	615
	<i>Arndt Müller</i>	
59	Leistungsbilder in der oberflächennahen Geothermie	623
	<i>Simone Walker-Hertkorn, Markus Kübert und Florian Schwinghammer</i>	
60	Beheizung einer Lager- und Montagehalle mit Erdwärme ohne Wärmepumpe	633
	<i>Simone Walker-Hertkorn und Florian Schwinghammer</i>	
61	Verbesserung des Grundwasserschutzes bei Wärmepumpenanlagen	641
	<i>Jürgen Bonin und Johannes Junge</i>	
62	Schöpfwerksbetrieb im Zeichen der Energiewende.....	655
	<i>Heinrich Reincke und Inken Laude</i>	
63	Optimierung des Energieverbrauchs und der Energieerzeugung in einem Abwasserbetrieb	663
	<i>Helma Köster, Jörg Oppermann, Rüdiger Meß und Peter Fahsing</i>	

VII Klimaschutz und Klimawandel

64	Klimaschutz beginnt in der Kommune – Nachhaltigkeitsstrategie Hessen unterstützt lokale Aktivitäten.....	677
	<i>Renate Labonté und Markus Porth</i>	
65	Hessen aktiv: Die CO₂-neutrale Landesverwaltung	687
	<i>Elmar Damm, Hans-Ulrich Hartwig und Markus Porth</i>	
66	Neue Märkte – neue Produkte: MoorFutures® eine Investition in Klimaschutz	701
	<i>Thorsten Permien und Franziska Tanneberger</i>	
67	Der Meeresspiegelanstieg und das Abschmelzen der Eisschilde.....	711
	<i>Leon Jänicke, Sönke Dangendorf und Jürgen Jensen</i>	
68	Klimawandelbedingte Veränderungen der Abflussdynamik in den Alpen.....	719
	<i>Christoph Kormann und Axel Bronstert</i>	
69	Unterstützung für Kommunen zum Umgang mit Starkregenereignissen.....	729
	<i>Heike Hübener und Andreas Hoy</i>	

70	Überflutungsvorsorge – kommunale Gemeinschaftsaufgabe und verteilte Zuständigkeiten	739
	<i>Jens Tränckner und Dietmar Mehl</i>	
71	Niedrigwasser und Anpassungsstrategien an den Klimawandel	749
	<i>Jeanette Nothstein und Nikolaus Geiler</i>	

VIII Digitalisierung

72	Kooperatives Informationsmanagement in der Wasserwirtschaft – Fachportal WasserBLICK	763
	<i>Armin Müller und Ralf Busskamp</i>	
73	MDI-DE: Marine Datenvielfalt – praktisch verfügbar machen	773
	<i>Rainer Leheldt, Johannes Melles, Jasmin Geißler, Mario von Weber, Jörn Kohlus und Michael Räder</i>	
74	Status quo, Chancen und Risiken von Social Media in der Wasserwirtschaft	789
	<i>Martha Wingen</i>	
75	Wasserwirtschaft 4.0 digitalisiert, modelliert und visualisiert Gewässersysteme	801
	<i>Christian Pohl, Dominic Spinnreker und Patrick Keilholz</i>	
76	Digitalisierung kommunaler Strukturen am Beispiel der Wasserwirtschaft – Kommunal 4.0	813
	<i>Günter Müller-Czygan</i>	
77	Serious Games vermitteln technisches Systemwissen	821
	<i>Heinrich Söbke und Daniel Schwarz</i>	
78	Serious Gaming für das Hochwasserrisikomanagement	831
	<i>Heribert Nacken, Roman Breuer und Hani Sewilam</i>	
79	Kommunikation über Hochwasserschutz – klassische und Internet-basierte Ansätze	839
	<i>Heribert Nacken</i>	
80	Einsatz von Social Media in der Verbandskommunikation	849
	<i>Martha Wingen und Holger Schüttrumpf</i>	
81	Wie „Big Data“ auf die Verkettung von Strom und Wasser durchschlagen	859
	<i>Gary Wong</i>	
82	Mit smarten Maschinen in die digitale Wasserwirtschaft starten	869
	<i>Günter Müller-Czygan und Christopher Becker</i>	
83	Unternehmen der Wasserwirtschaft und die neuen Regelungen beim Ausbau digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze	879
	<i>Verena Roguhn</i>	
84	Elektronische Emissionsmessberichte erleichtern den Datenaustausch bei der Überwachung von Industrieemissionen	887
	<i>Maria Nies</i>	
	Serviceteil	
	Autorenverzeichnis	899

