

AWWR-Mitglieder

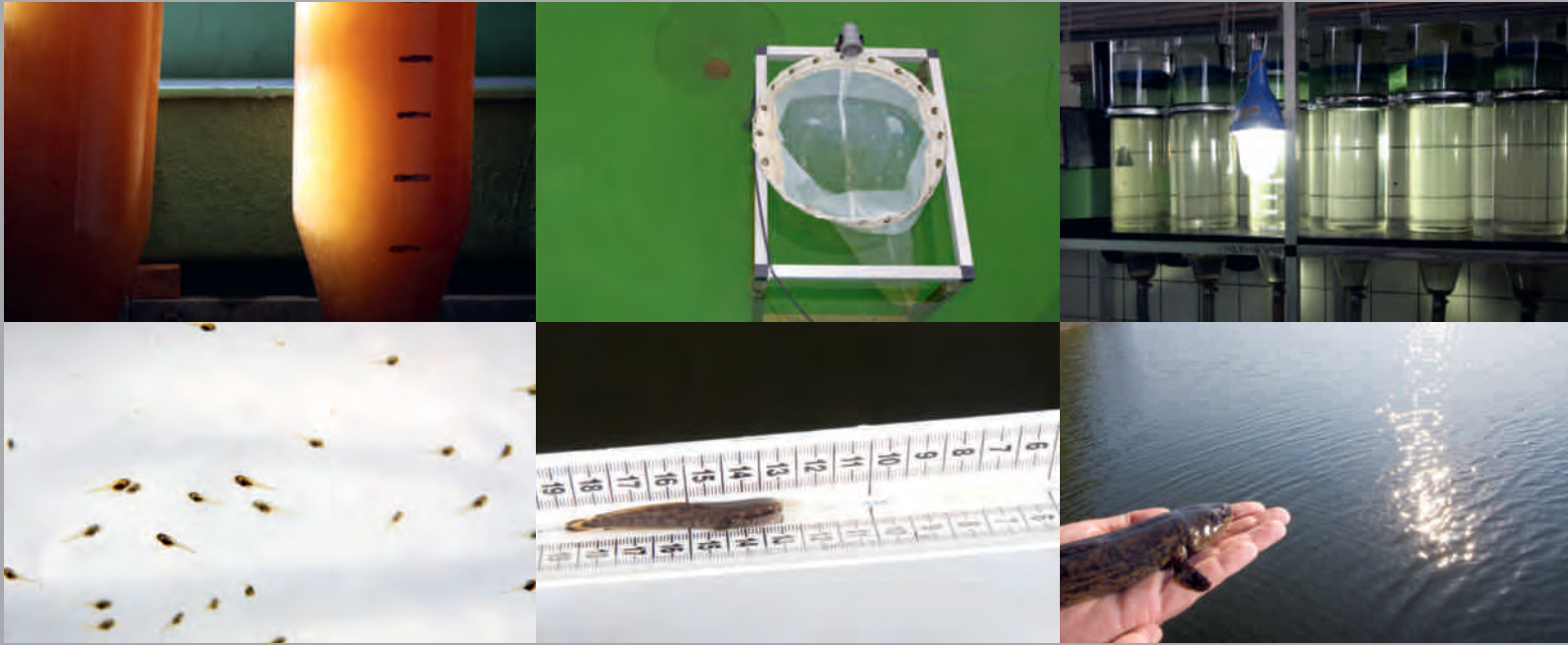


Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR) ist ein freiwilliger Zusammenschluss von Wasserversorgungsunternehmen, die Wasser aus dem Ruhrtal zu Trinkwasser aufbereiten und dies an die Endverbraucher verteilen.

Hervorgegangen ist die AWWR aus dem 1947 gegründeten „Ausschuss der Ruhrwasserwerke“, der wegen akuten Wassermangels und damals gefährdeter Trinkwasserversorgung vom nordrhein-westfälischen Wirtschaftsminister ins Leben gerufen wurde. 1986 wurde der Ausschuss in AWWR umbenannt. Seit Februar 2010 ist die AWWR ein eingetragener Verein mit einem ehrenamtlichen Präsidium und einem Geschäftsführer. Die Unternehmen zwischen Brilon und Mülheim bündeln so ihre Interessenvertretung und fungieren als Ansprechpartner der Wasserwirtschaft an der Ruhr. Im Fokus steht eine gesicherte Trinkwasserversorgung im Ruhreinzugsgebiet und den aus dem Ruhrtal mit Trinkwasser versorgten Siedlungsgebieten an Lippe, Emscher und Ems. Dabei gilt es auch, die Ruhr als Rohwasserressource für eine naturnahe Wassergewinnung, die zur Trinkwasserversorgung von mehr als 4 Millionen Menschen im Ruhrgebiet sowie im Münsterland und Sauerland dient, nachhaltig zu schützen.



Ruhrgütebericht 2017



Geschäftsstelle:
 GELENWASSER AG
 Willy-Brandt-Allee 26
 45891 Gelsenkirchen
 Telefon (02 09) 708-274
 Fax (02 09) 708-708

www.awwr.de

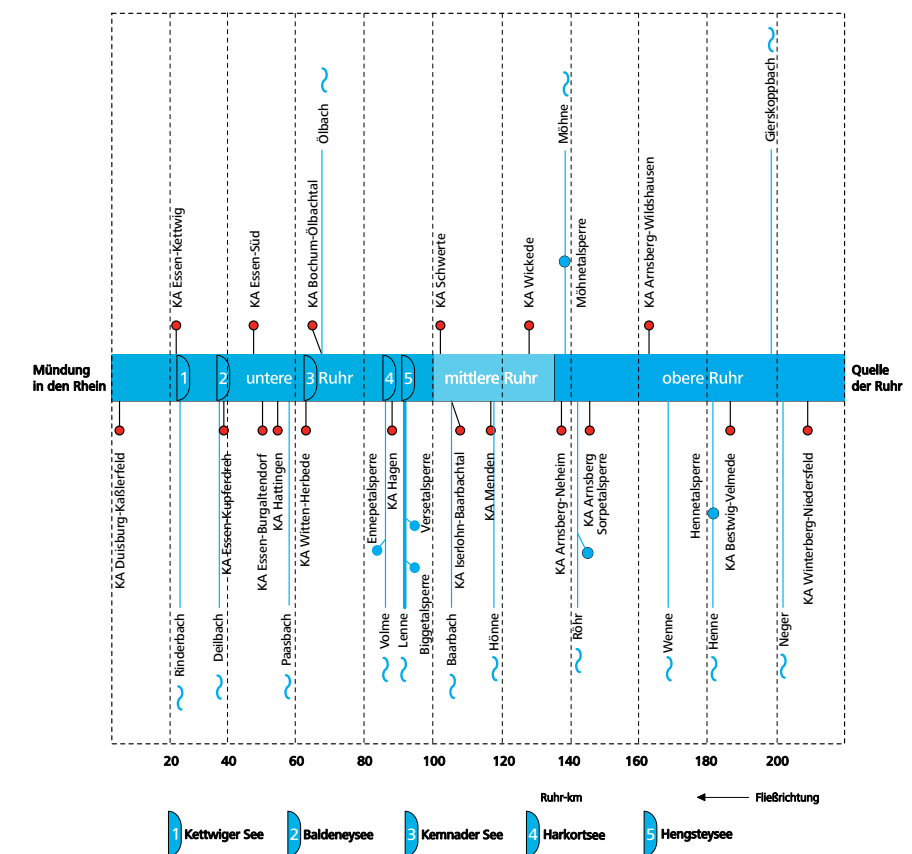
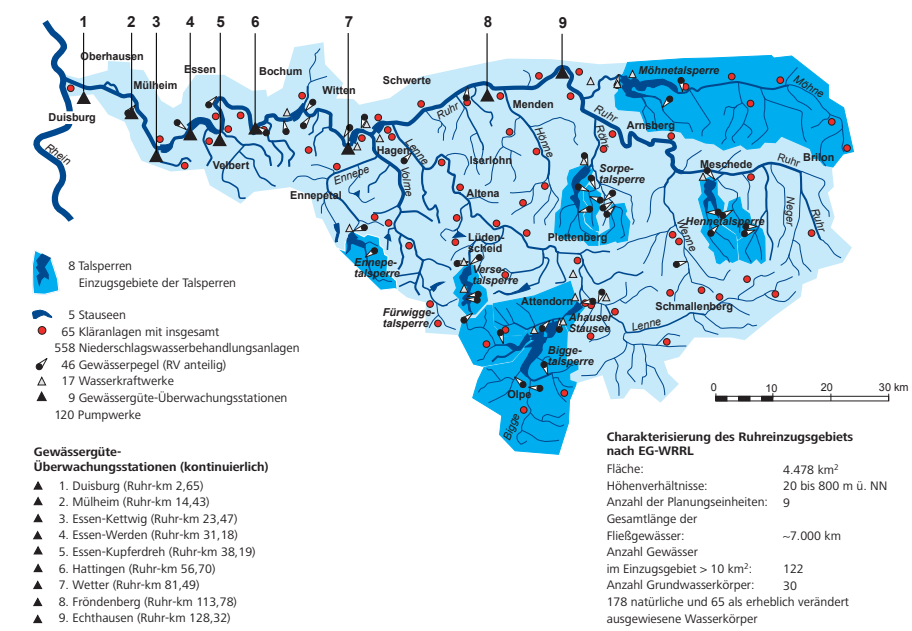


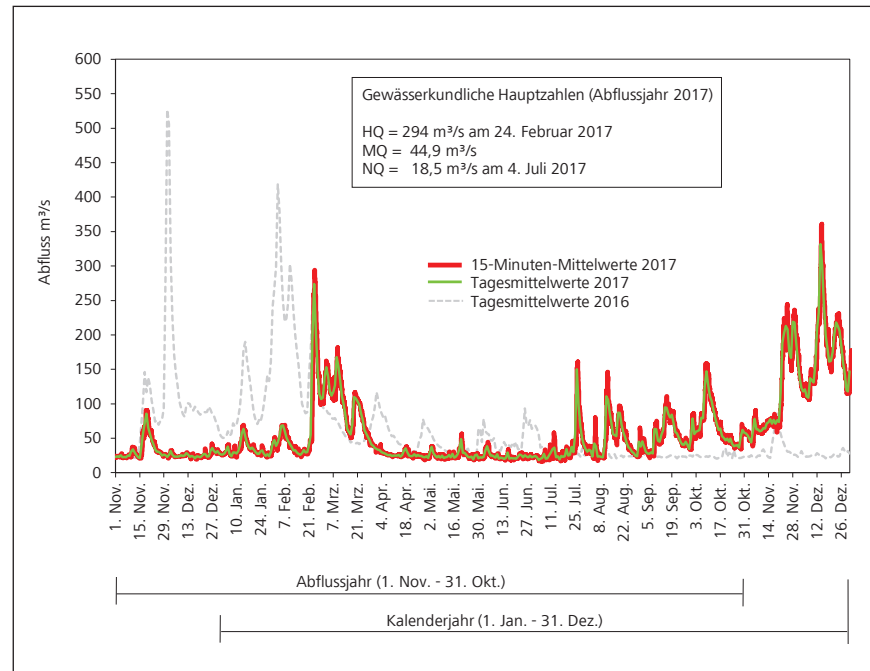
Kronprinzenstraße 37, 45128 Essen
 Postfach 103242, 45032 Essen
 Telefon (02 01) 178-0
 Fax (02 01) 178-1425
 www.ruhrverband.de

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Quellenangabe gestattet.

Gedruckt auf umweltfreundlich hergestelltem Papier aus 50% recycelten Fasern.

Abflussganglinie und Abkürzungsverzeichnis auf der Innenklappe





15-Minuten-Mittelwerte und Tagesmittelwerte des Abflusses der Ruhr am Pegel Hattingen/Ruhr im Abfluss- und Kalenderjahr 2017
 Runoff means during 15 minutes and 24 hours at the gauging station Hattingen/Ruhr in the water year and calendar year 2017

Abkürzungsverzeichnis

Kurzname	Kenngröße	Einheit	Kurzname	Kenngröße	Einheit
AFS	Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	RKM	Röntgenkontrastmittel	
AOX	Adsorbierbare Organisch Gebundene Halogene (Adsorbable Organic Halogen Compounds)	µg/l	S	Saprobienindex	
BSB ₅	Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen	mg/l	SAK 254	Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	m ⁻¹
BTXE	Aromatische Kohlenwasserstoffe (Benzol, Toluol, Xylole, Ethylbenzol)	µg/l	SAK 436	Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436 nm	m ⁻¹
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit		SCCP	Kurzkettige Chlorparaffine	µg/l
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf	mg/l	ST	Sichttiefe	dm
DDD	Definierte Tagesdosis (Defined Daily Doses)	g/d	TIC	Gesamter Anorganisch Gebundener Kohlenstoff (Total Inorganic Carbon)	mg/l
DOC	Gelöster Organisch Gebundener Kohlenstoff (Dissolved Organic Carbon)	mg/l	TIN	Gesamter Anorganisch Gebundener Stickstoff (Total Inorganic Nitrogen)	mg/l
DTPA	Diethylentriaminpentaessigsäure	µg/l	TN	Gesamtstickstoff (Total Nitrogen)	mg/l
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure	µg/l	TOC	Gesamter Organisch Gebundener Kohlenstoff (Total Organic Carbon)	mg/l
EG-WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie		TON	Gesamter Organisch Gebundener Stickstoff (Total Organic Nitrogen)	mg/l
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung		TP	Gesamtphosphor (Total Phosphorus)	mg/l
GOW	Gesundheitlicher Orientierungswert		T _v	Wassertemperatur	°C
HMMWB	Erheblich veränderter Wasserkörper (Heavily Modified Water Body)		UBA	Umweltbundesamt	
JD-UQN	Jahresdurchschnitts-Umweltqualitätsnorm		UQN	Umweltqualitätsnorm	
LHKW	Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe	µg/l	VOC	Leichtflüchtige Organische Verbindungen (Volatile Organic Compounds)	
NH ₄ -N	Ammonium-Stickstoff	mg/l	ZHK-UQN	Zulässige Höchstkonzentration-Umweltqualitätsnorm	
NO ₂ -N	Nitrit-Stickstoff	mg/l			
NO ₃ -N	Nitrat-Stickstoff	mg/l			
NTA	Nitritriessigsäure	µg/l			
NWB	Natürlicher Wasserkörper (Natural Water Body)				
O ₂	Gelöster Sauerstoff	mg/l			
OGewV	Oberflächengewässerverordnung				
o-PO _x -P	Orthophosphat-Phosphor	mg/l			
PAK	Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe	µg/l			
PBDE	Polybromierte Diphenylether	µg/l			
PCB	Polychlorierte Biphenyle	µg/l			
PFT	Perfluorierte Tenside	µg/l			
pH	pH-Wert				
PSM	Pflanzenschutzmittel	µg/l			
Q	Abfluss	m ³ /s			

Wir danken
 Dr. Christine Erger (Kapitel 7),
 Danijela Frojn (Kapitel 2, 4),
 Uwe Frost (Kapitel 3, 5, 6, 11),
 Svetlana Graf (Kapitel 12),
 Dr. Christoph Härtel (Kapitel 2, 7),
 Christian Högel (Kapitel „In Kürze“),
 Jens Kaulfuss (Kapitel 7),
 Markus Kühlmann (Kapitel 10),
 Prof. Dr. Andreas Lechner (Kapitel 8),
 Milian Noack (Kapitel 8),
 Dr. Petra Podraza (Kapitel 4, 5, 8),
 Annika Schönfeld (Kapitel 9),
 Axel Sommerfeld (Kapitel 12),
 Daniel Teschlade (Kapitel 10),
 Dr. Michael Weyand (Kapitel 10),
 Susanne Zander-Hauck (Kapitel 9) und
 Georg zur Strassen (Kapitel 1)
 als Autorinnen und Autoren sowie allen Beschäftigten des Ruhrverbands,
 die am vorliegenden Ruhrgüterbericht mitgewirkt haben.

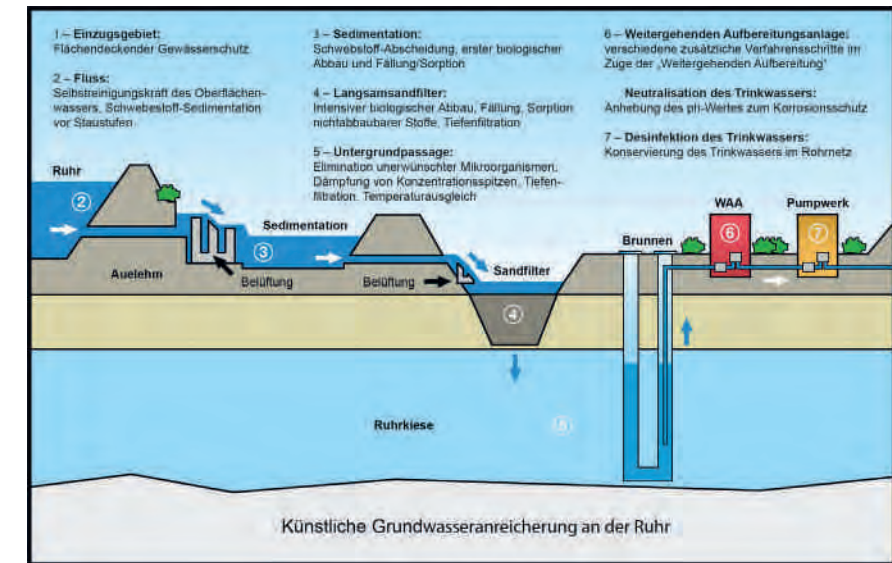
Titelbild:
 Die Quappe ist nach Roter Liste in Nordrhein-Westfalen eine vom Aussterben bedrohte Fischart. Dank der verbesserten Wasserqualität hat sie jedoch in den hiesigen Gewässern wieder eine potenzielle Heimat. Ein vom NRW-Umweltministerium finanziertes Kooperationsprojekt hat sich die Wiederansiedlung der Quappe zur Aufgabe gemacht. Seit 2009 wurden in der Fischzuchtanlage des Ruhrverbands an der Möhnetalsperre mehrere Millionen Quappen gezüchtet und anschließend in den Einzugsgebieten von Ruhr und Lippe ausgesetzt. Später sollen auch weitere geeignete Gewässer besiedelt werden.

AWWR-Versorgungsgebiete



- AWWR-Versorgungsgebiete
- Ruhreinzugsgebiete
- ◆ Lieferung in andere Gebiete
- Wasserwerk
- ▼ Wassergütestation

Beispielhafte Darstellung des Prozesses der Trinkwassererzeugung



Kooperation zwischen Landwirtschaft und Wasserwirtschaft im Einzugsgebiet der Ruhr

Zur Durchführung eines vorbeugenden Gewässer- und Bodenschutzes wurde bereits 1992 die Kooperation zwischen Wasserwirtschaft und Landwirtschaft durch die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) und die Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe gegründet. Derzeit sind rund 800 Landwirte im Ruhreinzugsgebiet Mitglied dieser Kooperation. Der Landwirt bekundet durch Unterzeichnung einer Kooperationserklärung seine Mitgliedschaft und verpflichtet sich, an der Umsetzung gemeinsam festgelegter Ziele und Aufgaben mitzuwirken.

Die AWWR-Mitglieder finanzieren diese Kooperation. Mit Einführung des Wasserentnahmeentgeltes in Nordrhein-Westfalen sind diese Aufwendungen verrechnungsfähig.

Ziel der für die Landwirtschaft im Rahmen der Kooperation erbrachten Beratungen im Bereich Pflanzenschutz und Düngung ist es, die Ruhr und ihre Zuflüsse als Trinkwasserreservoir für über vier Millionen Menschen vor schädlichen Einträgen durch Pflanzenbehandlungs- und Düngemittel zu schützen.

Beratungsschwerpunkte im außerlandwirtschaftlichen Bereich sind Verfahren der Flächenpflege ohne den Einsatz von chemischen Wirkstoffen zur Bewuchseliminierung. Beratungen richten sich hier an den Bürger als möglichen Anwender, Kommunen, Gartenbau- und Verkehrsbetriebe, Straßenbaubehörden, Industrie und Gewerbe sowie Verkaufsstellen für chemische Pflanzenschutzmittel.



Ruhrgütebericht **2017**

Bericht des Ruhrverbands	4	Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e. V. (AWWR) im Jahr 2017	132
<hr/>		<hr/>	
Vorwort	6	Bericht des Vorsitzenden der AWWR	134
<hr/>		<hr/>	
In Kürze	8	14 AWWR-Ausschusstätigkeit	136
<hr/>		– Ausschuss Wassergüte	136
1 Wasserführung der Ruhr	16	– Ausschuss Wassergewinnung und -aufbereitung	139
<hr/>		– Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit	139
2 Grundlagen der Bewertung von Gewässeranalysedaten im Ruhrgütebericht	17	<hr/>	
<hr/>		Beiträge aus Wasserwerken und Institutionen	141
3 Physikalisch-chemische Überwachungen der Ruhr	23	15 Organische Spurenstoffe in der Ruhr	141
– Ergebnisse der Messstelle Ruhr bei Essen-Rellinghausen und der Gewässerüberwachungsstationen	24	– Fortsetzung des Monitorings der AWWR	141
– Ergebnisse der wöchentlichen Untersuchungen	29	16 Weitergehende Aufbereitung des Trinkwassers an der Ruhr	153
– Ruhrlängsuntersuchungen	31	– Fertigstellung	
<hr/>		Verbund-Wasserwerk Witten (VWW)	153
4 Monitoring gemäß EG-WRRL der Ruhr und ihrer Nebengewässer	39	– Fertigstellung Wasserwerk Witten (WWW)	157
– Physikalisch-chemische Untersuchungen gemäß EG-WRRL	39	17 Vorkommen von Glyphosat und AMPA in der Ruhr und deren Verhalten bei der Wasseraufbereitung: Neue Bewertung, Zulassung und Relevanz für die Trinkwasserversorgung an der Ruhr	162
– Hydrobiologische Untersuchungen gemäß EG-WRRL	46	18 MERK'MAL – Minimierung von Röntgenkontrastmitteln im Einzugsgebiet der Ruhr	165
<hr/>		19 Angewandte virologische und bakteriologische Untersuchungen in den Ruhrwasserwerken der RWW	167
5 Trophische Situation in der Ruhr	63	20 25 Jahre Kooperation Landwirtschaft/Wasserwirtschaft im Ruhreinzugsgebiet	172
– Planktonuntersuchungen	63	<hr/>	
– Makrophytenuntersuchungen	68	21 Organisation der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR)	180
<hr/>		– Mitglieder und ständige Gäste	180
6 Talsperrenuntersuchungen mit besonderem Blick auf Fürwigge- und Versetalsperre	77	– Kontakte	180
<hr/>		– Ausschüsse und Arbeitskreise	181
7 Organische Spurenstoffe in der Ruhr	86	<hr/>	
<hr/>		22 Die AWWR in Zahlen	184
Sonderthemen	99	<hr/>	
8 Untersuchungen von Mikrohabitaten und deren Bedeutung für das Makrozoobenthos in renaturierten Gewässerabschnitten von Sorpe und Röhr	99	23 Analysenergebnisse des Ausschusses Wassergüte	185
9 Baden in der Ruhr	107	– Einführung	185
10 Fischfauna der unteren Ruhr	115	– Kommentar zu den Untersuchungsergebnissen	189
<hr/>		<hr/>	
11 Registrierte Gewässerverunreinigungen des Jahres 2017	124	Auswahl von Veröffentlichungen	230
<hr/>		<hr/>	
12 Leistungen der Kläranlagen des Ruhrverbands	125		
<hr/>			
12 Der Ruhrverband in Zahlen	130		
<hr/>			

Contents

Report of the Ruhrverband	4	Association of Ruhr Waterworks (AWWR) in 2017	132
Preface	7	Report of the AWWR Chairman	134
In brief	12	14 Activities of AWWR committees	136
1 Flow of the River Ruhr	16	– Water quality committee	136
2 Basic parameters for the evaluation of analysis data for waters	17	– Water catchment committee	139
3 Physico-chemical Ruhr water monitoring	23	– Public relations committee	139
– Measuring point Ruhr at Essen-Rellinghausen and water monitoring stations	24	Reports from waterworks and institutions	141
– Results of the weekly Ruhr examinations	29	15 Organic trace substances in the Ruhr	141
– Examinations along the Ruhr	31	– continuation of the AWWR monitoring	141
4 Examinations of the Ruhr and its tributaries in line with the European Water Framework Directive	39	16 Extended treatment of drinking water along der Ruhr	153
– Physico-chemical examinations	39	– Completion of the	153
– Hydrobiological examinations	46	waterworks Verbund-Wasserwerk Witten (VWW)	153
5 Trophic situation in the Ruhr	63	– Completion of the	157
– Plankton examination	63	waterworks Wasserwerk Witten (WWW)	157
– Macrozoobenthos examination	68	17 Occurrence of glyphosate and AMPA in the Ruhr and their performance during water treatment: new evaluation, regulation and relevance for drinking water supply along the Ruhr	162
6 Reservoir examinations with particular regard to the Fürwigge and Verse Reservoir	77	18 MERK'MAL – Minimising radiocontrast agents in the Ruhr catchment area	165
7 Organic trace substances in the Ruhr and Biota	86	19 Applied virological and bacteriological examinations in the Ruhr's waterworks operated by the RWW	167
Special topics	99	20 25 years of cooperation of agriculture and water management in the Ruhr catchment area	172
8 Evaluations of microhabitats and their relevance for the macrozoobenthos in renatured sections of the Sorpe and Röhr rivers	99	21 Structure of the AWWR	180
9 Bathing in the Ruhr	107	– Members and permanent guests	180
10 Fish fauna in the lower Ruhr	115	– Contacts	180
11 Registered cases of water pollution in 2017	124	– Committees and working groups	181
12 Performance of the Ruhrverband's sewage treatment plants	125	22 The AWWR – facts and figures	184
13 The Ruhrverband – facts and figures	130	23 Analytical findings of the water quality committee	185
		– Introduction	185
		– Explanation and annotation	189
		Selection of publications	230



Wegen Sanierungsarbeiten an der Talsperrenmauer war die Fürwiggetalsperre von Februar 2006 bis Oktober 2007 vollständig entleert. Das limnologische Untersuchungsprogramm wurde nach dem Wiedereinstau wieder aufgenommen. Die Ergebnisse werden in Kapitel 6 dieses Ruhrgüteberichts dargestellt.



Das Vorkommen von Spurenstoffen in unseren Gewässern wird mittlerweile in ganz Deutschland öffentlich diskutiert. Kein Tag vergeht, ohne dass zu hohe Nitratgehalte im Grundwasser, Industriechemikalien, Mikroplastik oder Arzneimittelrückstände in Flüssen und Meeren in den Medien thematisiert werden. Im Jahr 2017 wurden in der Ruhr rund 480 zu den organischen Spurenstoffen zählende Substanzen wie Flammschutzmittel, Komplexbildner, Weichmacher, Industriechemikalien, Pestizide, Diagnostika und Medikamente sowie teilweise deren Abbauprodukte routinemäßig untersucht. Sofern für die Substanzen ein gesundheitlicher Orientierungswert (GOW) vorliegt, wird dieser in der Regel eingehalten. In der öffentlichen Diskussion zeigt sich allerdings, dass der Ruf nach der Aufrüstung der Kläranlagen laut wird, sobald von neuen Funden in Gewässern die Rede ist. Die aktuelle Diskussion über antibiotikaresistente Bakterien in Flüssen und Seen ist ein gutes Beispiel dafür. Selbst wissenschaftliche Institutionen des Bundes forderten eine vierte Reinigungsstufe, obwohl Verfahren wie Aktivkohleabsorption oder Ozonung, die landläufig unter diesem Begriff verstanden werden, Antibiotikaresistenzen im Kläranlagenablauf nicht nennenswert reduzieren können. Bevor kostenintensive Maßnahmen in den kommunalen Kläranlagen ergriffen werden, sollte dem Verursacherprinzip zu seinem Recht verholfen werden. Beispiele wie der beachtliche Rückgang von perfluorierten Tensiden in der Ruhr oder der Erlass der Waschmittelgesetze in 1960er Jahren beweisen, dass Maßnahmen an der Quelle effizient und nachhaltig wirken. Auch die jüngsten Forschungsvorhaben „Essen macht's klar“ und „MERK'MAL“ (Kapitel 18) zeigen, dass die konsequente Anwendung des Verursacherprinzips erfolgreich ist.

Das Jahr 2017, das im vorliegenden 45. Ruhrgütebericht dokumentiert wird, war mit einem Mittelwasserabfluss von knapp 45 Kubikmetern pro Sekunde das neunte zu trockene Abflussjahr in Folge. Jahre mit niedrigen Abflüssen stellen die Wasserwirtschaft an der Ruhr vor besondere Herausforderungen. Der Ruhrverband muss sein Talsperrensystem vorausschauend steuern und so die Defizite ausgleichen, was in hervorragendem Maße gelang. Auch eine Verschlechterung der Ruhrwasserqualität, die man durch den fehlenden Niederschlag hätte erwarten können, konnte dank der hohen Reinigungsleistung der Kläranlagen des Ruhrverbands vermieden werden. Dies beweisen die zahlreichen Messergebnisse, die wir im Ruhrgütebericht dokumentieren und mit langjährigen Messreihen vergleichen.

Im Jahr 2017 setzte sich der langjährige Trend rückläufiger Konzentrationen der organischen Substanzen sowie der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor fort. Die Summenparameter BSB₅ und TOC halten ebenso wie zahlreiche weitere Kenngrößen die Anforderung an den guten ökologischen Zustand gemäß europäischer Wasserrahmenrichtlinie ein. Im Rahmen der gewässerökologischen Untersuchungen an der Ruhr und ihren Nebengewässern werden 77 von 79 Stellen im Hinblick auf den saprobiellen Zustand mit „gut“ oder „sehr gut“ bewertet. Die Gewässerstrukturen im Oberlauf der Ruhr sind ebenfalls überwiegend in einem guten Zustand. Allerdings zeigen sich im weiteren Fließverlauf der Ruhr strukturelle Defizite. Ursache sind vielfach die nutzungsbedingte veränderten Gewässerstrukturen (Sohlbefestigungen, Ufer-

begradigungen etc.). Hier gilt es in den nächsten Jahren, durch gezielte Renaturierungsmaßnahmen Verbesserungen zu erzielen. Der Ruhrverband unterstützt seine Mitgliedskommunen gern bei der Planung und Realisierung der Maßnahmen.

Das Makrophytenwachstum in den Ruhrstauseen beeinträchtigte auch im Berichtsjahr die Wassersportnutzung auf den Ruhrstauseen. Durch den intensiven Einsatz von Mähbooten konnte dennoch erreicht werden, dass es nicht zu nennenswerten Beeinträchtigungen für die Wassersportler gekommen ist.

Am 23. Mai 2017 fand die offizielle Eröffnung der Badestelle am Seaside Beach statt. Nach fast 50 Jahren ist das Schwimmen in der Ruhr wieder offiziell erlaubt. Ein Erfolg, der auf den Ausbau der Niederschlagswasserbehandlungsanlagen und der Kläranlagen zurückzuführen ist, in den der Ruhrverband zwischen 1990 und 2005 1,6 Milliarden Euro investiert hat. Die erste Badesaison war mit über 7.700 Badegästen überaus gut frequentiert und ein Leuchtturmprojekt der Stadt Essen im Jahr der „Grünen Hauptstadt Europas“. Auch die Städte Mülheim, Bochum und Witten haben großes Interesse daran, rechtskonforme Flussbadestellen einzurichten.

Im aktuellen Berichtsjahr wurde glücklicherweise nur eine als relevant einzustufende Gewässerunreinigung verzeichnet. Damit fügt sich auch das achte Jahr der aktuellen Dekade in eine erfreuliche Entwicklung ein: Mit im Schnitt fünf bekannt gewordenen Gewässerunreinigungen liegen die Jahre seit 2010 deutlich unter dem Durchschnitt der Jahre 2000 bis 2009 (13 Vorfälle pro Jahr), 1990 bis 1999 (16 Vorfälle) und 1980 bis 1989 (18 Vorfälle). Dies gilt umso mehr unter Berücksichtigung einer zu vermutenden Dunkelziffer, die aufgrund des gestiegenen Bewusstseins für eine intakte Umwelt und der strengeren Kontrollen durch die Umweltbehörden zweifellos abgenommen hat.

Allen Akteuren der Wasserwirtschaft an der Ruhr danken wir für ihre stetigen Bemühungen zur Verbesserung der Ruhrwasserqualität. Den Leserinnen und Lesern des 45. Ruhrgüteberichts wünschen wir eine anregende Lektüre.

Essen, im Juli 2018



Prof. Dr.-Ing. Norbert Jardin,
Vorstand Technik des Ruhrverbands



*Prof. Dr.-Ing.
Norbert Jardin*

Trace substances in our waters have become a subject of public debate in Germany. Every day, excessive nitrate concentrations in ground water, industrial chemicals, microplastics or pharmaceutical residues in rivers and oceans are covered by the media. In 2017, routine monitoring in the Ruhr was carried out for around 480 organic trace substances such as flame retardants, complexing agents, softeners, industrial chemicals, pesticides, diagnostic agents and pharmaceuticals as well as, in part, their metabolites. In cases where a health reference value (GOW) exists, the substances usually met these values. Looking at the public debate, however, it becomes clear, that there is an increasingly strong call for expanding the sewage treatment plants as soon as new findings are detected in our waters. The current debate on antibiotic-resistant bacteria in our rivers and lakes is a good example. Even national scientific institutions are calling for a fourth treatment level, even though procedures such as activated carbon adsorption or ozonation that are usually being referred to in this context are unable to significantly reduce antibiotic-resistant bacteria in the sewage treatment plants' outlets. Before costly measures are taken on part of the municipal sewage treatment plants, the polluter pays principle should be enforced. Measures taken at the source of pollution are efficient and sustainable – the strong decline in perfluorinated compounds in the Ruhr or the enactment of the detergent regulations during the 1960s are proof to this fact. The latest research projects "Essen macht's klar" (Essen makes it clear) and "MERK'MAL" (chapter 18) also show that a consequent application of the polluter pays principle leads to success.

With a mean runoff of just below 45 cubic metres per second, the year 2017, documented in our 45th Ruhr Water Quality Report, was the ninth runoff year in a row with too dry conditions. Years with low runoff constitute a particular challenge for water management along the Ruhr. The Ruhrverband has to ensure a far-sighted operation of its reservoir system to be able to balance deficits, and it was very successful in doing so in 2017. In addition, the high treatment performance of the Ruhrverband's sewage treatment plants was able to prevent a deterioration of the Ruhr water's quality, even though that could have been ex-

pected in light of the lack of precipitation. Numerous measuring results, documented and compared with long-term measuring programmes in this Ruhr Water Quality Report, provide evidence.

The long-term trend of declining concentrations of organic substances as well as the nutrients nitrogen and phosphorus continued in 2017. The composite parameters BOD₅ and TOC and many other parameters met the requirements for a good ecological status laid down in the European Water Framework Directive. In the hydroecological examinations along the Ruhr and its tributaries, 77 out of 79 sampling points achieved "good" or "high" results in terms of their saprobic condition in 2017. The water structures in the Ruhr's upper reaches are mostly in a good condition as well. In the further course of the Ruhr, however, structural deficits appear. They are mostly caused by modified water structures due to specific uses (river bed and bank revetment etc.). The objective is to achieve improvements during the coming years with targeted renaturation measures. The Ruhrverband is happy to support its member communities in planning and implementing corresponding activities.

Macrophyte growth in the Ruhr's impounding lakes once again interfered with water sports activities during the reporting year. Thanks to the frequent use of mowing boats, the interference could be kept to an acceptable level.

On May 23, 2017, the bathing spot at Seaside Bach was officially inaugurated. After almost 50 years, this is the first time that bathing is officially allowed in the Ruhr. It's a success that can be attributed to the expansion of the stormwater and sewage treatment facilities, in which the Ruhrverband invested 1.6 billion euros between 1990 and 2005. With more than 7,700 visitors, the first bathing season was very popular and a lighthouse project for the city of Essen in the year in which the city received the European Green Capital Award. The cities of Mülheim, Bochum and Witten have also expressed great interest in setting up legally compliant river bathing spots.

During the reporting year 2017, only one relevant incident of water pollution was documented, so that this year continues a positive development during the current decade: Since 2010, there have been an average of five reported incidents of water pollution per year, which is clearly below the average of the years 2000 to 2009 (13 incidents per year), 1990 to 1999 (16 incidents) and 1980 to 1989 (18 incidents). This is particularly remarkable in view of the fact that the number of unknown cases has surely declined as well due to stronger public awareness for a healthy environment and more rigorous supervision on part of the environmental authorities.

We thank all water management stakeholders along the Ruhr for their constant commitment to improving and maintaining the Ruhr's water quality. We hope that the 45th Ruhr Water Quality Report will be an inspiration for its readers.

Wasserführung der Ruhr

Die Wasserführung eines Gewässers prägt maßgebend die aquatische Flora und Fauna und beeinflusst die unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten. Zur Abmilderung negativer Auswirkungen extremer hoher oder niedriger Abflüsse und zum Ausgleich von Entnahme und Entziehung betreibt der Ruhrverband ein Talsperrenverbundsystem. Im Gegensatz zum Vorjahr war das Abflussjahr 2017 durch das Fehlen von Hochwasserereignissen gekennzeichnet. Der höchste Abfluss wurde am Pegel Hattingen am 24. Februar 2017 mit $HQ_{2017} = 294 \text{ m}^3/\text{s}$ gemessen. Nahezu unterbrechungsfreie Niedrigwasserphasen waren von Ende November 2016 bis Mitte Januar 2017 sowie von Anfang April bis Mitte Juli 2017 zu verzeichnen. In dieser Zeit war eine Stützung der Ruhrwasserführung durch erhöhte Abgaben aus den Talsperren erforderlich. Das Abflussjahr 2017 war bei einem $MQ_{2017} = 44,9 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Hattingen - dem fünft-niedrigsten Abflussjahresmittel seit 1968 - das neunte Abflussjahr in Folge mit einem Niederschlagsdefizit.

Grundlagen der Bewertung von Gewässeranalysedaten im Ruhrgütebericht

Die Untersuchungsergebnisse im Gewässer werden hinsichtlich der chemischen Qualitätskomponenten im Ruhrgütebericht in erster Linie anhand der Umweltqualitätsnormen (UQN) der Anlagen 6 (flussgebietsspezifische Schadstoffe) und 8 (prioritäre Stoffe) sowie der Werte der Anlage 7 (allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten) der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) bewertet, welche u.a. die Einstufung, Darstellung und Überwachung des ökologischen Zustands, des ökologischen Potenzials und des chemischen Zustands von Oberflächengewässern regelt. Ergänzend finden gesetzlich nicht verbindliche Orientierungswerte des Leitfadens „Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW, Anlagen D4 und D5, Anwendung. In der Regel erfolgt die Bewertung anhand von Mittel- bzw. Jahresdurchschnittswerten (JD). Neben Grenzwerten für die Wasserphase sind in der OGewV auch Anforderungen für elf Stoffe bzw. Stoffgruppen in Biota formuliert. Maßgeblich für deren Ableitung ist die Toxizität gegenüber fischfressenden Tieren sowie die für den Menschen tolerierbare Belastung durch Fischverzehr.

Der ökologische Zustand eines Wasserkörpers oder an einer Probenahmestelle wird gemäß den Vorgaben der EG-WRRL und der OGewV anhand der biologischen Qualitätskomponenten „Makrozoobenthos“, „Makrophyten und Phytobenthos“, „Fischfauna“, sowie „Phytoplankton“ bewertet. Im Ruhrgütebericht wird ausschließlich die bestuntersuchte biologische Qualitätskomponente „Makrozoobenthos“ dargestellt, welche Aussagen zur saprobiologischen Wasserqualität (Saprobie), zum strukturellen Zustand (Allgemeine Degradation) und zur Versauerung eines Fließgewässers ermöglicht. Neben der Bewertung des ökologischen Zustands für die „natürlichen Wasserkörper“ (NWB) ist mittlerweile auch die Bewertung des ökologischen Potenzials für „erheblich veränderte Wasserkörper“

(Heavily Modified Water Body (HMWB)) möglich. Die ab dem Jahr 2015 untersuchten Probenahmestellen in HMWB werden daher mit ihrem ökologischen Potenzial bewertet. Probenahmestellen in (hydromorphologisch als HMWB charakterisierten) kleineren Gewässern werden nach dem Worst-Case-Prinzip nach dem ökologischen Zustand bewertet.

Physikalisch-chemische Überwachungen der Ruhr

Seit über 90 Jahren wird die Ruhr an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen dreimal wöchentlich auf eine Vielzahl von Parametern untersucht. Darüber hinaus werden die Nährstoffkonzentrationen und die organische Belastung an sechs Probenahmestellen der Ruhr seit dem Jahr 1965 wöchentlich bestimmt. Ab dem Jahr 2017 ist dieses Programm in das der Ruhrlängsuntersuchungen integriert worden. Diese vierwöchentlichen Untersuchungen an zwölf Messstellen von der Quelle bis zur Mündung geben die Möglichkeit, repräsentative Aussagen über räumliche und zeitliche Aspekte der Wasserbeschaffenheit zu treffen. Zusätzliche Erkenntnisse ergeben sich durch kontinuierlich anfallende Messergebnisse der Gewässerüberwachungsstationen.

Mit Ausnahme einer Messung an der Gütestation Duisburg wurde die Mindestanforderung für die Sauerstoffkonzentration im gesamten Ruhrverlauf eingehalten. Abgesehen von zwei Messwerten liegen die pH-Werte innerhalb des in der OGewV vorgeschriebenen Bereichs. Die Summenparameter BSB₅ und TOC halten ebenso wie die Kenngrößen Chlorid, Sulfat, Gesamtphosphor, ortho-Phosphat-Phosphor sowie Nitrit-Stickstoff, Nitrat-Stickstoff und Ammonium-Stickstoff die Anforderung an den guten ökologischen Zustand ein. Für Gesamtphosphor erfolgt die Bewertung an drei Stellen und für Ammonium-Stickstoff auf den ersten 90 Ruhrkilometern sogar mit „sehr gut“. Die prioritären bzw. prioritär gefährlichen Schwermetalle Blei, Nickel, Quecksilber und - mit Ausnahme des Bereichs unterhalb Valme und Elpe - Cadmium erfüllen die Umweltqualitätsnormen für den guten chemischen Zustand. Die gesetzlich nicht verbindlichen Stoffe Chrom und Kupfer sowie der flussgebietsspezifische Schadstoff Silber halten den sehr guten bzw. guten Zustand ein. Zink erreicht ab dem Pegel Wetter den guten Zustand.

Monitoring gemäß EG-WRRL der Ruhr und ihrer Nebengewässer

Im Rahmen des operativen Monitorings wurden in Abstimmung mit dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) nach EG-WRRL in acht Planungseinheiten insgesamt 41 Gewässer auf physikalisch-chemische Kenngrößen untersucht. Für die meisten Parameter und für einen Großteil der Probenahmestellen ergibt sich dabei eine gute oder sehr gute Bewertung. An vier Probenahmestellen lagen für die Wassertemperatur erhöhte und an sieben Messstellen für den pH-Wert erhöhte bzw. niedrige Werte vor, was zu einer mäßigen Bewertung führt. Die organische Belastung wird lediglich an einer Messstelle mit „mäßig“ eingestuft. Die

Pflanzennährstoffe Phosphor und Ammonium-Stickstoff überschreiten die Qualitätskomponenten der OGewV nur zehn- bzw. achtmal. Im Vergleich zum dritten Monitoringzyklus zeichnet sich im laufenden vierten Zyklus bei diesen beiden Kenngrößen eine Verbesserung ab. Diese positive Tendenz macht sich bei der Gesamtbewertung der Wasserkörper aber wegen der strengen Auslegung des "One out, all out"-Prinzips der Wasserrahmenrichtlinie in der Regel kaum bemerkbar. Die Kenngrößen Nitrat-Stickstoff sowie die Metalle Blei, Quecksilber und Thallium in der gelösten Phase halten an den jeweils untersuchten Probenahmestellen den sehr guten bzw. guten Zustand ein. An einer Messstelle überschreitet Nickel die UQN. Eisen und Kupfer verfehlen fünfmal den guten Zustand. An 27 % der Probenahmestellen erfolgt bei Zink eine mäßige Einstufung. PFOS in der Wasserphase überschreitet an allen untersuchten Messstellen die sehr niedrige UQN der OGewV.

Seit dem Jahr 2007 wird der Gewässerzustand im Einzugsgebiet der Ruhr auf Basis der kooperativen Mitwirkung des Ruhrverbands beim operativen Gewässermonitoring gemäß EG-WRRL in Form von ökologischen Gewässerzustandskarten dargestellt. Im Rahmen der gewässerökologischen Untersuchungen an der Ruhr und ihren Nebengewässern im Jahr 2017 können 77 von 79 Stellen im Hinblick auf den saprobiellen Zustand mit „gut“ oder „sehr gut“ bewertet werden. Die Bewertung im Modul Allgemeine Degradation zeigt ein heterogenes Bild. Der Oberlauf der Ruhr, der durchgängig als NWB ausgewiesen ist, stellt sich zumeist mit einer guten Bewertung dar. Im weiteren Fließverlauf der Ruhr treten zunehmend strukturelle Defizite auf. Insgesamt weisen 287 Probenahmestellen, entsprechend 50 % der im Zeitraum 2012 bis 2017 im Einzugsgebiet der Ruhr untersuchten Probenahmestellen, einen guten bzw. sehr guten Zustand bzw. ein gutes oder besseres ökologisches Potenzial auf. Ursache für den defizitären Zustand an der Hälfte der Probenahmestellen sind vielfach die nutzungsbedingt veränderten Gewässerstrukturen, die zukünftig bei der Bewertung durch die Einstufung in HMWB-Fallgruppen berücksichtigt werden.

Trophische Situation in der Ruhr

Das Jahr 2017 zeichnete sich durch eine geringfügig höhere Algenkonzentrationen in der unteren Ruhr als in den drei Vorjahren aus. Dennoch konnte sich kaum algivores Zooplankton entwickeln. Insgesamt stellt sich die untere Ruhr mit ihren Stauseen seit nunmehr vier Jahren als ein planktonarmes Gewässer dar. Als Ursachen werden das in den oberen Ruhrstauseen verstärkte Auftreten von Makrophyten mit ihrem konkurrierenden Nährstoff- und Lichtbedarf bzw. der zunehmende Einfluss von algenfressenden Körbchenmuscheln der Gattung *Corbicula* angesehen. Der durch diese Entwicklung zu verzeichnende ausgeglichene Sauerstoffhaushalt kann als positiv für die gesamte aquatische Fauna angesehen werden.

Wie in den letzten sieben Jahren wurden die oberen drei Ruhrstauseen auch im Jahr 2017 wieder durch Makrophyten dominiert, die die Wassersportnutzung beeinträchtigten und

bei der Entsorgung von Mähgut sowie als Treibgut vor den Rechenanlagen hohe Kosten verursachten. Im Baldeneysee mit seiner größeren mittleren Wassertiefe bewirkte eine leicht erhöhte niederschlagsbedingte Trübung mit nachfolgender Zunahme der Phytoplanktondichte zu Beginn der Vegetationsperiode einen verzögerten Start des Makrophytenwachstums, was zu einer geringeren Menge entnommenen Mähgutes führte. Durch intensive und frühzeitige Mahd auf dem Baldeneysee konnte verhindert werden, dass Makrophyten großflächig die Wasseroberfläche erreichten und die Wassersportnutzung behinderten. Der Ruhrverband hat beschlossen, für den Baldeneysee ein zweites Mähboot anzuschaffen. Anders als in den anderen Ruhrstauseen blieb im Kettwiger Stausee die Bildung größerer Makrophytenbestände aus.

Talsperrenuntersuchungen – Fürwige- und Versetalsperre

Die acht Ruhrverbandstalsperren dienen vor allem der Niedrigwasseraufhöhung und dem Hochwasserschutz in abflussreichen Zeiten. Zur Beurteilung ihres Zustands erfolgen limnologische Untersuchungen der Wasserkörper. Das aussagekräftigste Kriterium hierbei ist der Trophiegrad, bestehend aus dem Gesamtindex und den Einzelindizes für den Chlorophyll-a-Gehalt, die Phosphorkonzentration und die Sichttiefe. Seit etwa 15 Jahren haben die Henne-, Möhne- und Biggetalsperre ein stabiles Niveau im mittleren und die Ennepetalsperre im unteren mesotrophen Bereich erreicht. Die Listertalsperre bewegt sich wie die Sorpetalsperre im Grenzbereich zwischen Meso- und Oligotrophie. Die Verse- und Fürwiggeltalsperre weisen oligotrophe Verhältnisse auf. Zu erkennende Trophieschwankungen und besondere limnische Verhältnisse können auch als Reaktion auf klimatische Veränderungen gedeutet werden, da sich in den letzten Jahren durch zeitlich erweiterte Vegetationsperioden die Bedingungen für eine planktische Primärproduktion verbessert haben. Zudem wurde nachgewiesen, dass auch temperaturindizierte Einflüsse auf die Kohlendioxidkonzentration und den resultierenden pH-Wert vorhanden sind, wobei aber bisher keine negativen Auswirkungen auf die Biozönose bekannt sind.

Die Fürwiggeltalsperre dient vor allem der Trinkwasserversorgung. Die Zuläufe zu der von Versauerung betroffenen Talsperre gehören zu den am geringsten mit Phosphor belasteten Gewässern im Ruhreinzugsgebiet. Nach Durchführung von Sanierungsarbeiten an der Talsperrenmauer und Wiedereinstau im Jahr 2007 zeigte sich bei Phyto- und Zooplankton aktuell schon wieder ein ähnliches Artenspektrum wie im Jahr vor der Entleerung. Durch die besondere Charakteristik des Einzugsgebiets stellt die Fürwiggeltalsperre ein geeignetes Biotop für gefährdete heimischen Flusskrebsarten dar, so dass Ende Oktober 2017 insgesamt 2.000 zweijährige Edelkrebse in dieses Gewässer ausgesetzt wurden, welche ihren Platz im Nahrungsnetz des Ökosystems Talsperre einnehmen sollen. Die ebenfalls zur Trinkwasserversorgung genutzte Versetalsperre wies im Jahr 2017 die niedrigste Zulauffracht an Phosphor seit Beginn der Untersuchungen auf. Im gesamten Betrachtungszeitraum

erreicht die Versetalsperre in der ökologischen Bewertung nach den Anforderungen EG-WRRRL den sehr guten Zustand.

Organische Spurenstoffe in der Ruhr

Im Jahr 2017 wurden in der Ruhr rund 480 zu den organischen Spurenstoffen zählende Substanzen - wie Flamm- schutzmittel, Komplexbildner, Weichmacher, Industriechemika- lien, Pestizide, Diagnostika und Medikamente sowie teilweise deren Abbauprodukte - routinemäßig untersucht. Soweit nicht anders erwähnt beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe- nahmestelle in Essen-Rellinghausen. Von den rund 70 unter- suchten Arzneimitteln, Diagnostika und ihren Metaboliten wiesen das Antidiabetikum Metformin sowie dessen Haupt- metabolit Guanylarnstoff und Oxipurinol, ein Metabolit des Gichtmittels Allopurinol, die höchsten Konzentrationen auf. Sofern für die Substanzen ein gesundheitlicher Orientierungs- wert (GOW) vorliegt, wird dieser in der Regel eingehalten. Die Süßstoffe Acesulfam, Cyclamat, Saccharin und Sucralose wur- den ebenfalls regelmäßig nachgewiesen. Von den synthe- tischen Komplexbildnern konnten lediglich EDTA und MGDA in signifikanten Mengen detektiert werden. Die Pflanzenschutz- mittel gehören mit 130 Einzelverbindungen zu einer der größ- ten und am intensivsten untersuchten Substanzgruppen. Aller- dings konnten nur fünf Verbindungen regelmäßig nachge- wiesen werden. Einzelne Befunde konnten für das als Reini- gungsmittel verwendete Tetrachlorethen ermittelt werden, welches eines von 60 untersuchten VOC ist. Dessen UQN wurde genauso wie die für die PAK, mit Ausnahme von Benzo[a]pyren, sicher eingehalten. Regelmäßig nachgewiesen wurden das endokrin wirksame und als Polymerausgangsstoff eingesetzte Bisphenol A sowie die hauptsächlich als Korro- sionsschutzmittel verwendeten Benzotriazole und das als Ten- sid eingesetzte TMDD. Alle Befunde der untersuchten Flamm- schutzmittel und Weichmacher, welche den Stoffgruppen der PCB, der Organophosphate und Phthalate angehören, lagen sicher unterhalb der zugehörigen UQN und GOW.

Untersuchungen von Mikrohabitaten und deren Bedeu- tung für das Makrozoobenthos in renaturierten Ge- wässerabschnitten von Sorpe und Röhre

Projekte zur Fließgewässerrenaturierung sollen naturnahe hydromorphologische Verhältnisse wiederherstellen und damit vor allem Habitate für typspezifische Arten fördern. In einer Fallstudie wurden in den beiden Mittelgebirgsgewässern Sorpe und Röhre ausgewählte Parameter auf Ebene der Mikrohabitate erfasst und renaturierte und ausgebaute Abschnitte miteinan- der verglichen. Es zeigte sich, dass die Renaturierung zur Erhö- hung der Vielfalt von Mikrohabitaten führte, die wiederum zur Ansiedlung einer typspezifischen Lebensgemeinschaft des Ma- krozoobenthos beiträgt. Allerdings konnte auch festgestellt werden, dass das Gewässerumfeld bzw. das Einzugsgebiet einen entscheidenden Einfluss auf die Ausbildung von Mikroha- bitaten haben und damit das Arteninventar sowie die Bewer- tungsklasse nach EG-WRRRL beeinflussen können.

Baden in der Ruhr

Die durch die Steigerung der Reinigungsleistung der Kläranla- gen und den Ausbau der Niederschlagswasserbehandlung er- zielten Erfolge bei der Entwicklung der hygienischen Beschaf- fenheit der Ruhr sowie das Inkrafttreten der novellierten europäischen Badegewässerrichtlinie waren Anlass, die hygie- nischen Untersuchungen im Hinblick auf eine mögliche Eig- nung der Ruhr für das Baden zu intensivieren. In dem For- schungsprojekt „Sichere Ruhr – Badegewässer und Trinkwasser für das Ruhrgebiet“ wurden eine Gefährdungsanalyse und eine Risikobewertung für das Baden in der Ruhr vorgenom- men sowie ein Realisierungskonzept entwickelt und ein Hand- lungsleitfaden geschrieben. Auf dieser Grundlage wurden durch die Interessengemeinschaft „IG Baden in der Ruhr“ die erforderlichen Schritte von der Anmeldung bis hin zum Betrieb einer Flussbadestelle an der am Baldeneysee betriebenen Frei- zeiteinrichtung Seaside Beach koordiniert und begleitet. Mit drei fünf Meter breiten und 15 Meter langen Holzstegen und zwei Wasserflächen von jeweils 10 mal 20 Metern wurde ein Schwimmbereich realisiert. Zur Überwachung und tagesaktu- ellen Vorhersage der Badegewässerqualität wurde ein auf Nie- derschlagshöhen basierendes Frühwarnsystem entwickelt, das aktuell im Rahmen des Forschungsvorhabens „Fluss- hygiene“ weiterentwickelt wird und künftig auch tatsächliche Entlastungsereignisse und ggf. die Abflusssituation in der Ruhr berücksichtigen soll. Ziel ist es, bei vergleichbar niedrigem Risiko für die Badegäste bei entsprechendem Wetter mehr Bade- tage zu generieren. Am 23. Mai 2017 konnte die offizielle Er- öffnung der Badesaison 2017 am Seaside Beach stattfinden. Über die gesamte Badesaison konnte auf der Basis des Früh- warnsystems an 47 von 118 Tagen gebadet werden. Die Ba- desaison war mit über 7.700 Badegästen ein großer Erfolg und ein Leuchtturmprojekt der Stadt Essen im Jahr der „Grü- nen Hauptstadt Europas“. Es wird angestrebt, auf der Grundla- ge der Daten der amtlichen Überwachungsuntersuchungen aus vier aufeinanderfolgenden Jahren die offizielle Registrie- rung der Flussbadestelle Seaside Beach als EG-Badegewässer- richtlinien-konform zu erreichen. Die Einrichtung der Flussba- destelle Seaside Beach hat eine hohe Strahlkraft auf die Nachbarkommunen. Auch die Städte Mülheim, Bochum und Witten haben großes Interesse, rechtskonforme Flussbadestel- len einzurichten.

Fischfauna in der unteren Ruhr

Trotz bereits vorhandener Fischaufstiegsanlagen und einer stetig verbesserten Wasserqualität weist die untere Ruhr bislang keinen typgerecht guten Zustand auf, da die Leitarten der hier vorherrschenden Barbenregion nur in relativ geringen Abun- danzen vorhanden sind. Um mit Blick auf weitere Aktivitäten zur Wiederherstellung der flussaufwärts gerichteten Durch- gängigkeit eine Aussage zu erhalten, welche Verbesserungen hierdurch für die Fischfauna der unteren Ruhr zu erzielen sind, erfolgte in modellhafter Form eine Analyse der vorhandenen potenziellen Habitate und deren Erreichbarkeit. Insbesondere die Nebengewässer sind für die Entwicklung und den Erhalt

der Ruhr-Fischfauna von Bedeutung, da sich dort die potenziellen Laich- und Jungfischhabitate vieler, für die Bewertung der biologischen Qualitätskomponente Fische bedeutender Arten befinden. Die Ruhr selbst stellt für die Fische primär den Wanderkorridor dorthin sowie Aufwuchs-, Fraß- und Einstandshabitat dar. Bei Fischarten mit starkem Auenbezug ist die Ruhr an sich ein bedeutender Lebensraum und die Anbindung des Flusses an intakte Auen ermöglicht diesen Fischarten die Reproduktion und das Aufwachsen der Jungfische. In Kombination mit Querbauwerksinformationen können aus den Ergebnissen Priorisierungskonzepte für den Rück- und Umbau von Querbauwerken abgeleitet werden. In der unteren Ruhr ist an den 17 dort vorhandenen Querbauwerken die aufwärtsgerichtete Fischwanderung durch den Bau von Fischaufstiegsanlagen weitestgehend hergestellt oder befindet sich in der Planung oder im Bau. So wird es den aus dem Rhein aufsteigenden Arten in der Zukunft möglich sein, die untere Ruhr zu durchschwimmen und die Nebengewässer zur Reproduktion zu erreichen. Damit sich in der unteren Ruhr die Qualität der Fischfauna deutlich verbessern kann, ist es unabdingbar, dass auch in den bedeutenden Nebengewässern die Durchgängigkeit wieder hergestellt und damit die Vernetzung wertvoller Teillebensräume geschaffen wird.

Registrierte Gewässerverunreinigungen

Im Kalenderjahr 2017 ist dem Ruhrverband bzw. den ansässigen Wasserwerken nur ein als relevant einzustufender Vorfall gemeldet worden. Hierbei waren etwa 50 Rotaugen vermutlich bei erhöhtem Ruhrwasserspiegel über den Rückstau in den Entlastungskanal des Regenüberlaufbeckens am Pumpwerk Volmarstein gelangt und bei zurückgehendem Wasserspiegel in dem trockenfallenden Kanal verendet. Die Trinkwassergewinnung war erwartungsgemäß nicht beeinträchtigt.

Leistungen der Kläranlagen des Ruhrverbands

Bei einem Anschlussgrad von 99 % der Einwohner im Ruhreinzugsgebiet wurden auf den Verbandskläranlagen im Jahr 2017 rund 379 Mio. m³ Abwasser gereinigt, wovon 70 % auf die Jahresschmutzwassermenge und 30 % auf das mitbehandelte Niederschlagswasser entfielen. Den Kläranlagen wurde eine Gesamtzulaufmenge von über 100 Mio. kg CSB zugeführt, woraus sich als mittlere Belastung 2,3 Mio. Einwohnerwerte errechnen. Die Ablaufqualität des gereinigten Abwassers ist ausgezeichnet. Die Ablaufkonzentrationen haben sich im Vergleich zum Vorjahr verbessert und unterschreiten die in den behördlichen Bescheiden geforderten Konzentrationen teilweise deutlich. Allerdings sind die Möglichkeiten der eingesetzten Reinigungsverfahren weitgehend ausgeschöpft.

Durch die Abwasserreinigung entstehen Reststoffe wie Rechengut, Sandfanggut und Klärschlamm. Im Berichtsjahr mussten 37.608 t Schlamm-trockenmasse in Verbrennungsanlagen entsorgt werden. Die angelieferten Mengen an Fettabscheiderinhalten sowie die Küchen- und Speiseabfälle für die

Co-Vergärung betragen 25.118 m³. Um den Energiebezug zu senken, werden auf 30 Kläranlagen insgesamt 52 Blockheizkraftwerke betrieben, durch die rund 44,3 Mio. kWh/a Strom erzeugt wurden. Eine weitere Energiequelle wurde durch die Aufstellung von bisher zwölf Photovoltaikanlagen erschlossen, die im Jahr 2017 insgesamt rd. 0,95 Mio. kWh Strom erzeugt haben. Durch die genannten Maßnahmen konnte in den letzten fünf Jahren der Strombezug um 6,7 Mio. kWh gesenkt und der Gesamtstromverbrauch der Kläranlagen um 2,5 % verringert werden.

Flow of the River Ruhr

The flow of a body of water significantly influences the aquatic flora and fauna as well as the different potential uses. In order to mitigate the negative impact of extremely high or extremely low runoffs and to balance abstraction and withdrawal, the Ruhrverband operates a reservoir system. In contrast to the previous year, the runoff year 2017 was characterized by the absence of flooding. The highest runoff at the Hattingen gauging station was recorded on February 24, 2017, at $HQ_{2017} = 294 \text{ m}^3/\text{s}$. Almost uninterrupted phases of low runoff occurred from late November 2016 to mid-January 2017 and from early April to mid-July 2017. During this time, the reservoirs had to release additional amounts of water to support the Ruhr's flow. With an $MQ_{2017} = 44,9 \text{ m}^3/\text{s}$ at the Hattingen gauging station – the fifth lowest mean annual runoff since 1968 – the runoff year 2017 was the ninth year in a row with too dry conditions.

Basic parameters for the evaluation of analysis data for waters

In the Ruhr Water Quality Report, the monitoring results of the water are being evaluated regarding the chemical quality components primarily based on the Environmental Quality Standards (EQS, German abbreviation: UQN) laid down in appendices 6 (river basin-specific pollutants) and 8 (priority substances) as well as the values in appendix 7 (general physico-chemical quality components) of the Surface Water Regulation (OGewV), which provide guidance on the classification, documentation and monitoring of the ecological condition, the ecological potential and the chemical condition of surface waters. In addition, the legally non-binding reference values in the "Guidelines on monitoring surface waters" issued by the State of North Rhine-Westphalia, appendices D4 and D5, are being applied. Evaluations are usually based on the mean or average annual values (German abbreviation: JD). Apart from the limits for the aqueous phase, the OGewV also stipulated requirements for 11 substances or groups of substances in biota. These requirements have been based on the toxicity for animals that feed on fish as well as the tolerable load in fish for human consumption.

The ecological status of a body of water or at a sampling point is being evaluated in line with the Water Framework Directive and the Water Surface Regulation on the basis of the biological quality components "macrozoobenthos", "macrophytes and phytobenthos", "fish fauna" and "phytoplankton". The Ruhr Water Quality Report only documents the most thoroughly investigated biological quality component "macrozoobenthos", which provides insight into the saprobiological water quality (saprobic index), the structural condition (general degradation) and the acidification of a flowing water. Apart

from the evaluation of the ecological condition for natural water bodies (NWB), an evaluation of the ecological potential for heavily modified water bodies (HMWB) is meanwhile possible as well. From 2015 onwards, the monitored sampling points in HMWB have therefore been assessed in terms of their ecological potential. Sampling points in smaller waters, hydromorphologically characterized as HMWB, will be evaluated in terms of their ecological condition, based on the worst-case principle.

Physico-chemical Ruhr water monitoring

For over 90 years, samples of the Ruhr water have been taken at the Essen-Rellinghausen sampling point three times a week in order to monitor a large number of parameters. In addition, the nutrient concentrations and the organic load have been measured weekly at six sampling points in the Ruhr since 1995. From 2017 onwards, this programme has been integrated into the set of examinations along the Ruhr. These examinations are carried out every four weeks at 12 sampling points from the Ruhr's spring to its mouth, providing representative results on the water condition at different sites and different times. Additional insight is provided by continuous measuring results from the water monitoring stations.

The minimum requirements regarding the oxygen level were met along the entire course of the Ruhr with the exception of one measured value at the quality station Duisburg. Apart from two measured values, the pH-values met the parameters laid down in the OGewV. The composite parameters BOD_5 and TOC met the criteria for a "good" ecological status, and so did the parameters chloride, sulphate, total phosphorus, orthophosphate-phosphorus as well as nitrite nitrogen, nitrate nitrogen and ammonium nitrogen. Total phosphorus was even classified as "high" at three sampling points and ammonium nitrogen received a "high" status along the first 90 kilometres of the Ruhr. The priority and priority hazardous heavy metals lead, nickel and mercury met the Environmental Quality Standards defining a good chemical condition. This applied to cadmium as well, with the exception of the section downstream of Valme and Elpe. Chrome and copper – though no legally binding requirements apply – as well as the river basin-specific contaminant silver reached a "high" or "good" status. From the gauging station Wetter onwards, zinc also reaches a "good" status.

Examinations of the Ruhr and its tributaries in line with the European Water Framework Directive

As part of the operative monitoring in alignment with the North Rhine-Westphalian Agency for Nature, Environment and Consumer Protection (LANUV) according to the European Water Framework Directive, a total of 41 waters in eight planning units have been investigated in terms of their physico-chemical parameters.

For most parameters and at the majority of sampling points, a “good” or even “high” status could be achieved. The values for water temperature came in above the requirements at four sampling points. The pH-value either exceeded or fell short of the target values at seven sampling points, leading to a “moderate” classification for both parameters. The organic load was “moderate” only at one sampling point. The plant nutrients phosphorus and ammonium nitrogen did not meet the quality components laid down in the Surface Water Regulation in ten and eight instances respectively. During the current fourth monitoring cycle, improvements can be noticed for these two parameters compared to the third monitoring cycle. But due to the strict interpretation of the results according to the “one out, all out” principle of the Water Framework Directive, this positive tendency has hardly any impact on the overall evaluation of the water bodies. The parameters nitrate nitrogen as well as the metals lead, mercury and thallium in their dissolved phase were able to maintain the “high” or “good” condition at their respective sampling points. Nickel failed to meet its UQN at one sampling point. Iron and copper missed the “good” mark in five instances. Zinc only reached “moderate” results at 27 % of the sampling points. PFOS in the aqueous phase exceeded the very low UQN laid down in the Surface Water Regulation at all measuring points.

Since 2007, the water condition in the Ruhr catchment area has been determined through the operative water monitoring required by the European Water Framework Directive – with the cooperation of the Ruhrverband – and visualized through maps of the ecological water condition. In the hydroecological examinations along the Ruhr and its tributaries, 77 out of 79 sampling points achieved “good” or “high” results in terms of their saprobic condition in 2017. The results were varied for the module general degradation. The upper reaches of the Ruhr, which are being classified as NWB end-to-end, achieved “good” results. Along the course of the Ruhr, however, structural deficits increasingly appear. In total, 287 of the sampling points – corresponding to 50 % of all sampling points monitored in the Ruhr catchment area between 2012 and 2017 – achieved a “good” or “high” status or a good or even better ecological potential. At half of the sampling points, the documented deficits are accounted for by modified water structures due to specific uses, which will be taken into consideration in future evaluations through the classification into HMWB case groups.

Trophic situation in the Ruhr

2017 was characterized by a slightly higher algae concentration in the lower Ruhr than in the three years before. Nevertheless, there was hardly any development of algivorous zooplankton. All in all, the lower Ruhr and its impounding lakes have qualified as waters with low plankton levels for four years now. The increased occurrence of macrophytes competing for nutrients and light in the upstream impounding lakes of the Ruhr as well as the growing impact of algivorous Asian clams of the *Corbicula* species are being considered as possible causes. The balanced oxygen level resulting from this development can be considered beneficial for the entire aquatic fauna.

Just like during the past seven years, the three upstream impounding lakes of the Ruhr were dominated by macrophytes in 2017, impacting water sports and generating high costs due to the disposal of water plants mowed or floating at the screening systems. In Lake Baldeney, where the average water depths is higher, slightly higher turbidity due to precipitation and a resulting increase in phytoplankton density led to a delayed onset of macrophyte growth at the beginning of the vegetation period. Therefore, the overall amount of algae that had to be taken out of the lake was lower than before. Early and thorough mowing in Lake Baldeney kept macrophytes from reaching the water surface and interfering with water sports activities on a large area. The Ruhrverband decided to acquire a second mowing boat for Lake Baldeney. In contrast to all other impounding lakes of the Ruhr, there was no major macrophyte development in the Kettwig impounding lake.

Reservoir examinations – the Fürwigge and Verse reservoirs

The eight Ruhrverband’s reservoirs mainly serve the purpose of helping to raise low water levels and offering flood protection during times of high runoff. Limnological examinations of the bodies of water are designed to determine their conditions. The most significant indicator here is the trophic level, composed of the complete index and the subindices for chlorophyll a concentrations, phosphorus concentrations and visibility depth. For around 15 years now, the trophic classification for the Henne, Möhne and Bigge reservoirs has reached a stable level at the middle of the mesotrophic range. The Ennepe reservoir came in at the lower mesotrophic range. The Sorpe and the Lister reservoirs were on the threshold between mesotrophic and oligotrophic conditions. The Verse and Fürwigge reservoirs showed oligotrophic conditions. Visible fluctuations of the trophic state and special limnetic conditions can also be interpreted as a reaction to climate change, as the conditions for planktonic primary production have improved during the past years due to extended vegetation periods. In addition, it could be proven that the temperature also has an impact on the carbon dioxide concentration and the resulting pH-value. No negative effects on the biocenosis, however, could be observed so far.

The Fürwigge reservoir mainly serves the purpose of drinking water supply. The streams that flow into the reservoir, which is affected by acidification, count among the waters with the lowest loads of phosphorus in the entire Ruhr catchment area. The reservoir dam was repaired and the reservoir refilled in 2007. Already today, it features a similar spectrum of phytoplankton and zooplankton species as it did before being emptied. Due to the specific characteristics of its catchment area, the Fürwigge reservoir constitutes a suitable biotope for endangered endemic crayfish. In late October 2017, a total of 2,000 two-year-old European crayfish were planted in the reservoir so that they would assume their natural position in the food web of the reservoir's ecosystem. In 2017, the Verse reservoir, which is also being used for drinking water supply, showed the lowest input load of phosphorus since the beginning of monitoring activities. During the entire monitoring process, the Verse reservoir reached a "high" status in terms of the ecological evaluation according to the requirements of the Water Framework Directive.

Organic trace substances in the Ruhr

In 2017, around 480 substances classified as organic trace substances underwent routine screenings in the Ruhr – among them flame retardants, complexing agents, plasticisers, industrial chemicals, pesticides, diagnostic agents and pharmaceuticals as well as some metabolites of these products. The results refer to the sampling point Essen-Rellinghausen unless otherwise stated. Out of around 70 monitored pharmaceuticals, diagnostic agents and their metabolites, the antidiabetic drug metformin and its main metabolite guanilurea as well as oxipurinol, a metabolite of the antigout drug allopurinol, showed the highest concentrations. The substances for which health reference values (GOW) are available did usually meet these values. The sweeteners acesulfame, cyclamate, saccharin and sucralose were also found regularly. Out of the group of synthetic complexing agents, only EDTA and MGDA could be detected in significant amounts. With 130 single compounds, crop protection agents formed one of the largest and most intensely monitored groups of substances. Only five compounds, however, were detected regularly. Tetrachloroethene, used in detergents, was detected in single cases. It is one of 60 monitored VOC. Its UQN was safely met and this was also the case for PAH with the exception of benzo[a]pyrene. Bisphenol A, endocrinically active and used as a polymer reactant, was regularly detected. The same applied to benzotriazoles, mainly used as anticorrosives, and the surfactant TMDD. All results for monitored flame retardants and plasticisers, which belong to the substance groups of PCB, organophosphates and phthalates, safely met their respective UQN and GOW.

Evaluations of microhabitats and their relevance for the macrozoobenthos in renatured sections of the Sorpe and Röhr rivers

Renaturation projects for flowing waters aim to reintroduce near-natural hydromorphological conditions, promoting in particular habitats for type-specific species. In a field study, selected parameters on microhabitat level were monitored in the two upland waters Sorpe and Röhr, comparing renatured and developed sections. It became evident, that renaturation led to an increase of microhabitats, which in turn contributed to the development of a type-specific composition of macrozoobenthos. It could also be noted, however, that the water's environment and the catchment area also have a decisive impact on the development of microhabitats, impacting the spectrum of species and the classification according to the Water Framework Directive.

Bathing in the Ruhr

Sanitary evaluations regarding the Ruhr's suitability for bathing were intensified in light of the amended European Directive on Bathing Waters and after the increased treatment performance of sewage treatment plants and expanded stormwater treatment facilities had led to a successful development of the sanitary conditions in the Ruhr. A hazard analysis and a risk evaluation for bathing in the Ruhr were carried out and an implementation concept and operational guidelines were drafted as part of the research project "Safe River Ruhr – Bathing Waters and Drinking Water for the Ruhr area". On this basis, the working group "Bathing in the Ruhr" coordinated and aligned all necessary steps – from registration up to the operation of a bathing spot at the Seaside Beach recreational area at Lake Baldeney. An area for swimming was set up with the help of three wooden planks, five metres wide and 15 metres long each, and two water sections of 10 by 20 metres each. An early warning system was developed, based on the amount of rain, to monitor and predict the bathing water quality each day. This system is currently being refined as part of a research project on "river health" and in future shall also take into consideration actual cases of stormwater overflow and possibly the runoff situation in the Ruhr. The objective is to enable more bathing days if the weather is right and the risk for visitors of Seaside Beach is comparatively low. The bathing season 2017 was officially opened at Seaside Beach on May 23, 2017. During the whole season, bathing was possible on 47 out of 118 days, based on the early warning system. The bathing season was a great success with more than 7,700 visitors. It was also a lighthouse project of the city of Essen in the year in which the city received the European Green Capital Award. The goal is to officially register the river bathing spot Seaside Beach as compliant with the European Directive on Bathing Waters based on the data of official monitoring programmes during four subsequent years.

The installation of the river bathing spot Seaside Beach received a lot of attention from neighbouring community. The cities of Mülheim, Bochum and Witten have expressed great interest in setting up legally compliant river bathing spots.

Fish fauna in the lower Ruhr

Despite the existing upstream fish passes and the continuously improving water quality, the Ruhr still does not achieve the good status in terms of its fish fauna which would correspond to this type of water as the leading species in this barbel-dominated region are not abundant enough. In view of further activities to ensure that fish can once again fully pass the Ruhr upstream and to find out which improvements could consequently be expected for the fish fauna in the lower Ruhr, a model analysis was carried out regarding the potential habitats and their accessibility. Especially the tributaries are of major relevance for the development and maintenance of the Ruhr's fish fauna since they provide to the potential spawning and growing habitats for many fish species that play an important role for the evaluation of the fish fauna as a biological quality component. The Ruhr itself serves primarily as a migration corridor to reach the tributaries but also offers growing, foraging and retreat habitat. The Ruhr as such is an important habitat for fish species that depend on floodplains as it offers direct access to healthy floodplains and thus provides these species with a possibility for reproduction and growing up of young fish. Priorities for the elimination and conversion of weirs can be derived from this analysis in combination with information on the weirs. In the lower Ruhr, upstream fish migration has been ensured through either already installed fish migration facilities or those in planning or under construction at the 17 weirs located in this section. In the future, fish species that move upstream through the river Rhine will be able to pass through the lower Ruhr and reach its tributaries for reproduction. A significant improvement of the fish fauna's quality in the lower Ruhr, however, also requires passability of the important tributaries to ensure the connectivity of valuable habitat sections.

Registered cases of water pollution

In the calendar year 2017, only one incident categorized as relevant was reported to the Ruhrverband and the local waterworks. About 50 common roaches had reached the spillway channel of the stormwater overflow tank of the Volmarstein pumping station – probably via the backflow during an increased water level in the Ruhr. They died in the dry channel after the water level had declined again. As expected, there was no impact on drinking water quality.

Performance of the Ruhrverband's sewage treatment plants

With a network for around 99 % of all residents in the Ruhr catchment area, the associated sewage treatment plants treated around 379 million m³ of wastewater in 2017, of which 70 % was accounted for by wastewater and 30 % by stormwater, which is also being treated in the plants' facilities. The Ruhrverband's sewage treatment plants received more than 100 million kg of COD, equivalent to a mean load of 2.3 million PTs. The treated wastewater shows excellent outlet quality. The outlet concentrations improved compared to the previous year, significantly undercutting the concentrations called for by official notifications in several instances. The potential of the treatment procedures applied, however, has now been exploited to a large extent.

Sewage treatment generates residues such as screenings, grit chamber trappings and sewage sludge. In 2017, 37,608 t of dry mass of sludge had to be disposed of in incinerators. The delivered volumes of fat trap contents as well as kitchen refuse and food waste for co-treatment in the digestion tanks amounted to 25,118 m³. In order to reduce energy consumption, a total of 52 combined heat and power units are being operated at the 30 sewage treatment plants, generating around 44.3 million kWh/a of electricity. Another energy source could be tapped through the 12 solar systems installed so far, generating a total of ca. 0.95 million kWh of electricity in 2016. Through these measures, the amount of energy that had to be purchased decreased by 6.7 million kWh and the total energy consumption at the sewage treatment plants could be reduced by 2.5 % during the past five years.

1 Wasserführung der Ruhr

Die Wasserführung eines Gewässers prägt maßgebend die aquatische Flora und Fauna und beeinflusst die unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten – nicht zuletzt durch den Einfluss auf die Wasserbeschaffenheit. An der Ruhr sorgt das Talsperrenverbundsystem des Ruhrverbands für die Sicherstellung einer Mindestwasserführung in Zeiten geringer natürlicher Abflüsse. Bei Hochwasser tragen die Talsperren durch die Minderung von Abflussspitzen zum Hochwasserschutz in den unterhalb der Talsperren gelegenen Gewässerabschnitten bei. Insgesamt wird die Wasserführung im Ruhreinzugsgebiet maßgeblich durch den Betrieb der im Einzugsgebiet befindlichen Kläranlagen und Wasserkraftanlagen sowie insbesondere durch die Talsperren und durch Entnahmen der Wasserwerke beeinflusst.

Vor diesem Hintergrund wird in Bild 1.1 der Abfluss der Ruhr am Pegel Hattingen als Ganglinie auf Basis von 15-Minuten- und Tagesmittelwerten für das Abflussjahr 2017 (1. November 2016 bis 31. Oktober 2017) dargestellt. Ergänzend sind die gewässerkundlichen Hauptzahlen und zum Vergleich die Tagesmittelwerte des vorangegangenen Abflussjahres aufgeführt. Wie in den beiden Abflussjahren 2014 und 2015 war auch das Abflussjahr 2017 gekennzeichnet durch das Fehlen von Hochwasserereignissen. Nahezu unterbrechungsfreie Niedrigwasserphasen waren von Ende November 2016 bis Mitte Januar 2017 sowie von Anfang April bis Mitte Juli zu verzeichnen. Insgesamt gesehen war das Winterhalbjahr abflussärmer und das Sommerhalbjahr abflussreicher als im Vorjahr.

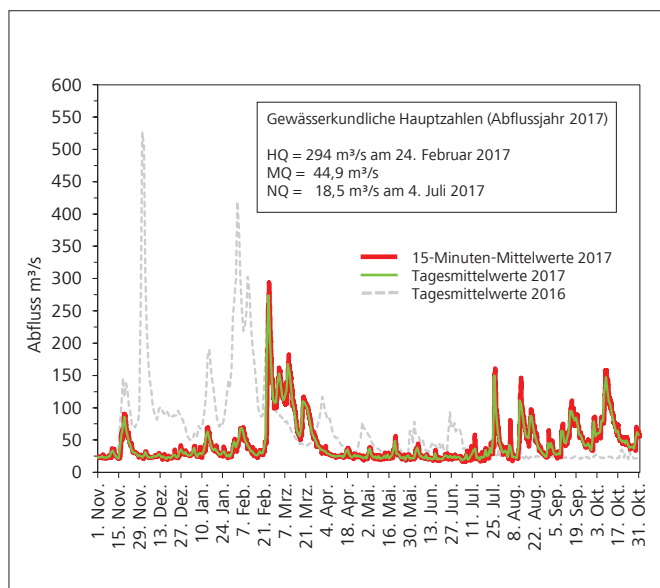


Bild 1.1: 15-Minuten-Mittelwerte und Tagesmittelwerte am Pegel Hattingen/Ruhr im Abflussjahr 2017

Fig. 1.1: Runoff means during 15 minutes and 24 hours at the gauging station Hattingen/Ruhr in the water year 2017

In der dritten Februardekade 2017 führten zweitägige Niederschläge, die örtlich über 57 Liter pro Quadratmeter betrug, im Ruhreinzugsgebiet zu einem deutlichen Anstieg der Abflüsse, jedoch ohne dass dabei die Hochwassermeldegrenze an der unteren Ruhr (Bezugspegel Wetter/Ruhr: Meldegrenze 410 cm, entspricht 300 m³/s) überschritten worden ist. Der höchste Abfluss im Abflussjahr 2017 wurde während dieses Ereignisses am Pegel Hattingen am 24. Februar 2017 mit $HQ_{2017} = 294 \text{ m}^3/\text{s}$ (Tagesmittelwert 274 m³/s) registriert. Von Belang für die Wassergüte war der schnelle Anstieg des Abflusses nach einer langen Periode mit überwiegend niedrigen Abflüssen.

Das Abflussjahr 2017 war im Vergleich zum langjährigen Mittel das neunte Abflussjahr in Folge mit einem Niederschlagsdefizit. Insbesondere der Zeitabschnitt von November 2016 bis Juni 2017 war sehr niederschlagsarm. Seit dem Abflussjahr 1927 wurden für diese acht Monate in Summe erst vier Mal geringere Niederschlagsmengen erfasst. Eine Stützung der Ruhrwasserführung durch erhöhte Abgaben aus den Talsperren war von November 2016 bis Januar 2017 sowie von April bis Juli 2017 erforderlich. Bezogen auf diese Monate war die Anzahl der zuschusspflichtigen Tage sowohl in Villigst als auch an der Mündung etwa doppelt so hoch wie im langjährigen Durchschnitt. In den Monaten August bis Oktober hingegen, in denen üblicherweise eine Vielzahl von Zuschusstagen auftreten, bestand im Abflussjahr 2017 an keinem Tag Zuschusspflicht. So lag am Ende des Abflussjahres 2017 am Kontrollquerschnitt Villigst die Anzahl von zuschusspflichtigen Tagen um 11 Prozent über und an der Mündung hingegen um 9 % unter dem Durchschnitt der Jahre 1991/2016. Der niedrigste Tagesmittelwert des Abflusses im Abflussjahr 2017 wurde am Pegel Hattingen am 4. Juli 2017 mit $NQ_{2017} = 18,5 \text{ m}^3/\text{s}$ registriert.

Der mittlere Abfluss am Pegel Hattingen im Abflussjahr 2017 berechnet sich zu $MQ_{2017} = 44,9 \text{ m}^3/\text{s}$. Er liegt damit um knapp 36 % unter dem langjährigen mittleren Abfluss von $MQ_{1968-2016} = 69,7 \text{ m}^3/\text{s}$ und um 23 m³/s unter dem Vorjahreswert. Seit vollständiger wasserwirtschaftlicher Verfügbarkeit der Biggetalsperre im Abflussjahr 1968 gab es erst vier Mal ein niedrigeres Abflussjahresmittel, zuletzt im Abflussjahr 1996. Der Abfluss ist im Durchschnitt der langjährigen Betrachtung zu 70 % auf das Winterhalbjahr und 30 % auf das Sommerhalbjahr verteilt. Im Abflussjahr 2017 ergab sich aufgrund des zu trockenen Winterhalbjahres und des zu nassen Sommerhalbjahres eine Verschiebung zum Sommerhalbjahr hin (52 % zu 48 %).

Eine ausführliche Beschreibung der wassermengenwirtschaftlichen Gegebenheiten des Abflussjahres 2017 findet sich im Bericht Ruhrwassermenge 2017 (<http://www.ruhrverband.de/presse/publikationen/wissen/>).

2 Grundlagen der Bewertung von Gewässeranalysedaten im Ruhrgütebericht

Die Verabschiedung der Richtlinie 2000/60/EG (EG-Wasserrahmenrichtlinie: im Folgenden EG-WRRRL) [2.1] hat die Sicht auf die Gewässer in Europa auf eine neue Basis gestellt. Seitdem ist der Gewässerzustand vorrangig nach biologischen Qualitätskomponenten und verschiedenen, in der Richtlinie 2013/39/EG (sog. Richtlinie prioritäre Stoffe) [2.2] festgelegten chemischen Parametern zu bewerten. Ergänzend dazu fließen aber auch allgemeine physikalisch-chemische Parameter und

eine Vielzahl so genannter flussgebietspezifischer Schadstoffe in diesen Bewertungsprozess mit ein. Zur Überführung dieser Vorgaben in nationales Recht hat Deutschland die Oberflä-

[2.1] 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, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327/72, vom 22.12.2000

[2.2] Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L226/1, ausgegeben am 24.08.2013

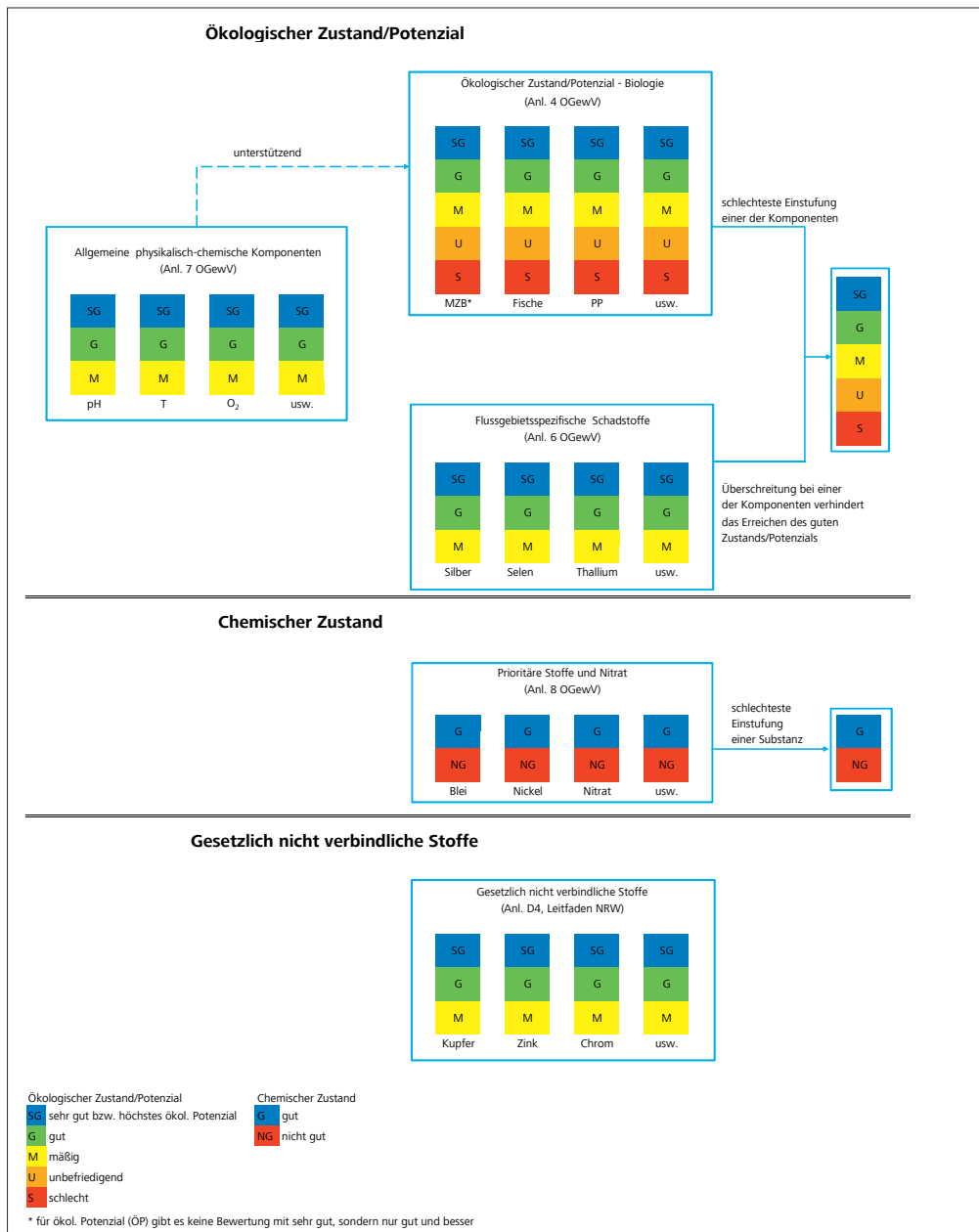


Bild 2.1: Gesamtbeurteilung des ökologischen und chemischen Zustands/Potenzials überarbeitet nach [2.8]

Fig. 2.1: Overall evaluation of the ecological and chemical condition/potential, revised according to [2.8]

chengewässerverordnung (OGewV) [2.3] in Kraft gesetzt, welche die Einstufung, Darstellung und Überwachung des ökologischen Zustands, des ökologischen Potenzials und des chemischen Zustands von Oberflächengewässern sowie die wirtschaftliche Analyse der Wassernutzung regelt. Im vorliegenden Ruhrgütebericht werden die darin enthaltenen Bestimmungen für die Beurteilung der biologischen und chemischen Komponenten mit Blick auf deren Anwendung zusammenfassend dargelegt.

Chemische Qualitätskomponenten

Die Befunde im Gewässer werden im Ruhrgütebericht in erster Linie anhand der Umweltqualitätsnormen (UQN) der Anlagen 6 „flussgebietspezifische Schadstoffe“ und 8 „prioritäre Stoffe“ sowie der Werte der Anlage 7 „allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten“ der OGewV und ergänzend dazu nach den gesetzlich nicht verbindlichen Orientierungswerten des Leitfadens „Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW, Anlagen D4 und D5 [2.4], bewertet. Berücksichtigt sind in der Anlage D4 Parameter aus der Trinkwasserverordnung - TrinkwV [2.5] bzw. die gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW) des Umweltbundesamts (UBA) [2.6].

In der Regel erfolgt die Bewertung von Wasserproben anhand von Mittel- bzw. Jahresdurchschnittswerten (JD). Ausnahmen bilden die Parameter Wassertemperatur, Sauerstoff, pH-Wert sowie Quecksilber, Chrom, Kupfer, Zink und die Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK), Anthracen, Benzo[a]pyren, Benzo[b]fluoranthene, Benzo[ghi]perylen und Benzo[k]fluoranthene. Bei diesen Werten der Anlagen 7 und 8 der OGewV werden für Wassertemperatur, Quecksilber und die o. g. PAK die Jahresmaxima/zulässige Höchstkonzentrationen (ZHK) bzw. für Sauerstoff die Jahresminima und für pH-Wert die Jahresminima und -maxima betrachtet (Tabelle 2.1). Für die Bewertung von Chrom, Kupfer und Zink wird entsprechend des Leitfadens NRW, Anlage D4, das jeweilige 50-Perzentil herangezogen. Für die Adsorbierbaren Organisch Gebundenen Halogene (AOX) sind Bewertungsgrundlagen gemäß den o. g. Vorgaben nicht vorhanden.

Neben Grenzwerten für die Wasserphase sind in der OGewV auch Anforderungen für elf Stoffe bzw. Stoffgruppen in Biota formuliert. Maßgeblich für deren Ableitung ist das „secondary poisoning“, d. h. die Toxizität gegenüber fischfressenden Tieren, sowie die für den Menschen tolerierbare Belastung durch Fischverzehr [2.7].

Bild 2.1 zeigt eine Übersicht über die Gesamtbeurteilung des ökologischen und chemischen Zustands bzw. Potenzials [2.8].

Stoffe zur Beurteilung des chemischen Zustands (Prioritäre Stoffe und Nitrat)

In Tabelle 2.1 sind für ausgewählte, im Ruhreinzugsgebiet relevante prioritäre Stoffe (Anlage 8 OGewV) und für Nitrat die

Tabelle 2.1: Auszug aus Anlage 8 der OGewV, UQN zur Beurteilung des chemischen Zustands (prioritäre Stoffe und Nitrat) [2.3]
Table 2.1: Abstract from appendix 8 of the Surface Water Regulation (OGewV), UQN for the evaluation of the chemical condition (priority substances and nitrate) [2.3]

UQN für Stoffe zur Beurteilung des chemischen Zustands (prioritäre Stoffe und Nitrat)			
Stoffname	JD-UQN in der Wasserphase µg/l	ZHK-UQN in der Wasserphase µg/l	Biota-UQN in µg/kg Nassgewicht
4-tert-Octylphenol	0,1	–	–
Benzo[a]pyren	0,00017 ³	0,27 ³	5 ⁵
Benzo[b]fluoranthene	–	0,017 ³	6 ⁵
Benzo[ghi]perylen	–	0,0082 ³	6 ⁵
Benzo[k]fluoranthene	–	0,017 ³	6 ⁵
Benzol	10	50	–
Bis(2-ethylhexyl)phthalat	1,3	–	–
Blei	1,2 ^{1,3}	14 ³	–
Bromierte Diphenylether	–	0,14 ³	0,0085 ⁵
C10-13 Chloralkane	0,4	1,4	–
Cadmium ² gelöst	≤ 0,08 (Klasse 1) 0,08 (Klasse 2) 0,09 (Klasse 3) 0,15 (Klasse 4) 0,25 (Klasse 5)	≤ 0,45 (Klasse 1) 0,45 (Klasse 2) 0,6 (Klasse 3) 0,9 (Klasse 4) 1,5 (Klasse 5)	–
Dioxine und dioxinähnliche Verbindungen	–	nicht anwendbar	0,0065 ⁵ TEQ ⁷
Fluoranthene	0,0063 ³	0,12 ³	30 ⁵
Naphthalin	2 ³	130 ³	–
Nickel	4 ^{1,3}	34 ³	–
Nitrat	50000	–	–
Nonylphenol	0,3	2	–
PFOS	0,00065 ⁴	36 ⁴	9,1 ⁵
Quecksilber	–	0,07	20 ⁶
Trichlorethen	10	–	–
Trichlormethan	2,5	–	–

gut nicht gut

¹ Die UQN bezieht sich auf bioverfügbare Konzentrationen

² Abhängig von der Wasserhärteklasse

³ der gute chemische Zustand ist bis zum 22. Dezember 2021 zu erreichen

⁴ der gute chemische Zustand ist bis zum 22. Dezember 2027 zu erreichen

⁵ primäres Schutzziel: menschliche Gesundheit

⁶ primäres Schutzziel: fischfressende Tiere

⁷ Toxizitätsäquivalente nach den Toxizitätsäquivalenzfaktoren der WHO von 2005

Umweltqualitätsnormen (UQN) zur Beurteilung des chemischen Zustands dargestellt. Der gute chemische Zustand wird blau gekennzeichnet. Ist die Konzentration eines Stoffes höher als der angegebene Wert, erfolgt eine rote Markierung. Die prioritären organischen Stoffe werden, wenn nicht anders beschrieben, in der Gesamtwasserprobe untersucht. Die UQN von Cadmium und Quecksilber beziehen sich auf die Konzen-

trationen in der gelösten Phase einer Wasserprobe. Die Probenvorbehandlung erfolgt durch Filtration (Porengröße: 0,45 µm). Die UQN für Blei und Nickel beziehen sich auf die bioverfügbaren Konzentrationen. Hilfsweise werden die Messwerte in der filtrierten Probe denen des bioverfügbaren Anteils, dessen Ermittlung noch nicht abschließend geregelt ist, gleichgestellt. Bei Cadmium ist die Toxizität und somit die UQN von der Wasserhärte abhängig. Zur Einstufung in eine der Wasserhärteklassen wird das 50-Perzentil der molaren Calciumkarbonat-Konzentration herangezogen. In der Gruppe der PAK kann Benzo[a]pyren als Repräsentant für die anderen in der Oberflächengewässerverordnung aufgeführten PAK-Kenngrößen betrachtet werden.

Flussgebietspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Zustands

In Tabelle 2.2 sind die Umweltqualitätsnormen für die im Ruhreinzugsgebiet relevanten flussgebietspezifischen Schadstoffe zusammengefasst. Für die Einstufung in den sehr guten Zustand (blaue Kennzeichnung) muss die Konzentration bei synthetischen Schadstoffen unterhalb der Nachweisgrenze bzw. bei nicht synthetischen Schadstoffen im Bereich der Hintergrundkonzentration liegen. Der gute Zustand (grüne Kennzeichnung) ist erreicht, wenn der sehr gute Zustand verfehlt aber die jeweilige UQN nicht überschritten ist. Bei einer Überschreitung der UQN kann der ökologische Zustand bzw. das ökologische Potenzial höchstens als „mäßig“ eingestuft werden (gelbe Kennzeichnung). Die UQN für Selen, Silber und Thallium beziehen sich auf den gelösten Anteil, der nach Filtration über einen Filter (Porengröße: 0,45 µm) gemessen wird.

Tabelle 2.2: Auszug aus Anlage 6 der OGewV, UQN zur Beurteilung von im Ruhreinzugsgebiet relevanten flussgebietspezifischen Schadstoffen [2.3]

Table 2.2: Abstract from appendix 6 of the Surface Water Regulation (OGewV), EQS for the evaluation of the river basin-specific pollutants relevant in the Ruhr catchment area [2.3]

UQN für flussgebietspezifische Schadstoffe	
Stoffname	ID-UQN in der Wasserphase µg/l
Chloridazon	0,1
MCPA	2
Metazachlor	0,4
PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180	0,0005 ²
Phenanthren	0,5
Selen ¹	3
Silber ¹	0,02
Thallium ¹	0,2

sehr gut gut mäßig

¹ Die UQN bezieht sich auf die gelöste Phase einer Wasserprobe

² Nur soweit die Erhebung von Schwebstoff- oder Sedimentdaten nicht möglich ist.

Gesetzlich nicht verbindliche Stoffe

Der Leitfaden „Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW enthält Orientierungswerte für gesetzlich nicht verbindliche Stoffe und dient derzeit in NRW als Bewertungsgrundlage für die vom LANUV NRW untersuchten Parameter, für die keine UQN nach OGewV existieren. Entsprechend dem Vorgehen des LANUV erfolgt im Ruhrgütebericht die Kennzeichnung für den sehr guten Zustand (≤ halber Orientierungswert) mit blau, während grün eine gute Bewertung (≤ Orientierungswert) bedeutet. Die Überschreitung des Orientierungswerts und der daraus folgende bestenfalls mäßige ökologische Zustand werden gelb gekennzeichnet. Tabelle 2.3 stellt eine Auswahl der im Ruhreinzugsgebiet relevanten gesetzlich nicht geregelten Parameter der Anlage D4 dar. Die aufgeführten Parameter werden anhand der Jahresmittelwerte beurteilt. Zur Einstufung der Metalle Chrom, Kupfer und Zink werden die jeweiligen 50-Perzentile herangezogen. Zusätzlich wird im Ruhrgütebericht der gesetzlich nicht verbindliche Parameter Abfiltrierbare Stoffe (AFS) mit einem Orientierungswert von 25 mg/l, entsprechend dem gesetzlich nicht verbindlichen Orientierungswert der Anlage D5, Leitfaden NRW, bewertet.

Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten

Die allgemeinen physikalisch-chemischen Parameter (ACP) sind in der OGewV, Anlage 7, für den sehr guten und guten ökologischen Zustand festgelegt. Sie dienen zur Unterstützung der Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten und sind gewässertypspezifisch festgelegt, weshalb sie in Tabelle 2.5 gemeinsam mit den biologischen Qualitätsklassen und nur für den guten Zustand dargestellt sind.

- [2.3] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV), Bundesgesetzblatt G 5702, Bonn 23. Juni 2016
- [2.4] Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW (Hrsg.): Leitfaden Monitoring Oberflächengewässer, <https://www.flussgebiete.nrw.de/node/7423>, Zugriff 4. April 2018; <https://www.flussgebiete.nrw.de/monitoringleitfaden-oberflaechengewasser-anlage-d4-7724>, Zugriff 4. April 2018
- [2.5] Erste Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung (Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2011), Bundesgesetzblatt Jahrgang 2011 Teil I Nr. 21 vom 11. Mai 2011
- [2.6] https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/liste_der_nach_gow_bewerteten_stoffe_201802.pdf, Liste der nach GOW bewerteten Stoffe von Februar 2018, Zugriff 3. April 2018
- [2.7] Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC), Guidance Document No.32 on Biota monitoring (the implementation of EQS/Biota) under the water framework directive. Technical Report-2014-083. Office for Official Publications in the European Communities, Luxembourg
- [2.8] MKULNV: Bewirtschaftungsplan 2016-2021 für die nordrhein-westfälischen Anteile von Rhein, Weser, Ems und Maas – Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Dezember 2015, https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/bwp-nrw_2016-2021_final.pdf, Zugriff 26. März 2018

Tabelle 2.3: Ausgewählte Stoffe der Anlage D4, Leitfaden „Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW [2.4]
 Table 2.3: Selected substances from the appendix D4, „Guidelines on monitoring surface waters“ of the State of North Rhine-Westphalia [2.4]

Gesetzlich nicht verbindliche Orientierungswerte				
Bewertung		sehr gut	gut	mäßig
Barium	µg/l	30	60	> 60
Beryllium	µg/l	0,05	0,1	> 0,1
Bor	µg/l	50	100	> 100
Chrom*	µg/l	5	10	> 10
Kobalt	µg/l	0,45	0,9	> 0,9
Kupfer*	µg/l	2	4	> 4
Molybdän	µg/l	3,5	7	> 7
Uran	µg/l	0,075	0,15	> 0,15
Vanadium	µg/l	1,2	2,4	> 2,4
Zink*	µg/l	7	14	> 14
PAK in Summe	µg/l	0,05	0,1	> 0,1
Pyren	µg/l	0,00115	0,0023	> 0,0023
Ibuprofen	µg/l	0,005	0,01	> 0,01
Diclofenac	µg/l	0,05	0,1	> 0,1
Erythromycin	µg/l	0,01	0,02	> 0,02
Clarithromycin	µg/l	0,01	0,02	> 0,02
Sotalol	µg/l	0,05	0,1	> 0,1
Iopamidol	µg/l	0,05	0,1	> 0,1
Iopromid	µg/l	0,05	0,1	> 0,1
Amidotrizoensäure	µg/l	0,05	0,1	> 0,1
Bisphenol A	µg/l	0,05	0,1	> 0,1

*zur Bewertung wird das 50 Perzentil herangezogen

Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) des Umweltbundesamts

Stoffe ohne vollständige humantoxikologische Bewertung werden auf Basis vorhandener Daten unter Ableitung eines gesundheitlichen Orientierungswerts (GOW) betrachtet. Die Unterschreitung dieser stoffspezifischen Vorsorgewerte zeigt einen unbedenklichen, lebenslangen Trinkwassergenuss für Menschen an. Abhängig vom Wirkmechanismus wird der Wert in einem Bereich von 0,01 bis 3,0 µg/l festgelegt. Der GOW wird so niedrig angesetzt, dass kein Anlass zur gesundheitlichen Besorgnis besteht [2.6]. In Tabelle 2.4 sind ausgewählte Substanzen mit ihren jeweiligen GOW dargestellt.

Biologische Qualitätskomponenten

Der ökologische Zustand eines Wasserkörpers bzw. an einer Probenahmestelle in einem Fließgewässer wird gemäß den Vorgaben der EG-WRRRL und der OGewV maßgeblich anhand der biologischen Qualitätskomponenten „Makrozoobenthos“ (Wirbellosenfauna der Gewässersohle), „Makrophyten und

Tabelle 2.4: Auszug aus der Tabelle der nach GOW bewerteten Stoffe [2.6]

Table 2.4: Abstract from the table of substances evaluated according to health-oriented values (GOW) [2.6]

Nach GOW bewertete Stoffe	
Stoffname	GOW µg/l
10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin	0,3
Amidotrizoensäure	1,0
Azithromycin	0,3
Benzotriazol	3,0
Carbamazepin	0,3
Chloridazon	3,0
Diclofenac	0,3
Gabapentin	1,0
1H,1H,2H,2H-Perfluorooctansulfonsäure (H4PFOS)	0,1
Iopamidol	1,0
Metazachlor ESA	3,0
Metformin	1,0
Metolachlor ESA	3,0
Tris(2-chlorisopropyl)phosphat (TCPP)	1,0
Valsartansäure	0,3

Phytobenthos“ (Wasserpflanzen und Algen der Gewässersohle) und „Fischfauna“ sowie bei großen planktonführenden Strömen auch über die Qualitätskomponente „Phytoplankton“ bewertet. Die Bewertung erfolgt dabei jeweils im Vergleich zu der natürlichen, vom Menschen nicht oder nur sehr geringfügig beeinflussten Referenzsituation des jeweiligen Gewässertyps. Dieser Bewertungsansatz geht deutlich über die bis zum Jahr 2000 gebräuchliche Bewertung der saprobiellen Gewässergüte und der Strukturgüte hinaus. Zur differenzierten Bewertung der Gewässer aufgrund ihrer naturräumlichen und morphologischen Unterschiede wurde für die Umsetzung der EG-WRRRL eine Gewässertypologie mit Verbreitungskarte erstellt, in der z. B. die Unterschiede zwischen Gewässern im Mittelgebirge und im Tiefland berücksichtigt wurden. Ebenso wurden für die biologischen Qualitätskomponenten spezielle Bewertungsverfahren entwickelt. Im Ruhrgütebericht wird ausschließlich die Qualitätskomponente „Makrozoobenthos (MZB)“ dargestellt. Dies einerseits, weil MZB die bestuntersuchte Qualitätskomponente ist, andererseits aber auch, weil darüber die meisten Stressoren des ökologischen Zustands identifiziert werden können.

Qualitätskomponente Makrozoobenthos

Das Makrozoobenthos (wirbellose Kleintiere), die im Gewässer und auf dem Gewässergrund lebenden Insektenlarven, Strudelwürmer, Krebstiere, Muscheln, Schnecken, usw., spielt im Ökosystem eines Fließgewässers eine große Rolle, da es orga-

Tabelle 2.5: Qualitätsklassen des Moduls Saprobie nach PERLODES für die im Ruhreinzugsgebiet vorkommenden Gewässertypen mit den zugehörigen allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten der OGewV, Anlage 7, Anforderungen an den guten ökologischen Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial

Table 2.5: Quality classes of the module saprobic index according to the evaluation system PERLODES and respective general physico-chemical quality elements from the Surface Water Regulation (ÖGwv), appendix 7, requirements on the good ecological condition and the good ecological potential respectively, for all types of waters found in the Ruhr catchment area

Qualitätsklassen "Saprobie" [2.9]						Werte für allgemeine physikalisch-chemische Komponenten (ACP) für den guten ökologischen Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial [2.3]													
LAWA-Gewässertyp	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht	Sommer-Temp* (°C)	Winter-Temp** (°C)	O ₂ (mg/l) MIN/a	Cl ⁻ (mg/l) Mittelwert	SO ₄ ²⁻ (mg/l) Mittelwert	pH-Wert MIN/a - MAX/a	Fe (mg/l) Mittelwert	P _{ges} (mg/l) Mittelwert	o-PO ₄ -P (mg/l) Mittelwert	NH ₄ -N (mg/l) Mittelwert	NH ₃ -N (µg/l) Mittelwert	NO ₂ -N (µg/l) Mittelwert	TOC (mg/l) Mittelwert	BSB ₅ *** (mg/l) Mittelwert
Typ 5 Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	≤ 1,45	>1,45 -2,00	>2,00 -2,65	>2,65 -3,35	>3,35	≤ 20 - ≤ 25	≤ 8 - ≤ 10	> 8	≤ 200	≤ 75	6,5 - 8,5	≤ 0,7	≤ 0,10	≤ 0,07	≤ 0,1	≤ 1	≤ 30	< 7	< 3
Typ 5.1 Feinmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	≤ 1,60	>1,60 -2,10	>2,10 -2,75	>2,75 -3,35	>3,35	≤ 20 - ≤ 25	≤ 8 - ≤ 10	> 8	≤ 200	≤ 75	6,5 - 8,5	≤ 0,7	≤ 0,10	≤ 0,07	≤ 0,1	≤ 1	≤ 30	< 7	< 3
Typ 6 Feinmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	≤ 1,70	>1,70 -2,20	>2,20 -2,80	>2,80 -3,40	>3,40	≤ 20 - ≤ 28	≤ 8 - ≤ 10	> 7	≤ 200	≤ 220	7,0 - 8,5	≤ 0,7	≤ 0,10	≤ 0,07	≤ 0,1	≤ 2	≤ 50	< 7	< 3
Typ 7 Grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	≤ 1,60	>1,60 -2,10	>2,10 -2,75	>2,75 -3,35	>3,35	≤ 20 - ≤ 25	≤ 8 - ≤ 10	> 7	≤ 200	≤ 220	7,0 - 8,5	≤ 0,7	≤ 0,10	≤ 0,07	≤ 0,1	≤ 2	≤ 50	< 7	< 3
Typ 9 Silikatische, fein-bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	≤ 1,60	>1,60 -2,10	>2,10 -2,75	>2,75 -3,35	>3,35	≤ 20 - ≤ 25	≤ 8 - ≤ 10	> 7	≤ 200	≤ 75	7,0 - 8,5	≤ 0,7	≤ 0,10	≤ 0,07	≤ 0,1	≤ 1	≤ 30	< 7	< 3
Typ 9.1 Karbonatische, fein-bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	≤ 1,70	>1,70 -2,20	>2,20 -2,80	>2,80 -3,40	>3,40	≤ 20 - ≤ 28	≤ 8 - ≤ 10	> 7	≤ 200	≤ 220	7,0 - 8,5	≤ 0,7	≤ 0,10	≤ 0,07	≤ 0,1	≤ 2	≤ 50	< 7	< 3
Typ 9.2 Große Flüsse des Mittelgebirges	≤ 1,80	>1,80 -2,25	>2,25 -2,85	>2,85 -3,40	>3,40	≤ 21,5 - ≤ 28	≤ 10	> 7	≤ 200	≤ 220	7,0 - 8,5	≤ 0,7	≤ 0,10	≤ 0,07	≤ 0,1	≤ 2	≤ 50	< 7	< 3
Typ 19 Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Strömtälern im Mittelgebirge	≤ 1,90	>1,90 -2,35	>2,35 -2,90	>2,90 -3,45	>3,45	≤ 20 - ≤ 25	≤ 10	> 7	≤ 200	≤ 220	7,0 - 8,5	≤ 0,7	≤ 0,15	≤ 0,10	≤ 0,1	≤ 2	≤ 50	< 7	< 3

* = Temperatur abhängig von der Ausprägung der Fischgemeinschaft, T_{max} Sommer (April bis November)

** = Temperatur abhängig von der Ausprägung der Fischgemeinschaft, T_{max} Winter (Dezember bis März)

*** = ohne Nitrifikationshemmung

nisches Material als Futter aufnimmt und selbst als Nahrungsgrundlage u. a. für Fische dient. Das Auftreten oder Fehlen bestimmter Arten ermöglicht Aussagen zur saprobiologischen Wasserqualität (Saprobie), zum strukturellen Zustand (Allgemeine Degradation) und zur Versauerung eines Fließgewässers.

Für die Qualitätskomponente Makrozoobenthos wurde das multimetrische Verfahren PERLODES mit der Auswertungssoftware ASTERICS entwickelt [2.9]. Die aktuelle Version 4 bzw. 4.0.4 ermöglicht erstmals neben der Bewertung des ökologischen Zustands für die „natürlichen Wasserkörper“ auch die Bewertung des ökologischen Potenzials für die „erheblich veränderten Wasserkörper“ (Heavily Modified Water Body = HMWB).

In den Ruhrgüteberichten erfolgt seit dem Jahr 2007 die Darstellung der Bewertung des ökologischen Zustands an den untersuchten Probenahmestellen auf der Grundlage des PERLODES-Verfahrens unter Berücksichtigung der jeweiligen Software-Updates. Um jedoch eine maximale Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse zu gewährleisten, wurden beim Ruhrverband die Ergebnisse bis zum Jahr 2011 (Ende des 2. Operativen Monitoringzyklus nach EG-WRRL) mit der ASTERICS-Version 3.1.1 berechnet. Für den 3. Monitoringzyklus der Jahre 2012 bis 2014 erfolgte die Berechnung auf Ba-

[2.9] <http://www.fliessgewaesserbewertung.de>, Zugriff 26. März 2018

sis der Version 3.3.1 (vgl. [2.10]). Ab dem Jahr 2015 (4. Monitoringzyklus) werden die Makrozoobenthos-Ergebnisse mit der derzeit gültigen ASTERICS-Version 4.0.4 berechnet.

Neben der Fortschreibung der Bewertungssoftware ASTERICS hatte das Land NRW im Jahr 2014 auch eine Überarbeitung der Karte der Gewässertypen umgesetzt [2.11]. Hierdurch änderten sich für einzelne Wasserkörper bzw. Probenahmestellen die Gewässertypzuordnung und damit der Referenzzustand als Vergleichsgröße zum gefundenen Ist-Zustand. Diese Umstellungen wurden bei der Auswertung ab dem Jahr 2015 ebenfalls berücksichtigt.

Mit den beiden Modulen Saprobie und Allgemeine Degradation und bei einigen Gewässertypen zusätzlich dem Modul Versauerung wird nach dem Worst-Case-Prinzip der ökologische Zustand bzw. das ökologische Potenzial bestimmt.

Im Modul Saprobie werden die Auswirkungen organischer Verschmutzungen auf das Makrozoobenthos als Saprobienindex nach DIN 38410 berechnet und in einem weiteren Schritt gewässertypbezogen bewertet [2.12]. Eine Übersicht über die Qualitätsklassen des Moduls Saprobie mit den zugehörigen Werten für die allgemeinen physikalisch-chemischen Komponenten (ACP) der im Ruhreinzugsgebiet vorkommenden Gewässertypen ist in Tabelle 2.5 dargestellt. Die hier aufgeführten Werte dienen bei der Bewertung des ökologischen Zustands (ÖZ) bzw. des ökologischen Potenzials (ÖP) zur Unterstützung der Zustandsermittlung zwischen den Klassengrenzen „gut“ und „mäßig“ [2.3].

Innerhalb des Moduls Allgemeine Degradation erfolgt die Berechnung mittels Core-Metrics, wie z. B. Artenzusammensetzung, Auftreten oder Fehlen bestimmter funktionaler Gruppen. Diese Core-Metrics unterscheiden sich sowohl nach vorliegendem Gewässertyp als auch danach, ob die Bewertung des ökologischen Zustands oder des ökologischen Potenzials durchgeführt wird. Eine Berücksichtigung der verminderten Anforderungen an das ökologische Potenzial findet im Modul Allgemeine Degradation innerhalb der Core-Metrics statt. Diese Einzelmetrics werden zu einem Gesamtwert – dem Multimetrischen Index – verrechnet, aus dem sich die Qualitätsklasse der Allgemeinen Degradation ergibt. Die zur Beurteilung dieses Moduls festgelegten Klassengrenzen des Multimetrischen Index sind in Tabelle 2.6 dargestellt. Sie gelten sowohl für den ökologischen Zustand als auch für das ökologische Potenzial.

Im Modul Versauerung wird der Säurezustand entsprechend dem Vorkommen der säureempfindlichsten Taxa bestimmt. Dies ist im Ruhreinzugsgebiet nur für die versauerungsgefährdeten Gewässertypen 5 und 5.1 relevant.

Die EG-WRRL unterscheidet in ihrer Zieldefinition zwischen den natürlichen Wasserkörpern (NWB), die den „guten ökologischen Zustand“ erreichen sollen, sowie den künstlichen (AWB) und erheblich veränderten Wasserkörpern (HMWB), in

Tabelle 2.6: Qualitätsklassen des Moduls Allgemeine Degradation nach PERLODES [2.9]

Table 2.6: Quality classes of the module general degradation according to the evaluation system PERLODES [2.9]

Multimetrischer Index	Qualitätsklasse
1,00 - 0,81	sehr gut
0,80 - 0,61	gut
0,60 - 0,41	mäßig
0,40 - 0,21	unbefriedigend
0,20 - 0,00	schlecht

denen die menschliche Nutzung das Erreichen eines guten Zustands ohne weitgehende, signifikante Einschränkungen unmöglich macht. Für diese Wasserkörper ist der Zielzustand das „gute ökologische Potenzial“, d. h. ein Zustand, der unter Beibehaltung der relevanten Nutzung erreicht werden kann. Um für diese Gewässer ein Bewertungsverfahren zu entwickeln, das zu vergleichbaren Bewertungsergebnissen führt, wurden so genannte HMWB-Fallgruppen entwickelt, denen die Gewässer zuzuordnen sind. Aufbauend auf dem PERLODES-Verfahren wurde für jede HMWB-Fallgruppe ein Bewertungsmaßstab definiert, der als „höchstes ökologisches Potenzial“ das maximal Erreichbare bei der bestehenden Nutzung beschreibt. Im Vergleich zum ökologischen Zustand wurden in Abhängigkeit von der jeweiligen HMWB-Fallgruppe unterschiedlich stark abgesenkte Anforderungen entwickelt, die in der Software von ASTERICS in der Version 4 bzw. aktuell Version 4.0.4 implementiert sind.

Mit dieser Modifikation der Bewertungssoftware besteht nun die Möglichkeit, die Probenahmestellen in natürlichen Wasserkörpern nach ihrem ökologischen Zustand und solche in den HMWB nach ihrem ökologischen Potenzial zu bewerten. Die im Ruhreinzugsgebiet relevanten Fallgruppen sind in Tabelle 2.7 aufgeführt. Die Festlegung der Bewertungsgrundlagen für einige HMWB-Wasserkörper mit Einzelfallbetrachtung ist von Seiten des Landes noch nicht abschließend erfolgt, so dass Probenahmestellen in diesen Wasserkörpern – dies betrifft ins-

Tabelle 2.7: Liste der im Ruhreinzugsgebiet relevanten HMWB-Fallgruppen, verändert aus [2.8]

Table 2.7: List of HMWB categories relevant in the Ruhr catchment area, revised form [2.8]

HMWB-Fallgruppe	Nutzung	Mittelgebirgsbäche	Mittelgebirgsflüsse
BmV	Bebauung und Hochwasserschutz mit Vorland	X	X
BoV	Bebauung und Hochwasserschutz ohne Vorland	X	X
LuH	Landentwässerung und Hochwasserschutz	X	X
Tsp	Talsperren	X	X
Wkr	Wasserkraft	—	X
EFB	Einzelfallbetrachtung	X	X

besondere die untere Ruhr - wie in natürlichen Wasserkörpern nach ihrem ökologischen Zustand bewertet werden. Ansonsten werden in diesem Bericht die ab dem Jahr 2015 untersuchten Probenahmestellen in HMWB nach ihrem ökologischen Potenzial bewertet und kartographisch dargestellt. Für die Untersuchungen an Probenahmestellen in HMWB vor dem Jahr 2015 bleibt die Darstellung der Bewertungsstufe für den ökologischen Zustand zunächst erhalten. Sie wird aber zukünftig fortschreitend durch die Bewertungsstufe für das ökologische Potenzial ersetzt werden.

Im Rahmen des Ruhrverbands spezifischen Programms „Integrale Entwässerungsplanung“ (IEP) liegen Probenahmestellen auch in kleinen Gewässern (Einzugsgebiet < 10 km², daher nach EG-WRRRL nicht berichtspflichtig), die sich hydromorphologisch als HMWB darstellen. Für diese Gewässer findet keine Unterteilung in Wasserkörper und damit auch keine Einstufung als NWB, AW oder HMWB inkl. Fallgruppen statt. Diese Probenahmestellen werden nach dem Worst-Case-Prinzip weiterhin als NWB nach dem ökologischen Zustand bewertet und damit ggfs. mit schärferen Anforderungen belegt.

[2.10] Ruhrverband: *Hydrobiologische Untersuchungen der Ruhr und ihrer Nebengewässer – Untersuchungen des Makrozoobenthos. Ruhrgütebericht 2014*, S. 44 – 57

[2.11] LANUV NRW (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen): *Fließgewässertypenkarten Nordrhein-Westfalens - LANUV-Arbeitsblatt Nr. 25, Recklinghausen, 2015: S. 1-102 + 2 Karten*

[2.12] DIN 38410: 2004: *Bestimmung des Saprobienindex in Fließgewässern*, Berlin: Beuth-Verlag GmbH

3 Physikalisch-chemische Überwachungen der Ruhr

Zur Überprüfung der Qualität der Oberflächengewässer im Ruhreinzugsgebiet werden zahlreiche physikalisch-chemische und biologische Untersuchungen vorgenommen. Die Untersuchungsprogramme werden auf der Grundlage von internationalen Vorgaben, wie z. B. der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRRL) [3.1], nationalen Gesetzen und Verordnungen sowie speziellen Güteanforderungen, z. B. der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR), konzipiert. Zur Beantwortung aktueller Fragestellungen, wie z. B. der Relevanz von Mikroverunreinigungen (siehe Kapitel 7), erfolgt eine entsprechende Anpassung der Messprogramme.

In diesem Kapitel werden zunächst die Ergebnisse der Untersuchungen der Ruhr an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen („Zornige Ameise“), noch oberhalb des Baldeneysees, dargestellt, die hier seit inzwischen über 90 Jahren dreimal wöchentlich auf eine Vielzahl von Parametern stattfinden. Darüber hinaus werden die Nährstoffkonzentrationen und die organische Belastung an sechs Probenahmestellen der Ruhr erläutert. Dieses Untersuchungsprogramm mit wöchentlicher Probenahme, das auch eine Probenahmestelle an der Lenne- mündung umfasst, existiert seit dem Jahr 1965, als der Einfluss der gereinigten kommunalen Abwässer auf die Belastung der Fließgewässer mit Nähr- und vor allem Zehrstoffen noch eine große Rolle spielte. Ab dem Jahr 2017 wurde dieses Programm in das der Ruhrlängsuntersuchungen integriert. Dessen vierwöchentliches Probenahmeprogramm an zwölf Messstellen von der Ruhrquelle bis zur Mündung in den Rhein gibt die Möglichkeit, repräsentative Aussagen über räumliche und zeitliche Aspekte der Wasserbeschaffenheit zu treffen.

Die Erkenntnisse dieser routinemäßigen Probenahmeprogramme werden durch die in den Gewässerüberwachungsstationen kontinuierlich gemessenen Parameter ergänzt. Diese online verfügbaren Daten werden auch zur Beurteilung kurzfristiger Veränderungen bei den physikalisch-chemischen Verhältnissen, wie z. B. der Sauerstoffkonzentrationen, herangezogen. In der Vegetationsperiode unterliegen diese vor allem in und unterhalb von Stauhaltungen zum Teil erheblichen Schwankungen, wenn Sauerstoff produzierende Vorgänge (Photosynthese) und verbrauchende Vorgänge (Atmung, Biomasseabbau) die O₂-Konzentrationen beeinflussen.

Die gemäß den Vereinbarungen mit der AWWR und in Zusammenarbeit mit dem Hygieneinstitut des Ruhrgebiets zusätz-

[3.1] *Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinie 2000/06/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik, ausgegeben am 24.08.2013*

lichen quartalsweise durchgeführten „AWWR-Ruhrlängsuntersuchungen“ berücksichtigen in erster Linie die Entnahmestellen von Rohwasser zur Trinkwassergewinnung. Die Ergebnisse werden im Berichtsteil der AWWR vorgestellt.

Die Bewertungen der einzelnen Parameter nach den Vorgaben der aktuellen Oberflächengewässerverordnung (OGewV) [3.2] sowie der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW [3.3] und ggf. der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) [3.4] erfolgen zusammenfassend am Ende dieses Kapitels.

Ergebnisse der Messstelle Ruhr bei Essen-Rellinghausen und der Gewässerüberwachungsstationen

Die relevanten statistischen Kenngrößen an der intensiv untersuchten Probenahmestelle Essen-Rellinghausen sind für das Abflussjahr 2017 in den Tabellen 3.1 und 3.2 zusammengefasst. Bild 3.1 zeigt für ausgewählte Parameter die Ganglinien und die Summenhäufigkeiten als Unterschreitungsdauerlinie.

Durch den Schnittpunkt der senkrechten blauen Linien mit der Dauerlinie werden die 10-, 50- und 90-Perzentile markiert. Die waagerechte Linie repräsentiert das arithmetische Mittel des Abflussjahres für die entsprechenden Kenngrößen.

Neben den in Essen-Rellinghausen gemessenen Kenngrößen fließen in die Bewertung auch die Ergebnisse der Gütemessstationen zwischen Echthausen und Duisburg ein. Die in Bild 3.2 dargestellten Messstationen werden vom Ruhrverband, dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV), der Bezirksregierung Arnsberg sowie der Westfälischen Wasser- und Umweltanalytik GmbH (WWU), zum Teil gemeinsam, betrieben. Weiterhin beteiligt sich die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) an den Betriebskosten der Messstation Hattingen (Bild 3.3). Die Gewässerüberwachungsstationen mit den dazugehörigen Ausstattungen zeigt die Tabelle 3.3.

Tabelle 3.1: Monats- und Halbjahresmittelwerte verschiedener Kenngrößen der Ruhr bei Essen-Rellinghausen, Probenahmestelle „Zornige Ameise“, Abflussjahr 2017
Table 3.1: Monthly and biannual means of several parameters for the Ruhr at Essen-Rellinghausen, sampling point "Zornige Ameise", water year 2017

	Abfluss am Pegel Hattingen m³/s	Wassertemperatur °C	pH-Wert (Median)	Elektr. Leitfähigkeit µS/cm	Abfiltr. Stoffe mg/l	Abfiltr. Stoffe Glührückstand mg/l	Sauerstoff		BSB ₅ ohne ATH gesamt mg/l	Chemischer Sauerstoffbedarf CSB		Absorptionskoeffizient 254 nm m ⁻¹	TOC mg/l	Ammoniumstickstoff mg/l	Nitratstickstoff mg/l	Gesamtphosphor mg/l	o-Phosphat-Phosphor mg/l
							Gehalt mg/l	Sättigungsindex %		gesamt mg/l	gelöst mg/l						
November 2016	34,7	8,2	7,8	502	1,4	0,6	11,2	95	1,3	8,9	8,4	6,9	3,6	0,04	2,6	0,09	0,08
Dezember 2016	25,9	5,5	7,9	580	1,0	0,6	12,2	97	1,7	7,9	7,4	5,8	3,6	0,05	2,9	0,09	0,07
Januar 2017	33,6	3,0	7,9	573	1,8	1,1	13,1	97	2,1	7,5	6,9	5,4	3,3	0,07	3,1	0,09	0,05
Februar 2017	70,0	5,8	7,9	482	8,5	6,5	12,4	99	2,0	10,1	6,9	5,6	4,6	0,04	3,3	0,12	0,05
März 2017	94,7	8,8	7,8	344	6,2	3,9	11,4	98	1,5	7,0	5,6	4,5	3,1	0,06	3,1	0,09	0,04
April 2017	26,8	11,2	8,1	514	2,7	1,8	11,3	103	1,9	9,0	7,5	5,2	3,2	0,02	2,7	0,07	0,03
Mai 2017	25,8	17,0	8,0	550	5,8	3,5	9,9	102	2,2	12,0	9,3	6,6	4,0	0,03	2,1	0,09	0,05
Juni 2017	24,0	21,2	7,9	548	2,9	1,6	8,1	92	0,9	10,4	9,7	6,6	4,1	0,05	1,8	0,10	0,08
Juli 2017	35,7	21,2	7,9	528	5,5	3,9	8,2	93	1,1	10,6	9,1	8,1	4,3	0,05	1,8	0,10	0,07
August 2017	48,2	18,7	7,9	413	2,8	1,5	9,0	97	1,1	10,2	9,0	7,6	3,9	0,04	2,3	0,07	0,06
September 2017	52,5	15,7	7,9	420	2,3	1,4	9,6	96	1,1	7,6	6,5	6,4	3,8	0,04	2,4	0,07	0,06
Oktober 2017	68,4	13,3	7,9	384	3,2	1,8	10,2	97	1,0	8,0	6,9	6,7	3,6	0,04	2,6	0,08	0,06
Winterhalbjahr	47,4	7,0	7,9	495	3,6	2,4	11,9	98	1,7	8,3	7,1	5,6	3,5	0,05	3,0	0,09	0,05
Sommerhalbjahr	42,5	17,8	7,9	470	3,7	2,2	9,2	96	1,2	9,7	8,4	7,0	3,9	0,04	2,2	0,09	0,06
Abflussjahr 2017	44,9	12,5	7,9	482	3,6	2,3	10,5	97	1,5	9,0	7,8	6,3	3,7	0,04	2,6	0,09	0,06
Abflussjahr 2016	67,9	13,1	7,9	446	7,5	5,5	10,3	96	1,4	9,0	7,3	5,8	3,6	0,04	2,5	0,11	0,06

Tabelle 3.2: Monats- und Halbjahresmittelwerte verschiedener Kenngrößen der Ruhr bei Essen-Rellinghausen, Probenahmestelle „Zornige Ameise“, Abflussjahr 2017

Table 3.2: Monthly and biannual means of several parameters for the Ruhr at Essen-Rellinghausen, sampling point "Zornige Ameise", water year 2017

	Chlorid	Sulfat	Fluorid	Bromid	Blei gesamt	Cadmium gesamt	Nickel gesamt	Chrom gesamt	Kupfer gesamt	Zink gesamt	Eisen gesamt	Mangan gesamt	AOX	EDTA	NTA	DTPA	Borat- Bor	Chloro- phyll-a
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l
November 2016	58	38	0,09	0,06	0,45	0,04	3,5	< 0,5	4,1	10	0,13	20	6	4,9	< 0,50	< 1,0	0,08	
Dezember 2016	74	44	0,09	0,11	0,37	0,04	2,4	< 0,5	2,3	13	0,12	21	6	5,6	< 0,50	< 1,0	0,09	
Januar 2017	81	39	0,08	0,09	0,46	0,04	2,1	< 0,5	2,4	13	0,16	23	10	4,8	< 0,50	< 1,0	0,07	
Februar 2017	61	36	0,08	0,08	2,8	0,12	3,3	1,7	5,1	30	0,74	65	< 5	3,3	< 0,50	< 1,0	0,06	6
März 2017	33	29	0,07	0,03	1,1	0,06	2,1	0,8	4,0	22	0,30	42	< 5	1,7	< 0,50	< 1,0	0,03	3
April 2017	59	42	0,09	0,09	0,39	0,05	2,2	< 0,5	2,6	9,5	0,09	31	< 5	3,0	< 0,50	< 1,0	0,08	13
Mai 2017	67	44	0,10	0,10	0,70	0,06	2,8	0,5	3,5	14	0,18	54	9	4,3	< 0,50	< 1,0	0,09	21
Juni 2017	71	42	0,10	0,10	0,70	0,06	2,9	< 0,5	3,8	12	0,16	44	9	4,6	< 0,50	< 1,0	0,07	1
Juli 2017	69	37	0,10	0,08	1,1	0,07	2,8	0,7	4,1	14	0,26	50	8	4,3	0,51	< 1,0	0,08	2
August 2017	41	33	0,07	0,04	0,68	0,05	2,4	< 0,5	3,4	11	0,15	30	6	4,0	< 0,50	< 1,0	0,05	1
September 2017	44	32	0,09	0,06	0,56	0,04	2,1	< 0,5	2,8	11	0,13	27	7	5,9	< 0,50	< 1,0	0,06	< 1
Oktober 2017	36	30	0,08	0,05	0,83	0,04	1,8	0,6	2,6	12	0,22	34	5	2,6	< 0,50	< 1,0	0,05	< 1
Winterhalbjahr	60	38	0,08	0,08	0,91	0,06	2,6	0,6	3,4	16	0,25	33	6	4,0	< 0,50	< 1,0	0,07	7
Sommerhalbjahr	54	36	0,09	0,07	0,75	0,05	2,4	< 0,5	3,4	12	0,18	39	7	4,3	< 0,50	< 1,0	0,06	4
Abflussjahr 2017	57	37	0,09	0,07	0,83	0,05	2,5	0,6	3,4	14	0,22	36	7	4,1	< 0,50	< 1,0	0,06	5
Abflussjahr 2016	48	36	0,09	0,07	1,5	0,07	2,8	1,0	3,6	18	0,38	46	7	2,8	< 0,50	< 1,0	0,06	2

Allgemeine physikalisch-chemische Kenngrößen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen

Im Berichtszeitraum erreichte der mittlere **Abfluss** am Pegel Hattingen mit 44,9 m³/s einen historischen Tiefstwert (vgl. Kapitel 1). Selbst das in der Regel abflussreichere Winterhalbjahr wies mit durchschnittlich 47,4 m³/s einen Wert weit unter dem langjährigen Jahresmittel von 70 m³/s auf. Der durchschnittliche sommerliche Abfluss war zwar niedrig, blieb allerdings mit 42,5 m³/s etwa 30 % über den Werten der beiden Vorjahre. Es gab in diesem Abflussjahr lediglich einen Zeitraum mit einem nennenswerten Abflussanstieg. Zwischen dem 23. Februar und dem 12. März 2017 wurden Werte über 100 m³/s am Pegel Hattingen gemessen. Das Maximum trat am 24. Februar 2017 mit 274 m³/s auf. Weitere, meist nur tageweise auftretende Anstiege mit maximal 150 m³/s waren zwischen Ende Juli und Anfang Oktober vorhanden. Diese Abflussverhältnisse spielen beim Konzentrationsverlauf einiger Parameter eine entscheidende Rolle.

Hinsichtlich der mittleren **Wassertemperaturen** waren sowohl im Sommer- und Winterhalbjahr als auch im Abflussjahr die Verhältnisse unauffällig und bewegten sich auf dem Niveau der letzten 15 Jahre. Das Tagesminimum mit 1,6 °C und das Tagesmaximum mit 23,6 °C wurden Ende Januar bzw. Ende Juni 2017 gemessen.

Die **pH-Werte** wiesen mit Werten zwischen pH 7,2 (während der abflussreichen Zeit Ende Februar/Anfang März) und pH 8,6 (während des Frühjahrsmaximums der Algenentwicklung Mitte Mai) eine vergleichsweise geringe Spannweite auf. Der Spitzenwert für **Chlorophyll-a** betrug im Jahr 2017 64 µg/l und lag damit deutlich über den Vorjahreswerten. Die detaillierte Beschreibung der Chlorophyllgehalte und der Auswirkungen biologischer Prozesse auf die Verhältnisse in der Ruhr bleibt dem Kapitel 5 vorbehalten.

Die Konzentrationen der **Abfiltrierbaren Stoffe** sowie die hier nicht dargestellte **Trübung** stiegen lediglich beim Abflussanstieg Ende Februar in nennenswertem Maße auf 64,8 mg/l bzw. 78 FNU an. Damit wurde lediglich die Hälfte der entspre-

[3.2] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV) Berlin, Juni 2016

[3.3] Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW (Hrsg.): Leitfaden Monitoring Oberflächengewässer, <https://www.flussgebiete.nrw.de/die-monitoringleitfaeden-7423>, Stand: August 2016 (Zugriff 03.04.2018). Anhang D4: <https://www.flussgebiete.nrw.de/node/7724>, Stand 2016 (Zugriff 03.04.2018)

[3.4] Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung (Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2011), Bundesgesetzblatt Jahrgang 2016 Teil I S. 1666 vom 18. Juli 2016

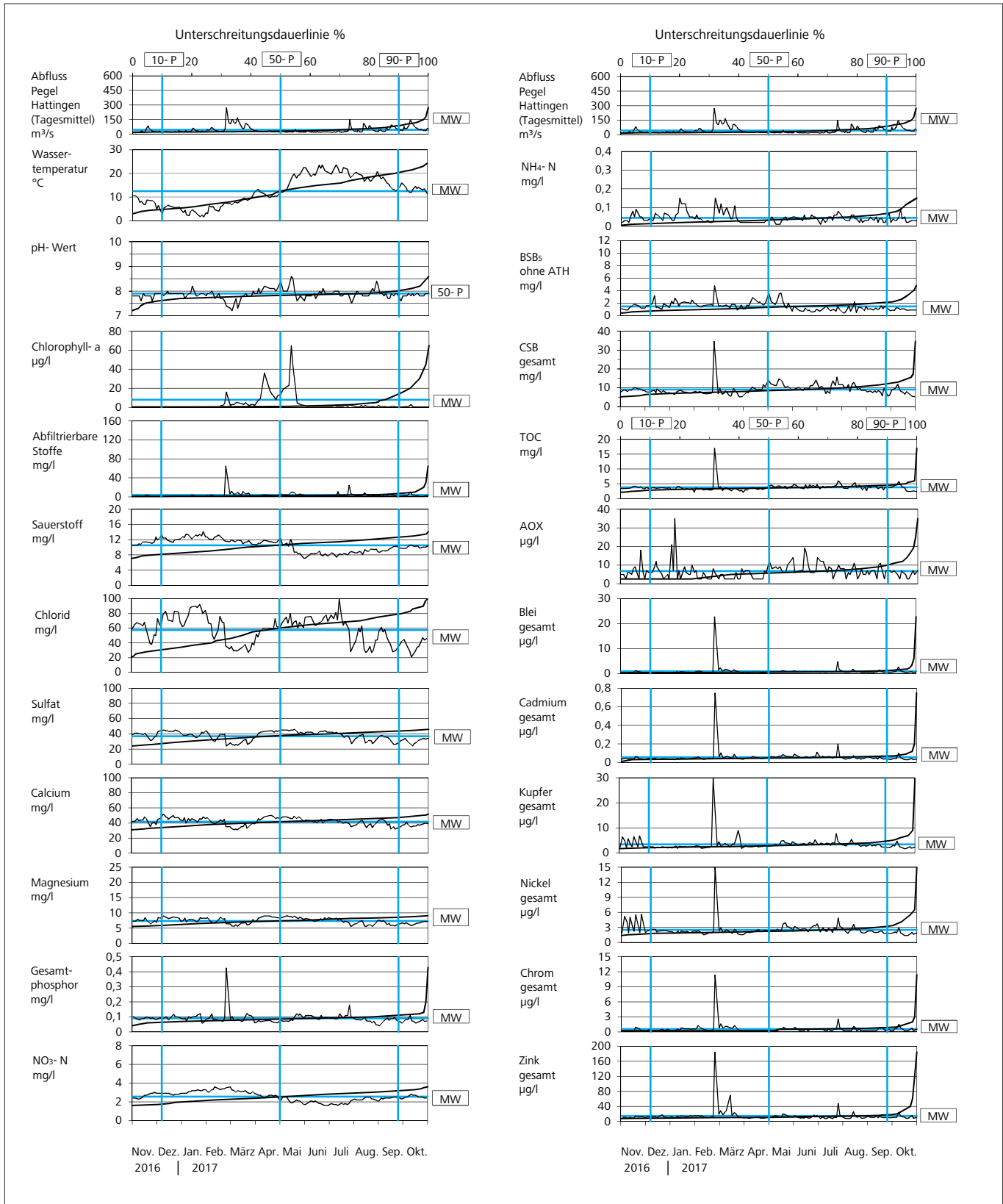


Bild 3.1: Ganglinien und Unterschreitungsdauerlinien verschiedener Kenngrößen, Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Abflussjahr 2017
 Fig. 3.1: Time-variation curves and curves shown as cumulative frequencies for selected parameters, Ruhr at Essen-Rellinghausen in the water year 2017

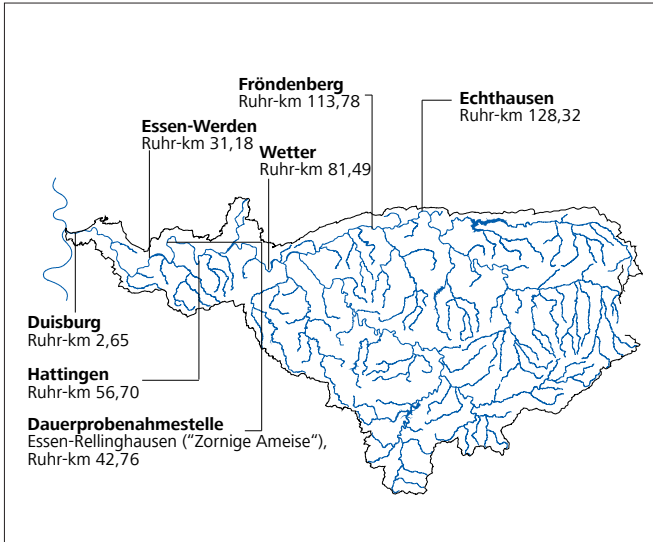


Bild 3.2: Lage der Gewässerüberwachungsstationen an der Ruhr
Fig. 3.2: Location of water quality monitoring stations along the Ruhr

chenden Vorjahreswerte erreicht. Wie auf die Trübung wirkt sich das Abflussgeschehen auch entscheidend auf die **Elektrische Leitfähigkeit** (nicht grafisch dargestellt) aus. Gegen Ende einer 3,5-monatigen Niedrigwasserphase wurde am 14. Juli 2017 mit 647 $\mu\text{S}/\text{cm}$ der Spitzenwert der Elektrischen Leitfähigkeit gemessen. Das Minimum wurde knapp drei Monate später bei einem Abflussanstieg, der lediglich an zwei Tagen 100 m^3/s übertraf, mit 299 $\mu\text{S}/\text{cm}$ erreicht.

Sauerstoffhaushalt

Durch die seit Anfang dieses Jahrhunderts stark zurückgegangene planktische Primärproduktion in der Ruhr haben sich die trophischen Folgen der Photosynthese sowie des mikrobiellen Abbaus und der Atmung für den Sauerstoffhaushalt deutlich



Bild 3.3: Gewässerüberwachungsstation Hattingen
Fig. 3.3: Water quality monitoring station Hattingen

Tabelle 3.3: Einrichtungen der Gewässergüte-Überwachungsstationen an der Ruhr

Table 3.3: Facilities at the water quality monitoring stations along the Ruhr

	Echthausen WWU	Fröndenberg LANUV / WWU	Wetter LANUV	Hattingen RV / LANUV	Essen-Werden, Baldeneysee Auslauf, RV	Duisburg RV
Physikalisch-chemische Kenngrößen						
Wassertemperatur	x	x	x	x	x	x
pH-Wert	x	x	x	x	x	x
Redox-Potenzial			x			
Sauerstoffgehalt	x	x	x	x	x	x
Elektrische Leitfähigkeit	x	x	x	x	x	x
Trübung	x	x	x	x	x	
Sonstige						
Chlorophyll-a (in vivo Fluoreszenz)			x	x	x	
Lufttemperatur			x			
Solarstrahlung			x		x	
Biomonitore						
Daphnientest		x				
Probenahmeeinrichtungen						
Sammelprobeaufnahme-Einrichtungen		x	x	x	x	x
Selbstentleerende Probenahme-Einrichtungen			x	x	x	
Schwebstoffgewinnung			x	x		
Datenerfassung/-übertragung						
Messwertspeicher		x	x	x	x	x
Datenfernübertragung		x	x	x	x	x

reduziert (siehe Kapitel 5). Sowohl hohe Übersättigungen im Ruhrwasser als auch für die aquatische Fauna lebensbedrohliche Sauerstoffmangelsituationen, die früher Belüftungen der Ruhr erforderlich machten, gehören heutzutage der Vergangenheit an.

Die prozentuale Verteilung der Sauerstoffwerte im Abflussjahr 2017 in der unteren Ruhr an den Gütemessstationen Hattingen, Essen-Werden und Duisburg sowie an der Probenahmestelle in Essen-Rellinghausen ist in Bild 3.4 dargestellt. An allen vier Messstellen lagen -zusammen betrachtet- nur knapp 4 % der Sauerstoff-Konzentrationen unterhalb von 7 mg/l, knapp 6 % zwischen 7 und 8 mg/l und über 90 % oberhalb von 8 mg/l. Es ist auch festzuhalten, dass die bei Wassertemperaturen von über 23 °C aufgetretenen niedrigen Sauerstoffkonzentrationen zu keinem Zeitpunkt unter 5 mg/l O₂ (Sauerstoffsättigung 60 %) sanken. Diese guten bis sehr guten Sauerstoff-

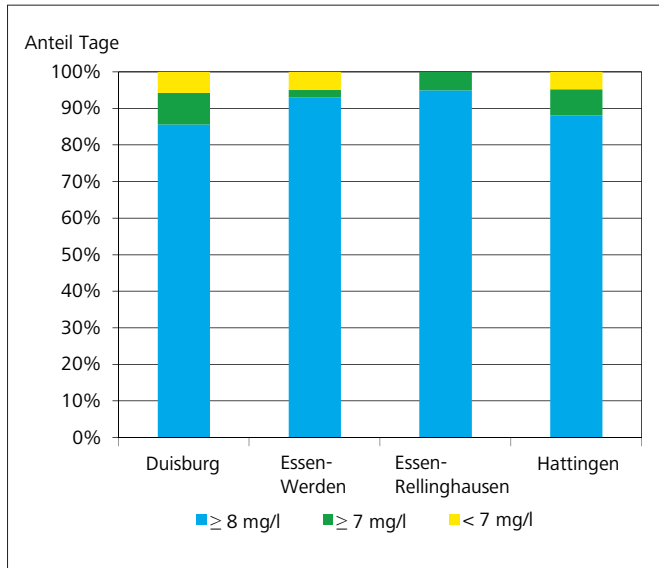


Bild 3.4: Zeitliche Verteilung der Sauerstoffgehalte in der unteren Ruhr, Abflussjahr 2017

Fig. 3.4: Temporal distribution of oxygen levels in the lower Ruhr, water year 2017

verhältnisse spiegeln sowohl die inzwischen seit Jahren geringe organische Belastung des Ruhrwassers als auch die kaum noch vorhandene planktische Primärproduktion wider.

Mineralische Inhaltsstoffe

Erwartungsgemäß sind durch den außerordentlich niedrigen mittleren Abfluss im Berichtszeitraum die Gehalte vor allem von **Chlorid** aber geringfügig auch von **Sulfat** im Vergleich zu den Vorjahren angestiegen. Die diesjährigen durchschnittlichen Konzentrationen betragen 57 mg/l Chlorid (2016: 48 mg/l) bzw. 37 mg/l Sulfat (2016: 36 mg/l). Die beiden Anionen **Fluorid** und **Bromid** (nicht grafisch dargestellt) lagen mit 0,09 bzw. 0,07 mg/l in den gleichen Konzentrationsbereichen wie im Vorjahr.

Auch die Erdalkalimetallkationen **Calcium** und **Magnesium** werden durch das Abflussgeschehen beeinflusst. So lagen die mittleren Konzentrationen von 42 mg/l Ca und 7,4 mg/l Mg um etwa 10 % höher als die Mittelwerte der letzten 18 Jahre. Mit einem mittleren **Härtegrad** von 1,3 mmol/l ist das Wasser auch im Jahr 2017 wie in den letzten Jahren als „weich“ einzustufen.

Nährstoffe

Die Intensität der photoautotrophen Primärproduktion in Gewässern wird weitestgehend durch die Verfügbarkeit der beiden Nährstoffe Stickstoff und Phosphor bestimmt. In den letzten Jahrzehnten sind die Konzentrationen dieser beiden Stoffe in der Ruhr deutlich zurückgegangen. Dies wurde vor allem durch den weiteren Ausbau der Kläranlagen mit einer verbesserten Phosphor- und Stickstoffelimination erreicht.

Im Abflussjahr 2017 war mit 0,09 mg/l ein niedriger mittlerer Gehalt für **Gesamtphosphor** (TP) in der Ruhr bei Essen vorhanden. Die höchste Konzentration trat beim Abflussmaximum mit einem Gehalt von 0,43 mg/l auf. Auffällig waren die niedrigen Konzentrationen um 0,07 mg/l TP in den letzten drei Monaten des Abflussjahres, als sich bei mittleren Abflüssen von 56 m³/s mit nur geringen Schwankungen eine von diffusen Einträgen und Remobilisierungen nahezu unbeeinflusste Phosphorkonzentration einstellte. Ähnliche Verhältnisse waren auch beim **ortho-Phosphat-Phosphor** (o-PO₄-P) vorhanden (grafisch nicht dargestellt). Lediglich während der Frühjahrsentwicklung des Phytoplanktons im April/Mai 2017 sank die Konzentration für zwei Wochen unter 0,03 mg/l o-Phosphat-Phosphor. Im Durchschnitt betrug die Konzentration wie im Vorjahr 0,06 mg/l o-Phosphat-Phosphor.

Der mittlere **Nitrat-Stickstoffgehalt** lag um 0,1 mg/l über dem langjährigen Minimum von 2,5 mg/l. Die Maximalgehalte bis zu 3,6 mg/l traten nur im Winterhalbjahr bei kühlen Wassertemperaturen unter 8 °C auf, welche die Geschwindigkeit von Denitrifikationsprozessen im Gewässersediment verminderten. Im Sommerhalbjahr nahm die Denitrifikation wieder zu, und die Nitrat-Stickstoffkonzentrationen blieben bis Anfang Oktober 2017 stets unterhalb des Jahresmittelwerts.

Das niedrige Konzentrationsniveau für **Ammonium-Stickstoff** der letzten Jahre wurde auch im Abflussjahr 2017 mit einem mittleren Gehalt von 0,04 mg/l bestätigt. In den kälteren Wintermonaten und hier vor allem in der abflussreichen Phase Ende Februar/Anfang März waren erhöhte Konzentrationen bis zu 0,15 mg/l NH₄-N vorhanden. Die höchste aufgetretene Konzentration für NH₃-N von 0,0023 mg/l wurde in der zweiten Januarwoche 2017 erreicht. Diese lag noch um eine Zehnerpotenz unterhalb des Konzentrationsbereichs von 0,024 bis 0,040 mg/l NH₃-N, der als schädigend für die Fischbrut gilt.

Organische Summenparameter

Zur Beurteilung des Wassers in der Ruhr hinsichtlich der organischen Belastung werden mehrere Summenparameter herangezogen. Dazu gehören der Biochemische Sauerstoffbedarf (BSB₅), die chemische Oxidierbarkeit mittels Kaliumdichromat als Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB), der Organisch Gebundene Kohlenstoff (TOC), der Spektrale Absorptionskoeffizient (SAK) bei 254 nm und die Adsorbierbaren Organisch Gebundenen Halogene (AOX). Im Folgenden wird die Ruhrwasserbeschaffenheit anhand einiger dieser Kenngrößen charakterisiert.

Aufgrund nur einer Periode mit einem nennenswerten Abflussanstieg im Februar, der zu einer Remobilisierung und einem Eintrag auch von biochemisch abbaubaren Material führte, blieb der **BSB₅ (ohne ATH)** im Winterhalbjahr mit im Mittel 1,7 mg/l noch unter dem schon niedrigen Vorjahreswert von 1,9 mg/l. Im Sommerhalbjahr stieg der BSB₅ lediglich während des Frühjahrsmaximums der Algenentwicklung im April/Mai bis auf 3,6 mg/l an, wobei sowohl das Sommer- als auch das Jahresmittel geringfügig höher als im Vorjahr waren.

Auch für den **Chemischen Sauerstoffbedarf** und den **Gesamten Organisch Gebundenen Kohlenstoff** wurden die diesjährigen Maxima bei dem Abflussmaximum im Februar mit 34,6 mg/l bzw. 17,0 mg/l gemessen. Im weiteren Jahresverlauf bewegten sich die Konzentrationen für CSB und TOC im Bereich des langjährigen Mittelwerts bzw. während der Trockenwetterphasen leicht über diesem. Die mittleren Konzentrationen haben sich im Vorjahresvergleich nicht verändert.

Die verschiedenen organischen Halogenverbindungen, die durch die Einleitung gereinigter kommunaler Abwässer und über diffuse Quellen in die Fließgewässer gelangen, werden durch den Summenparameter **Adsorbierbare Organisch Gebundene Halogene** (AOX) erfasst. Schon seit mehreren Jahren beträgt der mittlere AOX-Gehalt um 7 µg/l. Die Messwerte in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen für AOX lagen im Abflussjahr 2017 zwischen < 5 bis 35 µg/l (6. Januar 2017). Wie dieser traten die höchsten Werte während andauernder abflussarmer Perioden auf.

Schwermetalle

Schwermetallbelastungen der Gewässer haben unterschiedliche Ursachen, wie Auswaschungen oder Abtrag natürlich vorkommender Gesteine und Böden sowie Einleitungen industrieller und kommunaler Abwässer. Inzwischen liegen die Schwermetallkonzentrationen seit vielen Jahren auf einem sehr niedrigen Niveau. Im Folgenden wird über die prioritären Stoffe Blei und Nickel sowie das prioritär gefährliche Cadmium berichtet. Diese werden nach den Vorgaben der Oberflächengewässerverordnung in der filtrierten Probe bewertet. Weiterhin wurde die unfiltrierte Probe auf Chrom, Kupfer und Zink sowie auf den prioritär gefährlichen Stoff Quecksilber (nicht grafisch dargestellt) analysiert.

Die **Bleikonzentrationen** sind stark vom Abflussgeschehen abhängig. So traten die höchsten Konzentrationen mit bis zu 23 µg/l in der unfiltrierten und bis zu 0,55 µg/l in der filtrierten Probe während des Abflussmaximums im Februar 2017 auf. Die extrem niedrigen Durchschnittswerte von 0,83 µg/l Pb_{ges.} und 0,12 µg/l Pb_{filtr.} waren auf die geringen Schwankungen bei einem niedrigen Abflussniveau zurückzuführen.

Die Maximalkonzentrationen für **Cadmium** betragen in der unfiltrierten Probe 0,75 µg/l und für den gelösten Anteil 0,06 µg/l. Im Vergleich zum Vorjahr sank im Jahr 2017 das arithmetische Mittel um 0,02 µg/l auf 0,05 µg/l Cd_{ges.} Dies ist nach dem Jahr 2015 das zweite Mal, dass solch ein niedriger Mittelwert in der Ruhr bestimmt wurde.

Kupfer kann auf sehr unterschiedliche Arten in die Gewässer gelangen. Für die Kupferbelastung der Ruhr sind gewerblich-industrielle Emissionen ebenso zu betrachten wie Einträge z. B. aus Kupferrohrleitungen über häusliche Abwässer. Der Kupfergehalt blieb deutlich unter den Werten von vor gut zehn Jahren und erreichte mit einem Durchschnittswert von 3,4 µg/l im diesjährigen Abflussjahr beinahe das außerordentlich niedrige

Niveau des Jahres 2015 (3,3 µg/l). Das Maximum von 30 µg/l wurde am 24. Februar 2017 gemessen.

Die Belastung der Ruhr mit **Nickel** wird wesentlich durch Emissionen aus metallbe- und -verarbeitenden Betrieben verursacht. Wie bei den übrigen Schwermetallen trat das Maximum für Nickel_{ges.} mit 15 µg/l im Februar 2017 auf. Der Höchstgehalt für die filtrierte Probe von 5,0 µg/l Ni_{filtr.} wurde gegen Ende der vier Monate langen Niedrigwasserperiode Mitte November 2017 gemessen. Die Durchschnittswerte lagen mit 2,5 µg/l Ni_{ges.} und 2,0 µg/l Ni_{filtr.} wie in den Vorjahren auf einem sehr niedrigen Niveau.

Der **Chromgehalt** spielt in der Ruhr seit vielen Jahren keine große Rolle mehr. Die höchste Konzentration von 11 µg/l Cr_{ges.} wurde ebenfalls im Februar registriert. Der Durchschnittswert war mit 0,6 µg/l Cr_{ges.} deutlich niedriger als in den beiden Vorjahren.

Quecksilber (nicht grafisch dargestellt) ist im Einzugsgebiet der Ruhr in der Wasserphase ohne Bedeutung. Die höchste Konzentration von 0,048 µg/l wurde während des Abflussmaximums gemessen. Auch oberhalb der seit dem Jahr 2013 eingeführten niedrigen Bestimmungsgrenze von 0,005 µg/l konnte Quecksilber nur in knapp 10 % der Wasserproben bestimmt werden.

Zink ist von Natur aus nur in sehr geringen Konzentrationen im Wasser enthalten. Der größte Teil gelangt durch anthropogene Verunreinigungen in die Gewässer. So kann das Metall aus verzinkten Rohren und Regenrinnen herausgelöst werden. In der Ruhr spielen allerdings vor allem geogene Belastungen aus Grubenwässern des ehemaligen Erzabbaus im Oberlauf der Ruhr eine wichtige Rolle. Auch für Zink wurden mit einer durchschnittlichen Konzentration von 14 µg/l und einem Maximalwert von 160 µg/l im Vergleich zu den Vorjahren geringfügig niedrigere Werte gemessen.

Ergebnisse der wöchentlichen Ruhruntersuchungen

Das Bild 3.5 zeigt die Summenhäufigkeitskurven der Untersuchungsergebnisse relevanter Parameter für die organische Belastung (CSB) und die Nährstoffbelastung (NH₄-N, TP) an den sechs Probenahmestellen an der Ruhr von Wildshausen bis Duisburg-Aakerfähre für die vier Dekaden von 1970 bis 2010 und das aktuelle Abflussjahr. Es ist offensichtlich, dass sich die in den 1970er Jahren merkliche Belastung der Ruhr im Betrachtungszeitraum sehr deutlich vermindert hat. Das Jahr 2017 war eines der abflussärmsten Jahre mit langen Niedrigwasserphasen, was vor allem im Oberlauf (Wildshausen) insgesamt zu höheren CSB-Konzentrationen führte. Diese stiegen bei einem Starkregen im Juli sogar bis auf 39 mg/l an. Im weiteren Fließverlauf waren diese Verhältnisse allerdings nicht mehr festzustellen. Sowohl die Konzentrationen von Ammonium-Stickstoff als auch die von Gesamt-Phosphor zeigten im gesamten Fließverlauf noch niedrigere Werte als in den beiden Vorjahren. Mit den Gehalten vor dem Jahrhundertwechsel sind

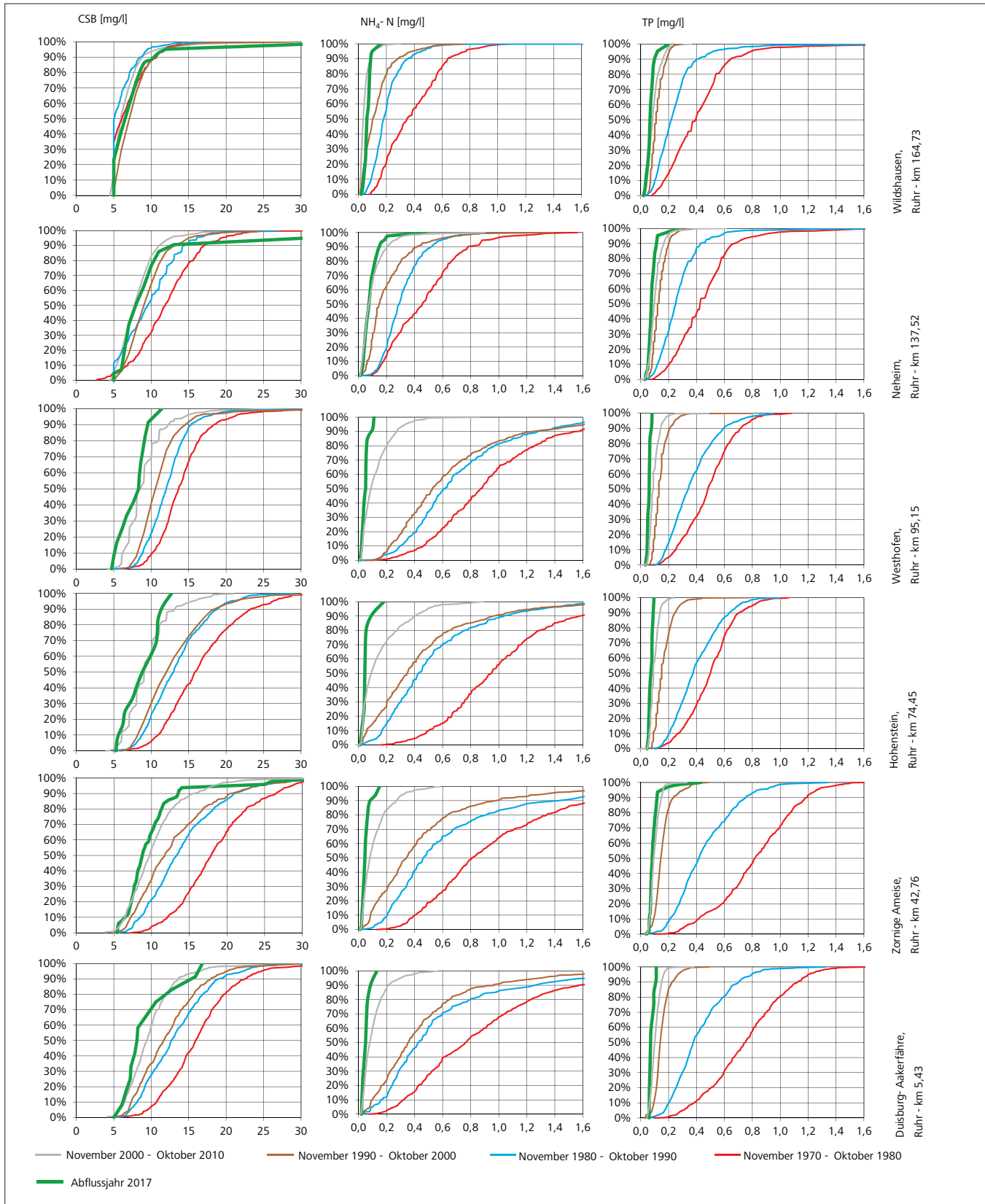


Bild 3.5: Ruhrwasserbeschaffenheit nach den Ergebnissen der wöchentlichen Ruhruntersuchung, dargestellt als Summenhäufigkeiten
 Fig. 3.5: Ruhr water quality according to the results of weekly examinations, shown as cumulative frequencies

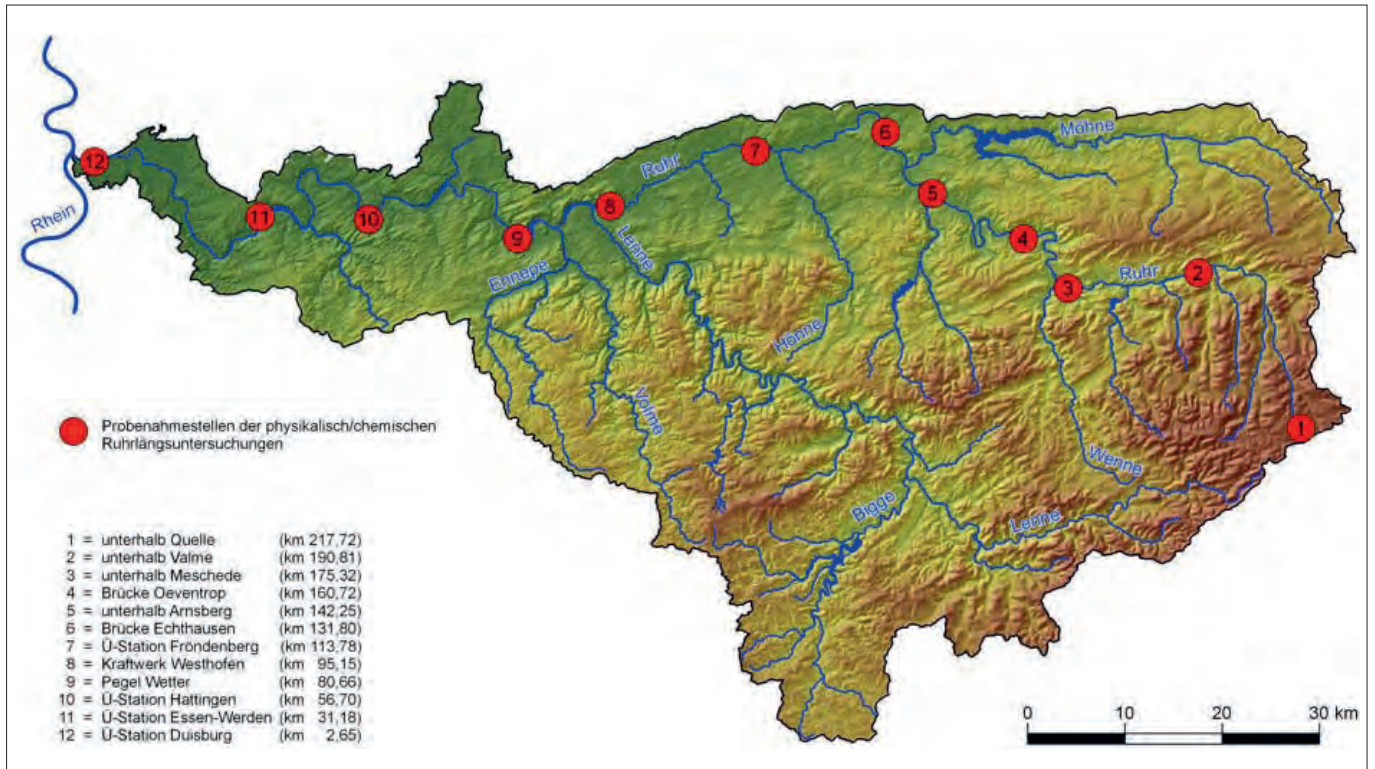


Bild 3.6: Geografische Lage der zwölf Probenahmestellen der Ruhrlängsuntersuchungen. Quelle: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2008

Fig. 3.6: Location of the 12 sampling points for quality monitoring along the Ruhr. Source: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2008

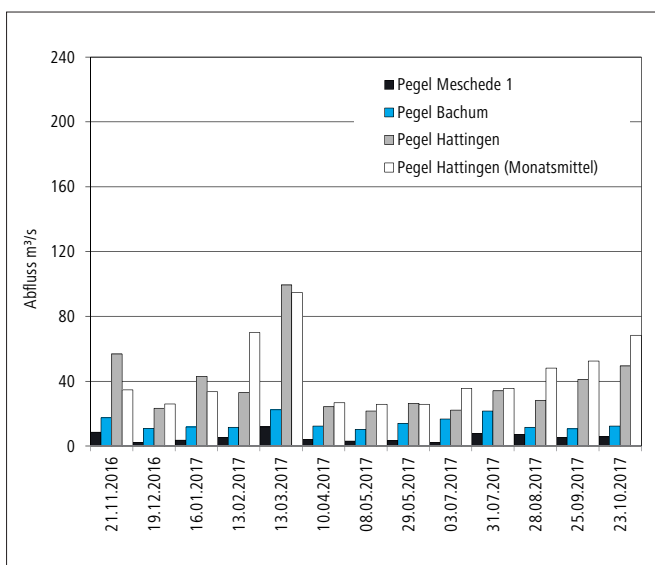


Bild 3.7: Abflüsse an den Pegeln Meschede 1, Bachum und Hattingen an den Probenahmestellen des Abflussjahres 2017 (Tagesmittelwerte)

Fig. 3.7: Ruhr runoff at the gauging stations Meschede, Bachum and Hattingen at the sampling points of 2017 (daily means)

die aktuellen Werte nicht mehr vergleichbar. Hier werden die Erfolge der kontinuierlich durchgeführten abwassertechnischen Maßnahmen, wie u. a. der Ausbau und die Optimierung von Kläranlagen sowie der Bau von Niederschlagswasserbehandlungsanlagen, deutlich sichtbar.

Ergebnisse der physikalisch-chemischen Ruhrlängsuntersuchungen

Die geographische Lage der zwölf Probenahmestellen ist in Bild 3.6 dargestellt. Die ersten fünf Probenahmeorte befinden sich zwischen der Ruhrquelle und der Mündung der Möhne. Drei weitere Messstellen liegen auf der Strecke von der Möhнемündung bis zur Wehranlage des Harkortsees. Im Abschnitt bis zur Mündung in den Rhein befinden sich die restlichen vier Probenahmestellen. Die Flusskilometerangaben basieren auf der 3. Auflage der Gewässerstationierung des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) [3.5].

In Bild 3.7 sind die **Abflusstagesmittelwerte** der Ruhrpegel Meschede 1, Bachum und Hattingen an den zwölf Untersu-

[3.5] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV): Gewässerstationierungskarte des Landes Nordrhein-Westfalen (GSK3B, 3. Auflage, 31. Juli 2006)

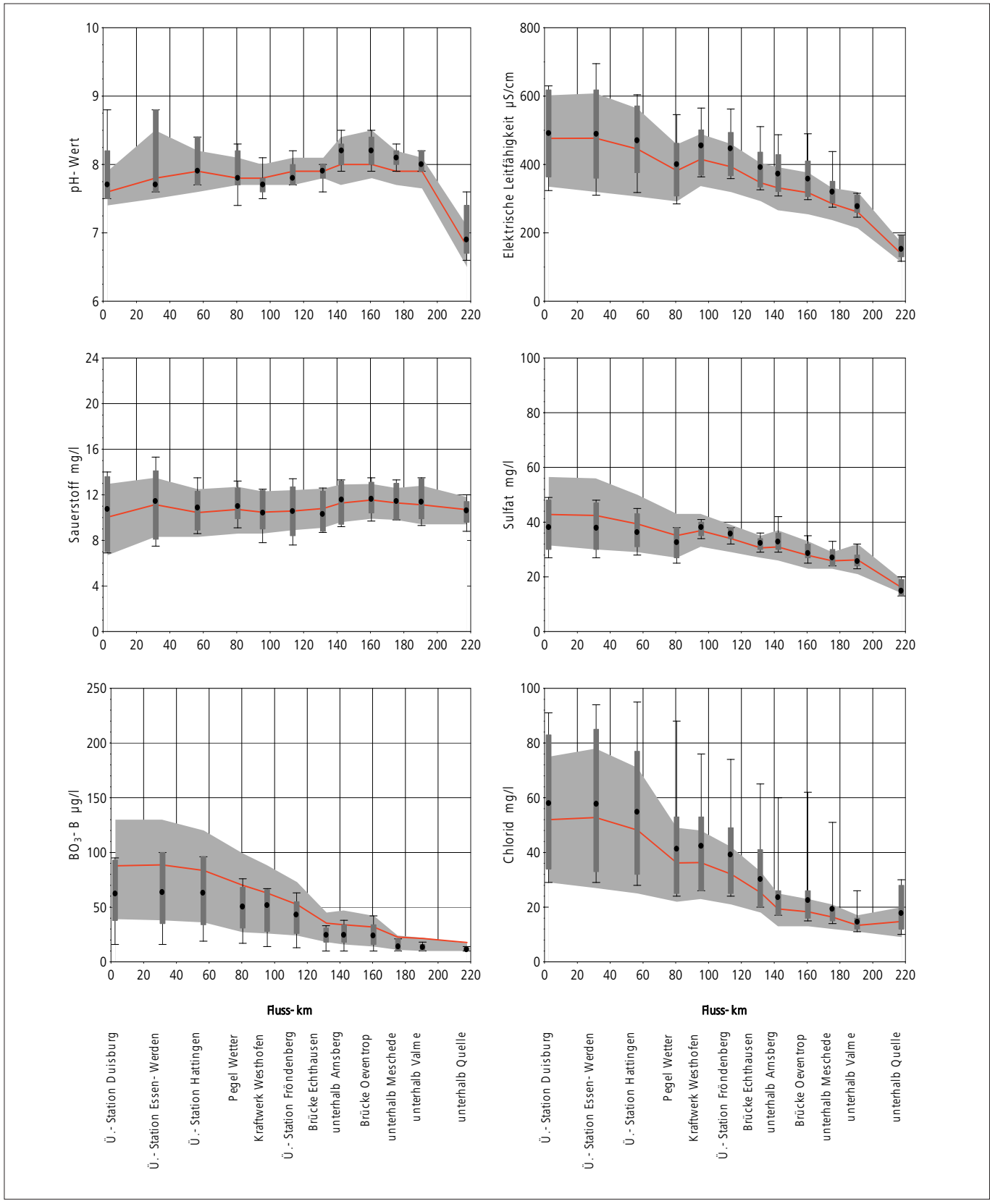


Bild 3.8: Ruhrlängsuntersuchungen im Abflussjahr 2017, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen
 Fig. 3.8: Examinations along the Ruhr during the runoff year 2017, statistical data of selected parameters

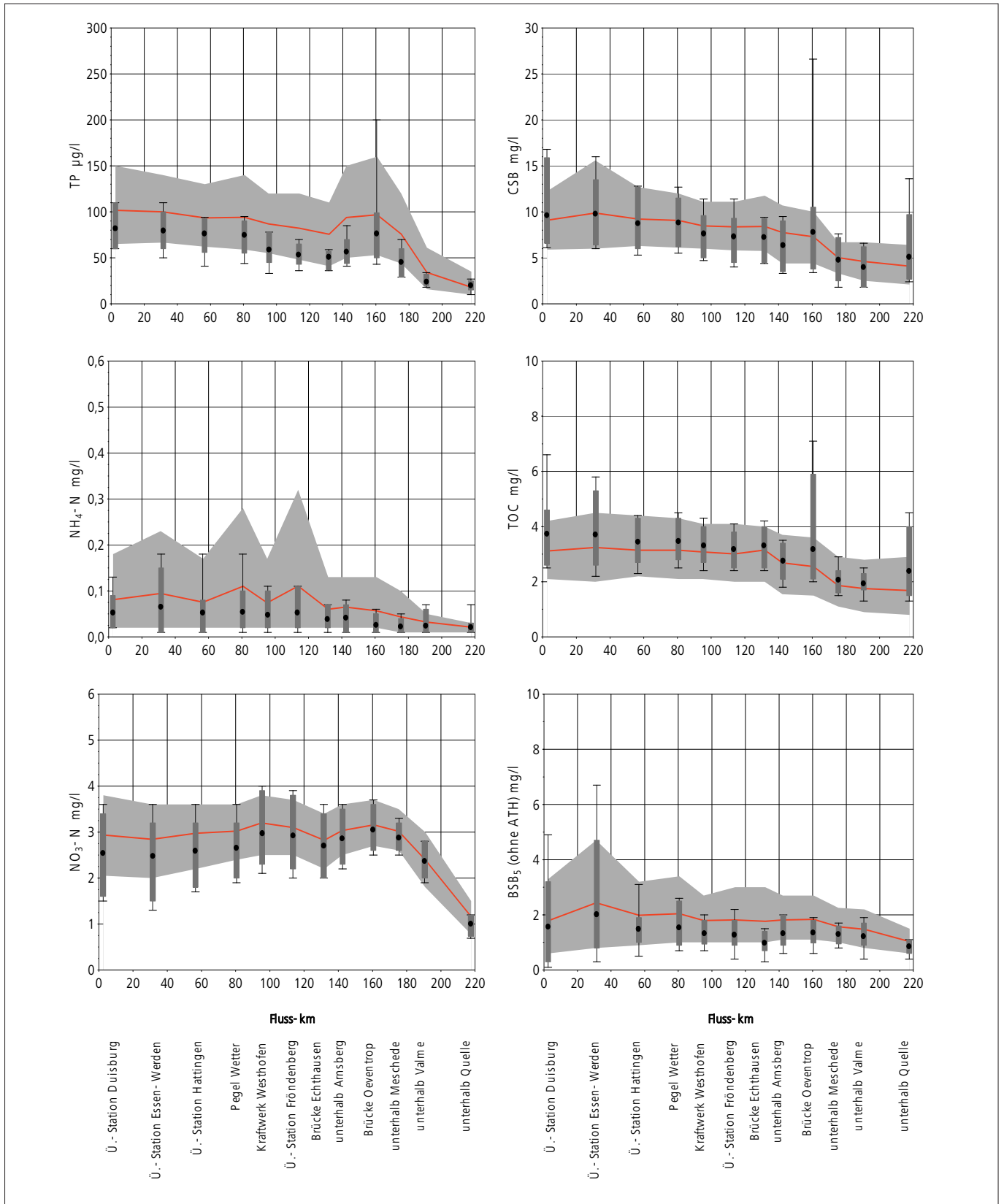


Bild 3.8: Ruhrlängsuntersuchungen im Abflussjahr 2017, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen
 Fig. 3.8: Examinations along the Ruhr during the runoff year 2017, statistical data of selected parameters

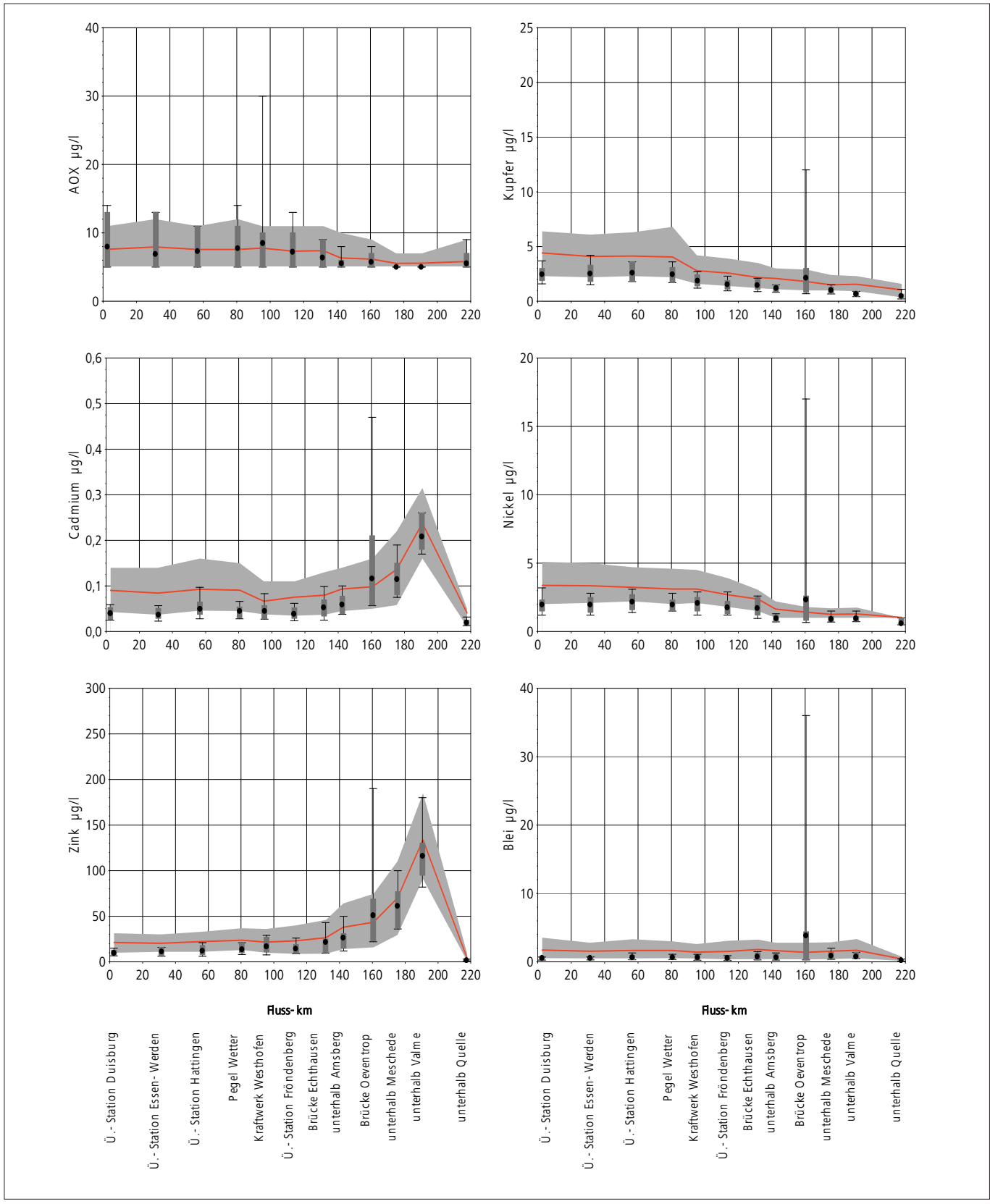


Bild 3.8: Ruhrlängsuntersuchungen im Abflussjahr 2017, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen
 Fig. 3.8: Examinations along the Ruhr during the runoff year 2017, statistical data of selected parameters

chungsterminen sowie die Monatsmittelwerte am Pegel Hattingen im Abflussjahr 2017 abgebildet. Die Abflussverhältnisse am Pegel Hattingen lagen an den Untersuchungstagen im Mittel lediglich um 10 % unter dem Jahresdurchschnitt. Die hohen Abflüsse in der letzten Februarwoche 2017, als auch das Abflussmaximum von 274 m³/s auftrat, wurden mit der Probenahme Mitte Februar nicht erfasst. So betrug der Abfluss am Probenahmetag lediglich knapp die Hälfte des Monatsmittels. In den Sommermonaten war der Tagesabfluss am Probenahmetag tendenziell etwas geringerer als das entsprechende Monatsmittel.

In Bild 3.8 sind die statistischen Daten der untersuchten Kenngrößen für das Abflussjahr 2017 und die Jahre 2002 bis 2016 im so genannten „Box-Whisker-Diagramm“ dargestellt. Die grau hinterlegte Fläche entspricht den 10- und 90-Perzentilen, die rote Linie den arithmetischen Mittelwerten (pH-Wert als Median) der langjährigen Betrachtung. Die Minima und Maxima für das Jahr 2017 entsprechen den Endpunkten der Linien. Die grauen Balken repräsentieren den Bereich zwischen den 10- und 90-Perzentilen des Jahres 2017. Das arithmetische Mittel (2017) wird durch den schwarzen Punkt abgebildet.

Allgemeine physikalisch-chemische Kenngrößen

Die Mediane der **pH-Werte** entsprachen an der Quelle sowie zwischen Echthausen und dem Baldeneysee weitestgehend den in den Vorjahren ermittelten Verhältnissen mit einer leichten Tendenz zu niedrigeren Werten im Mittel- und Unterlauf der Ruhr. Im Abschnitt zwischen Valmemündung und Arnsberg, in dem sich vor allem bei Niedrigwasserverhältnissen benthische Makrophyten und Diatomeen ansiedeln, waren verhältnismäßig hohe pH-Werte festzustellen. Darüber hinaus traten während des Frühjahrsmaximums der Phytoplanktonentwicklung im April/Mai im Unterlauf der Ruhr pH-Werte bis zu 8,8 auf, ein im Vergleich zu den 1990er Jahren noch relativ niedriger Wert.

Die vom Abfluss beeinflusste **Elektrische Leitfähigkeit** nimmt in der Ruhr auf Grund anthropogener und geogener Einflüsse von der Quelle (Mittelwert: 192 µS/cm) bis zum Kraftwerk Westhofen (Mittelwert: 455 µS/cm) kontinuierlich zu. Auf diesem Gewässerabschnitt waren wegen der langen Niedrigwasserphasen insgesamt um bis zu 50 µS/cm höhere Werte vorhanden als im langjährigen Vergleich. Durch die Zuflüsse der ionenärmeren Lenne und Volme nahm die Elektrische Leitfähigkeit lokal um etwa 10 % ab. Im Unterlauf (ab Ruhr-km 60) stieg diese unter anderem durch die Aufnahme der Grubenwässer des ehemaligen Bergwerks „Robert Müser“ wieder an. Die höchsten Werte von 695 und 630 µS/cm wurden in Essen-Werden und vor der Mündung in den Rhein registriert.

Mineralische Inhaltsstoffe

Die wesentlichen mineralischen Bestandteile der Ruhr sind die Kationen Calcium, Magnesium, Natrium und Kalium sowie die Anionen Chlorid, Sulfat, Nitrat und Hydrogenkarbonat. Die

Gehalte sowohl der Anionen als auch der Kationen werden stark vom Abfluss geprägt und nehmen analog zur Elektrischen Leitfähigkeit mit zunehmender Fließstrecke zu.

Im betrachteten Abflussjahr wurden für **Sulfat** im Ober- und Mittellauf im langjährigen Vergleich durchschnittliche und ab dem Pegel Wetter sogar unterdurchschnittliche Konzentrationen gemessen. Damit waren ähnliche Verhältnisse wie im Jahr zuvor vorhanden. Dagegen zeigten die **Chloridgehalte** über die gesamte Fließstrecke Werte, die etwa 10 % über dem langjährigen Mittel lagen. Das Gleiche galt auch für die jeweiligen Perzentile, die durchgängig die langjährigen Werte überschritten. Hier wurden der Einfluss der niedrigen Abflüsse und die damit einher gehende geringere Verdünnung besonders deutlich. Auf den letzten 80 Ruhrkilometern wurden Maximalwerte zwischen 88 und 95 mg/l Chlorid (2016: bis zu 86 mg/l) gemessen. Beim Sulfat lagen selbst die Maxima mit bis zu 49 mg/l weit unter den zugehörigen 90-Perzentilen.

Die Maximalkonzentrationen der Anionen **Fluorid** und **Bromid** betragen wie in den letzten Jahren 0,11 mg/l Fluorid bzw. 0,13 mg/l Bromid (diese und folgende Stoffe grafisch nicht dargestellt). Die Gehalte der Kationen **Calcium**, **Magnesium**, **Natrium** und **Kalium** bewegten sich ebenfalls auf dem Niveau der Vorjahre.

Nährstoffe

Neben den Komponenten Licht, Kohlenstoff, Aufenthaltszeit und gegebenenfalls Silicium sind für die Produktion pflanzlicher Biomasse (Makrophyten, planktische und benthische Algen) in Gewässern die Nährstoffe Phosphor und Stickstoff unentbehrlich. Da sich in der Ruhr ausreichend Stickstoff, meist in Form von Nitrat, befindet, stellt Phosphor den limitierenden Faktor dar. Im Folgenden wird auf die langjährige Entwicklung der Kenngrößen Gesamtphosphor, Nitrat- und Ammonium-Stickstoff eingegangen. Im Kapitel 5 werden die Auswirkungen von biotischen und abiotischen Komponenten auf die trophische Situation ausführlich dargestellt.

Über die gesamte Fließstrecke der Ruhr erreichten die durchschnittlichen **Phosphorkonzentrationen** im Berichtszeitraum mit 80 % des Niveaus der letzten 15 Jahre sehr niedrige Werte. An fast allen Probenahmestellen lagen über 90 % der Messwerte (90 Perzentile) noch unter dem langjährigen Mittelwert. Zum Teil galt dies auch für die Maxima. Lediglich das Maximum an der Brücke Oeventrop, das auf den schon erwähnten Starkregen Ende Juli 2017 zurückzuführen war, und vier weitere Einzelwerte an den Überwachungsstationen Duisburg und Essen-Werden erreichten 100 µg/l TP oder mehr. Der für die Primärproduktion wichtige Anteil an gelöstem Phosphor schwankt je nach Abflussgeschehen und Biomasseauf- bzw. -abbau. Der mittlere Anteil von o-Phosphat-Phosphor am Gesamtphosphor bewegte sich mit 55 % im Bereich des langjährigen Mittels. Im Bereich der gestauten Ruhr waren aufgrund der Algenentwicklungen und des folgenden Biomasseabbaus größere Schwankungen als im Oberlauf vorhanden.

Auch im diesjährigen Abflussjahr bestätigten sich in der gesamten Ruhr die niedrigen Konzentrationen für **Ammonium-Stickstoff**. Der Maximalwert von 0,18 mg/l wurde am 16. Januar 2017 in der unteren Ruhr an den Probenahmestellen Pegel Wetter, Hattingen und Essen-Werden gemessen, als niedrige Temperaturen den Prozess der Nitrifikation verlangsamten. Bis zur Brücke Echthausen betrug die mittleren Gehalte maximal 0,04 mg/l NH₄-N. Auf der weiteren Fließstrecke wurden mit Ausnahme der Probenahmestelle Überwachungsstation Essen-Werden (0,07 mg/l) im Mittel 0,05 mg/l NH₄-N erreicht. Wie schon in den Vorjahren unterschreiten die diesjährigen Ammonium-Stickstoffkonzentrationen die Durchschnittskonzentrationen der letzten 15 Jahre. Die mittleren Konzentrationen für **Nitrat-Stickstoff** blieben im Berichtszeitraum an allen Messstellen unterhalb von 3,0 mg/l und bestätigten das erreichte niedrige Niveau der letzten Jahre.

Organische Summenparameter

Die organische Belastung der Ruhr wird hier durch die Parameter BSB₅ (ohne ATH), CSB und TOC sowie AOX beschrieben. Die Gehalte, die im Verlauf der vergangenen Jahre stark abgenommen haben, werden von den Emissionen sowie durch das Abflussgeschehen und die Planktonentwicklung im Gewässer beeinflusst.

Beim Betrachten der Werte fallen die hohen Maxima von 26,6 bzw. 7,1 mg/l für den **CSB** und **TOC** an der Probenahmestelle Brücke Oeventrop im Oberlauf der Ruhr auf. Hier traten 1,5 Tage vor der Probenahme am 31. Juli 2017 lokal Starkniederschläge im Bereich der Oberen Ruhr auf, die innerhalb kurzer Zeit auf eine Verdreifachung des Abflusses auf 13,6 m³/s führten. Die Folgen war eine durch oberflächennahe Abschwemmungen hervorgerufene Erhöhung der an Feststoff gebundenen Substanzen. Auch an der Probenahmestelle etwa 3 km unterhalb der Ruhrquelle waren diese Auswirkungen erkennbar. Im weiteren Text wird deutlich, dass nicht nur die organischen Parameter sondern auch andere Verbindungen davon betroffen waren. Beim **BSB₅ (ohne ATH)** war dieser Anstieg allerdings nicht festzustellen. Offensichtlich handelte es sich um biochemisch schwer abbaubares Material, wie z. B. die mit Harz überzogenen Nadeln von Fichten, die in diesem Bereich häufig vorkommen. In der Ruhr waren unterhalb des Baldeneysees während des Frühjahrsmaximums der Algenentwicklung im April/Mai 2017 temporär Konzentrationen bis zu 6,7 mg/l BSB₅ vorhanden. Insgesamt blieb die mittlere organische Belastung der Ruhr im Bereich der langjährigen Betrachtung der letzten 15 Jahre, beim BSB₅ sogar über die gesamte Fließstrecke darunter.

Die mittleren **AOX-Gehalte** bewegten sich im Fließverlauf der Ruhr in einem Bereich zwischen < 5,0 und 8,4 µg/l. Nur 6 % aller Messungen übertrafen einen Gehalt von 10 µg/l mit einem Maximum von 30 µg/l am 16. Januar 2017 an der Probenahmestelle Kraftwerk Westhofen. In knapp der Hälfte der Proben konnte AOX allerdings nicht nachgewiesen werden. Dieses niedrige Niveau der AOX-Konzentrationen, das schon

seit vielen Jahren in der Ruhr vorhanden ist, ist trotz einiger weniger Ausreisser positiv zu bewerten.

Schwermetalle

Die Konzentrationen der human- und ökotoxikologisch bedeutsamen Schwermetalle Blei, Cadmium, Nickel, Kupfer und Zink werden ebenfalls in Bild 3.8 dargestellt. Zu dieser Gruppe zählen auch die Metalle Chrom und Quecksilber, die jedoch aufgrund der seit vielen Jahren niedrigen Gehalte in der Ruhr hier nicht mehr grafisch dargestellt werden.

Auch bei den hier abgebildeten Schwermetallen wird der Einfluss der lokalen Starkregenfälle Ende Juli auf die Konzentrationen deutlich. Die lokal aufgetretenen Maxima an der Probenahmestelle Brücke Oeventrop waren zum Teil über zehnmal so hoch wie die sonstigen Werte an dieser Stelle. So ist der Bereich um Ruhr-km 160 die einzige Stelle, an der auch die mittleren Konzentrationen oberhalb der langjährigen Werte lagen. An den übrigen Stellen traten nur vereinzelt Gehalte oberhalb der jeweiligen Durchschnittskonzentration der letzten 15 Jahre auf. Die Gehalte der Metalle **Cadmium** und **Zink**, die im Oberlauf der Ruhr lokal durch die Einträge aus dem ehemaligen Erzbergbau in den Einzugsgebieten von Valme und Elpe beeinflusst werden, haben in den letzten Jahren auch aufgrund niedriger Abflüsse abgenommen. Die mittleren Konzentrationen von **Kupfer**, **Nickel** und **Blei** erreichten an fast allen Probenahmestellen die bis dato niedrigsten gemessenen Werte.

Zusammenfassende Bewertung

In der Tabelle 3.4 sind relevante Parameter, die entsprechend der OGewV und des Leitfadens NRW bewertet werden (siehe Kapitel 2), für die insgesamt 13 untersuchten Messstellen im Ruhrverlauf zusammengestellt. Ergänzend ist weiter unten eine Bewertung für die Lennemündung aufgeführt, die allerdings auf Grund einer nur zehnmönatigen Probenahme nicht das gesamte Abflussjahr abbildet und daher nur als Orientierung dienen kann (11 statt üblicherweise 13 Probenahmen). Für die Bewertung organischer Spurenstoffe, die in der letzten Spalte als auffällig aufgeführt sind, wird auf Kapitel 7 verwiesen.

Die Anforderung der OGewV für die Wassertemperatur im Winter (Dezember bis März) wurde in der mittleren und unteren Ruhr zwischen Arnsberg und der Mündung nur Ende März geringfügig für das Abflussjahr 2017 überschritten. Im übrigen Zeitraum wurden an allen Messstellen die Anforderungen für die Wassertemperaturen eingehalten. Der vorgeschriebene pH-Wert von 8,5 wurde zwischen Essen Rellinghausen und der Ruhrmündung je einmal knapp überschritten. Somit wurde bei 290 von insgesamt 293 Messungen der in der OGewV vorgeschriebenen pH-Bereich eingehalten. Die Mindestanforderung für die Sauerstoffkonzentration von 7,0 mg/l wurde bis auf eine Messung von 6,9 mg/l an der Station Duisburg Ende Juli 2017 bei allen Untersuchungen im Abflussjahr 2017 im gesamten Ruhrverlauf eingehalten.

Tabelle 3.4: Bewertung der Ruhruntersuchungen des Abflussjahres 2017 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) bzw. der Anlagen D4 und D5 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW
 Table 3.4: Evaluation of Ruhr examinations in the water year 2017 based on the Surface Water Regulation (OGewV) and the appendices D4 and D5 of the "Guidelines on monitoring surface waters" issued by the State of North Rhine-Westphalia

LANUV Messstellen - Nummer	Gewässer	Probennahmestellen - Bezeichnung	Ruhr- km	Untersuchungen (n)	ACP										UQN					Weitere Stoffe aus den Anl. 6 und 8 der OGewV sowie gesetzlich nicht verbindliche Stoffe mit Bewertungen von mäßig * gesetzlich nicht verbindliche Stoffe, Leitfaden Anl. D4			
					OGewV Anl. 7										OGewV Anl. 8						OGewV Anl. 6		
					Wassertemperatur	pH- Wert	Ammonium- Stickstoff	Gesamtposphor	Sauerstoff	Chlorid	Sulfat	TOC	Eisen	Blei gelöst	Cadmium gelöst	Nickel gelöst	Quecksilber	PFOS	Nitrat- Stickstoff	Kupfer*	Zink*	Silber gelöst	
Essen- Rellinghausen																							
505110	Ruhr	Essen-Rellinghausen	42,76	133																			Pyren, lomeprol, lopamidol, Iopromid, Diclofenac, Ibuprofen, Clarithromycin
Ruhrlängsuntersuchungen																							
400014	Ruhr	unterhalb Quelle	217,72	13																			Pyren
687560	Ruhr	unterhalb Valme	190,81	13																			
401201	Ruhr	unterhalb Meschede	175,32	13																			
687571	Ruhr	Brücke Oeventrop	160,72	13																			Benzo[a]pyren, Pyren, Amidotrizoesäure, Ibuprofen
	Ruhr	unterhalb Arnsberg	142,25	13																			Amidotrizoesäure, lopamidol, Ibuprofen
402102	Ruhr	Brücke Echthausen	131,80	13																			Amidotrizoesäure, lopamidol, Ibuprofen, Dichlorvos
	Ruhr	Ü-Station Fröndenberg	113,78	13																			Pyren, Amidotrizoesäure, lomeprol, lopamidol, Iopromid, Ibuprofen, Clarithromycin
	Ruhr	Kraftwerk Westhofen	95,15	13																			Amidotrizoesäure, lomeprol, lopamidol, Iopromid, Diclofenac, Ibuprofen, Clarithromycin
503253	Ruhr	Pegel Wetter	80,66	13																			Pyren, lomeprol, lopamidol, Iopromid, Diclofenac, Ibuprofen, Clarithromycin
	Ruhr	Ü-Station Hattingen	56,70	13																			Benzo[a]pyren, Fluoranthen, Pyren, Amidotrizoesäure, lomeprol, lopamidol, Iopromid, Ibuprofen, Clarithromycin
	Ruhr	Ü-Station Essen-Werden	31,18	13																			Pyren, Amidotrizoesäure, lomeprol, lopamidol, Iopromid, Diclofenac, Ibuprofen
320754	Ruhr	Ü-Station Duisburg	2,65	13																			Pyren, Amidotrizoesäure, lomeprol, lopamidol, Iopromid, Diclofenac, Ibuprofen, Clarithromycin
Lenne																							
422903	Lenne	vor Mündung in die Ruhr	2,74	11																			Pyren, Amidotrizoesäure, lomeprol, lopamidol, Iopromid, Diclofenac, Ibuprofen

OGewV Flussgebietspezifische Schadstoffe, Ökologischer Zustand (Anl. 6)
 OGewV Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (Anl. 7)
 Leitfaden NRW (Anl. D4)

sehr gut
 gut
 mäßig

OGewV Prioritäre Stoffe, Chemischer Zustand (Anl. 8)

eingehalten
 nicht eingehalten
 nicht bewertet

Die mittleren Konzentrationen für Chlorid und Sulfat an den einzelnen Messstellen lagen in einem Bereich zwischen 15 und 38 mg/l Sulfat bzw. 15 und 58 mg/l Chlorid. Die Anforderungen für den guten Zustand gemäß Anlage 7 der OGewV für Chlorid (200 mg/l) und Sulfat (220 mg/l) werden mit großem Abstand eingehalten. Für Fluorid gibt es keine Vorgaben nach der Oberflächengewässerverordnung. Daher wird für Fluorid als Orientierungswert der Grenzwert von 1,5 mg/l der TrinkwV herangezogen, der an allen Messstellen weit unterschritten wird.

Der Jahresdurchschnitt für den BSB₅ (ohne ATH) blieb an allen Messstellen deutlich unter 2,0 mg/l, womit der für die Beurteilung des ökologischen Zustands nach der OGewV definierte Orientierungswert von 3 mg/l eingehalten wird. Die mittleren Gehalte für den TOC unterschritten im gesamten Ruhrverlauf stets 4,0 mg/l und damit deutlich die Anforderung der OGewV für TOC von 7 mg/l.