Herausgeber- und Autorenverzeichnis

Über die Herausgeber

Markus Porth Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, Deutschland

Holger Schüttrumpf Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, RWTH Aachen University, Aachen, Deutschland

Autorenverzeichnis

Christian Albert Ruhr-Universität Bochum, Geographisches Institut, Bochum, Deutschland

Ulrich Androsch Gewässerverband Bergstraße, Lorsch, Deutschland

Elena H. Angelova DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH, Leipzig, Deutschland

Rafiq Azzam Lehrstuhl für Ingenieurgeologie und Hydrogeologie der RWTH Aachen, Aachen, Deutschland

Klaus Baier Lehrstuhl für Ingenieurgeologie und Hydrogeologie der RWTH Aachen, Aachen, Deutschland

Anneke Bajema Schule Am Dobrock, Oberschule mit gymnasialem Angebot, Cadenberge, Deutschland

Niels Bardowicks Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Lüneburg, Deutschland

Christopher Becker HST Systemtechnik GmbH & Co. KG, Meschede, Deutschland

Eva Bellack Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Hildesheim, Deutschland

Frank Blodow Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Vorpommern, Stralsund, Deutschland

Jürgen Bonin Xanten, Deutschland

Dietrich Borchardt Department Aquatische Ökosystemanalyse, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Magdeburg, Deutschland

Hinnerk Bormann CUTEC Forschungszentrum für Rohstoffsicherung und Ressourceneffizienz der TU Clausthal, Clausthal-Zellerfeld, Deutschland

Marco Breitbarth Universität Kassel, Fachbereich Bauingenieur- und Umweltingenieurwesen, Kassel, Deutschland

Roman Breuer Lehr- und Forschungsgebiet Ingenieurhydrologie, RWTH Aachen University, Aachen, Deutschland

Axel Bronstert Lehrstuhl Hydrologie und Klimatologie, Universität Potsdam, Potsdam-Golm, Deutschland

Ralf Brüning Dr. Brüning Engineering UG, Brake, Deutschland

Steve Bunzel Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Vorpommern, Stralsund, Deutschland

Ralf Busskamp Geoinformation und Fernerkundung, GRDC, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, Deutschland

Markus Bux Thermo-System GmbH, Filderstadt, Deutschland

Stefan Bölte Gesellschaft des Kreises Coesfeld zur Förderung regenerativer Energien mbH, Coesfeld, Deutschland

Kilian Christ Lehrstuhl für Ingenieurgeologie und Hydrogeologie der RWTH Aachen, Aachen, Deutschland

Elmar Damm Hessisches Ministerium der Finanzen, Wiesbaden, Deutschland

Sönke Dangendorf Lehrstuhl für Hydromechanik, Binnen- und Küstenwasserbau, Universität Siegen, Bauingenieurwesen, Forschungsinstitut Wasser und Umwelt (fwu), Siegen, Deutschland

Ute Dechantsreiter Bremen, Deutschland

Ursula Deister Hochschule RheinMain, Fachbereich Ingenieurwesen, Studienbereich Umwelttechnik, Rüsselsheim, Deutschland

Jörg Demmich Würzburg, Deutschland

Barbara Deutsch Biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH, Bützow, Deutschland

Nadine Dieter Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, Deutschland

Timo C. Dilly tectraa – Zentrum für Innovative AbWassertechnologien an der Technischen Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern, Deutschland

Heinrich Dornbusch Gelsenkirchen, Deutschland

Ulrich Döring Hamburg Port Authority Anstalt öffentlichen Rechts, Hamburg, Deutschland

Ralf Engels Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (FiW) e. V., Aachen, Deutschland

Verena Esser Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, RWTH Aachen University, Aachen, Deutschland

Peter Fahsing hanseWasser Bremen GmbH, Bremen, Deutschland

Gabriele Fillbrandt Regierungspräsidium Darmstadt, Abteilung Landwirtschaft, Weinbau, Forsten, Natur- und Verbraucherschutz, Darmstadt, Deutschland

Jörn Franck Dr. Born – Dr. Ermel GmbH – Ingenieure, Achim, Deutschland

Daniel Frank Frankfurt, Deutschland

Edgar Freund Wiesbaden, Deutschland

Roy M. Frings Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, RWTH Aachen University, Aachen, Deutschland

Rudolf Gade Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, Ref. 24 Oberflächen- und Küstengewässer, Meeresschutz, Hannover, Deutschland

Laura Galinski Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal, Deutschland

Erik Gawel Department Umwelt- und Planungsrecht und Department Ökonomie, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Leipzig, Deutschland