Ein mittlerer Gehalt für Gesamtphosphor von 0,10 mg/l, die Anforderung für den guten Zustand, wurde an allen Probenahmestellen unterschritten. Zwischen dem Quellbereich und Meschede blieben die Jahresmittelwerte sogar unter 0,05 mg/l TP. Entsprechend der OGewV können in diesem Jahr diese drei Messstellen mit „sehr gut“ und die übrige Ruhr mit „gut“ bewertet werden. Beim o-Phosphat-Phosphor erreichten alle Messstellen den guten Zustand. Die UQN der OGewV, die der Anforderung der Trinkwasserverordnung von 11,3 mg/l Nitrat-Stickstoff (50 mg/l Nitrat) entspricht, wurde mit lokalen Mittelwerten von 0,9 bis 2,6 mg/l Nitrat-Stickstoff erneut im gesamten Ruhrverlauf sicher eingehalten. Der Wert von $\leq 0,04$ mg/l NH₄-N der Anlage 7 der OGewV wurde auf den ersten 90 Ruhrkilometern nicht überschritten, so dass eine Bewertung mit „sehr gut“ erfolgt. Auf der weiteren Fließstrecke wird zwar diese Anforderung knapp überschritten, der „gute“ Zustand allerdings sicher eingehalten.

Das lokale Niederschlagsereignis Ende Juli im Hochsauerlandkreis und die damit einhergehenden Konzentrationsanstiege der Schwermetalle an der Messstelle Brücke Oeventrop beeinflussen hier stark die Mittelwertbildung, allerdings ausschließlich für den Gesamtgehalt und nicht für den gelösten Anteil. Würde man dieses Ereignis aus der Mittelwertbildung für die Gesamtprobe herausnehmen, wären bei allen Metallen historische Tiefstwerte zu verzeichnen.

Die bewertungsrelevanten Konzentrationen des bioverfügbaren (hier gelösten) Anteils von Blei und Nickel blieben in der gesamten Ruhr mit Mittelwerten bis 0,17 µg/l Pb_{filtr.} (Pegel Hattingen) bzw. 1,9 µg/l Ni_{filtr.} (Essen-Werden) weit unter den Umweltqualitätsnormen (1,2 µg/l Pb_{filtr.} bzw. Ni: 4 µg/l Ni_{filtr.}) der OGewV. Das Gleiche gilt für Cadmium mit Ausnahme der Probenahmestelle unterhalb der Valmemündung, an der mit 0,20 µg/l Cd_{filtr.} die UQN von 0,15 µg/l Cd_{filtr.} überschritten wurde. Auf der weiteren Fließstrecke gehen die Gehalte wieder zurück und erreichen ein konstant niedriges Niveau. Die Anforderung für Quecksilber von 0,07 µg/l in der Wasserphase wird im gesamten Fließverlauf der Ruhr sicher eingehalten.

Die in der Anlage D4 des Leitfadens NRW gesetzlich nicht verbindlich geregelten Stoffe Chrom und Kupfer sowie der flussgebietspezifische Schadstoff Silber halten den sehr guten bzw. guten Zustand ein. Das wie Cadmium über den ehemaligen Erzbergbau im Oberlauf der Ruhr eingetragene Zink weist über eine Strecke von etwa 100 Ruhrkilometern einen mäßigen mit Tendenz zum guten Zustand auf. Ab dem Pegel Wetter wird aber auch für dieses im Oberlauf überwiegend geogen eingetragene Metall der gute Zustand erreicht.

Die Ergebnisse an der Mündung der Lenne zeigen hinsichtlich der Bewertung ein ähnliches Bild wie der Ruhrabschnitt oberhalb des Zusammenflusses. Lediglich für Kupfer wurde hier der sehr gute Zustand im Vergleich zur Ruhr verfehlt. Insgesamt stellen sich die Lenne (im Mündungsbereich) und die Ruhr als Gewässer dar, die trotz der anthropogenen Einflüsse aus Bevölkerung, Landwirtschaft und Industrie die genannten Anforderungen an den guten Zustand nach OGewV ganz überwiegend erfüllen.

4 Monitoring gemäß EG-WRRL der Ruhr und ihrer Nebengewässer

Physikalisch-chemische Untersuchungen gemäß EG-WRRL

Gemäß Europäischer Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) sind Fließgewässer mit Teileinzugsgebieten größer 10 km² berichtspflichtig und somit im Rahmen des Gewässermonitorings hinsichtlich ihres Zustands zu untersuchen. Im Ruhreinzugsgebiet sind dies 122 Gewässer, die sich auf neun Planungseinheiten verteilen. Im Rahmen der Vereinbarung zwischen dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) und dem Ruhrverband zum gemeinsamen operativen Monitoring nach EG-WRRL wurden im Berichtszeitraum 41 Gewässer in acht Planungseinheiten untersucht. Dazu zählen die Planungseinheit Möhne, Obere Ruhr 1, Mittlere Ruhr, Obere Lenne, Untere Lenne, Bigge, Volme sowie Untere Ruhr. Der Ruhrverband beteiligte sich dabei an 25 Gewässern mit insgesamt 42 Probenahmestellen. Die weiteren 45 Messstellen wurden vom LANUV bereits 2016 untersucht. In Bild 4.1 sind die Fließgewässer und die jeweiligen Messstellen in den Planungseinheiten kartografisch dargestellt. Dazugehörige Stammdaten

sowie die entsprechenden Untersuchungshäufigkeiten sind Tabelle 4.1 zu entnehmen. In Tabelle 4.2 sind relevante Parameter enthalten, die nach den Kriterien der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) [4.1] und weiterer Anforderungen, wie z. B. der Anlage D4 [4.2] des Leitfadens NRW, bewertet wurden (siehe Kapitel 2).

Planungseinheit Untere Ruhr

Diese Planungseinheit (A_{EG} : 651 km²) zeichnet sich stark durch die städtische und industrielle Prägung aus. Die Ruhr wurde hier lediglich an der Probenahmestelle Mülheim-Kahlenberg untersucht. Mineralische und organische Inhaltsstoffe wurden in geringen Konzentrationen gemessen und erreichen den guten Zustand. Die untersuchten Parameter Blei, Cadmium, Nickel, Quecksilber und Nitrat-Stickstoff werden mit "sehr gut"

- [4.1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV) Berlin, Juni 2016
- [4.2] Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW (Hrsg.): Leitfaden Monitoring Oberflächengewässer, www.flussgebiete.nrw.de/die-monitoringleitfaeden-7423, 2014 (Zugriff 29. März 2018), Anhang D4: www.flussgebiete.nrw.de/node/7724, 2014 (Zugriff 29. März 2018), Anhang D5: www.flussgebiete.nrw.de/die-monitoringleitfaeden-7423, 2016 (Zugriff 29. März 2018)

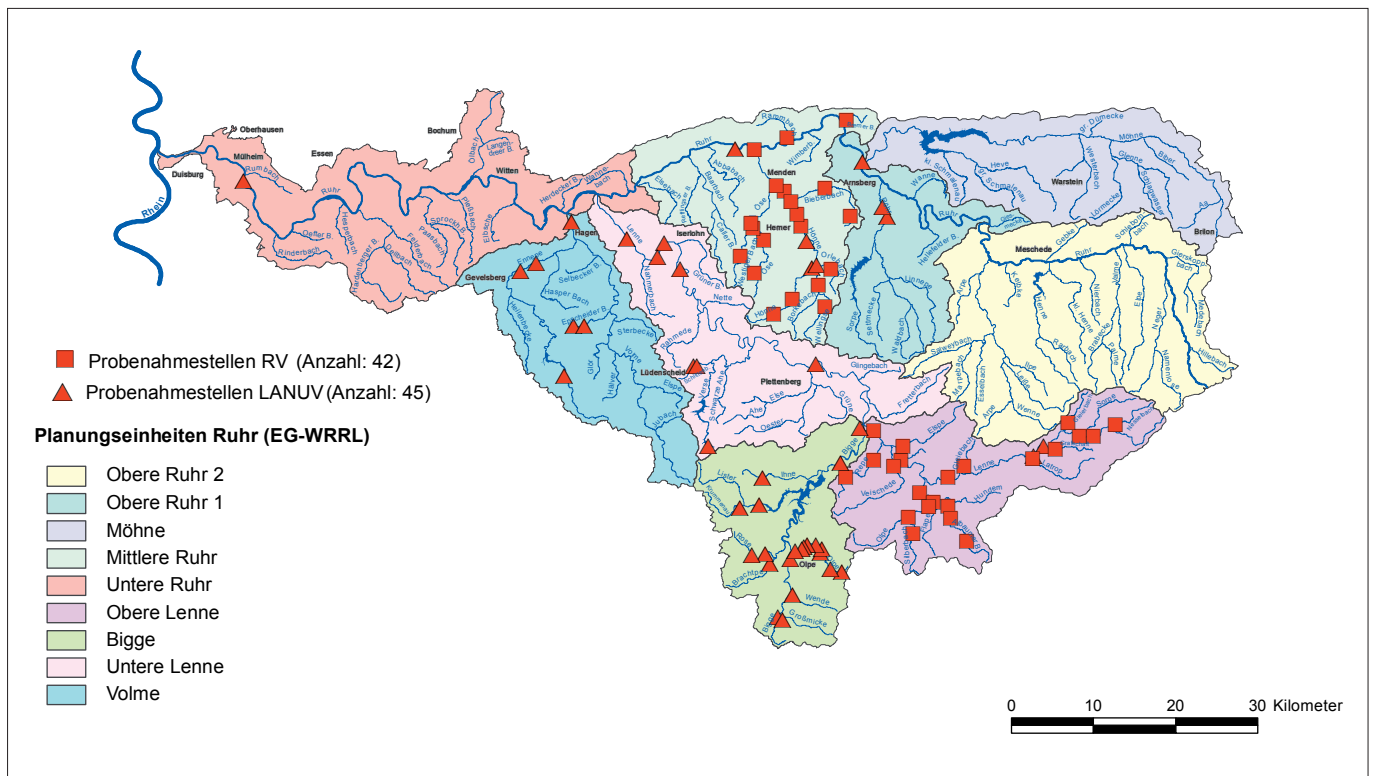


Bild 4.1: Lage der im Jahr 2016 und 2017 untersuchten Fließgewässer einschließlich der jeweiligen Probenahmestellen. Quelle: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2015

Fig. 4.1: Location of the flowing waters monitored in 2016 and 2017 by Ruhrverband and LANUV including the respective sampling points. Source: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2015

Tabelle 4.1: Ausgewählte Stammdaten der in den Jahren 2016 und 2017 physikalisch-chemisch untersuchten Gewässer
 Table 4.1: Selected master data for the waters physico-chemically examined in the years 2016 and 2017

Gewässer	Gewässer- kennzahl	Gesamtfläche (AE0) km ²	Länge km	Messstellen Anzahl	Untersuchungen Anzahl
Planungseinheit 1000: Untere Ruhr					
Ruhr	276	650,6	99,0	1	13
Planungseinheit 1100: Volme					
Volme	2768	427,8	50,5	1	13
Ennepe	27688	187,3	42,1	3	12
Epscheider Bach	276876	15,4	6,1	2	8
Planungseinheit 1200: Bigge					
Bigge	27664	369,2	44,6	4	20
Großmicke	2766414	23,0	7,9	1	4
Wende	2766416	22,2	6,9	1	4
Olpe	276642	35,9	10,3	9	36
Brachtpe	276644	51,0	10,5	1	4
Rose	2766442	26,2	8,1	2	8
Lister	276646	70,0	19,0	1	4
Krummenau	2766464	16,6	8,2	1	4
Ihne	276648	44,4	12,2	1	4
Planungseinheit 1300: Untere Lenne					
Lenne	2766	528,7	73,6	5	28
Schlittenbach	2766852	7,3	5,2	2	8
Verse	27668	79,8	24,6	1	4
Planungseinheit 1400: Obere Lenne					
Lenne	2766	456,8	55,5	6	23
Elspe	276634	42,5	12,1	1	4
Flape	276626	11,8	8,8	1	4
Gleiderbach	276616	10,9	7,1	1	4
Gleiebach	2766198	10,1	5,0	1	4
Grafschaft	276618	12,3	6,4	1	4
Heinsberger Bach	2766242	17,4	8,8	3	12
Hundem	27662	128,7	14,5	1	4
Nesselbach	2766129	10,7	1,0	1	4
Repe	276638	26,3	11,4	2	8
Rohrbach	276628	47,0	15,4	2	8
Silberbach	2766286	18,1	9,8	1	4
Sorpe	276614	16,7	10,3	1	4
Veischede	276636	42,7	16,6	1	4
Planungseinheit 1500: Mittlere Ruhr					
Ruhr	276	505,0	32,8	1	17
Hönne	2764	261,7	33,5	9	36
Bieberbach	27646	31,4	14,4	3	12
Borkebach	27644	42,3	11,6	1	4
Bremer Bach	27634	11,7	4,3	1	4
Latrop	2766192	30,0	11,0	1	4
Orlebach	276444	10,9	7,3	1	4
Öse	27648	63,6	19,6	5	20
Rrammbach	27638	18,0	7,0	1	4
Wellingse	276442	15,4	9,0	1	4
Westiger Bach	276484	16,8	9,4	1	4
Planungseinheit 1700: Obere Ruhr 1					
Röhr	27618	203,3	28,9	2	6
Planungseinheit 1800: Möhne					
Möhne	2762	468,6	65,1	1	14
Summe					
		5086	865	87	398

Tabelle 4.2: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2016 und 2017 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) bzw. der Anlagen D4 und D5 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW
 Table 4.2: Evaluation of water examinations in 2016 and 2017 based on the Surface Water Regulation (OGewV) and the appendices D4 and D5 of the "Guidelines on monitoring surface waters" issued by the State of North Rhine-Westphalia

LANUV Messstellen - Nummer	Gewässer	Probenahmestelle - Bezeichnung	Fluss- km	ACP										UQN					Weitere Stoffe aus den Anl. 6 und 8 der OGewV sowie gesetzlich nicht verbindliche Stoffe mit Bewertungen von mäßig * gesetzlich nicht verbindliche Stoffe, Leitfaden Anlage D4				
				OGewV Anl. 7										OGewV Anl. 8						OGewV Anl. 6			
				Wassertemperatur	pH- Wert	Ammonium- Stickstoff	Gesamtphosphor	Sauerstoff	Chlorid	TOC	Eisen	Blei gelöst	Cadmium gelöst	Nickel gelöst	Quecksilber	PFOS	Nitrat- Stickstoff	Kupfer*	Zink*	Selen gelöst	Silber gelöst	Thallium gelöst	
Planungseinheit 1000 - Untere Ruhr																							
22810	Ruhr	Mülheim-Kahlenberg	14,34																				Benzo[a]pyren, lomeprol, lopamidol, Iopromid, Diclofenac, Clarithromycin
Planungseinheit 1100 - Volme																							
441200	Volme	vor Mündung	1,27																				Benzo[a]pyren, Fluoranthen, lomeprol, lopamidol, Iopromid, Diclofenac, Clarithromycin
441820	Epscheider B.	oh. Breckerfeld	5,66																				
688289	Epscheider B.	uh. KA Breckerfeld	4,16																				
442306	Ennepe	oh. Ennepetalsperre	32,02																				
442963	Ennepe	oh. KA Gevelsberg	8,88																				
443001	Ennepe	bei Vogelsang	6,47																				Nitrit-Stickstoff, Iomeprol, lopamidol, Iopromid, Diclofenac, Ibuprofen, Clarithromycin, Erythromycin, Sulfamethoxazol
Planungseinheit 1200 - Bigge																							
431801	Bigge	uh. Rothemuehle	38,70																				
432003	Bigge	Pegel Rueblinghausen	29,05																				
432209	Bigge	uh. Attendorf	8,31																				
432404	Bigge	vor Mündung	0,62																				Iomeprol
432507	Großmicke	vor Mündung	0,61																				
432600	Wende	vor Mündung	0,06																				
432611	Olpe	oh. Altenkleusheim	9,33																				
432635	Olpe	uh. KA Altenkleusheim	7,82																				Nitrit-Stickstoff
432647	Olpe	Carl Imhäuser	4,95																				
432659	Olpe	uh. Fa. Carl Imhäuser	4,43																				
432702	Olpe	uh. Stachelau	3,55																				
432738	Olpe	uh. Fa. Thyssen	2,40																				
432740	Olpe	uh. Fa. Schlösser	1,83																				
432751	Olpe	uh. Fa. G Imhäuser	1,49																				
432805	Olpe	vor Mündung	0,65																				
432908	Brachtpe	in Berlinghausen	2,80																				
687819	Rose	in Drolshagen	4,18																				
433068	Rose	uh. Drolshagen	1,82																				
433408	Lister	oh. Listertalsperre	5,40																				
433457	Krummenau	vor Mündung	0,48																				
433550	Ihne	uh. KA Valbert	8,82																				

OGewV Flussgebietspezifische Schadstoffe, Ökologischer Zustand (Anl. 6)

OGewV Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (Anl. 7)

Leitfaden NRW (Anl. D4)

	sehr gut
	gut
	mäßig

OGewV Prioritäre Stoffe, Chemischer Zustand (Anl. 8)




	eingehalten
	nicht eingehalten
	nicht bewertet

Tabelle 4.2: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2016 und 2017 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) bzw. der Anlagen D4 und D5 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW
 Table 4.2: Evaluation of water examinations in 2016 and 2017 based on the Surface Water Regulation (OGewV) and the appendices D4 and D5 of the "Guidelines on monitoring surface waters" issued by the State of North Rhine-Westphalia

LANUV Messstellen - Nummer	Gewässer	Probenahmestelle - Bezeichnung	Fluss- km	ACP										UQN					Weitere Stoffe aus den Anl. 6 und 8 der OGewV sowie gesetzlich nicht verbindliche Stoffe mit Bewertungen von mäßig * gesetzlich nicht verbindliche Stoffe, Leitfaden Anlage D4					
				OGewV Anl. 7										OGewV Anl. 8						OGewV Anl. 6				
				Wassertemperatur	pH-Wert	Ammonium-Stickstoff	Gesamtphosphor	Sauerstoff	Chlorid	TOC	Eisen	Blei gelöst	Cadmium gelöst	Nickel gelöst	Quecksilber	PFOS	Nitrat-Stickstoff	Kupfer*	Zink*	Selen gelöst	Silber gelöst	Thallium gelöst		
Planungseinheit 1300 - Untere Lenne																								
421900	Lenne	oh. Eiringhausen	57,79																					
422605	Lenne	in Nachrodt	19,90																					
422708	Lenne	bei Genna	14,39																					
422757	Lenne	uh. KA Iserlohn-Letmathe	12,25																					
422800	Lenne	Pegel Hohenlimburg	6,90																					Benzo[a]pyren, lomeprol, Iopamidol, Iopromid, Diclofenac
435454	Schlittenbach	oh. KA Lüdens.-Schlittenb.	2,46																					
435466	Schlittenbach	uh. KA Lüdens.-Schlittenb.	2,08																					Nitrit-Stickstoff, Bor
687297	Verse	oh. Fürwiggetalsperre	23,76																					
Planungseinheit 1400 - Obere Lenne																								
420128	Nesselbach	uh. KA Nordenau	1,00																					
420300	Lenne	uh. Oberkirchen	116,20																					
420608	Lenne	uh. Schmallenberg	107,10																					
420657	Lenne	uh. KA Schmallenberg	104,70																					
420955	Lenne	in Langenei bei Peugot	91,00																					
421200	Lenne	bei Germaniahütte	80,90																					
421509	Lenne	bei Bamenohl	75,40																					
420323	Sorpe	vor Mündung	0,10																					
430456	Hundem	in Altenhumdem	2,00																					
430559	Flape	vor Mündung	0,10																					
430602	Heinsb. Bach	uh. Heinsberg	7,90																					
688447	Heinsb. Bach	uh. Niederalbaum	2,68																					
430808	Heinsb. Bach	oh. Würdinghausen	1,10																					
430924	Rohrbach	oh. Zufluss Silberbach	5,50																					
431023	Rohrbach	uh. Hofolpe	1,30																					
431140	Silberbach	bei Breitenbruch	2,50																					
431163	Gleiebach	oh. Fischteiche	1,20																					Barium
431254	Elspe	oh. Lennegraben	1,10																					
431450	Veischede	uh. Bonzel	2,60																					
431631	Repe	uh. Niederhelden	2,60																					
431655	Repe	uh. Repe	7,80																					
688101	Gleiderbach	oh. Gleidorf	1,60																					
688204	Grafschaft	uh. Zufluss Dormecke	0,90																					

OGewV Flussgebietspezifische Schadstoffe, Ökologischer Zustand (Anl. 6)

OGewV Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (Anl. 7)

Leitfaden NRW (Anl. D4)

	sehr gut
	gut
	mäßig

OGewV Prioritäre Stoffe, Chemischer Zustand (Anl. 8)




	eingehalten
	nicht eingehalten
	nicht bewertet

Tabelle 4.2: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2016 und 2017 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) bzw. der Anlagen D4 und D5 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW
 Table 4.2: Evaluation of water examinations in 2016 and 2017 based on the Surface Water Regulation (OGewV) and the appendices D4 and D5 of the "Guidelines on monitoring surface waters" issued by the State of North Rhine-Westphalia

LANUV Messstellen-Nummer	Gewässer	Probenahmestelle-Bezeichnung	Fluss-km	ACP										UQN					Weitere Stoffe aus den Anl. 6 und 8 der OGewV sowie gesetzlich nicht verbindliche Stoffe mit Bewertungen von mäßig * gesetzlich nicht verbindliche Stoffe, Leitfaden Anlage D4					
				OGewV Anl. 7										OGewV Anl. 8						OGewV Anl. 6				
				Wassertemperatur	pH-Wert	Ammonium-Stickstoff	Gesamtphosphor	Sauerstoff	Chlorid	TOC	Eisen	Blei gelöst	Cadmium gelöst	Nickel gelöst	Quecksilber	PFOS	Nitrat-Stickstoff	Kupfer*	Zink*	Selen gelöst	Silber gelöst	Thallium gelöst		
Planungseinheit 1500 - Mittlere Ruhr																								
4108	Ruhr	Fröndenberg	113,76																					Benzo[a]pyren, lomeprol, Iopamidol
416289	Hönne	oh. KA Neuenrade	27,10																					
416381	Hönne	uh. KA Neuenrade 2	25,60																					Nitrit-Stickstoff
416459	Hönne	oh. Zufluss Glaerbach	20,04																					
416502	Hönne	uh. KA Balve	19,42																					
688290	Hönne	oh. KA Balve Binolen	14,95																					
416691	Hönne	uh. Klustensteiner Mühle	12,60																					
416708	Hönne	oh. Lendringsen	10,70																					
416800	Hönne	uh. Lendringsen	7,09																					
417002	Hönne	vor Mündung	0,10																					Bor
417154	Borkebach	Straße nach Mellen	2,70																					
417233	Wellingse	in der Dieken	2,94																					
417312	Orlebach	oh Mellen	2,65																					
686130	Bieberbach	in Ainkhausen	12,49																					Barium, Cobalt, Vanadium
417555	Bieberbach	oh. Zufluss Dombkebach	5,30																					Barium
417506	Bieberbach	vor Mündung	0,20																					Barium
417609	Öse	in Heppingsen	16,00																					
417701	Öse	oh. Sundwig	10,25																					
417804	Öse	oh. Zufluss Westiger Bach	8,10																					
417830	Öse	oh. RÜ Am Simmerauwerk	7,40																					
418006	Öse	vor Mündung	0,10																					Bor
418134	Westiger Bach	Hellestraße	4,60																					
430006	Latrop	vor Mündung	0,10																					
685835	Rambach	vor Mündung	1,20																					
687832	Bremer Bach	bei Waltringen	0,60																					Sulfat
Planungseinheit 1600 - Obere Ruhr 1																								
415406	Röhr	oh. Müschede	5,06																					
415509	Röhr	am Pegel Müschede	3,35																					Barium
Planungseinheit 1800 - Möhne																								
416204	Möhne	vor Mündung	0,15																					

OGewV Flussgebietspezifische Schadstoffe, Ökologischer Zustand (Anl. 6)

OGewV Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (Anl. 7)

Leitfaden NRW (Anl. D4)

	sehr gut
	gut
	mäßig

OGewV Prioritäre Stoffe, Chemischer Zustand (Anl. 8)

	eingehalten
	nicht eingehalten
	nicht bewertet

bewertet. Außerdem ergab sich für die untersuchten Schwermetalle Kupfer, Zink, Silber und Thallium sowie das Halbmetall Selen der gute bzw. sehr gute Zustand. Aufgrund trophischer Prozesse in den Stauseen erfolgt für Sauerstoff eine mäßige Einstufung. Die Kenngrößen PFOS und Benzo[a]pyren erreichen nicht den guten Zustand.

Darüber hinaus werden die gesetzlich nicht verbindlichen Stoffe der Anlage D4 Iomeprol, Iopamidol, Iopromid, Diclofenac und Clarithromycin mit "mäßig" bewertet.

Planungseinheit Volme

Das Einzugsgebiet dieser Planungseinheit (427 km²) ist überwiegend durch Waldflächen geprägt. Neben der Volme selbst wurden die beiden Gewässer Ennepe und Epscheider Bach untersucht. In der Volme vor Mündung in die Ruhr kam es zu Überschreitungen der Anforderungen für die Parameter pH-Wert, Gesamtphosphor und PFOS. Zudem konnten die Parameter Fluoranthen und Iomeprol nicht den guten Zustand einhalten. An der Messstelle Epscheider Bach unterhalb der Kläranlage Breckerfeld wurden erhöhte Konzentrationen an Gesamtphosphor und Zink gemessen. Es erfolgt eine mäßige Bewertung. Zusätzlich führen in der Ennepe bei Vogelsang erhöhte Gehalte an Ammonium-, Nitrit-Stickstoff, Gesamtphosphor und Zink, sowie drei Röntgenkontrastmittel und fünf Arzneistoffen zu Überschreitungen der jeweiligen Anforderung. Die untersuchten Parameter der Probenahmestelle Epscheider Bach oberhalb Breckerfeld und Ennepe oberhalb Kläranlage Gevelsberg halten alle den guten bzw. sehr guten Zustand ein.

Planungseinheit Bigge

Das 369 km² große Einzugsgebiet der Bigge wird wesentlich durch Forst- und Landwirtschaft genutzt. Die Bigge wurde an vier Probenahmestellen untersucht. Dabei wurden die Anforderungen für die Metalle Eisen, Nickel und Silber an der Messstelle unterhalb Rothemühle sowie für Zink an den drei Probenahmestellen Pegel Rüblinghausen, unterhalb Attendorn und vor Mündung überschritten. Zudem lagen erhöhte Nährstoffkonzentrationen am Pegel Rüblinghausen vor. Somit erfolgt für Ammonium-Stickstoff und Gesamtphosphor eine mäßige Bewertung. Neben der Bigge wurden acht weitere Gewässer an 17 Probenahmestellen untersucht. Erhöhte Eisen und Zinkkonzentrationen führen in der Großmücke vor Mündung in die Bigge und in der Olpe oberhalb Altenkleusheim zu Überschreitungen. In der Olpe unterhalb Kläranlage Altenkleusheim verfehlen Ammonium-Stickstoff und Gesamtphosphor den guten Zustand. Zu einer mäßigen Bewertung führen auch erhöhte Kupfer- und Zinkkonzentrationen in der Olpe bei Fluss-km 4,43, sowie erhöhte Kupferkonzentrationen in der Olpe vor der Mündung. Des Weiteren werden die Anforderungen für die Metalle Silber in der Rose unterhalb Drolshagen und für Eisen in der Lister oberhalb der Listertalsperre nicht eingehalten. Zudem lag der pH-Wert in der Lister und in der Krummenau oberhalb des Grenzwertes von pH 8,5. In der Krummenau wurde der Grenzwert für die Wassertemperatur von 8 °C im

Winter überschritten. Neun der 21 Probenahmestellen dieser Planungseinheit halten die Anforderungen der jeweiligen Parameter für den guten bzw. sehr guten Zustand durchgehend ein.

Planungseinheit Untere Lenne

Das Einzugsgebiet dieser Planungseinheit (529 km²) ist überwiegend durch Waldflächen geprägt. Es wurden neben der Lenne zwei weitere Gewässer an insgesamt acht Probenahmestellen untersucht. In der Lenne am Pegel Hohenlimburg konnten die Qualitätsanforderungen für den pH-Wert, PFOS, Benzo[a]pyren sowie die gesetzlich nicht verbindlichen Stoffe Zink, Iomeprol, Iopamidol, Iopromid und Diclofenac nicht eingehalten werden. Darüber hinaus wurden erhöhte Zinkkonzentrationen an den beiden Stellen in der Lenne bei Genna und unterhalb Kläranlage Iserlohn-Letmathe gemessen. Unterhalb der Kläranlage kam es auch zu Überschreitungen für den Parameter Gesamtphosphor. An der Probenahmestelle Schlittenbach (nicht-berichtspflichtiges Gewässer) oberhalb der Kläranlage Lüdenscheid-Schlittenbachtal gab es keine Auffälligkeiten. Unterhalb der Kläranlage führen erhöhte Konzentrationen der Nährstoffe sowie von Kupfer, Zink und Bor zu einer mäßigen Bewertung. Zudem wurde im Sommer der Grenzwert für die Wassertemperatur von 20 °C überschritten. In der Verse waren die Gehalte an Ammonium-Stickstoff, Gesamtphosphor, TOC und Chlorid niedrig und können mit „gut“ bewertet werden. Die Anforderungen für die untersuchten Metalle werden sicher eingehalten.

Planungseinheit Obere Lenne

Das Einzugsgebiet Obere Lenne (456 km²) besteht zu 70 % aus Wald- und Forstflächen. Neben der Lenne selbst wurden 13 weitere Nebengewässer mit insgesamt 23 Probenahmestellen untersucht. Die Konzentrationen an Nährstoffen sowie mineralischen und organischen Inhaltsstoffen lagen an allen Messstellen auf niedrigem Niveau und halten den guten bzw. sehr guten Zustand ein. Darüber hinaus können die Parameter der Anlage 6 und Anlage 8 die jeweilige UQN sicher einhalten. Lediglich an sechs Probenahmeorten führen erhöhte Zinkgehalte zur Überschreitung des Orientierungswertes von 14 µg/l. Im Gleiebach erfolgt für Barium eine mäßige Bewertung.

Planungseinheit Mittlere Ruhr

Die Planungseinheit Mittlere Ruhr umfasst eine Fläche von 503 km² und ist überwiegend durch Waldflächen und ackerbauliche Nutzung geprägt. Es wurden neben der Ruhr zehn weitere Gewässer untersucht. Die Untersuchungen der Ruhr in Fröndenberg ergaben für den Parameter pH-Wert eine mäßige Bewertung. Weitere Kenngrößen der Anlage 7 zeigten keine Auffälligkeiten. Die Schwermetalle Blei, Cadmium, Nickel, Silber und Quecksilber sowie das Halbmetall Selen halten die Grenzwerte der OGeWV sicher ein. Die gesetzlich nicht geregelten Metalle Kupfer und Zink werden hier mit "sehr gut" bzw. "gut" bewertet. Die Anforderungen für PFOS sowie die beiden nicht gesetzlich verbindlichen Kenngrößen Iomeprol

und Iopamidol konnten nicht eingehalten werden. Die Höhne wurde an neun Probenahmestellen untersucht. Fünf der Stellen wiesen erhöhte Konzentrationen an Gesamtphosphor auf. Zusätzlich werden die Gehalte an Ammonium-Stickstoff unterhalb der Kläranlage Neuenrade und unterhalb der Kläranlage Balve mit „mäßig“ bewertet. Auch die gesetzlich nicht geregelten Metalle Kupfer und Zink erreichen an der Messstelle Höhne vor Mündung sowie Zink unterhalb der Kläranlage Balve nur den mäßigen Zustand. Im Bieberbach in Ainkhausen wiesen die Parameter Ammonium-Stickstoff, Gesamtphosphor sowie Eisen erhöhte Konzentrationen auf. Die Bewertung erfolgt in „mäßig“. Zudem kann der gute Zustand für die Parameter Wassertemperatur (22,4 °C) und pH-Wert (pH 8,7) im Bieberbach vor der Mündung nicht eingehalten werden. In der Öse oberhalb des Zuflusses Westiger Bach wurden erhöhte TOC-Gehalte beobachtet. An der Probenahmestelle Öse vor Mündung werden die Anforderungen für den pH-Wert und Ammonium-Stickstoff überschritten. Des Weiteren verfehlen hier die Metalle Kupfer und Zink sowie Zink an der Messstelle oberhalb Regenüberlauf Am Simmerauwerk den guten Zustand. Im Westiger Bach wurden ebenso erhöhte Zinkkonzentrationen gemessen. Zu Überschreitungen der Anforderungen an die Kenngrößen Wassertemperatur und Gesamtphosphor kam es auch im Bremer Bach. Die Gewässer Borkebach, Wellingse, Orlebach, Latrop und Rambach halten die Anforderung der OGeWV für die untersuchten Parameter sicher ein.

Planungseinheit Obere Ruhr 1

Die Planungseinheit Obere Ruhr 1 umfasst eine Fläche von 338 km² und besteht zu knapp zwei Dritteln aus Wald- und Forstflächen. Hier fanden die Untersuchungen an zwei Messstellen in der Röhre, oberhalb Müschede und am Pegel Müschede, statt. Mit Ausnahme von Barium am Pegel Müschede konnte für alle Parameter eine Bewertung in „gut“ bzw. „sehr gut“ erfolgen.

Planungseinheit Möhne

Das 469 km² große Einzugsgebiet der Möhne ist überwiegend durch Waldflächen geprägt. Ein knappes Drittel umfasst landwirtschaftliche Nutzflächen. Wie im Vorjahr erfolgt die Bewertung dieser Planungseinheit lediglich an der Probenahmestelle Möhne vor Mündung in die Ruhr. Die Gehalte an mineralischen und organischen Inhaltsstoffen lagen auf einem niedrigen Niveau. Die Einstufung für TOC und Chlorid erfolgt dadurch in „gut“ bzw. „sehr gut“. Auch für die Nährstoffe Ammonium-, Nitrat-Stickstoff und Gesamtphosphor erfolgt eine sehr gute Bewertung. Die UQN der Anlage 6 und Anlage 8 werden für die untersuchten Parameter, mit Ausnahme für PFOS, sicher eingehalten. Zudem können die Kenngrößen Kupfer und Zink mit „sehr gut“ bewertet werden.

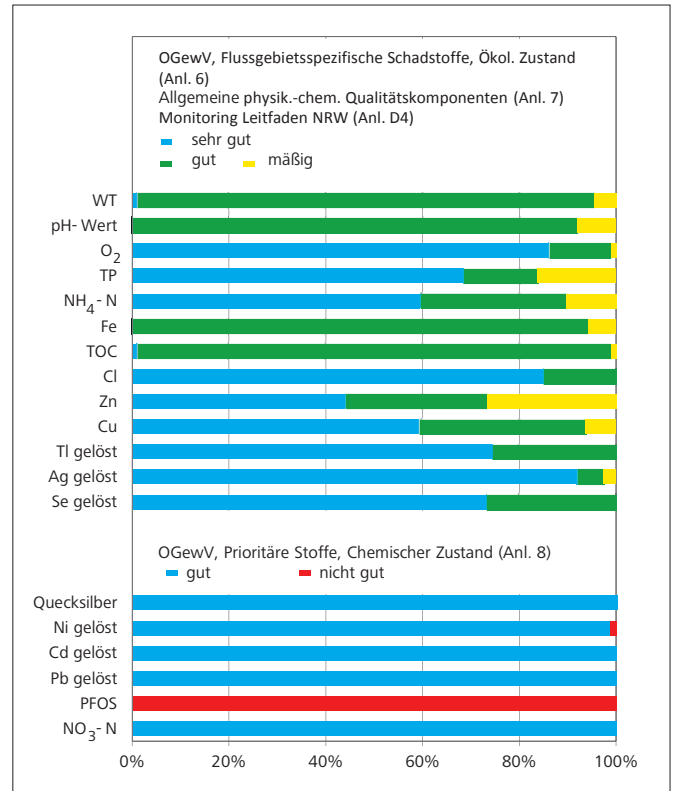


Bild 4.2: Relative Verteilung der Bewertungen ausgewählter Kenngrößen auf der Basis der Oberflächenwasserverordnung (OGeWV Juni 2016)

Fig. 4.2: Relative distribution of evaluations for selected parameters on the basis of the Surface Water Regulation (OGeWV Juni 2016)

Zusammenfassung

Es wurden acht Planungseinheiten mit insgesamt 41 Gewässern untersucht. Bild 4.2 zeigt die Verteilung der Bewertungen der im Jahr 2016 durch das LANUV und 2017 durch den Ruhrverband untersuchten Kenngrößen auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung sowie des Leitfadens des Landes NRW. Für die meisten Parameter, für einen großen Anteil der Probenahmestellen, ergibt sich eine gute oder sehr gute Bewertung. An vier Probenahmestellen lagen für die Wassertemperatur erhöhte und an sieben Messstellen für den pH-Wert erhöhte bzw. niedrige Werte vor. Dies führte zu einer mäßigen Bewertung. Die organische Belastung, ausgedrückt durch den TOC, wird lediglich an einer Messstelle mit „mäßig“ eingestuft. Die relativ gute Bewertung für die Nährstoffe Ammonium-Stickstoff und Phosphor, die im Jahr 2017 nur an acht bzw. zehn Messstellen oberhalb ihrer jeweiligen Orientierungswerte liegen, wird auch durch die bislang bereits vorliegenden Ergebnisse des vierten Monitoringzyklus bestätigt. Erfüllten im dritten Monitoringzyklus von 227 Fließgewässerkörpern – die Talsperren bleiben bei dieser Betrachtung unberücksichtigt – für den Parameter Phosphor 33 Wasserkörper nicht die Anforderungen der Oberflächengewässerverordnung, so ist zu erwarten, dass sich diese Anzahl für den vierten Monitoringzy-

klus auf nur noch 21 verringert. Für Ammonium-Stickstoff ist ebenfalls von einer Verbesserung auszugehen. Allerdings fällt sie mit einer Reduzierung von 21 auf 18 Wasserkörper, die sich hinsichtlich dieses Parameters nicht im guten Zustand befinden, nicht so deutlich aus. In der Gesamtbewertung der Wasserkörper machen sich diese positiven Veränderungen der Gewässerbeschaffenheit in der Regel allerdings kaum bemerkbar, was in der strengen Auslegung des "One out, all out"-Prinzips der Wasserrahmenrichtlinie begründet ist. Der Sauerstoffgehalt erhält lediglich in der Ruhr bei Mühlheim-Kahlenberg eine mäßige Bewertung. Die Kenngrößen Nitrat-Stickstoff sowie die Metalle Blei, Quecksilber und Thallium, die in der gelösten Phase bewertet werden, halten an den jeweils untersuchten Probenahmestellen sicher den guten bzw. sehr guten Zustand ein. Lediglich an einer von 77 beprobten Messstellen kann Nickel die UQN nicht einhalten. Eisen und Kupfer verfehlen fünfmal den guten Zustand. PFOS in der gelösten Phase wies an allen sechs untersuchten Messstellen erhöhte Konzentrationen auf. An 27 % der Probenahmestellen erfolgt für Zink eine mäßige Einstufung. Zusätzlich wurde an ausgewählten Probenahmestellen auf flussgebietspezifische und gesetzlich nicht geregelte Stoffe untersucht. Hierbei handelt es sich um weitere Schwermetalle, Arzneimittel, Diagnostika, Röntgenkontrastmittel, Pflanzenschutzmittel, Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe, Perfluorierte Tenside, Leichtflüchtige Halogenierte Kohlenwasserstoffe und Polychlorierte Biphenyle. In der rechten Spalte der Tabelle 4.2 sind Stoffe mit einer mäßigen Bewertung aufgeführt.

Hydrobiologische Untersuchungen gemäß EG-WRRL – Makrozoobenthos

Seit dem Jahr 2007 wird der Gewässerzustand im Einzugsgebiet der Ruhr auf Basis der kooperativen Mitwirkung des Ruhrverbands beim operativen Gewässermonitoring gemäß EG-WRRL in Form von ökologischen Gewässerzustandskarten dargestellt. Als Datenquellen dienen die Untersuchungsergebnisse aus dem vom Ruhrverband und vom LANUV NRW gemeinsam durchgeführten Gewässermonitoring. Daneben werden Daten berücksichtigt, die im Rahmen der „Integralen Entwässerungsplanung“ (IEP) beim Ruhrverband erhoben wurden („Weitere Untersuchungen des Ruhrverbands“) [4.3]. Diese in räumlich eng begrenzten Gebieten mit hoher Dichte gewonnenen Daten sollen unter Berücksichtigung der Ziele der EG-WRRL helfen, notwendige Maßnahmen im Bereich der Siedlungsentwässerung hinsichtlich Zielerreichung und Aufwand zu optimieren.

Im Folgenden werden zunächst die hydrobiologischen Untersuchungsergebnisse an der Ruhr dargestellt. Daran schließen sich die Befunde des operativen Monitorings an den Nebengewässern an, wozu aufgrund des Monitoringkonzeptes auch einzelne Probenahmestellen in der Ruhr gehören. Die Grundlagen für die Bewertung sind im Kapitel 2 zusammengefasst.

Untersuchungen an der Ruhr

Gewässertypen der Ruhr

Die Ruhr entspringt nordöstlich von Winterberg auf einer Höhe von 674 m als „Grobmaterialreicher silikatischer Mittelgebirgsbach“ (LAWA-Gewässertyp 5). Ab Olsberg-Bigge (km 199,6) wird sie zum Mittelgebirgsfluss (LAWA-Gewässertyp 9 „Silikatischer Mittelgebirgsfluss“), der sich ab dem Zufluss der Röhr (km 141,8) bis zur Mündung in den Rhein als „Großer Fluss des Mittelgebirges“ (LAWA-Gewässertyp 9.2) darstellt.

Von den 219 km der Ruhr sind knapp 60 % des Flusslaufs als erheblich verändert (HMWB – Heavily Modified Water Body) ausgewiesen. Dies betrifft im Wesentlichen die untere Ruhr, in der nutzungsbedingt langsam fließende bzw. gestaute Bereiche überwiegen. In diesen Ruhrabschnitten ist das gute ökologische Potenzial das Entwicklungsziel und nicht die Erreichung des guten ökologischen Zustands.

In Bild 4.3 sind die Ergebnisse der biologischen Untersuchungen des Gewässerzustandes der Ruhr messstellenbezogen für die Module Saprobie und Allgemeine Degradation der Qualitätskomponente Makrozoobenthos dargestellt. Diese Abbildung ist ein Ausschnitt aus dem Gesamtuntersuchungsumfang und gibt einen Überblick über den ökologischen Zustand der Ruhr im Untersuchungszeitraum 2012 bis 2017. Von den 39 dargestellten Probenahmestellen wurden im Jahr 2017 im Rahmen des operativen Monitorings vier Stellen an der unteren und mittleren Ruhr untersucht.

Die Ruhr zeigt saprobiell fast durchgängig einen guten bzw. an zwei dicht beieinander gelegenen Stellen - unterhalb des Möhnezufusses und oberhalb der Kläranlage (KA) Arnsberg-Neheim - sogar einen sehr guten Zustand. Das heißt, sie ist dort saprobiologisch leitbildkonform. Drei Stellen im Unterlauf der Ruhr an der Ruhrbrücke in Dahlhausen (SI: 2,27), an der Mendener Brücke (SI: 2,29) und oberhalb RÜB Raffelberg (SI: 2,27) überschreiten im Jahr 2017 knapp die gewässertypische Klassengrenze für den guten saprobiellen Zustand von 2,25. Ursache ist hier nicht mehr allein, wie noch vor der Jahrtausendwende der Fall, die hohe Dichte an Phyto- und Zooplankton, die als sogenannte „Autosaprobie“ durch ihren Stoffwechsel und vor allem bei ihrem Absterben den Sauerstoffhaushalt der Ruhr unterhalb des Baldeneysees und damit auch das Makrozoobenthos deutlich belastet haben. Denn durch Nährstofflimitierung sind seit diesem Zeitpunkt hohe Planktondichten selten geworden. Verstärkt wird dieser Prozess durch die Einwanderung der Asiatischen Korbchenmuschel *Corbicula* [4.4],

[4.3] Jardin, N., Weyand, M., Podraza, P.: Mit der Integralen Entwässerungsplanung zum guten Gewässerzustand. In: Pinnekamp, J. (Hrsg.): Gewässerschutz-Wasser-Abwasser Band 236: 48. Essener Tagung, Aachen 15. – 17. April 2015, Seite 10/1 bis 10/16, Aachen 2015, ISBN 978-3-938996-42-3

[4.4] Ruhrverband: Vorkommen und Bedeutung der neozoischen Korbchenmuschel *Corbicula* in der Ruhr. Ruhrgütebericht 2016, S. 99 - 104

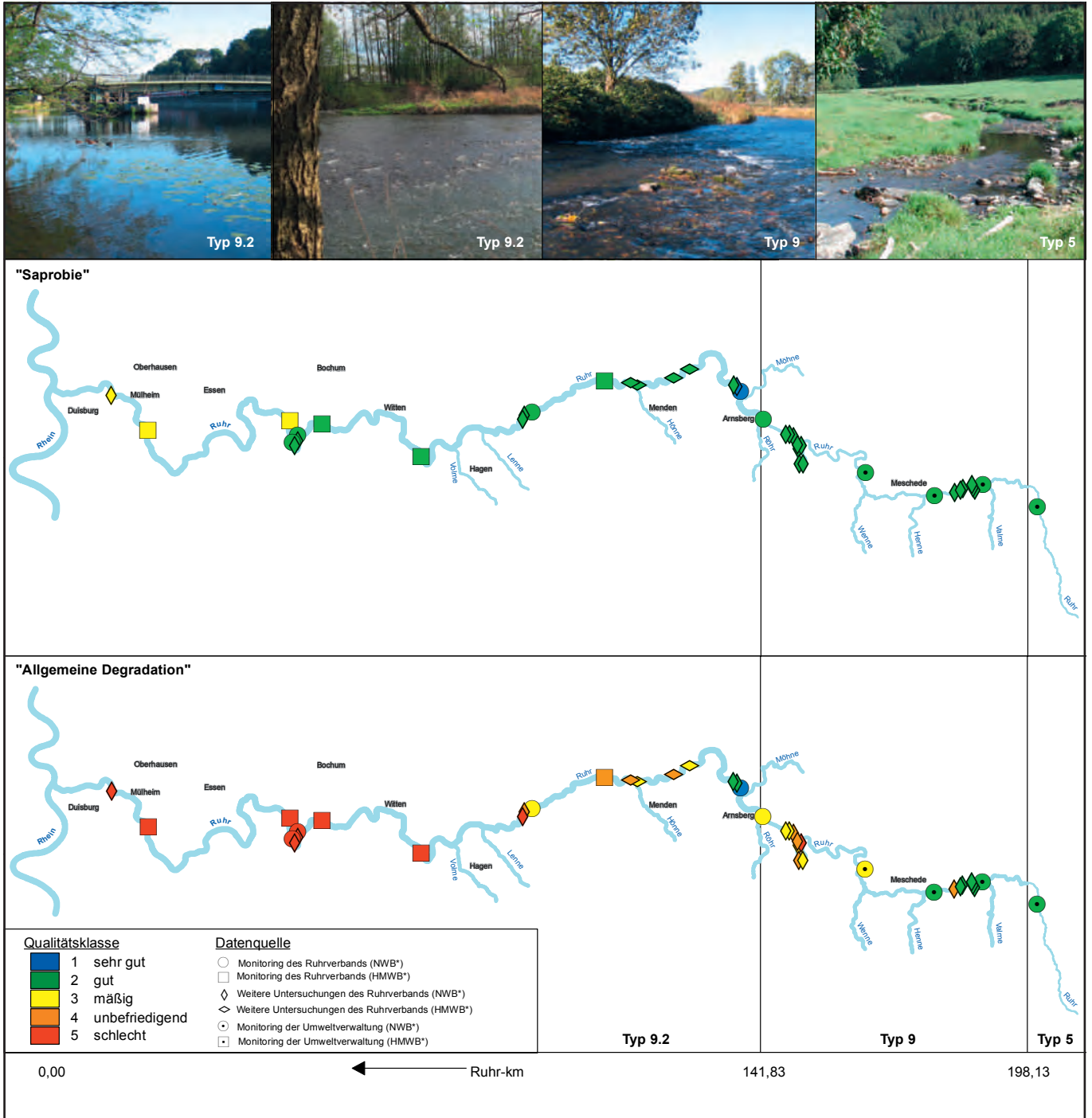


Bild 4.3: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos (Module Saprobie und Allgemeine Degradation) im Fließverlauf der Ruhr für die Jahre 2012 bis 2017. Ergebnisse „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in Zusammenarbeit mit dem Ruhrverband. Quelle (Karte): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.3: Ecological status – macrozoobenthos (modules saprobic index and general degradation) along the course of the Ruhr, 2012 to 2017. Results „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in cooperation with Ruhrverband. Source (map): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

die sich von Phytoplankton ernährt, mittlerweile hohe Dichten in der unteren Ruhr erreicht hat und damit Ursache für den weiteren Rückgang des Phytoplanktons ist. Für diese leicht über der Klassengrenze liegenden Saprobienindizes ist zum einen das Vorkommen von aus dem Rhein eingewanderten Neozoen, z. B. der Neuseeländischen Zwergdeckelschnecke (*Potamopyrgus antipodarum*) (SI: 2,3), verantwortlich sowie zum anderen das Vorkommen von Arten mit einem Verbreitungsschwerpunkt in Stillgewässern und langsam fließenden Strömen, z. B. der Gemeinen Schnauzenschnecke (*Bithynia tentaculata*) (SI: 2,3) und der Köcherfliegenart *Cyrnus trimaculatus* (SI: 2,5). Diese Arten profitieren vom hohen Anteil rückgestauter Fließstrecken und von den Ruhrstauseen als für sie geeigneten Habitaten, da sie natürlicherweise an schwankende Sauerstoffkonzentrationen angepasst sind, ohne hierüber kausal eine Belastung zu indizieren. Bei der saprobiellen Klassendefinition für potamale Mittelgebirgsgewässer (Gewässertyp 10: „Große Ströme des Mittelgebirges“) wird dies berücksichtigt, indem Saprobienindizes zwischen 1,85 und 2,3 als Klasse „gut“ eingestuft werden. Dies bedeutet, dass die Ruhr in diesem Bereich als erheblich veränderter Wasserkörper (HMWB) mit ihren Stauseen und ausgedehnten Rückstaubereichen oberhalb der Querbauwerke nur ein geringes Potenzial zur weiteren Verbesserung des saprobiellen Zustands aufweist. Auch durch Umsetzung von Maßnahmen zur hydromorphologischen Verbesserung, die jedoch keinen Wechsel zu freifließenden Bereichen beinhalten, wird die Ruhr hier weiterhin v. a. von Stillwasser- und Potamalarten besiedelt sein, die für den Unterlauf der Ruhr als Gewässertyp 9.2 „Großer Fluss des Mittelgebirges“ scheinbar eine gewisse saprobielle Belastung indizieren.

Die Bewertung im Modul Allgemeine Degradation zeigt im Oberlauf der Ruhr von der Quelle bis Meschede, auf dem die Ruhr durchgängig als natürlicher Wasserkörper (NWB) ausgewiesen ist, beinahe an allen Probenahmestellen einen guten Zustand. Lediglich eine im Rahmen der IEP untersuchte Probenahmestelle unterhalb der Kläranlage Bestwig-Velmede zeigt einen unbefriedigenden Zustand. Allerdings weist die etwas weiter flussabwärts gelegene Probenahmestelle des operativen Monitorings unterhalb von Bestwig für das Modul Allgemeine Degradation wie auch für die Gesamtbewertung des ökologischen Zustands für die Qualitätskomponente Makrozoobenthos wieder die Bewertungsklasse „gut“ auf, d. h. die Verschlechterung ist hier kleinräumig und lokal.

Die beiden im Fließverlauf der Ruhr anschließenden Probenahmestellen sind v. a. auf Grund hydromorphologischer Defizite der Ruhr in diesem Bereich (Strukturklasse 4 „deutlich verändert“ bis 6 „sehr stark verändert“) in der Allgemeinen Degradation nur mit „mäßig“ bewertet. Die kleinräumigen Untersuchungen des Ruhrverbandes zwischen diesen beiden Monitoringstellen, durchgeführt im Rahmen der Immissionsuntersuchungen für die IEP Arnsberg, bestätigen die defizitäre Bewertung mit Klassen zwischen „mäßig“ und „schlecht“, obwohl auch Probenahmestellen in einem renaturierten Bereich der Ruhr liegen. Dies belegt anschaulich, dass besonders das

Makrozoobenthos auf hydromorphologische Verbesserungen erst mit deutlicher Zeitverzögerung, die bis zu zehn Jahre dauern kann, entsprechend positiv mit einer veränderten Lebensgemeinschaft reagiert [4.5] und dies auch nur dann, wenn sich die entsprechenden Mikrohabitate ausgebildet haben [4.6] (siehe auch Kapitel 8). Aktuell scheint auf Mikrohabitatebene die Kolmation des Interstitials (Lückenraumsystem der Gewässersohle) die relevante Ursache für die noch defizitäre Ausprägung der Makrozoobenthoszönose zu sein.

Die Untersuchungsergebnisse unterhalb der Möhne-Mündung zeigen aber, dass die Ruhr über das Potenzial auch für bessere Bewertungsergebnisse verfügt. Hier ist die Monitoringstelle mit „sehr gut“ bewertet. Auch die beiden Probenahmestellen ober- und unterhalb der Kläranlage Arnsberg-Neheim aus den IEP-Untersuchungen des Ruhrverbands bestätigen hier die positive Situation der Ruhr mit einer Bewertung der Allgemeinen Degradation wie auch des ökologischen Zustands mit „gut“.

Im weiteren Fließverlauf der Ruhr treten zunehmend strukturelle Defizite auf. Dazu zählen fehlende oder unzureichende Habitatstrukturen, vor allem durch Querbauwerke verursachte Staueffekte und damit verbundene Veränderungen des Strömungsbilds sowie eine mögliche Erwärmung des Gewässers. Im Bereich von Wickede, in dem die Ruhr als HMWB mit der Nutzungsfallgruppe Wasserkraft (Wkr) ausgewiesen ist, zeigen vier Probenahmestellen im Rahmen von IEP-Untersuchungen auch unter Berücksichtigung der verminderten Ziele nur ein mäßiges bzw. unbefriedigendes ökologisches Potenzial bei der Bewertung der Allgemeinen Degradation.

Die nächste im Längsverlauf folgende Monitoringstelle in Langschede liegt ebenfalls in einem als HMWB eingestuften Abschnitt der Ruhr mit der Fallgruppe Wasserkraftnutzung. Bei der Beprobung im Jahr 2013 war die Probenahmestelle noch mit „gut“ bewertet. Die erneute Probenahme im Juli 2017 ergab jetzt aber nur noch eine Bewertung des ökologischen Potenzials mit „unbefriedigend“. Die Ursache für diese Verschlechterung ist unklar. In den vier Jahren ist die Anzahl der Taxa von 43 im Jahr 2013 auf 52 im Jahr 2017 zwar angestiegen, aber die Individuendichte ist von 1.513 Ind./m² auf 384 Ind./m² stark zurückgegangen. Wie der negative Wert von -0,85 gemäß Deutschem Faunaindex mit anzeigt, überwiegen im Jahr 2017 die Störanzeiger. Seit dem Jahr 2013 sind vor allem die strömungsliebenden Arten stark zurückgegangen, so dass nun strömungsmeidende und strömungsindifferente Taxa, die vor allem anorganische Feinsedimente besie-

[4.5] Lorenz, A.W., Haase, P., Januschke, K., Sundermann, A., Hering, D.: Revisiting restored river reaches? Assessing change of aquatic and riparian communities after five years. *Science of the Total Environment* 2018 Bd. 613-614, S. 1185-1195

[4.6] Verdonschot, R.C.M., Kail, J., McKie, B.G., Verdonschot, P.F.M.: The role of benthic microhabitats in determining the effects of hydromorphological river restoration on macroinvertebrates. *Hydrobiologia* 2016, Bd. 769, S. 55-66

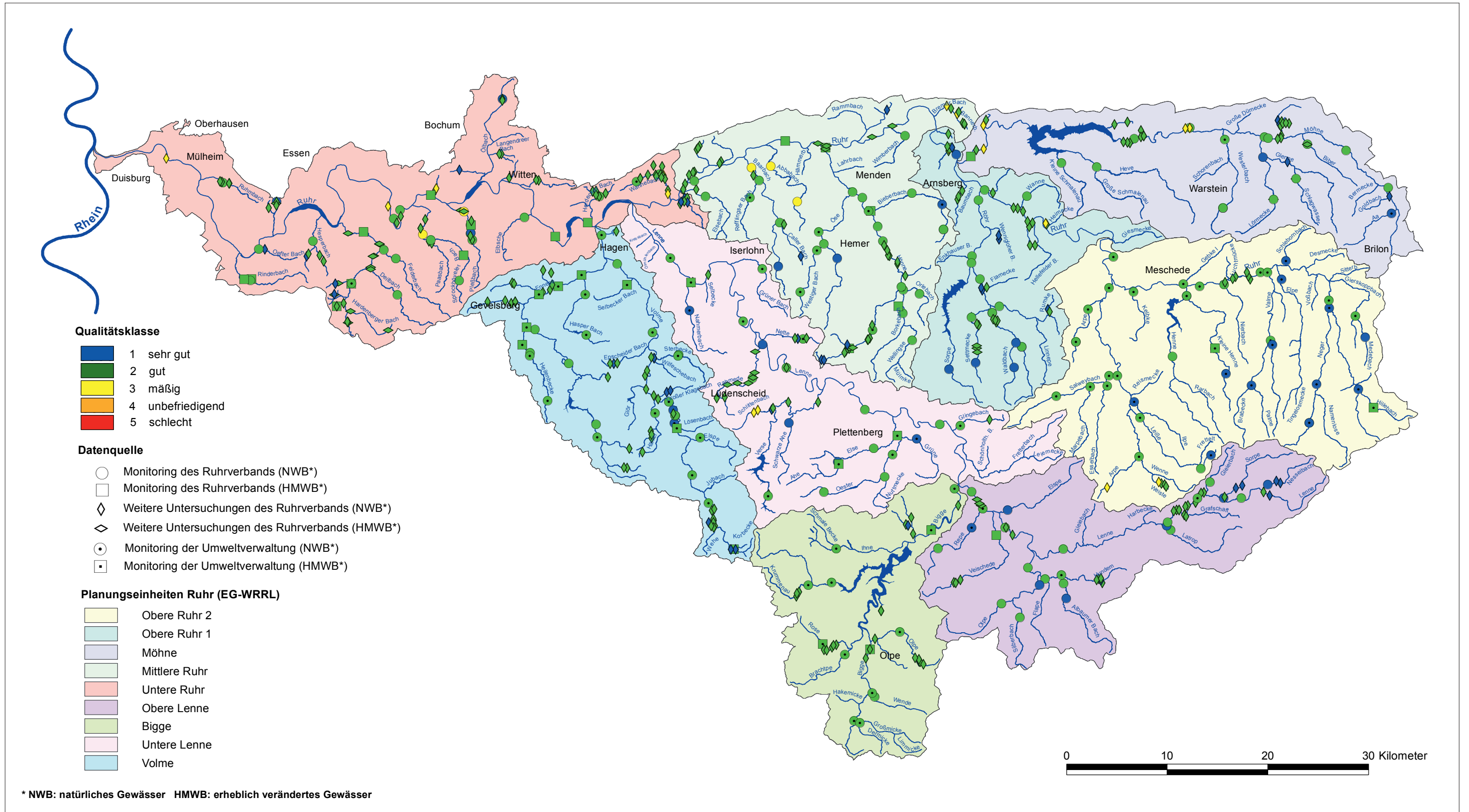


Bild 4.4: Ökologischer Gewässerzustand im Ruhrinzugsgebiet – Makrozoobenthos (Modul Saprobie), für die Jahre 2012 bis 2017. Ergebnisse „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in Zusammenarbeit mit dem Ruhrverband. Quelle (Karte): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.4: Ecological status in the Ruhr catchment area – macrozoobenthos (module saprobic index), 2012 to 2017. Results „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in cooperation with Ruhrverband. Source (map): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

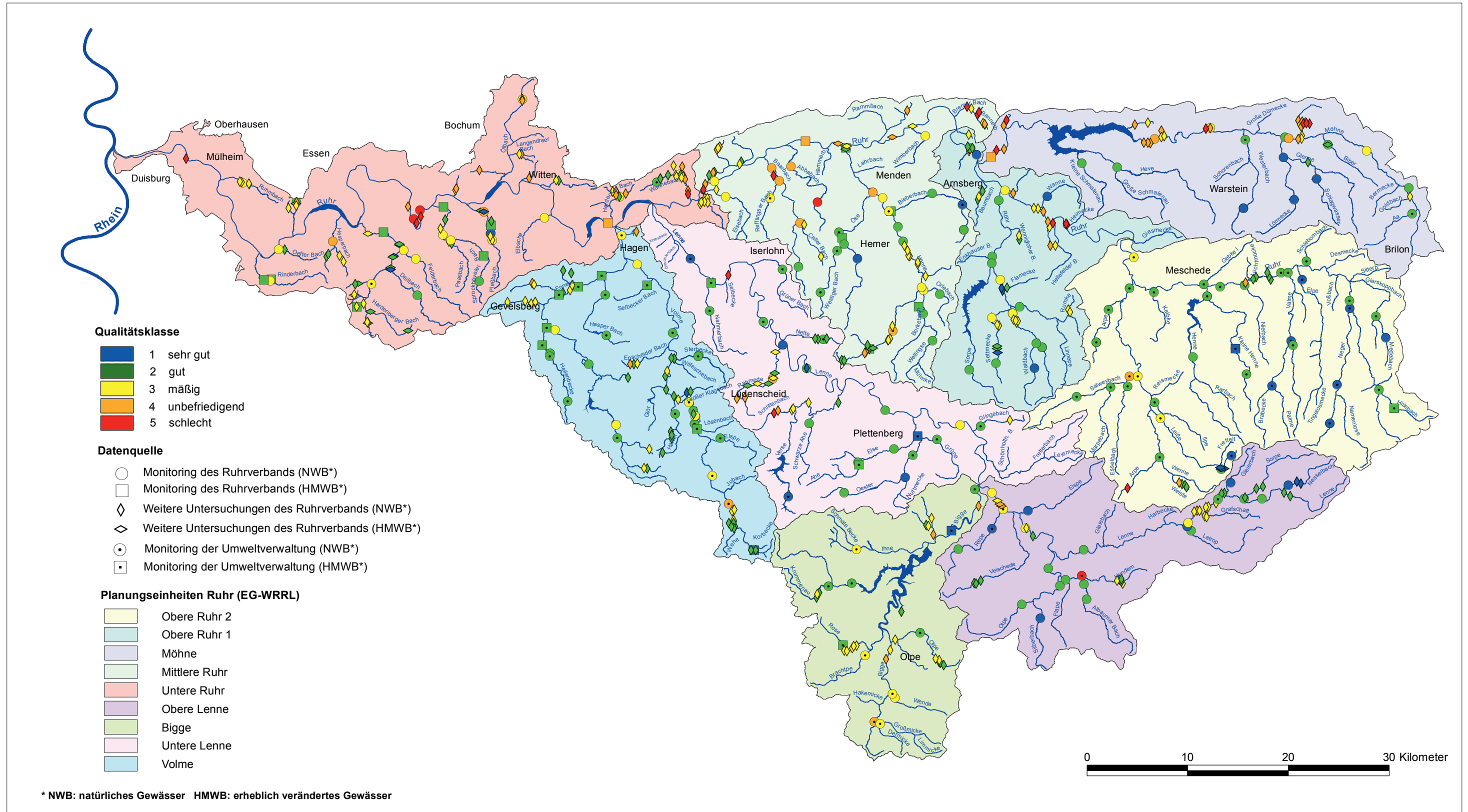


Bild 4.5: Ökologischer Gewässerzustand im Ruhrinzugsgebiet – Makrozoobenthos (Modul Allgemeine Degradation), für die Jahre 2012 bis 2017. Ergebnisse „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in Zusammenarbeit mit dem Ruhrverband. Quelle (Karte): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.5: Ecological status in the Ruhr catchment area – macrozoobenthos (module general degradation), 2012 to 2017. Results „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in cooperation with Ruhrverband. Source (map): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

deln, dominieren. Die Monitoringstelle am Pegel Villigst weist einen mäßigen Zustand auf. Die beiden benachbarten Probenahmestellen der IEP Schwerte ober- und unterhalb der Kläranlage Schwerte sind über das Makrozoobenthos auf Grund der oberhalb gelegenen ausgedehnten Rückstaubereiche mit ihrer negativen Strahlwirkung, die Ursache für eine Erwärmung des Wassers und einen unausgeglichenen Sauerstoffhaushalt sind, mit unbefriedigend bzw. schlecht bewertet.

An allen weiteren flussabwärts gelegenen Probenahmestellen erfolgt basierend auf früheren Untersuchungen durchgängig eine schlechte Bewertung hinsichtlich der Allgemeinen Degradation. Allerdings ist die Ruhr in diesem Bereich auf ihrer überwiegenden Fließstrecke als HMWB ausgewiesen, jedoch keiner Fallgruppe zugewiesen. Hier soll eine Einzelfallbetrachtung für die Bewertung erfolgen, deren Vorgehensweise bisher jedoch noch nicht definiert ist. Daher werden alle Probenahmestellen, auch wenn sie in HMWB-Bereichen liegen, wie in natürlichen Wasserkörpern liegend nach ihrem ökologischen Zustand und damit z. T. zu streng bewertet, da hier nutzungsbedingte hydromorphologische Veränderungen, wie z. B. die Ruhrstauseen mit ihren ökosystemaren Effekten, weiterhin negativen Einfluss haben.

Die defizitäre Bewertung aller Probenahmestellen im Unterlauf der Ruhr beruht – wie auch schon die scheinbare Verschlechterung der Saprobie – im Wesentlichen auf zwei Ursachen. Zum einen ist dieser Bereich stark durch Neobiota besiedelt, die vor allem aus dem Rhein einwandern. Diese werden gemäß dem jetzt gültigen Bewertungssystem als gewässeruntypisch und als Störanzeiger negativ bewertet, was zu einer schlechten Beurteilung des ökologischen Zustands bzw. Potenzials führt. Zum anderen wurden durch die Ruhrstauseen und ausgedehnten Rückstaubereiche Habitatbedingungen geschaffen, die nicht mehr von Arten, die typisch für breite, turbulent fließende Flüsse mit Kies- und Schotterbänken (Gewässertyp 9.2 Große Flüsse des Mittelgebirges) sind, besiedelt werden. Im Gegenteil dominieren hier Arten der Stillgewässer und der großen Ströme. Da auch diese als gewässeruntypisch für den Gewässertyp 9.2, dem die Ruhr in diesem Bereich zugeordnet ist, eingestuft sind, erklärt sich hierüber die schlechte Bewertung.

Der Aspekt der Versauerung wäre nur im oberen Ruhrabschnitt, der dem Typ eines silikatischen Mittelgebirgsbachs (LAWA-Typ 5) entspricht, relevant. Die Ruhr unterliegt jedoch keinem nachweisbaren Versauerungseinfluss und weist für dieses Modul einen sehr guten Zustand auf.

Hydrobiologische Untersuchungen gemäß EG-WRRL in den Gewässern der Planungseinheiten

Im Rahmen des kooperativen Gewässermonitorings lag im Jahr 2017 seitens des Ruhrverbands der Schwerpunkt der hydrobiologischen Untersuchungen auf den Planungseinheiten Mittlere Ruhr und Obere Lenne, während das LANUV NRW vor allem in der Planungseinheit Untere Lenne Untersuchungen durchgeführt hat. Weitere Untersuchungen fanden im Jahr

2017 im Rahmen des IEP-Programms des Ruhrverbands verstärkt in den Planungseinheiten Untere Ruhr und Mittlere Ruhr, aber auch in den Planungseinheiten Bigge, Untere Lenne, Obere Lenne und Obere Ruhr 2 statt. Insgesamt wurden im Jahr 2017 vom Ruhrverband 43 Probenahmestellen im Rahmen des operativen Monitorings EG-WRRL sowie 18 Probenahmestellen für das Konzept der Integralen Entwässerungsplanung (IEP) gewässerökologisch nach dem PERLODES-Verfahren untersucht und gemäß der Vorgaben der EG-WRRL bewertet (siehe Kapitel 2).

Die Bilder 4.4 und 4.5 zeigen die Gewässerzustandskarten für die Module Saprobie und Allgemeine Degradation. In den Karten sind die Ergebnisse messstellengenau mit farbig codierten Symbolen entsprechend der fünfstufigen Qualitätsklassifizierung nach EG-WRRL dargestellt. Die Darstellung des ökologischen Potenzials (für HMWB) für das Modul Allgemeine Degradation erfolgt für Daten ab dem Jahr 2015, wie in der Software ASTERICS, in der gleichen fünfstufigen Farbcodierung wie für NWB, jedoch zur Differenzierbarkeit mit anderen Symbolen. Dies weicht vom offiziellen HMWB-Farbcodierung gemäß OGewV Anlage 12 ab, die für das höchste ökologische Potenzial keine Farbe festlegt und HMWB-Bewertungen zusätzlich mit grauen Querstreifen kennzeichnet.

Die Gewässerzustandskarten basieren auf Untersuchungen, die in den Jahren 2012 bis 2017 durchgeführt wurden. Alle Daten aus Untersuchungen aus dem Jahr 2011 und davor wurden entfernt bzw. durch neuere Ergebnisse ersetzt. Die Karten repräsentieren daher den Gewässerzustand der letzten sechs Jahre und umfassen 577 Probenahmestellen. Die 61 im Jahr 2017 vom Ruhrverband untersuchten Probenahmestellen wurden zusammen mit den Daten von 18 Probenahmestellen des operativen Monitorings durch das LANUV NRW aus den Jahren 2016 und 2017 bei der Aktualisierung der vorliegenden Gewässerzustandskarten neu mit berücksichtigt.

Tabelle 4.3: Übersicht über die Anzahl der im Zeitraum 2012 bis 2017 für die einzelnen Planungseinheiten zur Bewertung herangezogenen Probenahmestellen.

Table 4.3: Overview over the number of sampling points taken into account from 2012 to 2017 in the respective planning units

Planungseinheit	Anzahl PS
1000 Untere Ruhr	119
1100 Volme	79
1200 Bigge	36
1300 Untere Lenne	45
1400 Obere Lenne	59
1500 Mittlere Ruhr	81
1600 Obere Ruhr 1	54
1700 Obere Ruhr 2	57
1800 Möhne	47

Tabelle 4.3 gibt eine Übersicht über die Anzahl der im Zeitraum 2012 bis 2017 untersuchten Probenahmestellen in den einzelnen Planungseinheiten.

Im Folgenden werden die Ergebnisse aus dem Jahr 2017 im Vergleich zu den Ergebnissen aus den zurückliegenden Jahren 2012 bis 2016 in Ausschnittskarten dargestellt und diskutiert.

Planungseinheit 1000 Untere Ruhr (Bild 4.6)

In dieser Planungseinheit fanden im Jahr 2017 acht Probenahmen im Rahmen der IEP für die Einzugsgebiete der Kläranlagen Hattingen, Essen-Burgaltendorf, Essen-Süd und Duisburg-Kaßlerfeld statt. Bei der Beprobung des Knöselsbachs, einem kleinen südlichen Ruhrzufluss in Bochum, handelte es sich um eine Wiederholung der Probenahme, um zu prüfen, ob nach Umsetzung einer siedlungswasserwirtschaftlichen Verbesserungsmaßnahme im Oberlauf der defizitäre Gewässerzustand unterhalb des RÜ/RRB Blankensteiner Straße weiterhin Bestand hat. Die Untersuchungsergebnisse mit einer mäßigen Saprobie und einer Bewertung der Allgemeinen Degradation mit „unbefriedigend“ bestätigen dies. Damit verbleiben als mögliche Verursacher neben dem RÜ/RRB Blankensteiner Straße noch eine Fischzuchtanlage im Oberlauf, was im Rahmen der IEP für die Auswahl ursachenbezogener Maßnahmen abzuklären ist.

Auch der kleine abflussschwache Zufluss Brabecke, der von Hattingen-Niederwenigern kommend von Westen her der Ruhr zufließt, ist saprobiell mit „mäßig“, in der Allgemeinen Degradation mit „unbefriedigend“ zu bewerten. Eine Kausalanalyse ist hier schwierig, da das Gewässer oberhalb der dargestellten Probenahmestelle arten- und individuenarm ist, so dass die Untersuchungsergebnisse dort nicht gesichert sind. Die vier Probenahmestellen im Rumbach sind alle saprobiell mit „gut“, in der Allgemeinen Degradation jedoch nur mit „mäßig“ zu bewerten. Dies deckt sich mit den Ergebnissen des operativen Monitorings aus dem Jahr 2013 und lässt sich vor allem durch die isolierte Lage mit einem vollständig verrohrten Unterlauf erklären, so dass ein Artenaustausch durch Aufwärtswanderung und kompensatorischen Aufwärtsflug aus dem Unterlauf des Rumbachs nicht erfolgen kann. Das hierdurch eingeschränkte Wiederbesiedlungspotenzial ist damit die primäre Ursache, dass das Gewässer bereits im naturnahen Oberlauf, oberhalb der ersten Einleitung der Siedlungsentwässerung, nur mit „mäßig“ bewertet ist.

Die Probenahmestelle in der Ruhr oberhalb des RÜB Raffelberg ist wie auch die anderen Probenahmestellen in diesem Bereich saprobiell mit „mäßig“ und in der Allgemeinen Degradation mit „schlecht“ bewertet. Wie bereits für die Ruhr im Längsverlauf erläutert (siehe oben) ist das Vorkommen von Stillwasserarten

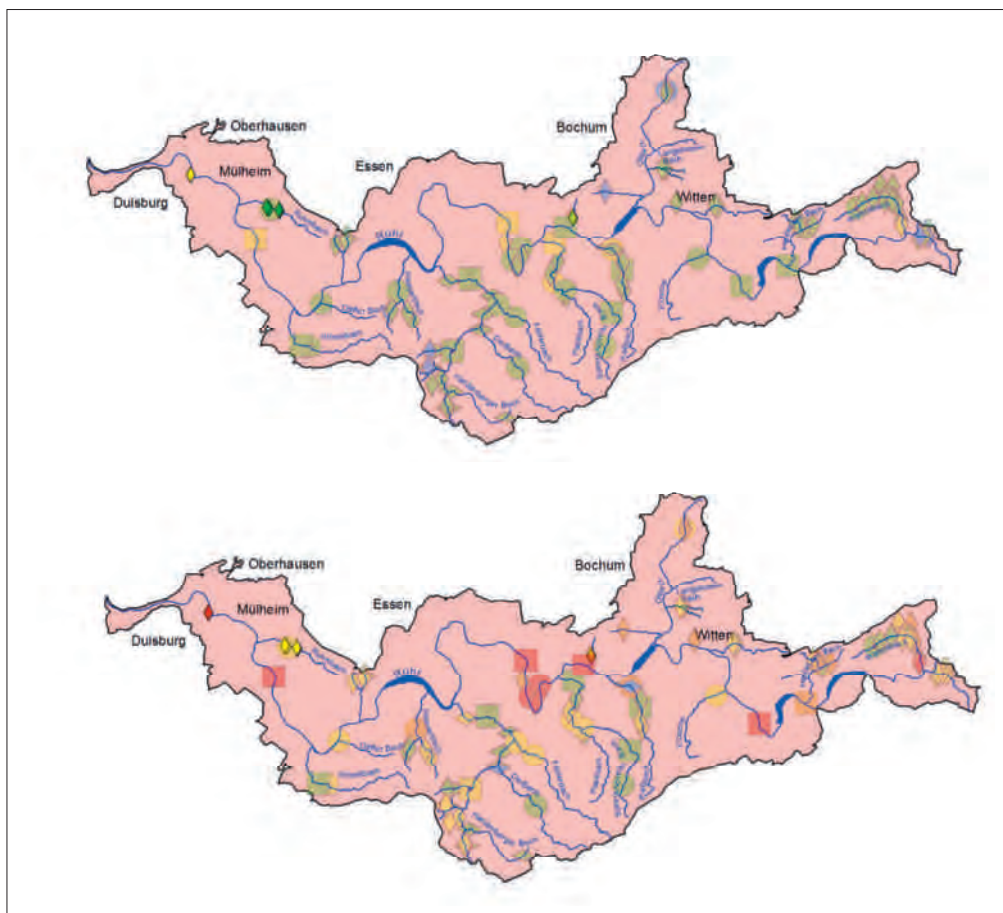


Bild 4.6: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Untere Ruhr (PE 1000). Oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2017, große, schwach gefärbte Symbole = 2012 bis 2016. Quelle (Karte): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.6: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Lower Ruhr (PE 1000). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2017, large, lightly coloured symbols = 2012 to 2016. Source (map): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

und Potamalarten, die von den Ruhrstauseen und den ausgedehnten Rückstaubereichen profitieren, hierfür die Ursache.

Die Planungseinheit weist zusammenfassend für den Betrachtungszeitraum 2012 bis 2017 an 90 % der Probenahmestellen einen sehr guten oder guten saprobiellen Zustand auf. Die Allgemeine Degradation erfüllt jedoch nur an 17 % der insgesamt 119 berücksichtigten Probenahmestellen die Anforderungen für einen guten ökologischen Zustand im Sinne der EG-WRRL. 54 % der Probenahmestellen sind mit „mäßig“, 19 % mit „unbefriedigend“ und 10 % mit „schlecht“ bewertet. Ursache für diese Befunde sind vor allem veränderte Gewässerstrukturen. Die Gewässer sind durch bestehende Nutzungsansprüche (Siedlungstätigkeiten, Hochwasserschutz, Wasserkraftnutzung, etc.) so überprägt, dass ein natürlicher oder naturnaher Zustand selten vorliegt.

Planungseinheit 1100 Volme (Bild 4.7)

In dieser Planungseinheit fanden im Jahr 2017 weder durch das LANUV noch durch den Ruhrverband Makrozoobenthosuntersuchungen statt. Auf Basis der früheren Untersuchungen aus der Zeit zwischen den Jahren 2012 und 2016 ergibt sich aus den dem Bild 4.7 zugrunde liegenden Daten, dass saprobiell alle 79 untersuchten Probenahmestellen mit „gut“ oder sogar mit „sehr gut“ bewertet wurden. Hinsichtlich der Allgemeinen Degradation sind immerhin 60 % der Probenahmestellen mit „sehr gut“ oder „gut“ bewertet. Es gibt in dieser Planungseinheit keine Probenahmestelle, die mit „schlecht“ bewertet wurde.

Planungseinheit 1200 Bigge (Bild 4.8)

In der Planungseinheit Bigge wurden im Jahr 2017 nur vom Ruhrverband im Rahmen der IEP Olpe-Altenkleusheim Makrozoobenthosuntersuchungen durchgeführt. Die drei Probenahmestellen in der Olpe ober- und unterhalb der Kläranlage Olpe-Altenkleusheim weisen gesichert einen guten saprobiellen Zustand auf. Allerdings verschlechtert sich hier die Bewertung der Allgemeinen Degradation, die oberhalb der Kläranlage mit „gut“ bewertet ist, an den beiden Probenahmestellen unterhalb der Kläranlage auf „mäßig“.

Unter Berücksichtigung aller Daten aus dem Zeitraum 2012 bis 2017 ergibt sich, dass alle 36 in diesem Zeitraum untersuchten Probenahmestellen saprobiell mit „gut“ oder sogar mit „sehr gut“ bewertet sind. In der Bewertung der Allgemeinen Degradation sind allerdings über die Hälfte der Probenahmestellen (55 %) nur mit „mäßig“, 12 % mit „unbefriedigend“ bewertet (noch ohne Berücksichtigung der Einstufung in HMWB), die Klasse „gut“ erreichen 33 % der Probenahmestellen und keine Probenahmestelle ist mit „schlecht“ bewertet.

Planungseinheit 1300 Untere Lenne (Bild 4.9)

Im Jahr 2017 war die Planungseinheit Untere Lenne der Bearbeitungsschwerpunkt des LANUV für das Monitoring nach EG-WRRL. Untersucht wurden hier 16 Probenahmestellen, zudem sind in Bild 4.9 aus den Vorjahren die 33 Probenahmestellen, die im Zeitraum 2012 bis 2016 beprobt wurden, dargestellt. Alle im Jahr 2017 untersuchten Probenahmestellen

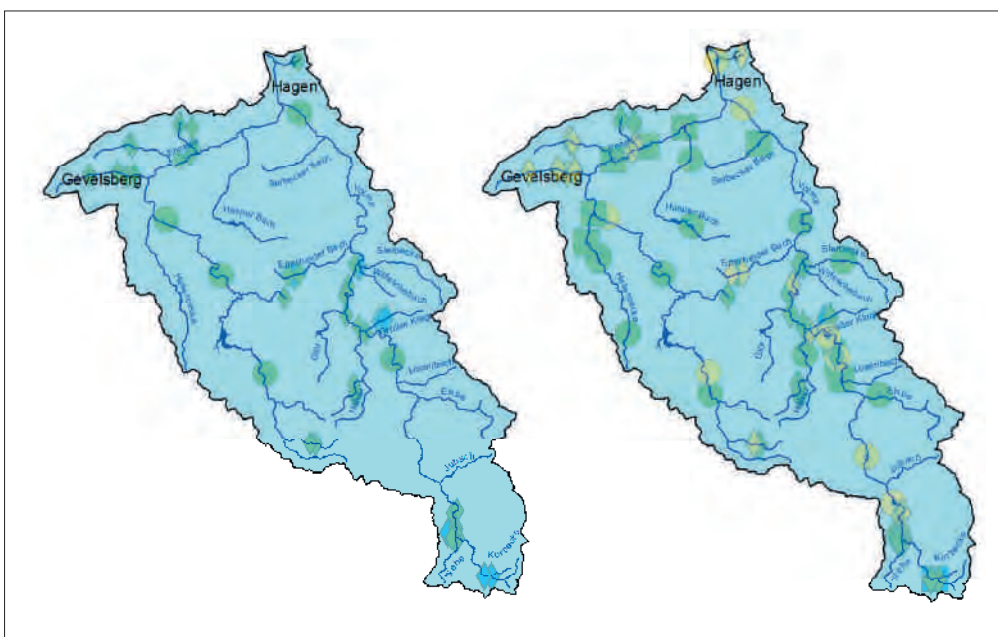


Bild 4.7: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Volme (PE 1100). Links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2017, große, schwach gefärbte Symbole = 2012 bis 2016. Quelle (Karte): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.7: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Volme (PE 1100). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2017, large, lightly coloured symbols = 2012 to 2016. Source (map): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

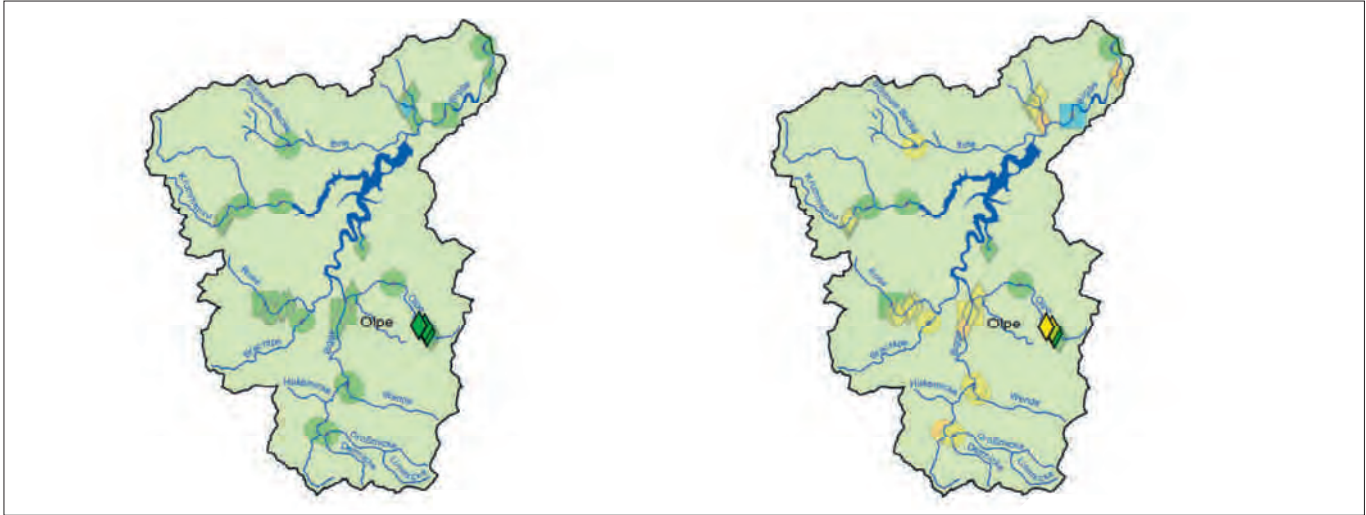


Bild 4.8: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Bigge (PE 1200). Links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2017, große, schwach gefärbte Symbole = 2012 bis 2016. Quelle (Karte): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.8: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Bigge (PE 1200). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2017, large, lightly coloured symbols = 2012 to 2016. Source (map): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

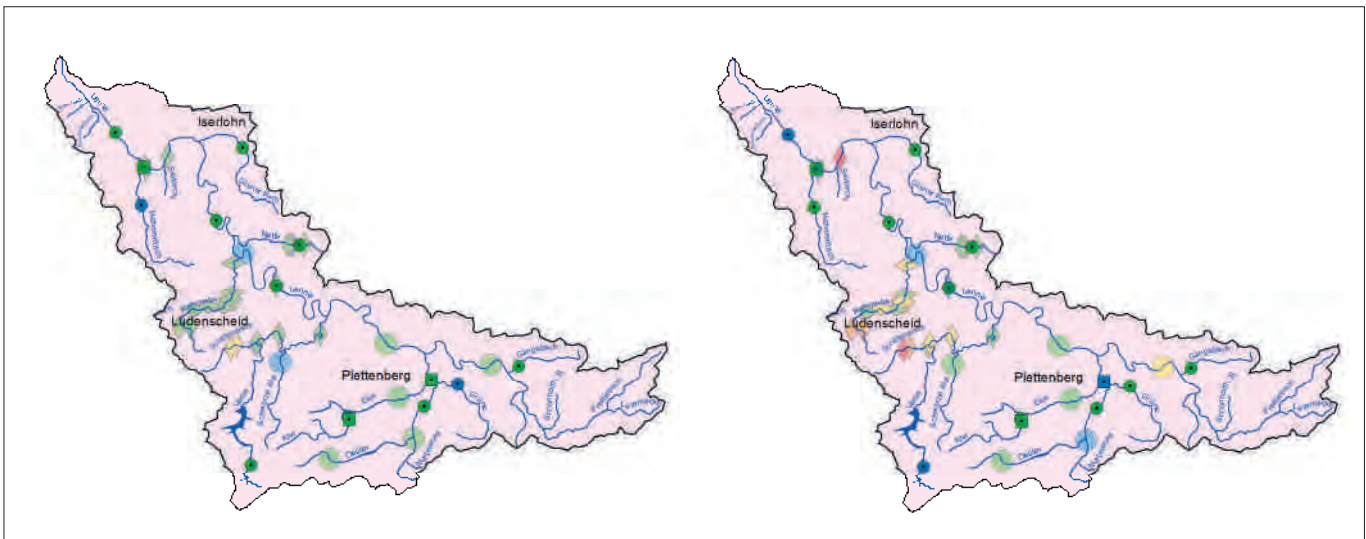


Bild 4.9: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Untere Lenne (PE 1300). Links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2017, große, schwach gefärbte Symbole = 2012 bis 2016. Quelle (Karte): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.9: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Lower Lenne (PE 1300). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2017, large, lightly coloured symbols = 2012 to 2016. Source (map): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

weisen zumindest einen guten saprobiellen Zustand auf, wobei vier Probenahmestellen sogar saprobiell mit „sehr gut“ bewertet sind. Die Bewertung der Allgemeinen Degradation zeigt im Jahr 2017 ein ähnlich positives Bild. Auch hier sind mit einer Ausnahme alle Probenahmestellen mit zumindest „gut“ bewertet. Nur der Fretterbach vor Mündung in die Lenne ist wie auch bereits bei allen vorherigen Monitoring-Untersuchungen zur EG-WRRL für die Allgemeine Degradation mit „mäßig“ bewertet. Die Probenahmestelle liegt im Ortsbereich

von Lenhausen und ist entsprechend morphologisch verändert (Strukturklasse 6 „sehr stark verändert“; Habitatindex: 5 „stark verändert“ bis 6 „sehr stark verändert“). Dies erklärt die stabil defizitäre Bewertungsklasse.

Verglichen mit den letzten Monitoringuntersuchungen aus dem Jahr 2014 hat sich die Bewertung der Probenahmestelle Landemerterweg in der Grüne geringfügig verschlechtert. In den Jahren 2014 und 2017 ist zwar die Saprobie dort mit

„sehr gut“ bewertet, jedoch verschlechterte sich die Bewertung der Allgemeinen Degradation von „sehr gut“ auf „gut“, wobei im Jahr 2017 der Score mit 0,76 im Bereich der Klassengrenze „sehr gut“/„gut“ liegt und damit innerhalb der natürlichen Variabilität eines Untersuchungsbereiches.

Eine positive Entwicklung zeigt sich an der Probenahmestelle in der Lenne am Pegel Hohenlimburg. Diese war im Jahr 2014 sowohl für die Saprobie als auch für die Allgemeine Degradation mit „gut“ bewertet worden. Im Jahr 2017 verbesserte sich bei weiterhin guten saprobiellen Bedingungen die Bewertung der Allgemeinen Degradation sogar auf „sehr gut“. Hier hat zwischen 2014 und 2017 die Taxa-Anzahl von 29 auf 37 deutlich zugenommen. Neu hinzugekommen sind vor allem Eintagsfliegen, wie z. B. drei verschiedene weitere *Baetis*-Arten, *Caenis macrura* sowie die grabende Eintagsfliege *Ephemera danica*, die als EPT-Taxa positiv in die Bewertung einfließen. Die Ursache für diese erfreuliche Verbesserung ist nicht erkennbar, da außer der Anlage eines Fischpasses am Wehr Eley in diesem Abschnitt der Lenne keine weiteren strukturellen Maßnahmen zur Gewässerverbesserung bekannt sind.

Besonders positiv stellte sich auch im Jahr 2017 wieder der Glingebach oberhalb der Talsperre dar, der sowohl in der Sa-

probie als auch in der Allgemeinen Degradation mit „sehr gut“ bewertet ist und mit einem Saprobienindex (SI) von 1,30 für den Gewässertyp 05 „grobmaterialreicher silikatischer Mittelgebirgsbach“ Referenzzustand hat, da die Bewertung sogar über dem Grundzustand von 1,35 dieses Gewässertyps liegt.

Von den 45 in der Planungseinheit der Unteren Lenne untersuchten Probenahmestellen weisen 96 % einen sehr guten bzw. guten saprobiellen Zustand auf. Hinsichtlich der Allgemeinen Degradation erreichen 31 % noch keinen guten Zustand bzw. kein gutes Potenzial. Diese Bewertung berücksichtigt für die Ergebnisse von 2012 bis 2014 allerdings noch nicht die geringeren Anforderungen an die HMWB bezüglich des ökologischen Potenzials.

Planungseinheit 1400 Obere Lenne (Bild 4.10)

Die Planungseinheit Obere Lenne war im Jahr 2017 ein weiterer Untersuchungsschwerpunkt des Ruhrverbands. Hier wurden 22 Probenahmestellen im Rahmen des operativen Monitorings untersucht. Hinzu kamen zwei Wiederholungsuntersuchungen ober- und unterhalb der KA Lennestadt im Rahmen der IEP.

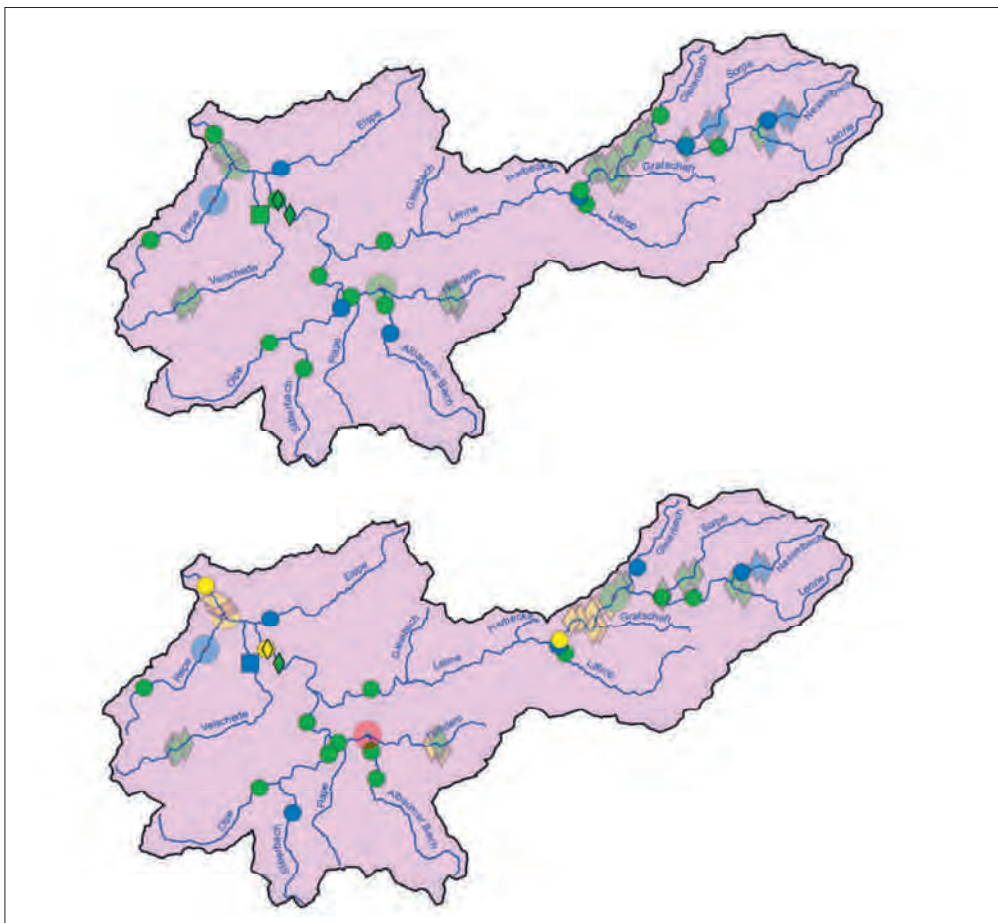


Bild 4.10: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Obere Lenne (PE 1400). Oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2017, große, schwach gefärbte Symbole = 2012 bis 2016. Quelle (Karte): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.10: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Upper Lenne (PE 1400). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2017, large, lightly coloured symbols = 2012 to 2016. Source (map): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

In dieser Planungseinheit ergaben alle Untersuchungen einen saprobiell zumindest guten Zustand, sechs Probenahmestellen in Gleibach, Heinsberger Bach, Latrop, Nesselbach, Rohrbach und Sorpe II sind saprobiell sogar mit „sehr gut“ bewertet. Auch die Bewertung des Moduls Allgemeine Degradation ergibt für die meisten Probenahmestellen einen guten oder sehr guten Zustand. Nur vier von sieben Probenahmestellen in der Lenne sind mit „mäßig“ bewertet. Vor allem Rückstaubereiche oberhalb von Querbauwerken und Restwasserstrecken an Wasserkraftanlagen sowie technische Ufersicherungen sind relevante Ursachen für den Wechsel zwischen gutem und mäßigem Zustand. Besonders erfreulich ist hierbei, dass sich die Lenne-Probenahmestelle in Langenei um zwei Klassen deutlich verbessert hat. Im Jahr 2014 war diese Probenahmestelle zwar in der Saprobie mit „gut“, bei der Allgemeinen Degradation jedoch nur mit „unbefriedigend“ bewertet worden. Die erneute Untersuchung im Jahr 2017 ergab für beide Module eine gesicherte Bewertung mit „gut“.

Verursacht wurde diese Verbesserung dadurch, dass die im Jahr 2014 noch von Ubiquisten dominierte Lebensgemeinschaft (z. B. 88 % der Individuen sind strömungsindifferent, d. h. sie kommen unter stehenden, unter langsam fließenden und unter schnell fließenden Bedingungen vor) sich in die typische Lebensgemeinschaft eines silikatischen, fein- bis grobmaterialreichen Mittelgebirgsflusses mit über 50 % strömungsliebenden Formen verändert hat. 2017 findet sich an dieser Probenahmestelle nur noch ein Anteil von rund 25 % strömungsindifferenter Taxa. Vor allem aber die Zunahme standorttypischer EPT-Taxa wie z. B. die große räuberische Steinfliegenart *Dinocras cephalotes*, die Steinfliegengattung *Protonemura*, verschiedene Taxa aus der Eintagsfliegen-Familie der Leptophlebiiden, die auf unkolmatierte, gut durchströmte Feinsedimente angewiesene Eintagsfliegenart *Ephemera danica*, beide in NRW vorkommender *Lepidostoma*-Arten sowie mit *Micrasema longulum* eine Art, die mit einem SI von 1,5 saprobiell unbelastetes Wasser anzeigt, belegten die deutliche Verbesserung der ökologischen Qualität. In wieweit diese Verbesserung durch den in diesem Bereich erfolgten Rückbau/Umbau eines Querbauwerks begünstigt wurde, könnte erst durch spezielle, kleinräumige Untersuchungen geklärt werden.

Der Nesselbach unterhalb der Kläranlage Schmallenberg-Nordenau, der in den Untersuchungen seit dem Jahr 2011 immer durch eine sehr gute Bewertung von Saprobie und Allgemeiner Degradation positiv auffiel, hat dieses Ergebnis auch im Jahr 2017 wieder bestätigt. Neu zu den Probenahmestellen, die in beiden Bewertungsmodulen ein sehr gutes Ergebnis zeigen, hinzugekommen sind der Gleibach oberhalb Fischteiche sowie die Latrop vor Mündung in die Lenne. Letztgenannte Probenahmestelle war bei der letzten Untersuchung im Jahr 2014 zwar saprobiell bereits „sehr gut“, aber damals in der Allgemeinen Degradation noch mit „gut“ bewertet. Ursache ist hier, dass weitere Leitbildarten für den Gewässertyp 05 „Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche“ bei der Probenahme im Jahr 2017 neu hinzugekommen sind (z. B. *Anomalopterygella chauviniana*, *Brachycentrus montanus* und

Perla marginata) und hierdurch den Faunaindex sowie die Bewertung der weiteren Key-Metrics verbessern.

Ebenfalls in seiner Bewertung verbessert hat sich die Probenahmestelle im Heinsberger Bach unterhalb Heinsberg, die bei der Probenahme im Jahr 2013 in der Allgemeinen Degradation noch mit „mäßig“ bewertet war, bei der erneuten Beprobung nun aber für beide Module gesichert eine Bewertung „gut“ aufweist. Grund für diese Verbesserung ist vor allem die Zunahme der Taxazahl von 43 auf 56 bei einer gleichzeitigen Verbesserung des Deutschen Faunaindex (= Zuwanderung gewässertypspezifischer Arten). Eine kausale Begründung für diese Verbesserung ist auf Basis der vorliegenden Daten nicht erkennbar, da z. B. keine Renaturierungsmaßnahmen in diesem Bereich dokumentiert sind. Auch die beiden benachbarten Probenahmestellen Hundem in Altenhundem sowie die Flape vor Mündung in die Hundem haben sich seit der letzten Untersuchung im Jahr 2014 (beide Probenahmestellen Saprobie „gut“, Allgemeine Degradation „mäßig“) auf eine Bewertung für beide Module mit „gut“ verbessert. Ursache ist in beiden Fällen eine Verbesserung des Deutschen Faunaindex, d. h. es wurden im Jahr 2017 verglichen mit der Situation des Jahres 2014 mehr gewässertypspezifische Arten an beiden Probenahmestellen gefunden, ohne dass in diesem Gebiet gewässerverbessernde Maßnahmen dokumentiert sind. Unerwartet ist die Verschlechterung des Elspe oberhalb Lennegraben, die bei allen vorherigen Beprobungen immer in der Saprobie mit „gut“ und in der Allgemeinen Degradation mit „mäßig“ bewertet war. Bei der erneuten Beprobung im Jahr 2017 verschlechterte sich die Bewertung der Allgemeinen Degradation jedoch ohne erkennbare Ursache auf „unbefriedigend“.

Von den 59 Probenahmestellen der Planungseinheit Obere Lenne weisen 24 % einen sehr guten und 76 % einen guten saprobiellen Zustand auf, schlechtere Bewertungen der Saprobie existieren in dieser Planungseinheit im Zeitraum 2012 bis 2017 nicht. Bei der Bewertung der Allgemeinen Degradation erreichen zwei Drittel der Probenahmestellen die Qualitätsstufe „gut“ (51 %) oder „sehr gut“ (15 %), defizitär mit Handlungsbedarf werden nur 34% der Probenahmestellen bewertet.

Planungseinheit 1500 Mittlere Ruhr (Bild 4.11)

Ein Schwerpunkt der Untersuchungen lag im Jahr 2017 wie auch im Vorjahr in dieser Planungseinheit. So wurden vom Ruhrverband Messungen im Rahmen des operativen Monitorings an 18 Probenahmestellen vorgenommen, die in Bieberbach, Borkebach, Hönne, Orlebach, Öse, Sundwiger Bach, Wellingse, Westiger Bach und der Ruhr liegen. Vier weitere Untersuchungen wurden im Zusammenhang mit der Integralen Entwässerungsplanung des Ruhrverbands als Nachuntersuchungen im Rahmen der IEP Menden durchgeführt. Alle im Jahr 2017 durchgeführten Untersuchungen ergaben für die Saprobie mindestens einen guten Zustand, in der Öse oberhalb RÜ am Simmerauwerk (SI 1,52), Sundwiger Bach oberhalb Sundwig (SI1,42) und Westiger Bach Hellestraße (SI 1,44)

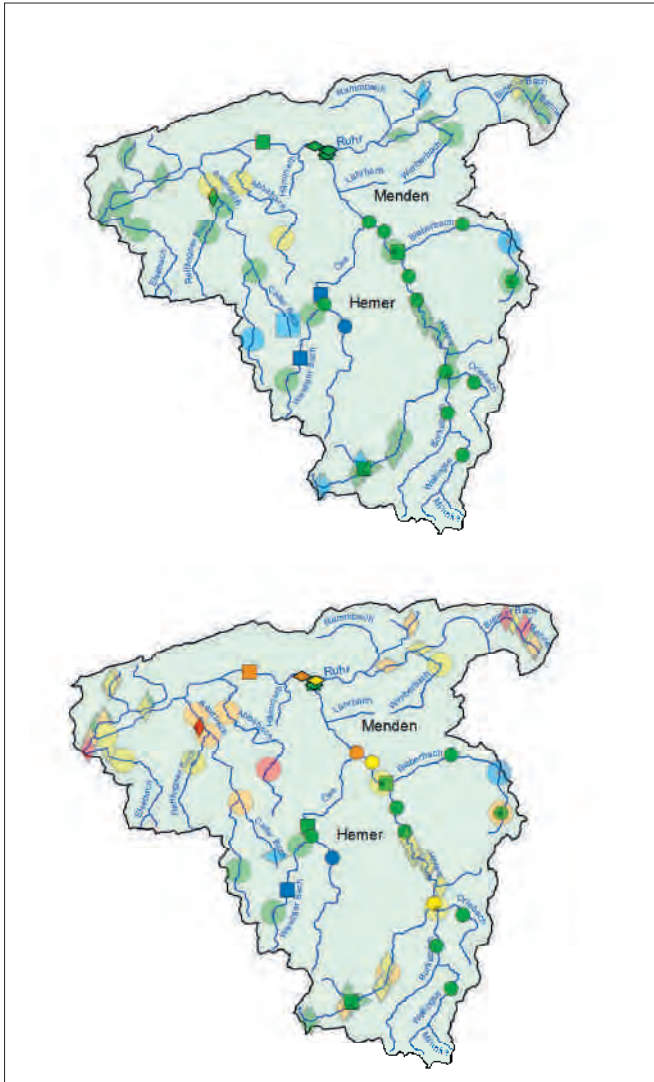


Bild 4.11: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Mittlere Ruhr (PE 1500). Oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2017, große, schwach gefärbte Symbole = 2012 bis 2016. Quelle (Karte): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.11: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Middle Ruhr (PE 1500). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2017, large, lightly coloured symbols = 2012 to 2016. Source (map): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

sogar einen sehr guten saprobiellen Zustand. Dabei ist besonders positiv zu vermerken, dass dieser sehr gute saprobielle Zustand im Westiger Bach am Ortseingang von Bredenbruch in einem Bereich ermittelt wurde, in dem der Wasserkörper auf Grund der oberhalb gelegenen landwirtschaftlicher Nutzung als HMWB, Fallgruppe Landentwässerung und Hochwasserschutz, ausgewiesen ist.

Von den 22 im Jahr 2017 untersuchten Probenahmestellen sind neun Probenahmestellen vor allem auf Grund urbaner Lage (Fallgruppen Bebauung mit oder ohne Vorland) als HMWB ausgewiesen, die statt in ihrem ökologischen Zustand hier in ihrem ökologischen Potenzial bewertet werden. Die Probenahmestellen in Bieberbach und Borkebach sind in der Allgemeinen Degradation in ihrem Zustand bzw. in ihrem Potenzial mit „gut“ bewertet. Die sieben Probenahmestellen in der Hönne weisen mit zwei Ausnahmen ebenfalls einen guten Zustand bzw. ein gutes ökologisches Potenzial auf. Nur die beiden NWB-Probenahmestellen unterhalb KA Balve und unterhalb Lendringsen sind mit „mäßig“ zu bewerten, wobei hier hydromorphologische Defizite (Rückstaubereiche, Gewässer Ausbau in bebauten Gebieten) mit stofflichen Einträgen zusammen wirksam werden. Wellingse und Orlebach, die zum Einzugsgebiet der Hönne gehören, weisen ebenfalls einen guten ökologischen Zustand für das Makrozoobenthos auf.

Das Öse-Einzugsgebiet mit den Probenahmestellen in Öse, Sundwiger Bach und Westiger Bach ist ebenfalls überwiegend im guten ökologischen Zustand bzw. guten ökologischen Potenzial.

Herausragend ist die HMWB-Probenahmestelle im Westiger Bach Hellestraße, die nicht nur einen sehr guten saprobiellen Zustand aufweist, sondern auch im ökologischen Potenzial auf Basis der Allgemeinen Degradation mit „sehr gut“ bewertet ist. Das Vorkommen von Quell- und Quellbacharten, wie Schnecken der Gattung *Bythinella* und die Köcherfliegenart *Agapetus fuscipes* (Bild 4.12), mit einem Anteil von über 11 % in diesem mittleren Abschnitt des Westiger Bachs weist darauf hin, dass hier ein Grundwasserfenster mit einem Zufluss von



Bild 4.12: Larve der Köcherfliege *Agapetus fuscipes*
Fig. 4.12: Larvae of the case bearing caddis fly *Agapetus fuscipes*

kaltem, wenig belastetem Wasser die Ursache für die artenreiche bachoberlauftypische Besiedlung mit einer Vielzahl von EPT-Taxa ist.

Nur die NWB-Probenahmestelle in der Öse vor Mündung in die Hönne ist mit „unbefriedigend“ bewertet. Diese Probenahmestelle war auch im vorherigen Monitoringzyklus defizitär bewertet. Ursache ist hier, dass die Probenahmestelle im Stadtgebiet von Menden liegt, auf Grund der Grünlandnutzung des oberhalb liegenden Gewässerabschnittes jedoch nicht als HMWB ausgewiesen wurde. Damit sind hier vor allem die naturfernen Gewässerstrukturen (Strukturklasse 6 „sehr stark verändert“; Habitatindex 5 „stark verändert“) Ursache für die defizitäre Bewertung des Makrozoobenthos.

Von den insgesamt 67 Probenahmestellen in dieser Planungseinheit befinden sich zusammenfassend 93 % in einem sehr guten oder guten saprobiellen Zustand. Dagegen erhalten lediglich knapp 31 % der Probenahmestellen in dieser Planungseinheit hinsichtlich der Allgemeinen Degradation eine sehr gute oder gute Bewertung.

Planungseinheit 1600 Obere Ruhr 1 (Bild 4.13)

Im Jahr 2017 fanden im Rahmen des operativen Monitorings in dieser Planungseinheit drei Probenahmen statt, die das Gebiet der Renaturierung von Sorpe und Röhr an und unterhalb

ihres Zusammenflusses umfassen (siehe Kapitel 8 mit zusätzlichen morphologischen und gewässerbiologischen Untersuchungen in diesem Bereich). Hier ist zu beachten, dass sich die beiden Probenahmestellen Röhr oberhalb Einmündung Sorpe und Röhr unterhalb Einmündung Sorpe jeweils in den noch ausgebauten Gewässerstrecken oberhalb und unterhalb der Renaturierung befinden. Die Probenahmestelle Sorpe vor Mündung in die Röhr hingegen liegt im Renaturierungsbereich. Alle drei Probenahmestellen sind saprobiell mit „gut“ zu bewerten. Auch die Allgemeine Degradation an den Probenahmestellen Sorpe vor Mündung in die Röhr und Röhr unterhalb Einmündung Sorpe ist mit „gut“ bewertet. Lediglich die Probenahmestelle Röhr oberhalb Einmündung Sorpe weist einen mäßigen Zustand für die Allgemeine Degradation auf, während sie im Jahr 2015 noch mit „gut“ bewertet wurde. Die Verschlechterung der Bewertung dieser Probenahmestelle beruht wahrscheinlich auf den Effekten der Renaturierung unterhalb, die im Übergangsbereich zwischen technisch ausgebautem Gerinne und aufgeweitetem Gewässerprofil sowohl über rückschreitende Erosion als auch über Rückstaueffekte die dortigen hydraulischen Bedingungen und die Habitatzusammensetzung beeinflussen. Dies führte dazu, dass die Anzahl nachgewiesener Taxa an dieser Probenahmestelle von 47 im Jahr 2015 auf 70 im Jahr 2017 deutlich anstieg. Bei den neu hinzugekommenen Arten handelt es sich aber v. a. um Erstbesiedler, wie verschiedene Chironomiden-Gruppen und Wasserkäferarten, die im Bewertungsverfahren als Störanzei-

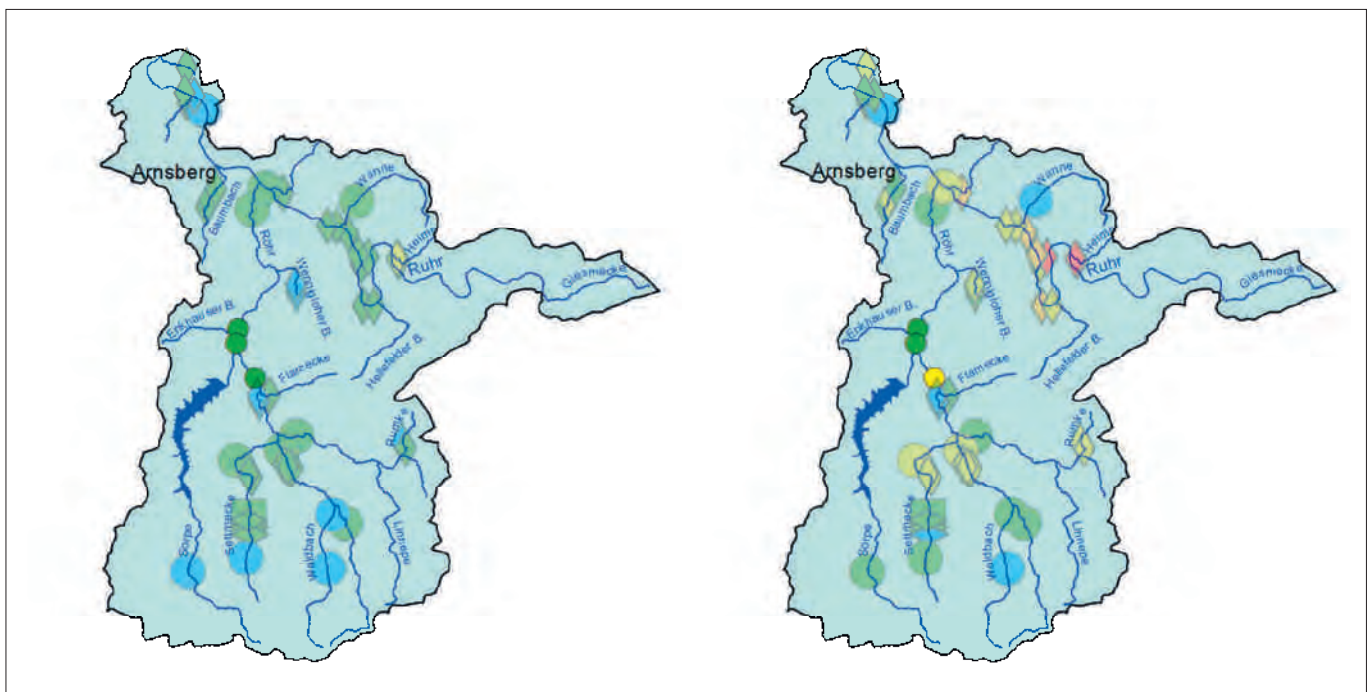


Bild 4.13: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Obere Ruhr 1 (PE 1600). Links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2017, große, schwach gefärbte Symbole = 2012 bis 2016.

Quelle (Karte): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)
 Fig. 4.13: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Upper Ruhr 1 (PE 1600). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2017, large, lightly coloured symbols = 2012 to 2016. Source (map): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)



Bild 4.14: Larve der grabenden Eintagsfliegenart *Ephemera danica*
 Fig 4.14: Larvae of the burrowing mayfly *Ephemera danica*

ger eingestuft werden. Hinzu kommen Schnecken, die wie die Wasserkäfer von den Makrophyten (v. a. Brunnenkresse *Nasturtium officinale*) in dem nicht vom Umbau direkt beeinflussten Bereich der Röhre profitieren.

Die Probenahmestelle Sorpe vor Mündung in die Röhre hat sich dagegen in der Bewertung des ökologischen Zustands und der

Allgemeinen Degradation im Vergleich zu der Situation im Jahr 2012 vor der Renaturierung von „mäßig“ auf „gut“ verbessert und belegt damit den Erfolg der Maßnahme. Die Taxazahlen haben von 34 auf 42 deutlich zugenommen, obwohl die oberhalb gelegene Talsperre das Wiederbesiedlungspotenzial des Sorpe-Oberlaufs abschneidet. Dies ist auch die Ursache dafür, dass die Taxazahlen in der Sorpe geringer sind als bei der zeitgleichen Probenahme in der Röhre mit hohem Wiederbesiedlungspotenzial aus dem Einzugsgebiet. Besonders positiv ist, dass in der Sorpe der Anteil der ökologisch anspruchsvollen EPT-Taxa (EPT: Ephemeroptera (Eintagsfliegen), Plecoptera (Steinfliegen), Trichoptera (Köcherfliegen)) von 46 % auf 73 % stark zugenommen hat. So konnten sich hier z. B. die Eintagsfliegenfamilie der Leptophlebiiden und die grabende Eintagsfliege *Ephemera danica* (Bild 4.14) als Indikatoren dafür, dass durch die Renaturierung auch gut durchströmte Feinsedimentbereiche als besiedlungsrelevante Mikrohabitate entstanden sind, neu etablieren.

Bis auf eine Probenahmestelle am Bachumer Bach und eine weitere an der Heimecke weisen alle weiteren Probenahmestellen in dieser Planungseinheit einen sehr guten bzw. guten saprobiellen Zustand auf. Etwas mehr als die Hälfte der 54 Probenahmestellen der Planungseinheit Obere Ruhr 1 sind hinsichtlich der Allgemeinen Degradation als defizitär einzustufen mit einem mäßigen (40 %), unbefriedigenden (10 %) und teilweise sogar auch schlechten Zustand (8 %). Als Ursache für die defizitäre Bewertung sind zumeist die unbefriedigenden Strukturen der siedlungsbedingt ausgebauten Gewässer erkennbar, während an den Probenahmestellen in der freien Landschaft – häufig bewaldete Oberläufe der Bäche – ein guter bzw. sehr guter ökologischer Zustand ermittelt wird.

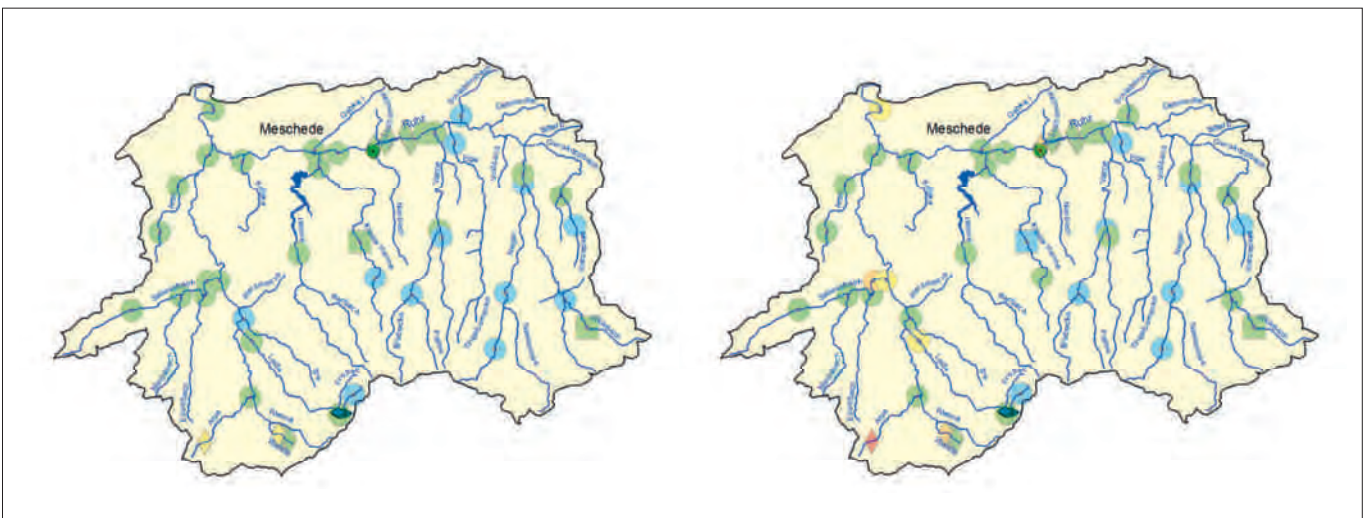


Bild 4.15: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Obere Ruhr 2 (PE 1700). Links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2017, große, schwach gefärbte Symbole = 2012 bis 2016. Quelle (Karte): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.15: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Upper Ruhr 2 (PE 1700). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2017, large, lightly coloured symbols = 2012 to 2016. Source (map): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Planungseinheit 1700 Obere Ruhr 2 (Bild 4.15)

Im Rahmen der IEP Eslohe-Bremke wurden in dieser Planungseinheit vom Ruhrverband drei Probenahmestellen in der Leiße untersucht. Dieses Gewässer ist im untersuchten Abschnitt als HMWB mit der Fallgruppe „Bebauung ohne Vorland“ ausgewiesen. Allen drei Probenahmestellen wird in der Saprobie wie auch in der Allgemeinen Degradation trotz eingetiefter Lage mit Ufersicherung (Bild 4.16) eine Bewertung des ökologischen Potenzials mit „sehr gut“ attestiert.

Im Rahmen des operativen Monitorings wurde im Jahr 2017 vom LANUV in dieser Planungseinheit der Nierbach vor Mündung in die Ruhr untersucht. Diese Probenahmestelle war bei der vorherigen Monitoringuntersuchung im Jahr 2015 in der Allgemeinen Degradation mit „mäßig“ bewertet worden. Im Jahr 2017 zeigte sich eine deutliche Verbesserung in der Zönostruktur, so dass die Probenahmestelle in der Allgemeinen Degradation mit „gut“ bewertet wird. Die Verbesserung beruht darauf, dass sich die im Jahr 2015 noch relativ artenarme Besiedlung (nur 18 verschiedene Taxa) im Jahr 2017 mit 40 verschiedenen Taxa deutlich vielfältiger zeigt. Es dominieren nun gewässertypspezifische Arten, so dass der Deutsche Faunaindex sogar bei einem Score von 0,88 mit „sehr gut“ zu bewerten ist. Besonders bemerkenswert ist hier das Vorkommen der Lidmückenlarve *Liponeura cinerascens*, die nur in völlig unbelasteten, sauerstoffreichen, sehr schnell fließenden Gewässern vorkommt. Als Anpassung an die sehr schnelle, turbulente Strömung, die ihr bevorzugtes Habitat darstellt, haben die Larven der Lidmücke Saugnäpfe auf der Ventralseite ausgebildet (Bild 4.17).



Bild 4.16: Leiße oberhalb RÜ 1 Post: Das Gewässer ist auf Grund der eng angrenzenden Bebauung als HMWB mit der Fallgruppe „Bebauung ohne Vorland“ ausgewiesen und entsprechend im Uferbereich befestigt.

Fig. 4.16: Leisse river upstream of stromwater overflow 1 Post: Du to the close urban development, the water has been characterized as HMWB with the case group "developed area without foreshore" and the river banks have been constructed accordingly.



Bild 4.17: Larve der Lidmücke *Liponeura* sp.; links: Ansicht dorsal; rechts: Ansicht ventral.

Fig. 4.17: Larvae of the net-winged midge *Liponeura* sp.; on the left: dorsal view; on the right: ventral view

Von den 57 dargestellten Probenahmestellen weisen 97 % einen sehr guten bzw. guten saprobiellen Zustand auf. Nur zwei Probenahmestellen in der Arpe II und der Weiste, einem Wenne-Zufluss, die bereits im Jahr 2012 untersucht wurden, waren zu dieser Zeit saprobiell mit „mäßig“ zu bewerten. Im Hinblick auf die Allgemeine Degradation ist die Mehrzahl der hier untersuchten Probenahmestellen (87 %) in einem guten oder sogar sehr guten Zustand bzw. werden bezüglich des ökologischen Potenzials als „gut oder besser“ eingestuft.

Planungseinheit 1800 Möhne (Bild 4.18)

Im Jahr 2017 wurde in dieser Planungseinheit nur eine Probenahmestelle in der Wäster oberhalb Belecka durch das LANUV im Rahmen des Monitorings nach EG-WRRL untersucht. Diese Probenahmestelle wurde wie bereits in den Jahren 2005 und 2012 sowohl bezüglich der Saprobie als auch der Allgemeinen Degradation gesichert mit „gut“ bewertet.

Unter Berücksichtigung der früheren Untersuchungen aus den Jahren 2012 bis 2016 weisen von den 47 Untersuchungen 92 % einen sehr guten bzw. guten saprobiellen Zustand auf. Hinsichtlich der Allgemeinen Degradation erreichen 66 % noch keinen guten Zustand bzw. kein gutes Potenzial.

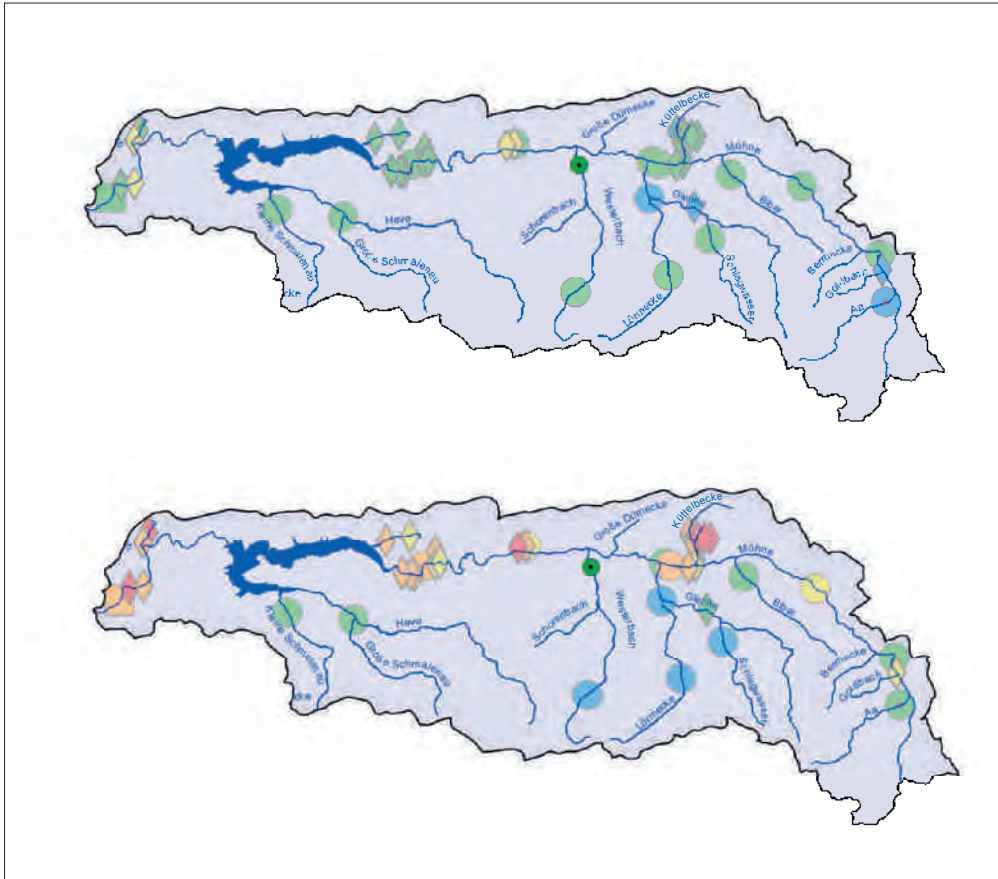


Bild 4.18: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Möhne (PE 1800). Oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2017, große, schwach gefärbte Symbole = 2012 bis 2016. Quelle (Karte): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.18: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Möhne (PE 1800). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2017, large, lightly coloured symbols = 2012 to 2016. Source (map): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Zusammenfassung zum Makrozoobenthos

Eine Gesamtübersicht über die messstellenbezogene Verteilung der Ergebnisse der biologischen Gewässeruntersuchungen in den jeweiligen Planungseinheiten und dem gesamten Ruhreinzugsgebiet gibt die Tabelle 4.4 wieder.

Die Ruhr zeigt saprobiell fast durchgängig einen guten Zustand. Bei den im Jahr 2017 untersuchten Probenahmestellen überschreitet nur die Probenahmestelle oberhalb RÜB Raffelberg die gewässertypische Klassengrenze für den guten saprobiellen Zustand. Zusammenfassend sind im Ruhr-Längsverlauf im Berichtszeitraum 5 % der Probenahmestellen saprobiell mit „sehr gut“, 87 % mit „gut“ und 8 % mit „mäßig“ bewertet.

Die Bewertung im Modul Allgemeine Degradation zeigt ein heterogenes Bild. Im Oberlauf, in dem die Ruhr durchgängig als NWB ausgewiesen ist, stellt sie sich zumeist mit einer guten Bewertung dar. Im weiteren Fließverlauf der Ruhr treten allerdings zunehmend strukturelle Defizite auf. Zusammenfassend sind von den insgesamt für den Zeitraum der Jahre 2012 bis 2017 betrachteten 39 Probenahmestellen 3 % mit „sehr gut“, 25 % mit „gut“, 23 % mit „mäßig“, 21 % mit „unbefriedigend“ und 28 % mit „schlecht“ bewertet, d. h. 72 % der Probenahmestellen erreichen noch nicht den guten oder sehr guten Zustand bzw. ein gutes ökologisches Potenzial.

Im Rahmen der gewässerökologischen Untersuchungen an der Ruhr und ihren Nebengewässern im Jahr 2017 können 77 von 79 Stellen im Hinblick auf den saprobiellen Zustand mit „gut“ oder „sehr gut“ bewertet werden. Die mit „mäßig“ bewerteten Stellen liegen im Knöselsbach sowie in der unteren Ruhr. Von den insgesamt im Zeitraum von 2012 bis 2017 untersuchten 577 hydrobiologischen Probenahmestellen in der Ruhr und ihren Nebengewässern zeigen rund 95 % einen guten oder sehr guten saprobiellen Zustand.

Mit Blick auf die Allgemeine Degradation weisen 287 Probenahmestellen, entsprechend 50 % der im Zeitraum 2012 bis 2017 untersuchten Probenahmestellen im Ruhreinzugsgebiet, einen guten bzw. sehr guten Zustand bzw. ein gutes oder besseres ökologisches Potenzial auf. Im Vergleich zum Zeitraum 2011 bis 2016 stellt dies eine Verbesserung der Bilanz um zwei Prozentpunkte dar. Diese Verbesserung ist u. a. auf die fortschreitende Bewertung der HMWB in ihrem ökologischen Potenzial zurückzuführen, während zunehmend ältere Daten, bei denen HMWB noch wie NWB in ihren ökologischen Zustand bewertet wurden, keine Berücksichtigung mehr finden. Ursache für den defizitären Zustand an der Hälfte der Probenahmestellen sind vielfach die nutzungsbedingt veränderten Gewässerstrukturen, die künftig durch die Einstufung in HMWB-Fallgruppen bei der Bewertung berücksichtigt werden.

Tabelle 4.4: Gesamtübersicht über die messstellenbezogene Verteilung der Ergebnisse der hydrobiologischen Untersuchungen zum ökologischen Gewässerzustand in den jeweiligen Planungseinheiten im Ruhreinzugsgebiet – Makrozoobenthos, für die Jahre 2012 bis 2017. Ergebnisse: „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in Zusammenarbeit mit dem Ruhrverband

Table 4.4: Overview of the measuring point-specific distribution of results of the hydrobiological examinations on the ecological status in the respective planning units of the Ruhr catchment area – macrozoobenthos, 2012 to 2017. Results „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in cooperation with Ruhrverband

		Untere Ruhr (1000)			Volme (1100)			Bigge (1200)			Untere Lenne (1300)			Obere Lenne (1400)			Mittlere Ruhr (1500)			Obere Ruhr 1 (1600)			Obere Ruhr 2 (1700)			Möhne (1800)			Ruhreinzugsgebiet							
		Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Summe							
NW		○	◇	◐	○	◇	◐	○	◇	◐	○	◇	◐	○	◇	◐	○	◇	◐	○	◇	◐	○	◇	◐	○	◇	◐								
Saprobie	1 sehr gut	1	9	10	8	2	10	1	1	1	2	2	4	8	6	7	1	14	5	4	1	10	6	6	12	1	3	13	17	1	5	1	7	89		
	2 gut	21	73	97	5	39	25	69	1	22	12	35	7	16	12	35	16	26	3	45	20	39	7	66	12	28	40	2	9	27	38	15	20	1	36	461
	3 mäßig	6	6	12																															27	
	4 unbefriedigend																																			
	5 schlecht																																			
Summe				119			79				36				45			59						81			54				57			47	577	
Allgemeine Degradation (Ökol. Zustand)	1 sehr gut				1		1				2	2	3	7	5	2	1	8	1		1	2	4	2	6	1		9	10	4		4		38		
	2 gut	2	12	15	1	26	14	41		7	4	11	5	4	9	18	12	15	1	28	9	8	2	19	9	6	15	2	8	24	34	7	3	2	12	193
	3 mäßig	10	37	2	49	4	17	3	24	1	13	4	18	1	3	1	5	3	12	1	16	5	17	3	25	4	16	20	3	3	2	7	9	169		
	4 unbefriedigend	3	14	17		3	1	4		3	1	4	1	3		4	1	1		2	5	8	2	15	5		5	2	1	3	2	13	15	69		
	5 schlecht	2	7	9									2							1	1	1	5	6	6	4		4				6	6	29		
Summe				90			70				33				36			55					67			50				51			46	496		
HMWB		□	◇	◐	□	◇	◐	□	◇	◐	□	◇	◐	□	◇	◐	□	◇	◐	□	◇	◐	□	◇	◐	□	◇	◐	□	◇	◐	□	◇	◐		
Allgemeine Degradation (Ökol. Potenzial)	1 sehr gut		3	3			1	1					1	1					1	2			2	1	1			3	1	4				14		
	2 gut	5	11	16		8	8			1	1		3	2	5				1	4	3		7	1	2	3			2	2				42		
	3 mäßig	1	4	5									3	2	5				1	2	2		2	2										12		
	4 unbefriedigend	1		1						1	1																								7	
	5 schlecht	4		4																2	1	2	3											4		
Summe				29			9				3				9			4					14			4			6			1		79		
Saprobie	1 sehr gut																																			
	2 gut																																			
	3 mäßig																																			
	4 unbefriedigend																																			
	5 schlecht																																			
Allgemeine Degradation (Ökol. Zustand)	1 sehr gut																																			
	2 gut																																			
	3 mäßig																																			
	4 unbefriedigend																																			
	5 schlecht																																			
Allgemeine Degradation (Ökol. Potenzial)	1 sehr gut																																			
	2 gut																																			
	3 mäßig																																			
	4 unbefriedigend																																			
	5 schlecht																																			

5 Trophische Situation in der Ruhr

Planktonuntersuchungen

Die trophische Situation der unteren Ruhr mit ihren Flusstausen wird von den physikalisch-chemischen Gegebenheiten und biologischen Prozessen, wie der planktischen Primär- und Sekundärproduktion, beeinflusst. Seit etwa zwei Jahrzehnten haben sich die in der Vergangenheit klassischen Verhältnisse verändert. So hat die Entwicklung von Makrophyten zunehmend planktische Algen verdrängt. Aber auch das vermehrte Auftreten von algivoren Körbchenmuscheln nimmt für die ökologischen Verhältnisse in der Ruhr zurzeit immer mehr an Bedeutung zu.

Phytoplankton

Zur Bewertung der planktischen Primärproduktion (Algenwachstum) wird routinemäßig der Chlorophyllgehalt herangezogen. Ergänzt werden diese Ergebnisse durch qualitative und quantitative Bestimmungen des Phytoplanktons (Primärproduzenten) und des Zooplanktons (v. a. Primärkonsumenten). In den folgenden Abschnitten werden die Untersuchungsergebnisse aus dem Jahr 2017 gemeinsam mit den langjährigen Untersuchungen diskutiert, um den Einfluss verschiedener abiotischer (Globalstrahlung und Abfluss) und biotischer Faktoren (algenkonsumierende Zooplankter bzw. Muscheln sowie Makrophyten) auf die Algenentwicklung zu interpretieren.

Das Jahr 2017 zeichnete sich ab März bis in den Juli hinein durch eine meist überdurchschnittliche Globalstrahlung aus (Bild 5.1). Im März verfehlte diese mit $0,97 \text{ kJ}/(\text{cm}^2 \cdot \text{d})$ knapp das Maximum der letzten 45 Jahre. Nach einem durchschnittlichen April waren die Sommermonate Mai bis Juli mit bis zu 15 % strahlungsreicher als im Durchschnitt und erreichten zeitweise die Werte des „Jahrhundertsommers“ von 2003. Gegen Ende des Sommers nahm die Globalstrahlung wieder ab und blieb bis zum Jahresende auf einem durchschnittlichen Niveau. Im Vergleich der Bundesländer verzeichnete Nordrhein-Westfalen im Jahr 2017 die zweithöchsten mittleren Temperaturen. Eine Ausnahme bildete der nasse Monat Dezember, der in Nordrhein-Westfalen nach dem Jahr 1993 der sonnenärmste Dezember der letzten knapp 70 Jahre war [5.1].

Bei den ab Mitte März für ein planktisches Algenwachstum guten abiotischen Bedingungen (durchschnittlich hohe Strahlungsintensität, geringer Abfluss, warme Temperaturen) war im Vergleich zu den letzten Jahren schon früh ein nennenswertes Frühjahrsmaximum mit Monatsmitteln von 13 bzw. $21 \mu\text{g}/\text{l}$ Chlorophyll-a vorhanden (Bild 5.2). Der höchste Einzelwert wurde am 15. Mai 2017 mit $65 \mu\text{g}/\text{l}$ gemessen. Auch

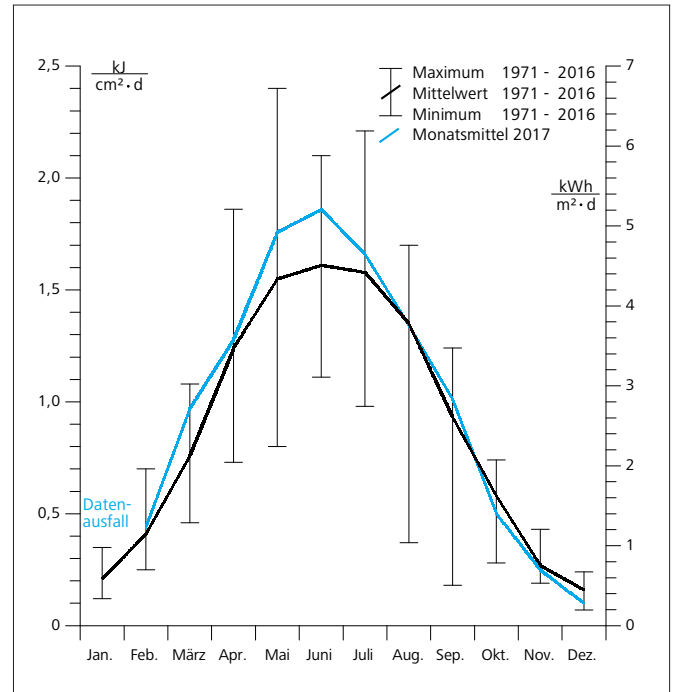


Bild 5.1: Monatsmittelwerte der Globalstrahlung bei Essen im Jahr 2017 und Spannweite der Mittelwerte der Jahre 1971 bis 2016
Fig. 5.1: Monthly means of global radiation at Essen 2017 and spectrum of mean values from 1971 to 2016

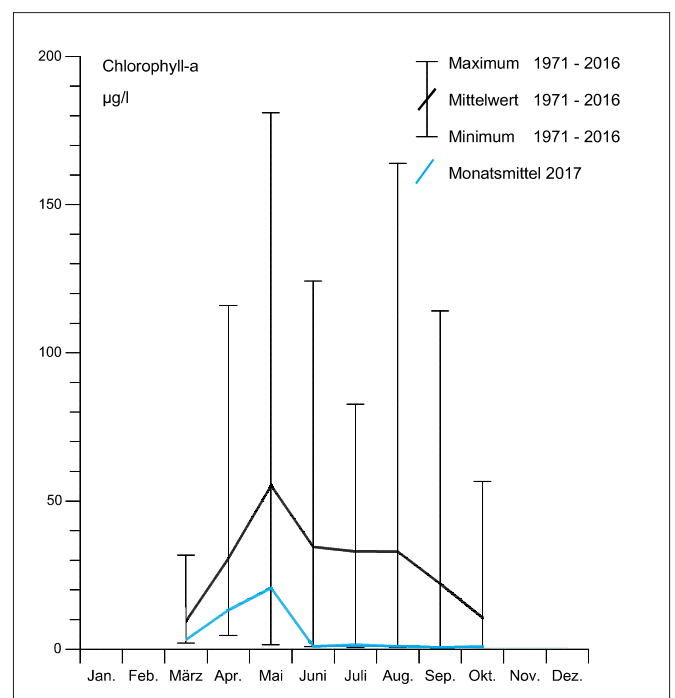


Bild 5.2: Monatsmittelwerte des Chlorophyll-a-Gehalts in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Jahr 2017 und Spannweite der Mittelwerte der Jahre 1971 bis 2016
Fig. 5.2: Monthly means of the chlorophyll a concentration in the Ruhr at Essen-Rellinghausen 2017 and spectrum of mean values from 1971 to 2016

[5.1] DWD: Pressemitteilung vom 29.12.2017 Deutschlandwetter im Jahr 2016; www.dwd.de/presse, Zugriff: 01.03.2018

wenn in dieser Zeit höhere Chlorophyll-a-Konzentrationen als in den Vorjahren erreicht wurden, blieben diese weit hinter den bis zum Jahr 2006 vorhandenen Algenentwicklungen zurück. In der zweiten Jahreshälfte spielen in der Ruhr planktische Algen schon seit vielen Jahren keine Rolle mehr. Dieser Prozess abnehmender Chlorophyllgehalte hat mit dem massiven Einsetzen der Makrophytenentwicklung in den oberen Ruhrstauseen und ihrem konkurrierenden Nährstoff- und Lichtbedarf um den Jahrtausendwechsel begonnen [5.2]. Zusammen mit dem Fraßdruck der algivoren Körbchenmuschel ist heute eine drastische Reduzierung der planktischen Algen

erkennbar, die nun nicht nur eine „planktonfreie“ zweite Jahreshälfte, sondern auch einen Rückgang der Frühjahrsentwicklung bewirkt.

Die im Vergleich zum Vorjahr etwas höhere, aber immer noch sehr schwache Algenentwicklung in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen findet sich auch in der Darstellung der jahreszeitlichen Sukzession der Planktonalgen wieder (Bild 5.3). Die Abbildung beruht auf der mikroskopischen Zählung der Algenarten. Hierzu wurden aus den dreimal wöchentlich in Essen-Rellinghausen entnommenen Proben Mischproben her-

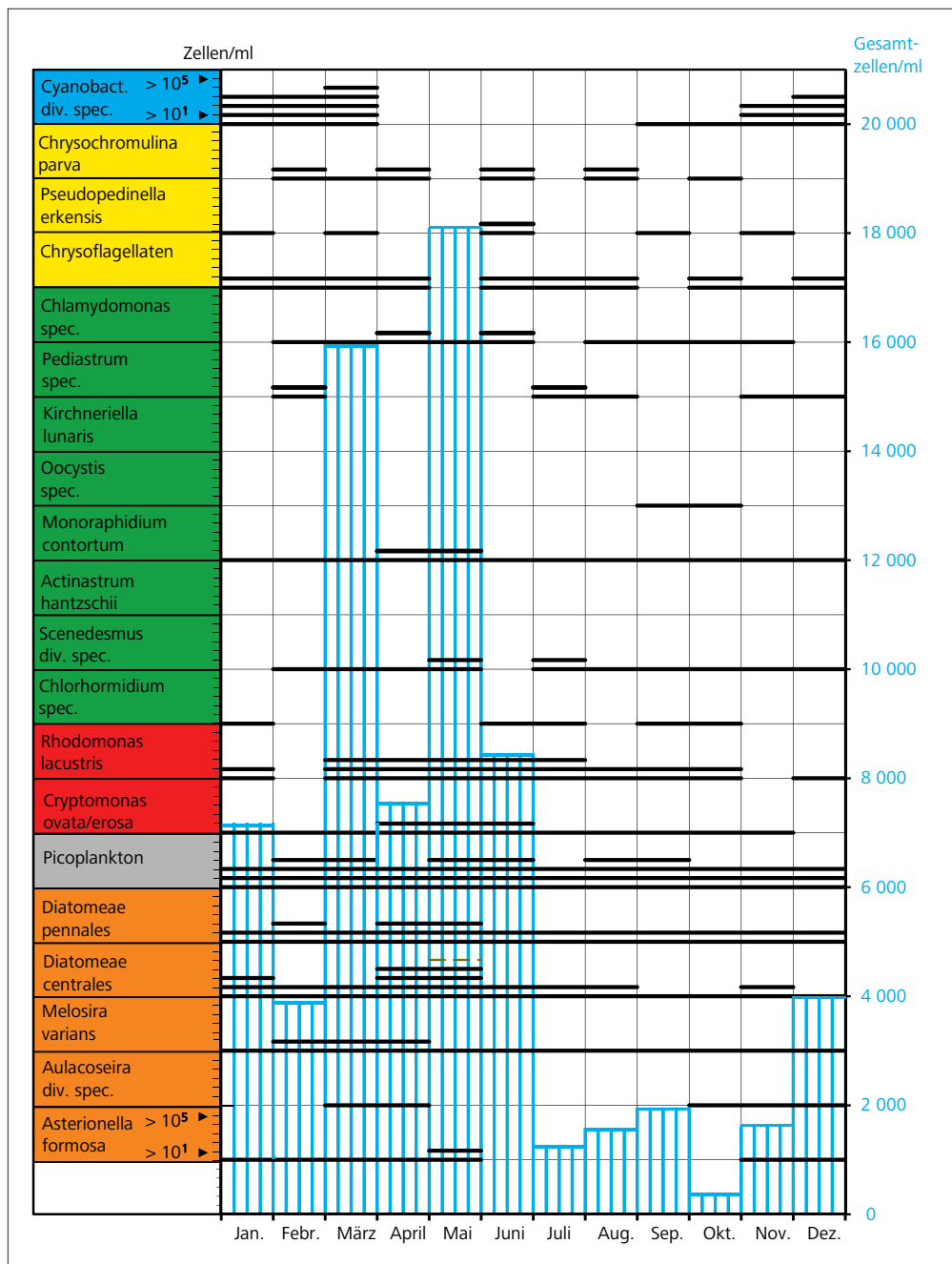


Bild 5.3: Jahreszeitliche Sukzession der Planktonalgen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Jahr 2017
 Fig. 5.4: Seasonal succession of phytoplankton in the Ruhr River at Essen-Rellinghausen 2017

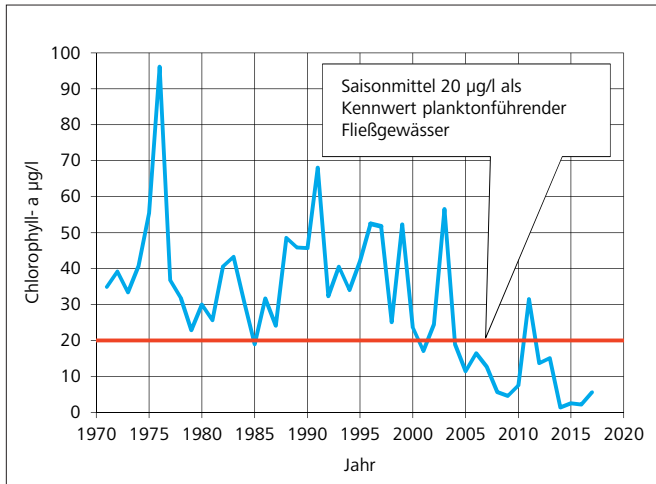


Bild 5.4: Jahresmittelwerte des Chlorophyll-a-Gehalts in der Ruhr bei Essen Rellinghausen in der Vegetationsperiode April bis Oktober der Jahre 1971 bis 2017

Fig. 5.5: Annual means of the chlorophyll a concentration in the Ruhr at Essen-Rellinghausen during vegetation period (April to October), 1971 to 2017

gestellt und ausgezählt. Die Querstriche symbolisieren die Größenordnung der Zellzahl der entsprechenden Algenart oder -gruppe. Die vertikal blauinierten Säulen geben die Gesamtzellzahl an. Die Algentaxa sind entsprechend ihrer Zugehörigkeit zu den Algenklassen eingefärbt (z. B. Cyanobacteria – Blaualgen, blau; Chrysophyceae, Haptophyceae – Goldalgen, gelb etc.; vgl. Bild 5.5).

Auch wenn 2017 Algendichten bis zu 18.000 Zellen/ml auftrafen, sind diese Werte weit entfernt von in den 1990er Jahren gemessenen Größenordnungen, in denen Mittelwerte von

100.000 Zellen/ml über mehrere Monate im Jahr überschritten wurden. In den kühlen Monaten des Jahres 2017, also Januar bis März und November/Dezember, dominierten hinsichtlich der Zellzahlen die kleinen, an mäßige Lichtverhältnisse angepassten Cyanobakterien („Blaualgen“) der Gattung *Planktothrix*. Während der Vegetationsperiode waren Blaualgen jedoch nicht oder nur als Einzelfunde nachweisbar. In den noch kühlen aber strahlungsreicheren Frühjahrsmonaten bestimmten naturgemäß Kieselalgen, hier vor allem die radiären Formen (z. B. *Melosira varians*), das Phytoplankton in der Ruhr bei Essen. Mit zunehmenden Temperaturen gewannen im weiteren Jahresverlauf immer mehr Vertreter des so genannten Sommerplanktons an Bedeutung. Dazu zählten neben dem unbestimmbaren Picoplankton, das aufgrund der geringen Größe von $< 2 \mu\text{m}$ der Algen hinsichtlich der Primärproduktion kaum eine Rolle spielte, vor allem Vertreter der Crypto- und Chrysophyceen (Flagellaten und Goldalgen). Die Grünalgen des „typischen“ Sommerplanktons fehlten fast vollständig. Die Präsenz der Kiesel- und Goldalgen zusammen mit den Flagellaten, das Fehlen von Blaualgen und die kaum vorhandenen Grünalgen im Sommerplankton sind als Indikatoren für eine gute Trophielage in der unteren Ruhr zu werten. Gemäß Monitoringleitfaden NRW werden Fließgewässer nur dann als „planktonführende Fließgewässer“ bezeichnet, wenn sie in der Vegetationsperiode von April bis Oktober eine Chloro-

[5.2] Ruhrverband: Untersuchungen zur Massenentwicklung von Wasserpflanzen in den Ruhrstauseen und Gegenmaßnahmen. Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes NRW, Essen 2008, 364 S.

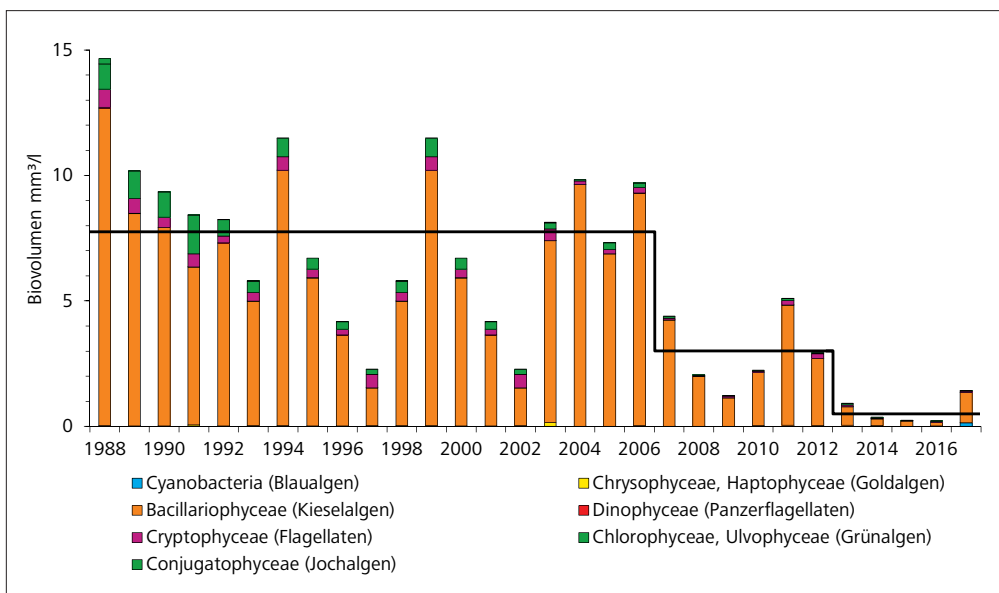


Bild 5.5: Phytoplankton in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (Jahresmittelwerte des Biovolumens der Jahre 1988 bis 2017)

Fig. 5.5: Phytoplankton in the Ruhr River at Essen-Rellinghausen (yearly means of biovolume 1988 to 2017)

phyll-a-Konzentration von 20 µg/l als Saisonmittel überschreiten. In der Ruhr bei Essen-Rellinghausen liegt das Saisonmittel der Chlorophyll-a-Konzentration – mit einer Ausnahme im Jahr 2011 – seit 14 Jahren deutlich unter diesem Wert (Bild 5.4). Führt man eine Bewertung des Phytoplanktons mit Hilfe des deutschlandweit gültigen Bewertungsverfahrens PhytoFluss durch [5.3], das für die Bewertung ausgewählter planktonführender Fließgewässer nach EG-WRRL Anwendung findet, ergibt sich für die Ruhr bei Essen-Rellinghausen als „Großer Fluss des Mittelgebirges Typ 9.2“ ein Index von 2,07 und damit eine Bewertung mit „gut“ wie in den vergangenen drei Jahren (Indices zwischen 1,77 und 1,84). Im Vergleich hierzu betrug im Jahr 1999, einem planktonreichen Jahr mit einem Saisonmittel der Chlorophyll-Konzentration von 52 µg/l, der Index 3,17, was einer Bewertung von „mäßig“ entspricht.

Den Trend zu einer deutlich geringeren Primärproduktion verdeutlicht die Darstellung der Jahresmittelwerte der Biovolumina der vergangenen 30 Jahre (Bild 5.5). Planktonentwicklungen unterliegen in den einzelnen Jahren unterschiedlichen abiotischen aber auch biotischen Randbedingungen, die zu einer Schwankungsbreite in nennenswertem Maße führen. Trotz einzelner Jahre mit höherer planktischer Produktivität ist die Tendenz insgesamt stark abnehmend. Es sind im Laufe des dargestellten Zeitraums drei unterschiedliche Niveaus zu erkennen. Im Zeitraum bis zum Jahr 2006 betrug das durchschnittliche Biovolumen knapp 8 mm³/l, zwischen den Jahren 2007 und 2012 um 3 mm³/l und ab dem Jahr 2013 bis heute nur noch 0,6 mm³/l.

Mit einem mittleren Biovolumen von 1,44 mm³/l war im Jahr 2017 eine etwas höhere planktische Primärproduktion als in

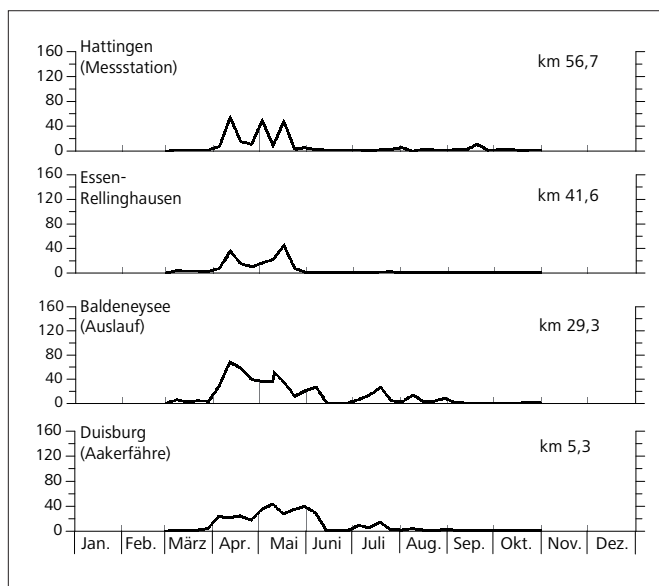


Bild 5.6: Algenentwicklung (als Chlorophyll-a-Gehalt) an verschiedenen Stellen der Ruhr im Verlauf des Jahres 2017

Fig. 5.6: Development of phytoplankton (as chlorophyll a concentration) determined in various cross-sections of the Ruhr River in 2017

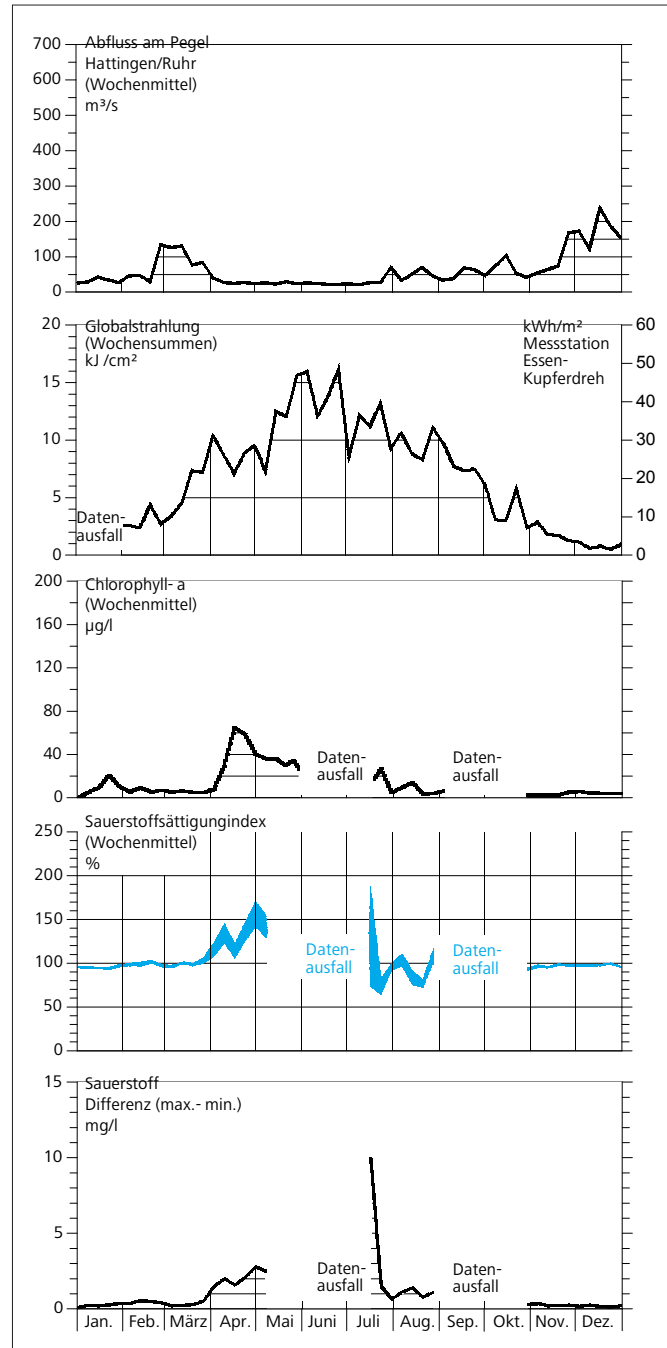


Bild 5.7: Einfluss der Wasserführung und der Globalstrahlung auf die Algenentwicklung im Baldeneysee und deren Auswirkung auf den Sauerstoffgehalt im Jahr 2017

Fig. 5.7: Influence of river flow and total radiation on phytoplankton growth in Lake Baldeney and the resulting impact on the oxygen balance in 2017

den letzten vier Jahren vorhanden. Nachdem durch den hauptsächlich in den 1990er Jahren durchgeführten Ausbau der Kläranlagen u. a. mit einer Phosphorelimination das Algenwachstum in der Ruhr reduziert werden konnte, verhindern heute auch die seit dem Jahr 2000 massiv auftretenden Makrophytenentwicklungen in den oberen Ruhrstauseen ein stär-

keres Wachstum von Planktonalgen. Als Ursache für die weitere Reduzierung des Phytoplanktons wird das seit dem Jahr 2008 beobachtete vermehrte Vorkommen der algenfiltrierenden Körbchenmuschel *Corbicula* angesehen.

Zu den abiotischen Einflussgrößen für die Intensität von Algenentwicklungen zählt neben dem Nährstoffangebot und der Strahlungsintensität auch die für das Wachstum und die Vermehrung zur Verfügung stehende Zeit. Diese wird durch das Abflussgeschehen bzw. die Aufenthaltszeit des Wassers in der Ruhr maßgeblich bestimmt. In der mittleren und unteren Ruhr von Echthausen bis zur Mündung in den Rhein beträgt die Fließzeit des Wassers bei Trockenwetter etwa 20 Tage. Die räumliche und zeitliche Entwicklung des Algenvorkommens auf der Fließstrecke von Hattingen bis Duisburg ist für die in der Vegetationsperiode gemessenen Chlorophyll-a-Gehalte in Bild 5.6 dargestellt. Oberhalb der Messstation Hattingen spielt das Phytoplankton in der Ruhr schon seit vielen Jahren keine Rolle mehr.

Nach drei sehr chlorophyllarmen Jahren zeigte sich in der Ruhr zumindest in der ersten Jahreshälfte wieder eine nennenswerte Primärproduktion mit planktischen Algen. Allerdings bewegten sich die zwischen Hattingen und Duisburg mindestens einmal wöchentlich gemessenen Chlorophyll-a-Gehalte immer noch auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau.

Der im April einsetzenden Algenentwicklung im Unterlauf der Ruhr folgte eine algenreiche Zeit mit Chlorophyll-a-Gehalten bis zu 69 µg/l. Diese wurde immer wieder kurz unterbrochen, was weniger auf schwankende Abflüsse, sondern vielmehr auf das Wechselspiel zwischen Primärproduktion und Konsumption durch algivore Zooplankter und Muscheln zurückzuführen war. Es wurde auch deutlich, dass in der chlorophyllarmen zweiten Jahreshälfte nur noch unterhalb der beiden Stauhaltungen geringe Anstiege der Primärproduktion auftraten. Sowohl in Essen-Rellinghausen als auch in Duisburg wurden meist geringere Werte gemessen. Hier spielten einerseits Selbstreinigungsvorgänge, wie Absterben von Algen oder Makrozoobenthosfraß, eine Rolle. Einen wesentlich größeren Einfluss hatte andererseits die Besiedlung der Ruhr mit der Körbchenmuschel, die mit ihrer Filtrationsleistung für planktonarme Verhältnisse sorgte.

In der Ruhr, einem auf den letzten 80 km mehrfach gestauten Gewässer, sind biologische Prozesse wie Photosynthese, Atmung und Biomasseaufbau bzw. -abbau eng mit abiotischen Gegebenheiten wie Abfluss, Strahlung und physikalisch-chemischen Verhältnissen verknüpft. Einige dieser Faktoren und ihre Auswirkungen auf den Sauerstoffhaushalt zeigt Bild 5.7 am Beispiel des Baldeneysees. Für die Wasserführung und den Chlorophyll-a-Gehalt, der aus der kontinuierlich gemessenen In-vivo-Fluoreszenz errechnet wurde, werden die Wochenmittel und für den Sauerstoffgehalt die Wochenmittelwerte der Tagesminima und -maxima des Sättigungsindex herangezogen. Die Globalstrahlung wird als Wochensumme dargestellt. Durch einen aufgrund technischer und baulicher Maßnahmen

hervorgerufenen Ausfall der Messstation Essen-Werden sind in der Vegetationsperiode mehrere Datenlücken entstanden.

Mit dem Rückgang des Abflusses im April bei einer noch unveränderten Strahlungsintensität fand im Baldeneysee ein erstes Algenwachstum mit einer mittleren Chlorophyll-a-Konzentration von schon über 50 µg/l statt. Weitere Algenentwicklungen folgten, bei denen jedoch mittlere Chlorophyllgehalte von 40 µg/l kaum noch erreicht wurden. Trotz der höheren Werte als in den letzten drei Jahren lagen diese weiterhin deutlich unter den Chlorophyll-a-Konzentrationen der 1990er Jahre, in denen maximale Wochenmittelwerte von 150 bis 200 µg/l erreicht wurden.

Der Tag-Nacht-Wechsel von sauerstoffproduzierenden Photosyntheseprozessen und sauerstoffzehrenden Dissimilationsvorgängen (Atmung) führte zu tageszeitabhängigen Schwankungen des Sauerstoffgehaltes. Anders als im Vorjahr, als auf Grund einer geringen Algenentwicklung mit einer Sauerstoffsättigung zwischen 80 und 130 % relativ ausgeglichene Verhältnisse herrschten, waren im Jahr 2017 in den Sommermonaten mit Sauerstoffsättigungsindices zwischen 65 und 180 % deutlich größere Spannweiten vorhanden. Ein Absinken der Sauerstoffsättigungsindices auf für die Fischfauna bedrohliche Werte von unter 40 % Sauerstoffsättigung war allerdings nicht vorhanden. Die maximale Amplitude zwischen den Sauerstoffminima und -maxima, bedingt durch den Tag- und Nachtrhythmus von Photosynthese und Atmung, trat in der dritten Juliwoche mit einem Tageshöchstwert von 10 mg/l O₂ auf. In den übrigen Monaten wurde eine Differenz von 3 mg/l O₂ nicht überschritten. An einigen wenigen Tagen wurden Sauerstoffminima von knapp unter 6 mg/l gemessen. Damit wurde der Grenzwert für diese Qualitätskomponente der allgemeinen physikalisch-chemischen Parameter des Fließgewässertyps 9.2 von 7 mg/l zwar unterschritten [5.4], negative Auswirkungen auf die Fische und das Makrozoobenthos wurden aber nicht beobachtet.

Zooplankton

In der Vergangenheit (bis zum Jahr 2004) hatten das Vorkommen und die Fraßaktivität („Grazing“) des Zooplanktons neben Nährstoffsituation, Abfluss und Strahlung einen wesentlichen Einfluss auf die zeitliche Abfolge und das Ausmaß der Phytoplanktonentwicklung im Baldeneysee. Umgekehrt muss algenfressendes Zooplankton ausreichend Phytoplankton als Futter zur Verfügung haben, um eine Population entwickeln zu können. Die heutige Situation im Baldeneysee wird u. a. am Bei-

[5.3] Mischke, U.; Behrendt, H.: *Handbuch zum Bewertungsverfahren von Fließgewässern mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-WRRL in Deutschland*. Berlin 2007, 88 S., ISBN 978-89998-105-6, <http://www.igb-berlin.de/mitarbeitende-igb>

[5.4] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hrsg.): *Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV)*, Berlin, Juni 2016

spiel der algivoren Rädertiere der Gattung *Brachionus* deutlich. Während diese Gattung in den 1990er Jahren bis Anfang der 2000er Jahre mit Individuendichten bis zu 6.000 Ind./l im Baldeneysee präsent war, werden heute nur sehr selten 100 Ind./l überschritten. Eine weitere Reaktion der Biozönose auf die geringere Primärproduktivität und auf die Erwärmung der Gewässer, die in den letzten 20 Jahren in der Ruhr im Mittel um 0,5 °C betrug, ist das Vorkommen der Crustaceen-Art *Ceriodaphnia reticulata* in den Sommermonaten. Diese findet bei Wassertemperaturen zwischen 20 und 22 °C und neutralen pH-Werten ihre optimalen Lebensbedingungen. So findet eine Reproduktion dieser Art nur bei diesen Bedingungen in den Sommermonaten statt. Als eine besondere Anpassung an die veränderten Nahrungsbedingungen ist die omnivore Ernährung zu nennen. Neben Algen als Nahrungsgrundlage gilt *Ceriodaphnia reticulata* nämlich als einer der effektivsten Bakterienfiltrierer in limnischen Systemen [5.5].

Auch im Jahr 2017 zeigte die Sekundärproduktion mit einem Biovolumen des Zooplanktons von 0,24 mm³/l (im Jahr 2016: 0,19 mm³/l) ein sehr niedriges Niveau (Bild 5.8). Dies belegt die insgesamt deutlich verminderte planktische Produktivität des Baldeneysees. Während in den 1990er Jahren für das Zooplankton noch zumeist ein mittleres Gesamtbiovolumen um die 3 mm³/l bestimmt wurde, hat die Sekundärproduktion inzwischen im vierten Jahr in Folge auf unter 0,25 mm³/l abgenommen.

Zusammenfassung zur Trophie

Das Jahr 2017 zeichnete sich durch eine geringfügig höhere Algenkonzentration in der unteren Ruhr als in den drei Vorjahren aus. Dennoch blieb die Entwicklung des algivoren (algenfressenden) Zooplanktons nahezu aus. Insgesamt stellt sich die untere Ruhr mit ihren Stauseen seit nunmehr vier Jahren als ein phyto- und zooplanktonarmes Gewässer dar. Als Ursache werden das in den oberen Ruhrstauseen verstärkte Auftreten

von Makrophyten mit ihrem konkurrierenden Nährstoff- und Lichtbedarf bzw. der zunehmende Einfluss von algenfressenden Corbicula-Muscheln über die gesamte Fließstrecke angesehen. Der dadurch insgesamt ausgeglichene Sauerstoffhaushalt kann als positiv für die gesamte Fauna angesehen werden.

Makrophytenuntersuchungen

In den Ruhrstauseen war seit den 1950er Jahren das Vorkommen von Makrophyten auf Teichrosen in Ufernähe beschränkt, ein Zustand, der rund 50 Jahre lang andauerte [5.6]. Hohe Nährstoffkonzentrationen förderten zu dieser Zeit die Phytoplanktonentwicklung, die das Wasser während der Vegetationsperiode eintrübte. In dem dunklen trüben Wasser, in dem kein Licht bis zum Gewässergrund dringen konnte, war das Wachstum submerser, d. h. nur untergetaucht wachsender Wasserpflanzen, unmöglich. Nach Ausbau und Optimierung der Abwasserreinigung der Kläranlagen sank der Phosphorgehalt in der Ruhr so stark, dass das Algenwachstum in den Ruhrstauseen durch Nährstoffmangel limitiert wurde und sich nur noch deutlich geringere Algendichten bildeten. Mit Rückgang der Trübung durch planktische Algen setzte ab dem Jahr 2000 das verstärkte Wachstum von Makrophyten, vor allem der Schmalblättrigen Wasserpest *Elodea nuttallii*, ein. Seit dieser Zeit wechselten sich ein Jahrzehnt lang Jahre mit hohen Makrophytendichten mit Jahren, in denen die Makrophytenaufkommen von untergeordneter Bedeutung waren, ab [5.7; 5.8]. Das Jahr 2010 war das letzte mit nur geringem Wasserpflanzenaufkommen [5.9]. Im Verlauf der Jahre 2011 bis einschließlich 2017 wurde der sommerliche Vegetationsaspekt der oberen drei Ruhrstauseen Hengstey, Harkort und Kemnade durchgehend durch Makrophyten-Massenaufkommen geprägt [5.10; 5.11; 5.12; 5.13].

Mit dem durch den Rückgang der Nährstoffkonzentrationen hervorgerufenen Wechsel von einem quasi makrophyten-

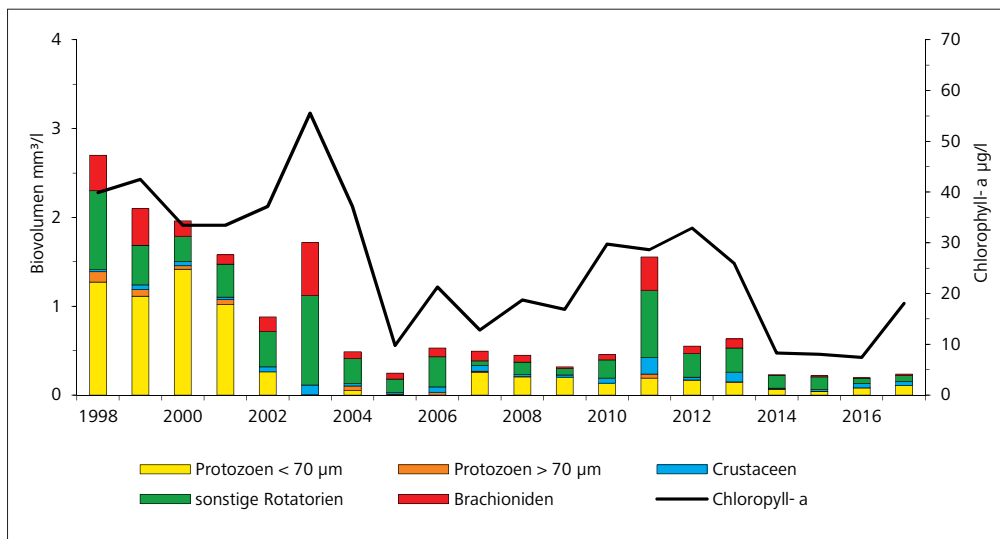


Bild 5.8: Zooplankton und Chlorophyll-a im Baldeneysee (Saisonnittel März bis Oktober)
 Fig. 5.8: Zooplankton and chlorophyll a in Lake Baldeney (seasonal means March to October)

freien, Phytoplankton-dominierten Zustand in den potenziell natürlichen Zustand der Makrophyten-dominierten, mesotrophen Flachseen zeigt sich in den Ruhrstauseen in den letzten Jahren eine aus ökologischer Sicht positive Entwicklung. Neben *Elodea nuttallii* besiedeln inzwischen weitere heimische Wasserpflanzenarten in zunehmenden Abundanzen die Ruhrstauseen und treten damit in Raumkonkurrenz zu den dominierenden *Elodea*-Beständen. Auch im Baldeneysee bildeten sich im Jahr 2017 wie in den beiden Jahren zuvor wieder ausgedehnte Makrophytenbestände, die von Beginn an von *Elodea nuttallii* dominiert waren. Damit unterschied sich die Situation deutlich vom Vorjahr, in dem zunächst heimische Arten aspektbestimmend waren. Und anders als im Vorjahr waren die Bestände im Jahr 2017 weniger dicht und langsamer in ihrem Längenwachstum, so dass sie dank intensiver Mahd erst später im Jahr und dann nur lokal die Wasseroberfläche erreichten (siehe unten).

Kemnader See

Die aus digitalen Karten ermittelten Makrophytenflächen in ihrer zeitlichen Entwicklung über die Jahre 2001 bis 2017 zeigt Bild 5.9. Es wird deutlich, dass das Jahr 2017 das siebte Jahr in Folge mit ausgedehnten Makrophytenbeständen war. Im Jahr 2017 waren 62 ha, das entspricht rund 50 % der Seefläche des Kemnader Sees, dicht mit Makrophyten, welche die Wasseroberfläche erreichten oder kurz darunter standen, bewachsen. Im Vergleich zum Vorjahr war damit die Makrophytenfläche im Jahr 2017 um 17 % größer. Wie Tauchuntersuchungen und hydroakustische Untersuchungen aus dem Jahr 2013 gezeigt hatten, ist die tatsächlich bewachsene Fläche im Vergleich zu den über Luftbilddauswertung erkennbaren Beständen wahrscheinlich sogar deutlich größer [5.14]. Nur handelt es sich hierbei um niederwüchsige, vereinzelt stehende Pflanzen

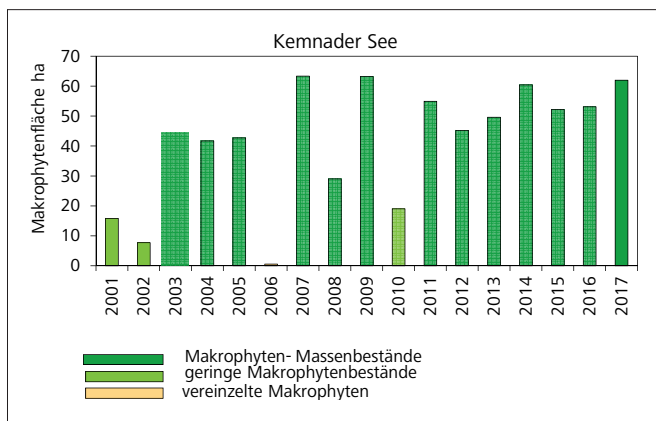


Bild 5.9: Bestandsflächen von *Elodea nuttallii* im Kemnader See in den Jahren 2001 bis 2017 (Daten auf Basis von Satelliten- und Luftbilddauswertungen sowie Vor-Ort-Kartierung, 2008, 2012, 2014, 2015, 2016 und 2017 Bestände durch Mahd reduziert)

Fig. 5.9: Vegetation cover of *Elodea nuttallii* in Lake Kemnade from 2001 to 2017 (data based on satellite and aerial view pictures as well as field mapping, occurrence reduced in 2008, 2012, 2014, 2015, 2016 and 2017 through mowing)

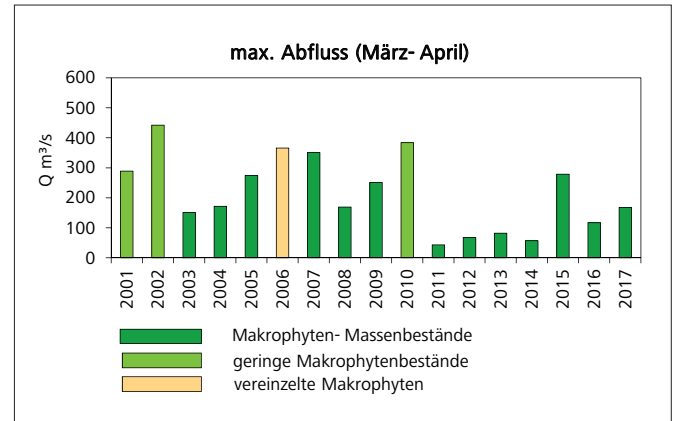


Bild 5.10: Maximaler Abfluss (Tagesmittelwerte) im Zeitraum März bis April am Pegel Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2017 mit Zuordnung zu der entsprechenden *Elodea*-Bestandssituation.

Fig. 5.10: Maximum discharge (daily means) in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2017 in relation to *Elodea* abundance.

in größeren Wassertiefen, welche die Wassersportnutzung nicht beeinträchtigen. Auch ist ihr Anteil an der Biomasse abtreibender Pflanzen im Herbst vernachlässigbar gering.

Die klimatischen Bedingungen wirkten sich im Jahr 2017, wie in den Jahren zuvor, insgesamt fördernd auf das Makrophytenwachstum aus. Während der Winter 2015/2016 bezüglich der Niederschlagshöhe mit 144 mm ungefähr dem 30-jährigen Mittel entspricht, war im Jahr 2017 zum Winterende besonders die Regenperiode vom 20. Februar bis zum 8. März mit 110 mm Niederschlagshöhe auffällig. Im Jahr 2016 war der Betrachtungszeitraum März und April durchweg trocken mit

- [5.5] Central Michigan University: Zooplankton of the Great Lakes, <http://people.cst.cmich.edu/mcnau1as/zooplankton%20web/Ceriodaphnia/Zooplankton%20of%20the%20Great%20Lakes.htm>, Zugriff 23.03.2018
- [5.6] Ruhrverband: Makrophyten in den Ruhrstauseen - Vergangenheit und Gegenwart. Ruhrgütebericht 2004, S. 80 – 85
- [5.7] Ruhrverband: Untersuchungen zur Massenentwicklung von Wasserpflanzen in den Ruhrstauseen und Gegenmaßnahmen. Abschlussbericht des Forschungsvorhabens im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW 2008, 364 S.
- [5.8] Ruhrverband: Untersuchungen zur Massenentwicklung von Wasserpflanzen in den Ruhrstauseen und Gegenmaßnahmen. Broschüre der Kurzfassung des Forschungsvorhabens im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW 2009, 32 S.
- [5.9] Ruhrverband: *Elodea*-Vorkommen in den Ruhrstauseen. Ruhrgütebericht 2010, S. 93 - 98
- [5.10] Ruhrverband: *Elodea*-Vorkommen in den Ruhrstauseen. Ruhrgütebericht 2011, S. 54 - 68
- [5.11] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2012, S. 58 – 70
- [5.12] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2013, S. 60 – 75
- [5.13] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2014, S. 63 – 72
- [5.14] Ruhrverband: Hydroakustische Erfassung von Wasserpflanzenbeständen im Kemnader See. Ruhrgütebericht 2013, S. 113 – 119

einem resultierenden maximalen Abfluss der Ruhr am Pegel Hattingen von nur 117 m³/s. Im Jahr 2017 lag in diesem Betrachtungszeitraum durch die ca. zweiwöchige Regenperiode am Ende des Winters bedingt der maximale Abfluss mit 168 m³/s höher als im Vorjahr (Bild 5.10) und der Pegel Hattingen verzeichnete bis zum 21. März 2017 Abflüsse über 100 m³/s. Auch wenn sich hierdurch in der Ruhr kein Hochwasser entwickelte, führte diese Niederschlagsperiode zu einer leichten Trübung (Bild 5.11) mit einem Anstieg der Trübung bis auf 13 FNU, da Feinmaterial von den Oberflächen abgespült und in die Ruhr und ihre Zuflüsse eingetragen und zudem abgelagerte Feinsedimente der Gewässersohle remobilisiert wurden. Die zweite Hälfte des Monats März sowie der Monat April des Jahres 2017 blieben dann relativ niederschlagsarm,

so dass die Trübung deutlich unter 5 FNU zurückging. Damit lag der Mittelwert der Trübung des Zeitintervalls März und April 2017 mit 3,8 FNU auch nur geringfügig über der mittleren Trübung von 3 FNU des Jahres 2016 für diese beiden Monate (Bild 5.11). Mit Start der Schönwetterperiode Mitte März ging gleichzeitig der Abfluss in der Ruhr zurück. Bei Wassertemperaturen von über 10 °C reagierte das Phytoplankton schneller als die Wasserpflanzen auf die günstigen Wachstumsbedingungen und erreichte tageweise Chlorophyll-a-Konzentrationen über 50 µg/l. Damit lag im Jahr 2017 die mittlere Chlorophyll-a-Konzentration der beiden Monate März und April mit 16 µg/l mehr als doppelt so hoch wie im selben Zeitfenster der beiden Vorjahre (Bild 5.12). Auch das Phytoplankton trug daher mit zu der leicht erhöhten Trübung im Frühjahr 2017 bei und bewirkte damit einen verzögerten Start des Frühjahrswachstums der Makrophyten.

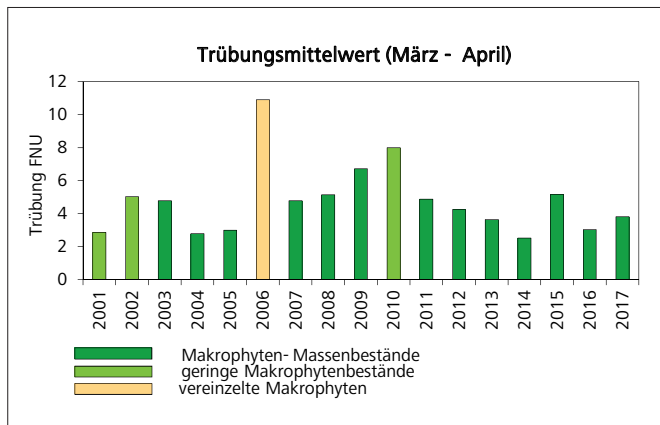


Bild 5.11: Trübungsmittelwerte des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2017 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.

Fig. 5.11: Mean turbidity in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2017 in relation to Elodea abundance.

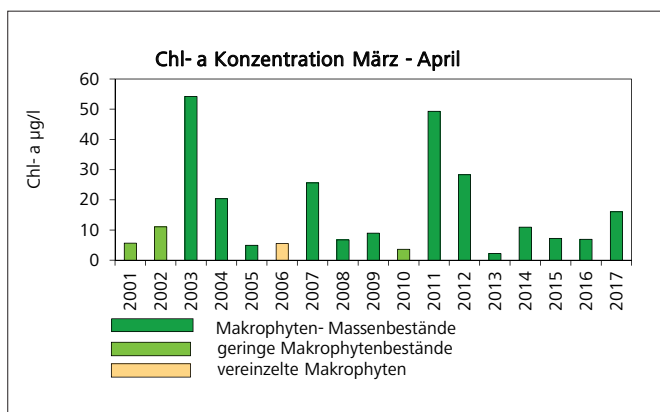


Bild 5.12: Mittelwerte der Chlorophyll-a-Konzentrationen des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2017 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.

Fig. 5.12: Mean concentration of chlorophyll-a in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2017 in relation to Elodea abundance.

Aber nicht nur die Regenperiode im Februar/März 2017 hatte in den Ruhrstauseen Auswirkungen auf das Makrophytenwachstum. Insgesamt fielen 2017 an 204 Regentagen rund 10 % mehr Niederschläge als im Vorjahr. Ab Juni gab es keine längeren niederschlagsfreien Perioden, so dass das Ruhrwasser durch Abschwemmungen und Resuspension immer schwach getrübt war, was v. a. im tieferen Baldeneysee, verglichen mit den oberen Stauseen, das Makrophytenwachstum bremste.

Im Jahr 2017 bewegten sich die Wassertemperaturen in den Monaten März und April mit einer Tagestemperatursumme von 608 °C auf geringfügig höherem Niveau als in den beiden Vorjahren (Bild 5.13), was sich fördernd sowohl auf die Phytoplanktonentwicklung als auch auf das Pflanzenwachstum auswirkte. Daher verblieben die Ruhrstauseen nach der Regenperiode im Februar/März nicht in dem anschließenden Zustand mit erhöhten Phytoplanktondichten, sondern es manifestierte sich auch in diesem Jahr nach einer verzögerten Startphase

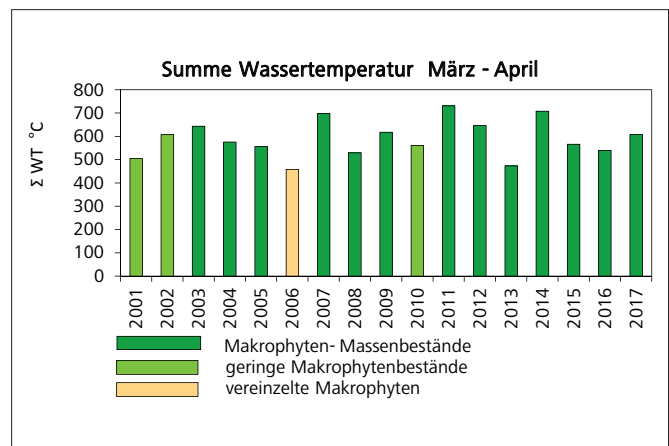


Bild 5.13: Summe der mittleren Tageswassertemperaturen des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2017 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.

Fig. 5.13: Sum of daily mean water temperatures during March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2017 in relation to Elodea abundance.

wieder der Zustand der Makrophytendominanz. Jedoch erreichten die Makrophyten in den oberen Stauseen im Jahr 2017 die Wasseroberfläche erst Mitte Juli bis Anfang August, also über einen Monat später als im Vorjahr.

Um das Ausmaß der Makrophytenentwicklung in den jeweiligen Jahren beschreiben und mit möglichst hoher Wahrscheinlichkeit auch bereits zu Beginn der Vegetationsperiode prognostizieren zu können, wendet der Ruhrverband bereits seit dem Jahr 2010 ein Verfahren der bivariaten Kausalanalyse an, das auf den dominierenden bestandsbestimmenden abiotischen Faktoren Strömung, Wassertemperatur und Trübung beruht ([5.9; 5.10; 5.11; 5.12; 5.13]). Auch für das Jahr 2017 erklärt die bivariate Darstellung, die den maximalen Abfluss in den Monaten März und April zu der Summe der Wassertemperatur-Tagesgrade bzw. zur Trübung in Relation setzt, zutreffend den vor Ort und über Luftbildauswertung dokumentierten Makrophyten-dominierten Zustand (Bilder 5.14, 5.15).

Diese Ergebnisse unterstützen die prognostizierten Schwellenwerte für den Wechsel von Phytoplankton-Dominanz zu Makrophyten-Dominanz. Bei einem Quotienten kleiner $0,55 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot ^\circ\text{C})$ wirken sich die hydraulischen Bedingungen und die Wassertemperaturen mit ihrer antagonistischen Wirkung in der anfänglichen Wachstumsphase günstig auf die Bildung dichter ausgedehnter Wasserpflanzenbestände aus, so dass sich ein Makrophyten-dominiertes Zustand einstellen kann [5.15]. Bei einem Produkt kleiner $2.000 \text{ FNU} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ sind die Lichtbedingungen und Abflusssituationen für *Elodea nuttallii* und die anderen Wasserpflanzenarten ebenfalls sehr günstig und fördern damit die Bildung ausgedehnter Makrophytenmassenbestände im Laufe des Sommers.

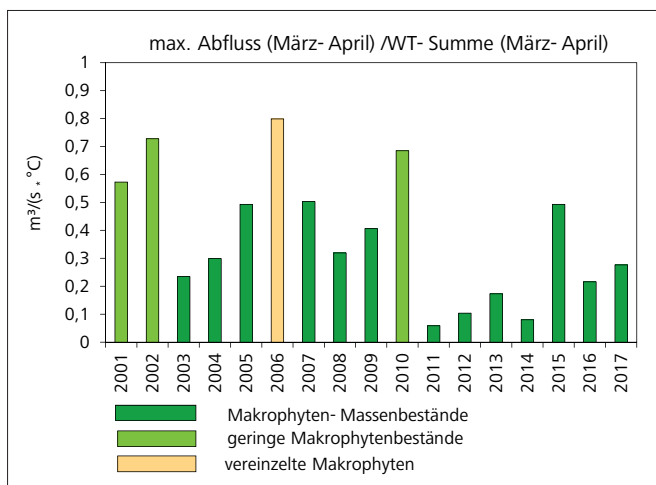


Bild 5.14: Verhältnis des maximalen Tagesabflusses zu der Summe der Tagesmittelwassertemperaturen des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2017 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.

Fig. 5.14: Ratio of the maximum daily discharge to the sum of daily mean water temperatures in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2017 in relation to Elodea abundance

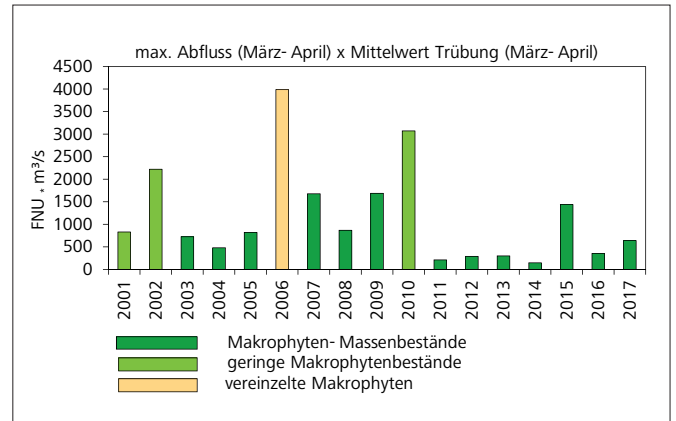


Bild 5.15: Produkt aus maximalem Abfluss und dem Mittelwert der Trübung des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2017 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.

Fig. 5.15: Product of the maximum discharge and mean turbidity in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2017 in relation to Elodea abundance.

stände im Laufe des Sommers. Für das Jahr 2017 war an Hand der relevanten abiotischen Frühjahrsbedingungen mit einem Quotienten von $0,28 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot ^\circ\text{C})$ und einem Produkt von $639 \text{ FNU} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ bereits frühzeitig eine Entwicklung in Richtung einer Makrophyten-Dominanz zu prognostizieren.

Tauchuntersuchungen am 15. Mai 2017 im Kemnader See bestätigten diese Prognose. Vor allem im linken Uferbereich des Kemnader Sees hatten sich bereits ausgedehnte und relativ dichte Bestände von *Elodea nuttallii* gebildet, die Längen von bis zu 40 cm erreichten (Bild 5.16). Ein Vergleich der Transektkartierungen im Kemnader See zwischen den Jahren 2003 und 2017 (Bild 5.17) zeigt, dass das Jahr 2017 zusammen mit dem Jahr 2008 zu den Jahren mit der am weitesten fortgeschrittenen frühjährlichen Makrophytenentwicklung zählt. Dies zeigt, dass die durch die Regenperiode im Februar/März 2017 verursachte leicht erhöhte Trübung sowie die nachfolgend graduell erhöhte Phytoplanktondichte in dem relativ flachen Kemnader See nicht ausreichten, das Makrophytenwachstum zu reduzieren, da offensichtlich immer noch ausreichend Licht in die Wassersäule eindringen konnte.

Hengstey- und Harkortsee

In den beiden oberen Ruhrstauseen Hengstey und Harkort bildeten sich im Jahr 2017 ebenfalls wieder ausgedehnte Makrophytenbestände (Tabelle 5.1). Im Hengsteysee nahmen die makrophytenbewachsenen Flächen im Vergleich zum Vorjahr von einem Bedeckungsgrad von 34 % auf einen relativen Flä-

[5.15]. Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Tropische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2015, S. 85 - 95



Bild 5.16: Dichte Bestände von *Elodea nuttallii* mit bis zu 40 cm Länge v. a. im linken Uferbereich des Kemnader Sees (Foto: K. van de Weyer, lanaplan, Mai 2017)

Fig. 5.16: Dense growth of *Elodea nuttallii* with lengths of up to 40 cm, especially along the left side of the littoral zone of Lake Kemnade (Photo: K. van de Weyer, lanaplan, May 2017)

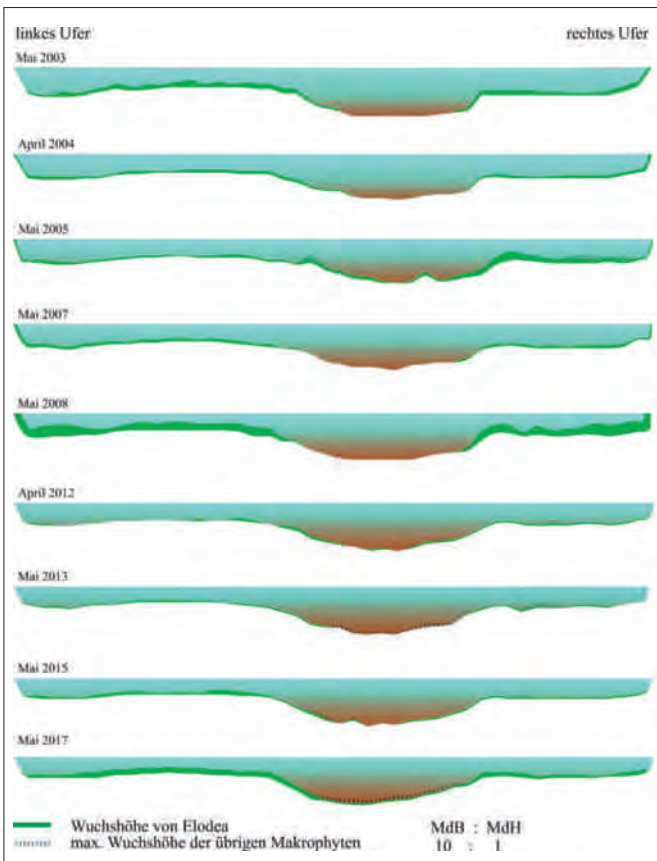


Bild 5.17: Vergleich der Wuchshöhen von *Elodea nuttallii* in einem Transekt durch den Kemnader See in den Frühjahren der Jahre 2003 bis 2017

Fig. 5.17: Comparison of growth heights of *Elodea nuttallii* in a transect of Lake Kemnade in spring from 2003 to 2017

Tabelle 5.1: Vergleich der Makrophytenbestandsflächen [ha] in den oberen vier Ruhrstauseen in den Jahren 2011 bis 2017

Table 5.1: Vegetation cover [ha] in the four impounded lakes of the River Ruhr in the time period 2011 to 2017

	Makrophyten- Flächen [ha]			
	Hengsteysee	Harkortsee	Kemnader See	Baldeneysee
2011	58	50	55	9
2012	29	56	45	4
2013	45	54	50	13
2014	34	73	60	29
2015	44	60	52	78
2016	46	53	53	108
2017	57	42	62	96

chenanteil von 42 % erkennbar zu. Erstaunlicher Weise zeigte sich jedoch im Harkortsee eine gegenläufige Tendenz. Dort verringerte sich der Pflanzenbedeckungsgrad zwischen den Jahren 2016 und 2017 von 38 % auf 31 %, ohne dass eine kausale Erklärung für diese Entwicklung erkennbar ist.

Die oben geschilderten klimatischen Bedingungen im Jahr 2017 bewirkten auch in Harkort- und Hengsteysee eine verzögerte Startphase des Makrophytenwachstums, so dass auch hier die Wasserpflanzen später als im Vorjahr die Wasseroberfläche erreichten. Hierdurch öffnete sich für diese beiden oberen Ruhrstauseen, in denen nicht großflächig gemäht werden konnte, für das Jahr 2017 ein etwas längeres Zeitfenster, in dem die Wassersportnutzung nicht durch massive Verkräutung eingeschränkt war. Zur Unterstützung der Wassersportler wurde diesen aber wie im Vorjahr das kleine Mähboot des Ruhrverbands leihweise zur Verfügung gestellt, um selber Liegeplätze frei räumen zu können und Korridore zu noch freien Wasserflächen zu schaffen.

Bild 5.18 gibt den Treibgutanteil im Jahr 2017 an der Wasserkraftanlage des Hengsteysees im Vergleich zu den Vorjahren wieder. Trotz des auch in den oberen beiden Ruhrstauseen wie im Kemnader See bereits früh im Jahr einsetzenden Wachstums von *Elodea nuttallii* entsprach der monatliche Treibgutanteil des Jahres 2017 in etwa den Mittelwerten des Betrachtungszeitraums der Jahre 2007 bis 2016. Davon abweichend zeigte sich allein der Monat Dezember 2017 mit einer geringen Treibgutmenge von nur 312 m³. Hier ist zu berücksichtigen, dass im Dezember durch ergiebige Niederschläge der Abfluss der Ruhr deutlich angestiegen war, so dass nicht mehr der gesamte Abfluss durch die Rechenanlage der Wasserkraftnutzung geführt wurde, sondern große Anteile davon inkl. der ausgerissenen und mitgeführten *Elodea*-Pflanzen die Walzenwehre passierten. Daher konnte der durch den erhöhten Abfluss der Ruhr verursachte erhöhte Pflanzenabtrieb aus dem Hengsteysee nicht erfasst und quantifiziert werden.

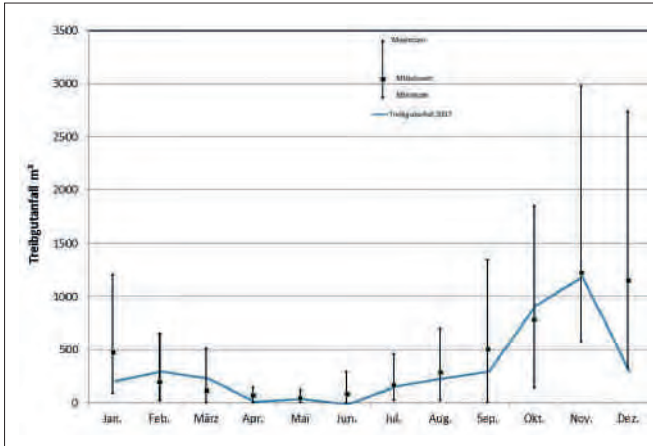


Bild 5.18: Mittelwerte des monatlichen Treibgutfalls [m³] mit Minimum- und Maximum-Werten an der Rechenanlage des Wasserkraftwerks am Hengsteysee im Zeitraum der Jahre 2007 bis 2016 sowie der zeitliche Verlauf der Treibgutmengen für das Jahr 2017

Fig. 5.18: Minimum, maximum, and mean amount of floating debris [m³] per month at the screening unit of the Hengsteysee hydropower plant from 2007 to 2016 and this amount in 2017.

Baldeneysee

Während die oberen Ruhrstauseen Hengstey, Harkort und Kemnade seit dem Jahr 2000 nur selten vom Phytoplankton dominiert, sondern in den letzten Jahren zumeist von *Elodea nuttallii* und in geringerem Maße auch von anderen Makrophytenarten bewachsen wurden, ist seit dem Jahr 2015 nun auch im Baldeneysee eine Zunahme der Makrophytenbesiedlung zu beobachten. Hier dominierten in den letzten beiden Jahren zum Anfang der Vegetationsperiode heimische Arten. Erst im Laufe der Sommermonate nahm *Elodea nuttallii* sukzessiv wieder höhere Flächenanteile ein und wurde zur aspekt-

bestimmenden Makrophytenart. Im Jahr 2017 zeigte sich bei einer ersten Betauchung am 25. Mai 2017 jedoch ein anderes Bild. In den flachen Uferbereichen bis zu 1 m Tiefe hatten sich auf den Sedimenten ausgedehnte Polster fädiger Grünalgen gebildet (Bild 5.19a). In den tieferen Bereichen dominierte bereits *Elodea nuttallii* mit Wuchshöhen von bis zu 40 cm (Bild 5.19b). Hierbei handelte es sich aber nicht um reine Ein-Art-Bestände, sondern um Mischbestände mit eingestreut vorkommenden heimischen Arten wie Wasserstern (*Callitriche obtusangula*), Berchtolds Laichkraut (*Potamogeton berchtoldii*), Ähriges Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*), Hornkraut (*Ceratophyllum demersum*), Einfacher Igelkolben (*Sparganium emersum*), Stachelspitzige Glanzleuchteralge (*Nitella mucronata*), Haar-Laichkraut (*Potamogeton trichoides*), Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*) und Teichrose (*Nuphar lutea*). Zudem wurde im Baldeneysee erstmals die Dreifurchige Wasserlinse (*Lemna trisulca*) nachgewiesen.