Nikolaus Geiler Arbeitskreis Wasser im Bundesverband Bürgerinitiativen Umweltschutz e.V. (BBU), Freiburg, Deutschland

Jasmin Geißler Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN), Tönning, Deutschland

Romann Glowacki DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH, Leipzig, Deutschland

Thomas Grau Department Aquatische Ökosystemanalyse, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Magdeburg, Deutschland

Dennis Gräwe Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG M-V), Güstrow, Deutschland

Dirk Grünhoff Ministerium für Wirtschaft, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz Klimaschutz, Mainz, Deutschland

Christina von Haaren Leibniz Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), Müncheberg, Deutschland

Christian Hagelüken Umicore AG & Co KG, Hanau, Deutschland

Martin Halle umweltbüro essen, Essen, Deutschland

Sven Handel Schule Am Dobrock, Oberschule mit gymnasialem Angebot, Cadenberge, Deutschland

Joachim Hansen Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft und Wasserbau, Universität Luxembourg, Luxembourg, Deutschland

Hans-Ulrich Hartwig Hessisches Ministerium der Finanzen, Wiesbaden, Deutschland

Mirco Haseler Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde, Rostock, Deutschland

Peter Heidel Ingenieurbüro Peter Heidel, Flintbek, Deutschland

Gisela Horix Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau Rheinland-Pfalz, Referat Weinbau, Acker- und Pflanzenbau, Grünland, Pflanzenschutz, Mainz, Deutschland

Peter Horst Mücke, Deutschland

Andreas Hoy Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Fachzentrum Klimawandel Hessen, Wiesbaden, Deutschland

Andreas Höhne Landau, Deutschland

Heike Hübener Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Fachzentrum Klimawandel Hessen, Wiesbaden, Deutschland

Sebastian Jeanvré CRONIMET Holding GmbH, Karlsruhe, Deutschland

Jürgen Jensen Lehrstuhl für Hydromechanik, Binnen- und Küstenwasserbau, Universität Siegen, Bauingenieurwesen, Forschungsinstitut Wasser und Umwelt (fwu), Siegen, Deutschland

Johannes Junge Nordhorn, Deutschland

Leon Jänicke Lehrstuhl für Hydromechanik, Binnen- und Küstenwasserbau, Universität Siegen, Bauingenieurwesen, Forschungsinstitut Wasser und Umwelt (fwu), Siegen, Deutschland

Christian Kabbe Frankfurt, Deutschland

Petra Kahle Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Professur für Bodenphysik, Rostock, Deutschland

Patrick Keilholz DHI-WASY GmbH – Niederlassung München, Geretsried, Deutschland

Peter Kiefhaber Dr.Kiefhaber + Zebe, Ingenieur Consult GmbH, Kaiserslautern, Deutschland

Florian Knappe Ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Heidelberg, Deutschland

Henning Knerr tectraa – Zentrum für innovative Abwassertechnologien Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft, Technische Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern, Deutschland

Matthias Knüppel Biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH, Bützow, Deutschland

Stefan Koch Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Professur für Bodenphysik, Rostock, Deutschland

Uwe Koenzen Planungsbüro Koenzen – Wasser und Landschaft, Hilden, Deutschland

Jörn Kohlus Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN), Tönning, Deutschland

Gerd Kolisch Wupperverbandsgesellschaft für integrale Wasserwirtschaft mbH, Wuppertal, Deutschland

Christoph Kormann Regierungspräsidium Darmstadt, Abteilung Arbeitsschutz und Umwelt Frankfurt, Frankfurt am Main, Deutschland

Uwe Kraft Hansestadt Bremisches Hafenamt, Bremen, Deutschland

Inga Krämer Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde und Leibniz-WissenschaftsCampus Phosphorforschung Rostock, Rostock, Deutschland

Till Kuhn Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU), Institut für Lebensmittel- und Ressourcenökonomik (ILR), Bonn, Deutschland

Volker Kummer Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dezernat II Luftreinhaltung, Kataster, Planungen, Abfall, Wiesbaden, Deutschland

Antje Köhler Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin Abt. VIII E 24, Berlin, Deutschland

Helma Köster hanseWasser Bremen GmbH, Bremen, Deutschland

Markus Kübert tewag GmbH, Regensburg, Deutschland

Renate Labonté Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, Deutschland

Inken Laude Sweco GmbH, Stade, Deutschland

Rainer Lehfeldt Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Hamburg, Deutschland

Karsten Lehmann Hamburg Port Authority Anstalt öffentlichen Rechts, Hamburg, Deutschland