Um nach den Erfahrungen des Jahres 2016 keine massiven Probleme mit Verkrüftung mit Einschränkung der Wassersportnutzung aufkommen zu lassen, wurde beschlossen, bereits frühzeitig im Jahr, noch bevor sich ausgedehnte Makrophytenbestände an der Wasseroberfläche zeigten, mit der Mahd zu beginnen und diese durch den Einsatz zweier Mähboote zu intensivieren. Da das zweite für den Baldeneysee angemietete Mähboot jedoch trotz Zusage nicht geliefert wurde, wurde stattdessen ein Mähboot mit Unterstützung durch die Stadt Essen zeitweise im Zweischicht-Betrieb eingesetzt. Diese Intensivierung der Mahd erwies sich für den Baldeneysee als erfolgreich. Im Jahr 2017 zeigten sich nie ausgedehnte Makrophytenbestände an der Wasseroberfläche und bis auf eine vorsorglich abgesagte Regatta konnten alle vorgesehenen Wassersportwettkämpfe wie geplant durchgeführt werden. Da der Baldeneysee eine größere mittlere Tiefe als die drei oberhalb gelegenen Ruhrstauseen aufweist, hatte die leicht

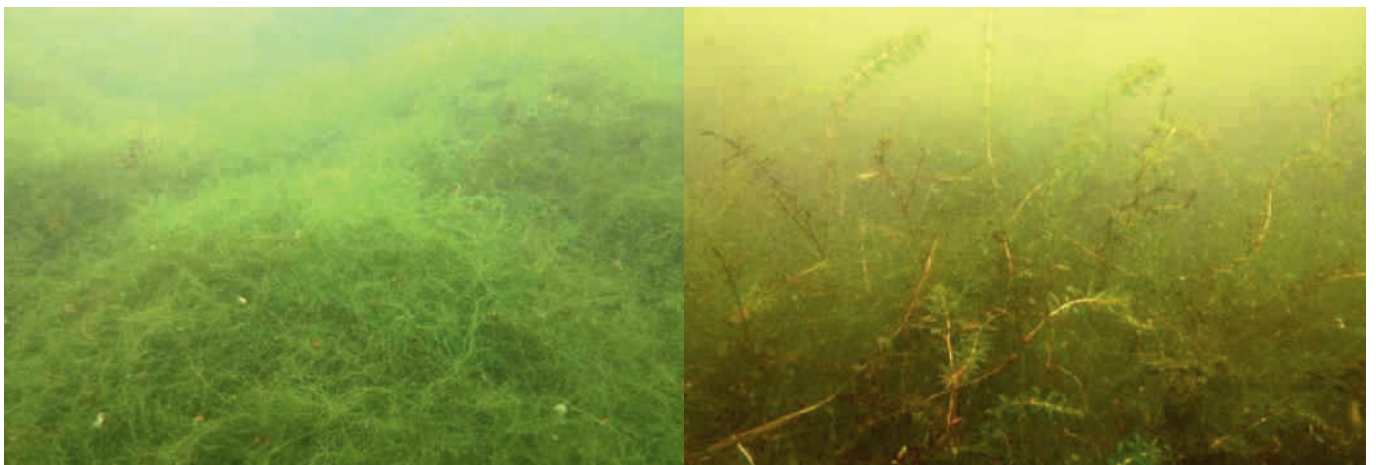


Bild 5.19: Makrophytensituation im Baldeneysee am 25. Mai 2017. (Foto: K. van de Weyer, lanaplan) a): Polster fädiger Grünalgen dominieren im Baldeneysee die flachen Uferbereiche bis zu 1 m Tiefe; b): Dichte Bestände von *Elodea nuttallii* mit Wuchshöhen bis 40 cm im Baldeneysee im Bereich des Hafens Scheppen.

Fig. 5.19: Macrophyte situation in Lake Baldeney on May 25, 2017 (Photo: K. van de Weyer, lanaplan) a): green puffy thread-like algae dominate in Lake Baldeney in the shallow littoral zones of up to 1 metre in depth; b): dense growth of *Elodea nuttallii* with lengths of up to 40 cm in Lake Baldeney in the area around the Scheppen harbour.

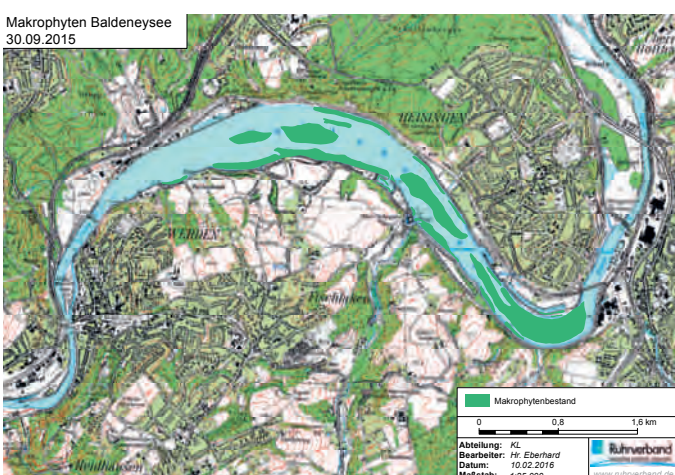
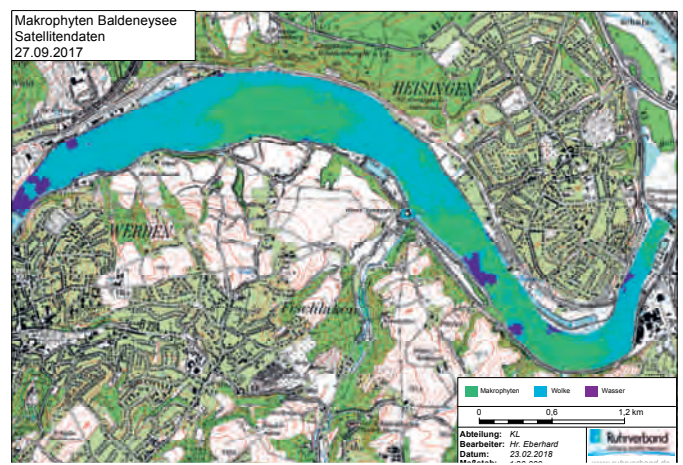
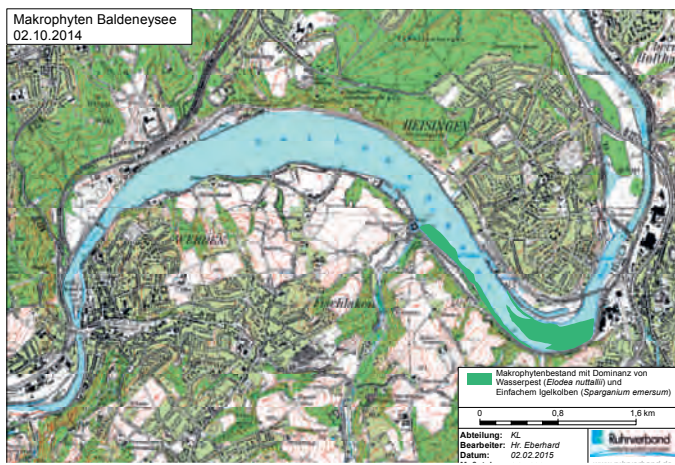
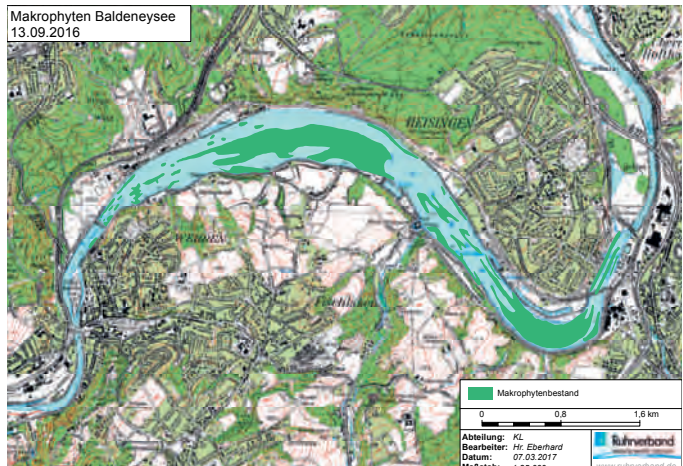
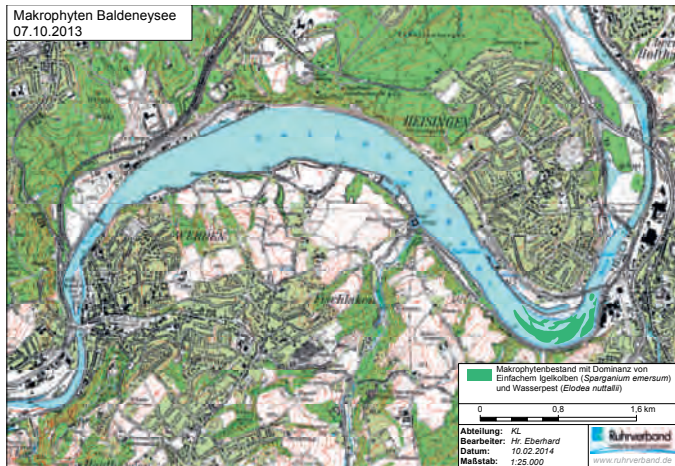


Bild 5.20: Makrophytenflächen im Baldeneysee (Auswertung auf Basis der Überfliegungen am 07.10.2013, 02.10.2014 30.09.2015 und 13.09.2016 sowie von Satellitendaten vom 27.09.2017).
Fig. 5.20: Macrophyte cover in Lake Baldeney (maps basing on aerial view pictures taken on 07.10.2013, 02.10.2014, 30.09.2015, and 13.09.2016 and satellite pictures taken on 27.09.2017).

erhöhte Trübung zwar wahrscheinlich einen verzögernden Effekt auf die Startphase des Makrophytenwachstums, der aber im weiteren Verlauf des Sommers sowohl von *Elodea nuttallii* als auch von den heimischen Arten wieder aufgeholt wurde, ohne jedoch die Dichten der beiden Vorjahre zu erreichen. Bild 5.20 zeigt den Verlauf der Ausbreitung der Makrophytenbestände im Baldeneysee seit dem Jahr 2013. Deutlich sind die

vom flachen Stauseebogen ausgehend seeabwärts zunehmenden Flächen. Ab dem Jahr 2015 ist das Auftreten von ausgedehnten Beständen auch im mittleren Seebereich auf Höhe des Hafens Scheppen erkennbar. Dieser Bereich hatte sich im Jahr 2016 weiter vergrößert. Die Karte der Bestandsflächen des Jahres 2017 belegt, dass die leicht erhöhte Trübung in diesem Jahr zwar zu einem verzögerten Start des Makrophyten-

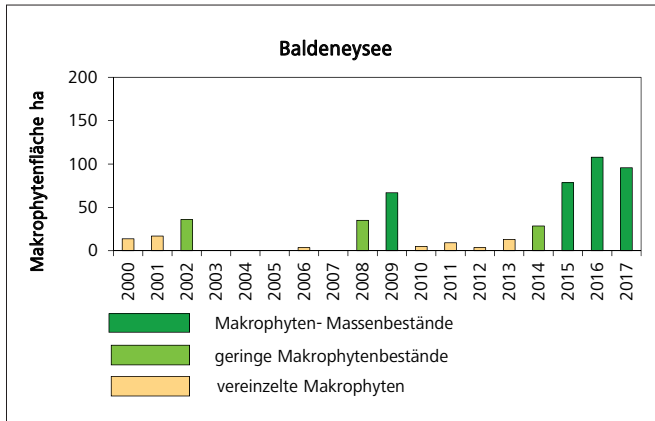


Bild 5.21: Makrophytenflächen im Baldeneysee in den Jahren 2000 bis 2017 (Daten auf Basis von Satelliten- und Luftbildauswertungen sowie Vor-Ort-Kartierung)

Fig. 5.21: Macrophyte cover in Lake Baldeneysee from 2000 to 2017 (data based on satellite and aerial view pictures as well as field mapping)

wachstums im Baldeneysee führte, jedoch kaum Auswirkung auf die Ausdehnung der Bestände hatte. Im Oktober 2017 waren im Baldeneysee 96 ha, das entspricht rund 36 % der Seefläche, mit Makrophyten bewachsen. Durch die Mahd bedingt erreichten sie die Wasseroberfläche jedoch nicht.

Die Fläche ist damit nur wenig geringer als im Jahr 2016, als rund 108 ha bewachsen waren (Bild 5.21). Hierbei ist aber zu beachten, dass erstmals die Flächenerfassung für den Baldeneysee (Bild 5.20) nicht auf Basis von Luftbildaufnahmen erfolgte, sondern Satellitenfotos georeferenziert kartographisch über die Software ArcMap 10.0 ausgewertet wurden.



Bild 5.22: Hydroventuriboot aus den Niederlanden, das mittels Wasserstrahl Wasserpflanzen inklusive ihrer Wurzeln aus den Sedimenten herausspülen kann, im testweisen Einsatz im Jahr 2016 im Baldeneysee.

Fig. 5.22: Hydroventuri boat from the Netherlands, which completely removes aquatic plants with their roots from the sediment with an under-water jet stream, during its test run on Lake Baldeney in 2016

Im Jahr 2016 war getestet worden, ob sich im Baldeneysee die Makrophytenbestände durch den Einsatz eines Hydroventuribootes, wie es in den Niederlanden zur Entkrautung von Kanälen und Grachten eingesetzt wird, effizient und nachhaltig reduzieren lassen. Die Ergebnisse dieses Versuchs, bei dem zwei unterschiedlich stark verkrautete Testfelder im Baldeneysee mittels eines angemieteten Hydroventuribootes (Bild 5.22) bearbeitet wurden, sind in [5.16] beschrieben. Es zeigte sich, dass einen Monat nach Durchführung der Versuche die Effekte in den Testfeldern verglichen mit Feldern, die nicht bearbeitet wurden, nur noch gering waren. Ursache hierfür war, dass durch den Wasserstrahl des Hydroventuribootes nicht alle Pflanzen flächendeckend losgespült worden waren. Einzelne Rhizome waren im Sediment verblieben und Pflanzenfragmente mit Wurzeln sanken auf den Gewässergrund. Aus diesen Restbeständen erfolgte bereits im Jahr 2016 eine zeitnahe Wiederbesiedlung. Im Jahr 2017 sollte geprüft werden, ob die zum Ende der Vegetationsperiode 2016 bestehenden geringen Unterschiede in den Makrophytendichten auch ein Jahr nach der Maßnahme noch vorhanden waren, d. h. ob diese Art der Makrophytenreduzierung eine nachhaltige Wirkung hat. Zu Beginn der Vegetationsperiode 2017 wurden daher die beiden Testfelder sowie die nicht bearbeiteten Vergleichsfelder noch einmal unter Wasser kartiert. Tabelle 5.2. zeigt deutlich, dass im Jahr nach der Maßnahme die Makrophytenbestände in den Test- und Vergleichsfeldern keine eindeutigen Unterschiede zwischen mit Hydroventuri behandelten und unbehandelten Flächen mehr aufweisen. Um eine nachhaltige Wirkung zu erzielen, muss das Verfahren so angepasst werden, dass alle losgespülten Pflanzen aufschwimmen und an der Wasseroberfläche entnommen werden können. Nur so kann gewährleistet werden, dass keine Reste in der behandelten Fläche verbleiben, aus denen eine schnelle Wiederbesiedlung erfolgen kann.

Tabelle 5.2: Vergleich der Makrophytenbedeckung in drei Tiefenstufen in den beiden mittels Hydroventuri-Boot in ihrem Makrophytenbewuchs reduzierten Testflächen in Relation zu benachbarten, nicht-behandelten Vergleichsflächen ein Jahr nach Durchführung der Maßnahme

Table 5.2: Macrophyte cover at three levels of depths in the two test areas where the macrophyte growth had been reduced with the Hydroventuri boat compared to the neighbouring untreated reference areas, one year after the measures had been taken

	Tiefenstufe		
	0- 1 m	1- 2 m	2- 4 m
Hydroventuri Testfläche 1	10%	45%	30%
Hydroventuri Vergleichsfläche 1	10%	55%	20%
Hydroventuri Testfläche 2	59%	30%	30%
Hydroventuri Vergleichsfläche 2	70%	30%	25%

[5.16]: Ruhrverband: Trophische Situation in der Ruhr – Makrophytenuntersuchungen. Ruhrgütebericht 2016, S. 63 - 74



Bild 5.23: Geliehenes Mähboot aus den Niederlanden auf dem Baldeneysee.

Fig. 5.23: Chartered mowing boat from the Netherlands on Lake Baldeney

Mahd auf dem Kemnader See und Baldeneysee

Im Vergleich zur Mahd im Vorjahr zeigten sich im aktuellen Jahr 2017 deutliche Unterschiede. Im Jahr 2016 hatten im Baldeneysee die Makrophyten bereits Anfang Juni stellenweise die Wasseroberfläche erreicht, so dass dort im Zeitraum vom 14. Juni bis 26. September 2016 an 54 Tagen gemäht wurde. Im Jahr 2017 wurde vorsorglich, noch bevor die Makrophyten die Wasseroberfläche erreichten, mit der Mahd begonnen (Bild 5.23). Die Mähperiode erstreckte sich vom 26. Juni bis zum 22. September 2017, d. h. über 50 Tage, also annähernd so lange wie im Vorjahr. Trotzdem wurden in der Mähperiode 2017 insgesamt aus dem Baldeneysee nur rund 200 t Mähgut entnommen. Erklärbar ist dies dadurch, dass zu Beginn der Mähperiode auf dem Baldeneysee durch den verspäteten Start der Wachstumsphase die Pflanzen noch niederrwüchsig waren und schütter standen, so dass der Mähbooteinsatz in dieser Anfangszeit zwar die weitere Verkräutung verlangsamte, die Biomasseentnahme jedoch relativ gering war.

Im Kemnader See wurde im Jahr 2016 nur während 22 Tagen gemäht, während sich die Mähperiode im Jahr 2017 vom 26. Juni bis zum 5. September über 40 Tage erstreckte. Da somit die Mähperiode im Jahr 2017 fast doppelt so lang währte wie im Vorjahr, war auch die Entnahme an Mähgut ungefähr doppelt so hoch (Mähgut im Jahr 2016: 338 t; im Jahr 2017: 650 t), da hier anders als im Baldeneysee die Trübung ohne deutliche Auswirkungen blieb.

Durch die Miete für das Mähboot und dessen Transport lagen die Kosten für die Mahd und die Entsorgung des Pflanzenmaterials für den Baldeneysee im Jahr 2017 mit rund 129.600 € deutlich über denen des Jahres 2016 mit 33.800 €. Für die Mahd und die Entsorgung des Mähgutes des Kemnader Sees beliefen sich die Kosten in beiden Jahren auf ähnliche Summen (im Jahr 2016 77.250 €; im Jahr 2017 78.400 €). Auf Grundlage dieser Erkenntnisse und der Kosten bei Nutzung eines gemieteten Mähbootes hat der Ruhrverband inzwischen für den Baldeneysee ein eigenes zweites Mähboot gekauft, um durch intensive Mahd auch in Zukunft dort eine Wasser-

sportnutzung mit möglichst geringen Einschränkungen zu ermöglichen. Die Stadt Essen wird einen signifikanten Anteil zu diesen Mehrkosten beitragen.

Kettwiger Stausee

Nachdem im Jahr 2015 noch 7,2 ha im Kettwiger Stausee dicht mit *Elodea nuttallii* bewachsen waren, setzte sich der bereits im Jahr 2016 beobachtete Rückgang der Bestände auch im Jahr 2017 weiter fort. Es konnten auf Basis der Luftbilder keine mit Makrophyten verkräuteten Bereiche mehr detektiert werden. Da eine erneute Zunahme der Makrophytenbestände im Kettwiger See in den zukünftigen Jahren jedoch nicht auszuschließen ist (Auswirkung der Invasion der Asiatischen Körbchenmuschel *Corbicula* [5.17]), wird die Entwicklung der Makrophytenbestände in diesem untersten der fünf Ruhrstauseen weiterhin kritisch beobachtet.

Zusammenfassung

Wie in den letzten sieben Jahren wurden die oberen drei Ruhrstauseen auch im Jahr 2017 in ihrer Trophie wieder durch Makrophyten dominiert, welche die Wassersportnutzung beeinträchtigten und bei der Entsorgung von Mähgut sowie als Treibgut vor den Rechenanlagen hohe Kosten verursachten. Da auch im Jahr 2017 ein bestandsregulierendes Hochwasser in der Ruhr zu Beginn der Vegetationsperiode ausblieb und auch die weiteren bestimmenden klimatischen Faktoren Temperatur und Trübung ähnlich wie in den Vorjahren waren, war auch die Makrophytenentwicklung in den oberen drei Ruhrstauseen vergleichbar mit der Situation im Jahr 2016. Im Baldeneysee mit seiner größeren mittleren Wassertiefe bewirkte eine leicht erhöhte niederschlagsbedingte Trübung mit nachfolgender Zunahme der Phytoplanktondichte zu Beginn der Vegetationsperiode einen verzögerten Start des Makrophytenwachstums, was sich vor allem in der geringeren Menge entnommenen Mähgutes bemerkbar machte. Durch intensive Mahd auf dem Baldeneysee konnte verhindert werden, dass Makrophyten großflächig die Wasseroberfläche erreichten und die Wassersportnutzung behinderten. Daher hat der Ruhrverband unter Berücksichtigung der Kosten für Leihboote beschlossen, für den Baldeneysee ein zweites Mähboot anzuschaffen.

Der im Jahr 2016 mit mäßigen Effekten der Reduzierung von Makrophyten im Baldeneysee erprobte Einsatz eines Hydroventuribootes zeigte im Folgejahr 2017 auf diesen Feldern keine nachhaltige Wirkung dieser Maßnahme.

Anders als in den anderen Ruhrstauseen blieb im Kettwiger Stausee die Bildung größerer Makrophytenbestände aus.

[5.17]: Ruhrverband: Vorkommen und Bedeutung der neozoischen Körbchenmuschel *Corbicula* in der Ruhr. Ruhrgütebericht 2016, S. 99 - 104

6 Talsperrenuntersuchungen mit besonderem Blick auf Fürwigge- und Versetalsperre

Allgemeines

Der Ruhrverband besitzt und bewirtschaftet im Sauerland die Henne-, Möhne-, Sorpe-, Verse-, Fürwigge-, Ennepe-, Bigge- und Listertalsperre. Mit einem Gesamtstauinhalt von 463 Mio. m³ dienen diese vor allem der Niedrigwasseraufhöhung, um eine Trinkwassergewinnung durch Grundwasseranreicherung an der Ruhr auch in abflussarmen Zeiten zu gewährleisten. In abflussreichen Zeiten steht der Hochwasserschutz im Vordergrund. Abflussspitzen können wirksam gemildert werden, so dass Überflutungen und Folgeschäden in einem deutlich geringeren Ausmaß auftreten als ohne den Wasserrückhalt in den Staukörpern. Neben diesen primären wasserwirtschaftlichen Aufgaben dienen die Talsperren sowohl der Energieerzeugung mit Wasserkraft als auch als Ausflugs- und Urlaubsziele mit zahlreichen Freizeitmöglichkeiten sowie als ökologische Refugien im Sinne des Naturschutzes.

Der Betrieb von Talsperren umfasst die Bewirtschaftung des Talsperrensystems und Untersuchungen zur Standsicherheit der Absperrbauwerke aber auch Analysen und Bewertungen der einzelnen Wasserkörper, wie Haupt- und Vorbecken oder Zuläufe. Die limnologischen Untersuchungen dienen dazu, das Ziel der Verbesserung der Trophie bis zu mindestens mesotrophen Verhältnissen zu überprüfen, sonstige Güteveränderungen zu erkennen und ggf. bedarfsgerechte Maßnahmen zu entwickeln. Diese sind z. B. die Modernisierung und der Neubau von Kläranlagen, die zunehmende Niederschlagswasserbehandlung und die Phosphatentfernung sowie der Bau von Ringkanalisationen und führten zu einer Reduzierung des Nährstoffeintrags in die Talsperren. Unterstützt wurden und werden diese Maßnahmen zum Aufbau und Erhalt ökologisch intakter Talsperrengewässer durch die seit 25 Jahren etablierte fischereiliche Bewirtschaftung, die lebensraumspezifisch durchgeführt wird. Dazu gehören u. a. Besatzmaßnahmen von krautlaichenden Fischen und der Erhalt einer angepassten Alterspyramide durch Befischung. Das funktionierende Nahrungsnetz mit großen Zooplanktern, wie beispielsweise den Kleinkrebsen *Daphnia* und *Bosmina*, und deren erhöhter Fraßdruck auf das Phytoplankton unterstützen in den letzten 15 Jahren die Entwicklung, so dass negative Eutrophierungserscheinungen (z. B. Algenmassenentwicklungen) seltener werden.

Die limnologischen Untersuchungen der Ruhrverbandstalsperren einschließlich der verschiedenen Zuflüsse und des Auslaufs blicken auf eine fast 50-jährige Geschichte zurück. Dabei wurde das Untersuchungskonzept hinsichtlich Probenahmefrequenz und Untersuchungsumfang den sich ändernden Notwendigkeiten und Anforderungen angepasst. Heute werden

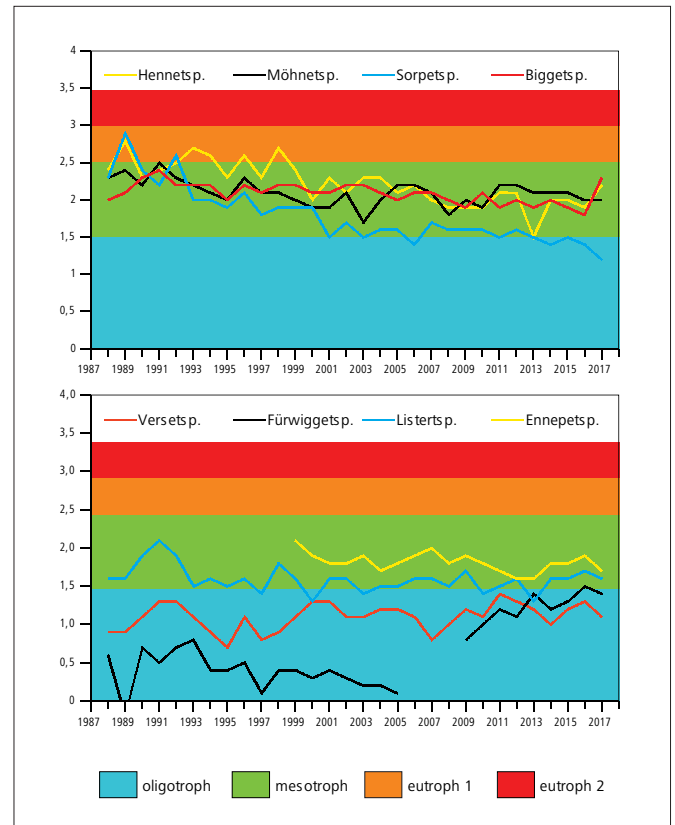


Bild 6.1: Entwicklung der Trophie in den letzten 30 Jahren in den Ruhrverbandstalsperren entsprechend der überarbeiteten Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren (LAWA 2013)
 Fig. 6.1: Development of the trophic status in the Ruhrverband's reservoirs during the last 30 years according to the revised directive for the trophic classification of reservoirs (LAWA 2013)

die Haupt- und Vorbecken der Talsperren im Winter zweimal an der Oberfläche und in der Vegetationsperiode siebenmal an der Oberfläche und in mehreren Tiefen an ausgewählten Stellen physikalisch-chemisch und biologisch untersucht. Der jahreszeitlichen Veränderung der limnischen Gegebenheiten im Staukörper, die sowohl im Längs- als auch im Tiefenprofil in physikalischen (z. B. Temperaturschichtung) und biologischen (z. B. Planktonentwicklung) Einflüssen begründet liegen, wird durch die Wahl der Probenahmestellen und die Festlegung der jeweiligen Probenahmetiefen vor Ort durch Online-Messverfahren Rechnung getragen. Darüber hinaus werden die Nährstoffeinträge über die Zuflüsse und durch den auf die Talsperre fallenden Niederschlag bestimmt. Die Ergebnisse dieser limnologischen Untersuchungen dienen sowohl einer adäquaten fischereilichen Bewirtschaftung, dem frühzeitigen Handeln bei Gefährdungen des Ökosystems oder der Gewässernutzungen als auch der Überwachung und Bewertung entsprechend den Vorgaben der OGewV [6.1].

[6.1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV), Bundesgesetzblatt G 5702, Bonn 23. Juni 2016

Die Bewertung stehender Gewässer, wie hier der Talsperren, erfolgt in erster Linie durch die Bestimmung des Trophiegrads. Diese wird entsprechend dem LAWA-Abschlussbericht 2013 [6.2] mit den Anpassungen zur „Vorläufigen Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren“ [6.3] durchgeführt. Dazu werden in der Vegetationsperiode sechs- bis siebenmal im Epilimnion der Chlorophyll-a-Gehalt, die Phosphorkonzentration und die Sichttiefe sowie einmal die Phosphorkonzentration während der Vollzirkulation bestimmt. In Bild 6.1 ist die 30-jährige Entwicklung der Trophie der Ruhrverbandstalsperren dargestellt.

Die Ruhrverbandstalsperren Möhne, Sorpe und Bigge, die sich bis in die 1980er Jahre hinein zeitweise noch als eutrophe Gewässer darstellten, befinden sich schon seit 25 Jahren in einem stabilen mesotrophen Zustand. An der Hennetalsperre hat sich dieser Prozess aufgrund massiver Entwicklungen des Cyanobakteriums („Blualge“) *Planktothrix (Oscillatoria) rubescens* bis Ende der 1990er Jahre verzögert, so dass hier der mesotrophe Zustand erst seit 17 Jahren vorliegt. Heute spielt diese als mesotrophe Zeigerart eingestufte „Blualge“ in der Hennetalsperre wie in anderen Talsperren des Ruhrverbands, in denen sie inzwischen ebenfalls in geringen Mengen regelmäßig vorkommt, eine untergeordnete Rolle. Allerdings ist an der Biggetalsperre seit einigen Jahren temporär ein vermehrtes Vorkommen dieser Cyanobakterien bis hin zu ihrem Aufräumen an der Wasseroberfläche festzustellen. Dies führte trotz kaum veränderter Phosphorgehalte durch die erhöhten Chlorophyll-a-Gehalte zu einem spürbaren Anstieg der Trophie im Jahr 2017. Die starken Massenentwicklungen, wie sie in den 1990er Jahren in der Hennetalsperre vorhanden waren, traten allerdings nicht auf.

Die größte Entwicklung hinsichtlich der Re-Oligotrophierung hat die Sorpetalsperre erfahren. Diese hat schon aufgrund ihrer Beckenmorphologie – ein fast 60 m tiefes U-Tal – mit einem verhältnismäßig großen Hypolimnion gute Voraussetzungen für eine wasserwirtschaftliche Nutzung. Im Nachgang zur Phosphorreduzierung durch abwassertechnische Maßnahmen im Einzugsgebiet hat sich der Trophiegrad kontinuierlich verbessert. Seit mehreren Jahren ist die Sorpetalsperre erfreulicherweise als oligotroph zu bewerten.

Die Listertalsperre, die als ein Vorbecken der Biggetalsperre betrieben wird, bewegt sich in den letzten 30 Jahren bis auf wenige Ausnahmen im Grenzbereich zwischen Oligo- und Mesotrophie. Welcher dieser beiden Trophiezustände, die fließend ineinander übergehen, vorhanden ist, hängt weniger von der Nährstoffsituation, sondern vielmehr von den klimatischen Bedingungen in dem jeweiligen Jahr ab. Auf einem etwas höheren Niveau stellt sich der Verlauf der Trophie in den letzten 20 Jahren für die im Jahr 1997 vom Ruhrverband übernommene Ennepetalsperre dar. Eine Tendenz zu einem eher oligotrophen Zustand ist erkennbar, auch wenn hier durchaus klimatisch bedingte Schwankungen auftreten. Die Verse- und Fürwiggetalsperre, deren Einzugsgebiete durch Wälder dominiert sind, weisen im gesamten Betrachtungszeitraum oligotrophe Verhältnisse auf.

In den letzten Jahrzehnten haben sich die Talsperren aufgrund klimatischer Veränderungen langsam erwärmt, wie z. B. die Möhnetalsperre von den 1980er Jahren bis heute im Jahresmittel um 1,2 °C im Epilimnion und 0,5 °C im Hypolimnion [6.4]. Damit einher geht schon seit Jahren die Tendenz zu einem früheren Beginn der Vegetationsperiode und zu deren Verlängerung zeitweise bis in den November hinein. Eine Studie zu den Auswirkungen des Klimawandels auf österreichische Seen, in der allerdings viele Daten durch Interpolation ergänzt wurden, unterstützt diese beobachteten Trends [6.5]. Wie in den Ruhrverbandstalsperren wird darin eine klimatisch induzierte Verlängerung der Stratifikationsperiode festgestellt, die aufgrund der größeren Temperaturunterschiede zwischen Epi- und Hypolimnion zudem auch stabiler ist. Durch die längere Trennung des Hypolimnions, in dem fast ausschließlich sauerstoffverbrauchende Prozesse (z. B. Atmung, Biomasseabbau) stattfinden, vom Epilimnion nimmt der Zeitraum der Sauerstoffzehrung zu. Die Folge ist eine verstärkte Freisetzung von löslichen Phosphorverbindungen aus dem Sediment, die beim Aufbrechen der Schichtung wieder in die trophogene Zone gelangen und als Nährstoff für weitere Algenentwicklungen zur Verfügung stehen. Dies kann je nach Größe des Wasserkörpers zu einer Zunahme der Trophie nach den LAWA-Kriterien führen.

In einem Projekt der Ruhr-Universität Bochum mit dem Ruhrverband als Praxispartner wurde nachgewiesen, dass neben den bekannten Veränderungen von Schichtungsverhalten, Algenentwicklung und Sauerstoffhaushalt auch temperaturinduzierte Einflüsse auf die Kohlendioxid(CO₂)-Konzentration und den resultierenden pH-Wert vorhanden sind [6.6]. Für die vier ausgewerteten Talsperren Henne, Möhne, Sorpe und Lister wurde festgestellt, dass seit den 1980er Jahren parallel zur Wassertemperatur ein stetiger Anstieg der CO₂-Gehalte vorliegt. Durch den Anstieg des Kohlendioxidgehaltes in der warmen Atmosphäre nimmt dieser auch im Wasser zu. Hier löst sich ein Teil des Kohlendioxids und bildet Kohlensäure, wodurch es zu einem Absinken des pH-Werts kommt. Dem gegenüber steht der Verbrauch von Kohlendioxid durch pflanzliche Organismen, in Talsperren nahezu ausschließlich planktische Algen. Durch die seit Jahren vorhandene und gewünschte Reoligotrophierung durch Nährstoffverminderung und Pflege des limnischen Ökosystems spielen die CO₂-verbrauchenden Vorgänge der Photosynthese aktuell eine geringere Rolle als noch in den planktonreichen 1980er und 1990er Jahren. In dem betrachteten Zeitraum haben die pH-Werte um etwa ΔpH 0,2 abgenommen und bewegen sich je nach Talsperre heute zwischen pH 7,6 und 8,1. Dieser Prozess wird als „Versauerung“ bezeichnet, auch wenn sich die pH-Werte durchaus noch im alkalischen Bereich bewegen. Bei den zurzeit vorhandenen pH-Werten sind keine negativen Auswirkungen auf die Biozönose, auch nicht für das Zooplankton, bekannt. Allerdings gilt es, den Prozess einer stärkeren Aufnahme von Kohlendioxid in limnischen Systemen weiter zu beobachten. In der oben genannten Studie wurde nachgewiesen, dass bei pH-Werten unter pH 7,0 durchaus Einflüsse auf Organismen bestehen. Es existiert daher für die Auswirkungen

der Klimaveränderung auf die komplexen Talsperren-ökosysteme weiterer Forschungsbedarf.

Wie in den letzten Jahren führte auch im Jahr 2017 an den mesotrophen Talsperren Henne, Möhne und Bigge der Biomasseabbau noch vor der Stagnationsphase zu einer verminderten grundnahen Sauerstoffzehrung. Kälte liebende Fische konnten dadurch länger in den tieferen Wasserschichten verbleiben. Als Folge des Abbaus des leichteren Sommerplanktons (Grün-, Gold- und auch Blaualgen) und einer zunehmenden metalimnischen Sauerstoffzehrung entwickelt sich eine sauerstoffarme Zone, die unter Umständen bis zur Ausbildung eines sauerstofffreien „Riegels“ führen kann. Durch dieses „Aufstiegshindernis“ können Fische, wie die Kleine Maräne, das sauerstoffreiche Epilimnion nicht mehr erreichen. Im Spätsommer oder Herbst können bei einer weiteren Abnahme des Sauerstoffgehalts im Hypolimnion u. U. lebensbedrohliche Verhältnisse für die Fischfauna auftreten, was gegebenenfalls eine Sauerstoffanreicherung des Tiefenwassers erforderlich macht. Während sich im Jahr 2017 die Verhältnisse in der Bigge- und Möhnetalsperre schon früh als unkritisch erwiesen, musste die Hennetalsperre bis in den Oktober hinein intensiv beobachtet werden. Eine künstliche Sauerstoffanreicherung des Hypolimnion wurde nicht erforderlich.

Insgesamt stellt sich die Nährstoffsituation in den Ruhrverbandstalsperren weiterhin als gut bzw. sehr gut dar, wie die langjährige aber auch aktuelle Entwicklung der Trophie zeigt. Diese wird inzwischen nicht nur durch die vorhandenen Nährstoffkonzentrationen bestimmt, sondern seit mehreren Jahren gewinnen klimatische und dadurch bedingte ökologische Veränderungen an Bedeutung, die z. B. in den kleineren Talsperren durch kurzgeschlossene Nährstoffkreisläufe eine bessere Ausnutzung von vorhandenen Phosphorressourcen bewirken. Diese werden weiter beobachtet und gegebenenfalls bei der Bewirtschaftung berücksichtigt. Der erfolgreiche Weg einer Verminderung der Nährstoffeinträge, der ökologisch orientierten Bewirtschaftung und des Erhalts eines funktionierenden Nahrungsnetzes, der die Grundlagen für intakte und attraktive Gewässer schafft, ist gerade unter dem Aspekt des Klimawandels wichtig und wird weiter fortgesetzt.

Fürwiggetalsperre

Die mit 1,67 Mio. m³ Stauraum und 0,18 km² Speicheroberfläche kleinste der Ruhrverbandstalsperren (Bild 6.2) dient in erster Linie der Trinkwasserversorgung der Stadt Meinerzhagen und der Gemeinde Herscheid. Mit einer Höhenlage von 438,95 m ü. NN bei Vollstau ist sie die höchstgelegene Talsperre des Ruhrverbands. Sie ist als Trinkwassertalsperre nicht für eine Freizeitnutzung, wie z. B. Baden oder Bootfahren, zugelassen. Das Einzugsgebiet besteht zu über 80 % aus Wald und zu knapp 20 % aus landwirtschaftlich genutzten Flächen. Lediglich 0,5 % sind bebaut. Durch den hohen Anteil von Nadelwäldern und Mooren sowie die geologischen Verhältnisse im mit 4,5 km² sehr kleinen Einzugsgebiet sind einige der Zuflüsse der Fürwiggetalsperre von Versauerung betroffen. Zeit-

weise werden hier pH-Werte um pH 5 gemessen. Darüber hinaus weist der Boden in weiten Teilen ein sehr geringes Puffervermögen auf, was zu einem mineralstoffarmen Talsperrenwasser beiträgt.

Von Februar 2006 bis Oktober 2007 war die Fürwiggetalsperre wegen Sanierungsarbeiten an der Talsperrenmauer vollkommen entleert [6.7]. Das limnologische Untersuchungsprogramm wurde im Juni 2008 wieder aufgenommen, als der Einstau abgeschlossen war. Jahresauswertungen, wie eine Trophieeinstufung oder die Berechnung der durchschnittlichen Nährstoffkonzentration in der Talsperre, waren daher für das Jahr 2008 noch nicht möglich. Lediglich für das Phyto- und Zooplankton wurden die entsprechenden Jahresmittel berechnet. Seit dem Jahr 2009 können die Auswertungen wieder durchgeführt werden.

Die Zuläufe zur Fürwiggetalsperre gehören mit durchschnittlich 7 bis 8 µg/l TP (Gesamtphosphor) zu den am geringsten mit Phosphor belasteten Gewässern im Ruhreinzugsgebiet. Die Folge ist ein außerordentlich niedriger Phosphorgehalt in dieser Talsperre. In den letzten Jahren vor dem Ablassen der Talsperre betrug dieser durchschnittlich 4 µg/l TP. Zurzeit liegen diese mit mittleren 7 µg/l merklich höher. Der in den Algen fixierte Phosphor stammt dabei weniger aus den phosphorarmen Zuflüssen, vielmehr sind offensichtlich immer noch Abbau- und Mineralisierungsprozesse der am Grund lagernden Biomasse, die sich während des Leerstands der Talsperre gebildet hatte, in Gang. In dem nährstoffarmen und mit einer Elektrischen Leitfähigkeit von 80 µS/cm ionenarmen Talsperrenwasser haben sich diese Prozesse des Abbaus der hauptsächlich schwer abbaubaren Binsen über Jahre hingezogen. Inzwischen ist dieser Pflanzenvorrat langsam erschöpft, wie die abnehmenden Phosphorkonzentrationen und die geringe Phyto- aber auch Zooplanktonbiomasse zeigen.

[6.2] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) – ProjektNr. O 4.10 Abschlussbericht: Ökologische Bewertung von natürlichen, künstlichen und erheblich veränderten Seen mit der Biokomponente Phytoplankton nach den Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie, Stand Mai 2013

[6.3] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) 2001 (Hrsg.): Gewässerbewertung – stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren, Schwerin: Kulturbuch Verlag Berlin GmbH 2001. ISBN 3889612377

[6.4] Ruhrverband: Talsperrenuntersuchungen – Hennetalsperre. Ruhrgütebericht 2016, S. 75 – 82

[6.5] Ficker, H.; Luger, M., Gassner, H.: From dimictic to monomictic: Empirical evidence of thermal regime transitions in three deep alpine lakes in Austria induced by climate change. In: *Freshwater Biology*, Issue 8, August 2017, S. 1335 - 1345

[6.6] Weiss, L. C., Pötter, L., Steiger, A., Kruppert, S., Frost, U., Tollrian, R.: Rising pCO₂ in Freshwater Ecosystems Has the Potential to Negatively Affect Predator-Induced Defenses in *Daphnia*. In: *Current Biology*, Volume 28, Issue 2, 22. Januar 2018, S. 327 - 332

[6.7] Frost, U.: Der Wiedereinstau der Fürwiggetalsperre – Limnologie und Trophie. In: *KW Korrespondenz Wasserwirtschaft*, Band 1, Januar 2012, S.17 - 21



Bild 6.2: Luftaufnahme der Fürwiggetalsperre
 Fig. 6.2: Aerial photograph of the Fürwigge Reservoir

In den ersten drei Jahren nach Wiedereinstau waren zunächst Grün- und Goldalgen zusammen mit Flagellaten, die alle noch mit den kleineren Gattungen vertreten waren, bildbestimmend. Es waren vor allem an nährstoffarme Verhältnisse angepasste Species vertreten, die dank kurzen Entwicklungszyklen schnell ein „neues“ Gewässer besiedeln können. Es folgten zwei Jahre mit der Dominanz von Gold-, Kiesel- und Feualgen, wobei sich das Artenspektrum allmählich auch um die größeren Species erweiterte. Grünalgen, die überwiegend in mesotrophen Gewässern zu Hause sind, bildeten ab dem Jahr 2013 die stärkste Algengruppe. In diesem Siebenjahreszeitraum hatte sich das Artenspektrum von zunächst 20 auf knapp 100 Spezies erweitert. In den letzten beiden Jahren geht die Artenzahl allerdings wieder zurück und liegt zurzeit bei 70 Spezies. Das Gesamtbiovolumen befand sich im Jahr 2017 wieder auf einem ähnlichen Niveau wie direkt nach dem Wiedereinstau im Jahr 2008. Allerdings haben sich Artenspektrum und -dichte sowie die Verteilung auf die einzelnen Algengruppen in den zehn dazwischen liegenden Jahren stark verändert. Im Jahr 2017 zeigte sich schon wieder ein ähnliches Arten-

spektrum wie im Jahr vor der Entleerung der Talsperre. Noch ist das Gesamtbiovolumen mit $0,53 \text{ mm}^3/\text{l}$ gut dreimal so hoch wie im Jahr 2005, aber die Tendenz zeigt in eine planktonärmere Richtung.

Dieses zeigt sich auch im algenfressenden Zooplankton (Bild 6.3), bei dem eine ähnliche Zusammensetzung wie vor der Talsperrensanierung festzustellen ist. Hier bestimmen vor allem große Daphnien, wie sie in nährstoffarmen Gewässern anzutreffen sind, und weitere Crustaceen die Zooplanktonzönose. Auch das Gesamtbiovolumen nähert sich wie beim Phytoplankton den Verhältnissen vor dem Jahr 2006. Mit der zunehmenden Vernetzung über die vorhandenen Nahrungsketten wird sich voraussichtlich in den nächsten Jahren ein immer stabileres Ökosystem etablieren, in dem ein Gleichgewicht zwischen Primär- und Sekundärproduktion vorliegt und eines, das an die sensiblen Verhältnisse dieser oligotrophen Talsperre angepasst ist. Unterstützt wird diese Entwicklung durch einen für diese Verhältnisse typischen Fischbesatz mit Bachforellen und Alpinen Seesaiblingen.

Durch die ökologische Gewässerqualität und die besondere Charakteristik des waldreichen, gering beeinflussten Einzugsgebiets bietet die Fürwiggetalsperre für gefährdete Tierarten einen geeigneten Lebensraum. Dazu gehören die beiden heimischen Flusskrebarten in Nordrhein-Westfalen, der Steinkrebs und der Edelkrebs, die aufgrund einer durch amerikanische Flusskrebse eingeschleppten Pilzinfektionskrankheit, der Krebspest, in weiten Teilen Deutschlands und auch Europas

ausgerottet sind. Da nach Experteneinschätzung die Fürwiggetalsperre ein für heimische Flusskrebarten geeignetes Biotop darstellt, wurden Ende Oktober 2017 insgesamt 2.000 zweijährige Edelkrebse in dieses Gewässer ausgesetzt (Bild 6.4). Die sich hauptsächlich von abgestorbenem pflanzlichen und tierischen Material ernährenden Krebse werden ihren Platz im Nahrungsnetz des Ökosystems Talsperre einnehmen und dort eine wichtige Rolle spielen. Die Kontrolle des Erfolgs der An-

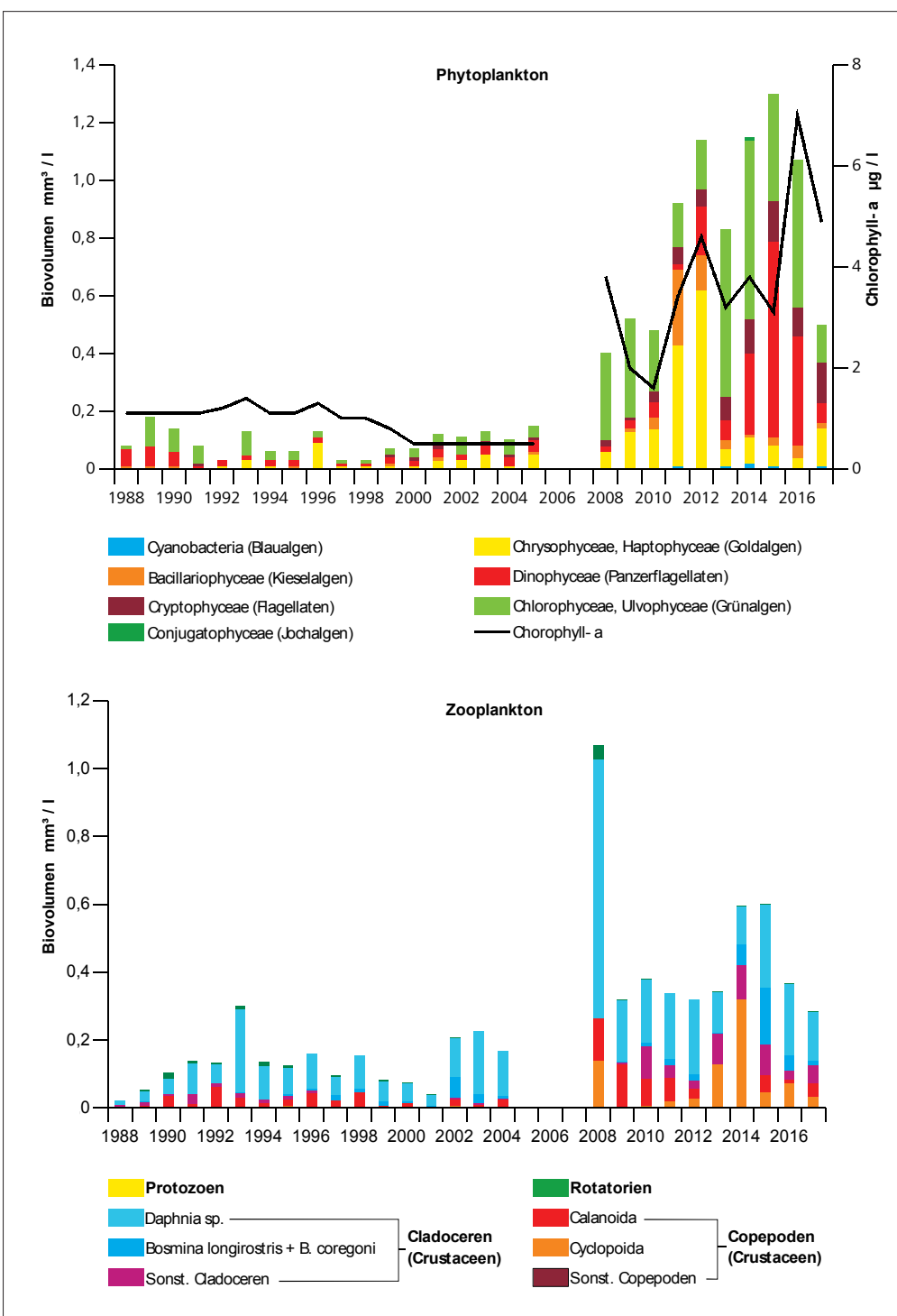


Bild 6.3: Phyto- und Zooplankton an der Probenahmestelle „Fürwiggetalsperre vor Mauer“ in den letzten 30 Jahren (Jahresmittel)
 Fig. 6.3: Phytoplankton and zooplankton at the sampling point "Fürwigge Reservoir before the dam" during the last 30 years (annual means)



Bild 6.4: Besatz von Edelkrebse in die Fürwiggetalsperre
Fig. 6.4: Crayfish in the Fürwigge reservoir

siedlung dieser Rote Liste-Arten in der Fürwiggetalsperre wird in den nächsten Jahren durch regelmäßige Zählungen des Naturschutzzentrums Märkischer Kreis e. V. durchgeführt.

Die beschriebenen Phänomene nach dem Wiedereinstau hatten auch Einfluss auf die Trophie in der Fürwiggetalsperre. Bild 6.5 zeigt den Gesamttrophieindex sowie die Einzelindizes für die letzten 30 Jahre. Die Einzelindizes werden für den epilimnischen Gesamtphosphorgehalt im Frühjahr (TPFJ) und Sommer (TPSO) sowie für die Sichttiefe im Sommer (ST) und für den sommerlichen epilimnischen Chlorophyllgehalt (CHLA) bestimmt. Nach dem Wiedereinstau der Talsperre befanden sich der Gesamttrophieindex sowie die Indices für Chlorophyll-a und Sichttiefe, die sich aufgrund der Trübung durch Algen erhöhte, auf einem deutlich höheren Niveau als vor den Baumaßnahmen. Dagegen waren beide Phosphorindices nur leicht erhöht. In den Jahren 2015 und 2016 nahmen bis auf den Chlorophyllindex die Trophieparameter ab. Letzterer zeigt allerdings in diesem Jahr schon wieder einen leichten Rückgang. Hier ist damit zu rechnen, dass auch die Algen auf diese veränderten Verhältnisse reagieren werden und sich in den nächsten Jahren eine Trophie entwickeln wird, die derjenigen früherer Jahre entspricht. Festzuhalten bleibt auch, dass trotz der trophischen Entwicklung und der Sukzession eines Ökosystems die Fürwiggetalsperre zu jeder Zeit als ein oligotrophes Gewässer einzustufen ist.

Versetalsperre

Etwa fünf Kilometer unterhalb der Fürwiggetalsperre liegt im Lüdenscheider Raum die ebenfalls zur Trinkwasserversorgung genutzte Versetalsperre [Bild 6.6]. Diese wurde im Jahr 1951 in Betrieb genommen, nachdem die bereits im Jahr 1932 begonnenen Arbeiten während des Kriegs unterbrochen worden waren. Die Versetalsperre sollte in den Nachkriegsjahren den ständig steigenden Wasserbedarf vor allem der im Versetal

ansässigen Industriebetriebe decken. Heute sichert sie zudem die Trinkwasserversorgung der Städte Lüdenscheid, Werdohl und Plettenberg. Bis auf das Angeln (ca. 150 Jahresfischereierlaubnisscheine) sind direkte Freizeit- und Erholungsnutzungen wie Baden, Bootfahren und andere Wassersportarten auf oder an der Versetalsperre aufgrund des Trinkwasserschutzes nicht erlaubt. So fehlen auch Erholungseinrichtungen und Gastronomiebetriebe, wie sie an anderen für Freizeitnutzungen freigegebenen Talsperren üblich sind. Bei einer Speicheroberfläche von 1,7 km² beträgt das Gesamtvolumen der Versetalsperre 32,8 Mio. m³. Die maximale Tiefe von 51,2 m wird vor dem Damm erreicht. Das 24,1 km² große Einzugsgebiet ist zu zwei Dritteln bewaldet. Die landwirtschaftliche Nutzung spielt mit 4 % Acker sowie 28 % Wiesen und Weiden ebenso wie die bebaute Fläche von 1,2 % nur eine untergeordnete Rolle. Damit weist die Versetalsperre eine für die Wasserqualität günstige Nutzungsstruktur des Einzugsgebiets auf.

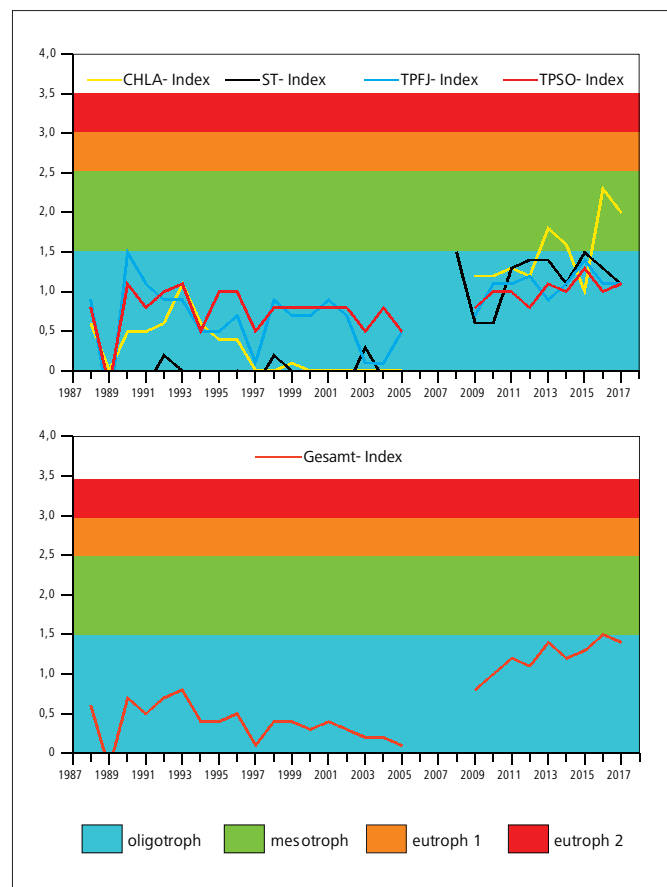


Bild 6.5: Entwicklung der Trophie in den letzten 30 Jahren in der Fürwiggetalsperre entsprechend der überarbeiteten Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren (LAWA 2013) [CHLA: Chlorophyll-a; ST: Sichttiefe; TP: Gesamtphosphor; FJ: Frühjahr; SO: Sommer]

Fig. 6.5: Development of the trophic status during the last 30 years in the Fürwigge Reservoir according to the preliminary directive for the trophic classification of reservoirs (LAWA 2013) [CHLA: chlorophyll a; ST: Secchi depth; TP: total phosphorus; FJ: spring; SO: summer]

Seit drei Jahren liegt die durchschnittliche Zulaufkonzentration zur Versetalsperre unter $19 \mu\text{g/l TP}$, bis zum Jahr 2010 wurden hier im Mittel noch 30 bis zu über $55 \mu\text{g/l}$ gemessen [Bild 6.7]. Zum Beispiel betrug der Eintrag über die Verse, dem Hauptzufluss zur Talsperre, seit dem Jahr 2015 nur noch mittlere $11 \mu\text{g/l TP}$. Zusammen mit dem außerordentlich geringen Zufluss von $12 \text{ Mio. m}^3/\text{a}$ resultiert daraus für das Jahr 2017 die

niedrigste Phosphorfracht, die seit Beginn der Untersuchungen in die Versetalsperre eingetragen wurde. Beim Gesamt-Stickstoff pendelt sich seit sieben Jahren die Zulaufkonzentration auf einem Niveau von knapp $2,0 \text{ mg/l}$ ein, ein für Fließgewässer im Sauerland niedriger Wert. Ursachen für den Rückgang der Nährstoffgehalte sind ein angepasster Düngereinsatz aber auch geringere Zulaufmengen und -schwankungen.



Bild 6.6: Luftaufnahme der Versetalsperre
Fig. 6.6: Aerial photograph of the Verse Reservoir

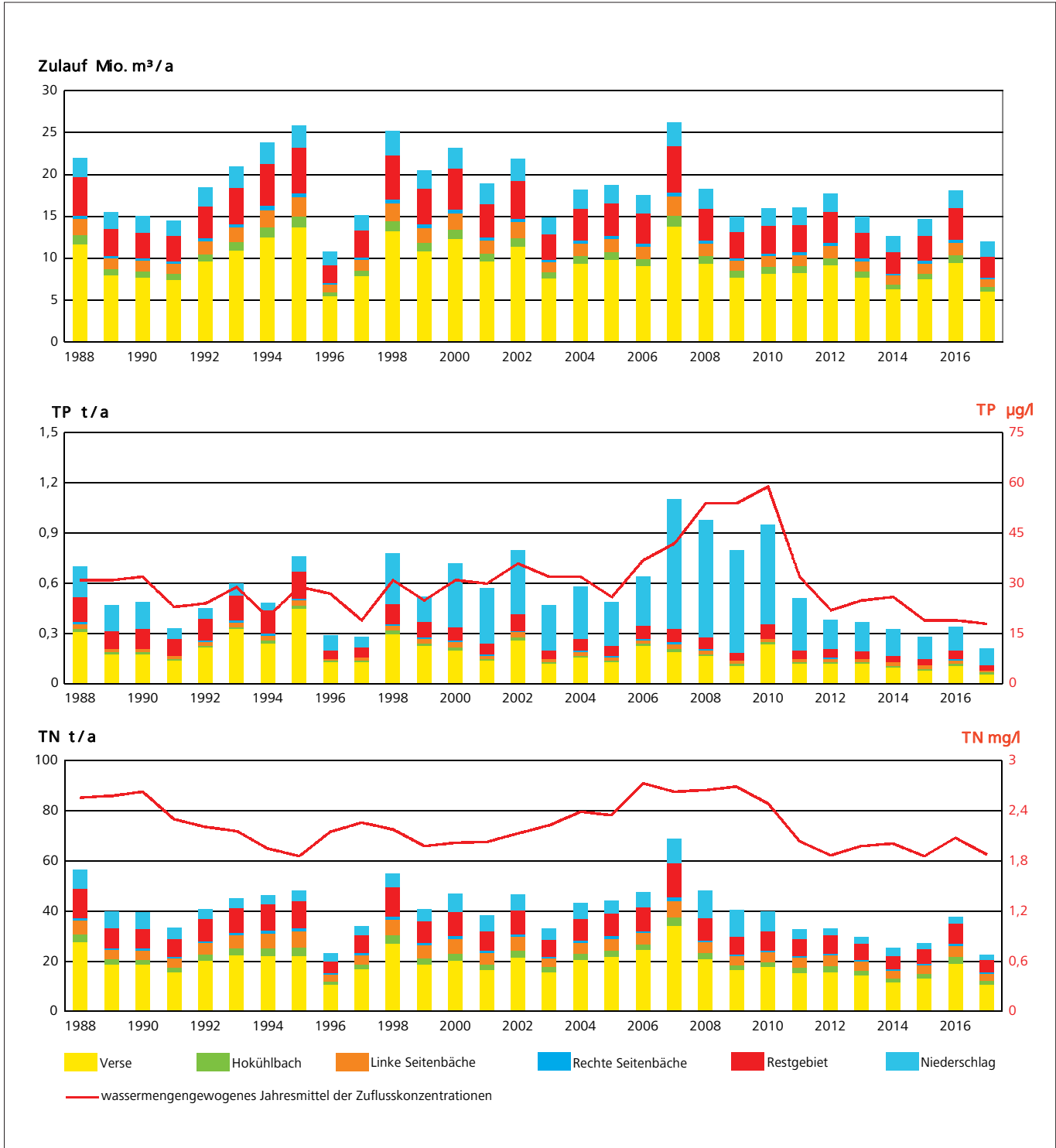


Bild 6.7: Zulauffrachten und wassermengengewichtete Jahresmittel aller untersuchten Zuflusskonzentrationen an der Versetalsperre in den letzten 30 Jahren

Fig. 6.7: Input loads and flowweighted annual means of analysed inflow concentrations at the Verse Reservoir during the last 30 years

In der Talsperre nehmen die ohnehin schon niedrigen Phosphorwerte im Verlauf vom Vorbecken bis hin zum Auslauf weiter ab [Bild 6.8]. Hier wirkt sich auch die lange Aufenthaltszeit des Wassers im Talsperrensystem – ein Wassertropfen benötigt von dem Verseeinlauf bis zum Versedamm etwa 1,5 Jahre – positiv auf die Phosphorumsetzung und Retention aus. Während sich im Vorbecken die Phosphorkonzentration von 11 µg/l nur um 10 % verminderte, nahm diese im weiteren Verlauf bis zum Auslauf der Talsperre um weitere 5 µg/l ab. Diese Gehalte limitieren auch eine ausgeprägte Entwicklung von Planktonalgen, was die niedrigen Chlorophyll-a-Konzentrationen von 5,6 µg/l im Vorbecken und 2,2 µg/l im Hauptbecken belegen. Die zugehörigen Biovolumina des Phytoplanktons liegen seit vier Jahren etwa auf dem aktuellen Niveau der zuvor beschriebenen Fürwiggetalsperre. In der Versetalsperre sind vor allem Kiesel-, Feuer- und Goldalgen sowie Flagellaten und Grünalgen zu finden, also eine Biozönose, die für oligotrophe Verhältnisse mit einer leichten Tendenz zur Mesotrophie typisch ist.

Die im Jahreszeitraum von 2006 bis 2010 gestiegenen Phosphorfrachten haben aufgrund der langen Aufenthaltszeit im

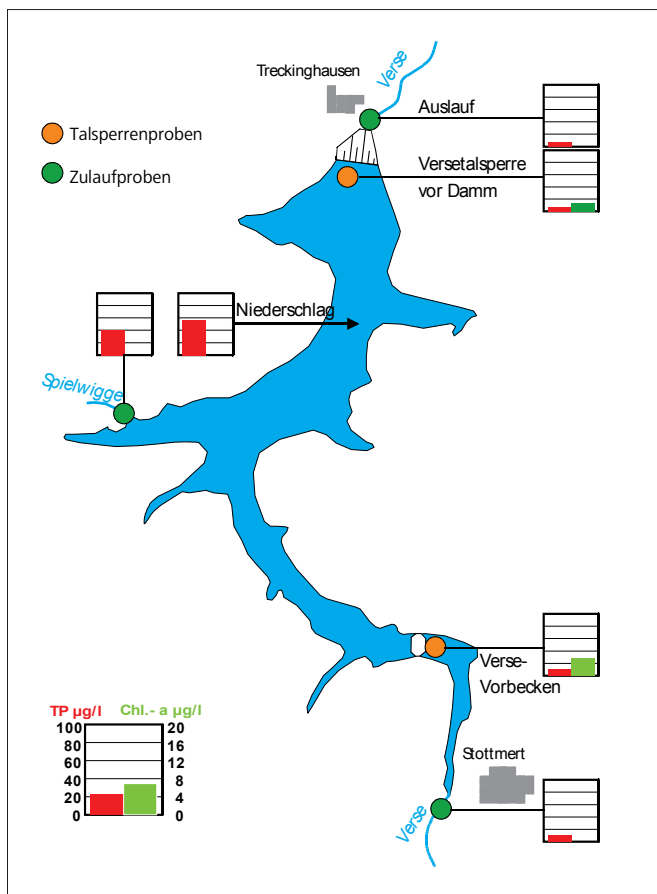


Bild 6.8: Probenahmestellen an der Versetalsperre und Gradienten der Phosphor- und Chlorophyll-a-Konzentrationen im Talsperrensystem für das Jahr 2017

Fig. 6.8: Sampling points at the Versee Reservoir and phosphorus and chlorophyll a concentrations in the reservoir system in 2017

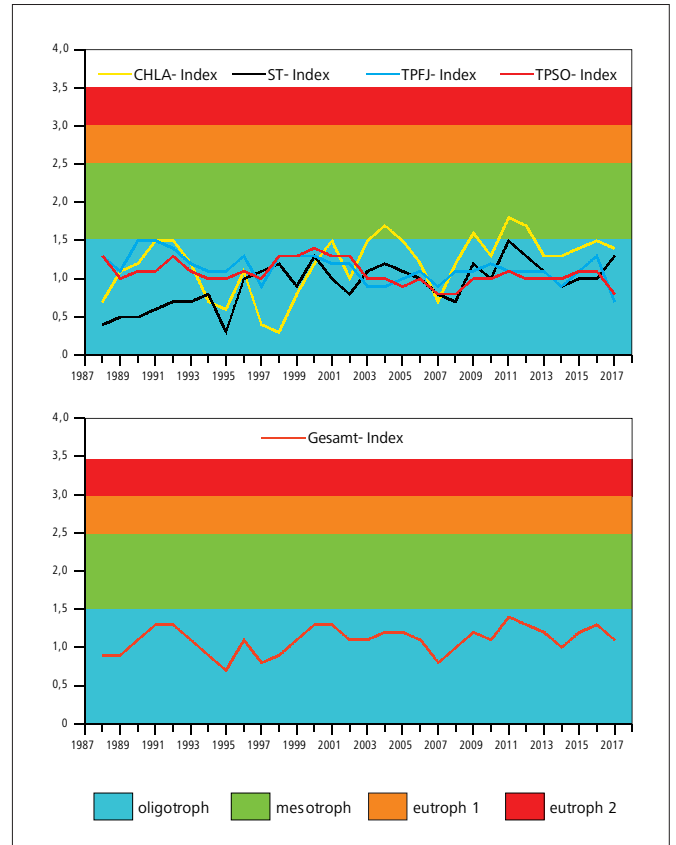


Bild 6.9: Entwicklung der Trophie in den letzten 30 Jahren in der Fürwiggetalsperre entsprechend der überarbeiteten Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren (LAWA 2013) [CHLA: Chlorophyll-a; ST: Sichttiefe; TP: Gesamtphosphor; FJ: Frühjahr; SO: Sommer]

Fig. 6.9: Development of the trophic status during the last 30 years in the Fürwigge Reservoir according to the preliminary directive for the trophic classification of reservoirs (LAWA 2013) [CHLA: chlorophyll a; ST: Secchi depth; TP: total phosphorus; FJ: spring; SO: summer]

Talsperrensystem der Versetalsperre mit einem Versatz von ein bis zwei Jahren zu einem Anstieg der Trophie in den oberen oligotrophen Bereich geführt (Bild 6.9). Insgesamt betrug der Anstieg der mittleren Phosphorgehalte lediglich 1 bis 2 µg/l TP, bei einem aktuellen Phosphorgehalt von 6 µg/l sind dies dennoch merkliche Konzentrations sprünge. Die Phosphorkonzentrationen waren ab dem Jahr 2011 im Zulauf und im Jahr 2012 auch in der Talsperre wieder rückläufig. Dies wirkte sich positiv auf die Phytoplanktondichte bzw. den Chlorophyll-a-Gehalt aus, dessen Index zwischenzeitlich mesotrophe Verhältnisse angezeigt hatte. Die auffällig niedrigen Chlorophyll-a- und Gesamtindizes im Jahr 2007 waren auf die außergewöhnlichen Hochwässer im August zurückzuführen, als die Algenentwicklung unterbrochen bzw. verhindert wurde. Aktuell, wie auch im gesamten Betrachtungszeitraum, stellt sich die Versetalsperre als ein oligotrophes Gewässer dar, das auch in der ökologischen Bewertung nach den Anforderungen EG-WRRRL den sehr guten Zustand erreicht.

7 Organische Spurenstoffe in der Ruhr

Medienberichte zum Thema „Spurenstoffe im Gewässer“, mit zum Teil auch überspitzten Titeln, sind seit einigen Jahren immer häufiger wahrzunehmen. Zumeist geht es in den Beiträgen um Substanzen, die zwar im Oberflächenwasser nachgewiesen werden, deren Auswirkungen auf die Gewässerbiozönose und die Gewässernutzung jedoch oftmals unbekannt und deswegen nicht Teil der Berichterstattung sind. Ein Grund dafür ist, dass für die meisten Stoffe keine genauen Informationen, insbesondere zu möglichen Einflüssen auf die aquatische Umwelt und die Gewässerchemie, vorliegen. Im Kooperationslabor werden viele dieser neuen Substanzen auf ihre Relevanz in Bezug auf die Ruhr bewertet und bei Bedarf ein Analyseverfahren erarbeitet und etabliert, welches anschließend in das regelmäßige Messprogramm für die Ruhr integriert wird. So finden immer wieder neue Analyten Eingang in das Untersuchungsspektrum des Kooperationslabors, das zurzeit im Bereich der organischen Spurenstoffe rund 480 Parameter umfasst. Zusätzlich richtet sich der Analysenumfang auch nach gesetzlichen Regelungen, wie der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) [7.1] und der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) [7.2; 7.3; 7.4]. In den genannten Vorgaben enthalten sind Stoffe und Stoffgruppen, die zum Teil mit Umweltqualitätsnormen (UQN) versehen sind. Als zusätzliche Qualitätskriterien werden Orientierungswerte herangezogen (siehe Kapitel 2). Eine Auswahl der im Jahr 2017 regelmäßig im Wasser der Ruhr analysierten Substanzen zeigt Tabelle 7.1. Die regelmäßig untersuchten Wasserproben und ihre im Folgenden berichteten Ergebnisse resultieren hauptsächlich aus den 13 mal pro Jahr durchgeführten Ruhrlängsuntersuchungen mit zwölf Probenahmestellen im Fließverlauf der Ruhr sowie einer Probenahmestelle in der Lenne, kurz vor deren Mündung in die Ruhr und aus der in der Regel wöchentlich beprobten Entnahmestelle in Essen-Rellinghausen (siehe Kapitel 3).

Pharmaka, Diagnostika und deren Metabolite

In Deutschland werden in der Humanmedizin zurzeit etwa 2.300 verschiedene Wirkstoffe eingesetzt, von denen etwa 1.200 Substanzen aufgrund ihrer Eigenschaften eine Umweltrelevanz zugesprochen wird. Von dieser Gruppe wurden im Jahr 2012 rund 8.100 t verbraucht, wobei etwa zwei Drittel dieser Menge auf nur 16 verschiedene Wirkstoffe entfielen. Darunter befinden sich Arzneimittel wie z. B. das Antidiabetikum Metformin, das Analgetikum Ibuprofen und der Betablocker Metoprolol. Neben dem Einsatz in der Humanmedizin findet eine Vielzahl von Medikamenten auch Anwendung in der Veterinärmedizin. Hier liegen, außer zu den Antibiotika (742 t im Jahr 2016), aber keine belastbaren Zahlen vor [7.5; 7.6].

Arzneimittelwirkstoffe werden vom Organismus häufig nicht oder nur unvollständig abgebaut. Im Falle einer Umsetzung können verschiedene Moleküle gebildet werden, die zum Teil auch erst die eigentlich therapeutisch wirksame Form darstellen, z. B. Oxipurinol als aktiver Metabolit des Gichtmittels Allopurinol. Über Ausscheidungen oder unsachgemäße Entsorgung in Abfluss und Toilette werden die Substanzen mit dem Abwasser in die Kläranlagen transportiert. Dort gelingt die weitgehende Eliminierung eines großen Teils der Wirkstoffe, jedoch sind kommunale Kläranlagen nicht für einen vollständigen Rückhalt von Spurenstoffen ausgelegt. Daher gelangen Rückstände schließlich in die Oberflächengewässer. In der Veterinärmedizin eingesetzte Wirkstoffe werden über landwirtschaftliche Flächen in Grundwässer und bei Regenereignissen auch direkt in Oberflächengewässer eingetragen [7.5]. Die dort gemessenen Wirkstoffkonzentrationen werden im Allgemeinen als zu gering angesehen, um Effekte auf die menschliche Gesundheit zu haben. Denkbar und zum Teil auch nachgewiesen sind allerdings Auswirkungen für im oder vom Wasser lebende Organismen [7.7].

Arzneimittelwirkstoffe sind bisher nicht Bestandteil der OGewV oder der EG-WRRL. Allerdings befinden sich drei Wirkstoffe, darunter Diclofenac, auf der „Watchlist“ der EU [7.8]. Zusätzlich existieren für einige Diagnostika, Arzneimittelwirkstoffe und -metabolite gesundheitliche Orientierungs-

-
- [7.1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hrsg.): *Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV)* Berlin, Juni 2016
 - [7.2] 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, ausgegeben am 22.12.2000
 - [7.3] Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG, ausgegeben am 24.12.2008
 - [7.4] Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik, ausgegeben am 24.08.2013
 - [7.5] Ebert, I., Amato, R., Hein, A., Konradi, S.: *Arzneimittel in der Umwelt – vermeiden, reduzieren, überwachen. Hintergrundpapier, Umweltbundesamt, April 2014*
 - [7.6] https://www.bvl.bund.de/DE/08_PressInfothek/01_FuerJournalisten/01_Presse_und_Hintergrundinformationen/05_Tierarzneimittel/2017/2017_09_11_pi_Antibiotikaabgabemenge2016.html?sessionid=41EE50E76EF3AC62166DAAF325555870.2_cid340, Zugriff 27.03.2018
 - [7.7] Richtlinie 2001/83/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. November 2001 zur Schaffung eines Gemeinschaftskodexes für Humanarzneimittel, ausgegeben am 28.11.2001
 - [7.8] Durchführungsbeschluss (EU) 2015/495 der Kommission vom 20. März 2015 zur Erstellung einer Beobachtungsliste von Stoffen für eine unionsweite Überwachung im Bereich der Wasserpolitik gemäß der Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, ausgegeben am 24.03.2015

Tabelle 7.1: Ausgewählte organische Einzelverbindungen des Untersuchungsprogramms für das Jahr 2017
 Table 7.1: Selected organic compounds of the investigation program 2017

Röntgenkontrastmittel	Antibiotika	Ethidimuron	PAK
Amidotrizoensäure ³	Azithromycin ³	Ethofumesat	Acenaphthen
Iohexol	Clarithromycin	Fenoprop	Acenaphthylen
Iopamidol ³	Clindamycin	Fenoxaprop	Anthracen ^{1,2}
Iopromid	Erythromycin, dh-Erythromycin	Fenpropimorph ²	Benzo[a]anthracen
Ioversol	Piperacillin	Fipronil	Benzo[a]pyren ^{1,2}
Iomeprol	Roxythromycin	Flufenacet ^{2,3}	Benzo[b]fluoranthren ^{1,2}
Ioxithalaminsäure	Sulfadiazin	Fluroxypyr	Benzo[ghi]perylene ^{1,2}
Medikamente und Metabolite	Sulfamethoxazol	Flurtamon ^{2,3}	Benzo[k]fluoranthren ^{1,2}
10,11-Dihydro-10,11-Dihydroxycarbamazepin	Sulfapyridin	Haloxypol	Chrysen
4-Acetamidoantipyrin	Trimethoprim	HCH (α -, β -, δ -, ϵ -, und γ -) ^{1,2}	Dibenz[a,h]anthracen
4-Aminophenazon	Süßstoffe	Heptachlor, Heptachlorepoxyd ^{1,2}	Fluoranthren ^{1,2}
4-Formylaminoantipyrin	Acesulfam	Hexachlorbenzol	Fluoren
Acetyl-Sulfametaxazol	Aspartam	Hexachlorbutadien	Indeno[1,2,3cd]pyren ^{1,2}
Amisulprid	Cyclamat	Hexazinon ²	Naphthalin ^{1,2}
Atenolol	Neohesperidin	Imazail	Phenanthren ²
Bezafibrat	Neotam	Imidacloprid ²	Pyren
Bisoprolol	Saccharin	Ioxynil	Flammschutzmittel, Weichmacher
Buflomedil	Sucralose	Isoproturon ^{1,2}	BDE 28, 47, 99, 100, 153, 154 ^{1,2} , 183
Candesartan ³	Synthetische Komplexbildner	Linuron ²	Hexabromcyclododecan (HBCD) ²
Carbamazepin ³	DTPA	MCPA ²	2,4,6-Tribromphenol
Carbamazepinepoxyd	EDTA	MCPB	PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180 ² , 194
Clenbuterol	NTA	Mecoprop (MCP) ²	Tributylphosphat, TBP
Clofibrinsäure	MGDA	Mesotrion	Triethylphosphat, TEP
Desmethyltramadol	Pestizide und ihre Metabolite	Metalaxyl ³	Triphenylphosphat, TPP
Diazepam	2,4,5-T	Metazachlor ^{2,3}	Tripropylphosphat
Diclofenac ³	2,4,5-TP	Metazachlor ESA	Tris(butoxyethyl)phosphat, TBEP
Fenoprofen	2,4-D ²	Methabenzthiazuron ²	Tris(chlorethyl)phosphat, TCEP
Gabapentin ³	2,4-DB	Methiocarb	Tris(chlorisopropyl)phosphat, TCPP ³
Gabapentin-Lactam ³	2,4-DP (Dichlorprop)	Methoxychlor	Tris(dichlorisopropyl)phosphat, TDCP
Gemfibrozil	Acetamidiprid	Methyldephenylchloridazon	Tritolylphosphat
Guanylharstoff ³	Aclonifen ^{1,2}	Metolachlor ^{2,3}	Diethylphthalat
Hydrochlorothiazid	Alachlor ^{1,2}	Metolachlor CGA 37735	Dimethylphthalat
Hydroxydiclofenac	alpha-, beta-Endosulfan	Metolachlor CGA 50267	Butylbenzylphthalat
Hydroxymetoprolol	Atrazin, Simazin ^{1,2}	Metolachlor ESA	Bis(2-ethylhexyl)phthalat ^{1,2}
Ibuprofen ³	Azinphos-methyl-, -ethyl ²	Metoxuron	Di(2-ethylhexyl)adipat
Indoprofen	Azoxystrobin ³	Metribuzin ²	2-Ethylhexyl-4-methoxycinnamat
Irbesartan	Bentazon ²	Mirex	Bisphenol A
Ketoprofen	Bifenox ^{1,2}	Monolinuron ²	Bisphenol F
Lamotrigin ³	Boscalid	Nicosulfuron ²	Tetrabrombisphenol A
Metformin ³	Bromacil ²	Nitenpyram	Alkylphenole, -ethoxylate
Metoprolol	Bromocyclen	Phenmedipham	Nonylphenol ^{1,2}
Nadolol	Bromoxynil ²	Prometryn ²	4-tert-Octylphenol ^{1,2}
Naproxen	Carbendazim ²	Propazin	4-OP-1-EO
N-Desethylwardenafil	Carbetamid	Propiconazol ²	4-NP-1-EO
N-Desmethylsildenafil	Carfentrazon-ethyl	Prosulfocarb	4-OP-2-EO
Oxazepam	Carflutrazon-ethyl	Quinmerac ³	4-NP-2-EO
Oxipurinol ³	Chlorfenvinphos ^{1,2}	Quinoxifen ^{1,2}	Perfluorierte Verbindungen
Paracetamol	Chloridazon ^{2,3}	Sebuthylazin	Perfluorbutansäure (PFBA)
Phenazon ³	Chloroxuron	Sebacotriol ²	Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)
Phenylethylmalonamid	Chlorpropham	Tebuconazol	Perfluordecansäure (g-PFDA) ³
Pregabalin	Chlorpyrifos-Ethyl ^{1,2}	Terbuthylazin ²	Perfluorheptansäure (g-PFHpA) ³
Primidon ³	Chlorthalonil ³	Terbutryn ^{1,2}	Perfluorhexansäure (g-PFHxA)
Propranolol	Chlortoluron ²	Thiacloprid ³	Perfluorhexansulfonsäure (g-PFHxS)
Propyphenazon ³	Clodinafop	Thiamethoxam	Perfluorononansäure (g-PFNA)
Ramipril	Clopyralid	Trifluralin ^{1,2}	Perfluorooctansäure (g-PFOA)
Ritalinsäure	Clothianidin	Leichtfl. org. Stoffe, VOC	Perfluorooctansulfonsäure (g-PFOS) ^{1,2}
Salbutamol	Cyanazin	1,1,1-Trichlorethan	Perfluorpentansäure (PFPeA) ³
Sildenafil	Cybutryn ^{1,2}	Benzol ^{1,2}	1H,1H,2H,2H-PFOS (H4PFOS) ³
Sotalol	Cyclodien Pestizide ²	Chlorbenzol ²	Benzotriazole
Sulfamethoxazol, -Glucuronid	Desethyl-, Desisopropylatrazin	Dichlormethan ^{1,2}	1H-Benzotriazol ³
Sulpirid	Desethylterbuthylazin	ETBE	4-Methyl-1H-Benzotriazol
Tadalafil	Desmedipham	Ethylbenzol	5-Methyl-1H-Benzotriazol
Telmisartan	Desphenylchloridazon	Hexachlorbutadien ^{1,2}	Moschus-Duftstoffe
Temazepam	Diazinon ²	Isopropylbenzol	Galaxolide®
Timolol	Dichlorvos ^{1,2}	o-, m/p-Xylol	Tonalide®
Tolbutamid	Dicofol ²	MTBE	Weitere org. Spurenstoffe
Tolfenaminsäure	Diflufenican ²	Tetrachlorethen ²	Anilin ²
Tramadol	Dimethylsulfamid	Tetrachlormethan ²	Chlornitrobenzole ²
Valsartan ³	Dimoxystrobin ²	Toluol	Nitrobenzol ²
Valsartansäure ³	Dinoterb	Tribrommethan	TMDD
Vardenafil	Diuron ^{1,2}	Trichlorethen ²	TOSU ³
Venlafaxin	Epoxiconazol ²	Trichlormethan (Chloroform) ^{1,2}	Triclosan ²

¹ prioritärer Stoff der EG-WRRL

² Substanz besitzt eine UQN gemäß EG-WRRL und/oder OGWV

³ Substanz besitzt einen GOW

werte (GOW) [7.9]. Im Jahre 2017 erfolgte die Analyse von fast 220 Proben der Ruhr auf insgesamt rund 70 verschiedene Vertreter dieser Substanzgruppen.

Die zu den Diagnostika gehörenden, in radiologischen Praxen und Krankenhäusern verabreichten iodierten **Röntgenkontrastmittel** (RKM) absorbieren bei radiologischen Untersuchungen die eingesetzte Strahlung stärker als normales Weichteilgewebe und helfen so gezielt bestimmte Gewebestrukturen besser sichtbar zu machen. Aufgrund ihrer durchaus beabsichtigten Eigenschaften werden sie kurz nach der Verabreichung unverändert und vollständig über die Nieren ausgeschieden und gelangen über die konventionelle Abwasserbehandlung mit dem gereinigten Abwasser in die Oberflächengewässer.

Unter den sieben untersuchten RKM besaß Iomeprol im Jahr 2017 an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen die höchste mittlere Konzentration von 0,63 µg/l. Dies entspricht einer Fracht von 0,87 t/a. Verglichen mit dem Vorjahr ist somit ein leichter Rückgang zu verzeichnen. Iomeprol war im Längsverlauf der Ruhr ab der Probenahmestelle Kraftwerk Westhofen bei Fluss-km 95,15 in allen dort und weiter flussabwärts entnommenen Proben des Jahres 2017 mit Werten über der Bestimmungsgrenze nachzuweisen. Im weiteren Fließverlauf nahmen die Konzentrationen zu und erreichten in der unteren Ruhr ihr Maximum. Einen ähnlichen Konzentrationsverlauf wiesen auch andere der untersuchten RKM auf. So erreichten Iohexol mit 0,53 µg/l an der Überwachungsstation Essen-Wer-

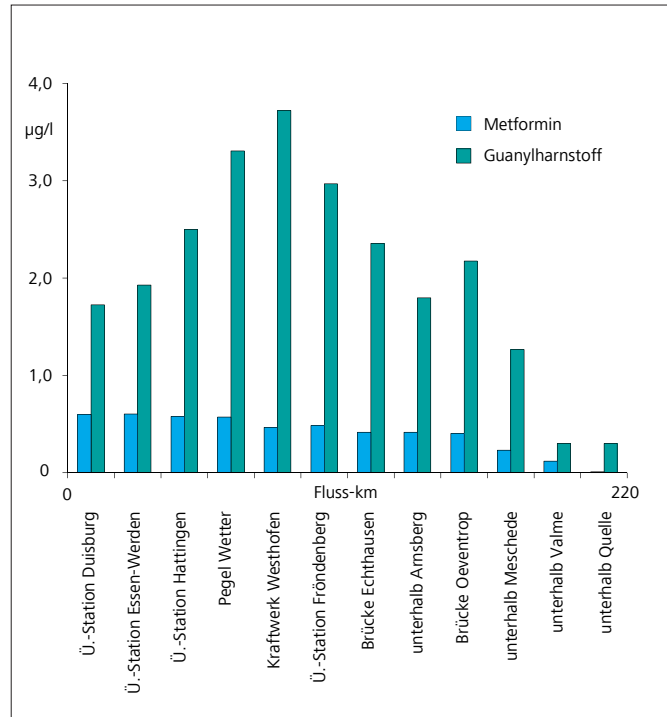


Bild 7.2: Mittlere Konzentrationen von Guanylurea und Metformin im Ruhrlängsverlauf
 Fig. 7.2: Mean concentrations of Guanylurea and Metformin along the river Ruhr

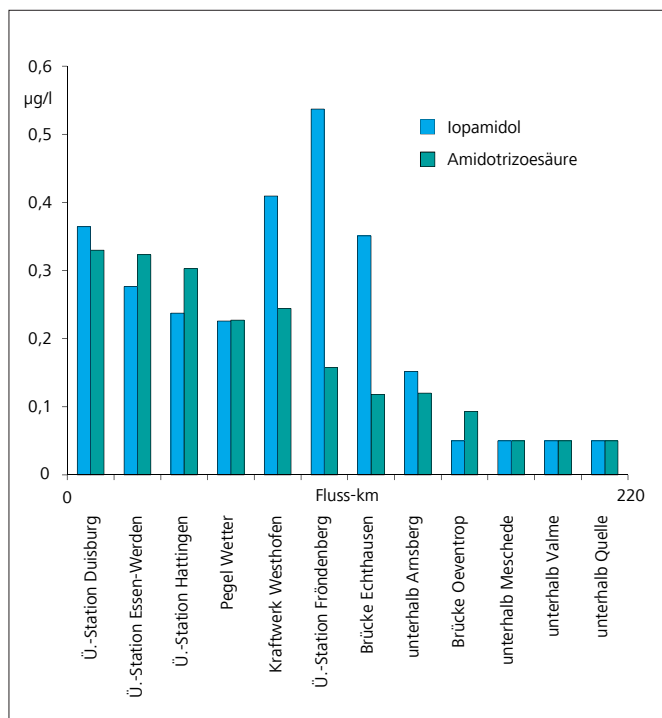


Bild 7.1: Mittlere Konzentrationen von Amidotrizoesäure und Iopamidol im Ruhrlängsverlauf
 Fig. 7.1: Mean concentrations of Amidotrizoate and Iopamidol along the river Ruhr

den, Iopromid mit 0,44 µg/l an der Station Hattingen und Amidotrizoesäure mit 0,33 µg/l in der Ruhr bei Duisburg die jeweils höchste mittlere Konzentration. Eine Ausnahme bildete Iopamidol, für welches im Bereich der mittleren Ruhr an der Überwachungsstation Fröndenberg die mittlere Konzentration mit 0,54 µg/l das Doppelte der an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen betrug (Bild 7.1). Die GOW von je 1 µg/l für Amidotrizoesäure und Iopamidol wurden für die Mittelwerte an allen Probenahmstellen der Ruhr unterschritten [7.9].

Metformin ist ein Medikament zur Behandlung von Diabetes Typ 2 und gehört zu den am häufigsten verschriebenen Wirkstoffen weltweit. In Deutschland werden pro Jahr mehr als 1.000 t verordnet [7.10]. Vom menschlichen Körper wird Metformin vollständig und unverändert ausgeschieden. Eine Bioakkumulation ist nicht zu erwarten. Als relativ kleines und polares Molekül ist es gut wasserlöslich. In Kläranlagen wird Metformin in der Regel zu über 90 % entfernt, wobei die Elimination über den Klärschlamm zu vernachlässigen ist [7.11]. Dennoch fand sich Metformin, auf Grund der hohen Verschreibungsmenge, außer unterhalb der Ruhrquelle, in allen Proben oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l. Die Konzentration nahm im Fließverlauf zu und erreichte an der Überwachungsstation Essen-Werden den höchsten Mittelwert mit 0,61 µg/l (Bild 7.2). An der wöchentlich beprobten Messstelle Essen-Rellinghausen betrug der Jahresmittelwert 0,65 µg/l. Dieser lag damit geringfügig unter dem des Vor-

jahres, gleiches galt für die an dieser Stelle transportierte Fracht von 1,2 t/a. Der GOW für Metformin von 1,0 µg/l wurde im Mittel an allen Probenahmestellen sicher eingehalten.

Deutlich höhere Konzentrationen fanden sich von dem bei der Abwasserbehandlung entstehenden Hauptmetaboliten des Metformins, dem Guanylarnstoff. Nach Erkenntnissen des Umweltbundesamtes (UBA) ist **Guanylarnstoff** von geringer akuter Humantoxizität [7.12]. Während sich für die Messstelle Essen-Rellinghausen ein Mittelwert von 2,9 µg/l ergab, lag die im Längsverlauf höchste mittlere Konzentration, bestimmt an der Probenahmestelle Kraftwerk Westhofen, bei 3,7 µg/l. Im weiteren Fließverlauf verringerten sich die jeweiligen Mittelwerte. An der Mündung der Ruhr betrug die durchschnittliche Jahreskonzentration 1,7 µg/l (Bild 7.2). Unter den regelmäßig bestimmten Spurenstoffen ist Guanylarnstoff mit 5,1 t/a derjenige mit der zweithöchsten Jahresfracht (Bild 7.3). Seit Mess-

beginn im Jahr 2014 ist jedoch von Jahr zu Jahr ein leichter Rückgang zu beobachten.

- [7.9] <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/trinkwasser/trinkwasserqualitaet/toxikologie-des-trinkwassers>, Liste der nach GOW bewerteten Stoffe, Stand Februar 2018, Zugriff 27.03.2018
- [7.10] Mikroschadstoffe in Gewässern, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser, März 2016
- [7.11] Briones, R. M., Sarmah, A. K., Padhye, L. P.: A global perspective on the use, occurrence, fate and effects of anti-diabetic drug metformin in natural and engineered ecosystems. In: Environmental Pollution, 2016, 219, S. 1007-1020
- [7.12] Kümmerer, K., Schuster, A., Längin, A., Happel, O., Thoma, A., Schneider, K., Hassauer, M., Gartiser, S., Hafner, C.: Identifizierung und Bewertung ausgewählter Arzneimittel und ihrer Metaboliten (Ab- und Umbauprodukte) im Wasserkreislauf. In: Texte 46/2011, Umweltbundesamt, Ausgabe August 2011

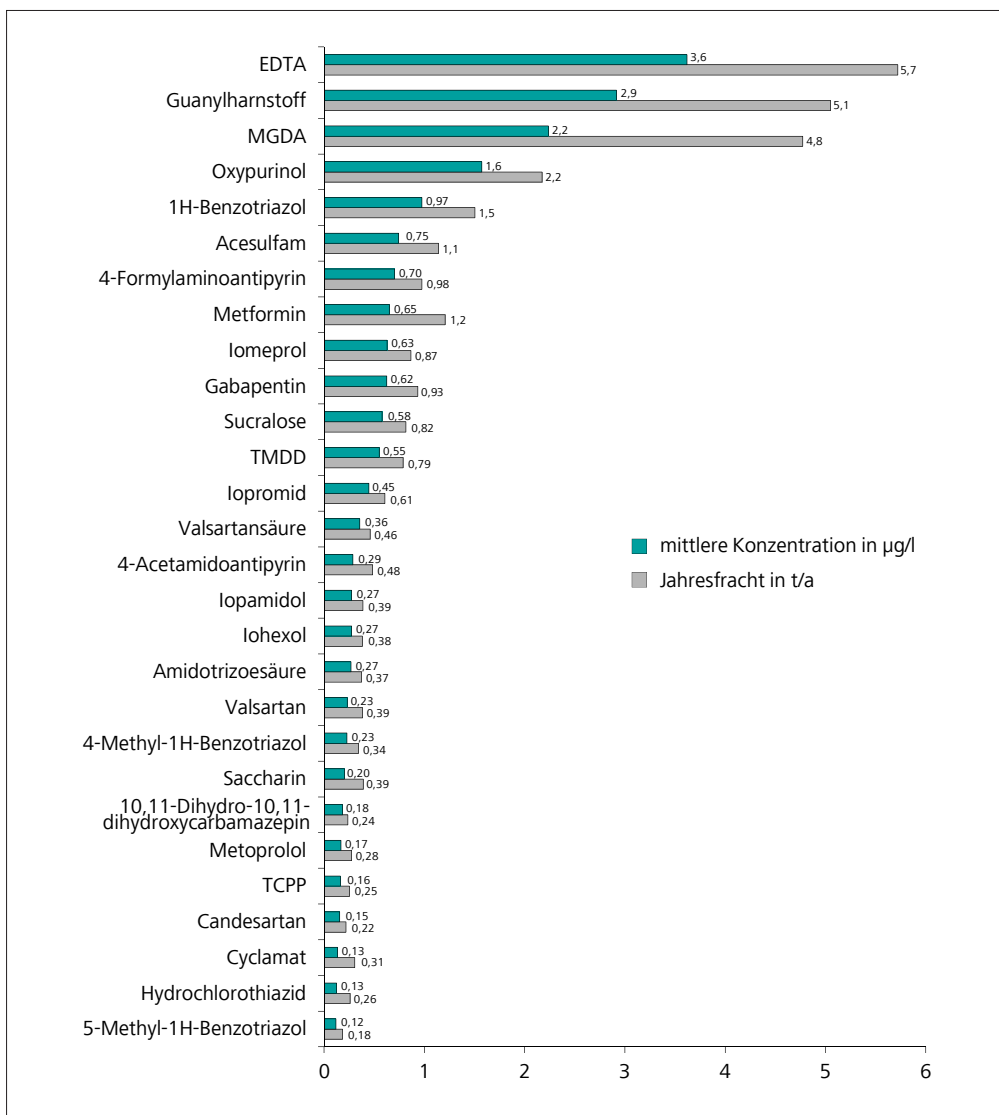


Bild 7.3: Ausgewählte organische Spurenstoffe mit ihren Jahresfrachten und mittleren Konzentrationen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Jahr 2017
 Fig. 7.3: Selected organic trace substances with their annual loads and mean concentrations in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen 2017

Oxipurinol, selbst kein Arzneimittel, ist der sogenannte aktive Metabolit des verbreiteten Gichtmittels Allopurinol. Die Substanz wird nach der Einnahme durch das Enzym Xanthinoxidase gebildet. Oxipurinol hemmt das genannte Enzym und verhindert so die Synthese von Harnsäure [7.13]. In der Ruhr stiegen die mittleren Konzentrationen im Fließverlauf kontinuierlich an und erreichten ihr Maximum bei Duisburg mit einem Jahresmittelwert von 1,6 µg/l (Bild 7.4). Damit ist der GOW von 0,3 µg/l dort und an vielen anderen Probenahmestellen der Ruhr deutlich überschritten. Mit 2,2 t/a zählte Oxipurinol zu den Stoffen, die eine hohe Fracht in der Ruhr aufwiesen (Bild 7.3).