Frank Lehmkuhl Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, RWTH Aachen University, Aachen, Deutschland

Bernd Lennartz Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Professur für Bodenphysik, Rostock, Deutschland

Martin Lichtl Hofheim am Taunus, Deutschland

Grit Ludwig Department Umwelt- und Planungsrecht und Department Ökonomie, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Leipzig, Deutschland

Anna-Lisa Maaß Lippe Wassertechnik GmbH, Essen, Deutschland

Guido Majehrke Sweco GmbH, Stade, Deutschland

Martin Marburger Regierungspräsidium Kassel, Abteilung Umwelt und Arbeitsschutz, Kassel, Deutschland

Dietmar Mehl Biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH, Bützow, Deutschland

Johannes Melles Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Hamburg, Deutschland

Steffen Metzger Weber-Ingenieure GmbH, Pforzheim, Deutschland

Rüdiger Meß hanseWasser Bremen GmbH, Bremen, Deutschland

Ralf Minke Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft, Stuttgart, Deutschland

Günter Müller-Czygan Ingenieurwissenschaften/Umweltingenieurwesen, Hochschule Hof, Hof, Deutschland

Andreas Müller chromgruen Planungs- und Beratungs- GmbH & Co. KG, Velbert-Langenberg, Deutschland

Armin Müller LAWAG Datenmanagement/Reporting, IuK Wasserwirtschaft, Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten, Mainz, Deutschland

Arndt Müller Kommunale Netze Eifel, Anstalt des öffentlichen Rechts (KNE AöR), Prüm, Deutschland

Felix Müller CUTEC Forschungszentrum für Rohstoffsicherung und Ressourceneffizienz der TU Clausthal, Clausthal-Zellerfeld, Deutschland

Heribert Nacken Lehr- und Forschungsgebiet Ingenieurhydrologie, RWTH Aachen University, Aachen, Deutschland

Issa Nafo Lippeverband, Essen, Deutschland

Günther Nausch Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde und Leibniz-WissenschaftsCampus Phosphorforschung Rostock, Rostock, Deutschland

Monika Nausch Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde und Leibniz-WissenschaftsCampus Phosphorforschung Rostock, Rostock, Deutschland

Michael Nelles Lehrstuhl für Abfall- und Stoffstromwirtschaft, Universität Rostock, Rostock, Deutschland

Sascha Nickel Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Lüneburg, Deutschland

Michael Niedermeiser CUTEC Institut GmbH, Ein Unternehmen des Landes Niedersachsen, Zellerfeld, Deutschland

Maria Nies Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV), Wiesbaden, Deutschland

Jeanette Nothstein Arbeitskreis Wasser im Bundesverband Bürgerinitiativen Umweltschutz e.V. (BBU), Freiburg, Deutschland

Gregor Ollesch Flussgebietsgemeinschaft Elbe, Magdeburg, Deutschland

Jörg Oppermann hanseWasser Bremen GmbH, Bremen, Deutschland

Laurence Palmowski Institut für Siedlungswasserwirtschaft (ISA), RWTH Aachen University, Aachen, Deutschland

Nadine Pannicke-Prochnow Department Umwelt- und Planungsrecht und Department Ökonomie, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Leipzig, Deutschland

Thorsten Permien Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin, Deutschland

Matthias Pfannerstill Institut für Ökosystemforschung, Abt. Angewandte Ökologie, Kiel, Deutschland

Johannes Pinnekamp Institut für Siedlungswasserwirtschaft (ISA), RWTH Aachen University, Aachen, Deutschland

Katharina Pinz Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Lüneburg, Deutschland

Christian Pohl DHI-WASY GmbH – Niederlassung Syke, Syke, Deutschland

Markus Porth Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, Deutschland

Walter Rau iat-Ingenieurberatung GmbH, Stuttgart, Deutschland

Heinrich Reincke Unterhaltungsverband Kehdingen, Wischhafen, Deutschland

Christian Reuvers Planungsbüro Koenzen – Wasser und Landschaft, Hilden, Deutschland

Kristina Rieth Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Dresden, Deutschland

Michael Rode Department Aquatische Ökosystemanalyse, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Magdeburg, Deutschland

Verena Roguhn BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Berlin, Deutschland

Eduard Rott Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft, Stuttgart, Deutschland

Michael Räder Nationalpark-Verwaltung Niedersächsisches Wattenmeer/ Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLPV/NLWKN), Wilhelmshaven, Deutschland

Annette Rößler Kompetenzzentrum Spurenstoffe Baden-Württemberg, Universität Stuttgart, Stuttgart, Deutschland