Der Verbrauch an Schmerzmitteln, sogenannten Analgetika, ist in Deutschland in den vergangenen Jahren stetig gewachsen. So nahm allein im Bereich der gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) die verordnete Menge im Zeitraum zwischen 2006 und 2016 um 36 % auf etwa 680 Mio. Tagesdosen (DDD = Defined Daily Dose) zu. Der meist verschriebene Wirkstoff aus dieser Gruppe ist das Metamizol [7.14]. Wird die Anzahl der rezeptierten DDD an Metamizol mit der zugehörigen Masse, laut Weltgesundheitsorganisation (WHO) 3 g, multipliziert ergeben sich rund 630 t aus dem Bereich der GKV in Deutschland für das Jahr 2016 [7.15]. Die Substanz ist ein sogenanntes Prodrug und hydrolysiert im Organismus komplett zum therapeutisch wirksamen 4-Methylaminoantipyrin. Dieser Metabolit wird nachfolgend hauptsächlich zu **4-Formylaminoantipyrin (FAA)** und 4-Aminoantipyrin transformiert, welches teilweise zu **4-Acetaminoantipyrin (AAA)** umgesetzt wird [7.16]. Diese Abbauprodukte konnten im Fließverlauf der

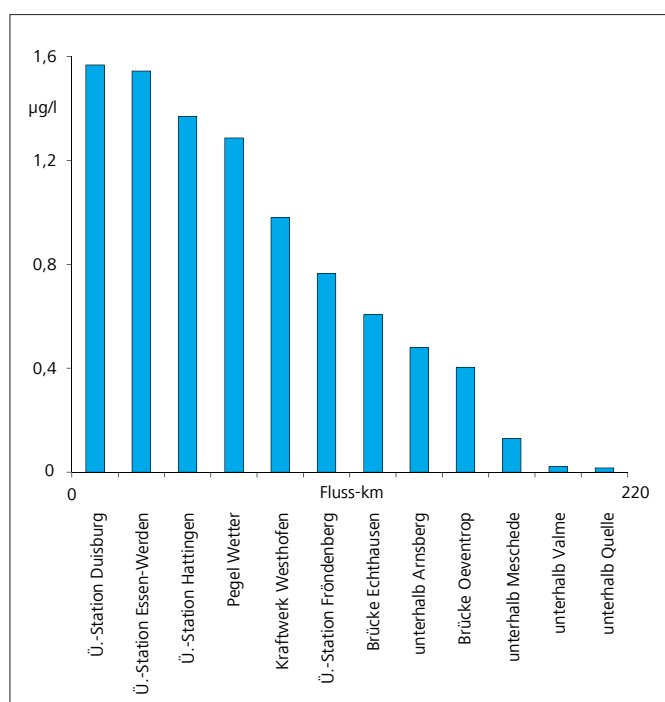


Bild 7.4: Mittlere Konzentrationen von Oxipurinol im Ruhrlängsverlauf
Fig. 7.4: Mean concentrations of Oxipurinol along the river Ruhr

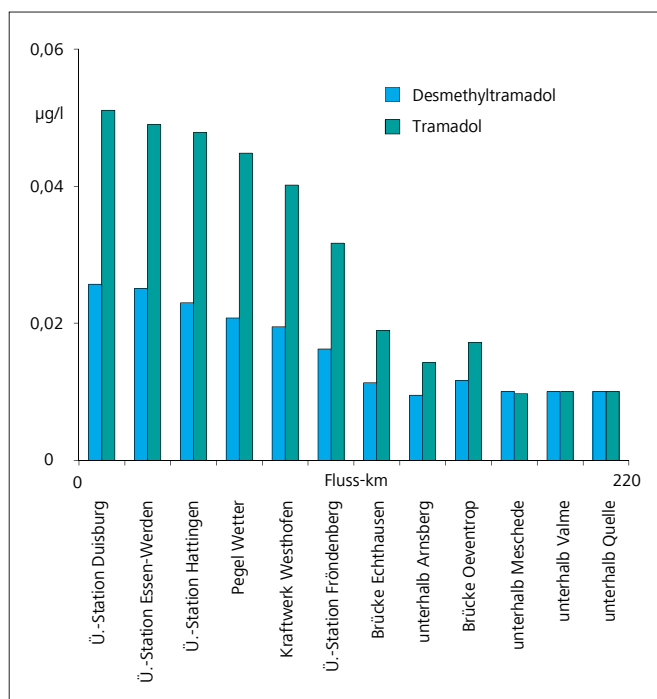


Bild 7.5: Mittlere Konzentrationen von Tramadol und Desmethyltramadol im Ruhrlängsverlauf
Fig. 7.5: Mean concentrations of Tramadol and Desmethyltramadol along the river Ruhr

Ruhr ab der dritten Probenahmestelle in allen Proben oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l nachgewiesen werden. FAA und AAA erreichten nach kontinuierlichem Anwachsen ihre maximalen mittleren Konzentrationen von 0,74 bzw. 0,26 µg/l im Bereich der unteren Ruhr. Die mittleren Jahreskonzentrationen der beiden Metabolite an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen sind vergleichbar mit denen des Vorjahres (Bild 7.3).

Tramadol, strukturell verwandt mit Codein und Morphin, wird ebenso als Analgetikum eingesetzt. Die Verschreibungsmenge im Bereich der GKV für das Jahr 2016 liegt mit etwa 22 t deutlich unter der des Metamizols. Nach Einnahme werden etwa 30 % unverändert, der Rest metabolisiert, über den Urin ausgeschieden [7.17]. Tramadol und eines seiner Abbauprodukte, das Desmethyltramadol, fanden sich in der Ruhr in deutlich geringeren Konzentrationen als die zuvor beschriebenen Metabolite des Metamizols. An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen konnten im Jahr 2017 für Tramadol eine mittlere Konzentration von 0,06 µg/l und für Desmethyltramadol von 0,03 µg/l ermittelt werden. Das Konzentrationsverhältnis des Wirkstoffs zu diesem Metaboliten von 2:1 ließ sich recht gut über einen großen Teil des Fließverlaufs der Ruhr beobachten (Bild 7.5).

Zur Gruppe der Analgetika, welche häufig als Entzündungshemmer auch bei Rheuma verschrieben werden, gehören die Medikamente **Ibuprofen** und **Diclofenac**. Von letztgenann-

tem ist bekannt, dass es in einem Konzentrationsbereich ab 1 µg/l, der in Oberflächengewässern durchaus erreicht und auch übertroffen wird, Nieren und Leber der Regenbogenforelle schädigt [7.18]. Beide Medikamente konnten in der Ruhr im Längsverlauf ab der dritten Probenahmestelle unterhalb Meschede in allen untersuchten Proben oberhalb ihrer jeweiligen Bestimmungsgrenze festgestellt werden. Während Ibuprofen im Jahr 2017 seine höchste mittlere Konzentration mit 0,018 µg/l im Bereich der unteren Ruhr erreichte, war dies für Diclofenac bereits im Bereich der mittleren Ruhr mit 0,14 µg/l an der Überwachungsstation Kraftwerk Westhofen der Fall. Die GOW des UBA von 1,0 µg/l für Ibuprofen und 0,3 µg/l für Diclofenac wurden damit eingehalten. Ebenfalls unterschritten wurde damit die Diclofenac-Konzentration von 1 µg/l, ab welcher die oben beschriebenen negativen Auswirkungen auf Fische beobachtet werden konnten.

Die Anzahl der verschriebenen Tagesdosen an Pharmaka zur Behandlung der Hypertonie hat sich in den letzten 20 Jahren nahezu verdreifacht. Sie betrug im Jahr 2016 über 15 Mrd. DDD. Dabei erfuhren ACE-Hemmer und ATII-Antagonisten gefolgt von Calciumkanalblockern die größten Steigerungsraten [7.19].

Von dem aus der relativ neuen Gruppe der Sartane stammenden Blutdrucksenker **Valsartan**, dessen Vorkommen in der Ruhr seit dem Jahr 2014 vom Kooperationslabor untersucht wird, wurden 2016 im Bereich der GKV rund 57 t verschrieben. Die mittlere Konzentration an der Messstelle Essen-Rellinghausen sank seit 2014 um rund 20 % auf 0,23 µg/l. Die Jahresfracht nahm in ähnlicher Weise auf 0,39 t ab. **Candesartan**, dessen Verschreibungsmenge mit etwa 8 t nur etwa 15 % der des Valsartans betrug, konnte in der Ruhr mit vergleichbaren Konzentrationen bestimmt werden. Die Konzentration der Substanz nahm im Längsverlauf kontinuierlich zu, um an der Mündung in Duisburg einen maximalen Jahresmittelwert von 0,16 µg/l zu erreichen. Der GOW von 0,3 µg/l wurde somit eingehalten. Das Abbauprodukt der genannten Sartane, die **Valsartansäure**, zeigte wie seine Ausgangssubstanzen, ein nahezu kontinuierliches Anwachsen der Konzentrationen mit steigendem Abwasseranteil im Fließverlauf der Ruhr. Im Bereich der unteren Ruhr lagen die Jahresmittelwerte der letzten drei Probenahmestellen oberhalb des GOW von 0,3 µg/l. Die mittlere Konzentration an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen betrug 0,36 µg/l und ist damit vergleichbar mit der des Vorjahres. Die zugehörige Fracht lag bei 0,46 t/a. Damit zählte der Metabolit zu den mengenmäßig relevanten organischen Mikroverunreinigungen in der Ruhr (Bild 7.3).

Der Verbrauchsanstieg der sogenannten Betablocker fiel in den letzten Jahren, verglichen mit anderen Medikamentengruppen mit 10 % im Zeitraum von 2006 bis 2016, eher gering aus [7.19].

Im Bereich der GKV war **Metoprolol** im Jahr 2016 mit rund 130 t mengenmäßig das am meisten eingesetzte Hypertonicum. Wie in den Vorjahren war es schon in der oberen Ruhr

nachweisbar. Es erreichte nach kontinuierlichem Anwachsen der Konzentration im Fließverlauf den maximalen Jahresmittelwert im Bereich der unteren Ruhr. In den wöchentlich untersuchten Proben der Ruhr in Essen-Rellinghausen lag der Durchschnittswert des Jahres 2017 bei 0,17 µg/l und damit auf einem Niveau, das vergleichbar mit den Vorjahren war (Bild 7.3). **Hydroxymetoprolol**, ein Metabolit des Metoprolols, ließ sich in der Ruhr zwar regelmäßig nachweisen, die festgestellten mittleren Konzentrationen lagen allerdings im Bereich der Bestimmungsgrenze des Messverfahrens von 0,01 µg/l.

Der Verbrauch an Medikamenten zur Behandlung von Epilepsie ist in den Jahren 2006 bis 2016 um 70 % im Bereich der GKV angestiegen. Der Wirkstoff mit den meisten Tagesdosen war das **Pregabalin**. Die Substanz konnte im Jahr 2017 im Rahmen der Längsuntersuchungen in allen Proben aus dem mittleren und unteren Bereich der Ruhr mit Werten oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l nachgewiesen werden. Der Jahresmittelwert an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen betrug im Berichtszeitraum 0,06 µg/l und ist somit erneut gegenüber dem Vorjahr leicht gestiegen. Ein ebenfalls gegen Epilepsie eingesetzter Wirkstoff ist **Gabapentin**, das nach der Einnahme nahezu unverändert ausgeschieden wird. Der Abbau in der Umwelt ist gering [7.20], weshalb die Substanz in allen untersuchten Ruhrproben, außer an der ersten Probenahmestelle, oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l nachweisbar war. Der höchste Jahresmittelwert war in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen mit 0,62 µg/l festzustellen. Die mittlere Konzentration der Substanz ist zwar im dritten Jahr in Folge rückläufig, gehört mit 0,93 t/a an dieser Stelle allerdings immer noch zu den Substanzen mit einer hohen Jahresfracht (Bild 7.3). Der GOW von 1,0 µg/l wurde eingehalten.

- [7.13] Rathod, D. M., Patel, K. R., Mistri, H. N., Jangid, A. G., Shrivastav, P. S., Sanyal, M.: Simultaneous analysis of allopurinol and oxypurinol using a validated liquid chromatography–tandem mass spectrometry method in human plasma. In: *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 2017, 7, S. 56-62
- [7.14] <http://www.arzneimittel-atlas.de>, Zugriff 29.03.2018
- [7.15] https://www.whocc.no/atc_ddd_index, Zugriff 29.03.2018
- [7.16] Reinhardt, N., Jantos, R., Sinning, C., Imming, P.: Metamizol – Renaissance eines Analgetikums. In: *Pharmazeutische Zeitung*, 2006, 32
- [7.17] Vazzana, M., Andreani, T., Fanguero, J., Faggio, C., Silva, C., Santini, A., Garcia, M. L., Silva, A. M., Souto, E. B.: Tramadol hydrochloride: Pharmacokinetics, pharmacodynamics, adverse side effects, co-administration of drugs and new drug delivery systems. In: *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 2015, 70, S. 234-238
- [7.18] Schwaiger, J., Mallow, U., Ferling, H.: Ökotoxikologische Auswirkungen von Arzneimitteln Langzeitwirkungen bei Fischen. Endbericht zum Forschungsvorhaben 73e 040100 54/733, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft Abteilung Gewässerökologische Forschung, Juli 2004
- [7.19] <http://www.arzneimittel-atlas.de/arzneimittel/c02c09-mittel-bei-hypertonie/verbrauch/>, Zugriff 28.02.2018
- [7.20] Paz, A., Tadmor, G., Malchi, T., Blotvogel, J., Borch, T., Polubesova, T., Chefetz, B.: Fate of carbamazepine, its metabolites, and lamotrigine in soils irrigated with reclaimed wastewater: Sorption, leaching and plant uptake. In: *Chemosphere*, 2016, 160, S. 22-29

Das Antiepileptikum **Carbamazepin** ist seit vielen Jahren Bestandteil des Untersuchungsumfangs des Kooperationslabors. Die mittlere Konzentration in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen sank wie im Vorjahr und betrug nunmehr 0,07 µg/l. Ebenso verhielt es sich mit den Gehalten seines mengenmäßig bedeutendsten Metaboliten 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin, dessen Konzentration auf 0,18 µg/l zurückging. Der GOW von 0,3 µg/l für den Metaboliten wurde für alle Probenahmestellen eingehalten.

Mit der Entdeckung der **Antibiotika** Anfang des 20. Jahrhunderts verloren viele vorher gefürchtete Krankheiten wie z. B. Lungenentzündung und Sepsis ihre Schrecken, da sie nun relativ einfach behandelt werden konnten. In den darauf folgenden Jahrzehnten wurde eine Vielzahl neuer Antibiotika entdeckt und ihre Anwendung bei Menschen und Tieren nahm stetig zu [7.21]. Auf der einen Seite konnte dadurch die Lebenserwartung der Menschen und der Ertrag in der Tierhaltung gesteigert werden, auf der anderen Seite kam und kommt es durch häufige Fehlindikationen sowie durch vorsorgliche Gabe und falsche Anwendung von Antibiotika in der Human- und Veterinärmedizin vermehrt zu Antibiotikaresistenzen. Bereits bestehende und die Gefahr sich neu bildender Resistenzen führen zu großen nationalen und internationalen Anstrengungen, diese zu bekämpfen und zu verhindern [7.22; 7.23]. Ein wichtiger Baustein in den Programmen ist die Reduzierung des Einsatzes von Antibiotika in der Human- und Veterinärmedizin. Entsprechende Daten des Bundesamts für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) zeigen bereits gewisse Erfolge in der Tiermedizin, wo sich seit dem Jahr 2011 der Einsatz von Antibiotika mehr als halbiert hat [7.6].

Durch das Kooperationslaboratorium werden seit dem Jahr 2015 mittlerweile 23 Antibiotika in den wöchentlichen Stichproben an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen analysiert. In diesem Zeitraum zeigt sich für die Konzentrationen der Antibiotika ein relativ stabiles Bild. Wie auch in den Vorjahren wurde im Jahr 2017 die Hälfte der untersuchten Antibiotika nicht nachgewiesen. Die übrigen elf Antibiotika wurden dagegen in mehr als zehn Proben oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze detektiert. Für diese sind in Bild 7.6 die Minimal-, Maximal- und Durchschnittskonzentrationen dargestellt. Die gefundenen Antibiotikakonzentrationen in der Ruhr lagen in ähnlichen Größenordnungen wie in anderen Flüssen Deutschlands. So wurden z. B. in einer Donau-Untersuchung für Sulfamethoxazol Werte zwischen 0,007 und 0,141 µg/l gefunden [7.24]. Beim Clarithromycin lag der höchste Jahresmittelwert bei dem Monitoring von Oberflächengewässern in Thüringen 2016 bei 0,1 µg/l [7.25]. Für die Gruppe der Antibiotika wurde vom UBA bisher lediglich ein GOW für das Azithromycin erlassen [7.9]. Der Wert von 0,3 µg/l wird sicher eingehalten.

Süßstoffe

Um natürliche Zucker in Lebensmitteln zu substituieren sind künstliche Süßstoffe in zahlreichen Produkten wie Softdrinks und Süßwaren enthalten. Momentan sind in der EU elf künstliche Süßstoffe in Lebensmitteln zugelassen [7.26]. Seit dem Jahr 2012 werden sieben Vertreter dieser Süßstoffe regelmäßig in der Ruhr analysiert. Die im Untersuchungsprogramm enthaltenen Substanzen Aspartam, Neohesperidin und Neotam werden im menschlichen Organismus fast komplett um-

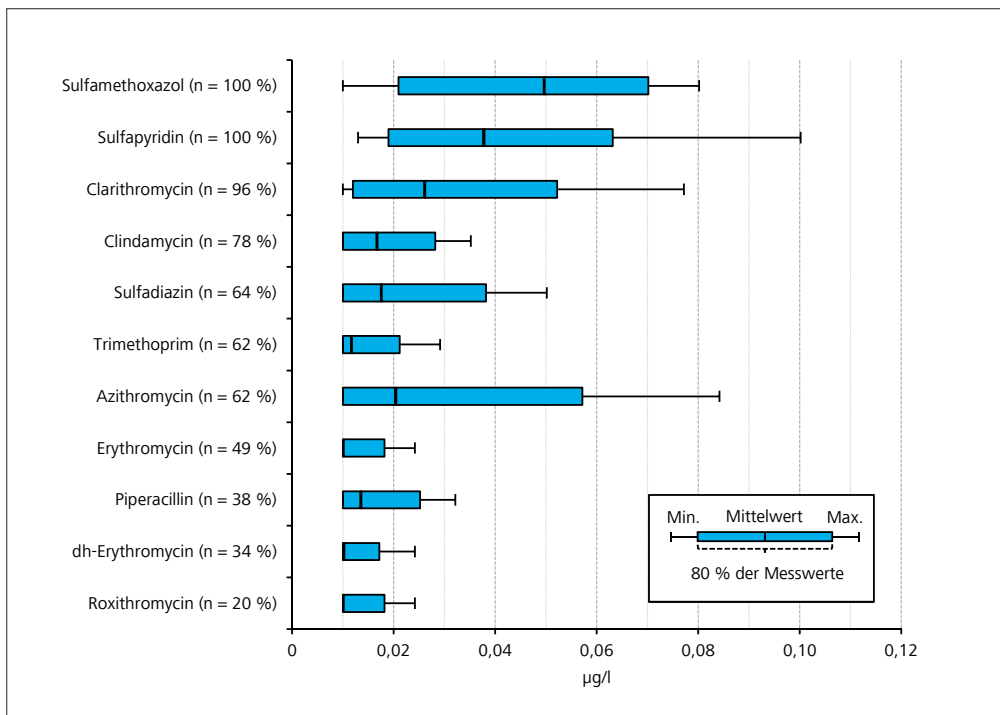


Bild 7.6: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Antibiotika in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde)

Fig. 7.6: Means, minimum and maximum concentrations of selected antibiotics in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings)

gesetzt und sollten daher nicht nachweisbar sein [7.26]. Die Untersuchungsergebnisse aus der Ruhr bestätigen dies. Regelmäßig mit Gehalten oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze detektiert wurden die vier übrigen Süßstoffe Acesulfam, Cyclamat, Saccharin und Sucralose. Die genannten Verbindungen werden im menschlichen Organismus nicht oder nur unwesentlich metabolisiert, während ihre Abbaubarkeit in der Abwasserbehandlung unterschiedlich ist. Acesulfam und Sucralose gelten als persistent, Cyclamat und Saccharin hingegen als gut abbaubar [7.26].

Acesulfam konnte in der Ruhr außer an der Probenahmestelle unterhalb Quelle bei Ruhr-km 217,72 in allen Proben des Jahres 2017 oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l nachgewiesen werden. Die Substanz gelangt ebenso wie die anderen künstlichen Süßstoffe über gereinigtes Abwasser in die Ruhr. Die Konzentrationen nahmen im Fließverlauf mit steigendem Abwasseranteil zunächst auch zu, stagnierten dann allerdings ab dem Pegel Wetter bei einem Wert von fast 0,7 µg/l. Die höchste mittlere Konzentration ließ sich für das Jahr 2017 an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen mit 0,74 µg/l feststellen. Dies entspricht einer Jahresfracht von 1,1 t. Für Acesulfam ist damit im sechsten Jahr in Folge eine Abnahme von Konzentration und Fracht zu verzeichnen. Der Süßstoff **Sucralose** war in der Ruhr in etwas kleineren Mengen als Acesulfam zu finden. Die Konzentration der Substanz nahm im Fließverlauf kontinuierlich zu. Die festgestellte mittlere Konzentration bei Essen-Rellinghausen von 0,58 µg/l war gegenüber der des Jahres 2016 leicht erhöht und setzt damit einen Trend

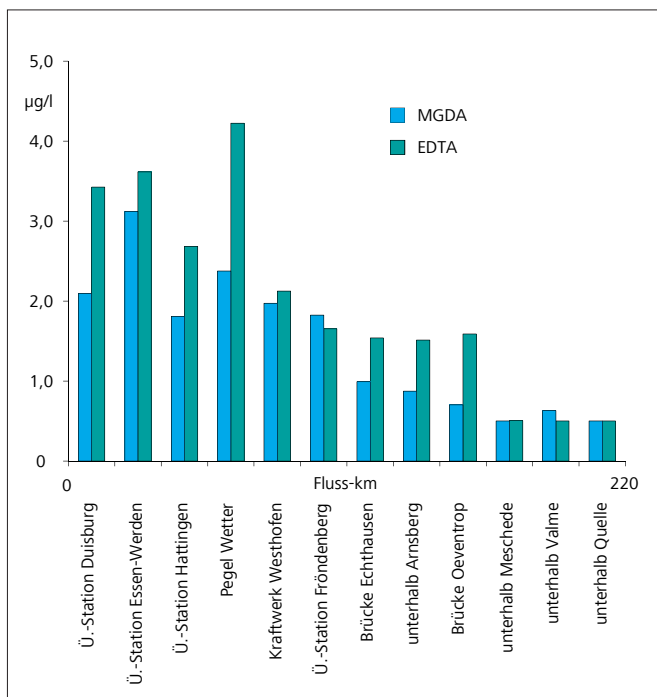


Bild 7.7: Mittlere Konzentrationen von EDTA und MGDA im Ruhrflängsverlauf
Fig. 7.7: Mean concentrations of EDTA and MGDA along the river Ruhr

fort, der seit dem Jahr 2013 besteht. **Saccharin** und **Cyclamat** erreichten ihre jeweiligen Konzentrationsmaxima von 0,20 bzw. 0,14 µg/l im Bereich der unteren Ruhr bei Essen-Werden bzw. Duisburg. Alle vier der näher beschriebenen Süßstoffe weisen eine hohe Fracht in der Ruhr auf (Bild 7.3).

Komplexbildner

Die hier betrachteten synthetischen Komplexbildner sind vom Typ der Aminopolycarbonsäuren. Zu dieser Gruppe gehören u. a. EDTA (Ethyldiamintetraessigsäure) und MGDA (Methylglycindiessigsäure). Sie werden zum Teil in privaten Haushalten in Reinigungs- und Waschmitteln eingesetzt. In der Industrie finden sie Anwendung bei Reinigungs- oder Produktionsprozessen in metallverarbeitenden oder papierproduzierenden Betrieben zur Maskierung unerwünschter und störender Erdalkali-, Metall- und Schwermetall-Kationen. Die Substanzen gelten hinsichtlich ihrer Toxizität als unbedenklich, sind allerdings zum Teil biologisch schwer abbaubar. Mittlerweile ist davon auszugehen, dass EDTA ausschließlich in Gewerbe und Industrie Verwendung findet [7.27]. Signifikante Konzentrationen der oben beschriebenen Komplexbildner waren im Jahre 2017 in der Ruhr lediglich für EDTA, welches seit über 30 Jahren vom Labor des Ruhrverbands untersucht wird, und für MGDA, einem relativ neuen Vertreter dieser Stoffklasse, zu verzeichnen.

EDTA konnte 2017 in allen untersuchten 136 Proben der Ruhr bei Essen-Rellinghausen mit Werten oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,5 µg/l nachgewiesen werden. Die mittlere Jahreskonzentration von 3,6 µg/l und die daraus errechnete Jahresfracht von 5,7 t waren verglichen mit denen der zwei Vorjahre leicht erhöht. Bereits in der oberen Ruhr war EDTA ab der Probenahmestelle Brücke Oeventrop im Jahr 2017 in allen dort entnommenen Proben nachzuweisen. Die mittlere Kon-

- [7.21] <https://www.diepta.de/news/praxis/antibiotika-meilenstein-der-medizingeschichte-536800/>, Zugriff 23.02.2018
- [7.22] Weltgesundheitsorganisation: Strategischer Aktionsplan zur Bekämpfung von Antibiotikaresistenzen, September 2011
- [7.23] Bundeskabinett: DART 2020 – Deutsche Antibiotika-Resistenzstrategie, Mai 2015
- [7.24] Loos, R., Tavazzi, S., Mariani, G., Suurkuuts, G., Paracchini, B., Umlauf, G.: Analysis of emerging organic contaminants in water, fish and suspended particulate matter (SPM) in the Joint Danube Survey using solid-phase extraction followed by UHPLC-MS-MS and GC-MS analysis. In: Science of the Total Environment, 2017, 607-608, S. 1201-1212
- [7.25] Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie: Auswertung Monitoring Ergebnisse Oberflächengewässer 2016
- [7.26] Lange, F. T., Scheurer M., Brauch, H.-J.: Artificial sweeteners – a recently recognized class of emerging environmental contaminants: a review. In: Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2012, 403, S. 2503-2518
- [7.27] Groß, R., Bunke, D., Moch, K., Leisewitz, A.: Untersuchung der Einsatzmengen von schwer abbaubaren organischen Inhaltsstoffen in Wasch- und Reinigungsmitteln im Vergleich zum Einsatz dieser Stoffe in anderen Branchen im Hinblick auf den Nutzen einer Substitution. UBA-FB 3709 65 430, Umweltbundesamt, 2012

zentration betrug dort 1,6 µg/l. Die mittleren Konzentrationen stiegen bis zur Probenahmestelle Kraftwerk Westhofen mit 2,1 µg/l leicht an, um sich dann bei Ruhr-km 80,66 am Pegel Wetter auf 4,2 µg/l zu verdoppeln (Bild 7.7).

Seit 2015 befindet sich **MGDA** im Untersuchungsprogramm, welches u. a. von der BASF unter dem Namen Trilon® M vertrieben wird. Der starke Komplexbildner, der auch als Alternative zu EDTA einsetzbar ist, zeichnet sich gegenüber diesem durch die leichte biologische Abbaubarkeit aus. MGDA, das ein günstiges Toxizitätsprofil aufweist, wird sowohl bei technischen Prozessen als auch in Privathaushalten eingesetzt. So kann es beispielsweise das zum Teil noch in Spülmaschinenreinigern enthaltene Phosphat ersetzen [7.27]. MGDA wurde im Jahr 2017, wie die anderen betrachteten Komplexbildner, in etwa 380 Wasserproben der Ruhr analysiert. Anders als EDTA erreichte MGDA im Fließverlauf erst im Bereich der unteren Ruhr bei Essen-Werden mit 3,1 µg/l die höchste mittlere Konzentration. Vorher nahm diese mit steigendem Abwasseranteil zu (Bild 7.7). An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen konnte mit einem Jahresmittelwert von 2,2 µg/l ein nahezu doppelt so hoher Wert als noch im Vorjahr bestimmt werden (Bild 7.3). Die Steigerung könnte mit der Beschränkung des zulässigen Phosphatgehaltes in Spülmaschinenreinigern auf 0,3 g pro Anwendungsdosis zusammenhängen, die zu Beginn des Jahres 2017 in Kraft getreten ist [7.28].

Pestizide und deren Metabolite

Unter dem Begriff Pestizide werden chemische und biologische Substanzen und Produkte zusammengefasst, die ihren Einsatz in der Bekämpfung von schädlichen Pflanzen, Pilzen und Tieren finden. Der ebenfalls geläufige Begriff Pflanzenschutzmittel (PSM) wird oftmals synonym verwendet. Er beschreibt lediglich eine andere Sichtweise auf den Zweck der verwendeten Verbindungen. Neben der europaweiten Zulassung von PSM wird zusätzlich eine nationale Genehmigung benötigt. Diese wird in Deutschland durch das BVL erteilt. Im Jahr 2017 waren in Deutschland 285 Wirkstoffe in über

1.550 Produkten zugelassen [7.29]. Auch wegen der hohen Anzahl an Verbindungen, die als PSM eingesetzt werden, zählen sie im Kooperationslaboratorium zu einer der Gruppen mit den meisten Untersuchungsparametern. So wurden in der Ruhr im Jahr 2017 knapp 130 Substanzen und Metabolite aus dem Bereich der PSM regelmäßig analysiert. Mehr als zwei Drittel dieser Analyten wurden auch in den wöchentlichen Stichproben an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen untersucht. Für einen großen Teil der dort untersuchten Verbindungen lagen keine Messwerte oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze vor. Nur für 5 % der untersuchten PSM und PSM-Metabolite wurden in mehr als drei Proben Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden. In Bild 7.8 sind diese fünf Verbindungen mit ihren Minimal-, Maximal- und Durchschnittskonzentrationen angegeben.

Die Messergebnisse zeigen, dass es nicht ausreicht, nur nach den eigentlichen Wirkstoffen zu suchen, da diese im Gegensatz zu früher eingesetzten Verbindungen, wie z. B. Endrin und Lindan, einen deutlichen Abbau in der Umwelt aufweisen können. So sind die drei am häufigsten gefundenen Verbindungen, Metolachlor ESA, Metazachlor ESA und Desphenylchloridazon, jeweils Metabolite des S-Metolachlors, des Metazachlors bzw. des Chloridazons. Diese Substanzen werden vor allem zur Unkrautbekämpfung im Mais-, Kohl- und Rübenanbau verwendet. Bei MCPA und MCPP handelt es sich nicht um Metabolite, sondern um die aktiven Wirkstoffe. MCPA wird als Herbizid vor allem im Getreideanbau verwendet. MCPP, auch Mecoprop-P genannt, wurde lange Zeit für ähnliche Zwecke eingesetzt. Allerdings lief im Januar 2017 die EU-Genehmigung für MCPP aus [7.30], weshalb seitdem keine neuen Produkte mit Mecoprop-P mehr zugelassen werden. Bereits auf dem Markt befindliche Produkte sind hiervon aber nicht betroffen, weshalb Mecoprop-P erst im Dezember 2020 mit dem Auslaufen der Zulassung für das letzte Produkt vom Markt verschwinden wird. Für alle in der Ruhr untersuchten Substanzen und Metabolite aus der Gruppe der PSM wurden die jeweils geltenden Grenzwerte sicher unterschritten.

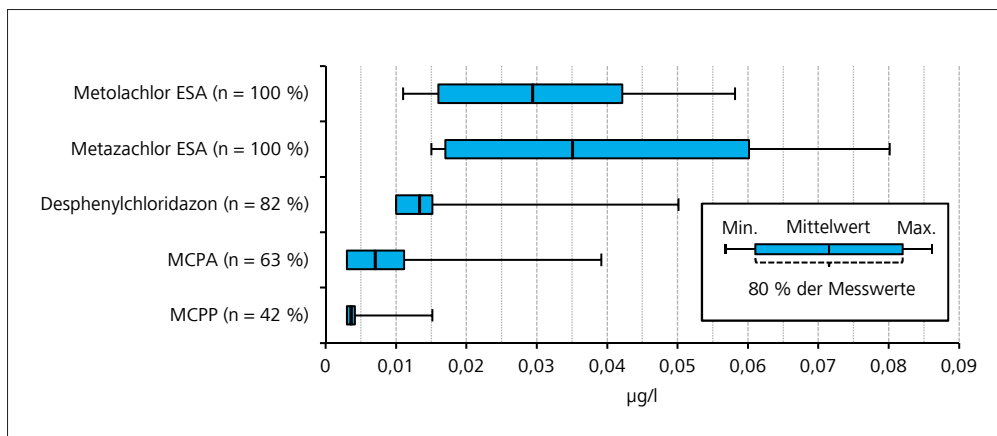


Bild 7.8: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Pestizide und Metabolite in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde)
 Fig 7.8: Means, minimum and maximum concentrations of selected pesticides and metabolites in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings)

Leichtflüchtige organische Verbindungen (VOC)

In der OGewV sind neun VOC (Volatile Organic Compounds) mit Jahresdurchschnitts-Umweltqualitätsnormen (JD-UQN) zwischen 0,4 und 20 µg/l belegt. Bei den in der Ruhr untersuchten Substanzen handelt es sich beispielsweise um Chlorbenzol, Benzol, Dichlormethan und Tetrachlorethen. Diese Vertreter wurden zusammen mit 55 anderen VOC mit einer Bestimmungsgrenze von jeweils 0,1 µg/l analysiert. Ausgewählte Verbindungen der VOC sind in Tabelle 7.1 aufgeführt. Befunde konnten in den untersuchten Proben so gut wie nicht festgestellt werden. Einzige signifikante Ausnahme ist Tetrachlorethen, das an der Probenahmestelle Überwachungsstation Fröndenberg in 12 von 13 untersuchten Proben oberhalb der Bestimmungsgrenze mit einem Mittelwert von 0,12 µg/l nachzuweisen war. Die Substanz wird hauptsächlich zu Reinigungszwecken eingesetzt und lässt sich möglicherweise aufgrund der im Bereich der mittleren Ruhr ansässigen gewerblichen Betriebe finden. Im weiteren Fließverlauf der Ruhr waren lediglich zwei weitere Befunde knapp oberhalb der Bestimmungsgrenze zu verzeichnen. Insgesamt lässt sich feststellen, dass alle UQN sicher eingehalten wurden.

Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Die ubiquitär vorkommende, etwa 10.000 Einzelverbindungen umfassende Gruppe der Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) gelangt heutzutage hauptsächlich aus meist privaten Kleinf Feuerungsanlagen in die Umwelt [7.31]. In Deutschland wurden im Jahr 2015 rund 164 t PAK in die Atmosphäre freigesetzt und damit annähernd so viel wie im Jahr 2000 [7.32]. Der größte Teil der überwiegend partikelgebundenen PAK gelangt über diffuse Quellen in die Oberflächengewässer. Davon sind letztlich über 80 % atmosphärischen Ursprungs. Viele PAK sind persistent und bioakkumulierend, d. h. sie reichern sich in Organismen an. Europaweit sind acht PAK mit zum Teil toxischem und krebserregendem Potenzial als prioritär gefährliche Stoffe eingestuft, sieben davon sind mit einer UQN versehen [7.31]. Zusätzlich gilt in Deutschland für Phenanthren eine UQN. Der Ruhrverband untersucht die Stoffgruppe der PAK anhand von 16 Einzelsubstanzen.

PAK sind in der gesamten Ruhr nachweisbar. Mit zunehmendem Anteil an gereinigtem Abwasser im Fließverlauf stiegen die Konzentrationen der PAK nur leicht an, was ihren überwiegend diffusen Eintrag belegt. Zu den PAK mit den höchsten Konzentrationen im Ruhrwasser gehörten Pyren, Phenanthren und Fluoranthren. Letztgenannte Substanz erreichte mit 0,005 µg/l an der Überwachungsstation Hattingen den höchsten Jahresmittelwert in der Ruhr. Die JD-UQN von Fluoranthren von 0,0063 µg/l wurde für den Berichtszeitraum damit an allen 13 Probenahmestellen eingehalten. Gleiches gilt für die zulässige Höchstkonzentration-UQN (ZHK-UQN) von 0,12 µg/l. Die Einhaltung der sehr niedrigen JD-UQN in Höhe von 0,00017 µg/l für Benzo[a]pyren kann aufgrund der

Bestimmungsgrenze von 0,001 µg/l an keiner der Probenahmestellen nachgewiesen werden. Wie in den Vorjahren wurden die JD-UQN und ZHK-UQN der anderen PAK sicher eingehalten.

Bisphenol A

Bisphenol A (BPA), von dem jährlich weltweit 3,8 Mio. Tonnen produziert werden, wird nahezu ausschließlich zur Herstellung von Kunststoffen, wie Polycarbonaten und Epoxidharzen, verwendet [7.33]. Aus diesen Polymeren kann BPA unter bestimmten Umständen freigesetzt werden und so in die Umwelt gelangen. Eine weitere Eintragsquelle resultiert aus der Verwendung von Produkten, in denen BPA enthalten aber chemisch nicht gebunden ist, wie z. B. Thermopapieren [7.34]. Der Haupteintrag in Oberflächengewässer erfolgt durch Kläranlagen, obwohl es in diesen zwischen 60 bis 100 % zurückgehalten werden kann [7.35]. Bisphenol A gehört zu den endokrin wirksamen Substanzen, d. h. es kann den Hormonhaushalt von Lebewesen beeinflussen. Aus diesem Grund trat im Jahre 2011 ein EU-weites Verbot der Substanz in Babyflaschen in Kraft. Im Januar 2018 wurde BPA wegen seiner schädlichen Wirkung auf Mensch und Umwelt in die REACH-Kandidatenliste aufgenommen. Seine Verwendung kann damit restriktiver geregelt werden. Die Verwendung in Thermopapier ist beispielsweise ab dem Jahr 2020 verboten. Verbunden mit der Aufnahme der Substanz in die REACH-Liste ist ein weitreichendes Auskunftsrecht für Verbraucher. Dieser Umstand könnte über einen erhöhten Druck der Wirtschaft zu einem Verzicht auf BPA bewegen und damit zur Verringerung des Eintrags in die Umwelt führen [7.33].

In der Ruhr wird Bisphenol A regelmäßig untersucht. Ab der Probenahmestelle Brücke Echthausen bei Fluss-km 131,80 war in allen Proben ein Befund oberhalb der Bestimmungsgrenze

[7.28] Verordnung (EU) Nr. 259/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. März 2012 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 648/2004 in Bezug auf die Verwendung von Phosphaten und anderen Phosphorverbindungen in für den Verbraucher bestimmten Waschmitteln und Maschinengeschirrspülmitteln

[7.29] Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittel: Liste der zugelassenen Pflanzenschutzmittel in Deutschland mit Informationen über beendete Zulassungen, Januar 2018

[7.30] <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance.detail&language=DE&selectedID=1538>, Zugriff 22.02.2018

[7.31] Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe. Hintergrundpapier, Umweltbundesamt, Januar 2016

[7.32] Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen (Persistente Organische Schadstoffe, engl.: POPs) 1990-2014, Umweltbundesamt, Januar 2017

[7.33] www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/dokumente/pm-2018-02_bpa.pdf, Zugriff 13.02.2018

[7.34] Fischer, B., Milunov, M., Floredo, Y., Hofbauer, P., Joas, A.: Identification of relevant emission pathways to the environment and quantification of environmental exposure for Bisphenol A. In: Texte 41/2014, Umweltbundesamt, Ausgabe Juni 2014

[7.35] Bisphenol A-Massenchemikalie mit unerwünschten Nebenwirkungen. Hintergrundpapier, Umweltbundesamt, Juli 2010

von 0,003 µg/l festzustellen. Am Pegel Wetter bei Fluss-km 80,66 wurde der höchste Jahresmittelwert mit 0,024 µg/l erreicht. Er ist damit identisch mit dem maximalen Jahresmittelwert des Vorjahres, der ebenfalls im Bereich der unteren Ruhr allerdings erst bei Fluss-km 31,18 festgestellt werden konnte. Der zu beobachtende Anstieg der Konzentration am Pegel Wetter ist zumindest zum Teil auf den Einfluss der Lenne zurückzuführen, die oberhalb in die Ruhr mündet.

Benzotriazole

Die wichtigsten Vertreter dieser Stoffgruppe sind 1H-Benzotriazol und die beiden Tolytriazole 4-Methyl- und 5-Methyl-1H-Benzotriazol. Die Substanzen dienen hauptsächlich als Korrosionsschutzmittel für Metalle in Haushalt und Industrie. Enthalten sind die gut wasserlöslichen und schwer abbaubaren Verbindungen z. B. in Farben und Lacken, Frostschutz- und Kühlschmierflüssigkeiten sowie Spülmaschinenreinigern [7.36].

Insgesamt wurden im Jahr 2017 über 200 Proben der Ruhr auf die drei Benzotriazole untersucht, die zu den Substanzen mit hohen Frachten in der Ruhr gehören (Bild 7.3). Nur die Messergebnisse an der Probenahmestelle unterhalb der Quelle waren kleiner als die Bestimmungsgrenze von jeweils 0,01 µg/l. Die höchsten Jahresmittelwerte der insgesamt 13 untersuchten Probenahmestellen konnten 2017 für die wöchentlich untersuchte Stelle der Ruhr bei Essen-Rellinghausen festgestellt werden. Für 1H-Benzotriazol waren dort 0,97 µg/l zu verzeichnen. Der GOW-Wert von 3,0 µg/l wurde somit für die Ruhr sicher eingehalten. Die Jahresmittelwerte für 4-Methyl- bzw. 5-Methyl-1H-Benzotriazol betragen 0,23 bzw. 0,12 µg/l (Bild 7.3). Im Vergleich zum Vorjahr stiegen die Frachten der drei Benzotriazole, ermittelt für die Ruhr bei Essen-Rellinghausen, leicht an. Im Jahr 2017 wurden dort rund 1,5 t 1H-Benzotriazol transportiert, der höchste berechnete Wert seit Untersuchungsbeginn im Kooperationslabor 2010. Etwa ein Drittel dieser Fracht stammt aus der Lenne, die bei Hagen in die Ruhr fließt.

TMDD

Die sehr gut wasserlösliche Substanz 2,4,7,9-Tetramethyl-5-decin-4,7-diol, kurz TMDD, wird auf Grund ihrer Fähigkeit, die Oberflächenspannung von wässrigen Lösungen und Dispersionen zu senken, in verschiedenen Produkten als Substitut für organische Lösungsmittel eingesetzt. Unter anderem findet das nicht ionische Tensid in Druckertinten, Farben, Klebstoffen und Zementadditiven Anwendung. Hohe Konzentrationen an TMDD werden häufig in den Abwässern der Papierrecycling- sowie der Lack- und Druckfarbenindustrie nachgewiesen. Die Substanz ist erst in höheren mg/l-Konzentrationen schädlich für im Wasser lebende Tiere, wie Studien u. a. mit Daphnien und Fischen belegen [7.37].

TMDD wird seit 10 Jahren regelmäßig in der Ruhr bestimmt. Dort ist die Substanz ab der Probenahmestelle unterhalb Meschede bei Fluss-km 175,32 in allen untersuchten Proben oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l nachweisbar. Die maximale mittlere Konzentration im Längsverlauf der Ruhr wurde im Jahre 2017 mit 0,79 µg/l an der Überwachungsstation Fröndenberg im Bereich der mittleren Ruhr erreicht. In den Vorjahren befand sich dieses Maximum im Bereich der oberen Ruhr an der Probenahmestelle Brücke Oeventrop. Die Untersuchungen an der Stelle Essen-Rellinghausen ergaben mit 0,55 µg/l einen ähnlichen Jahresmittelwert wie in den Jahren zuvor. Eine Besonderheit im Ruhrlängsverlauf ist, dass die Konzentration an TMDD in der Ruhr durch den Zusammenfluss mit der Lenne deutlich erhöht wird. Der Beitrag der Lenne zur Fracht in der Ruhr ist verglichen mit anderen in diesem Kapitel behandelten Spurenstoffen hoch.

Flammschutzmittel und Weichmacher

Flammschutzmittel und Weichmacher werden bereits seit Jahrzehnten in Industrie und Technik eingesetzt. Neben den positiven Eigenschaften zeigten sich bei diesen Substanzen bald viele negative Auswirkungen auf die Umwelt. Aus diesem

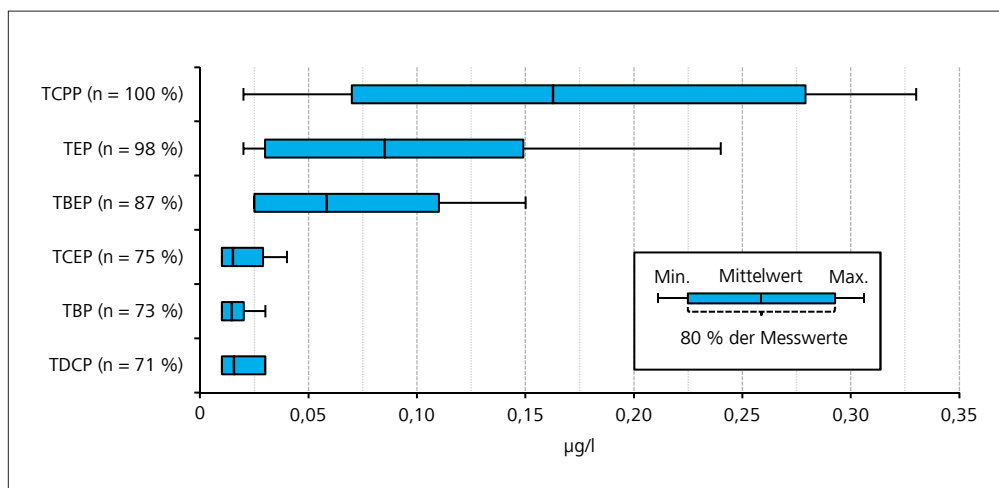


Bild 7.9: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Phosphororganischer Flammschutzmittel in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde)
 Fig 7.9: Means, minimum and maximum concentrations of selected organic phosphorus trace substances in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings)

Grund finden heute nur noch wenige Vertreter aus den Anfangszeiten dieser Substanzklasse Verwendung. Stattdessen wurden mit der Zeit neue Verbindungen entwickelt, welche in nahezu allen Bereichen des Lebens eingesetzt werden. Sie sind u. a. in Polstermöbeln und elektronischen Geräten, wie Fernsehern und Smartphones, enthalten.

Die Gruppe der **PCB** (Polychlorierte Biphenyle) gehört zur ersten Generation der Flammschutzmittel. Im Kooperationslaboratorium werden die sechs Indikator-PCB, PCB 28, 52, 101, 138, 153 und 180, analysiert. Für diese gilt durch die OGEV eine JD-UQN von 0,0005 µg/l je Einzelsubstanz. Die Verwendung der insgesamt aus 209 Einzelsubstanzen bestehenden Gruppe der PCB wurde zwar bereits 1989 untersagt, wegen Übergangsfristen sowie durch ihr Vorkommen in alten Produkten befindet sich heutzutage immer noch eine gewisse Menge an PCB im Warenkreislauf. Wie auch bereits in den Vorjahren wurden im Jahr 2017 allerdings keine Befunde oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,001 µg/l detektiert.

Eine weitere Generation von Flammschutzmitteln und Weichmachern sind die **Organophosphate**. Doch auch aus dieser neueren Gruppe ist das Tris(2-chlorethyl)-phosphat (TCEP) aufgrund von toxikologischen Bedenken als besonders besorgniserregender Stoff in der REACH-Verordnung aufgeführt [7.38]. Über andere verwendete Verbindungen wie Tris(2-chlorisopropyl)phosphat (TCPP), Tributylphosphat (TBP), Triethylphosphat (TEP) und Tris(2-butoxyethyl)phosphat (TBEP) sind nur wenige Informationen zu ihren toxikologischen Wirkungen auf Mensch und Umwelt bekannt. Hinweise auf ein gewisses Gefährdungspotenzial bestehen aber auch hier [7.39].

In der Ruhr werden insgesamt neun Verbindungen aus der Gruppe der Organophosphate analysiert. Die sechs Verbindungen, die regelmäßig oberhalb ihrer jeweiligen Bestimmungsgrenze detektiert wurden, sind in Bild 7.9 dargestellt. TCPP wurde bei einer Untersuchung der Raum- und der Umgebungsluft im Rhein-Main-Gebiet jeweils als dominierende Verbindung beschrieben [7.40]. Diese Untersuchung zeigt, dass in zurzeit im Umlauf befindlichen Produkten TCPP in hohem Maße eingesetzt wird und es u. a. durch Ausgasung einen diffusen Eintrag in die Umwelt erfährt. Aus diesem Grund ist es auch nicht verwunderlich, dass TCPP das Organophosphat mit der höchsten Konzentration in der Ruhr war und zu den Stoffen mit großer Fracht zählte (Bild 7.3). Der GOW von 1,0 µg/l wurde allerdings selbst von der Maximalkonzentration sicher unterschritten.

Aus der Gruppe der **Phthalate**, die hauptsächlich als Weichmacher in Kunststoffen Verwendung finden, werden in der Ruhr regelmäßig acht Verbindungen überwacht. Für Bis(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP) wurden im Jahr 2017 an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen Werte, die meist unter der Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/l lagen, ermittelt. Die bestehende JD-UQN von 1,3 µg/l wurde, wie auch in den Vorjahren, sehr sicher eingehalten.

Perfluorierte Tenside (PFT)

Anwendung finden die Substanzen aus der Gruppe der Perfluorierten Tenside (PFT) vor allem in der Galvanikindustrie und im Bereich von Oberflächenbeschichtungen. Neben vielen positiven Eigenschaften besitzen diese Substanzen auch ein großes Gefahrenpotenzial für die Umwelt, weshalb ihr Einsatz heute in weiten Bereichen nicht mehr zulässig ist. Da aber bei zahlreichen Anwendungen nicht auf die positiven Eigenschaften der PFT verzichtet werden kann, wird vermehrt auf Ersatzstoffe aus der Gruppe der Polyfluorierten Tenside zurückgegriffen. Bei diesen Verbindungen handelt es sich ebenfalls um Alkylcarbon- bzw. Alkylsulfonsäuren mit einer Kettenlänge von vier bis zwölf Kohlenstoffatomen. Im Gegensatz zu den Perfluorierten Tensiden sind bei den Polyfluorierten Tensiden nicht alle Wasserstoffatome an der Kohlenstoffkette durch Fluoratome substituiert. So sind beim 1H,1H,2H,2H-Perfluor-octansulfonsäure (H4PFOS) vier Positionen an der Kohlenstoffkette mit Wasserstoffatomen besetzt [7.41].

In der Ruhr werden routinemäßig zwölf Substanzen aus den Gruppen der per- und polyfluorierten Tenside überwacht. Wie bereits in den beiden Vorjahren konnten die untersuchten Verbindungen auch 2017 grob in zwei Kategorien eingeteilt werden. Fünf Verbindungen wurden nur selten detektiert, sieben Verbindungen regelmäßig. Die Vertreter aus der zweiten Kategorie sind mit ihren Minimal-, Maximal- und Durchschnittskonzentrationen in Bild 7.10 dargestellt. Der für H4PFOS geltende GOW von 0,1 µg/l wurde sicher unterschritten. Auch für die anderen Substanzen wurden bis auf die Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) die bestehenden Trinkwasserleitwerte und GOW sicher eingehalten. Für PFOS wurde zwar die ZHK-UQN von 36 µg/l erfüllt, allerdings wurde die sehr niedrige JD-UQN von 0,00065 µg/l überschritten. Hier ist auch auf längere Sicht nicht mit einer signifikanten Änderung zu rechnen.

- [7.36] Will, J., Högel, C., Klopp, R.: Vorkommen und Herkunft der Industriechemikalien Benzotriazole und TMDD im Oberflächenwasser und kommunalen Abwasser – Beispiel Ruhr. In: KA Korrespondenz Abwasser, Abfall, 2013, 60 (8), S. 684-690
- [7.37] Guedez, A. A., Püttmann, W.: Printing ink and paper recycling sources of TMDD in wastewater and rivers. In: Science of the total Environment, 2014, 468-469, S. 671-676
- [7.38] Quednow, K., Püttmann, W.: Temporal concentration changes of DEET, TCEP, terbutryn, and nonylphenols in freshwater streams of Hesse, Germany: possible influence of mandatory regulations and voluntary environmental agreements. In: Environmental Science and Pollution Research, 2009, 16, S. 630-640
- [7.39] Va der Veen, I., de Boer, J.: Phosphorus flame retardants: properties, production, environmental occurrence, toxicity and analysis. In: Chemosphere, 2012, 88, S. 1119-1153
- [7.40] Zhou, L., Hiltcher, M., Gruber, D., Püttmann, W.: Organophosphate flame retardants (OPFRs) in indoor and outdoor air in the Rhine/Main area, Germany: comparison of concentrations and distribution profiles in different microenvironments. In: Environmental Science and Pollution Research, 2017, 24, S. 10992-11005
- [7.41] Schuhen, K., Rudloff, M., Hiller, C., Duchscherer, M.: Per- und polyfluorierte Chemikalien. In: gwf – Wasser|Abwasser, 2017, 158, S. 55-67

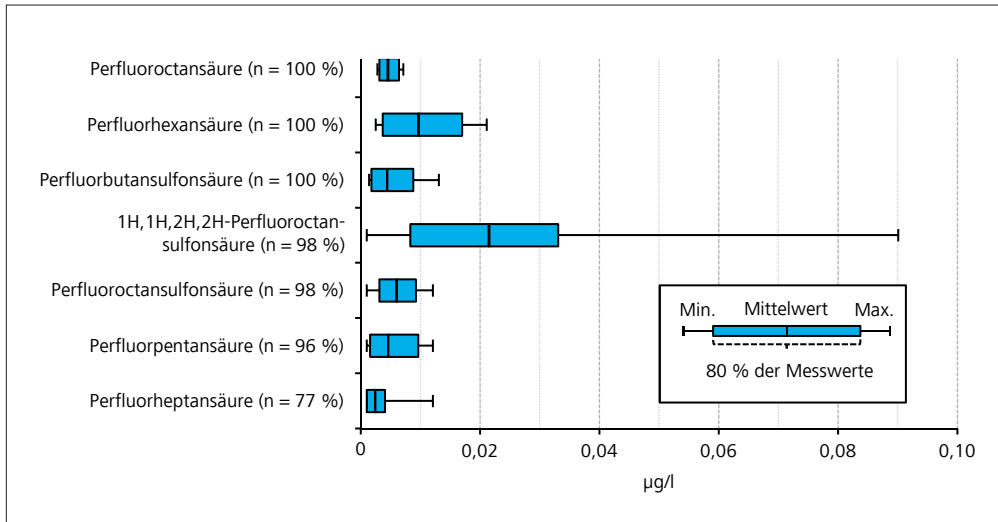


Bild 7.10: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter per- und polyfluorierter Tenside in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde)

Fig. 7.10: Means, minimum and maximum concentrations of per- and polyfluorinated compounds in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings)




Zusammenfassung

Im Jahr 2017 wurde die Ruhr regelmäßig im Rahmen der 13 mal pro Jahr durchgeführten Ruhrlängsuntersuchungen mit zwölf Probenahmestellen im Fließverlauf sowie an der wöchentlich untersuchten Probe der Entnahmestelle in Essen-Rellinghausen auf mehr als 400 organische Spurenstoffe (Tabelle 7.1) untersucht. Dabei orientierte sich die Substanzauswahl u. a. an gesetzlichen Regelungen wie der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) und der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL). Von den rund 70 untersuchten Arzneimitteln, Diagnostika und ihren Metaboliten wiesen an der Messstelle Essen-Rellinghausen das Antidiabetikum Metformin sowie dessen Hauptmetabolit Guanylarnstoff und Oxipurinol, ein Metabolit des Gichtmittels Allopurinol, die höchsten Konzentrationen auf. Sofern für die im Bild 7.3 genannten Substanzen ein gesundheitlicher Orientierungswert (GOW) vorliegt, wird dieser in der Regel eingehalten (Tabelle 7.2). Die Süßstoffe Acesulfam, Cyclamat, Saccharin und Sucralose, welche über das gereinigte Abwasser in die Ruhr gelangen, wurden ebenfalls regelmäßig nachgewiesen. Von den synthetischen Komplexbildnern konnten lediglich EDTA und MGDA in signifikanten Mengen in den 380 untersuchten Proben detektiert werden. Die Pflanzenschutzmittel gehören mit 130 Einzelverbindungen zu einer der größten und am intensivsten untersuchten Substanzgruppen. Allerdings konnten nur fünf Verbindungen regelmäßig nach-

gewiesen werden. Einzelne Befunde konnten für das als Reinigungsmittel verwendete Tetrachlorethen ermittelt werden, welches eines von 60 untersuchten VOC ist. Dessen UQN wurde genauso wie die für die PAK, mit Ausnahme von Benzo[a]pyren, sicher eingehalten. Regelmäßig nachgewiesen wurden das endokrin wirksame und als Polymerausgangsstoff verwendete Bisphenol A sowie die hauptsächlich als Korrosionsschutzmittel verwendeten Benzotriazole und das als Tensid eingesetzte TMDD. Alle Befunde der untersuchten Flammschutzmittel und Weichmacher, welche den Stoffgruppen der PCB, der Organophosphate und Phthalate angehören, lagen sicher unterhalb der zugehörigen UQN und GOW. Diese und weitere Substanzen wurden in Bezug auf die Einhaltung der JD-UQN, ZHK-UQN und GOW an der Messstelle Essen-Rellinghausen in Tabelle 7.2 zusammenfassend bewertet.

Tabelle 7.2: Ausgewählte Substanzen und deren Einhaltung der UQN und des GOW in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen
 Table 7.2: Selected substances and compliance with EQS and HOW in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen

Stoffname	JD - UQN µg/l	JD - Ruhr µg/l	ZHK - UQN µg/l	HK - Ruhr µg/l	GOW µg/l	JD - Ruhr µg/l
1,2-Dichlorethan	10	< 0,1				
10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin					0,3	0,18
1-Chlor-2-nitrobenzol	10	< 0,02				
1-Chlor-4-nitrobenzol	30	< 0,02				
1H-Benzotriazol					3	0,97
2,4-D	0,2	< 0,003	1	< 0,003		
Aclonifen	0,12	< 0,05	0,12	< 0,05		
Alachlor	0,3	< 0,001	0,7	< 0,001		
Amidotrizoesäure					1	0,27
Anilin	0,8	< 0,01				
Anthracen	0,1	< 0,001	0,1	< 0,001		
Azithromycin					0,3	0,02
Benzo[a]pyren	0,00017	< 0,001	0,27	0,002		
Benzo[b]fluoranthen			0,017	0,003		
Benzo[g,h,i]perylen			0,0082	0,002		
Benzo[k]fluoranthen			0,017	0,001		
Benzol	10	< 0,1	50	< 0,1		
Bifenox	0,012	< 0,01	0,04	< 0,01		
Bromacil	0,6	< 0,01				
Bromierte Diphenylether			0,14	< 0,0014		
Bromoxynil	0,5	< 0,01				
Candesartan					0,3	0,15
Carbamazepin					0,3	0,07
Carbendazim	0,2	< 0,01				
Chlorbenzol	1	< 0,1				
Chlorfenvinphos	0,1	< 0,01	0,3	< 0,01		
Chloridazon	0,1	< 0,01			3	< 0,01
Chlorpyrifos-Ethyl	0,03	< 0,01	0,1	< 0,01		
Chlortoluron	0,4	< 0,01				
DEHP	1,3	< 0,1				
Dichlormethan	20	< 0,1				
Diclofenac					0,3	0,1
Diuron	0,2	< 0,03	1,8	< 0,03		
Flufenacet	0,04	< 0,025	0,2	< 0,025	1	< 0,025
Fluoranthen	0,0063	0,0046	0,12	0,007		
Gabapentin					1	0,62
g-PFOS	0,00065	0,006	36	0,09		
H4PFOS					0,1	0,021
HCH (α-,β-,δ-,ε-, und γ-)	0,02	< 0,005	0,04	< 0,005		
Heptachlor und -epoxid	0,0000002	< 0,002	0,0003	< 0,002		
Hexachlorbenzol			0,05	< 0,001		
Hexachlorbutadien			0,6	< 0,1		
Ibuprofen					1	0,017
Iopamidol					1	0,27
Isoproturon	0,3	< 0,01	1	0,018		
MCPA	2	< 0,01				
Mecoprop	0,1	< 0,01				
Metazachlor	0,4	< 0,01				
Metformin					1	0,65
Metolachlor	0,2	< 0,01				
Naphthalin	2	0,0044	130	0,009		
Nitrobenzol	0,1	< 0,01				
Oxipurinol					0,3	1,6
Pentachlorphenol	0,4	< 0,1	1	< 0,1		
Phenanthren	0,5	0,0039				
Propiconazol	1	< 0,01				
TCPP					1	0,16
Terbutylazin	0,5	< 0,01				
Terbutryn	0,065	< 0,01	0,34	< 0,01		
Tetrachlorethen	10	< 0,1				
Tetrachlorkohlenstoff	12	< 0,1				
Trichlorbenzole	0,4	< 0,3				
Trichlorethylen	10	< 0,1				
Trichlormethan	2,5	< 0,1				
Triclosan	0,02	0,006	0,2	0,025		
Valsartansäure					0,3	0,36

 = UQN eingehalten
 = Einhaltung UQN bzw. GOW nicht sicher
 = UQN bzw. GOW nicht eingehalten

8 Untersuchungen von Mikrohabitaten und deren Bedeutung für das Makrozoobenthos in renaturierten Gewässerabschnitten von Sorpe und Röhre

Einführung

Auf Grundlage der Bewertungen gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRRL) weisen die aquatischen Organismen (insbesondere das Makrozoobenthos) selbst einige Jahre nach Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen häufig nicht die erwartete Verbesserung der ökologischen Zustandsklasse auf [8.1]. Als Gründe werden in der Fachliteratur unter anderem Stressoren im Einzugsgebiet des Gewässers (z. B. Landnutzung) und ein fehlendes Wiederbesiedlungspotential aufgeführt [8.2; 8.3; 8.4]. Eine weitere aktuell diskutierte Ursache ist, dass Maßnahmen zur naturnahen Gewässerentwicklung zwar geeignete Meso- und Makrohabitate (z. B. Furte/Kolken, Änderung der Laufform) ausbilden, aber nicht zwangsläufig zu den erwarteten Mikrohabitaten für eine typspezifische Biozönose führen [8.5].

Als vergleichende Fallstudie wurden hydromorphologische und biozönotische Untersuchungen in den renaturierten Mittelbergsgewässern Sorpe und Röhre (Sauerland) durchgeführt. Ein besonderer Fokus galt der Betrachtung von Mikrohabitaten in renaturierten und ausgebauten Abschnitten. Außerdem wurden die Bedeutung von Mikrohabitaten für das Makrozoobenthos und mögliche Einflussfaktoren auf diese im Projektgebiet analysiert. Die resultierenden Ergebnisse ermöglichen eine Einschätzung des Erfolgs der Renaturierungsmaßnahme und können als Basis zur Ableitung von Empfehlungen für zukünftige Maßnahmen zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern herangezogen werden.

- [8.1] Haase, P. und A. Sundermann: Evaluation von Fließgewässer-Revitalisierungsprojekten als Modell für ein bundesweites Verfahren zur Umsetzung effizienten Fließgewässerschutzes. In: Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung 2009, Gelnhausen.
- [8.2] Leps, M., J. D. Tonken, V. Dahm, P. Haase & A. Sundermann: Disentangling environmental drivers of benthic invertebrate assemblages: The role of spatial scale and riverscape heterogeneity in a multiple stressor environment. In: Science of the Total Environment 2015, 536: 546–556.
- [8.3] Miller, S. W., P. Budy & J.C. Schmidt: Quantifying Macroinvertebrate Responses to In-Stream Habitat Restoration. In: Applications of Meta-Analysis to River Restoration. In: Restoration Ecology 2010, 18 (1): 8–19.
- [8.4] Hering, D., S. Jähnig & M. Sommerhäuser: Fließgewässer-Renaturierung morgen: Zusammenfassende Bewertung und Handlungsempfehlungen. In: Jähnig, S., D. Hering & M. Sommerhäuser (Hrsg.): Fließgewässer-Renaturierung heute und morgen: EG- Wasserrahmenrichtlinie, Maßnahmen und Effizienzkontrolle, Limnologie aktuell 2011, Band 13. Stuttgart: Schweizerbart: 273–279.
- [8.5] Verdonschot, R. C. M., J. Kail, B. G. Mckie und P. F. M. Verdonschot The role of benthic microhabitats in determining the effects of hydromorphological river restoration on macroinvertebrates. In: Hydrobiologia 2016, 769 (1): 55–66.



Bild 8.1: Untersuchungsgebiet
 Fig. 8.1: Investigation area

Beschreibung des Untersuchungsraums im Mündungsbereich von Sorpe und Röh

Die beiden untersuchten Gewässerabschnitte der Sorpe und Röh befinden sich etwa 10 km südwestlich von Arnshagen in unmittelbarer Nähe zur Ortschaft Hachen (Sundern). Bei den Gewässern handelt es sich um grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgs-gewässer (LAWA Fließgewässertypen 5 (Sorpe) und 9 (Röh) [8.6]). Der untersuchte Abschnitt der Sorpe befindet sich einige hundert Meter unterhalb der Sorpetalsperre und steht damit im Einfluss des Talsperrenbetriebs (u. a. Abfluss, Geschiebe, Wassertemperatur).

Vor dem Jahr 2014 (Ist-Zustand) waren beide Gewässer gradlinig ausgebaut (Bild. 8.1, orange gestrichelte Linien). Sohle und Ufer waren mit Steinsatz und Steinschüttung gesichert, und mehrere Querbaubauwerke verhinderten die ökologische Durchgängigkeit in beiden Gewässern. Im Herbst 2014 wurden die Gewässerläufe im Rahmen eines Gemeinschaftsprojekts

der Stadt Sundern mit dem Ruhrverband renaturiert. Es wurden typische Furt-/Kolk-Sequenzen profiliert, Laufaufweitungen und -verengungen angelegt und Hochflutrinnen gestaltet (Bild 8.1, blaue Linien). Auf diese Weise hat sich beispielsweise die Fließstrecke der Sorpe von 660 m auf 1.400 m verlängert.

Umfang der durchgeführten Untersuchungen

Kartierung von Mikrohabitaten

Für die Kartierung auf Mikrohabitatebene wurde das TRISHA-Verfahren (Typology of Riverbed-Structures and HABitats)

[8.6] Pottgiesser, T. & M. Sommerhäuser: Beschreibung und Bewertung der deutschen Fließgewässertypen - Steckbriefe und Anhang. Internet-Zugriff : 29.03.2017 http://www.wasserblick.net/servlet/is/18727/00_Begleittext_Steckbriefe_Anhang_April2008.pdf?command=downloadContent&filename=00_Begleittext_Steckbriefe_Anhang_April2008.pdf

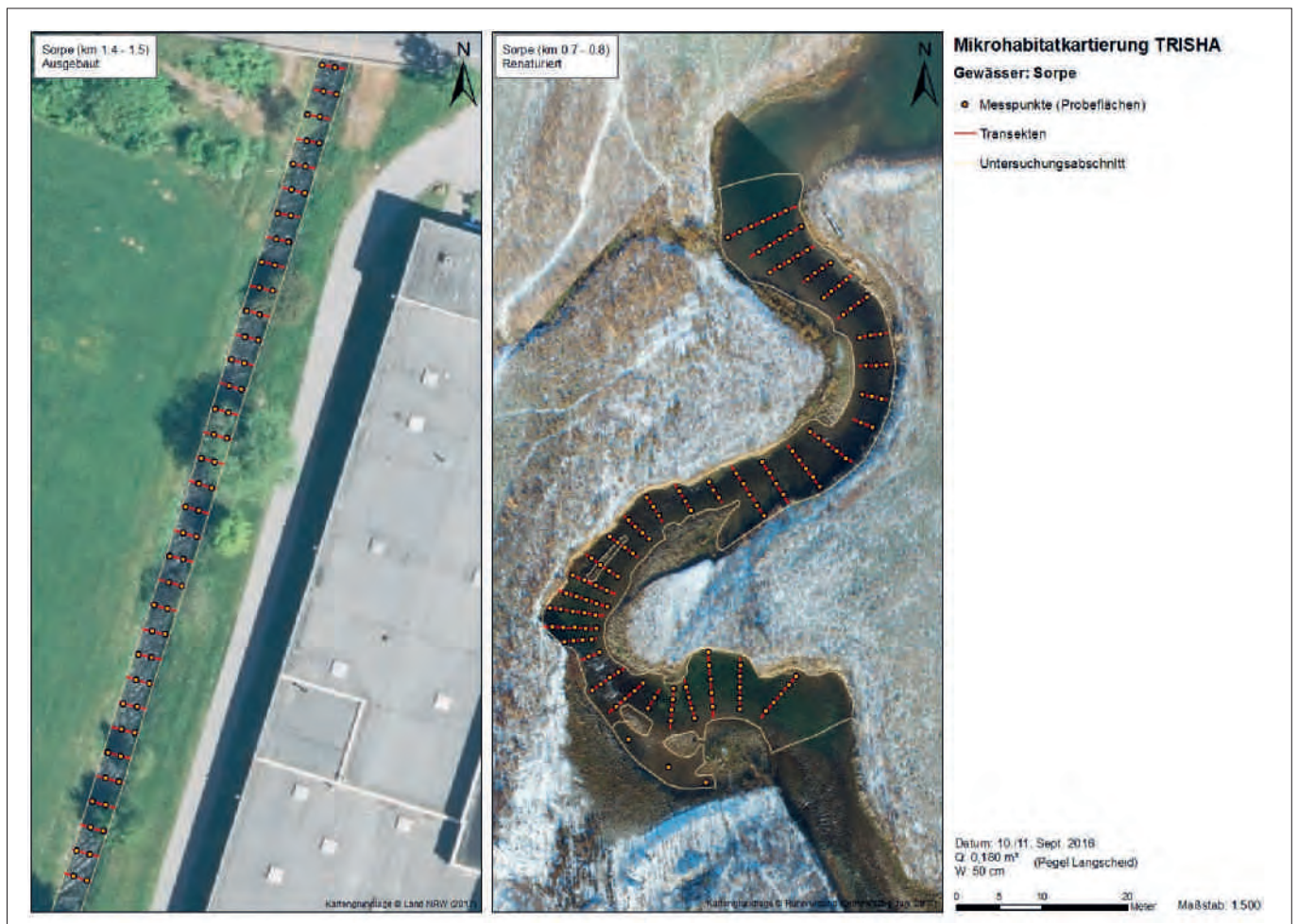


Bild 8.2: Lage der Transekte der Mikrohabitatkartierung TRISHA in der Sorpe.
 Fig. 8.2: Location of transects of the microhabitat mapping TRISHA in the Sorpe river.

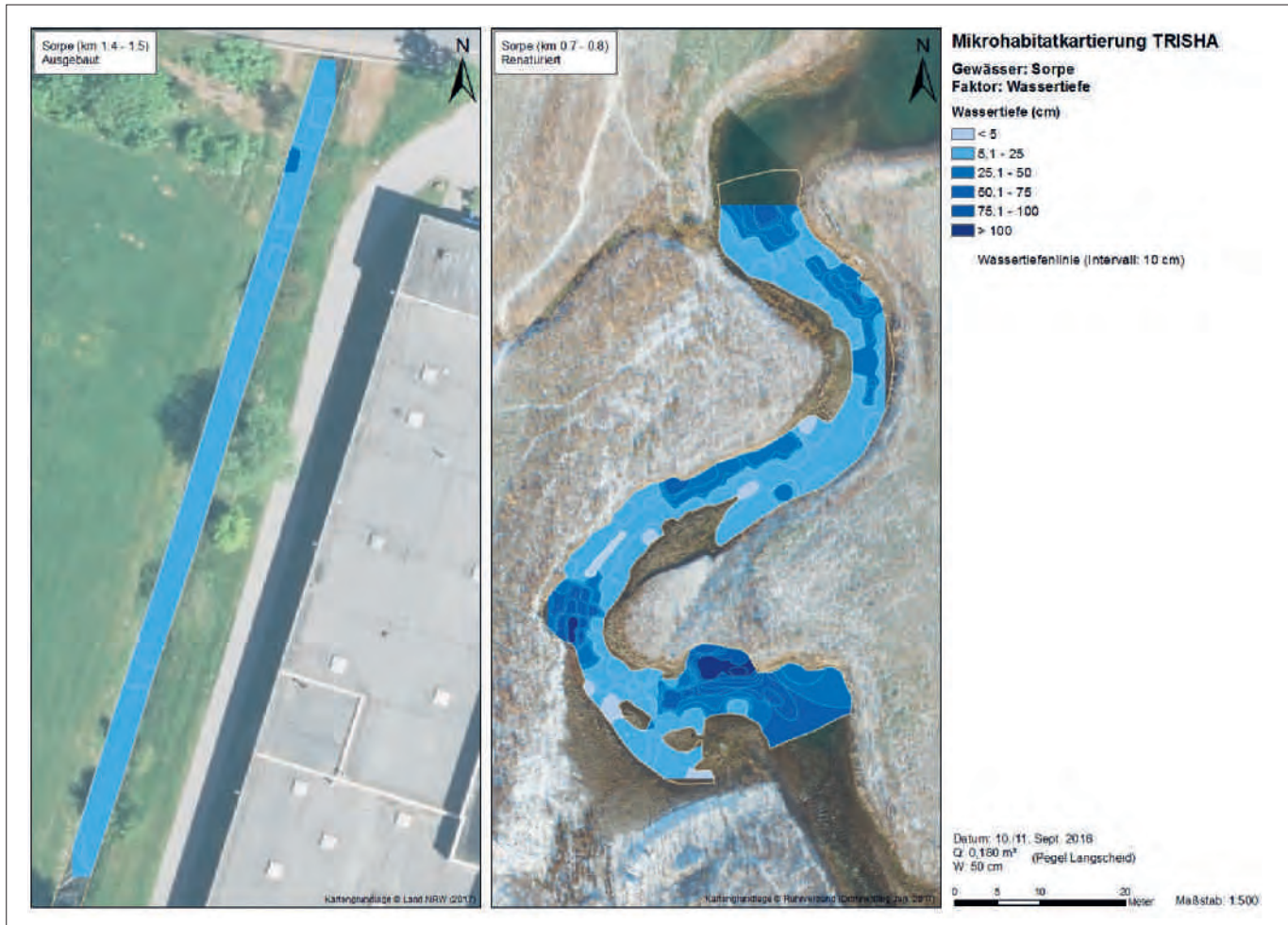


Bild 8.3: Wassertiefen in den Transekten der Mikrohabitatkartierung TRISHA in der Sorpe.
 Fig. 8.3: Water depths in the transects of the microhabitat mapping TRISHA in the Sorpe river.

[8.7; 8.8] angewandt. Neben der Betrachtung von hydromorphologischen Verhältnissen in ausgewählten Fließgewässerabschnitten können mit diesem Verfahren definierte Habitat-typen abgeleitet werden. Im Untersuchungsgebiet fanden die Kartierungen Mitte September 2016 an insgesamt sechs Abschnitten statt. Grundsätzlich befindet sich in den untersuchten Gewässern je ein Abschnitt im renaturierten und im ausgebauten Zustand (Vergleichsabschnitt) mit einer Länge von jeweils 100 m. In den ausgewählten Abschnitten wurden alle drei Meter Transektaufnahmen über die Gewässerbreite durchgeführt (Bild 8.2), an denen sich je nach Gewässerbreite zwei bis zehn Probestellen mit einer Kantenlänge von 0,7 m (0,5 m²) befinden. So ergeben sich beispielsweise für den renaturierten Abschnitt der Sorpe 140 Probestellen (Bild 8.2). Auf diese Weise konnten im Mittel etwa 10 % der Gewässer-sohle eines Abschnitts erfasst werden.

Für jede Probestelle wurden folgende Parameter erhoben und in einem Feldprotokoll vermerkt:

- Verteilung organischer und anorganischer Sohlsubstrate (Kies, Sand, Schlamm, etc.) in Deckungsklassen (%)

- Verteilung zusätzlicher Strukturen (CPOM (coarse particulate organic matter), FPOM (fine particulate organic matter), Makrophyten, Totholz, etc.) in Deckungsklassen (%)
- Mittlere Wassertiefe (cm)
- Mittlere Strömungsgeschwindigkeit (m/s), 10 cm unterhalb der Wasseroberfläche

Für die Auswertung wurden mittels ArcGIS die Ergebnisse der Messungen zur Wasserführung (Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit) und der Habitattypologie interpoliert (Tool: IDW) und die ausgebauten den renaturierten Zuständen gegenübergestellt.

Erfassung des Makrozoobenthos

Für die Untersuchung des Makrozoobenthos wurden Ende August 2016 vier Proben nach dem methodischen Handbuch zur Fließgewässerbewertung [8.9] genommen. Die zwei Proben je Gewässer beinhalteten jeweils 20 Teilproben proportional zum Substrat (Multi-Habitat-Sampling). Anschließend wurden die vorgefundenen Taxa mindestens auf dem Niveau der Operationellen Taxaliste [8.10] bestimmt. Taxalisten und Bewertungs-

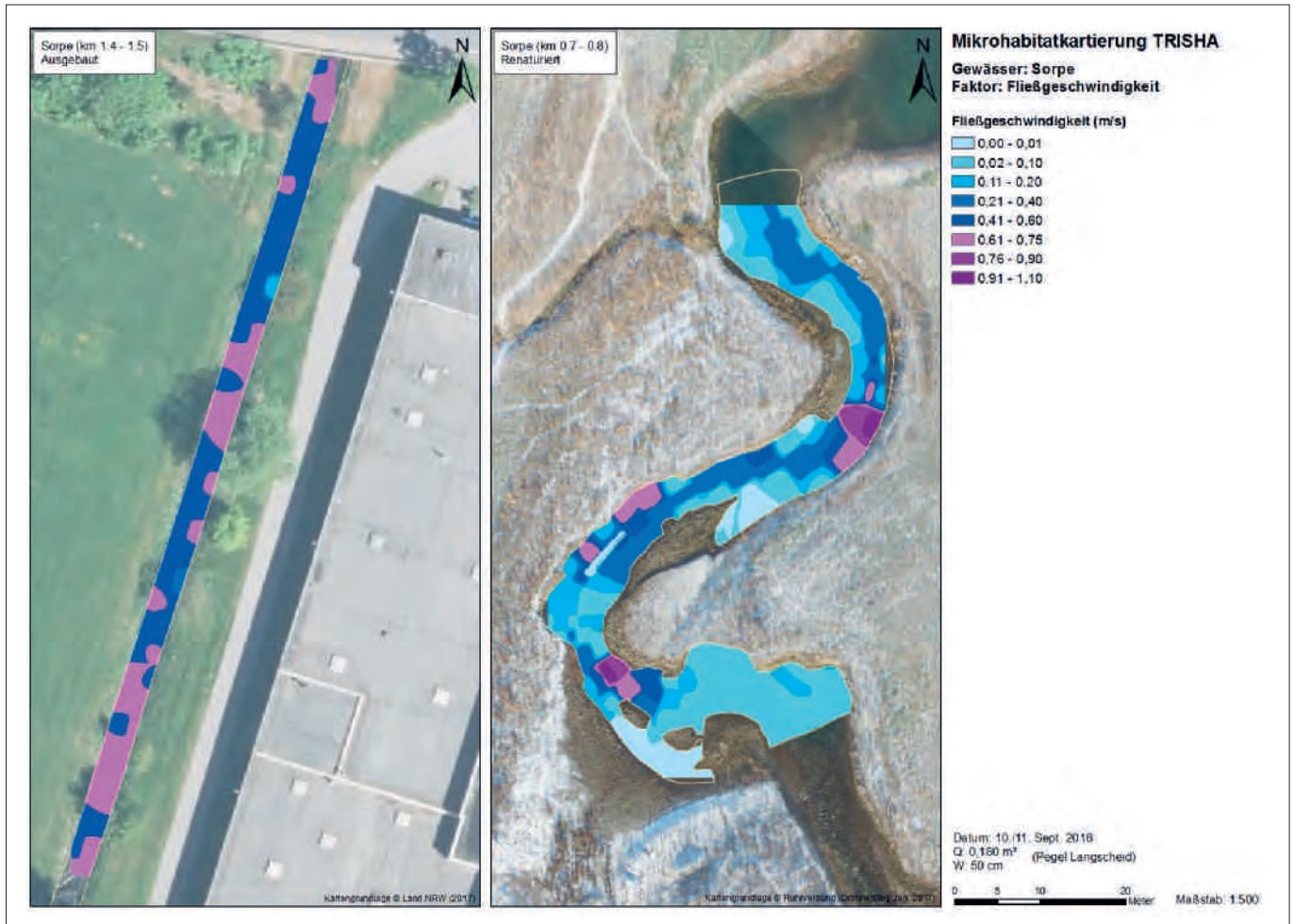


Bild 8.4: Fließgeschwindigkeiten in den Transekten der Mikrohabitatkartierung TRISHA in der Sorpe.
 Fig. 8.4: Flow speed in the transects of the microhabitat mapping TRISHA in the Sorpe river

ergebnisse wurden untereinander und mit früheren Probenahmen des EG-WRRM Monitorings des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV NRW) im ausgebauten Zustand verglichen.

Ergebnisse der Untersuchungen

Mikrohabitatkartierung

Auf Ebene der Mikrohabitate (Substrat, Wasserführung, Habitattypen) konnte in der Röhre und der Sorpe ein deutlicher Unterschied zwischen den renaturierten und den ausgebauten Abschnitten festgestellt werden. Die Auswertungen der Messergebnisse zu Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen sind beispielhaft für die Sorpe in Bild 8.3 und Bild 8.4 dargestellt. Hier wird ersichtlich, dass die Verteilung der Fließgeschwindigkeiten im ausgebauten Abschnitt weitgehend gleichförmig ist. Die Wassertiefen sind einheitlich und die Strömung verläuft meist linear in der Gewässermitte. Im renaturierten Zustand sind hinsichtlich der Fließgeschwindigkeit sowohl langsam fließende (0,01 bis 0,10 m/s) als auch schnell flie-

- [8.7] Groll, M., A. K. Thomas, L. Jungermann und K. Schäfer: Typology of Riverbed Structures and Habitats (TRISHa) – A new method for a high resolution characterization of the spatial distribution and temporal dynamic of riverbed substrates and microhabitats. 2016, 61 (2): 219–233.
- [8.8] Groll, M.: Beziehungen zwischen der Gewässermorphologie und dem Makrozoobenthos an renaturierten Abschnitten der Lahn. Dissertation 2011 an der Philipps-Universität Marburg. Marburg/Lahn. Internet-Zugriff 24.03.2017: <http://archiv.ub.uni-marburg.de/diss/z2011/0473/pdf/dmg.pdf>.
- [8.9] Meier, C., P. Haase, P. Rolaußs, K. Schindehütte, F. Schöll, A. Sundermann & D. Hering: - Handbuch zur Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern auf der Basis des Makrozoobenthos vor dem Hintergrund der EG-Wasserrahmenrichtlinie. In: 2006, Methodisches Handbuch Fließgewässerbewertung. Internet-Zugriff 01.04.2017: www.fliessgewaesserbewertung.de.
- [8.10] Haase, P., A. Sundermann & K. Schindehütte: Informationstext zur Operationellen Taxaliste als Mindestanforderung an die Bestimmung von Makrozoobenthosproben aus Fließgewässern zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland. In: Forschungsinstitut Senckenberg, Abteilung Limnologie und Naturschutzforschung, 2006, Gelnhausen.

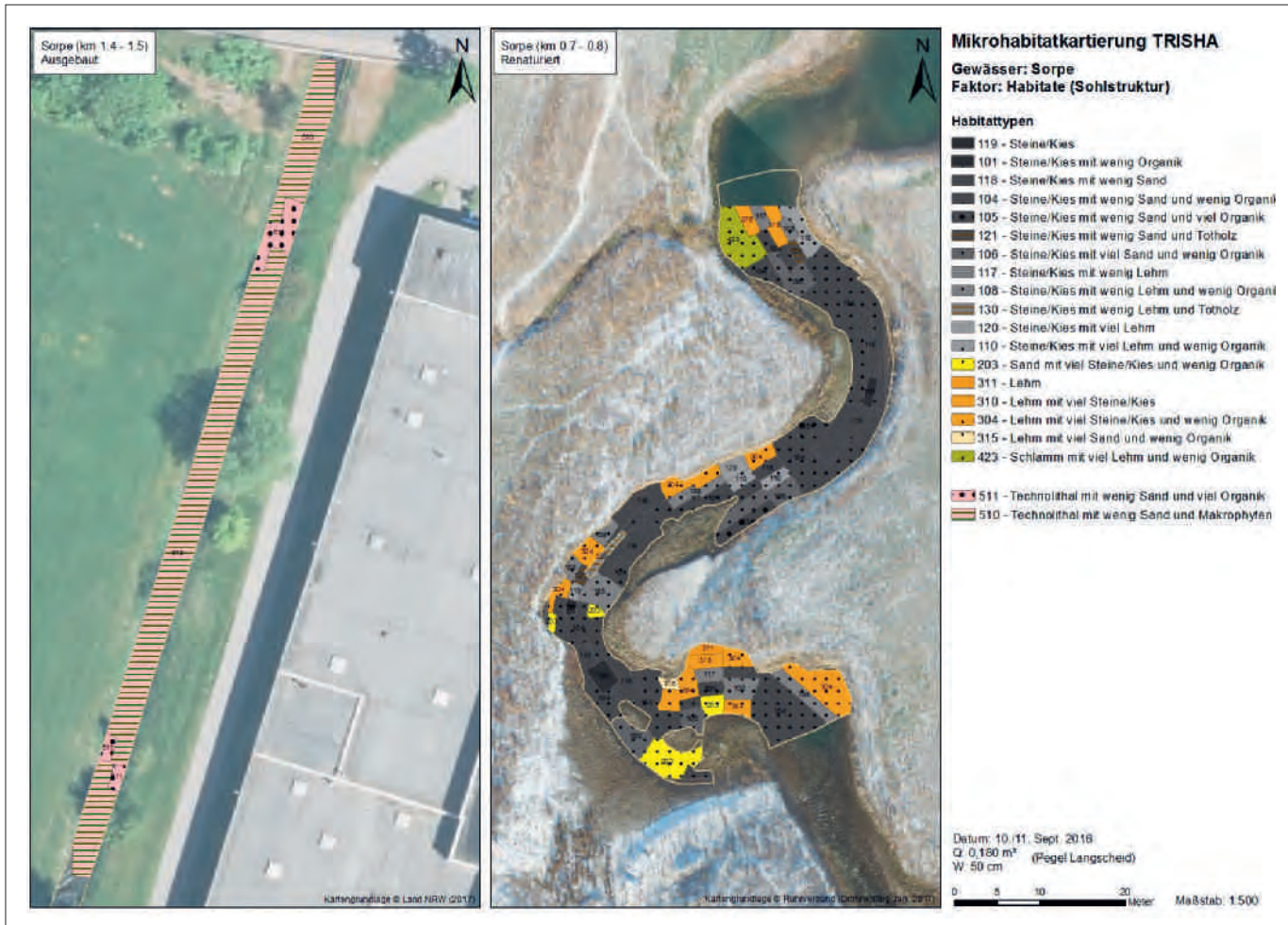


Bild 8.5: Habitate (Sohlstruktur) in den Transekten der Mikrohabitatkartierung TRISHA in der Sorpe.
 Fig. 8.5: Habitats (bed structure) in the transects of the microhabitat mapping TRISHA in the Sorpe river.

ßende Bereiche (> 0,60 m/s) ausgebildet. Auch die Wassertiefen variieren kleinräumig von wenigen Zentimetern (Furten) bis hin zu Tiefen von über 100 cm (Kolke). Die renaturierten Abschnitte weisen damit gegenüber den ausgebauten Abschnitten eine höhere Varianz der Fließbedingungen auf. Hinsichtlich der mittleren Wassertiefe konnten außerdem signifikant niedrigere Wassertiefen in den renaturierten Abschnitten gegenüber den ausgebauten Abschnitten nachgewiesen werden, die im Wesentlichen mit den Profilaufweitungen zu erklären sind.

Die Anzahl von Mikrohabitatstypen hat in den renaturierten Bereichen deutlich zugenommen. So ist an Sorpe (S) und Röh (R) die Anzahl von Mikrohabitaten von 2 (S) bzw. 16 (R) auf 18 (S) bzw. 35 (R) Typen gestiegen (Bilder 8.5 und 8.6). Obwohl die groben Substrate (Mikrolithal und Mesolithal) gemäß dem Leitbild für Mittelgebirgsgewässer dominieren, haben sich die Substratvielfalt und der Anteil von feinen Substraten (Kies, Sand, Lehm, Schlamm) durch die Renaturierung erkennbar erhöht. Zurückzuführen ist das auf die veränderten Fließbedingungen der renaturierten Abschnitte (Bild 8.4) und die damit

einhergehende „Sortierung“ von Substraten. Insbesondere der Anteil von feineren Substraten hat zu einer höheren Diversität von Mikrohabitatstypen in den beiden renaturierten Abschnitten beigetragen. Während an der Sorpe lehmige Habitatstypen unter den feinen Substraten dominieren, sind an der Röh zudem mehrere sandige und schlammige Habitatstypen vorhanden. Im Vergleich zur Röh ist an der Sorpe ein geringerer Anteil von Feinsubstraten zu verzeichnen. Dies ist vermutlich mit einer, bei gleicher Abflusssituation höheren Sohlsubspannung durch ein stärkeres Sohlgefälle (0,37 % in der Sorpe gegenüber 0,30 % in der Röh) und einer geringeren Ausuferungsfähigkeit sowie durch den gesteuerten Abfluss und den Sedimentrückhalt aufgrund des Talsperrenbetriebs oberhalb der Probenahmestelle zu begründen.

An der Röh hat außerdem der hohe Anteil an organischen Strukturen, allen voran die ausgedehnten Bestände von emersenen Makrophyten (z.B. Echte Brunnenkresse), zu einer höheren Habitatvielfalt beigetragen. Begünstigende Faktoren sind die Schaffung entsprechender Ansiedlungsstrukturen (z.B. flache

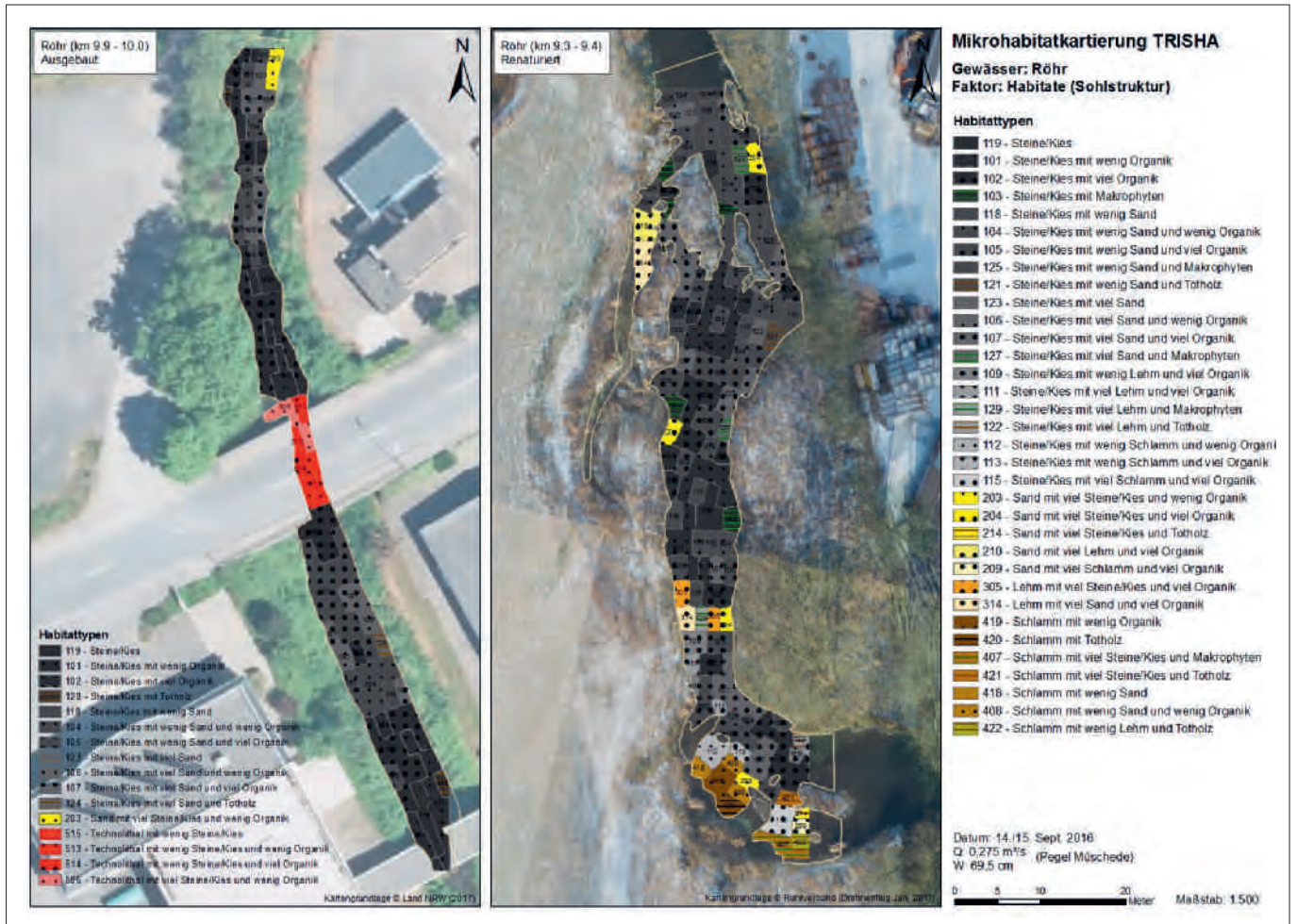


Bild 8.6: Habitate (Sohlstruktur) in den Transekten der Mikrohabitatkartierung TRISHA in der Röh.
 Fig. 8.6: Habitats (bed structure) in the transects of the microhabitat mapping TRISHA in the Röh river

Schotterbänke) für Makrophyten und das zumindest abschnittsweise Vorhandensein von Ufergehölzen mit entsprechenden Uferstrukturen wie Wurzeln und Schlüsselhabitaten (z.B. Totholz, CPOM).

Dahingegen hat sich an der Sorpe der Anteil an organischen Mikrohabitaten im renaturierten gegenüber dem ausgebauten Abschnitt verringert. Die Ausdehnung von submersen Makrophyten (Wassermoose) hat im renaturierten Abschnitt stark abgenommen und auch andere organische Strukturen wie Algen, Totholz, CPOM und Pflanzenteile waren zur Zeit der Kartierung kaum vorhanden. Zum einen fehlen im Abschnitt der Sorpe die Eintragsquellen von organischem Material (CPOM, Totholz, Pflanzensamen), da keine Ufergehölze und Makrophyten in der Umgebung vorhanden sind und die Talsperre ein Ausbreitungshindernis für einen Eintrag aus dem oberhalb gelegenen Einzugsgebiet darstellt. Zum anderen fungiert die oberhalb des renaturierten Bereichs gelegene Talsperre als Phosphatfalle, so dass weniger Phosphor als Pflanzennährstoff für das Pflanzenwachstum zur Verfügung steht.

Zusammengefasst ist die Anzahl von Mikrohabitatstypen an der Röh (35) annähernd doppelt so hoch wie an der Sorpe (18), was aus den unterschiedlichen Anteilen organischer Strukturen (Makrophyten, Totholz, CPOM, Algen) und Feinsubstraten (Kies, Sand, Lehm, Schlamm) resultiert.

Makrozoobenthosuntersuchung

Die untersuchten Abschnitte der Röh befinden sich nach den Bewertungen des Makrozoobenthos gemäß EG-WRRL in einem guten ökologischen Zustand. Eine Zustandsverbesserung konnte nicht festgestellt werden, da der gute Zustand in der Röh bereits vor den Renaturierungsmaßnahmen erreicht war. Auch an der Sorpe hat sich die Zustandsklasse des Makrozoobenthos mit einer mäßigen Gesamtbewertung nicht verbessert. Damit konnte hier das Ziel der EG-WRRL, das gute ökologische Potenzial, durch die Renaturierungsmaßnahmen (noch) nicht erreicht werden. Dennoch konnte anhand der core metrics des Bewertungsverfahrens eine positive Entwicklung beider Gewässer nachgewiesen werden. So hat sich bei-

spielsweise in der Röhre unterhalb der Renaturierungsstrecke der Anteil von EPTCBO-Taxa (EPTCBO: Ephemeroptera (Eintagsfliegen); Plecoptera (Steinfliegen); Trichoptera (Köcherfliegen); Coleoptera (Käfer); Bivalvia (Muscheln); Odonata (Libellen)) von 24 auf bis zu 37 Taxa erhöht. In der Sorpe hat es eine deutliche Verbesserung der EPT-Taxa (EPT: Ephemeroptera; Plecoptera; Trichoptera) von teils unter 50 % auf bis zu über 70 % gegeben. Beide Metriks spiegeln eine hohe Vielfalt ungestörter und damit naturnaher Teilhabitats wider, die von entsprechend spezialisierten Arten besiedelt werden.

Beim Vergleich der Taxalisten beider Gewässer ist allerdings zu erkennen, dass in der Röhre neben der Habitatvielfalt auch die Artenvielfalt mit 51 Taxa gegenüber 30 Taxa in der Sorpe deutlich höher liegt. Bestimmte Arten mit Präferenz für organische Strukturen und/oder Feinsubstrate sind ausschließlich oder deutlich stärker in der Röhre vertreten. Hierzu zählen unter anderem folgende Arten bzw. höhere taxonomische Gruppen:

- *Orectochilus villosus* Lv., *Anisus vortex*, *Platambus maculatus* Ad. (Phytalbesiedler)
- *Sericostoma personatum/flavicornis* (Akal-Besiedler, Zerkleinerer)
- Elmidae-Arten (Weidegänger)

Dementsprechend sind Beziehungen zwischen der Habitatvielfalt und der Artenvielfalt im Projektgebiet offensichtlich. Ein Auftreten dieser Arten in der Sorpe würde die Artenvielfalt erhöhen und ggf. eine verbesserte Bewertung des ökologischen Zustands bewirken. So gehen die genannten Arten zumindest neutral, häufig aber positiv in die Bewertung des German Fauna Index (GFI) ein. Ein hoher Wert dieses Metriks steht für viele Taxa mit hohen morphologischen Ansprüchen an den jeweiligen Gewässertyp.

Fazit

Die Gewässerentwicklung in Sorpe und Röhre lässt sich unabhängig von der Zustandsbewertung in vielerlei Hinsicht als erfolgreich bezeichnen. Durch die Renaturierungsmaßnahmen an beiden Gewässern konnte neben einer wesentlichen Verbesserung der Mesohabitats (z. B. Furte/Kolke, Schotterbänke) auch eine Zunahme der Vielfalt von Mikrohabitats (Substrate, Strömungschoriotope, Mikrohabitattypen) nachgewiesen werden. Die Ergebnisse zur Mikrohabitatsvielfalt zeigen, dass insbesondere vielfältige organische (Totholz, Makrophyten, Algen) und feine mineralische Substrate (Kies, Sand, Schlamm) eine Schlüsselrolle einnehmen. Bezüglich der Untersuchung des Makrozoobenthos konnte anhand ausgewählter Taxa gezeigt werden, dass die Mikrohabitats einen positiven Einfluss auf die Artenvielfalt und eine hohe Bedeutung für das Vorkommen typspezifischer Organismen haben. Eine geringere Anzahl von Mikrohabitats und eine damit einhergehende geringere Artenvielfalt in der Sorpe gegenüber der Röhre resultieren vermutlich aus mehreren Stressoren im Einzugsgebiet. Hierzu zählen vor allem die fehlenden Ufergehölze und der Nährstoffrückhalt durch die Talsperre. Auch der fehlende Eintrag von Feinsedi-

menten aus dem Oberlauf durch die Talsperre als Feststoffsenke bei gleichzeitig erhöhtem Abtrag der noch vorhandenen feineren Sedimente (Kies, Sand, Lehm, Schlamm) durch höhere Sohlschubspannungen bzw. Schleppkräfte sind hier aufzulisten.

Zukünftig ist im Projektgebiet bei zunehmendem Aufwuchs von Erlen und Weiden von einer weiteren positiven Gewässerentwicklung auszugehen. Die Ufergehölze können dann für Beschattung sorgen und vor allem an der Sorpe zur Ausbildung von neuen Schlüsselhabitats wie Totholz und CPOM sowie zu entsprechenden organischen Substratablagerungen beitragen. Hiervon würden hierauf spezialisierte Arten des Makrozoobenthos und auch die Fischfauna als Lebens-, Nahrungs- und Schutzfunktion profitieren. Damit ist das Zulassen bzw. die aktive Entwicklung von Ufergehölzen eine entscheidende Maßnahme, die einem wesentlichen, durch das Makrozoobenthos indizierten Defizit entgegenwirkt und zur Erreichung des guten ökologischen Potenzials in der Sorpe führen wird.

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass für den Erfolg von zukünftigen Renaturierungen entsprechende Mikrohabitats für die Besiedlung von typspezifischen Arten geschaffen, aber auch mögliche negative Einflussfaktoren überprüft werden müssen. Zur Kontrolle und Sicherstellung entsprechender Mikrohabitats ist eine ganzheitliche Kausalanalyse der Stressoren im Einzugsgebiet notwendig, die ggf. weitere Maßnahmen notwendig macht. Zu bedenken ist, dass neben dem Beispiel der Sorpe mit zu geringen Anteilen von feineren Substraten und geringen Nährstoffkonzentrationen auch zu viel Feinsubstrat (Kolmation) und zu viel Nährstoffe (übermäßiger Algenaufwuchs) zur Verringerung der Habitatvielfalt (Homogenisierung) führen können.

Die Entwicklung von Mikrohabitats im Rahmen oder als Folge von Renaturierungsmaßnahmen spielt somit eine entscheidende Rolle für die zukünftige Erreichung des Ziels eines guten ökologischen Zustands bzw. Potenzials von Fließgewässern nach EG-WRRL.

Zusammenfassung

Projekte zur Fließgewässerrenaturierung sollen naturnahe hydromorphologische Verhältnisse wiederherstellen und damit vor allem Habitats für typspezifische Arten fördern. In einer Fallstudie wurden in den beiden Mittelgebirgsgewässern Sorpe und Röhre ausgewählte Parameter auf Ebene der Mikrohabitats erfasst und renaturierte und ausgebaute Abschnitte miteinander verglichen. Es zeigte sich, dass die Renaturierung zur Erhöhung der Vielfalt von Mikrohabitats führte, die wiederum zur Ansiedlung einer typspezifischen Lebensgemeinschaft des Makrozoobenthos beiträgt. Allerdings konnte auch festgestellt werden, dass das Gewässerumfeld bzw. das Einzugsgebiet einen entscheidenden Einfluss auf die Ausbildung von Mikrohabitats hat und damit das Arteninventar sowie die Bewertungsklasse nach EG-WRRL beeinflussen kann.

Hinweis

Der Beitrag fasst die wesentlichen Ergebnisse der Masterarbeit (2017) des Autors Milian Noack „Vergleich von hydromorphologischen Verhältnissen an Sorpe und Röhr und deren Bedeutung für die Habitatbedingungen von aquatischen Organismen“ an der Universität Osnabrück zusammen und wird mit den beiden Betreuern und Gutachtern der Masterarbeit, Dr. Petra Podraza (Ruhrverband) und Prof. Dr. Andreas Lechner (Universität Osnabrück), als Co-Autoren weitgehend gleichlautend in der Zeitschrift „Korrespondenz Wasserwirtschaft“ publiziert.

9 Baden in der Ruhr

Entwicklung der hygienischen Beschaffenheit der Ruhr

Die vielfältigen Nutzungen der Ruhr, insbesondere auch als Rohwasserlieferantin für die Trinkwassergewinnung, machen Informationen zum hygienischen Gewässerzustand unverzichtbar. Der Ruhrverband untersucht daher seit vielen Jahrzehnten in Kooperation mit der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) die Ruhr regelmäßig an ausgewählten Stellen auf coliforme Bakterien als Indikatoren für eine fäkale Belastung. Die Tatsache, dass im Einzugsgebiet der Ruhr sowohl intensive landwirtschaftliche Nutzung auf gewässernahen Flächen stattfindet als auch die Notwendigkeit besteht, behandelte kommunale und industrielle Abwässer aus dicht besiedelten Gebieten abzuleiten, macht Schwankungen der hygienischen Beschaffenheit zu einem Charakteristikum der Ruhr. Dem trägt der AWWR-Zielwert für die coliformen Bakterien Rechnung, der als geometrisches Jahresmittel von 15.000 KBE/100 ml definiert ist. Die seit 1994 nahezu wöchentlich ermittelten Daten von der Messstelle in Essen-Rellinghausen (früher „Zornige Ameise“) dokumentieren die durchgängige Unterschreitung des Zielwerts. Darüber hinaus ist eine Verbesserung der hygienischen Gewässerqualität ab dem Jahr 2003 in Folge der konsequenten Umsetzung wesentlicher Maßnahmen der Siedlungsentwässerung zu erkennen (Bild 9.1).

Untersuchungen im Längsverlauf der Ruhr zeigen nicht selten im Vergleich der Messstellen untereinander sowie über das Jahr an den einzelnen Messstellen große Schwankungen bei den coliformen Bakterien auf (Bild 9.2). So wurden einzelne erhöhte Messwerte auch im Sommer 2017 gemessen, als es bei insgesamt niedrigen Abflüssen an der mittleren und oberen Ruhr zu lokal heftigen Niederschlagsereignissen kam. Das macht deutlich, dass Einflüsse auf die hygienische Beschaffenheit der Ruhr kleinräumig wirksam und entsprechend zu betrachten sind.

Die durch die Steigerung der Reinigungsleistung der Kläranlagen und den Ausbau der Niederschlagswasserbehandlung erzielten Erfolge sowie das Inkrafttreten der novellierten europäischen Badegewässerrichtlinie im Jahr 2006 [9.1] waren Anlass für den Ruhrverband, die hygienischen Untersuchungen im Hinblick auf eine mögliche Eignung der Ruhr für das Baden zu intensivieren. Die untere Ruhr und hier insbesondere der Baldeneysee werden daher seit 2007 in den Sommermonaten regelmäßig auf die für die Badegewässerqualität entscheidenden Kenngrößen *Escherichia coli* (*E. coli*) und intestinale

[9.1] Richtlinie 2006/7/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Februar 2006 über die Qualität der Badegewässer und deren Bewirtschaftung und zur Aufhebung der Richtlinie 76/160/EWG, in: Amtsblatt der Europäischen Union vom 04.03.2006, L 64/37

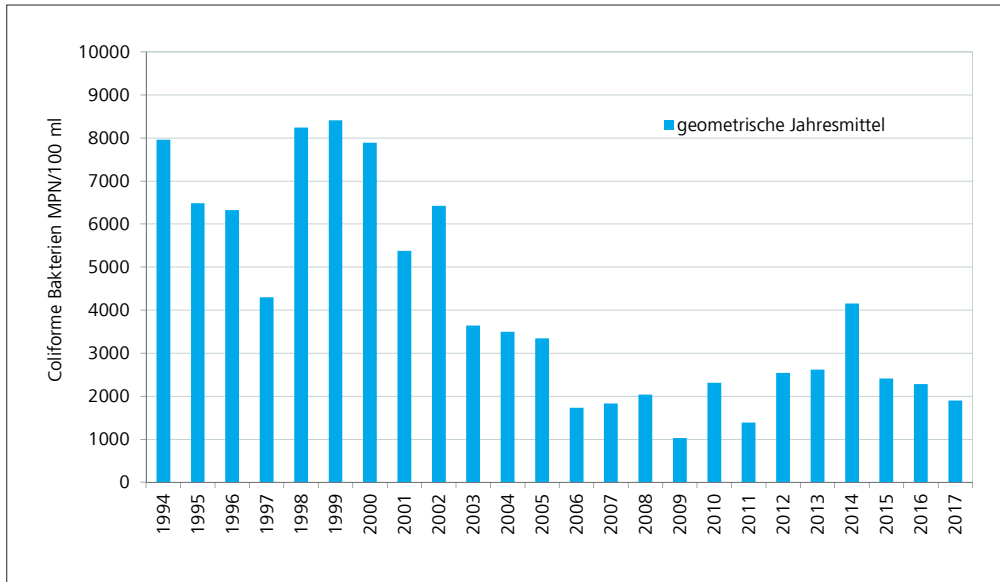


Bild 9.1: Geometrische Jahresmittel der coliformen Bakterien in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen 1994 bis 2017
 Fig. 9.1: Geometric annual means of coliform bacteria in the Ruhr at Essen-Rellinghausen from 1994 to 2017

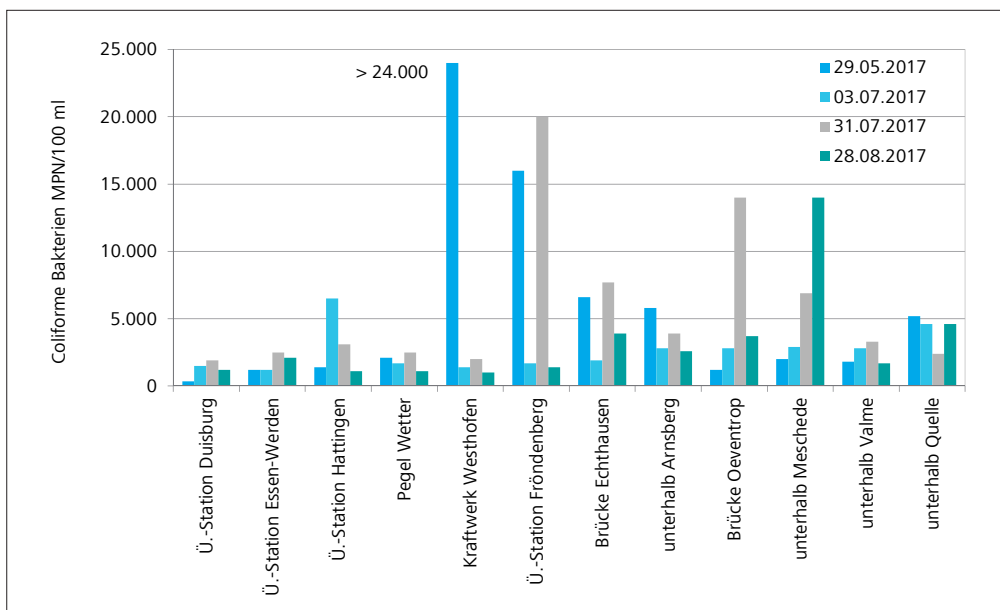


Bild 9.2: Coliforme Bakterien im Längsverlauf der Ruhr – Ergebnisse aus vier Ruhr-längsuntersuchungen 2017
 Fig. 9.2: Coliform bacteria in the course of the Ruhr – results from four examinations along the Ruhr in 2017

Enterokokken untersucht. Die Auswertung der Daten von fünf Stellen am Baldeneysee über drei Jahre brachte die Erkenntnis, dass wiederholt wetterabhängig hohe Messwerte auftraten, die die Grenzwerte der Badegewässerverordnung NRW überschritten und daher einen Badebetrieb ohne weitere Maßnahmen nicht zulassen [9.2; 9.3].

Das Forschungsprojekt „Sichere Ruhr“

Im Jahr 2012 ergab sich im Rahmen des Förderschwerpunkts „Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf“ (RISKWa) des Bundesministeri-

ums für Bildung und Forschung (BMBF) die Möglichkeit, das Forschungsprojekt „Sichere Ruhr – Badegewässer und Trinkwasser für das Ruhrgebiet“ zu initiieren und so dem Thema „Baden in der Ruhr“ eine wissenschaftliche Grundlage zu geben. Mit Partnern von verschiedenen Universitäten und Forschungseinrichtungen wurde an der Ruhr zwischen Essen und Mülheim in den Jahren 2012 bis 2014 intensiv und interdisziplinär geforscht. Auf der Grundlage umfassender mikrobiologischer Untersuchungen wurden eine Gefährdungsanalyse und eine Risikobewertung für das Baden in der Ruhr vorgenommen sowie ein Realisierungskonzept entwickelt und ein Handlungsleitfaden geschrieben [9.4; 9.5]. Über das Projekt

und seine Ergebnisse im Hinblick auf eine mögliche Badegewässernutzung wurde im Ruhrgütebericht 2015 berichtet [9.6].

Das mikrobiologische Untersuchungsprogramm umfasste pathogene Bakterien, Viren und Parasiten. Wie für die Indikatoren der fäkalen Belastung *E. coli* und intestinale Enterokokken bereits in den vorhergegangenen Untersuchungen festgestellt, zeigten auch die meisten der untersuchten Krankheitserreger eine große Schwankungsbreite der Konzentrationen und Befundhäufigkeiten. Der Zusammenhang zwischen kurzzeitiger hygienischer Belastung und Niederschlägen sowie Entlastungsereignissen aus der Niederschlagswasserbehandlung konnte dargestellt werden. Daraus folgte die Notwendigkeit, für eine Badestelle am Baldeneysee in jedem Fall Bewirtschaftungsmaßnahmen zu erarbeiten.

Einrichtung und Überwachung einer Flussbadestelle

Die Überwachung der Badegewässerqualität erfolgt europaweit nach den Vorgaben, die in der EG-Badegewässerrichtlinie festgeschrieben sind [9.1]. Darin werden regelmäßige Untersuchungen der hygienischen Wasserqualität gefordert, um Badende vor gesundheitlichen Risiken durch erhöhte Keimbelastung so weit wie möglich zu schützen. Die Bewertung der Badegewässerqualität stützt sich auf die mikrobiologischen Parameter *E. coli* und intestinale Enterokokken, für die Grenzwerte formuliert sind. Mit der aktuellen Fassung der EG-Badegewässerrichtlinie (2006) besteht erstmals die Möglichkeit, eine Badestelle aktiv zu managen. Sie enthält die Option, „kurzzeitige Verschmutzungen“ zu definieren und erlaubt in diesem Fall die Verschiebung eines vor Saisonstart festgelegten Probenahmetermins um maximal 72 Stunden. Die Erstellung eines Badegewässerprofils mit umfangreichen Informationen zur Badestelle, Beschreibungen und Bewertungen hygienischer Verschmutzungen und deren Quellen sowie die Benennung von Maßnahmen zur Verringerung eines hygienischen Risikos für die Badenden sind weitere Vorgaben. Zu den Bewirtschaftungsmaßnahmen gehört auch die Information der Öffentlichkeit, die die Badenden vor etwaigen gesundheitlichen Risiken warnen soll.

Die Bundesländer sind für die Überwachung der Badegewässer verantwortlich. Für Nordrhein-Westfalen regelt die Badegewässerverordnung von 2007 mit nachfolgenden Änderungsverordnungen den Betrieb und die Überwachung einer Badestelle [9.3]. Danach muss in NRW ein zeitweiliges Badeverbot ausgesprochen werden, sobald bei der Badegewässerüberwachung für den Parameter *E. coli* ein Einzelwert von mehr als 1.800 KBE/100 ml oder für den Parameter intestinale Enterokokken ein Einzelwert von mehr als 700 KBE/100 ml gemessen wurde und sich dies in einer umgehend erforderlichen Nachmessung bestätigt. Eine Aufhebung des Badeverbots erfolgt erst, wenn die Unterschreitung der o. g. Grenzwerte durch eine weitere Messung nachgewiesen werden kann.

Die unter privater Leitung seit vielen Jahren am Baldeneysee betriebene Freizeiteinrichtung „Seaside Beach“ schien geeignet, den behördlichen Anforderungen an eine Flussbadestelle nachkommen zu können, und bot bereits wesentliche Infrastruktureinrichtungen. Strenggenommen handelt es sich bei der Flussbadestelle aufgrund der vorhandenen Infrastruktur um ein Naturbad, da eine Badestelle lt. der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen e. V. (DGföB) [9.7, 9.8, 9.9] wesentlich weniger Ausstattung aufweist (Tabelle 9.1). Das Interesse des Betreibers an der Einrichtung einer Flussbadestelle lag vor und die im Jahr 2015 gegründete Interessengemeinschaft „IG Baden in der Ruhr“ war bereit, die erforderlichen Schritte von der Anmeldung bis hin zum Betrieb einer Flussbadestelle zu koordinieren und zu begleiten. Maßgeblich beteiligt wurden das Gesundheitsamt der Stadt Essen als Überwachungsbehörde und das Presse- und Informationsamt, das Dezernat für Umwelt, Grün und Gruga, das Büro der „Grünen Hauptstadt Europas - Essen 2017“, das Essener Systemhaus sowie der Ruhrverband.

Parallel zu den administrativen Vorbereitungen, die für die Anmeldung der Flussbadestelle beim Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) erforderlich waren, musste das Planungs- und Genehmigungsverfahren für den Bau und Betrieb der Flussbadestelle gestartet werden. Neben wasserrechtlichen und naturschutzrechtlichen Genehmigungen war hier auch eine Prüfung der Rechtmäßigkeit der Stadtverordnung nach § 5 Abs. 1 OrdnVO [9.10] erforderlich, da das Baden in öffentlich zugänglichen Gewässern, wie z. B. in der Ruhr, in Essen verboten ist. Durch die Einrichtung eines Naturbads mit einer eindeutig begrenzten Wasserfläche für

-
- [9.2] Ruhrverband: Untersuchungen zur hygienischen Beschaffenheit des Baldeneysees. In: Ruhrgütebericht 2009, Essen, S. 126 - 130
- [9.3] Verordnung über die Qualität und die Bewirtschaftung der Badegewässer (Badegewässerverordnung) vom 11. Dezember 2007, in: GV. NRW. 2008 S. 138, in Kraft getreten am 16. Februar 2008; geändert durch 1. ÄndVO vom 30. März 2012 (GV. NRW. S. 161), in Kraft getreten am 17. April 2012; 2. ÄndVO vom 25. Oktober 2013 (GV. NRW. S. 641), in Kraft getreten am 28. November 2013
- [9.4] BMBF-Verbundprojekt „Sichere Ruhr“: Gemeinsamer Abschlussbericht aller Verbundprojektpartner Förderkennzeichen 02WR51283A bis J. RiskWa-Fördermaßnahme des Bundesministerium für Forschung und Entwicklung, IWW, Mülheim an der Ruhr, 2015.
- [9.5] Schoenemann, B., Jardin, N.: Baden in Fließgewässern. Ein Handlungsleitfaden am Beispiel des Baldeneysees & der Unteren Ruhr im Rahmen des BMBF-Projekts Sichere Ruhr. Essen, 2015
- [9.6] Ruhrverband: Baden in der Ruhr – Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „Sichere Ruhr“. In: Ruhrgütebericht 2015, Essen, S. 112 - 122
- [9.7] Raber, W., Bösche, U., Schön, S.: Eröffnung neuer Flussbadestellen - Praxisleitfaden am Beispiel der Berliner Vorstadt Spree (Entwurf), BMBF-Forschungsprojekt FLUSSHYGIENE, Stand April 2018
- [9.8] Deutsche Gesellschaft für das Badewesen e. V. (DFöB), Richtlinie R 94.12 „Verkehrssicherungs- und Aufsichtspflicht in öffentlichen Naturbädern während des Badebetriebes“, August 2011
- [9.9] Deutsche Gesellschaft für das Badewesen e. V. (DFöB), Richtlinie R 94.13 „Verkehrssicherungspflicht an Badestellen an Gewässern“, August 2011
- [9.10] Ordnungsbehördliche Verordnung zur Aufrechterhaltung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung im Stadtgebiet Essen vom 28.02.2017, Essen

Tabelle 9.1: Unterscheidung zwischen Badestelle und Naturbad nach der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen e. V., Quelle: [9.7]

Table 9.1: Differentiation between bathing spots and natural baths according to the German Society for Bathing e. V., Source: [9.7]

(ausgewiesene) Badestelle	Naturbad
Üblicherweise frei zugängliches Gelände	Üblicherweise abgezauntes, bewirtschaftetes Gelände mit kostenpflichtigem Eintritt
An Schifffahrtsstraßen durch Bojenketten begrenzte Wasserfläche	Durch Bojenketten begrenzte Wasserfläche
Badeaufsicht nicht zwingend notwendig	Badeaufsicht notwendig
Variierende Infrastrukturausstattung, jedoch keine bädertypischen Anlagen wie z.B. Rutschen, Sprunganlagen	Bädertypische Infrastruktur (Rutschen, Nichtschwimmerbereich, Umkleide etc.) und Gastronomie
Überwachung Badegewässerqualität, Sanitäranlagen und Müllentsorgung	Überwachung Badegewässerqualität, Sanitäranlagen und Müllentsorgung
Informationstafeln und Hinweise zu temporären Badeverboten	Informationstafeln und Durchsetzten von temporären Badeverboten



Bild 9.3: Flussbadestelle Seaside Beach am Baldeneysee, Quelle: Ruhrverband
 Fig. 9.3: River bathing site Seaside Beach at Lake Baldeney, source: Ruhrverband

Badezwecke und einer dieser Wasserfläche zugeordneten, eingezäunten Landfläche ist dieser Bereich von dem ordnungsbehördlichen Badeverbot ausgenommen. In diesem Fall ist eine Badeaufsicht mit entsprechender Qualifikation erforderlich. Weitere mit dem Betrieb eines Naturbads verknüpfte Verkehrsicherungs- und Kontrollpflichten sind in der DGfDB-Richtlinie R 94.12 [9.8] aufgelistet.

Das steile Ufer des Baldeneysees am Seaside Beach erfordert für den Wasserzugang die Errichtung einer Steganlage mit Steigleitern, da sich hier der ca. fünf Meter tiefe Altarm der Ruhr befindet. Mit drei fünf Meter breiten Holzstegen von 15 Metern Länge und zwei Wasserflächen von jeweils 10 mal 20 Metern, die mit einer Bojenkette zum See hin begrenzt sind, wurde ein Schwimmbereich ausschließlich für SchwimmerInnen realisiert (Bild 9.3). Eine weiter seewärts parallel zum Badebereich montierte Bojenkette hält den Bootsverkehr von der Flussbadestelle fern.

Die Erarbeitung des dem LANUV vorzulegenden Konzepts zur Überwachung der Badegewässerqualität war in Anbetracht der wetterabhängig zu erwartenden Schwankungen der Wasserqualität die zentrale Herausforderung. Kernstück des Überwachungskonzepts ist ein Frühwarnsystem, das aufbauend auf den Erkenntnissen des Forschungsprojekts „Sichere Ruhr“ neu entwickelt und in der Badesaison 2017 in Betrieb genommen wurde.

Die Entwicklung eines Frühwarnsystems

Im Rahmen des Forschungsvorhabens „Sichere Ruhr“ wurde ein auf Niederschlagshöhen basierendes Frühwarnsystem zur

tagesaktuellen Vorhersage der Badewasserqualität entwickelt (Bild 9.4). Dazu wurden sechs ortsnahe Niederschlagsmessstationen mit einer ähnlichen Niederschlagsverteilung gewählt, die hochaufgelöste Daten in Echtzeit liefern. Basierend auf statistischen Auswertungen umfangreicher Messdaten aus den Jahren 2012 bis 2016 wurde ein Grenzniederschlag von $N_{min} = 5 \text{ mm/d}$ und ein Bewertungszeitraum von drei Tagen einschließlich des Bewertungstags definiert.

Die Niederschlagsdaten werden in einer eigens dafür entwickelten Software stündlich aktualisiert und bewertet. Sollte der maximal zulässige Niederschlagswert von 5 mm/d an den vorangegangenen zwei Tagen sowie am Bewertungstag selbst überschritten sein, so ist mit einer Überschreitung der Grenzwerte für *E. coli* und intestinale Enterokokken zu rechnen. In einem solchen Fall werden das Gesundheitsamt sowie das Presse- und Informationsamt der Stadt Essen und der Betreiber des Seaside Beach automatisch durch das System über ein temporäres Badeverbot benachrichtigt. Der Betreiber schließt daraufhin unverzüglich die Badestelle. Die Badegäste werden am Seaside Beach selbst über Beschilderungen aber auch über das Internet (Homepages der Stadt Essen und des Seaside Beach) informiert.

Ist der Grenzniederschlag unterschritten, ist eine Freigabe der Flussbadestelle erst nach mikrobiologischen Analysen, die eine Unterschreitung der Grenzwerte für *E. coli* und intestinale Enterokokken zum Ergebnis haben müssen, möglich. Die endgültige Bewertung der hygienischen Situation erfolgt durch das Essener Gesundheitsamt. Bei Aufhebung des Badeverbots erfolgt eine automatische Benachrichtigung an das Presse- und Informationsamt der Stadt Essen und an den Betreiber, die

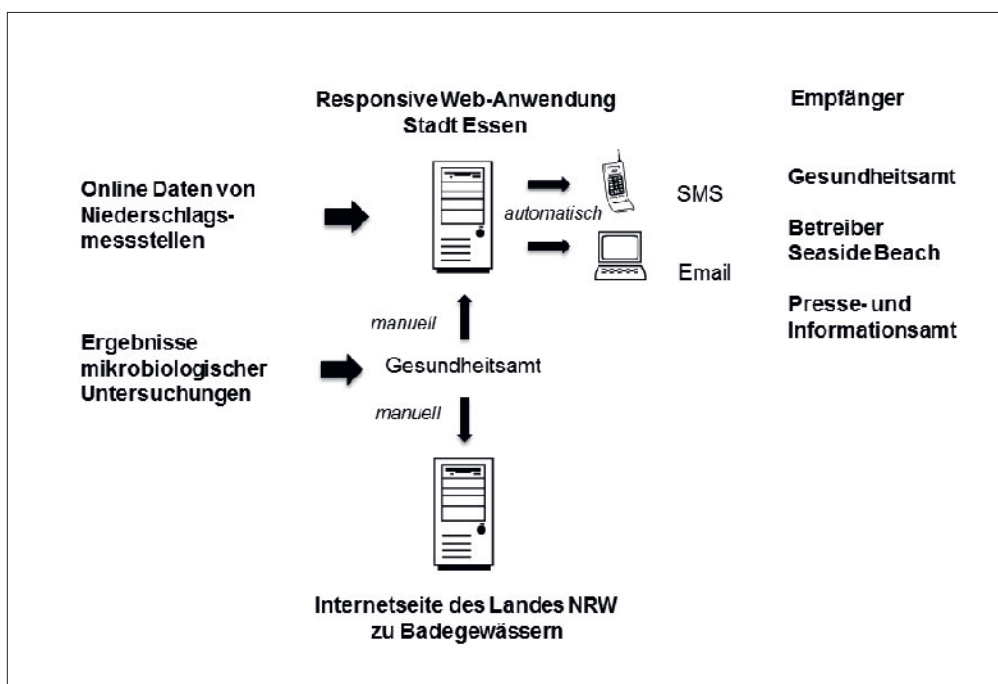


Bild 9.4: Schematische Darstellung der Funktionsweise des Frühwarnsystems, Quelle: IWW
 Fig. 9.4: Schematic representation of the early warning system's mode of operation, source: IWW



Bild 9.5: Prozessablauf des Frühwarnsystems, Quelle: [9.5]
 Fig. 9.5: Process operation of the early warning system, source: [9.5]

wiederum die Badegäste über ihre Homepages informieren. In Bild 9.5 ist der Prozessablauf des Frühwarnsystems schematisch dargestellt.

Bei der Entwicklung des Frühwarnsystems wurden unterschiedliche Ausfallszenarien der Messstationen betrachtet. Je nach Lage und Anzahl der ausgefallenen Messstationen wurden Ausfalltoleranzen definiert, die zu einer Herabsetzung des Grenzwerts für den Mindestniederschlag führen können.

Das Frühwarnsystem lässt sich grundsätzlich auf andere Bereiche der Ruhr übertragen. Allerdings kann die hygienische Qualität des Ruhrwassers aufgrund der örtlichen Gegebenheiten Unterschiede aufweisen, weshalb Betreiber potenzieller Flussbadestellen vorab zur Anpassung des Frühwarnsystems in mindestens zwei Badesaisons regelmäßige Messungen veranlassen sollten.

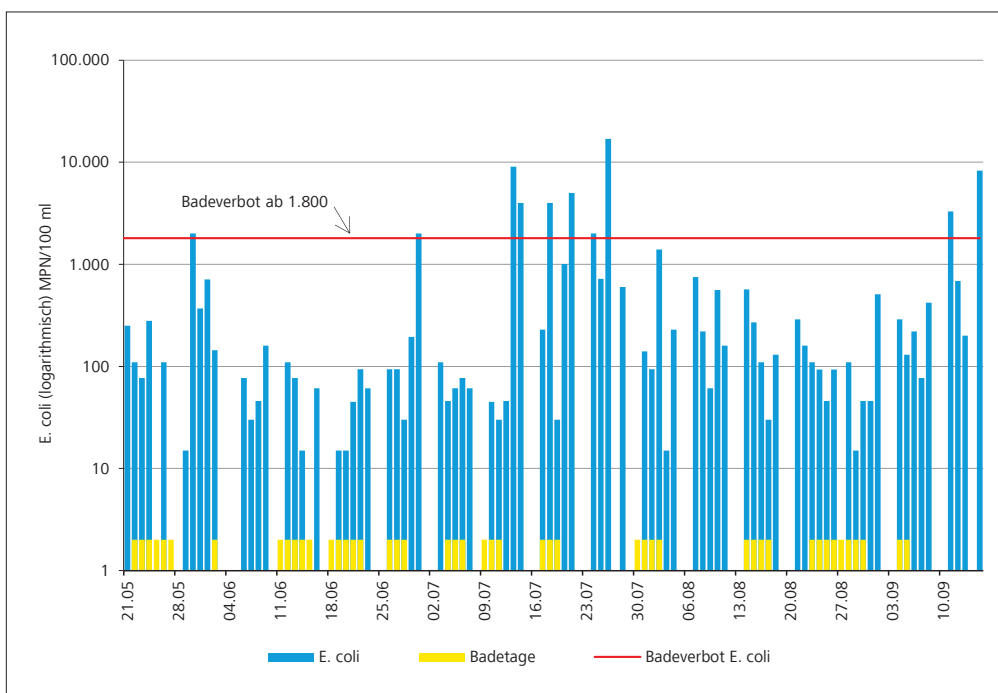


Bild 9.6: Ergebnisse der Badesaison 2017 am Seaside Beach, Baldeneysee – Messwerte für E. coli, Überschreitungen und offizielle Badetage
 Fig. 9.6: Results of the bathing season 2017 at Seaside Beach, Lake Baldeney – values for E. coli, exceedances and official bathing days

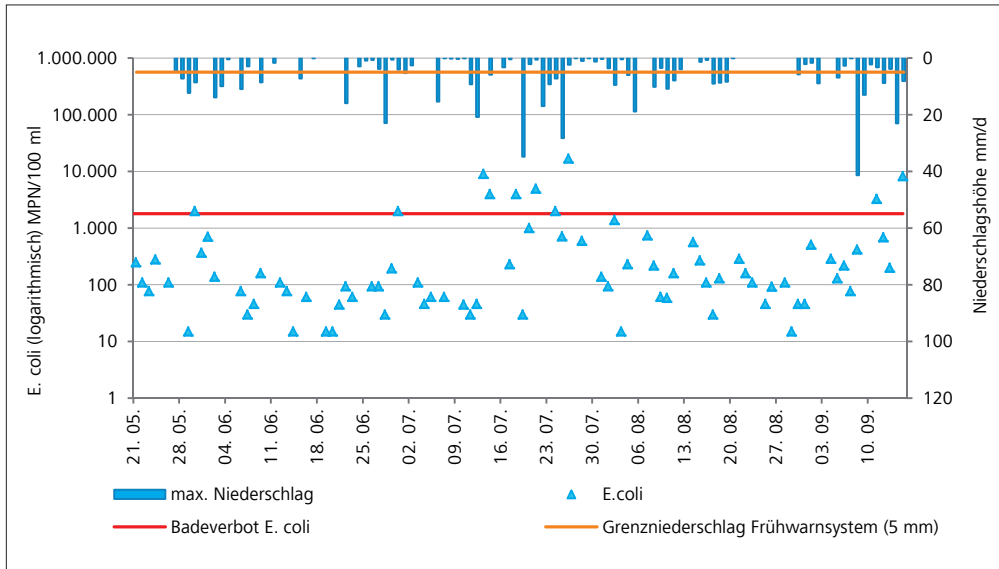


Bild 9.7: Ergebnisse der Badesaison 2017 am Seaside Beach, Baldeneysee – Messwerte für *E. coli*, Überschreitungen und Tagesniederschläge an der Station Essen-Steele
 Fig. 9.7: Results of the bathing season 2017 at Seaside Beach, Lake Baldeney – values for *E. coli*, exceedances and daily precipitation at the measuring site Essen-Steele

Aktuell entwickeln der Ruhrverband und das Rheinisch-Westfälische Institut für Wasserforschung (IWW) das Frühwarnsystem im Rahmen des vom BMBF geförderten Forschungsvorhabens „FLUSSHYGIENE“ weiter. Übergeordnetes Ziel des Vorhabens ist es, durch ein besseres Verständnis über den Eintrag und die Dynamik hygienischer Belastungen sowohl die nötigen Entscheidungsgrundlagen als auch die Instrumente zu schaffen, die es ermöglichen, fließgewässer zu bewirtschaften (9.11). Zur Bewertung der Einflüsse der Siedlungsentwässerung bei unterschiedlichen Abflussszenarien in der Ruhr kommt für den Baldeneysee ein Bilanzmodell zum Einsatz, mit dessen Hilfe u. a. die Auswirkung der Entlastungen aus Niederschlagswasserbehandlungsanlagen im Zustrom der Flussbaustelle beurteilt werden kann. Um genauere Vorhersagen treffen zu können, sollen daher neben den Niederschlagsdaten künftig auch die tatsächlichen Entlastungsereignisse an den Niederschlagswasserbehandlungsanlagen und ggfs. die Abflusssituation in der Ruhr im Frühwarnsystem genutzt werden.

Die Badesaison 2017

Am 15. Mai 2017, sechs Tage vor dem geplanten Beginn der Badesaison am Baldeneysee, starteten die Untersuchungen der Wasserqualität sowie das Frühwarnsystem. Die Messung von Niederschlägen von mehr als 5 mm/d und die darauf basierende Auslösung des Badeverbots durch das Frühwarnsystem am 18. Mai 2017 machten eine Verschiebung des vorgesehenen Starttermins um zwei Tage erforderlich. Am 23. Mai 2017 konnte die offizielle Eröffnung der Badesaison 2017 am Seaside Beach in Anwesenheit geladener Gäste und unter großer Aufmerksamkeit der Essener Bevölkerung stattfinden. Damit hatte das Frühwarnsystem bereits seine erste Bewährungsprobe bestanden.

In der gesamten Badesaison, die am 15. September 2017 endete, wurde die Gewässerqualität arbeitstäglich auf *E. coli* und

intestinale Enterokokken untersucht. Die mikrobiologischen Ergebnisse wurden mit einem methodisch bedingten Zeitversatz von zwei Tagen an das Gesundheitsamt berichtet. Diese Messungen lieferten als Kontrollmessungen für das Frühwarnsystem wertvolle Informationen. Sechs Probenahmetermine, gleichmäßig über die Saison verteilt, waren dem LANUV im Vorfeld als offizielle Überwachungstermine genannt worden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden zeitnah dem LANUV übermittelt und dort auf der Homepage veröffentlicht.

Die Untersuchungsergebnisse aus der Badesaison 2017 zeigt Bild 9.6. Der Grenzwert für *E. coli* wurde an zehn Messtagen überschritten, wovon sechs in den Hochsommermonat Juli fielen. Nur an zwei Tagen, dem 18. und 26. Juli, wurden zeitgleich auch Grenzwertüberschreitungen für die intestinalen Enterokokken festgestellt (nicht abgebildet). Tage, an denen nur die intestinalen Enterokokken Grenzwertüberschreitungen aufwiesen, gab es in der Badesaison 2017 nicht. Das entspricht den Erfahrungen aus den Hygieneuntersuchungen an der Ruhr in den vorhergehenden Jahren, dass sich die Klassifizierung der Ruhrwasserqualität nach Badegewässerrichtlinie in der Regel an der *E.-coli*-Belastung entscheidet.

Für neun der zehn mikrobiologisch auffälligen Tage hatte das Frühwarnsystem eine Überschreitung des maximal zulässigen Niederschlags im Bewertungszeitraum gemeldet, und es war daher ein temporäres Badeverbot ausgesprochen worden. Nur am 18. Juli 2017, einem Tag ohne relevante Beeinflussung durch Niederschläge oder Beckenentlastungen, war dies nicht der Fall. Die letzten Niederschlagsereignisse von 5 mm/d und mehr waren am 14. Juli 2017 gemessen worden. An diesem Tag wurden auch Entlastungsereignisse an den Becken registriert.

[9.11] BMBF-Verbundprojekt „FLUSSHYGIENE“, <https://bmbf.nawam-rewam.de/projekt/flusshygiene/>

triert. Bis zum 18. Juli 2017 kam es zu keiner weiteren Beckenentlastung mehr. Der erhöhte *E. coli*-Wert, der an diesem Badetag (18. Juli 2017) gemessen wurde, ist somit nicht auf eine Gewässerverschmutzung in Folge von Niederschlägen zurückzuführen. Möglicherweise waren Reinigungsarbeiten, die vor dem Zeitpunkt der Probenahme an der Steganlage durchgeführt worden waren, hierfür ursächlich (Kotverschmutzung durch Gänse).

Über die gesamte Badesaison wies das Frühwarnsystem 71 von 118 Tagen als nicht badetauglich aus. Die jeweils erst zwei Tage später vorliegenden mikrobiologischen Untersuchungsergebnisse lassen im Nachhinein erkennen, dass die zu kurzzeitigen Badeverboten geführten Regenereignisse (ab 5 mm/d) mehrheitlich keine hygienisch relevanten Verschmutzungen verursachten hatten (Bild 9.7). Wäre nur die tatsächlich vorhandene mikrobielle Belastung für das Badeverbot am Baldeneysee ausschlaggebend gewesen, hätte in der Saison 2017 an rund 100 Tagen gebadet werden dürfen. Gemäß Frühwarnsystem war das Baden aber nur an 47 Tagen erlaubt.

Im Vergleich zu den Vorjahren erwies sich die Badesaison 2017 im Hinblick auf die Zahl der Tage mit Badeverbot basierend auf den hygienischen Analysen als durchschnittlich (Ta-

belle 9.2). Während die Monate Mai und Juni bei überdurchschnittlichen Sonnenscheindauern mit vier sogenannten heißen Tagen ($T \geq 30 \text{ }^\circ\text{C}$) und verhältnismäßig geringen mittleren Niederschlagshöhen zum Baden einluden, war der Juli eher nass und bewölkt. Die mittlere Niederschlagshöhe und Sonnenscheindauer lagen im August etwas unter dem langjährigen Durchschnitt. Der September war verglichen mit dem langjährigen Durchschnitt nasser und kühler, so dass nur zwei Tage mit Temperaturen über $20 \text{ }^\circ\text{C}$ und Trockenwetter in der verbleibenden Badesaison Badegäste anlockte.

Im ersten Jahr der Erprobung erfüllte das sehr konservativ ausgelegte Frühwarnsystem, dessen vorrangiges Ziel der Gesundheitsschutz der Badenden ist, seine Aufgabe in vollem Umfang, gab jedoch häufig „falschen Alarm“. Ziel für die Badesaison 2018 ist es, das Frühwarnsystem dahingehend weiterzuentwickeln, dass bei gleichem Risiko für die Badegäste mehr Badetage generiert werden – entsprechende Wetterverhältnisse vorausgesetzt.

Weitere Flussbadestellen an der Ruhr?

Unabhängig von der Entscheidung für das Seaside Beach als erste Flussbadestelle finden regelmäßige hygienische Untersuchungen an weiteren Stellen rund um den Baldeneysee sowie an der Ruhr unterhalb des Stausees statt. Die über mehrere Jahre vorliegenden Daten zur hygienischen Situation können die Grundlage für mögliche Planungen weiterer Flussbadestellen sein. So liegen z. B. von der Probenahmestelle „Löwental“ in Essen-Werden unterhalb des Baldeneysees ab dem Jahr 2012 aus den Sommern wöchentliche Daten von *E. coli* und intestinalen Enterokokken vor. Rasenflächen direkt am Ufer der Ruhr werden hier an warmen Tagen für Freizeitaktivitäten und auch zum – im Stadtgebiet von Essen nicht erlaubten – Planschen und Baden genutzt. Bild 9.8 zeigt die Ergebnisse vom Seaside Beach und aus dem Löwental an denselben Tagen des Jahres 2017. Wie auch in den Jahren zuvor ist die hygienische

Tabelle 9.2: Vergleich der Badesaisons 2014 bis 2017 auf Basis der hygienischen Messergebnisse für die Badestelle Seaside Beach, Baldeneysee

Table 9.2: Comparison of bathing seasons from 2014 to 2017 based on the sanitary monitoring results for the bathing spot Seaside Beach, Lake Baldeney

	2014	2015	2016	2017
Messtage	62	72	66	88
Tage mit Badeverbot	15	9	8	10
Badetage	47	63	58	78

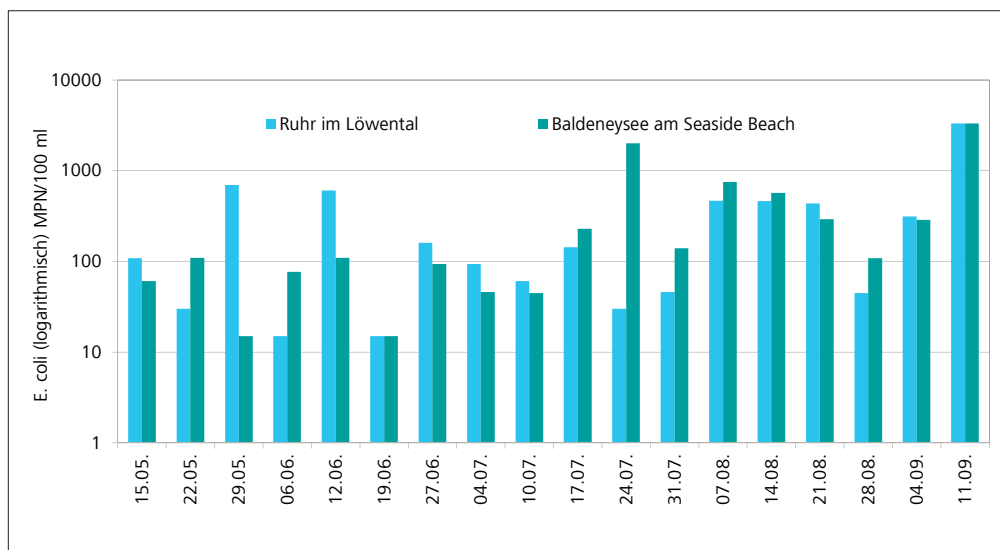


Bild 9.8: Ergebnisse der Badesaison 2017 an den Messstellen Löwental in Essen-Werden und Seaside Beach, Baldeneysee – Messwerte für *E. coli*

Fig. 9.8: Results of the bathing season 2017 at the measuring sites Löwental in Essen-Werden and Seaside Beach, Lake Baldeney – values for *E. coli*

Qualität an beiden Probenahmestellen ähnlich. Die räumliche Nähe zum Seaside Beach ließe die Nutzung des Frühwarnsystems und damit das Erkennen möglicher Badetage zu. Allerdings fehlt im Löwental die gesamte Infrastruktur einer bewirtschafteten Flussbadestelle, die ein zukünftiger Betreiber erst schaffen müsste.

Die Einrichtung der Flussbadestelle Seaside Beach hat eine hohe Strahlkraft auf die Nachbarkommunen. Auch die Städte Mülheim, Bochum und Witten haben großes Interesse, rechtskonforme Flussbadestellen einzurichten.

Ausblick

Die Badesaison 2017 war mit 7.700 Badegästen ein großer Erfolg und ein Leuchtturmprojekt der Stadt Essen im Jahr der „Grünen Hauptstadt Europas“. Das Baden in der Ruhr erregte nationale und internationale Aufmerksamkeit und erhielt viel Anerkennung. In den kommenden Jahren gilt es, die erfolgreiche Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten fortzusetzen. Der Ruhrverband wird das Bestreben aller Beteiligten, vorliegende wasserwirtschaftliche Informationen optimal für das Frühwarnsystem zu nutzen, daher auch in der Badesaison 2018 unterstützen. Das gemeinsame Ziel ist es, auf der Grundlage der Daten der amtlichen Überwachungsuntersuchungen aus vier aufeinanderfolgenden Jahren die offizielle Registrierung der Flussbadestelle Seaside Beach als EG-Badegewässerrichtlinien-konform zu erreichen.

10 Fischfauna der unteren Ruhr

Einleitung

Mit der Verabschiedung der Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRRL) legte die europäische Union den Rahmen für einen nachhaltigen Umgang mit Wasserressourcen in den Mitgliedsstaaten fest. Der darin formulierte integrierte Bewirtschaftungsansatz erfordert eine Einbeziehung ökologischer, ökonomischer, sozialer sowie technischer Aspekte, was entsprechende Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft nach sich zieht. Ziel dieser Gewässerbewirtschaftung ist es, für die Oberflächengewässer einen guten Zustand hinsichtlich ökologischer und chemischer Parameter sowie für das Grundwasser einen solchen hinsichtlich chemischer und mengenmäßiger Parameter zu erreichen. Die dazu notwendigen Schritte sind in den Bewirtschaftungsplänen, die jeweils für einen sechsjährigen Zeitraum zu erstellen sind, niedergelegt. Aktuell befindet sich der zweite Bewirtschaftungszyklus mit seinem zugehörigen Maßnahmenprogramm für die Jahre 2016 bis 2021 in der Umsetzung.

Eine Kernaufgabe bei der Zielerreichung des guten ökologischen Zustandes der Fließgewässer bildet die Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit. Denn die durch den Menschen in den Gewässern errichteten Querbauwerke und Wasserkraftanlagen haben erhebliche Auswirkungen auf deren Ökologie. Sie unterbrechen sowohl die longitudinale Durchgängigkeit der Flusssysteme als auch die laterale Anbindung von Neben- und Auengewässern für Fische und aquatische Wirbellose. Dies beeinflusst in hohem Maß die aquatische Biozönose und es kommt zu einem mehr oder weniger stark ausgeprägten Rückgang von Fischpopulationen sowie zu einer Verschiebung der Artenzusammensetzung.

Für die Gewässer im Einzugsgebiet der Ruhr ergibt sich aus den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie die Notwendigkeit der Wiederbesiedlung durch diadrome Fischarten wie Aal, Lachs und Maifisch sowie der Erhalt der heimischen potamodromen Arten wie Nase, Barbe und Äsche. Folglich ist der gute ökologische Zustand der biologischen Qualitätskomponente Fische erst dann erreicht, wenn diese Arten wieder in ausreichenden Abundanz und ausgewogenen Altersstrukturen im Gewässersystem präsent sind. Unabdingbare Voraussetzung für die Etablierung sich selbst erhaltender Fischpopulationen ist die Erreichbarkeit geeigneter Laich- und Aufwuchshabitats, die es zuverlässig zu gewährleisten gilt.

Im Folgenden wird am Beispiel der Planungseinheit Untere Ruhr (Bild 10.1) der Status quo der Fischfauna und der flussaufwärts gerichteten Durchgängigkeit dargestellt. Das Gewässersystem ist überwiegend anthropogen überprägt und die Ruhr selbst, welche diese Planungseinheit bis zu ihrer Mündung in Duisburg auf 99 km Länge durchfließt, weitgehend rückstaubeinflusst. Diese intensive Nutzung zeigt sich auch in der Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten, die

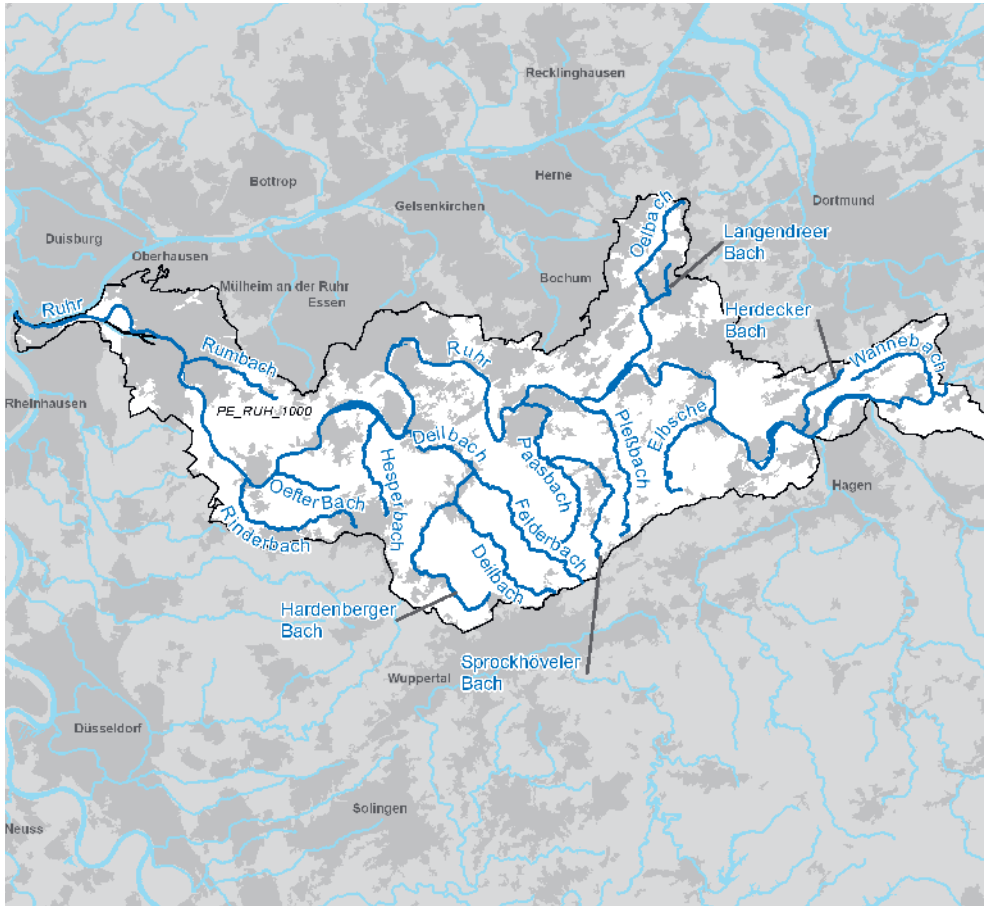


Bild 10.1: Die Planungseinheit Untere Ruhr und ihre für die Wasserrahmenrichtlinie relevanten Gewässer (ELWAS Web, 2018)

Fig. 10.1: The planning unit Lower Ruhr and the waters that are relevant for the Water Framework Directive (ELWAS Web, 2018)

vor allem für die Fischfauna überwiegend ein unbefriedigendes bis schlechtes Ergebnis aufweist [10.1]. Um eine Einschätzung des potenziellen Angebots der unteren Ruhr an Habitaten für die Fischfauna geben zu können, werden für die Leitfischarten auf Basis von durchgeführten Habitatmodellierungen Rückschlüsse auf das Vorhandensein von Zielhabitaten und deren Erreichbarkeit getroffen sowie Handlungsempfehlungen gegeben.

Die Fischfauna der unteren Ruhr

Die Fischfauna der Ruhr unterlag und unterliegt einem Wandel, der einhergeht mit einer nutzungsbedingten und somit veränderten Beanspruchung des Flusses. Vor dem Beginn der Industrialisierung im 19. Jahrhundert wies die Ruhr eine individuen- und artenreiche Fischfauna auf. Beispielsweise stiegen Lachse und Maifische bei ihren Laichwanderungen aus dem Rhein kommend in die Ruhr bis Arnsberg sowie in Nebengewässer wie die Lenne auf. Und auch die heute in ganz Nordrhein-Westfalen seltene Quappe besiedelte die untere und mittlere Ruhr [10.2].

Der Mülheimer Heimatkundler und Schriftsteller Hermann Adam von Kamp beispielsweise beschreibt im Jahr 1835 die Fischfauna der Ruhr wie folgt: „Außer der Schifffahrt ist die

Ruhr auch als fischreicher Fluß von großem Nutzen. Weißfische, Barben, Karauschen, Gründlinge, Breutfische, Karpfen, Bresen, Hechte, Forellen, Aale sind die gewöhnlichen und häufigsten Fische dieses Flusses. Lachse kommen nur zweimal des Jahres; denn der Lachs ist ein Zugfisch. Er kommt aus der Nordsee zur Frühlings- und Herbstzeit in die größeren Flüsse und aus dem Rhein in die Ruhr. Früher wurden diese Fische so viel hier gefangen, daß dieselben karrenvoll aufgeladen und versandt werden konnten. Man war ihres Fleisches sogar überdrüssig.“ [10.3]

Die Industrialisierung des Ruhrgebietes sowie das damit verbundene Bevölkerungswachstum führten in den letzten beiden Jahrhunderten zu einer starken anthropogenen Nutzung der Ruhr und ihrer Nebenflüsse. Die dafür errichteten Querbauwerke bilden oftmals unüberwindbare Hindernisse für aquatische Organismen und behindern den Transport von Sedimenten. Aufgrund der so entstandenen mangelnden ökologischen Durchgängigkeit können die im Gewässer lebenden Organismen nicht zwischen ihren von Natur aus miteinander vernetzten Lebensräumen wandern. Diese und weitere Umstände wie z.B. Gewässerverunreinigungen, Nährstoffeinträge oder die Urbanisierung der Flussauen führten in der Vergangenheit im Einzugsgebiet der Ruhr zu einer deutlichen Veränderung der Fischfauna. Hierzu zählt auch der Verlust diadro-

mer sowie einiger potamodromer Fischarten wie z.B. Nase, Quappe, Flussneunauge, Schneider, Schlammpeitzger.

Insgesamt ist eine Gefährdung der diadromen und streng rheophilen, Strömung liebenden Arten sowie von Arten mit einem starken Auenbezug festzustellen, da vor allem diese Fischarten auf eine longitudinale bzw. laterale Durchgängigkeit angewiesen sind. Ungefährdet sind demgegenüber vor allem die eurytopen Arten wie Rotaugen, Flussbarsch und Brasse. Sie haben keine speziellen Anforderungen an ihre Lebensräume und können in den aufgestauten und strömungsberuhigten Flussabschnitten der Ruhr stabile Populationen bilden.

Auf Grundlage von Aufzeichnungen zum historischen Fischvorkommen sind in der Ruhr und ihren Nebengewässern insgesamt 38 Arten als potenziell natürlich vorkommend anzusehen. Davon sind derzeit 30 Arten als rezent anzutreffen [10.4]. Tabelle 10.1 gibt einen Überblick über die potenziell natürliche sowie die heutige Fischfauna. Sie enthält hingegen keine Angaben zu Populationsgröße und -qualität der jeweiligen Fischart, weil darin auch Einzelnachweise gelistet sind. Zu den acht fehlenden Fisch- und Rundmaularten zählen insbesondere die diadromen Arten Meerneunauge, Maifisch, Lachs und Meerforelle sowie die potamodromen Arten Bitterling, Schlammpeitzger, Steinbeißer und Zwergstichling. „Neubürger“ in der unteren Ruhr sind die Schwarzmaulgrundel, der Zander sowie der Europäische Wels [10.5].

Nach einer Studie des Deutschen Rats für Landespflege aus dem Jahr 2010 [10.6] bewegt sich die Fischfauna in der unteren Ruhr auf einem befriedigenden Niveau, das nicht mehr durch eine mangelhafte Wasserqualität beeinträchtigt wird. Trotzdem ist kein typgerechter guter Zustand vorhanden, da dieser Bereich der Ruhr als „Oberer Barbentyp Mittelgebirge“ (FiGt 10) durch Stauhaltungen geprägt ist. Um der heutigen Nutzung und der anthropogenen Überformung des Gewässers sowie den damit verbundenen erheblichen Abweichungen vom Gewässerleitbild ausreichend Rechnung zu tragen, weist der Umsetzungsfahrplan Untere Ruhr dem betrachteten Gewässerabschnitt den für Flussstauhaltungen und Rückstaubeiche angepassten Fischgewässertypen „Unterer Barbentyp Mittelgebirge“ (FiGt 11*) zu.

Zwar sind die Leitarten der Barbenregion hier trotz einer veränderten Hydromorphologie vorhanden, sie weisen aber nur relativ geringe Abundanzen auf und werden vor allem in den Stauhaltungen durch Arten der Brassenregion als Anpassung an die veränderten hydraulischen Bedingungen ersetzt. Dies zeigt sich auch in aktuellen Befischungsergebnissen. Bedeutende Arten wie Barbe, Elritze und Groppe sind nur vereinzelt vorhanden. Es dominieren Rotaugen, Barsch, Aal, Kaulbarsch, Brasse und Döbel [10.6].

Aufgrund der großen Habitatvielfalt beherbergen die „Großen Flüsse des Mittelgebirges“ eine artenreiche und im Längsverlauf variable Fischzönose. Flussabwärts tritt ähnlich der Wirbellosenbesiedlung eine allmähliche Verschiebung der Lebensge-

Tabelle 10.1: Potenziell natürlich und aktuell vorkommende Fischarten im Ruhr-Einzugsgebiet

Table 10.1: Fish species naturally occurring in the Ruhr catchment area, potentially and currently

Fischart	potenziell natürlich vorkommend	aktuell vorkommend
Aal	X	X
Aland	X	X
Äsche	X	X
Bachforelle	X	X
Bachneunauge	X	X
Barbe	X	X
Barsch	X	X
Bitterling	X	
Brasse	X	X
Döbel	X	X
Dreistachliger Stichling	X	X
Elritze	X	X
Flunder	X	X
Flussneunauge	X	X
Gründling	X	X
Güster	X	X
Hasel	X	X
Hecht	X	X
Karusche	X	X
Kaulbarsch	X	X
Koppe	X	X
Lachs	X	
Maifisch	X	
Meerforelle	X	
Meerneunauge	X	
Moderlieschen	X	X
Nase	X	X
Quappe	X	X
Rapfen	X	X
Rotaugen	X	X
Rotfeder	X	X
Schlammpeitzger	X	
Schleie	X	X
Schmerle	X	X
Schneider	X	X
Steinbeißer	X	
Schwarzmaulgrundel		X
Ukelei	X	X
Wels		X
Zwergstichling	X	
Zander		X

- [10.1] MKULNV: Steckbriefe der Planungseinheiten in den nordrhein-westfälischen Anteilen von Rhein, Weser, Ems und Maas; Oberflächengewässer und Grundwasser im Teileinzugsgebiet Rhein/Ruhr. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV NRW), Düsseldorf, 2015. www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/pe-stb_2016-2021_ruhr_final.pdf, Zugriff 5. Juni 2018
- [10.2] Ruhrfischereigenossenschaft: 125 Jahre Ruhrfischereigenossenschaft - 1881 bis 2006, Festschrift, Essen, August 2006.
- [10.3] Kamp H. A.: Beschreibung des Kreises Duisburg, 1835, Mülheim/R.: Siepmann 1966. 180S. (StB Mülheim/R., UB Bonn, StUB Köln, StB Essen). <http://land-dinlaken.de/images/stories/HeimatKalender/hk%201954/hk%201967/HK1967--von-kamp-liebe-zu-geistigen-getraenken--45.pdf>, Zugriff 5. Juni 2018
- [10.4] Dumont U., Bauerfeind C., Keunecke R., Schwevers, U. & Adam, B.: Studie zur Durchgängigkeit der Ruhr und ihrer Nebengewässer, Essen, 2003, unveröffentlicht.
- [10.5] Kühlmann M., Weyand M. & Knotte H.: Die Wiederherstellung der Fisch-durchgängigkeit an der Ruhr-Staustufe Baldeney – Hintergrund und Projektübersicht. WasserWirtschaft, 105. Jahrgang, Heft 11/2015, Seite 14 bis 22.
- [10.6] Deutscher Rat für Landespflege: Operationalisierung des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzeptes für die Planungseinheit PE_RUH_1000 „Untere Ruhr“, Bonn, 2010.

meinschaft von den mittelgroßen Flüssen bis zu den großen Gewässern und deren Mündungsbereichen ein. Dementsprechend wird die untere Ruhr in zwei Fischgewässertypen (FiGt) mit jeweiligen Leit- und Begleitfischarten eingeteilt:

1. Der Obere Barbentyp Mittelgebirge (FiGt 10) ist typisch für den schottergeprägten Fluss des Grundgebirges. Er umfasst mehrere mittelgroße bis große Flussbereiche im Übergang von den Mittelgebirgen zum Tiefland. Leitarten sind Elritze, Schmerle, Barbe, Döbel, Hasel, Nase und Koppe.
2. Der Untere Barbentyp Mittelgebirge (FiGt 11) schließt sich flussabwärts an den Oberen Barbentyp an. Die Flussbereiche sind größer, weniger stark fließend und das Wasser wärmt sich im Sommer stärker auf. Die kiesigen Anteile der Sohle nehmen zugunsten der Weichsubstratanteile, vor allem Sand, ab. Da es verstärkt zur Bildung von Auenstrukturen kommt, sind typische Auenspezies für die Fischfauna hier charakteristisch. Leitarten sind Ukelei, Hasel, Rotauge, Barbe, Döbel, Barsch, Nase, Güster und Brasse. (Bild 10.2)

In beiden Fischgewässertypen treten zudem Bach-, Fluss- und Meerneunauge sowie Aal, Lachs und Meerforelle als Wanderfische auf.

Die Nebengewässer der Ruhr sind in die nachfolgend dargestellten Fischgewässertypen eingeteilt: „Unterer Forellentyp Tiefland“ (FiGt 6), „Oberer Forellentyp Mittelgebirge“ (FiGt 1), „Oberer Forellentyp Karstgebirge“ (FiGt 3), „Unterer Forellentyp Mittelgebirge“ (FiGt 2), „Äschentyp Mittelgebirge“ (FiGt 9). Die Leitarten der jeweiligen Fischgewässertypen sind in Tabelle 10.2 dargestellt.

Querbauwerke in der unteren Ruhr

Aufgrund ihrer räumlichen Lage am Südrand des Ruhrgebietes sind die Ruhr und ihre Nebengewässer durch zahlreiche Nutzungsansprüche geprägt und verfügen über eine Vielzahl von

Querbauwerken. Auf Basis der Inhalte einer Datenbank zu den Querbauwerken in Nordrhein-Westfalen, die das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen pflegt und neben Querbauwerksinformationen auch Angaben zu Brücken, Durchlässen, Verrohrungen, Wasserkraftanlagen und Fischaufstiegsanlagen enthält, summieren sich diese Hindernisse mit Stand Februar 2018 auf insgesamt 1.585 Objekte.

Zur weiteren Verwendung der Datenbankinhalte für die durchgeführten Habitatanalysen war es notwendig, die vorhandenen Informationen aufzubereiten und jedes Objekt im Hinblick auf die Einstufung als ein Durchgängigkeitshindernis zu selektieren. Gemäß der von Euler und Müller (2016) beschriebenen Vorgehensweise gelten folgende Bauwerke als Durchgängigkeitshindernisse [10.7]:

- Verrohrungen oder Durchlässe
 - mit mehr als 5 m Länge und mit fehlenden oder wenigen Sedimenten in der Verrohrung bzw. im Durchlass
 - mit mehr als 20 m Länge
- Abstürze mit Absturzhöhen von mehr als 10 cm
- Bewegliche Wehre, bei denen die Absturzhöhe oder die Verschlusshöhe größer als 10 cm ist.
- Streichwehre mit Bauhöhen von mehr als 10 cm
- Düker, die aufgrund ihrer Bauform die Durchgängigkeit verhindern
- Dämme, Talsperren, Schöpfwerke und Pumpwerke
- Rampen und Gleiten
 - mit einer Neigung von mehr als 1:10 oder
 - mit einem Rückstau von mehr als 100 m
- Sohlschwelen mit einem Rückstau von mehr als 100 m

Unter Anwendung der vorgenannten Kriterien auf den für die untere Ruhr geltenden Datensatz reduzieren sich die potenziellen Wanderhindernisse auf eine Anzahl von 426 Bauwerken (Bild 10.3). Sohlrampen und Sohlgleiten wurden dabei aufgrund mangelhafter Informationen vereinfachend als



Bild 10.2: Fischarten der Planungseinheit Untere Ruhr: Barbe (links, Leitfischart) und Lachssmolt (rechts potenziell natürlich vorkommende Art)
 Fig. 10.2: Fish species in the planning unit Lower Ruhr: barbel (left, leading fish species) and young salmon (right, potentially natural occurrence)

Tabelle 10.2: Leitarten der Fischgewässertypen in der Planungseinheit Untere Ruhr
 Table 10.2: Leading species in the different types of fish waters in the planning unit Lower Ruhr

FiGt 1	FiGt 2	FiGt 3	FiGt 6	FiGt 9	FiGt 10	FiGt 11
Bachforelle	Bachforelle	Bachforelle	Koppe	Koppe	Elritze	Ukelei
Koppe	Koppe	Koppe	Schmerle	Elritze	Schmerle	Hasel
		Schmerle	Stichling	Döbel	Barbe	Rotauge
			Gründling	Bachforelle	Döbel	Barbe
			Bachforelle	Schmerle	Hasel	Döbel
			Steinbeißer	Äsche	Nase	Barsch
					Koppe	Nase
						Güster
						Brassen
						Elritze

durchgängig eingestuft. Wasserkraftanlagen sind indirekt über den eigentlichen Bauwerkstyp am Standort (bspw. Streichwehr) berücksichtigt.

Status quo der vorhandenen Fischaufstiegsanlagen

In der Planungseinheit Untere Ruhr existieren an den 322 als Durchgängigkeitshindernis bewerteten Querbauwerken 18 Fischwanderhilfen. Davon befinden sich elf Anlagen im Hauptlauf (siehe Bild 10.4) und sieben in Nebengewässern der Ruhr. Die an den Querbauwerken der unteren Ruhr zwischen den Jahren 2000 und 2017 neu gebauten Fischwege sind in

der Tabelle 10.3 aufgeführt. Da diese bis auf das Umgehungsgerinne an der Stauanlage des Harkortsees nach dem Jahr 2005 gebaut und somit nach dem Handbuch Querbauwerke NRW [10.8] oder dem Regelwerk DWA M-509 [10.9] bemessen

- [10.7] Euler T. & Müller A.: GIS-gestützte Bestimmung des Lebensraumgewinns durch Rückbau von Querbauwerken in NRW. In: NUA Lebendige Gewässer – Sohle, Ufer, Aue, Recklinghausen, 2016.
- [10.8] Dumont U., Anderer P. & Schwevers U.: Handbuch Querbauwerke, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und ländlichen Raum NRW, Düsseldorf, 2005.
- [10.9] DWA: Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke: Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung; Merkblatt DWA-M 509, Hennef, 2014.

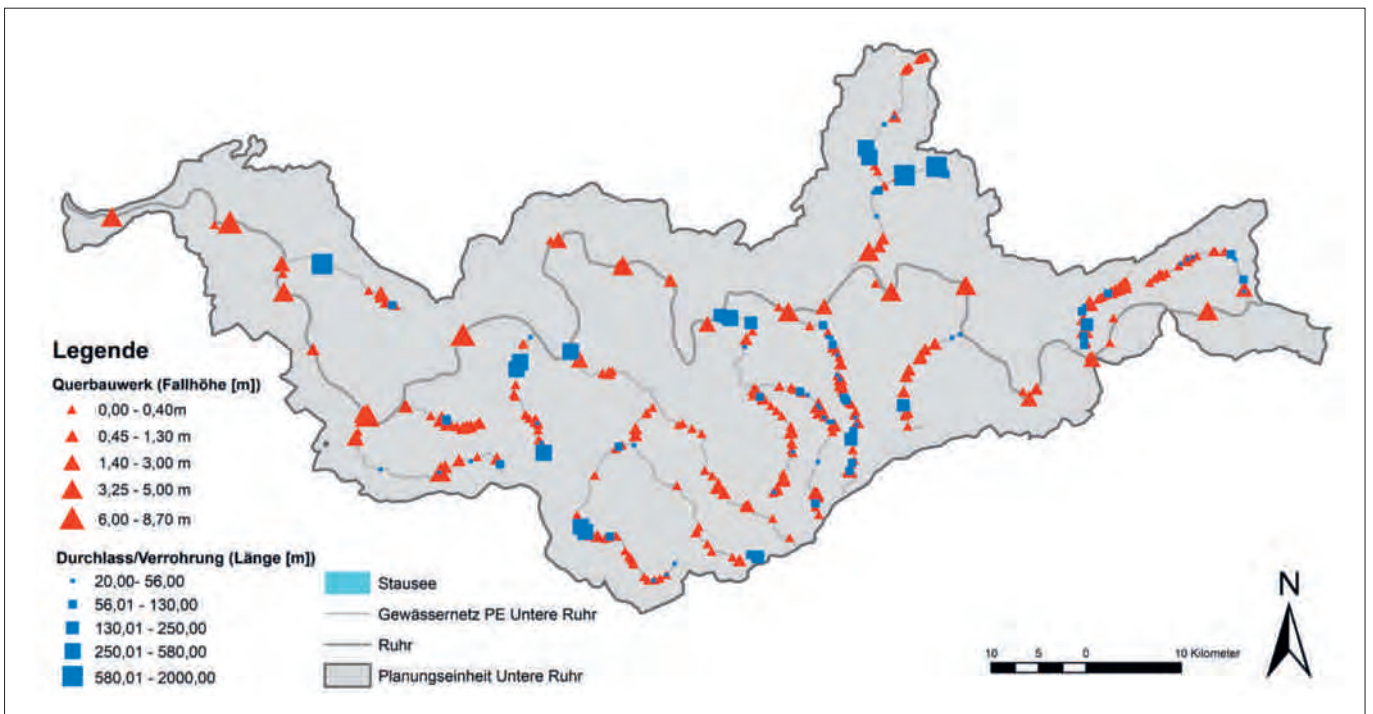


Bild 10.3: Querbauwerke (n = 322), bestehend aus Abstürzen, bewegliche Wehren, Dämmen, Streichwehren und sonstige Bauwerken, sowie Durchlässe und Verrohrungen (n = 104) in der Planungseinheit Untere Ruhr (Stand Februar 2018)
 Fig. 10.3: Weirs (n = 322), including drops, movable weirs, dams, side weirs and other constructions as well as passages and pipework in the planning unit Lower Ruhr (as of February 2018)

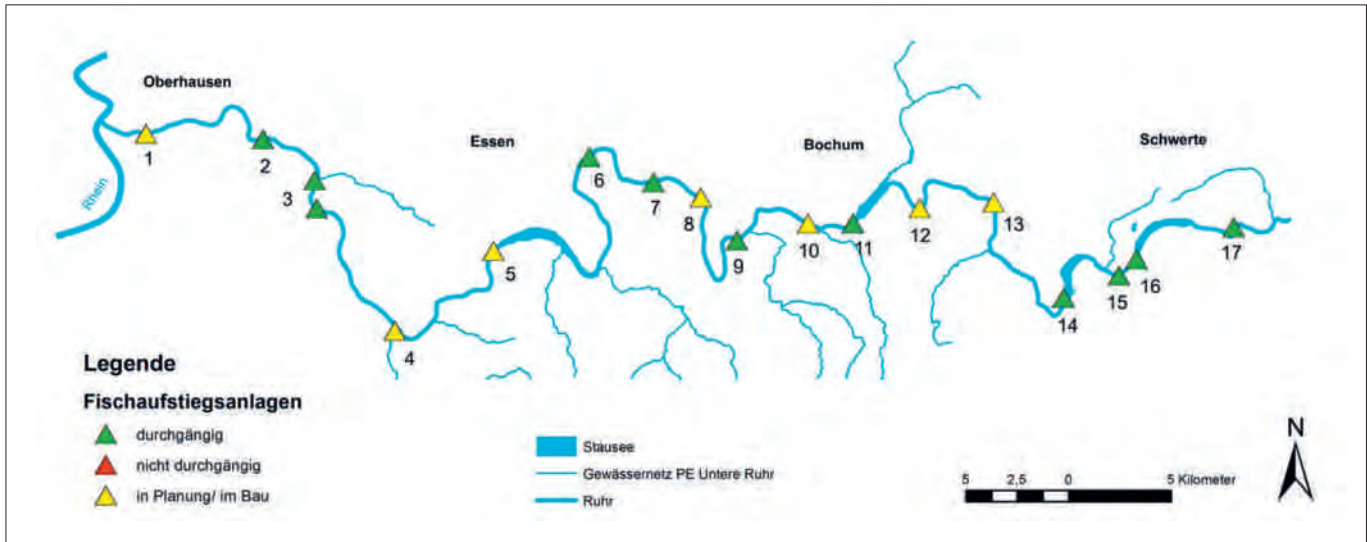


Bild 10.4: Vorhandene (n =11) und in Planung/im Bau (n = 7) befindliche Fischaufstiegsanlagen an der unteren Ruhr (Stand Dezember 2017)
 Fig. 10.4: Existing (n =11) upstream fish passes and those planned/under construction (n = 7) along the lower Ruhr (as of December 2017)

sen wurden, kann davon ausgegangen werden, dass diese Anlagen dem aktuellen Stand der Technik entsprechen. Die zeitlich vorher errichtete Fischaufstiegsanlage an der Staustufe Harkortsee kann aber ebenfalls als funktionsfähig eingestuft werden, da sie die geometrischen und hydraulischen Grenzwerte einhält und zudem ein fischbiologisches Monitoring ihre Funktionsfähigkeit bestätigte. Die übrigen sechs Fischaufstiegsanlagen an der unteren Ruhr existieren bereits erheblich länger. Daher kann ihre Bauweise vom aktuellen Stand der Technik abweichen. Bild 10.4 gibt einen Überblick über die vorhandenen und nicht vorhandenen Fischaufstiegsanlagen an der unteren Ruhr.

In der Abbildung sind die Stauanlagen am Ruhrwehr in Duisburg (Nr. 1), am Kettwiger See (Nr. 4), am Baldeneysee (Nr. 5), in Dahlhausen (Nr. 8), in Blankenstein (Nr. 10), in Herbede (Nr. 12) und in Hohenstein (Nr. 13) hinsichtlich einer vorhandenen Fischaufstiegsanlage als „in Planung/im Bau“ markiert. Am Stauwehr des Baldeneysees wird aktuell das erste Fischliftsystem im Ruhreinzugsgebiet gebaut. Hierzu gab es in den letzten Jahren umfassende Voruntersuchungen [10.5]. Wenn die Funktionsfähigkeit dieser Anlage in der Praxis nachgewiesen wurde, soll diese Technologie auch am Stauwehr des Kettwi-

ger Sees realisiert werden. An allen weiteren Standorten existieren keine Fischaufstiegsanlagen oder die dort vorhandenen sind als nicht funktionsfähig eingestuft, so dass dort der Neubau von Vertical-Slot Pässen vorgesehen ist. Für die Fischaufstiegsanlage in Bochum Dahlhausen steht eine entsprechende Prüfung noch aus. Besondere Bedeutung kommt dabei dem ersten Stauwehr, auch als Tor in das Ruhreinzugsgebiet bezeichnet, kurz vor der Mündung der Ruhr in den Rhein zu. Da die vorhandene Anlage nicht ihren Zweck als Wanderkorridor erfüllt, ist das Ruhreinzugsgebiet für aquatische Organismen vom Rhein abgeschnitten. Insbesondere für die diadromen Fischarten verhindert eine nicht durchgängige Anlage den Weg zu möglichen Laichgebieten im Ruhrsystem. Im Falle einer zukünftigen Durchgängigkeit aller Querbauwerke in der unteren Ruhr wäre die Ruhr für diadrome Arten bis zur Mündung der Lenne (Ruhr km 92,8) wieder durchwanderbar. Dies ist bedeutsam, da in der Lenne und in weiteren Nebengewässern wichtige potenzielle Laichareale (Äschenregion) für die Fischarten Lachs, Fluss- bzw. Meerneunauge und Meerforelle liegen. Allerdings müssen dazu auch alle weiteren Querbauwerke in der Lenne und den Nebengewässern durchgängig gestaltet werden.

Habitats in der Planungseinheit Untere Ruhr

Areale für die unterschiedlichen Phasen des Lebenszyklus von Fischen und deren Ausprägung als Habitat sind grundlegende Voraussetzung für die Etablierung einer natürlichen Fischfauna in Gewässern. Um für die Planungseinheit Untere Ruhr Informationen über potenzielle Habitats zusammenzutragen, wurden zu deren Identifikation und Darstellung Habitatmodellierungen durchgeführt [10.10]. Habitatmodelle sind in der Wissenschaft weit verbreitete Instrumente zur Beschreibung und Kartierung von Lebensräumen. Auch kom-

Tabelle 10.3: Als funktionsfähig einzustufende Fischaufstiegsanlagen an der unteren Ruhr

Table 10.3: Functioning upstream fish passes in the lower Ruhr

Standort	Nr.	Baujahr	Bauart
Raffelberg	2	2006	Vertical-Slot-Pass
Kemnader See	11	2011	Vertical-Slot-Pass
Harkortsee	14	2004	Umgehungsgerinne
Hengsteysee	16	2008	Vertical-Slot-Pass
Westhofen	17	2011	Vertical-Slot-Pass

plexe ökologische Systeme wie Fließgewässer und ihre Lebensräume, die eine Vielzahl von Zusammenhängen zwischen biotischen und abiotischen Komponenten beinhalten, können damit abgebildet werden. Derartige modelltechnische Anwendungen werden z.B. in Radinger und Wolter [10.11] und Teschlade und Niemann [10.12] beschrieben.

Im vorliegenden Fall erfolgte eine derartige Habitatmodellierung mit dem Software Paket MaxEnt [10.13]. MaxEnt ist eine frei verfügbare Software, die der Vorhersage der potenziellen Verbreitung von Tier- oder Pflanzenarten auf der Grundlage punktueller Verbreitungsangaben und bestimmter Umweltfaktoren dient. Die Software basiert auf dem Prinzip der „Maximum-Entropie-Methode“. Dabei wird versucht, in Abwesenheit von Informationen die Entropie der Voraussagewahrscheinlichkeit zu maximieren. Mit diesem Ansatz können auf Basis von unvollständigen Informationen („presence-only / Vorkommensdaten“) Voraussagen oder Rückschlüsse aus begleitenden Habitatinformationen getroffen werden. Das Ziel von MaxEnt ist es, eine Wahrscheinlichkeitsverteilung zu erhalten, indem

die Bereiche der höchsten Informationsdichte (Entropie) gefunden werden [10.14]. Zu deren Berechnung werden für die jeweils differenziert betrachtete Fischart georeferenzierte

- [10.10] Teschlade D., Niemann A.: *Fischfauna und Durchgängigkeit in der Planungseinheit der Unteren Ruhr, Untersuchung im Auftrag des Ruhrverbandes, unveröffentlicht, Universität Duisburg-Essen, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Essen, 2018.*
- [10.11] Radinger J. & Wolter C.: *Disentangling the effects of habitat suitability, dispersal, and fragmentation on the distribution of river fishes. Ecological Applications, 25, 914-927, 2015.*
- [10.12] Teschlade D. & Niemann A.: *Analysis of contributions and uncertainties of fish population models for the development of river continuity concepts in the river basin Ruhr, Germany. Sustainable Hydraulics in the Era of Global Change: Proceedings of the 4th IAHR Europe Congress (Liege, Belgium, 27-29 July 2016), CRC Press, 89, 2016.*
- [10.13] Phillips S. J., Anderson R. P. & Schapire, R. E.: *Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling, 190, 231-259, 2006.*
- [10.14] Phillips S. J., Dudik M. & Schapire, R. E.: *A maximum entropy approach to species distribution modeling. Proceedings of the twenty-first international conference on Machine learning, 2004. ACM, 83, 2004.*

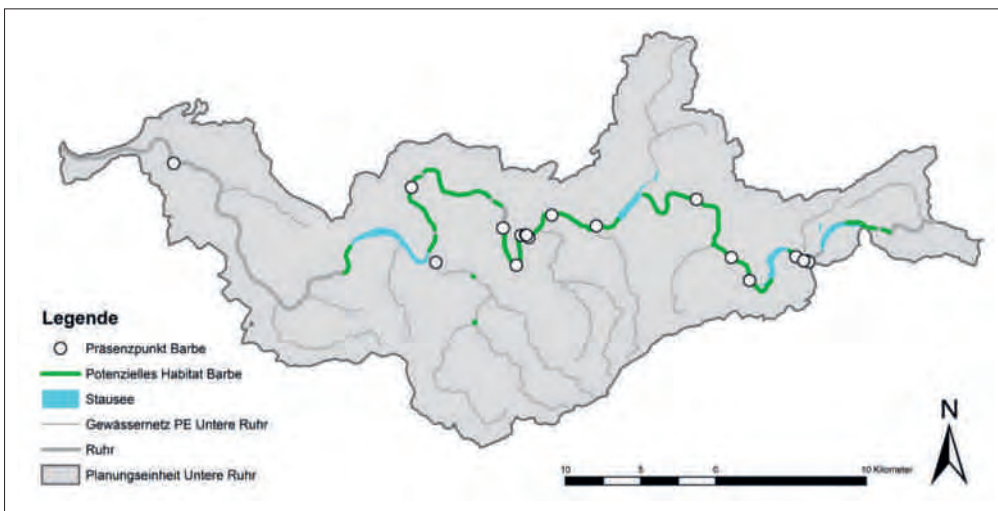


Bild 10.5: Habitateignungskarte für die Barbe (basierend auf 256 Präsenzpunkten des Einzugsgebietes der Ruhr)
Fig. 10.5: Map of suitable habitats for barbel (based on 256 points of presence in the Ruhr catchment area)

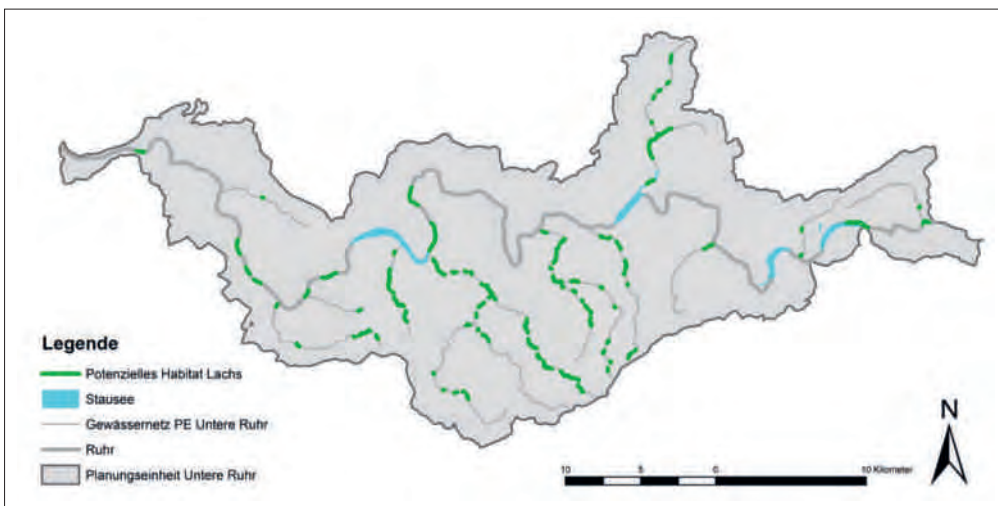


Bild 10.6: Habitateignungskarte für den Lachs (basierend auf 259 Präsenzpunkten des Einzugsgebietes der Sieg)
Fig. 10.6: Map of suitable habitats for salmon (based on 259 points of presence in the Sieg catchment area)

Informationen über deren Verbreitung sowie Umweltvariablen im untersuchten Gebiet (z. B. Temperatur, Informationen zur Höhenlage, Topographie etc.) benötigt.

Die Verbreitungsangaben zu den betrachteten Fischarten stammen vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Die Daten sind in der FischInfo NRW Datenbank online einsehbar und können kostenfrei heruntergeladen werden. Für die Habitatmodellierung wurden die aus dem Ruhreinzugsgebiet vorliegenden Befischungsergebnisse für den Zeitraum der Jahre von 2002 bis 2017 verwendet. Daraus resultieren Daten von 667 beprobten Stellen, an denen 42 Arten aus 14 Familien gefunden und dokumentiert wurden. Die zur Modellierung nötigen Umweltvariablen wie beispielsweise Ufer- und Sohlstruktur, Geländehöhe, Strömungsdiversität und Profiltyp basieren im Wesentlichen auf den Haupt- und Nebenparametern der Gewässerstrukturgüte-Kartierung. Insgesamt wurden 41 Umweltvariablen berücksichtigt, die etwa 94 % der gesamten betrachteten Fließstrecke beschreiben.

Die Modellierung wurde für alle 18 Leit- und Begleitarten der Barbenregion sowie für den Lachs durchgeführt und somit potenzielle Habitate unter Anwendung artspezifischer Grenzwerte ermittelt. Da der Lachs bisher im Ruhrsystem weitestgehend fehlt, wurden zur Habitatanalyse für diese Art Daten-

sätze des Sieg-Einzugsgebietes analysiert und die sich daraus ergebenden Resultate mit dem Ruhrsystem abgeglichen. Im Ergebnis liefert die Modellierung auf Basis der verwendeten Eingangsdaten Informationen zur Wahrscheinlichkeit eines Vorkommens der betrachteten Art im untersuchten Gebiet. Diese Informationen wiederum lassen sich in einer Karte der Habitateignung übersetzen, die geeignete und nicht geeignete Gebiete darstellt. Die Bilder 10.5 und 10.6 zeigen beispielhaft die Habitateignungskarten für die Leitfischart Barbe sowie für den Lachs, jeweils dargestellt für die Gewässer in der Planungseinheit Untere Ruhr.

Erreichbarkeit der Habitate

Die Minimalanforderung an die stromaufwärts gerichtete Durchgängigkeit von Fließgewässern ist die Möglichkeit, dass diadrome und potamodrome Fischarten selbsttätig ihr Besiedlungsareal ausdehnen können. In vielen kleineren Gewässern ist dies durch unpassierbare Querbauwerke unterbunden, so dass auch häufige und anspruchslose Arten wie Hasel, Döbel, Plötze und Gründling gewässeraufwärts beträchtliche Arealverluste erleiden [10.15]. Auf Grundlage der Modellierungsergebnisse sind auch im Einzugsgebiet der Planungseinheit Untere Ruhr geeignete Habitate vorhanden, die eine Reproduktion der betrachteten Fischarten ermöglichen. Mit der Wiederherstellung der Durchwanderbarkeit könnten die Fische

Tabelle 10.4: Potenzielles sowie davon erschlossenes und nicht erschlossenes Habitat für die 18 in der Planungseinheit Untere Ruhr betrachteten Fischarten
Table 10.4: Potential habitat – developed and undeveloped – for the 18 fish species monitored in the planning unit Lower Ruhr

	Pot. Habitat PE Untere Ruhr		Erschlossenes Habitat		Nicht erschlossenes Habitat	
	km	%	km	%	km	%
Äsche	0	0	0	0	0	0
Bachforelle	58,2	22,8	22,4	38,5	35,8	61,5
Barbe	46,5	18,2	42,2	90,8	4,3	9,3
Barsch	92,2	36,1	76	82,4	16,2	17,6
Brassen	67,4	26,4	60	89	7,4	11
Döbel	117,4	46	90,6	77,1	26,8	22,9
Dreist. Stichling	91,8	35,9	41,8	45,6	50	54,4
Elritze	15,9	6,2	14,3	90	1,6	10,1
Groppe	50,1	19,6	20,2	40,3	29,9	59,7
Gründling	99,8	39,1	72	72,1	27,8	27,9
Hasel	106	41,5	70,3	66,3	35,7	33,7
Hecht	89	34,8	70,2	78,9	18,8	21,1
Lachs	37,3	14,5	0	0	37,3	100
Nase	6,6	2,6	0	0	6,6	100
Rotauge	109,4	42,8	81,7	74,7	27,7	25,3
Schleie	81,1	31,7	72,5	89,4	8,6	10,6
Schmerle	124,3	48,6	86,5	69,6	37,8	30,4
Ukelei	62,4	24,4	55,9	89,6	6,5	10,4
Durchschnitt	69,7	27,3	48,7	69,8	21	30,2

diese erreichen und sich erfolgreich reproduzieren. Jungfische können dann auch ihre Aufwuchshabitate bzw. andere Gewässerabschnitte besiedeln und die Artausbreitung im Ruhrsystem vollziehen.

Für die Identifikation bereits erschlossener und nicht erschlossener Habitate erfolgte die Kombination der Ergebnisse aus den Habitatmodellierungen mit den derzeitigen Vorkommensdaten einer Art und den vorhandenen Querbauwerksinformationen. Dazu ist in ArcGIS das Routingverfahren angewendet worden, das die Gewässerstrecken zwischen jedem nicht durchgängigen Querbauwerk ermittelt. Durch die Überlagerung dieser Streckeninformationen mit den Verbreitungsangaben der betrachteten Art konnten Gewässerabschnitte bestimmt werden, die ein potenzielles Habitat aufweisen, aber nicht erschlossen sind. Tabelle 10.4 fasst die Ergebnisse dieser Analyse zusammen.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass im Durchschnitt etwa 64 % der als Habitat ausgewiesenen Gewässerabschnitte erschlossen sind. Lebensräume von Arten, deren präferiertes Habitat im Hauptlauf der Ruhr liegt (Barbe, Barsch, Brassen, Döbel, Elritze, Schleie, Ukelei), sind sogar zu mehr als 80 % erschlossen. Dies ist unter anderem auf die geringe Fragmentierung der Ruhr sowie auf die dort bereits vorhandenen Fischaufstiegsanlagen zurückzuführen. Zudem ist es möglich, dass sich zwischen den Bauwerken isolierte Unterpopulationen gebildet haben.

Betroffen von der Unterbrechung der flussaufwärts gerichteten Durchgängigkeit sind besonders die diadromen Arten wie der Lachs sowie kleinere potamodrome Arten wie z.B. der Dreistachlige Stichling oder die Groppe, deren präferierte Habitate vorrangig in den Nebengewässern der Ruhr liegen. Als potenzielle Habitate für diese Arten, aber auch z.B. für den Lachs, eignen sich vor allem das Deilbachsystem (Deilbach, Hardenberger Bach und Felderbach) sowie der Paasbach und

der Sprockhöveler Bach. Bild 10.7 zeigt die prozentuale Verteilung der ausgewiesenen Habitate zwischen Hauptlauf der Ruhr (schwarz) und den Nebengewässern (grau) in der Planungseinheit Untere Ruhr.

Für den adulten Lachs sind in der Planungseinheit Untere Ruhr etwa 37 km Fließstrecke als potenzielles Habitat ausgewiesen worden, von denen für die Art aktuell null Prozent erreichbar sind. Dies ist im Wesentlichen auf die bisher nicht durchgängigen Querbauwerke in der unteren Ruhr sowie die Querbauwerke in den Nebengewässern zurückzuführen. Die untere Ruhr dient den Lachsen dabei vorrangig als Wanderkorridor, wohingegen die Nebengewässer potenzielle Laich- und Aufwuchshabitate darstellen.

Der Umbau bzw. Rückbau ausgewählter Querbauwerksstandorte würde sowohl die Wiederansiedlung diadromer Arten als auch potamodromer Arten ermöglichen.

Zusammenfassung und Ausblick

Trotz bereits vorhandener Fischaufstiegsanlagen und einer in den letzten Jahrzehnten stetig verbesserten Wasserqualität weist die untere Ruhr keinen typgerecht guten Zustand auf, da die Leitarten der hier vorherrschenden Barbenregion zwar vorhanden sind, jedoch in nur relativ geringen Abundanzen. Um mit Blick auf die weiterhin notwendigen Aktivitäten zur Wiederherstellung der flussaufwärts gerichteten Durchgängigkeit eine Aussage zu erhalten, welche Verbesserungen hierdurch für die Fischfauna der unteren Ruhr zu erzielen sind, erfolgte

[10.15] Schwevers U. & Adam B.: Arealverluste der Fischfauna am Beispiel der Zerschneidung des hessischen Gewässersystems der Lahn durch unpassierbare Querbauungen. *Natur und Landschaft*, 72, 396-400, 1997.

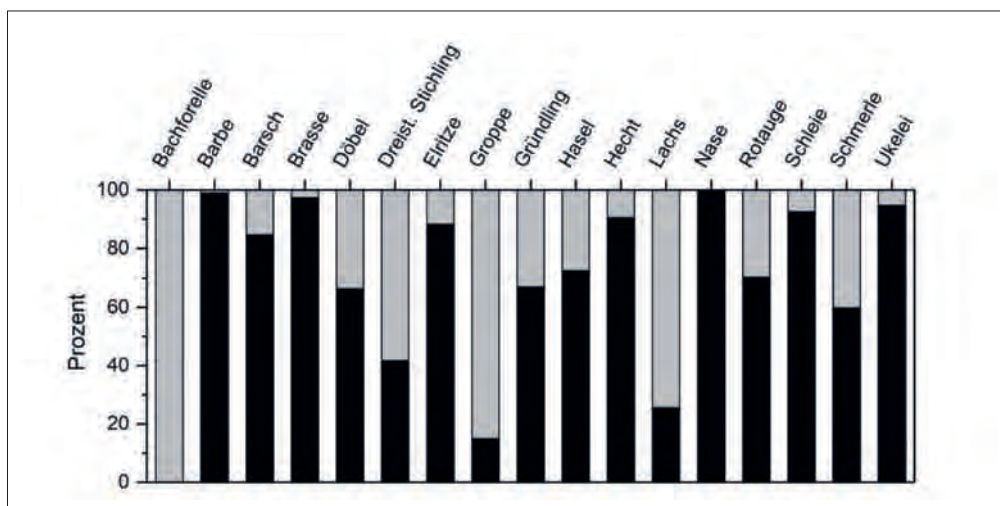


Bild 10.7: Prozentuale Verteilung der ausgewiesenen Habitate zwischen dem Hauptlauf der Ruhr (schwarz) und den Nebengewässern (grau) in der Planungseinheit Untere Ruhr

Fig. 10.7: Percentage distribution of designated habitats between the Ruhr's main stream (black) and the tributaries (grey) in the planning unit Lower Ruhr

in modellhafter Form eine Analyse der hier vorhandenen potenziellen Habitats und deren Erreichbarkeit. Derartige Habitatmodellierungen sind im Bereich der Ökologie eine weit verbreitete Methodik, um unter Verwendung biotischer und abiotischer Faktoren Aufschluss über die Entwicklungen von Lebensräumen zu erhalten und damit die Entscheidungsfindung von Maßnahmen zu unterstützen.

Insgesamt sind Habitatmodelle für 18 Leit- und Begleitfischarten erstellt worden, die Aussagen zu den maßgeblichen Umweltparametern für das Vorkommen einer Art liefern und Auskunft über potenzielle Verbreitungsmöglichkeiten im Gewässernetz geben. Sie zeigen auf, welche große Bedeutung gerade die Nebengewässer für die Entwicklung und den Erhalt der Ruhr-Fischfauna haben. Hier befinden sich die potenziellen Laich- und Jungfischhabitats vieler, für die Bewertung der biologischen Qualitätskomponente Fische bedeutender Arten. Die Ruhr selbst stellt für sie hingegen primär den Wanderkorridor dorthin sowie Aufwuchs-, Fraß- und Estandshabitats dar. Etwas anders verhält sich dies für Fischarten mit starkem Auenbezug. Hier ist die Ruhr an sich ein bedeutender Lebensraum und die Anbindung des Flusses an intakte Auen ermöglicht diesen Fischarten die Reproduktion und das Aufwachsen der Jungfische. In Kombination mit Querbauwerksinformationen können aus den Ergebnissen Priorisierungskonzepte für den Rückbau sowie den Umbau von Querbauwerken abgeleitet werden, die für strategische Überlegungen zur Wiederansiedlung rezenter Arten helfen.

In der unteren Ruhr ist an den 17 dort vorhandenen Querbauwerken die aufwärtsgerichtete Fischwanderung durch den Bau von Fischaufstiegsanlagen weitestgehend hergestellt oder befindet sich aktuell in der Planung oder im Bau. So wird es den aus dem Rhein aufsteigenden diadromen Arten sowie den potamodromen Fischen in den nächsten Jahren möglich sein, die untere Ruhr zu durchschwimmen und Nebengewässer wie Paasbach, Deilbach und Lenne zur Reproduktion zu erreichen. Damit sich in der unteren Ruhr die Qualität der Fischfauna deutlich verbessern kann, ist es also unabdingbar, dass auch in den bedeutenden Nebengewässern die longitudinale Durchgängigkeit und damit die Vernetzung bedeutender Teillebensräume wieder hergestellt werden.

Danksagung

Dieser Beitrag basiert weitgehend auf Ergebnissen, die Daniel Teschlade, M.Sc., in Teilen für seine Promotion zum Thema „Entwicklung eines GIS-basierten Modellansatzes zur Bewertung der ökologischen Durchgängigkeit am Beispiel des Ruhr-Einzugsgebietes“ ermittelt hat. Diese Promotion ist Resultat eines Projekts, das im Rahmen des Forschungskollegs FutureWater am Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der Universität Duisburg-Essen bearbeitet wurde.

11 Registrierte Gewässerverunreinigungen im Jahr 2017

Im Kalenderjahr 2017 ist dem Ruhrverband bzw. den ansässigen Wasserwerken nur eine als relevant einzustufende Gewässerverunreinigung gemeldet worden. Ereignisse, bei denen es sich lediglich um vorsorgliche Meldungen handelte, sowie offensichtliche Bagatellfälle werden bei der folgenden Berichterstattung für das Jahr 2017 nicht berücksichtigt.

Am 22. Februar 2017 wurden verendete Fische im Entlastungskanal des Regenüberlaufbeckens auf dem Gelände des Pumpwerks Volmarstein vorgefunden. Es handelte sich dabei um eine größere Anzahl (etwa 50 Stück) Rotaugen. Da im vorangegangenen Zeitraum kein Entlastungsereignis stattgefunden hatte, stammten die Fische sehr wahrscheinlich aus der Ruhr. Diese sind bei einem erhöhten Ruhrwasserspiegel vermutlich über den Rückstau in den Entlastungskanal gelangt und bei zurückgehendem Wasserspiegel in dem trockenfallenden Kanal verendet. Die Trinkwassergewinnung war erwartungsgemäß nicht beeinträchtigt.

12 Leistungen der Kläranlagen des Ruhrverbands

Der Ruhrverband betreibt im Verbandsgebiet Kläranlagen, um die anfallenden Haushalts- und Industrieabwässer sowie das Niederschlagswasser unter Einhaltung der gesetzlichen Regelungen und Grenzwerte zu behandeln und in den natürlichen Wasserkreislauf zurückzuführen. Unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und ökologischer Aspekte wird der Betrieb der Anlagen stets weiter verbessert – insbesondere hinsichtlich des Einsatzes an Energie, Hilfs- und Betriebsstoffen.

Bei einem Anschlussgrad von über 99 % der EinwohnerInnen im Ruhreinzugsgebiet wurden auf den Verbandskläranlagen im Jahr 2017 rund 379 Mio. m³ Abwasser gereinigt. Dies entspricht einem Jahresmittelwert von 12,0 m³/s und liegt ca. 8 % über dem Vorjahreswert. Ein Anteil von 70 % dieser Menge entfällt auf die Jahresschmutzwassermenge (einschließlich Fremdwasser) mit rd. 264 Mio. m³. Die Differenz zur Jahresabwassermenge ergibt sich durch das auf den Kläranlagen mitbehandelte Niederschlagswasser. Die behandelten Abwasser- und Schmutzwassermengen der letzten fünf Jahre sind in Bild 12.1 dargestellt, dem auch der spezifische Abwasseranfall zu entnehmen ist. Die wichtigsten Kennzahlen für die Verbandskläranlagen sind der Tabelle 12.1 zu entnehmen.