Markus Salomon Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU), Berlin, Deutschland

Birgitta Schenz Werner & Mertz GmbH, Abteilung Unternehmenskommunikation, Mainz, Deutschland

Gerald Schernewski Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde, Rostock, Deutschland

Lars Schmid-Bonde Hamburg Port Authority Anstalt öffentlichen Rechts, Hamburg, Deutschland

Thomas Schmid Präsident des Hessischen Landesamts für Umwelt und Geologie, Wiesbaden, Deutschland

Theo G. Schmitt tectraa – Zentrum für Innovative AbWassertechnologien an der Technischen Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern, Deutschland

Rainer Schnee Frankfurt, Deutschland

Hans-Walter Schneichel Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz, Referat Kreislaufwirtschaft, Stoffstrommanagement, Produktionsintegrierter Umweltschutz, Effizienznetz, Mainz, Deutschland

Barbara Schröter Leibniz Universität Hannover, Institut für Umweltplanung, Hannover, Deutschland

Daniel Schwarz takomat GmbH, Köln, Deutschland

Florian Schwinghammer tewag GmbH, Regensburg, Deutschland

Michael Schäfer tectraa – Zentrum für Innovative AbWassertechnologien an der Technischen Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern, Deutschland

Svea Schütt Schule Am Dobrock, Oberschule mit gymnasialem Angebot, Cadenberge, Deutschland

Holger Schüttrumpf Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, RWTH Aachen University, Aachen, Deutschland

Christian Seidel Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, Deutschland

Hani Sewilam Lehr- und Forschungsgebiet Ingenieurhydrologie, RWTH Aachen University, Aachen, Deutschland

Thomas Siekmann Ingenieurgesellschaft Dr. Siekmann + Partner mbH, Thür, Deutschland

Michael Sievers CUTEC Institut GmbH, Ein Unternehmen des Landes Niedersachsen, Zellerfeld, Deutschland

Martin Socher Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Dresden, Deutschland

Annette Somborn-Schulz Fraunhofer UMSICHT, Abteilung Photonik und Umwelt, Fraunhofer-Institut für Umwelt, Sicherheits- und Energietechnik, Oberhausen, Deutschland

Dominic Spinnreker DHI-WASY GmbH – Niederlassung Syke, Syke, Deutschland

Heidrun Steinmetz Fachgebiet Ressourceneffiziente Abwasserbehandlung, Technische Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern, Deutschland

Peter Stühlinger Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden, Deutschland

Heinrich Söbke Bauhaus-Institut für zukunftsweisende Infrastruktursysteme (b.is), Bauhaus-Universität Weimar, Weimar, Deutschland

Franziska Tanneberger Institut für Botanik und Landschaftsökologie, Universität Greifswald, Greifswald, Deutschland

Yannick Taudien Wupperverbandsgesellschaft für integrale Wasserwirtschaft mbH, Wuppertal, Deutschland

Michael Trepel Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein, Referat Schutz der Binnengewässer, Anlagenbezogener Gewässerschutz, Kiel, Deutschland

Jens Tränckner Universität Rostock, Wasserwirtschaft, Rostock, Deutschland

Arnd I. Urban Universität Kassel, Fachbereich Bauingenieur- und Umweltingenieurwesen, Kassel, Deutschland

Stefan Vodegel CUTEC Forschungszentrum für Rohstoffsicherung und Ressourceneffizienz der TU Clausthal, Clausthal-Zellerfeld, Deutschland

Jeanette Völker Department Aquatische Ökosystemanalyse, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Magdeburg, Deutschland

Kryss Waldschläger Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, RWTH Aachen University, Aachen, Deutschland

Simone Walker-Hertkorn tewag Technologie – Erdwärmeanlagen – Umweltschutz GmbH, Starzach-Felldorf, Deutschland

Klaus Wasmuth Stadtwerke Grünstadt GmbH, Grünstadt, Deutschland

Mario von Weber Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG), Güstrow, Deutschland

Klaus van de Weyer Lanaplan, Nettetal, Deutschland

Henning Wilts Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal, Deutschland

Martha Wingen Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, RWTH Aachen University, Aachen, Deutschland

Ralf Wittstock Dr. Born – Dr. Ermel GmbH – Ingenieure, Achim, Deutschland

Jörg Woidasky Fakultät für Technik/Nachhaltige Produktentwicklung, Hochschule Pforzheim, Pforzheim, Deutschland

Gary Wong OSIsoft GmbH, Frankfurt am Main, Deutschland

Theide Wöffler Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der RWTH Aachen University (IWW), Aachen, Deutschland



Agenda 21 – Gewässerbewirtschaftung, Kreislaufwirtschaft, Luftreinhaltung und Klimaschutz auf dem Prüfstand

Edgar Freund

Zuerst erschienen in Wasser und Abfall 1-2/2018, ► <https://doi.org/10.1007/s35152-018-0009-4>

© Der/die Autor(en), exklusiv lizenziert durch Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2022

M. Porth und H. Schüttrumpf (Hrsg.), *Wasser, Energie und Umwelt*,
https://doi.org/10.1007/978-3-658-35607-1_1

1

Mit dem Titelthema „Agenda 21 – Was tun?“ erschien im Februar 1999 die erste Ausgabe der Fachzeitschrift WASSER UND ABFALL. Nachhaltige Entwicklungen in den Bereichen Wasserwirtschaft und Grundwasserschutz sowie Abfallwirtschaft, Bodenschutz und Klimaschutz standen im Fokus der Fachbeiträge. Heute, 20 Jahre später, stellt sich die Frage, was wurde in der Zwischenzeit erreicht?

Die Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro, an der mehr als 170 Staaten teilnahmen, verabschiedete im Juni 1992 auf dem sogenannten Erdgipfel ein Aktionsprogramm für das 21. Jahrhundert (Agenda 21), das in 40 Kapiteln und auf 300 Seiten nicht allein Umweltschutzfragen, sondern alle Bereiche der Politik umfasste. Damit wurde das globale Ziel verfolgt, im 21. Jahrhundert eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung sicherzustellen, um den künftigen Generationen Handlungsmöglichkeiten und Ressourcen zu erhalten [1]. Die Belange der Wirtschaft, des Umweltschutzes und der sozialen Gerechtigkeit sollten hierbei als gleichrangig beachtet werden.

Kompakt

- Neue Themenfelder und anspruchsvolle Zielsetzungen haben die Umweltpolitik in den letzten beiden Jahrzehnten geprägt.
- Die zur Gewässerbewirtschaftung und Luftreinhaltung europaweit geltenden Umweltqualitätsziele werden seither in den betroffenen Regionen nicht oder nur in einem geringen Umfang erreicht.
- Die für die Kreislaufwirtschaft notwendigen Maßnahmen zur Abfallreduzierung, zu Recycling und zur Verringerung von Abfalldeponien werden nur zögerlich umgesetzt.

- Der globale Klimawandel kann nur im Rahmen einer internationalen Klimapolitik durch verbindliche Zielvorgaben und Vereinbarungen gemeistert werden. Unabhängig von deren Erfolgsaussichten sind regionale Anpassungsmaßnahmen vorsorgend zu planen.

Die Umsetzung der Agenda 21 in der Bundesrepublik Deutschland erfolgte zunächst nur zögerlich, wie das Motto des Tages der Umwelt 1998 „Global denken, lokal handeln“ einmal mehr verdeutlicht. So waren es zunächst vor allem engagierte Bürger/-innen und singuläre Initiativen, die sich auf kommunaler Ebene mit dem Thema befassten, allerdings ohne greifbaren Erfolg. Dies änderte sich erst, als die Bundesregierung im Jahr 2002 für Deutschland eine nationale Nachhaltigkeitsstrategie mit quantifizierten Zielen für 21 Themenfelder festlegte und seither – gemeinsam mit dem Statistischen Bundesamt – anhand von verlässlichen messbaren Indikatoren darüber berichtet, inwieweit die Ziele erreicht und wo Weiterentwicklungen nötig sind [2].

Unabhängig von der Nachhaltigkeitsstrategie und weiteren entsprechenden Aktivitäten, die in diesem Fachbeitrag nicht behandelt werden, erfolgten an der Schwelle zum 21. Jahrhundert wichtige Setzungen für die Aufgabengebiete Wasserwirtschaft, Kreislaufwirtschaft sowie Luftreinhaltung und Klimaschutz, die teilweise erhebliche Umsetzungsprobleme zur Folge hatten. Neu hierbei war, dass diese Entwicklungen nicht von Deutschland, sondern von der Europäischen Union angestoßen und durch Richtlinien sehr detailliert ausgestaltet wurden. Vor diesem Hintergrund erscheint es nach 20 Jahren sinnvoll und lohnenswert, die Ziele und Strategien nochmals kurz darzustellen sowie in einer Zwischenbilanz die Ergebnisse kritisch zu reflektieren.

1.1 Gewässerbewirtschaftung: Paradigmenwechsel mit mäßigen Erfolgen

Mit der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) vom 23. Oktober 2000 wurde erstmals ein Ordnungsrahmen für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik geschaffen, der für die Bewirtschaftung der oberirdischen Gewässer und den Schutz des Grundwassers einen Neubeginn darstellte. Während bis dato in Deutschland für Abwassereinleitungen branchenbezogene Anforderungen nach dem Stand der Technik festgelegt und Bewirtschaftungspläne nach Maßgabe der Wasserbeschaffenheit für einzelner Gewässerabschnitte aufgestellt wurden, verfolgte die Europäische Union mit der WRRL einen ganzheitlichen Ansatz für die integrierte Bewirtschaftung der großen, teilweise länderübergreifenden Flussgebiete.

Ziel war es, bis 2015 im Gewässer einen guten ökologischen und chemischen Zustand zu erreichen. Hierzu wurde ein Arbeitsprogramm mit verbindlichen Arbeitsschritten auf der Zeitachse festgelegt, das bis zum Jahr 2027 reicht (■ Abb. 1.1). Nach der rechtlichen Umsetzung in den Mitgliedsstaaten sollten ab dem Jahr 2003 eine umfassende Bestandsaufnahme in den Flussgebieten durchgeführt, begleitende Überwachungsprogramme erarbeitet und schließlich Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme erstellt werden.

Obwohl alle Arbeitsschritte in Deutschland fristgerecht durchgeführt worden sind, blieb die Umsetzung von konkreten Maßnahmen in den Flussgebieten weit hinter den Erwartungen zurück. Dies betrifft die Herstellung der biologischen Durchgängigkeit in den Fließgewässern für Fische und andere Wasserorganismen, die Beseitigung hydromorphologischer Defizite und die Reduzierung von diffusen Nährstoffbelastungen aus der Landwirtschaft.

Im Ergebnis waren Ende 2015 nur etwa 8 % der Oberflächenwasserkörper (OWK) im guten oder sehr guten ökologischen Zustand und 19 % im schlechten Zustand. Damit wurde der für das Jahr 2015 angestrebte „gute Gewässerzustand“ überwiegend nicht erreicht [3].

Die Gründe für die mangelnde Zielerreichung sind vielschichtig. Grundstücke für die Fließgewässerentwicklung sind aufgrund des hohen Flächendrucks in der Landwirtschaft kaum verfügbar. In vielen Ländern wird das „Prinzip der Freiwilligkeit“ durch Landeszuwendungen unterstützt, die jedoch oftmals nicht in der erforderlichen Höhe bereitstehen.

Die Grundwasserbelastung wird in vielen Regionen überwiegend durch Nitrat und Pflanzenschutzmittel aus der Landwirtschaft verursacht, sodass diese Belastung nur durch einen bedarfsgerechten Düngemiteleinatz und Anwendungsverbote für persistente Pflanzenschutzmittel gemindert werden kann. Selbst wenn dies geschieht, dürfte sich die Grundwasserbeschaffenheit aufgrund langer Sicker- und Fließzeiten im Grundwasserleiter nur langfristig verbessern.

Die Ansprüche der Wasserrahmenrichtlinie an den guten Zustand der Oberflächengewässer sind sehr hoch, sie stützen sich auf naturwissenschaftlich abgeleitete Bewertungsverfahren, die nicht beliebig verändert werden können. So ist der chemische Zustand der Oberflächenwasserkörper in Deutschland flächendeckend nicht gut, weil z. B. das überwiegend durch Lufteintrag in die Gewässer gelangende Quecksilber nicht in der Wasserphase, sondern nach dessen Anreicherung in Fischen gemessen wird. Da bei Überschreitung nur einer Umweltqualitätsnorm oder nur einer biologischen Qualitätskomponente der gesamte chemische oder ökologische Zustand nicht mehr als „gut“ bewertet wird, können Erfolge bei einzelnen Kriterien nicht dargestellt und die ganzheitlichen Ziele der WRRL nicht erreicht werden [3].

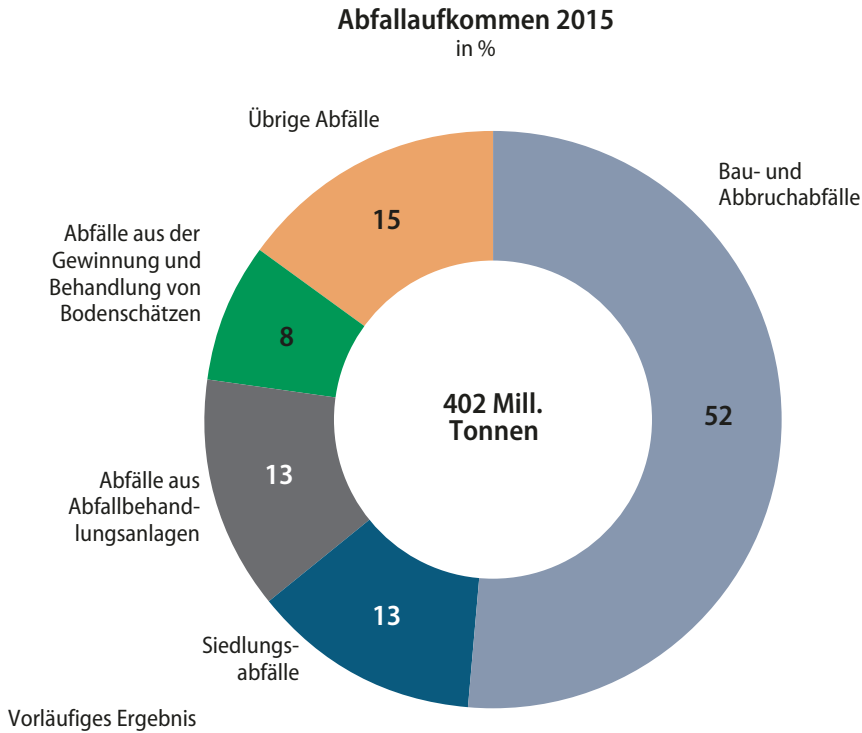


■ Abb. 1.1 Zeitachse für die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie

Nach der WRRL ist die Europäische Kommission gehalten, bis spätestens 2019 die Richtlinie zu überprüfen und gegebenenfalls erforderliche Änderungen vorzuschlagen. Da schon heute absehbar ist, dass auch bis zum Jahr 2027 die Qualitätsziele für einen guten ökologischen und chemischen Gewässerzustand nicht erreicht werden, bedarf es zur Fortschreibung der WRRL einer grundlegenden Strategiediskussion, bei der die seitherigen Vollzugserfahrungen angemessen zu berücksichtigen sind [4].

1.2 Kreislaufwirtschaft: Abfallvermeidung und recycling nur partiell erfolgreich

Obwohl der Europäische Rat bereits im Jahr 1975 eine Abfallrahmenrichtlinie mit zahlreichen, zukunftsweisenden Regelungen veröffentlicht hatte, dauerte es nahezu 20 Jahre, bis diese Richtlinie in Deutschland sachgerecht umgesetzt wurde. In der Zwischenzeit war die Abfallentsorgung vor



■ **Abb. 1.2** Abfallaufkommen in Deutschland

allem durch Müllskandale, Entsorgungseingpässe und unterschiedliche Vorstellungen über eine umweltverträgliche Abfallwirtschaft geprägt.

Mit dem Kreislaufwirtschaftsgesetz und dem untergesetzlichen Regelwerk, das im Oktober 1996 wirksam wurde, gelang schließlich die Trendwende, die vor allem auf folgende Maßnahmen abzielte:

- Vermeidung von Abfällen bei der Rohstoffgewinnung und -verarbeitung, Produktion sowie beim Handel und Konsum
- Getrennsammlung von verwertbaren Haushaltsabfällen und gewerblichen Abfällen
- Thermische Vorbehandlung der nicht verwertbaren Restabfälle

Während messbare Erfolge bei der Abfallvermeidung bis heute weiterhin auf sich

warten lassen, konnte durch die Getrennsammlung und Verwertung von Verpackungsabfällen und Bioabfällen das Aufkommen der zu beseitigenden Restabfälle (Hausmüll) erheblich reduziert werden (■ Abb. 1.2). Im Sommer 2005 wurde nach einer Übergangszeit von 12 Jahren das Deponieverbot für unbehandelte Abfälle wirksam. Seither dürfen in Deutschland lediglich inertisierte Restabfälle und mineralische Abfälle abgelagert werden. In diesem Zusammenhang ist von Bedeutung, dass die in der Öffentlichkeit weit verbreiteten Vorbehalte gegenüber der „Müllverbrennung“ durch die strengen Anforderungen der 17. BImSchV an die Abgasbehandlung von Abfallverbrennungsanlagen entkräftet wurden. Zugleich konnten die Zulassungsverfahren für derartiger Anlagen durch die Verlagerung der abfallrechtlichen Planfest-