Analog zu den Berechnungen der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), die einen

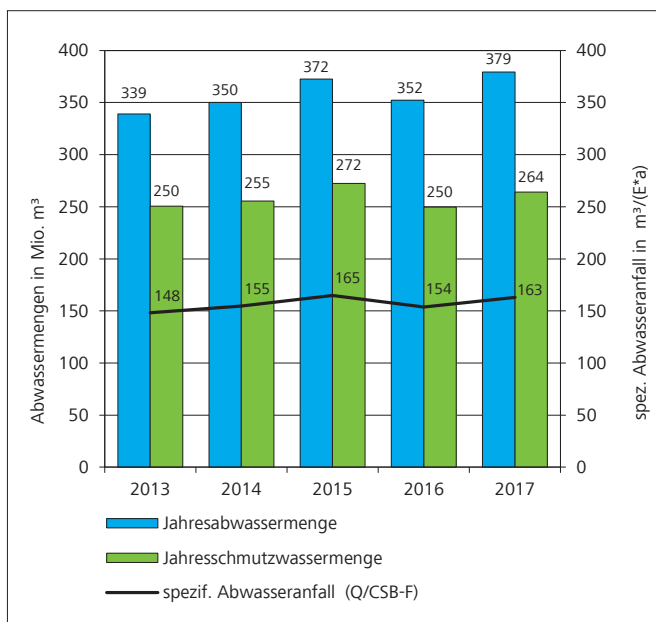


Bild 12.1: Abwassermengen und spezifischer Abwasseranfall der Ruhrverbandskläranlagen von 2013 bis 2017

Fig. 12.1: Sewage volumes and specific sewage loads at the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2013 to 2017

Tabelle 12.1: Kennzahlen der Ruhrverbandskläranlagen für das Jahr 2017

Table 12.1: Parameters of the Ruhrverband's sewage treatment plants in 2017

Anzahl Kläranlagen	65
Jahresabwassermenge	379 Mio. m ³
Jahresschmutzwassermenge	264 Mio. m ³
Gesamt-Ausbaugröße aller Anlagen	3,2 Mio. E
Angeschlossene Einwohner (Einwohnerzahl)	2,0 Mio. E
Anschlussgrad	rd. 99 %
Mittlere Einwohnerbelastung (Bezug: 120 g CSB/(E*d))	2,3 Mio. E
Verhältnis Ausbaugröße / Mittlere CSB-Belastung	1,37
85-Perzentil der Einwohnerbelastung (Bezug: 120 g CSB/(E*d))	3,0 Mio. E
Spezifischer Abwasseranfall (Bezug: mittlere CSB-Belastung)	163 m ³ /(E*a)
Spezifischer Stromverbrauch (Bezug: mittlere CSB-Belastung)	35,7 kWh/(E*a)

bundesweiten Leistungsvergleich aller Kläranlagen veröffentlicht [12.1], wird alljährlich der aktuelle Stand der Reinigungsleistung der Verbandskläranlagen ermittelt. Grundlage der Leistungszahlen bilden die mittleren Konzentrationen im Zu- und Ablauf der Kläranlagen hinsichtlich der Kenngrößen Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB), Gesamtphosphor (TP) sowie Ammoniumstickstoff (NH₄-N) und Gesamtstickstoff (TN). Die Ergebnisse im Ablauf entstammen im Wesentlichen den laufenden Untersuchungen des Betriebspersonals im Rahmen der Selbstüberwachung. Die Untersuchungsergebnisse aus den Zuläufen der Kläranlagen werden durch das Kooperationslaboratorium erhoben. In den zugehörigen Auswertungen wird die Kläranlage Hagen-Boele nicht berücksichtigt, deren kommunales Abwasser auf einer industriellen Anlage biologisch mitbehandelt wird. Tabelle 12.2 enthält die frachtgewichteten Zu- und Ablaufkonzentrationen im Abwasser.

Die Ablaufqualität des gereinigten Abwassers ist weiterhin ausgezeichnet und liegt deutlich unter den in der nationalen Abwasserverordnung geregelten und in behördlichen Bescheiden festgelegten Anforderungen. Überwachungswerte für die Kläranlagen bzgl. Stickstoff bestehen wegen der erschwerten Bedingungen bei niedrigen Temperaturen lediglich für Abwassertemperaturen über 12 °C. Als überobligatorischer Aufwand für die Ruhrverbands-Mitgliedergruppe der Wasserentnehmer erfolgt auch in den Wintermonaten eine gezielte Nitrifikation bei eingeschränkter Denitrifikation auf den Kläranlagen. Die Reinigungsleistung befindet sich seit Jahren gleichbleibend auf einem hohen Niveau. Bild 12.2 zeigt die Ergebnisse für die wesentlichen Parameter.

[12.1] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA): 29. Leistungsvergleich kommunaler Kläranlagen (KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 2017(64) Nr. 10 S. 874 - 878)

Tabelle 12.2: Mittlere Konzentrationen im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen im Jahr 2017
 Table 12.2: Average concentrations in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants in 2017

	Zulauf	Ablauf
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB ₅)	96 mg/l	3,0 mg/l
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	268 mg/l	18,3 mg/l
Ammonium-Stickstoff (NH ₄ -N)		0,9 mg/l
Anorganisch gebundener Stickstoff (TIN)		5,9 mg/l
Gesamtstickstoff (TN)	25,5 mg/l	6,6 mg/l
Gesamtposphor (TP)	4,1 mg/l	0,42 mg/l

Die Zulaufkonzentrationen bei den Ruhrverbandskläranlagen sind teilweise bestimmt durch einen hohen Fremdwasseranteil, der für eine deutliche Verdünnung des Abwassers sorgt. Im Vergleich liegt der spezifische Abwasseranfall mit 163 m³ je Einwohnerwert (E) und Jahr beim Ruhrverband um 99 % über dem bundesweiten Wert (DWA) von 82 m³/(E*a) [12.1]. Der Ruhrverband bemüht sich in Zusammenarbeit mit den beteiligten Kommunen auf vielfältige Weise um eine Reduzierung der Fremdwasserbelastungen.

Den Verbandskläranlagen wurde eine Gesamtzulaufkraft über 100 Mio. kg CSB zugeführt. Bei einem spezifischen Wert von 120 Gramm CSB je Einwohner und Tag lässt sich daraus die Bezugsgröße von rd. 2,3 Mio. Einwohnerwerten als mittlere Belastung berechnen. Der 85-Perzentilwert der CSB-Zulaufbelastung betrug 3,0 Mio. E, dem beim Ruhrverband eine Behandlungskapazität von rd. 3,2 Mio. E gegenüber steht. Im

Mittel weist eine Ruhrverbandskläranlage eine Ausbaugröße von rd. 49.045 E auf. An die Ruhrverbandsanlagen angeschlossen sind rd. 2,0 Mio. EinwohnerInnen als Einwohnerzahl. Die zeitliche Entwicklung der Gesamtfrachten für die Kenngrößen CSB, Gesamtstickstoff und Gesamtposphor zeigen die Bilder 12.3, 12.4 und 12.5. Die Abauffrachten für CSB und Gesamtstickstoff sind geringfügig gestiegen. Das ist in der größeren behandelten Abwassermenge begründet. Die Abauffkonzentrationen haben sich im Vergleich zum Vorjahr verbessert.

Durch die Abwasserreinigung entstehen Reststoffe in Form von Rechengut, Sandfanggut und Klärschlamm. Ziel unterschiedlicher Maßnahmen ist es, die Reststoffe in ihrer Menge zu minimieren und möglichst einer Verwertung zuzuführen bzw. schadlos zu beseitigen – dies auch unter besonderer Beachtung wirtschaftlicher Gesichtspunkte. Der anfallende Rohschlamm weist mengenmäßig den größten Anteil auf und muss zunächst stabilisiert werden, um Geruchsbelästigungen zu vermeiden und eine effektive Weiterbehandlung zu ermöglichen. Die Stabilisierung erfolgt für 96 % der Mengen anaerob in Faulbehältern, wodurch eine beträchtliche Reduzierung der Feststoffmenge erreicht wird. Die anschließende Entwässerung verbessert die Transportbedingungen und schafft die Voraussetzung für eine thermische Behandlung. Gegenüber dem Vorjahr ist die Menge an stabilisiertem Schlamm annähernd gleich geblieben. Insgesamt mussten 37.608 t Trockenmasse in Verbrennungsanlagen entsorgt werden.

Bild 12.6 zeigt die angefallenen Reststoffmengen an stabilisiertem Schlamm, Rechen- und Sandfanggut. Daneben sind die angelieferten Mengen an Küchen- und Speiseabfällen sowie

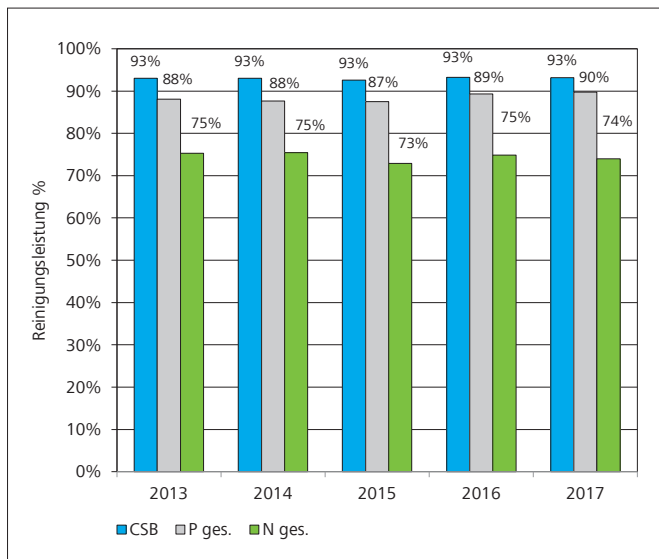


Bild 12.2: Entwicklung der Reinigungsleistung der Ruhrverbandskläranlagen von 2013 bis 2017

Fig. 12.2: Development of the treatment performance of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2013 to 2017

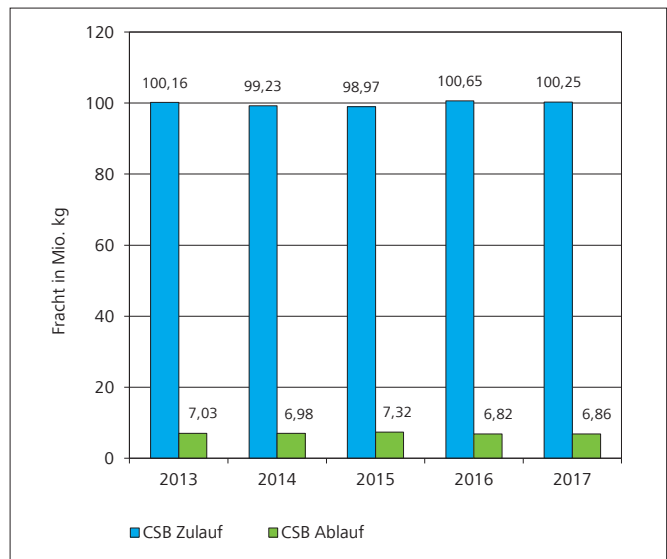


Bild 12.3: Jahresfrachten CSB im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen von 2013 bis 2017

Fig. 12.3: Annual loads of COD in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2013 to 2017

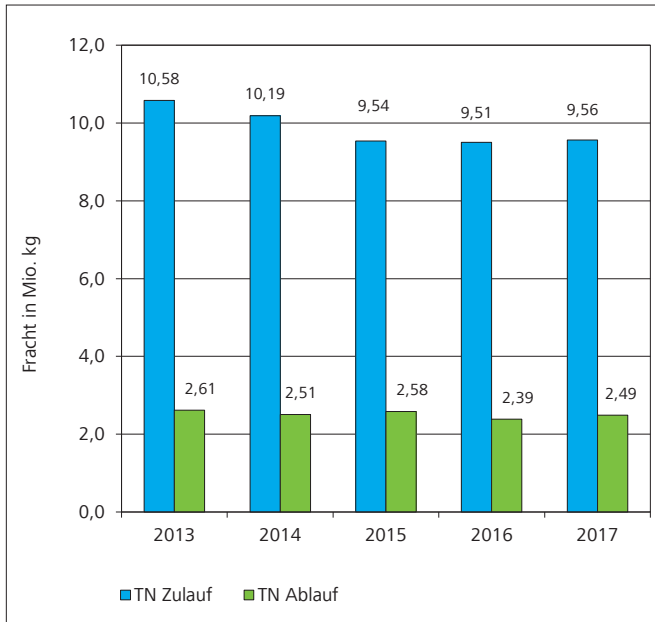


Bild 12.4: Jahresfrachten Gesamtstickstoff im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen von 2013 bis 2017
 Fig. 12.4: Annual loads of total nitrogen in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2013 to 2017

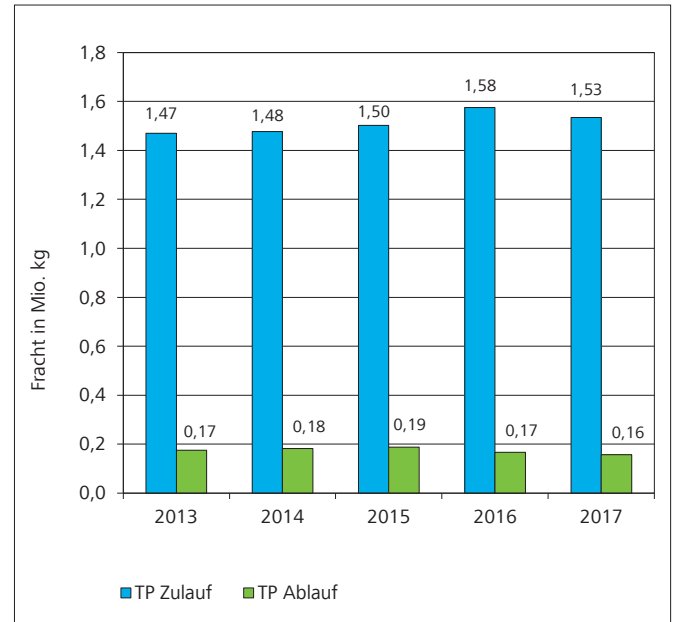


Bild 12.5: Jahresfrachten Gesamtphosphor im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen von 2013 bis 2017
 Fig. 12.5: Annual loads of total phosphorus in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2013 to 2017

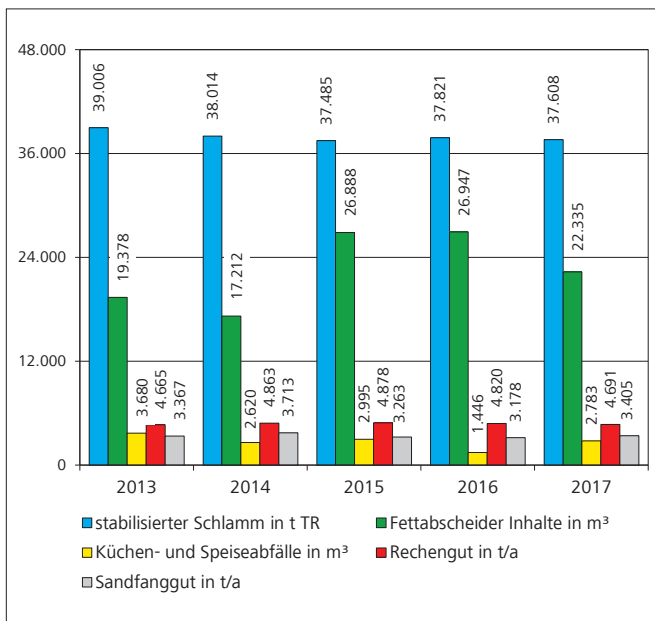


Bild 12.6: Reststoffmengen und angelieferte Co-Substrate der Jahre 2013 bis 2017
 Fig. 12.6: Residue volumes and supplied co-substrates from 2013 to 2017

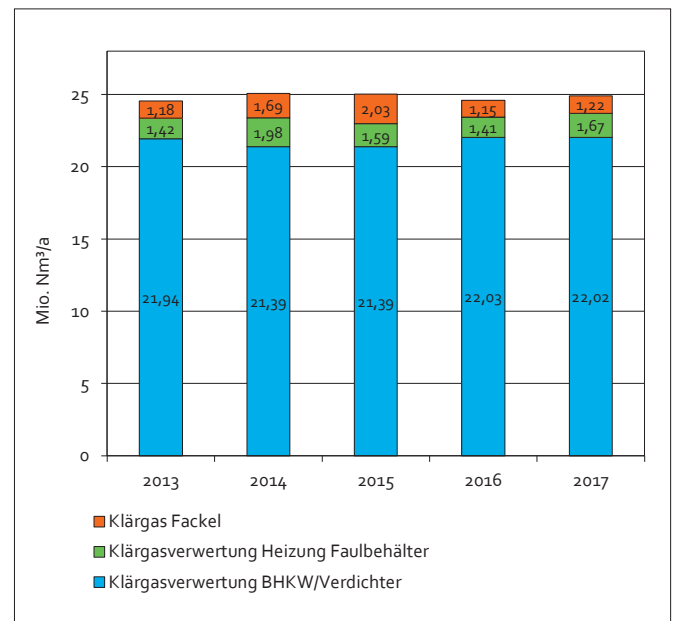


Bild 12.7: Klärgasverwertung auf den Ruhrverbandskläranlagen von 2013 bis 2017
 Fig. 12.7: Sewage gas utilisation at the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2013 to 2017



Bild 12.8: Zwölf Photovoltaikanlagen wie diese auf der Kläranlage Essen-Kettwig helfen dem Ruhrverband dabei, seinen Energiebezug zu senken.
 Fig. 12.8: Twelve photovoltaic systems like this one at the wastewater treatment plant in Essen-Kettwig reduce the Ruhrverband's demand for external energy supply.

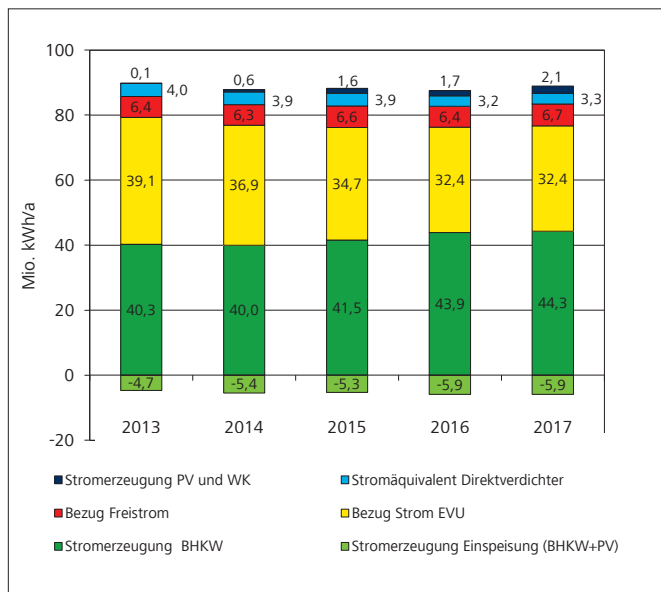


Bild 12.9: Energieeinsatz auf den Ruhrverbandskläranlagen von 2013 bis 2017
 Fig. 12.9: Energy data from the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2013 to 2017

die Fettabscheiderinhalte für die Co-Vergärung dargestellt, durch die ein höherer Gasanfall für die Eigenenergieerzeugung ermöglicht wird. Durch Pressen bzw. Waschpressen erfolgt beim Rechengut eine deutliche Massenreduktion, bevor es in der Verbrennung entsorgt wird. Beim Sandfanggut erfolgt seit 2014 die Verwertung zu 100 %.

Ein erheblicher Bestandteil der Betriebskosten sind die Energiekosten. Die zumeist elektrisch betriebenen Verdichter bzw. Belüfter für die Sauerstoffversorgung der Mikroorganismen in den Belebungsbecken haben den größten Anteil am Energieverbrauch. So sind Maßnahmen zur effizienteren Energienutzung in Kombination mit Eigenenergieerzeugung geeignet, die Energiekosten positiv zu beeinflussen. Seit 2015 betreibt der Ruhrverband ein zertifiziertes Energiemanagementsystem, um die Energieeffizienz, die Eigenenergieerzeugung und den Energiebezug gezielt zu optimieren und die Energiekosten zu minimieren. Dabei werden die Abwasseranlagen bezüglich ihres Energieeinsatzes eingehend analysiert.

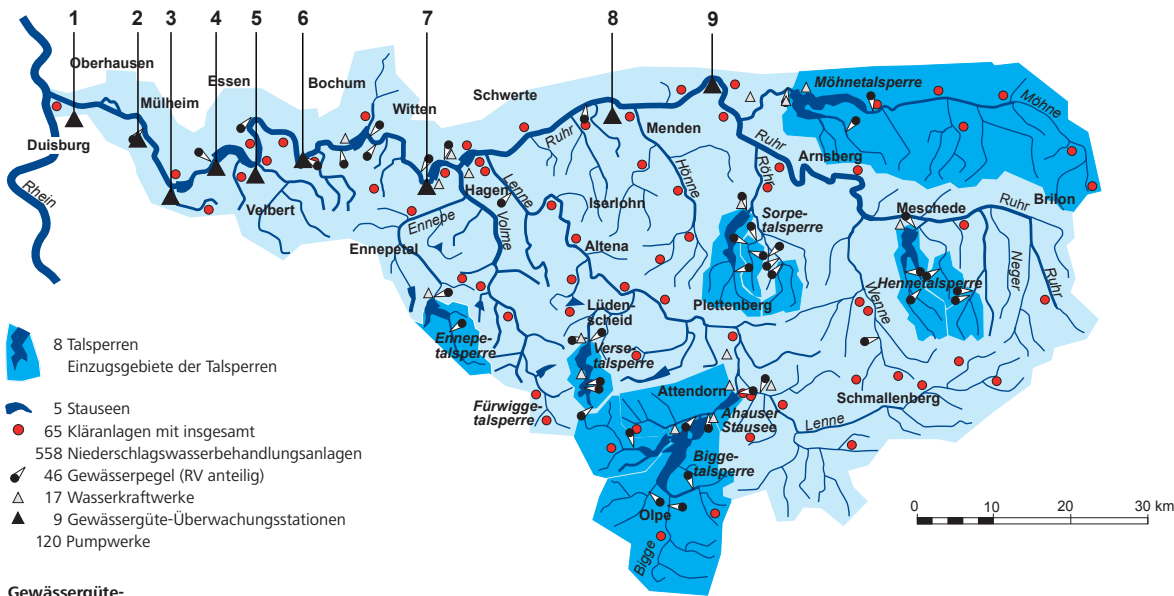
Um den Energiebezug zu senken, werden auf 30 Kläranlagen insgesamt 52 Blockheizkraftwerke (BHKW) und Direktverdichter eingesetzt. Die durch das Faulgas angetriebenen Motoren

erzeugen elektrische, mechanische und thermische Energie, die nahezu vollständig auf der Kläranlage genutzt werden. Der nicht auf der Anlage zu verwertende Strom wird entweder ins öffentliche Stromnetz eingespeist oder über eigene Kabelwege anderen Ruhrverbandsanlagen zugeführt. Um den Faulgasanfall zu erhöhen, betreibt der Ruhrverband auf sieben Anlagen eine Co-Vergärung. Dabei werden die zu entsorgenden Küchen- und Speiseabfälle sowie die Inhalte von Fettabseidern zusammen mit den angefallenen Klärschlämmen behandelt. Bild 12.7 zeigt die zeitliche Entwicklung der Klärgasverwertung über die vergangenen fünf Jahre.

Eine weitere Energiequelle wurde durch die Aufstellung von insgesamt zwölf Photovoltaikanlagen (PV) erschlossen, die im Jahr 2017 insgesamt rd. 0,95 Mio. kWh Strom erzeugt haben (Bild 12.8). Zur Fortsetzung des Ausbaus von Photovoltaikanlagen laufen zurzeit die Voruntersuchungen. Von dem in drei eigenen Wasserkraftanlagen (WK) erzeugten Strom konnten in 2017 1,19 Mio. kWh auf Kläranlagen genutzt werden.

Durch diese Maßnahmen konnte im betrachteten Fünfjahreszeitraum der Strombezug von Energieversorgungsunternehmen (EVU) absolut um 6,7 Mio. kWh gesenkt werden. Der Gesamtstromverbrauch der Kläranlagen verringerte sich um 2,5 % auf 83,0 Mio. kWh/a. Die BHKW liefern dabei mit 44,3 Mio. kWh/a mit 53,4 % mehr als die Hälfte des erforderlichen Stroms. Die zeitliche Entwicklung bei Verbrauch, Bezug und Erzeugung von Strom beim Ruhrverband zeigt Bild 12.9. Zusätzlich enthält diese Darstellung den Energieeinsatz bei den durch Faulgas direkt angetriebenen Verdichtern für Druckluft und den bezogenen Freistrom. Dieser durch Altverträge gesicherte Bezug an kostenfreiem bzw. kostenreduziertem Strom aus der Verpachtung einer Wasserkraftanlage betrug im letzten Jahr 6,7 Mio. kWh/a. Aus dem Gesamtstromverbrauch ergibt sich über die mittlere CSB-Belastung ein spezifischer Stromverbrauch für die Kläranlagen des Ruhrverbands von derzeit 35,7 kWh je EinwohnerIn und Jahr.

Der Ruhrverband in Zahlen



Gewässergüte-Überwachungsstationen (kontinuierlich)

- ▲ 1. Duisburg (Ruhr-km 2,65)
- ▲ 2. Mülheim (Ruhr-km 14,43)
- ▲ 3. Essen-Kettwig (Ruhr-km 23,47)
- ▲ 4. Essen-Werden (Ruhr-km 31,18)
- ▲ 5. Essen-Kupferdreh (Ruhr-km 38,19)
- ▲ 6. Hattingen (Ruhr-km 56,70)
- ▲ 7. Wetter (Ruhr-km 81,49)
- ▲ 8. Fröndenberg (Ruhr-km 113,78)
- ▲ 9. Echthausen (Ruhr-km 128,32)

Charakterisierung des Ruhreinzugsgebiets nach EG-WRRL

Fläche:	4.478 km ²
Höhenverhältnisse:	20 bis 800 m ü. NN
Anzahl der Planungseinheiten:	9
Gesamtlänge der Fließgewässer:	~7.000 km
Anzahl Gewässer im Einzugsgebiet > 10 km ² :	122
Anzahl Grundwasserkörper:	30
178 natürliche und 65 als erheblich verändert ausgewiesene Wasserkörper	

BETRIEBSANLAGEN

Bereich Wassergütwirtschaft

Kläranlagen	65
Niederschlagswasserbehandlungsanlagen	558
Stauseen	5
Pumpwerke	120
Wasserkraftwerke	7

Bereich Wassermengenwirtschaft

Talsperren	8
Gesamtstauraum (in Millionen m ³)	462,9
Rückpumpwerke	5
Wasserkraftwerke	10

MITGLIEDER

Mitglieder insgesamt	551
----------------------	-----

BESCHÄFTIGTE

MitarbeiterInnen in Vollzeitäquivalenten	953
--	-----

FINANZEN JAHRESABSCHLUSS 2017

Anlagevermögen zu AHK	3.289,6 Millionen Euro
Umsatz	279,1 Millionen Euro
davon Verbandsbeiträge	255,0 Millionen Euro
Eigenkapitalquote	34,2 Prozent
Investitionen	47,9 Millionen Euro

LEISTUNGEN DER WASSERGÜTEWIRTSCHAFT

Abwasserentsorgung eines Gebietes mit _____ 2,05 Millionen EinwohnerInnen *
Anschlussgrad _____ rd. 99,3 Prozent *
Gesamtkapazität der 65 Kläranlagen _____ 3,188 Millionen Einwohnerwerte (E)
Gesamtabwasservolumen
(einschließlich Niederschlagswasser) _____ 379 Millionen m³/Jahr

Ablaufwerte des gereinigten Abwassers (mengengewichtete Mittelwerte)

Biochemischer Sauerstoffbedarf (ATH-BSB₅) _____ 3,0 mg/l
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) _____ 18,3 mg/l
Ammonium-Stickstoff (NH₄-N) _____ 0,9 mg/l
Stickstoff (N_{anorganisch}) _____ 5,9 mg/l
Stickstoff (N_{gesamt}) _____ 6,7 mg/l
Phosphor (P_{gesamt}) _____ 0,4 mg/l
Klärschlammbehandlung
entsorgte Trockenmasse von _____ 37.608 t_{TR}/Jahr

* 30. Juni 2017

LEISTUNGEN DER WASSERMENGENWIRTSCHAFT

Sicherung der Wasserversorgung
eines Gebiets mit _____ 4,6 Millionen EinwohnerInnen
bei einer Entnahme für die Versorgung
innerhalb des Ruhreinzugsgebiets von _____ 199 Millionen m³ Wasser
bei einer Entnahme für die Versorgung
außerhalb des Ruhreinzugsgebiets
(einschließlich aller Wasserverluste) von _____ 211 Millionen m³ Wasser
Schutz vor Hochwasser und Wassermangel
(bezogen auf die Ruhrmündung)
durch Verringerung des Maximalabflusses von _____ 314 auf 301 m³/s
durch Erhöhung des Minimalabflusses von _____ 4,0 auf 17,9 m³/s

SONSTIGE LEISTUNGEN

Qualitätsüberwachung und Beratung

Probenahmen mit insgesamt _____ 215.000 Bestimmungen

Stromerzeugung

LLK-Biggegruppe _____ 33,1 Millionen kWh
LLK-Nordgruppe _____ 20,0 Millionen kWh
Ruhrverbands-Stauseen _____ 79,7 Millionen kWh
Blockheizkraftwerke auf Kläranlagen _____ 44,3 Millionen kWh
Photovoltaikanlagen auf Kläranlagen _____ 1,0 Millionen kWh
Stromerzeugung insgesamt _____ 178,1 Millionen kWh

Forstwirtschaft und Fischerei

Aufforstungsfläche _____ 0 Hektar
Fischereierlaubnisscheine _____ 5.390 Stück

Stand: 31. Dezember 2017

Die Arbeitsgemeinschaft
der Wasserwerke an der Ruhr e. V. (AWWR) im Jahr 2017



*Einweihung der neuen weitergehenden Aufbereitungsanlage im Wasserwerk Witten der Wasserwerke Westfalen (v.l.):
Dr. Dirk Waider, Vorstand GELSENWASSER; Gerhard Odenkirchen, Ministerialdirigent, Ministerium für
Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MULNV);
Dr. Bernhard Klocke, Geschäftsführer Wasserwerke Westfalen (WWW), Christine Elhaus, Hauptdezernentin,
Bezirksregierung Arnsberg; Henning Deters, Vorstand GELSENWASSER; Peter Flosbach, Geschäftsführer
Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH (DEW21), und Bernd Heinz, Geschäftsführer WWW.*





Dipl.- Ing. Roland Rütter

Das Jahr 2017 war für die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) ein besonderes Jahr. Seit 70 Jahren, genau gesagt seit dem 14. Oktober 1947, ist die AWWR „aktiv für Ihr Wasser aus dem Ruhrtal“.

Im Gründungsjahr der AWWR verfügte der damalige Wirtschaftsminister des Landes Nordrhein-Westfalen, Prof. Dr. Erik Nölting, aufgrund des damals herrschenden Wassermangels einen „besonderen Ausschuss von Vertretern der Ruhrwasserwerkewirtschaft“ einzurichten – offensichtlich eine erfolgreiche Idee. Denn: Der Minister regte an, diesen Ausschuss auch nach Behebung der Wasserknappheit weiter bestehen zu lassen. Die Ruhrwasserwerke sollten mit den Behörden, dem Ruhrverband und der Öffentlichkeit in Verbindung bleiben. Zielsetzung war die sichere Versorgung von Bevölkerung, Bergbau und Industrie mit einwandfreiem Trinkwasser. Die wichtigen Themen der Anfangsjahre hießen Wassermangel in Trockenzeiten, Hochwasser und Schäden an den Wassergewinnungsanlagen, Arbeitskräfte- und Materialmangel sowie Fragen der Ruhrwassergüte und eine transparente Informations- und Öffentlichkeitsarbeit. Viele erste Problemstellungen wurden in den folgenden Dekaden abgearbeitet, neue – wie etwa die Spurenstoffproblematik – sind hinzugekommen. Aktives, auch vorausschauendes Handeln hat das Krisenmanagement der Gründerjahre abgelöst. Es bleibt festzustellen, dass auch 70 Jahre nach ihrer Gründung ein Ruhestand für die AWWR lange nicht in Sicht ist, denn die Ruhr wird gebraucht. Und das in jedem Sinn des Wortes, täglich und von uns allen.

Heute ist die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr ein eingetragener Verein und freiwilliger Zusammenschluss, der im Sinne einer sicheren Trinkwasserversorgung Zielvorstellungen und gemeinsame Interessen der Ruhrwasser-

werke bündelt und dabei intensiv mit dem Ruhrverband zusammenarbeitet. Der damalige Leitgedanke von Vernetzung mit Behörden und Öffentlichkeit sowie der dazugehörigen Transparenz ist auch heute noch Grundvoraussetzung für die nachhaltige Verbesserung der Ruhrgüte und der Wassermengewirtschaft.

Der Ruhrgütebericht 2017 ist der 45. Bericht in Folge und macht es angesichts vieler treffender Vorworte der Vorgänger nicht leicht, Erkenntnisse und langfristige Entwicklungen zu liefern, ohne abzuschreiben. Oft kleiden sich die Herausforderungen des aktuellen Jahres „nur“ in neue Stoffe, Stoffgruppen oder Spuren von ihnen, denen es entschieden zu begegnen gilt. Eine Gewöhnung an stets neue Meldungen von Einträgen in die Gewässer darf dabei nicht eintreten.

Dennoch lautet die gute Nachricht des letzten Jahres: Die 17 Wasserversorgungsunternehmen der AWWR konnten ihrem Auftrag und der wichtigsten Aufgabe voll umfänglich genügen. Die mengenmäßig stets ausreichende und qualitativ einwandfreie Versorgung von rund 4,5 Millionen Menschen, Gewerbe und Industrie an der Ruhr und darüber hinaus mit mehr als 230 Millionen Kubikmetern Trinkwasser pro Jahr wurde gewährleistet.

Passend zum Jubiläum präsentiert sich die AWWR mit einem neuen Internetauftritt. Sie sind sehr herzlich eingeladen, sich auf der neuen Homepage umzuschauen und sich über die aktuellen Ziele, Positionen, Strategien und die Geschichte unserer Vereinigung zu informieren. Bitte nutzen Sie diese erneuerte Plattform auch, um mit uns in den Dialog zu treten. Für Anregungen und Kritik sind wir, wie immer, sehr dankbar.

2017 fand ein weiteres Jubiläum statt. Die Kooperation zwischen den Ruhrwasserwerken und der Landwirtschaft im Ruhreinzugsgebiet beging ihr 25-jähriges Bestehen. Die AWWR fördert die landwirtschaftliche Beratung zum Wasserschutz bereits seit 1992. Im Zentrum dieser Zusammenarbeit – mit individueller Beratung der Landwirte – stehen der wasserträgliche Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln und die Reduzierung von Grundwasser- und Gewässereinträgen. Weitere Informationen finden Sie im Folgebeitrag zur Kooperation Landwirtschaft.

Einträge von relevanten Spurenstoffen aus Landwirtschaft sowie aus industriellen und kommunalen Abwässern werden von den AWWR-Mitgliedsunternehmen gemeinsam in einem langjährig bestehenden Monitoring an repräsentativen Messstellen entlang der Ruhr untersucht. Im letzten Jahr beschloss die AWWR die Fortschreibung für weitere fünf Jahre und die Erweiterung um 14 Stoffe.

Die Ruhrwasserwerke verbindet ebenfalls, dass sie – mitunter seit über 100 Jahren – als Grundlage ihrer Trinkwasseraufbereitung auf das Uferfiltrat der Ruhr, die künstliche Grundwasseranreicherung aus Oberflächenwasser oder auf eine Kombination dieser Verfahren zurückgreifen. Auch wenn es anders

klings, sind Uferfiltration und künstliche Grundwasseranreicherung natürliche Aufbereitungsverfahren, die eine Barriere von sehr hoher Wirksamkeit bilden.

Ihre Wirksamkeit mussten und konnten die Verfahren von Beginn an beweisen. Sie sind auch konzipiert zum wirkungsvollen Rückhalt von Krankheitserregern. Die Notwendigkeit, keimfreies Trinkwasser aus der Ruhr zu gewinnen, war bereits vor über 100 Jahren, also in einer Zeit vor der Verfügbarkeit der Antibiotika, genauso aktuell und essentiell wie heute. Die zuletzt 2017 entstandene und 2018 fortgeführte Diskussion um multiresistente Keime im Trinkwasser kann zumindest an dieser Stelle verkürzt werden. Bei der Aufbereitung unterscheiden die Anlagen mit den gewählten Verfahren und Untergrundpassagen beim Rückhalt nicht zwischen antibiotikaresistenten und nicht resistenten Keimen, sondern wirken gegen alle Keimbelastungen. Die klassischen Aufbereitungsverfahren an der Ruhr sind damit nachhaltige und zukunftsfähige Bausteine zur Trinkwasseraufbereitung.

Ergänzt werden die klassischen Anlagen der Ruhrwasserwerke heute schrittweise um moderne weitergehende Aufbereitungsstufen. Nach dem Vorsorgeprinzip sind diese Anlagen somit auch für eventuelle Havarien gerüstet. Entsprechend strenger Vorgaben können, über den Rückhalt von Partikeln und mikrobiologischen Belastungen hinaus, auch eine Vielzahl organischer Wasserinhaltsstoffe effektiv aus dem Wasser entfernt werden. Die Mitgliedsunternehmen der AWWR haben für die Errichtung der weitergehenden Aufbereitungsstufen in 21 Wasserwerken investive Mittel in einer Größenordnung von rund 300 Mio. € budgetiert. Seit dem letzten Ruhrgütebericht wurden weitere moderne Anlagen, diesmal im Verbundwasserwerk Witten der VWW GmbH und im Wasserwerk Witten der Wasserwerke Westfalen GmbH, erfolgreich in Betrieb genommen. Auf die detaillierten nachfolgenden Berichte wird hier gerne verwiesen. Bis zum Jahr 2023 werden alle betriebenen Ruhrwasserwerke mit einer weitergehenden Aufbereitungsanlage versehen sein.

Auch wenn die moderne Analytik immer kleinere Konzentrationen nachweisen kann, gezielte Monitoring-Maßnahmen wachsende Transparenz liefern und sich in der Aufbereitung klassische und moderne Verfahren ergänzen, bleibt es anzustreben, den Rohstoff der Trinkwasserversorgung aus einer möglichst unbelasteten Quelle zu schöpfen. Stoffe wie Röntgenkontrastmittel, Medikamentenreste und Pflanzenschutzmittelrückstände etc. gehören erst gar nicht in den Wasserkreislauf hinein. Es ist Aufgabe von uns allen, ob im Sauerland oder Ruhrgebiet, die Ressource Ruhr bestmöglich zu schützen.

Derzeit liefert das Forschungs- und Gemeinschaftsprojekt MERK´MAL eindrucksvolle Beweise, dass die Vermeidung an der Quelle nachhaltig und kostengünstig machbar ist. Dieses Projekt an der unteren Ruhr, genauer in einem nachfolgenden Beitrag vorgestellt, hat eine Reduzierung der Röntgenkontrastmittel im Oberflächengewässer zum Ziel. In einer mehrmonatigen Studie haben Röntgenpatienten in Krankenhäusern und

radiologischen Praxen die Möglichkeit erhalten, die ausgetrennten Kontrastmittel durch spezielle Beutel mit saugfähigen Materialien aufzufangen und damit dem Wasserkreislauf zu entziehen. Begleitend wurden die Abwasserströme analytisch überwacht. Die Ergebnisse, die Anfang 2018 in Mülheim vorgestellt wurden, belegen den Erfolg des Sammelkonzeptes. Die Akzeptanz der teilnehmenden Patienten war erfreulich hoch, zusätzlich wurde ihr Umweltbewusstsein gesteigert. Ein signifikant positiver Einfluss auf die Ruhrwasserqualität konnte nachgewiesen werden.

Diese Ergebnisse haben die Akteure ermutigt, das Projekt in einer zweiten Phase fortzuführen. Mit dem Ausbau der Kooperation mit Beteiligten aus dem Gesundheitswesen, den Kommunalverwaltungen und verschiedenen Institutionen soll eine überregionale und institutionelle Expansion und eine baldige Verstärkung verwirklicht werden.

Das Projekt MERK´MAL belegt, dass neben allem angewandten technischen Fortschritt die Vermeidung an der Quelle die wahre Moderne im Gewässer- und Ressourcenschutz darstellt.

Im Namen der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr bedanke ich mich bei allen Unterstützern, Beteiligten, Freunden und Kritikern der AWWR, die es uns ermöglicht haben, seit über 70 Jahren mit Engagement „aktiv für Ihr Wasser aus dem Ruhrtal“ zu sein.

Hagen, im Juni 2018

Dipl.- Ing. Roland Rüther
Mark-E-Aktiengesellschaft
Vorsitzender des Präsidiums der Arbeitsgemeinschaft
der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR)

14 AWWR-Ausschusstätigkeit

Ausschuss Wassergüte

Obmann: Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Der Fachausschuss Wassergüte der AWWR traf sich im Jahr 2017 zu seinen beiden regulären Sitzungen im Verbundwasserwerk Witten und beim Ruhrverband in Essen zu seiner 99. und 100. Sitzung. Dabei wurden die aktuellen Themen der Wassergüte an der Ruhr durch die Fachleute aus den Wasserversorgungsunternehmen, den Untersuchungslaboren (Hygiene-Institut des Ruhrgebiets Gelsenkirchen, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH), sowie dem Institut für Wasserforschung GmbH und dem Ruhrverband beraten (siehe Mitglieder Ausschuss Wassergüte).

Die Arbeitskreise „Anorganische Spurenanalytik“, „Organische Spurenanalytik“ und „Mikrobiologie“ unterstützen den Ausschuss Wassergüte und sichern die fachliche Unterstützung in den jeweiligen Fachgebieten. Als weiteres Aufgabenfeld stellt der Ausschuss das Bindeglied zur Kooperation Landwirtschaft / Wasserwirtschaft dar, die den Ausschuss bei Fragen zur landwirtschaftlichen Bewirtschaftung an der Ruhr unterstützt.

Von den Ausschussmitgliedern schied zum Ende September 2017 Herr Strücker von Mark-E auf Grund seines Eintritts in den wohlverdienten Ruhestand aus. Herr Strücker gehörte dem Ausschuss Wassergüte seit vielen Jahren als Mitglied, als stellvertretender Obmann und zuletzt als Gast an. In dieser Zeit leitete er als stellvertretender Obmann den Ausschuss zur Zeit des PFT-Skandals. Darüber hinaus hat er viele Themen im Ausschuss durch sein fachliches Wissen und seine Kenntnisse von früheren Ereignissen stark bereichert. Der Ausschuss ist deshalb Herrn Strücker für sein Engagement und seine langjährige konstruktive Mitarbeit sehr zu Dank verpflichtet und wünscht ihm einen guten Start in seine neue Lebensphase.

Zu den fortlaufenden Aufgaben des Wassergüteausschusses gehörten wie in den Vorjahren die folgenden Themen der Wasserwirtschaft an der Ruhr:

- Beobachtung und Bewertung der chemisch-hygienischen Ruhrwasserqualitäten
- Beurteilung und Ursachenforschung von aktuellen Belastungen der Ruhrwasserqualität anhand von Informationen der Versorger und des Ruhrverbands
- Erfassung und Auswertung der Ergebnisse aus den Ruhrlängsuntersuchungen und den zeitdichten Untersuchungen durch die Mitgliedsunternehmen

- Bewertung der Ergebnisse der gemeinsamen Ruhrlängsuntersuchungen und der zeitdichten freiwilligen Untersuchungen durch die Mitgliedsunternehmen im Rahmen des Ruhrgüteberichts
- Initiierung, fachliche Konzeptionierung, Begleitung, Auswertung und Präsentation von Sondermessprogrammen zu chemischen Qualitätsmerkmalen:
 - aktuelle Untersuchungsprogramme 2017: organische Spurenstoffe
- Qualitätssicherung und -verbesserung von Analyseverfahren in den AWWR-Laboratorien durch Vergleichsuntersuchungen in den Arbeitskreisen:
 - anorganische Spurenanalytik
 - organische Spurenanalytik
 - Mikrobiologie
- Austausch von qualitätsrelevanten Informationen aus der Wasserwerkspraxis
- Fachliche Schnittstelle zum Beirat Landwirtschaft / Wasserwirtschaft
- Beurteilung von aktuellen Entwicklungen in der nationalen und internationalen Gesetzgebung hinsichtlich ihrer Relevanz für die Mitglieder der AWWR
- Beratung der AWWR-Mitgliederversammlung bei allen qualitätsrelevanten Fragestellungen, ggf. in Zusammenarbeit mit den Ausschüssen Wassergewinnung und -aufbereitung und/oder Öffentlichkeitsarbeit
- Unterstützung der AWWR bei Behördenterminen
- Erarbeitung von Fachbeiträgen zur Ruhr- und Trinkwassergüte z.B. für den Ruhrgütebericht
- Inhaltliche Unterstützung bei der Verbesserung des Internet-Auftritts der AWWR
 - aktuell: Mitarbeit bei der Neu-Konzeptionierung und thematischen Überarbeitung der AWWR-Seite
- Unterstützung beim Ausbau einer verbesserten Kommunikation bei ausschussübergreifenden Themen innerhalb der AWWR: Benennung und Präsentation vorhandener Kompetenzen

Im Ausschuss Wassergüte werden außerdem wechselnde Fragestellungen aus dem Wasserfach bearbeitet, die durch aktuelle Ereignisse bestimmt werden. Im Jahr 2017 waren dies die folgenden Themen:

- Gründung eines Arbeitskreises zum Aktivkohle-Management bei der weitergehenden Aufbereitung (zusammen mit dem AK Wassergewinnung und -aufbereitung)
- Virenelimination in der Wasseraufbereitung bei RWW (s. entsprechenden Artikel)
- Weiterführung des Sonder-Monitorings zu Chrom-Spezies in der Ruhr

- Diskussion der Untersuchung auf Amidosulfonsäure
- Fortführung des AWWR-Spurenstoff-Monitorings in der Ruhr über 2017 hinaus
- Überprüfung des Untersuchungsumfanges für die Ruhrlängsuntersuchungen sowie Festlegung der Messstellen
- Bereitstellung eines Budgets für ereignisorientierte Untersuchungen
- Erweiterung des Maßnahmenkataloges der Kooperation Landwirtschaft / Wasserwirtschaft
- Information über die Abflusssituation in der Nordgruppe der Stauseen
- Information über den DVGW-Diskurs zu Wassertemperaturen in Leitungsnetzen

Schwerpunkt der Ausschussarbeit war auch 2017 die Bewertung der Wasserqualität der Ruhr aus den unterschiedlichen Monitoring-Programmen. Mit der zeitdichten Untersuchung der Ruhr durch die Wasserversorger und den Ruhrverband werden die allgemeinen chemischen Wasserparameter überprüft. Ergänzt und abgesichert werden diese Messungen durch die Längsuntersuchung des Ruhrverbandes und die durch die Wasserversorger beauftragten Untersuchungen durch das Hygieneinstitut an vier Terminen zur Erstellung von durchgängigen Längsprofilen. Die Diskussion der Ergebnisse ist in diesem Ruhrgütebericht enthalten. Zusätzlich werden durch das AWWR-Monitoring zu vier weiteren Terminen ausgewählte organische Spurenstoffe über den gesamten Ruhrverlauf nachgewiesen. Diese Ergebnisse werden regelmäßig im Ausschuss berichtet und diskutiert, sodass sich anhand der Ergebnisse die Entwicklungen der Parameter zeitnah bewerten und für weitere Beobachtungen im AWWR-Monitoring nutzen lassen.

Bei den Spurenstoffen wurde im Monitoring-Programm eine weitere Abnahme der fluorierten Verbindungen beobachtet. Dabei trat die Ersatzverbindung H_4PFOS inzwischen als dominierende Verbindung auf. Bei den Komplexbildnern wurde eine weitere Abnahme auch nach der punktuellen Einleitung in Hagen beobachtet.

Aus der Sonderuntersuchung auf Amidosulfonsäure wurden die Ergebnisse vorgestellt und diskutiert. Ein weiterer Schwerpunkt lag 2017 auf der Analyse von TFA (Trifluoracetat), das als Abbauprodukt von Pflanzenschutzmitteln als nicht relevanter Metabolit mit einem Richtwert bewertet wurde. Hier konnten für die Ruhr Konzentrationen nachgewiesen werden, die auf eine geringe Erhöhung der allgemeinen Umweltbelastung durch weitere Einträge hinweisen. Die Werte lagen deutlich unterhalb der Orientierungswerte, die durch das Umweltbundesamt festgesetzt wurden.

Für die Ruhrlängsuntersuchung wurden im Jahr 2017 die Parameterumfänge überprüft. Aus der Überprüfung wurde eine Empfehlung für die weitere Untersuchung zur Aufnahme zeitnaher Längsprofile erarbeitet, die in die Mitgliederversammlung zur Beratung und Beschlussfassung eingereicht wurden.

Arbeitskreis Allgemeine und anorganische Analytik

Obmann: Dr. Georg Böer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Die derzeit acht Mitglieder des Arbeitskreises treffen sich einmal jährlich, in der Regel Ende Januar, zu einem regen Erfahrungsaustausch, der Besprechung der zurückliegenden Vergleichsanalysen und möglichen oder notwendigen Veränderungen der Analysen (s. Mitgliederliste Ausschüsse und Arbeitskreise).

Erfahrungsaustausch

Im Erfahrungsaustausch diskutieren die Teilnehmer intensiv über ihre Erfahrungen mit neu angeschafften Geräten, geplanten oder anstehenden Änderungen im Gerätepark oder Tipps für den Betrieb:

- Neuerungen im Gerätepark der verschiedenen Laboratorien, z.B. Shimadzu-TOC, Photometer, AOX, CFA-System für Cyanid.
- Einsatz von Laborrobotern, beispielsweise Firma Skalar, mit denen 100 bis 200 Proben täglich bearbeitet werden können für die Bestimmung von pH-Wert, Leitfähigkeit, Säurekapazität.
- Probleme mit der verspäteten Ausstellung der Akkreditierungsurkunde durch die DAkkS: dadurch werden u. U. zurückgezogene Normen als Verfahrensangaben genannt.
- Ersatz von älteren ICP-OES-Systemen.
- Einsatz und Vorbereitung von digitalen Elektroden im Labor für den Einsatz an Online-Systemen in Wassergütestationen.

Ergebnisse / Konsequenzen aus den Vergleichsanalysen (VA)

Bei der Besprechung des pH-Wertes wurde das Thema der „Vor-Ort-Messung“ laut Norm angesprochen. Die Messung muss danach nicht unbedingt vor Ort durchgeführt werden, sondern kann auch im Labor stattfinden. Dies ist bei Wässern mit geringem Salzgehalt kritischer, denn diese Proben können sich aufgrund der Verschiebungen im Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht auf dem Weg ins Labor bereits sehr deutlich beim pH-Wert beziehungsweise in der Säure – und der Basekapazität verändern. Bei den Vergleichsanalysen wird der pH-Wert allerdings nur von einer Minderzahl der Teilnehmer vor Ort bestimmt. Zu bemerken ist, dass diese Werte im Schwankungsbereich aller Werte liegen und i.d.R. unauffällig sind.

- Der Parameter „gelöstes Phosphat“ soll in „Gesamt-Phosphor nach Filtration, als PO_4 “ umbenannt werden.
- Die Umfrage, ob bei der Bestimmung von abfiltrierbaren Stoffen noch Filter mit Bindergehalt verwendet werden, brachte kein klares Bild. Es bleibt unverständlich, warum bei Verwendung von binderfreien Filtern niedrigere Befunde ermittelt werden.
- Die abfiltrierbaren Stoffe sollen im Jahr 2018 zweimal untersucht werden, und zwar im April und im September.

Arbeitskreis Organische Spurenanalytik

Obfrau: Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen

Der Arbeitskreis mit seinen sieben Mitgliedern (s. Mitgliederliste Ausschüsse und Arbeitskreise) hat im Jahr 2017 turnusgemäß zweimal getagt. Im Arbeitskreis „Organische Spurenanalytik“ versammeln sich Fachleute der beteiligten Laboratorien, die im Bereich der instrumentellen organischen Analytik über langjährige und tiefgehende Erfahrungen verfügen. Ein wichtiges Ziel jeder Sitzung ist der Austausch über neue Entwicklungen und Erfahrungen aus den jeweiligen Arbeitsbereichen. Dabei spielt insbesondere auch der Erfahrungsaustausch über Analysemethoden für neue Zielsubstanzen eine große Rolle. Diese Methoden sind dann häufig noch nicht genormt.

Ein Beispiel aus dem Jahr 2017 ist die Bestimmung von Trifluoressigsäure (TFA). Nachdem im Herbst 2016 erste Berichte über den Nachweis von TFA in Trinkwasser im Rhein-Neckar-Raum veröffentlicht worden waren, sollte dieser Parameter auch im Einzugsgebiet der Ruhr bestimmt werden. Die hierfür notwendige Analytik musste jedoch zunächst entwickelt werden. Da es sich bei TFA um ein sehr polares und kleines Molekül handelt, ist eine Anreicherung und Analytik mit bisher üblichen Analysemethoden nicht ohne weiteres möglich. Hier war der Erfahrungsaustausch zwischen den Laboratorien wichtig und konstruktiv. Inzwischen wird dieser Parameter von einigen der beteiligten Laboratorien routinemäßig bestimmt. Für 2018 ist eine Vergleichsuntersuchung im Arbeitskreis geplant.

Nach wie vor werden jedoch auch gut eingeübte Verfahren durch Vergleichsuntersuchungen im Arbeitskreis überprüft. Hier sind beispielhaft zu nennen die Bestimmung von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe, Komplexbildner oder perfluorierte organische Verbindungen. Es zeigt sich immer wieder die gute Übereinstimmung zwischen den beteiligten Laboratorien.

Arbeitskreis Mikrobiologie

Obmann: Bernd Lange, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, Mülheim

Eine wichtige Aufgabe des AWWR-Arbeitskreises Mikrobiologie ist der Informationsaustausch zwischen den einzelnen Laboratorien über die Umsetzungen neuer Regelwerke und über aktuelle Probleme. Außerdem werden regelmäßig Vergleichsuntersuchungen zu den einzelnen mikrobiologischen Nachweismethoden durchgeführt, um eine einheitliche Vorgehensweise bei den mikrobiologischen Wasseruntersuchungen an der Ruhr zu erreichen.

Im März 2017 fand eine Vergleichsuntersuchung zum Nachweis von *Pseudomonas aeruginosa* statt, bei dem zwei Agar-Nährböden (gemäß DIN EN ISO 16266) unterschiedlicher Hersteller (OXOID und XEBIOS) und das Pseudalert-Verfahren der

Fa. IDEXX (als zugelassenes gleichwertiges Verfahren) miteinander verglichen wurden. Im Mittel zeigten alle drei Varianten hinsichtlich der ermittelten Ergebnisse eine gute Übereinstimmung. Von den meisten Laboratorien wurde jedoch die eindeutige Färbung der Kolonien auf dem Nährboden der Fa. OXOID am besten beurteilt.

Die zweite Vergleichsuntersuchung im April beschäftigte sich mit der Koloniezahlbestimmung nach TrinkwV 2001 Anlage 5, Teil I, Buchstabe d, bb (jetzt TrinkwV §15 Abs. 1c). Hierbei lag, wie schon im Jahr 2015, ein Schwerpunkt auf dem Vergleich der Ergebnisse bei der mindest- und höchstzulässigen Bebrütungszeit (40 h bzw. 48 h). Wie erwartet lagen die Ergebnisse nach 48 h Bebrütungszeit deutlich höher als nach 40 h. Bei 20 °C Bebrütungstemperatur fiel dieser Mehrbefund mit 64,2 % deutlich höher aus als im Jahr 2015. Wie hoch die Unterschiede in den einzelnen Proben sind hängt sicherlich von den jeweiligen Bakterienpopulationen ab.

In einer dritten Vergleichsuntersuchung wurde im September 2017 nochmals das Verfahren zum Nachweis von *Clostridium perfringens* nach TrinkwV 2001 (mCP-Verfahren) und das Verfahren nach DIN EN ISO 14189 (TSC-Verfahren), so wie es seit Anfang des Jahres 2018 in Deutschland angewendet werden muss, verglichen. Wie schon bei den Vergleichsuntersuchungen im Jahr 2016 bestätigte sich, dass es bei der Anwendung des genormten Verfahrens zu höheren Befunden an *C. perfringens* kommt. Der Mittelwert aller Laboratorien lag bei dem Verfahren nach der alten Trinkwasserverordnung bei 29 KBE/100 ml und bei dem Verfahren nach DIN EN ISO 14189 bei 54 KBE/100 ml. Ein Nachteil des neuen genormten Verfahrens ist allerdings das Reagenz für den Nachweis der sauren Phosphatase, das eine giftige, krebserzeugende Komponente (Echtblausalz B) beinhaltet, aufwendig in der Herstellung ist und nur über eine sehr kurze Haltbarkeit verfügt.

Daher ist es für den Routinebetrieb schlecht geeignet. Im deutschen Vorwort der DIN EN ISO 14189 wird deshalb auf die Möglichkeit verwiesen, die saure Phosphatase über eine Nachkultur auf mCP-Agar mit anschließender Bedampfung mit Ammoniak nachzuweisen. Diese beiden möglichen Bestätigungsreaktionen wurden innerhalb der Vergleichsuntersuchung ebenfalls verglichen. Wie schon im Jahr 2016 war die Übereinstimmung der beiden Bestätigungsreaktionen sehr hoch.

Die Ergebnisse der durchgeführten Vergleichsuntersuchungen können im Rahmen der Akkreditierung der Laboratorien als externe Qualitätssicherungsmaßnahmen aufgeführt werden.

Weitere Themen

Da dies im Rahmen der Akkreditierung gefordert wird, beschäftigte sich der Arbeitskreis außerdem mit den Möglichkeiten zur Bestimmung der Messunsicherheit in der Mikrobiologie sowie mit den Anforderungen an die Einführung neuer genormter Verfahren in den Laboratorien (Verifizierung).

Ausschuss Wassergewinnung und -aufbereitung

Obmann: *Andreas Lütz, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen*

Der Ausschuss Wassergewinnung und -aufbereitung tagte im Jahr 2017 zwei Mal und zwar am 7. März im Wasserwerk Fröndenberg Menden der WFM und am 8. November im Wasserwerk Witten von WWW. Der Ausschuss blieb in seiner personellen Zusammensetzung unverändert.

Notstromkonzepte

Die Bedeutung eines kurz- oder auch längerfristigen Stromausfalls für den Wasserwerksbetrieb ist Gegenstand ausführlicher Diskussionen gewesen. Die Ausstattung der einzelnen Wasserwerke mit Notstromaggregaten oder alternativen Versorgungskonzepten und auch ihre Bedeutung für die nachgeschalteten Versorgungsnetze differieren stark. Alle Aspekte sind vom Ausschuss in einem Positionspapier zusammengefasst worden.

Berichte aus den Mitgliedsunternehmen

Die Erweiterung der Ruhrwasserwerke um verschiedene verfahrenstechnische Stufen wurde auch in 2017 weitergeführt und im Ausschuss diskutiert.

Arbeitskreis Aktivkohle

In der Herbstsitzung wurde beschlossen, den Arbeitskreis Aktivkohle zu Beginn 2018 zu starten. Mittlerweile ist die Technik der adsorptiv wirksamen Filtration über Aktivkohle in fast allen Mitgliedsunternehmen Praxis geworden, sodass ein intensiver Austausch zu diesem Thema sowie die Erarbeitung möglicher „Ruhr-Standards“ sinnvoll und gewinnbringend sein wird. Herr Lürbke (SW Menden) wird den Arbeitskreis leiten.

Weitere Themenschwerpunkte

Des Weiteren beschäftigte sich der Ausschuss mit der Abfluss- und Talsperrensituation an der Ruhr sowie mit verschiedenen qualitätsrelevanten Themen aus dem Bereich der Kläranlagen. Herr Dr. Tuschewitzki (Hygiene-Institut) hielt einen Vortrag zum Thema „Mikro- und Nanokunststoffpartikel“. Im Berichtsjahr haben sich keine relevanten Unfälle an der Ruhr ereignet, die eine weitere Aufarbeitung zur Folge gehabt hätten. In den AWWR-Meldeplan wurden zunehmend auch Informationen und Meldungen von Behördenseite eingespeist.

Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit

Obfrau: *Tanja Vock, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte*

Der Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit traf sich 2017 zu zwei Arbeitssitzungen: am 14. März im Verbund-Wasserwerk Witten und am 10. August im Wasserwerk Hennesee (Hochsauerlandwasser GmbH). Hierbei wurden die aktuellen öffentlichkeitswirksamen Themen sowohl allgemeiner Natur (die Ruhr und ihre Einträge, die Trinkwasserqualität, etc. betreffend) als auch aus den einzelnen Unternehmen erörtert.

Für eine Sensibilisierung und zeitige Vorbereitung auf in Zukunft eventuell kritische Themen wurde im Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit beschlossen, zukünftig die Obmänner der Ausschüsse Wassergüte und Wassergewinnung und -aufbereitung in regelmäßigen Abständen einzuladen.

Dies ist 2017 erstmals passiert: An der März-Sitzung nahm der Obmann des Ausschusses Wassergewinnung und -aufbereitung Andreas Lütz teil, an der August-Sitzung der Obmann des Ausschusses Wassergüte Dr. Henning Schünke. Dieser interdisziplinäre Austausch wurde von allen Seiten als sehr produktiv empfunden und soll beibehalten werden.

Zu den Standardaufgaben des Ausschusses gehörten wie in den Vorjahren folgende Tätigkeiten:

- Erarbeitung von Beiträgen für die AWWR-Mitgliederversammlungen, Präsidiumssitzungen, den Ruhrgütebericht und die zugehörige Pressekonferenz
- Koordination und Betreuung der Erstellung des AWWR-Beiträge zum Ruhrgütebericht (in Zusammenarbeit mit dem Ruhrverband)
- Vorbereitung (in Zusammenarbeit mit dem Ruhrverband) und Teilnahme an der Pressekonferenz Ruhrgütebericht
- Bearbeitung von Presseanfragen und ggfs. Krisenkommunikation und Sprachregelungen
- Öffentlichkeitswirksame Außendarstellung der AWWR und ihrer Tätigkeiten
- Austausch zu öffentlichkeitsrelevanten Themen der Mitgliedsunternehmen

Im Jahr 2017 wurde des Weiteren der Relaunch des AWWR-Internetauftritts entwickelt und die neue Internet-Seite des AWWR ging in modernem Look und mit aktualisierten Inhalten Mitte November online. Der Mitgliederversammlung wurde der Entwurf im Vorfeld präsentiert, sodass Vorschläge und Wünsche eingebracht werden konnten. Obwohl es sich hier erst einmal um eine knappe Variante mit den essentiellen Themengebieten handelt, bekam die neue Website direkt eine Menge positives Feedback. Sie wird im Jahr 2018 weiterentwickelt und um zusätzliche Informationsschwerpunkte ergänzt.

Presseaktivitäten

Anfang des Jahres beschäftigte das Thema „Schutz kritischer Infrastrukturen vor Terroranschlägen“ die AWWR-Mitgliedsunternehmen und den Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit – ausgelöst durch ein anonymes Fax aus Afghanistan an einen Großteil der Wasserversorgungsunternehmen.

Presseanfragen und -berichte gab es zu erhöhten Nitratwerten, zum Thema Chemiereste, Arzneimittelrückstände und Pestizide im Trinkwasser sowie zu den Trinkwasserpreisen. Die Spurenstoffe TFA (Trifluoracetat) und Amidosulfonsäure wurden intern behandelt.

Pressekonferenz Ruhrgütebericht 2017

In der jährlichen gemeinsamen Pressekonferenz zur Vorstellung des Ruhrgüteberichts informierten der Ruhrverband und die AWWR über ihre Schwerpunktthemen.

Die Presskonferenz fand am 14. September beim Ruhrverband in Essen statt. Seitens AWWR nahmen der AWWR-Geschäftsführer Ulrich Peterwitz, die Obfrau des Ausschusses Öffentlichkeitsarbeit Tanja Vock und der Obmann des Ausschusses Wassergüte Dr. Henning Schünke teil. Die AWWR stellte ihr reguläres Spurenstoff-Monitoring vor und zeigte anhand der Ergebnisse aus der Sonderuntersuchung zum Spurenstoff Fipronil, wie schnell die AWWR auf aktuelle Geschehnisse reagiert.

Ein weiteres Thema war der Umsetzungsstand der weitergehenden Aufbereitung der Wasserwerke an der Ruhr und die Vorstellung der fertiggestellten Werke Hennesee der Hochsauerlandwasser GmbH und Witten der Wasserwerke Westfalen GmbH.

Erstmals gab es ein gemeinsam von AWWR und Ruhrverband behandeltes Thema. Die Nitratbelastung im Ruhreinzugsgebiet wurde sowohl aus Sicht des Ruhrverbands als auch der AWWR erörtert, was zu einem sehr stimmigen Allgemeinbild führte. Die teilnehmenden Pressevertreter kamen von der Bildzeitung, WAZ Essen, WDR Fernsehen und WDR Hörfunk sowie Radio Essen.

Beiträge aus Wasserwerken und Institutionen

15 Organische Spurenstoffe in der Ruhr – Fortsetzung des Monitorings der AWWR

Christian Skark, Institut für Wasserforschung GmbH, Schwerte

Mit vier weiteren Probenahmen wurde das Monitoring der AWWR auf 62 organische Spurenstoffe im Oberflächenwasser der Ruhr im Jahr 2017 fortgeführt. In diese Auswertung werden alle 38 bisherigen Probenahmen einbezogen und der Vorbericht über den Zeitraum 2008 – 2016 (34 Probenahmen [15.1]) fortgeschrieben. Seit 2017 umfasst das Untersuchungsspektrum 62 Substanzen. Die Stoffe gehören zu den Gruppen Humanpharmaka (HP, 34 Stoffe), Röntgenkontrastmittel (RKM, 6 Stoffe), per- und polyfluorierte Verbindungen (PFC, 16 Stoffe) und Organophosphor-Flammschutzmittel (FSM, 6 Stoffe), die im Einzugsgebiet der Ruhr verbraucht werden und vor allem über gereinigtes Abwasser ins Oberflächenwasser gelangen. Eine Erweiterung des Untersuchungsspektrums im Jahr 2017 betraf die Gruppe der Humanpharmaka (zusätzlich zwei Substanzen).

Probenahmeorte und Untersuchungsmethoden

An neun Probenahmestellen längs der Ruhr werden alle drei Monate Stichproben entnommen. Die Probenahmestellen an der Ruhr entsprechen den Rohwasserentnahmeorten der beteiligten Wasserwerke (WGA, Tabelle 15.1). Dies schließt auch

im Jahr 2017 die Probenahmestelle in Bochum-Stiepel mit ein, obwohl die Trinkwassergewinnung im November 2015 eingestellt wurde.

Die einzelnen Probenahmestellen repräsentieren unterschiedliche Anteile des ca. 4.500 km² großen Einzugsgebiets der Ruhr (zwischen 400 km² in Meschede und 4.400 km² in Mülheim). Insbesondere zwischen Schwerte (WGA Westhofen) und Hagen (WGA Hengstey) nimmt das oberstromige Einzugsgebiet und der Abfluss durch den Zufluss der Lenne stark zu.

Tabelle 15.2 gibt das Untersuchungsspektrum von 60 Substanzen sowie deren Bestimmungsgrenzen (BG) für eine sichere Quantifizierung in den Wasserproben wieder. Für Stoffe, die seit 2008 analysiert werden, ergeben sich mit dem Jahr 2017 jeweils 341 Einzelanalysen. Bereits 2011 und 2012 erfolgte eine Erweiterung des Untersuchungsumfang um insgesamt neun Verbindungen ([b] Perfluorheptansulfonat, Tetrahydro-polyfluoroctansulfonat H₄PFOS, [a] Hydro-polyfluorheptanoat, Clofibrinsäure, Phenazon, Propyphenazon, Codein, Diazepam und Primidon). Für die Substanzen [a] und [b] liegen der Auswertung geringere Anzahlen an Untersuchungen zugrunde

- [15.1] Skark, C.: *Organische Spurenstoffe in der Ruhr- ein mehrjähriges Monitoring der AWWR- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2016.- Schwerte, Essen, 135-147 (2017).*
- [15.2] LANUV (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen): *Gewässerstationierungskarte GSK3B.- Auflage 31.07.2006, 3. Auflage, (2006) <http://www.lanuv.nrw.de/wasser/gstat.htm>, Stand 01.07.08.*

Tabelle 15.1: Lage der Probenahmestellen für Oberflächenwasser der Ruhr. MQ – durchschnittlicher Abfluss, Gewässerstationierung [15.2]
Table 15.1: Sampling sites for the surface water in the river Ruhr. MQ – mean run-off, water stationing [15.2]

Ort	Probenahmestelle	Probenahme	Abflusspegel	Abfluss	Einzugsgebiet	MQ langjährig	MQ (07/2008 - 12/2017)	MQ (2017)
		Fluss-km		Fluss-km				
Meschede	Mengesohl	183,7	Meschede 1	179,4	426	9,1	7,5	6,9
Arnsberg	Langel	163,8	Oeventrop	159,5	760	14,9	12,4	10,0
Wickede	Echthausen	128,3	Bachum	133,8	1.530	27,1	22,1	17,3
Fröndenberg	Warmen	121,2	Fröndenberg	109,3	1.914	-	-	-
Schwerte	Westhofen	95,2	Villigst	100,2	2.013	28,8	24,9	25,3
Hagen	Hengstey	88,8	Wetter	79,8	3.908	67,6	56,7	59,8
Bochum	Stiepel	62,7	Hattingen	56,0	4.118	70,6	60,4	63,3
Essen	Spiek	44,1	Werden	29,0	4.337	79,5	61,8	66,4
Mülheim	Styrum-Ost	11,3	Mülheim	13,2	4.420	76,3	65,1	66,6

Tabelle 15.2: Untersuchte Stoffe im AWWR-Monitoring „Organische Spurenstoffe in der Ruhr“. AB – Antibiotika, BG – Bestimmungsgrenze, CAS-RN – Chemical Abstract Service Registrierungsnummer, FSM - Flammenschutzmittel, HP – Humanpharmaka, PFC – Per- oder polyfluorierte Verbindungen, RKM – Röntgenkontrastmittel, VP – Veterinärpharmaka
 Grün – Anteil der Untersuchungen über der BG < 10 %, hellgelb – Anteil der Untersuchungen mit Positivbefund > 90 %, Anzahl aller Untersuchungen n = 341 (außer [b] PFHpS und H₄PFOS n = 233; [a] HPFHA, Clofibrinsäure, Phenazon, Propyphenazon, Codein, Diazepam und Primidon n = 215; orange n = 108 PFPS, PFNS, PFDS, Propanol, Sulfadiazin, Sulfamerazin, Sulfamethazin, Guanylharstoff, Metformin, Gabapentin, Pregabalin, Ranitidin, Tramadol, Oxazepam, Oxcarbazepin, Naproxen, FAA, AAA

Table 15.2: Analysed substances in the scope of the AWWR-Monitoring "Trace organics in the river Ruhr". AB – antibiotics, BG – limit of quantification, CAS-RN – Chemical Abstract Service registry number, FSM – flame retardants, HP – human pharmaceuticals, KB – complex building substances, PFC – per- or polyfluorinated carbonic acids, RKM – X-ray contrast media, VP – veterinary pharmaceuticals. Green: substances with less than 10 % results above LQ, pale yellow – ratio of results > BG exceeds 90 % of all samples, number of samples n = 341 (except [b] PFHpS and H₄PFOS n = 233; [a] HPFHA, Clofibrinsäure, Phenazon, Propyphenazon, Codein, Diazepam and Primidon n = 215; orange n = 108 PFPS, PFNS, PFDS, Propanol, Sulfadiazin, Sulfamerazin, Sulfamethazin, Guanylharstoff, Metformin, Gabapentin, Pregabalin, Ranitidin, Tramadol, Oxazepam, Oxcarbazepin, Naproxen, FAA, AAA

Lfd. Nr.	Substanz	Kurzzeichen	Stoffgruppe	CAS-RN	Positivbefunde	BG
					[%]	[µg/L]
1	Tributylphosphat	TBP	FSM	126-73-8	37	0,010
2	Trisphenylphosphat	TPP	FSM	115-86-6	6	0,010
3	Tris-(2-Chlorethyl)-phosphat	TCEP	FSM	115-96-8	82	0,010
4	Tris-(2-Chlorpropyl)-phosphat	TCPP	FSM	13674-84-5	98	0,010
5	Tris-(butoxyethyl)-phosphat	TBEP	FSM	78-51-3	85	0,010
6	Tris-(dichlorpropyl)-phosphat	TDCP	FSM	13674-87-8	90	0,010
7	Perfluoroctanoat	g-PFOA	PFC	335-67-1	58	0,010
8	Perfluoroctansulfonat	g-PFOS	PFC	1763-23-1	43	0,010
9	Perfluorbutanoat	PFBA	PFC	375-22-4	32	0,010
10	Perfluorpentanoat	PFPA	PFC	2706-30-3	25	0,010
11	Perfluorhexanoat	PFHxA	PFC	307-24-4	21	0,010
12	Perfluorheptanoat	PFHpA [b]	PFC	375-85-9	1	0,010
13	Perfluoronanoat	PFNA	PFC	375-95-1	0	0,010
14	Perfluordecanoat	PFDA	PFC	335-76-2	0	0,010
15	Perfluorbutansulfonat	g-PFBS	PFC	29420-49-3	28	0,010
16	Perfluorpentansulfonat	PFPS	PFC	2706-91-4	0	0,010
17	Perfluorhexansulfonat	g-PFHxS	PFC	432-50-7	0	0,010
18	Perfluorheptansulfonat	PFHpS	PFC	1763-23-1	0	0,010
19	Perfluoronansulfonat	PFNS	PFC	68259-12-1	0	0,010
20	Perfluordecansulfonat	PFDS	PFC	335-77-3	0	0,025
21	H-Polyfluorheptanoat	HPFHA [a]	PFC	-	0	0,010
22	H ₄ -Polyfluoroctansulfonat	H4PFOS [b]	PFC	27619-97-2	28	0,010

Tabelle 15.2: Untersuchte Stoffe im AWWR-Monitoring „Organische Spurenstoffe in der Ruhr“ (Forts.; Abkürzungen vgl. S. 142) [15.2]
 Table 15.2: Analysed substances in the scope of the AWWR-Monitoring "Trace organics in the river Ruhr" (cont.; abbreviations cf. p. 142) [15.2]

Lfd. Nr.	Substanz	Kurzzeichen	Stoffgruppe	CAS-RN	Positivbefunde	BG
					[%]	[µg/L]
23	Atenolol		HP	29122-68-7	11	0,025
24	Bezafibrat		HP	41859-67-0	53	0,025
25	Carbamazepin		HP	298-46-4	89	0,025
26	Diclofenac		HP	15307-86-5	92	0,025
27	Ibuprofen		HP	15687-27-1	22	0,025
28	Metoprolol		HP	51384-51-1	98	0,025
29	Sotalol		HP	3930-20-9	76	0,025
30	Propranolol		HP	525-66-6	0	0,025
31	Sulfamethizol		HP/VP-AB	144-82-1	0	0,025
32	Sulfamethoxazol		HP-AB	723-46-6	81	0,025
33	Sulfapyridin		HP-AB	144-83-2	60	0,025
34	Trimetoprim		HP/VP-AB	738-70-5	5	0,025
35	Sulfadiazin		HP/VP-AB	68-35-9	5	0,025
36	Sulfamerazin		HP/VP-AB	127-79-7	0	0,025
37	Sulfamethazin		HP/VP-AB	57-68-1	0	0,025
38	Clofbrinsäure	[a]	HP	882-09-7	0	0,025
39	Phenazon	[a]	HP	60-80-0	6	0,025
40	Propyphenazon	[a]	HP	479-92-5	0	0,025
41	Codein	[a]	HP	76-57-3	0	0,025
42	Diazepam	[a]	HP	439-14-5	0	0,025
43	Primidon	[a]	HP	125-33-7	39	0,025
44	Guanylharnstoff		HP-M	141-83-3	99	0,025
45	Metformin		HP	657-24-9	100	0,025
46	Gabapentin		HP	60142-96-3	98	0,025
47	Pregabalin		HP	148553-50-8	64	0,025
48	Ranitidin		HP	66357-35-5	23	0,025
49	Tramadol		HP	27203-92-5	56	0,025
50	Oxazepam		HP	604-75-1	14	0,025
51	Oxcarbazepin		HP	28721-07-5	4	0,025
52	Naproxen		HP	22204-53-1	38	0,025
53	N-Formyl-Aminoantipyrin	FAA	HP-M	1672-58-8	100	0,025
54	N-Acetyl-Aminoantipyrin	AAA	HP-M	83-14-8	100	0,025
55	Amidotrizoesäure		RKM	117-96-4	85	0,050
56	Iohexol		RKM	66108-95-0	58	0,050
57	Iomeprol		RKM	78649-41-9	71	0,050
58	Iopamidol		RKM	60166-93-0	78	0,050
59	Iopromid		RKM	73334-07-3	65	0,050
60	Ioxithalaminsäure		RKM	28179-44-4	5	0,050

Tabelle 15.3: Ergebnisübersicht aller Analysen für Stoffe mit Anteilen von Positivbefunden über 20 %. Q – Perzentil, sonstige Abkürzungen vgl. Tabelle 15.2. n = 305; H₄PFOS n = 233; Primidon n = 215. Grün: Konzentration < BG, grau: 0,09 µg/L < Konzentration < 0,1 µg/L, gelb: 0,1 µg/L < Konzentration < 0,5 µg/L, orange: 0,5 µg/L < Konzentration. Werte < BG werden für die Berechnung mit 0,5 * BG angesetzt

Table 15.3: Overview of analytical results for substances with a ratio of results above BG greater than 20 %. Q – percentile, other abbreviations cf. table 15.2. Green: concentration < BG, grey: 0,09 µg/L < concentration < 0,1 µg/L, yellow: 0,1 µg/L < concentration < 0,5 µg/L, orange: 0,5 µg/L < concentration. Calculation considered values < LQ with 0,5 * LQ

Lfd. Nr.	Substanz	Q25	arithm. Mittelwert	Median	Q75	Q90	Maximum
		[µg/L]					
1	TBP	< BG	0,017	< BG	0,015	0,038	0,552
2	TCEP	0,013	0,039	0,026	0,045	0,083	0,415
3	TCPP	0,061	0,131	0,118	0,187	0,252	0,458
4	TBEP	0,023	0,052	0,047	0,072	0,102	0,258
5	TDCPP	0,013	0,024	0,020	0,028	0,041	0,157
6	g-PFOA	< BG	0,015	0,011	0,018	0,030	0,093
7	g-PFOS	< BG	0,012	< BG	0,014	0,028	0,091
8	PFBA	< BG	< BG	< BG	0,011	0,019	0,059
9	PFPA	< BG	< BG	< BG	< BG	0,013	0,046
10	PFHxA	< BG	< BG	< BG	< BG	0,012	0,040
11	g-PFBS	< BG	0,012	< BG	0,012	0,024	0,250
12	H ₄ PFOS	< BG	0,011	< BG	0,013	0,020	0,077
13	Bezafibrat	< BG	0,031	0,028	0,046	0,062	0,089
14	Carbamazepin	0,038	0,068	0,063	0,090	0,120	0,190
15	Diclofenac	0,043	0,083	0,074	0,120	0,150	0,460
16	Ibuprofen	< BG	< BG	< BG	< BG	0,033	0,080
17	Metoprolol	0,080	0,144	0,130	0,190	0,250	0,460
18	Sotalol	0,025	0,044	0,038	0,062	0,082	0,150
19	Sulfamethoxazol	0,029	0,050	0,045	0,068	0,090	0,140
20	Sulfapyridin	< BG	0,031	0,031	0,043	0,055	0,110
21	Primidon	< BG	0,021	< BG	0,028	0,037	0,055
22	Amidotrizesäure	0,113	0,274	0,250	0,400	0,530	0,780
23	Iohexol	< BG	0,168	0,077	0,250	0,440	1,400
24	Iomeprol	< BG	0,379	0,210	0,610	1,000	1,800
25	Iopamidol	0,120	0,481	0,440	0,710	1,000	2,300
26	Iopromid	< BG	0,144	0,090	0,190	0,340	1,100

([a] n = 215, [b] n = 233). Die Erweiterung des Untersuchungsspektrums im Jahr 2015 umfasste insgesamt 18 Substanzen (drei perfluorierte Sulfonate: Perfluorpentansulfonat PFPS, Perfluoronansulfonat PFNS, Perfluordecansulfonat PFDS; 15 Pharmaka: drei Sulfonamid-Antibiotika Sulfadiazin, Sulfamerazin und Sulfamethazin sowie Gabapentin, Metformin, Naproxen, Oxazepam, Oxcarbazepin, Pregabalin, Propanol, Ranitidin, Tramadol; drei Metabolite: Guanylharnstoff, N-Formyl-Aminoantipyrin [FAA] und N-Acetyl-Aminoantipyrin [AAA]). Für diese 18 zusätzlichen Analyte ergeben sich für die Jahre 2015 bis 2017 jeweils 108 Einzelanalysen (n = 9 x 12). Im Jahr 2017 werden zwei weitere Pharmaka in die Untersuchung aufgenommen: das Antiepileptikum Lamotrigin sowie das Antidepressivum Venlafloxin, für die jeweils 36 Untersuchungen vorliegen.

Die Analytik der Wasserproben wird bei der Westfälischen Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen und Schwerte, nach einer stoffspezifischen Anreicherung (Festphasenextraktion, Ionenaustauscher) mittels LC-MS/MS oder GC-NPD durchgeführt.

Ergebnisse

Für die Stoffe, die von Anfang des Monitorings im Jahr 2008 untersucht werden, ergeben sich bislang 38 Beprobungen an den neun Probenahmestellen. Aufgrund eines hochwasserbedingten Probenausfalls im Januar 2012 summiert sich dies zu 341 Proben für den Zeitraum von 2008 bis 2017. In Tabelle 15.2 werden für die verschiedenen Untersuchungsparameter die Anteile der Positivbefunde über den jeweiligen Bestimmungsgrenzen an der Gesamtzahl der jeweiligen Untersuchungen angegeben. Für Stoffe, die erst später in den Untersuchungsumfang eingeführt wurden, werden die entsprechend geringeren Analysenzahlen zugrunde gelegt.

Bei 23 von 60 Substanzen werden in keiner oder nur bis zu 10 % der Untersuchungen Positivbefunde festgestellt. Hierzu gehören neun PFC, fünf Antibiotika, sieben weitere Pharmaka, ein FSM sowie ein RKM. Dies schließt auch drei PFC, drei Antibiotika und zwei Pharmaka ein, die erst in 2015 in die Untersuchung aufgenommen wurden.

In mindestens 90 % der Untersuchungen werden vier Substanzen des ursprünglichen Stoffspektrums über der BG detektiert (in mindestens 307 der 341 Untersuchungen). Darunter fallen zwei FSM und die Arzneimittel Diclofenac und Metoprolol.

Bei den Substanzen, die in 2011 oder 2012 in die Untersuchung aufgenommen wurden, zeigen sich nur für Tetrahydro-polyfluorooctansulfonat (H₄PFOS) und Primidon öfter Positivbefunde. Von den 2015 aufgenommenen Untersuchungsparametern werden fünf Substanzen in mehr als 90 % der Untersuchungen über der BG gefunden (in mindestens 97 der 108 Untersuchungen). Es handelt sich dabei um Gabapentin, Metformin und die Metabolite Guanylharnstoff, FAA und AAA.

Die beiden Psychopharmaka, die im Jahr 2017 in die Untersuchung integriert wurden, zeigen unterschiedliche Befunde: Lamotrigin wird in 35 der 36 Untersuchungen oberhalb der BG von 0,025 µg/L gefunden, während Venlafloxin nicht über der BG von 0,05 µg/L detektiert wird.

Konzentrationsbetrachtungen

In Tabelle 15.3 wird ein Überblick zu Konzentrationsgrößen ausgewählter Substanzen gegeben. Dabei werden 26 Stoffe gezeigt, bei denen in mehr als 20 % der Analysen seit 2008 (mindestens 68 Positivbefunde von n = 341) Befunde über der Bestimmungsgrenze (BG) festgestellt wurden. Zusätzlich sind

Tabelle 15.4: Ergebnisübersicht aller Analysen für Stoffe mit Anteilen von Positivbefunden über 20 % und Aufnahme in das Monitoring im Jahr 2015. Q – Perzentil, sonstige Abkürzungen vgl. Tabelle 15.2, n = 108. Grau: 0,09 µg/L < Konzentration < 0,1 µg/L, gelb: 0,1 µg/L < Konzentration < 0,5 µg/L, orange: 0,5 µg/L < Konzentration. Werte < BG werden für die Berechnung mit 0,5 * BG angesetzt
Table 15.4: Overview of analytical results for substances with a ratio of results above LQ greater than 20 % and integration to the monitoring in the year 2015. Q – percentile, other abbreviations cf. table 15.2. Grey: 0,09 µg/L < concentration < 0,1 µg/L, yellow: 0,1 µg/L < concentration < 0,5 µg/L, orange: 0,5 µg/L < concentration. Calculation considered values < LQ with 0,5 * LQ

Lfd. Nr.	Substanz	Q25	arithm. Mittelwert	Median	Q75	Q90	Maximum
		[µg/L]					
1	Guanylharnstoff	2,400	3,829	4,000	5,000	5,748	12,000
2	Metformin	0,520	0,965	0,810	1,100	1,900	2,600
3	Gabapentin	0,260	0,444	0,395	0,645	0,800	1,000
4	Pregabalin	< BG	0,038	0,035	0,052	0,075	0,100
5	Ranitidin	< BG	< BG	< BG	< BG	0,038	0,100
6	Tramadol	< BG	0,029	0,028	0,040	0,055	0,084
7	Naproxen	< BG	< BG	< BG	0,029	0,037	0,052
8	FAA	0,150	0,312	0,290	0,453	0,565	0,840
9	AAA	0,180	0,244	0,240	0,300	0,360	0,490

Ergebnisse für Stoffe mit einer geringeren Analysenhäufigkeit, H₄PFOS (n = 233) und Primidon (n = 215), wiedergegeben. Bei der Berechnung der statistischen Kennwerte gehen Gehalte unter der Bestimmungsgrenze (BG) mit der Hälfte der BG ein. Sollte das Ergebnis jedoch unter der entsprechenden BG liegen, erscheint dies in den Tabellen vermerkt.

Nur für den Betablocker Metoprolol und das FSM TCPF sowie drei RKM liegen bereits die Medianwerte über 0,1 µg/L. Maximale Konzentrationen über 0,5 µg/L treten in der Regel nur für Röntgenkontrastmittel auf. Für neun Substanzen liegen noch die Median-Konzentrationen unter der BG (sechs PFC, darunter auch PFOS, zwei Pharmaka, ein FSM). Für Ibuprofen, PFPA und PFHxA ist dies auch für den 75-Perzentilwert der Fall.

In Tabelle 15.4 sind die Ergebnisse für die Stoffe mit mehr als 20 % Befunden über der BG zusammengestellt, die 2015 in die Untersuchung aufgenommen wurden (n = 108). Für Gaba-

pentin, Metformin und die Metabolite Guanylarnstoff, FAA und AAA lassen sich Mediankonzentrationen deutlich über 0,1 µg/L ermitteln. Lamotrigin tritt mit einer Mediankonzentration von 0,075 µg/L und einem Maximalwert von 0,140 µg/L im Ruhrwasser auf.

Bezogen auf die Probenahmeorte werden in Tabelle 15.5 die Medianwerte von 23 Stoffen mit mehr als 20 % Positivbefunden wiedergegeben. Das Auftreten von Ibuprofen, PFPA und PFHxA ist örtlich und zeitlich so vereinzelt, dass für keine Probenahmestelle Mediangehalte über der BG ermittelt werden können. Die Anzahl der Parameter, die Mediankonzentrationen über 0,1 µg/L zeigen, nimmt ruhrabwärts zu. In Meschede wird Diclofenac mit einem Medianwert von 0,1 µg/L bestimmt, um im weiteren Ruhrverlauf wieder abzunehmen. Nur in Schwerte wird dann noch ein Medianwert > 0,1 µg/L für Diclofenac ermittelt, während dieser Wert insbesondere nach der Lennemündung deutlich abnimmt. In Wickede liegen im

Tabelle 15.5: Ergebnisübersicht der Mediangehalte [µg/L] in den einzelnen Probenahmestellen (k = 38, Essen k = 37). Abkürzungen vgl. Tabelle 15.2. Grün: Konzentration < BG, grau: 0,09 µg/L < Konzentration < 0,1 µg/L, gelb: 0,1 µg/L < Konzentration < 0,5 µg/L, orange: 0,5 µg/L < Konzentration. Werte < BG werden für die Berechnung mit 0,5 * BG angesetzt

Table 15.5: Median concentrations [µg/L] in every sampling point (k = 38) abbreviations cf. table 15.2. Green: concentration < BG, grey: 0,09 µg/L < concentration < 0,1 µg/L, yellow: 0,1 µg/L < concentration < 0,5 µg/L, orange: 0,5 µg/L < concentration. Calculation considered values < LQ with 0,5 * LQ

Stoff	Probenahmestelle								
	Meschede	Arnsberg	Wickede	Fröndenberg	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
TBP	<BG	<BG	<BG	0,015	0,010	<BG	<BG	<BG	<BG
TCEP	0,014	0,017	0,020	0,019	0,039	0,027	0,040	0,037	0,027
TCPF	0,040	0,034	0,088	0,135	0,120	0,118	0,180	0,181	0,185
TBEP	<BG	<BG	0,051	0,054	0,062	0,047	0,067	0,062	0,063
TDCPF	0,023	0,019	0,019	0,019	0,021	0,015	0,026	0,027	0,025
g-PFOA	0,020	0,011	0,013	0,014	0,013	<BG	<BG	<BG	<BG
g-PFOS	<BG	<BG	<BG	<BG	0,011	0,014	0,014	0,012	0,013
PFBA	<BG	<BG	0,011	0,011	0,011	<BG	<BG	<BG	<BG
g-PFBS	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	0,011	0,011
H ₄ PFOS	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	0,017	0,013	<BG	0,013
Bezafibrat	<BG	<BG	<BG	<BG	0,036	0,033	0,049	0,049	0,043
Carbamazepin	0,032	0,027	0,052	0,053	0,067	0,073	0,094	0,099	0,110
Diclofenac	0,100	0,035	0,066	0,068	0,120	0,065	0,088	0,085	0,095
Metoprolol	0,075	0,044	0,110	0,110	0,155	0,110	0,205	0,220	0,225
Sotalol	0,035	<BG	0,041	0,038	0,048	0,036	0,052	0,051	0,054
Sulfamethoxazol	0,036	<BG	0,036	0,038	0,056	0,047	0,068	0,076	0,079
Sulfapyridin	<BG	<BG	0,028	0,025	0,050	0,032	0,042	0,039	0,030
Primidon	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	0,028	0,030	0,036
Amidotrizesäure	<BG	<BG	0,180	0,195	0,265	0,315	0,420	0,440	0,490
Iohexol	<BG	<BG	<BG	0,057	0,060	0,099	0,210	0,210	0,500
Iomeprol	<BG	<BG	0,081	0,096	0,280	0,340	0,865	0,800	0,725
Iopamidol	<BG	<BG	0,715	0,750	0,610	0,400	0,395	0,450	0,640
Iopromid	<BG	<BG	0,057	0,080	0,080	0,170	0,220	0,220	0,200

Tabelle 15.6: Ergebnisübersicht der Mediangehalte [$\mu\text{g/L}$] in den einzelnen Probenahmestellen, Monitoringbeginn 2015 ($k = 12$). Abkürzungen vgl. Tabelle 15.2. Grün: Konzentration < BG, grau: $0,09 \mu\text{g/L} < \text{Konzentration} < 0,1 \mu\text{g/L}$, gelb: $0,1 \mu\text{g/L} < \text{Konzentration} < 0,5 \mu\text{g/L}$, orange: $0,5 \mu\text{g/L} < \text{Konzentration} < 1 \mu\text{g/L}$, rot: $1 \mu\text{g/L} < \text{Konzentration}$. Werte < BG werden für die Berechnung mit $0,5 * \text{BG}$ angesetzt
 Table 15.6: Median concentrations [$\mu\text{g/L}$] in every sampling point, start of monitoring 2015 ($k = 12$). Abbreviations cf. table 15.2. Green: concentration < LQ, grey: $0,09 \mu\text{g/L} < \text{concentration} < 0,1 \mu\text{g/L}$, yellow: $0,1 \mu\text{g/L} < \text{concentration} < 0,5 \mu\text{g/L}$, orange: $0,5 \mu\text{g/L} < \text{concentration} < 1 \mu\text{g/L}$, red: $1 \mu\text{g/L} < \text{concentration}$. Calculation considered values < LQ with $0,5 * \text{LQ}$

Stoff	Probenahmestelle								
	Meschede	Arnsberg	Wickede	Fröndenberg	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
Guanylharnstoff	4,000	1,650	4,100	4,150	5,650	3,750	4,750	4,550	2,800
Metformin	0,630	0,530	0,595	0,765	0,805	0,960	0,980	0,995	0,950
Gabapentin	0,220	0,125	0,305	0,315	0,435	0,475	0,740	0,755	0,740
Pregabalin	<BG	<BG	0,032	0,025	0,050	0,040	0,055	0,049	0,053
Tramadol	<BG	<BG	<BG	<BG	0,037	0,029	0,044	0,051	0,039
FAA	0,135	0,062	0,215	0,195	0,360	0,315	0,480	0,490	0,520
AAA	0,185	0,110	0,210	0,215	0,275	0,265	0,300	0,290	0,280

Mittel nur zwei RKM (Amidotrizoesäure, Iopamidol) und der Beta-Blocker Metoprolol über $0,1 \mu\text{g/L}$, während in Fröndenberg auch TCPP im Mittel in dieser Höhe gefunden wird. Bis nach Mülheim treten mit einem weiteren Pharmaka, Carbamazepin, und drei weiteren RKM insgesamt acht Verbindungen mit Medianwerten über $0,1 \mu\text{g/L}$ auf.

Bei den perfluorierten Verbindungen werden an keiner Probenahmestelle Mediangehalte über $0,02 \mu\text{g/L}$ gefunden. Perfluorooctanoat (PFOA) und Perfluorbutanoat (PFBA) kann unterhalb der Lennemündung im Mittel nur unter der Bestimmungsgrenze detektiert werden (Tabelle 15.5). Perfluorooctansulfonat (PFOS) wird im Mittel nur ab Schwerte über der BG detektiert. Perfluorbutylsulfonat (PFBS) und PFBA werden im Mittel nur noch an wenigen Probenahmestellen über der BG nachgewiesen. H_4PFOS tritt im Mittel nur unterhalb der Lennemündung über der BG auf.

Wie auch in den Vorjahren seit 2012 unterschreitet in den vier Untersuchungen des Jahres 2017 die maximale Summenkonzentration aller 16 analysierten PFC den Wert von $0,1 \mu\text{g/L}$. Bis auf die Probenahmestellen Hagen, Essen und Mülheim erreichen die PFC-Summenkonzentrationen in keiner Probe den Wert von $0,05 \mu\text{g/L}$. Auch der Anteil von Proben ohne jeglichen Nachweis für PFC steigt im Jahr 2017 gegenüber 2016. So werden in mehr als 50 % der Einzelproben des Jahres 2017 (20 von 36) für alle analysierten PFC keine Positivbefunde > BG festgestellt. An jeder Probenahmestelle zeigt mindestens eine Probe im Lauf des Jahres 2017 keinen Nachweis von PFC, in Schwerte sind dies sogar alle vier Proben. In sieben Proben tritt ausschließlich PFOA aus dieser Stoffgruppe auf. In 2 Proben wird ausschließlich PFOS gefunden (zwei weitere Positivbefunde). In den übrigen Proben trägt vier Mal vor allem H_4PFOS zur PFC-Summenkonzentration bei. In zwei Proben wird nur PFPA und in einer Probe nur PFHxA gefunden. Elf der untersuchten 16 PFC-Verbindungen werden in keiner Probe über der BG festgestellt, darunter auch PFBA und PFBS.

Bei den RKM sind Amidotrizoesäure und Iopamidol bereits ab Wickede mit Mediankonzentrationen über $0,1 \mu\text{g/L}$ zu finden (Tabelle 15.5). Oberhalb von Wickede liegen mittlere RKM-Konzentrationen fast immer unter der Bestimmungsgrenze. Iodierte Röntgenkontrastmittel nehmen im Ruhrverlauf in ihrer Konzentration zu. So liegen ab Bochum mittlere Konzentrationen von fünf RKM über $0,1 \mu\text{g/L}$. Wie in den Vorjahren werden auch 2017 vereinzelt RKM mit Konzentrationen von $1 \mu\text{g/L}$ und mehr im Oberflächenwasser gefunden. Dies betrifft Iomeprol (zwei Proben Bochum, Essen), und Iopamidol (vier Proben Wickede, Fröndenberg). In 23 der 36 Einzelproben des Jahres 2017 werden RKM-Summenkonzentrationen über $1 \mu\text{g/L}$ festgestellt.

Die Pharmaka, die erst 2015 in das Monitoring integriert wurden und gleichzeitig häufig über der BG gefunden wurden, sind mit den Medianwerten für die einzelnen Probenahmeorte in Tabelle 15.6 zusammengestellt. Das Antidiabetikum Metformin, der Krampflöser Gabapentin sowie die Arzneimittel-Metabolite Guanylharnstoff, FAA und AAA treten bereits in Meschede im Oberstrom mit Mediangehalten über $0,1 \mu\text{g/L}$ auf. Für Guanylharnstoff wird bereits in Meschede ein Median von $4 \mu\text{g/L}$ ermittelt. Dieser Medianwert steigt im Ruhrverlauf bis auf $5,7 \mu\text{g/L}$ in Schwerte an, um danach wieder etwas abzunehmen. Guanylharnstoff-Einträge scheinen durch einen Abbau im Gewässer oder durch den Zustrom unbelasteten Wassers verringert zu werden. So sinkt zwischen Meschede und Arnsberg der Guanylharnstoff-Gehalt. Dies ist ein Bereich ohne weiteren Zufluss gereinigten Abwassers aus Kläranlagen. Andererseits werden Minderungen durch erneute Einträge wieder ausgeglichen, so dass ein weitgehend beständiger Gehalt bis nach Mülheim erhalten bleibt. Auch im Jahr 2017 werden in der Regel Guanylharnstoff-Konzentrationen in der Ruhr über $1 \mu\text{g/L}$ gefunden. Einmalig wird in Essen ein Gehalt über $10 \mu\text{g/L}$ festgestellt. Als Quelle für die Guanylharnstoff-Gehalte im Oberflächenwasser werden neben dem Abbau von Metformin unter anderem Transformationsprodukte aus der Land-

wirtschaft sowie der Papier- und Textilindustrie diskutiert [15.3 bis 15.6]. Für Metformin liegen die Mediankonzentrationen für den gesamten Ruhrverlauf zwischen ca. 0,5 und 1 µg/L (Tabelle 15.6). Im Jahr 2017 erreichen und übersteigen Metformin-Gehalte im Oberflächenwasser der Ruhr in drei der 36 Einzelproben Werte von 1 µg/L und liegen damit deutlich unter den Befunden aus dem Jahr 2016 [15.1]. Die maximale Konzentration von 1,1 µg/l wird in Bochum im April gefunden. Im Übrigen werden 2017 beständig Metformin-Gehalte über 0,1 µg/L detektiert.

Median-Gehalte von Gabapentin zeigen längs des Verlaufs der Ruhr eine weitgehend beständige Zunahme zwischen 0,22 und 0,75 µg/L, wobei in Arnsberg der Gehalt gegenüber der oberstromigen Probenahmestelle abnimmt. Dies deutet ebenfalls einen Abbau oder eine Verdünnung im Gewässer an. Im Jahr 2017 wird Gabapentin zumeist mit Konzentrationen über 0,1 µg/L gefunden. Gehalte über 0,5 µg/L treten 2017 ab Schwerte flussabwärts auf. In Mülheim und Essen werden 2017 die Maximalgehalte mit 0,93 µg/L festgestellt (April), wobei auch im Januar und Juli Gehalte über 0,5 µg/L detektiert werden.

Der Metamizol-Metabolit FAA zeigt im Ruhrverlauf mittlere Gehalte zwischen 0,06 und 0,52 µg/L (Tabelle 15.6). Im Jahr 2017 tritt FAA vor allem mit Gehalten über 0,1 µg/L in der Ruhr auf. Gehalte über 0,5 µg/L werden in fünf Proben ab Bochum ruhrabwärts und der Maximalgehalt von 0,69 µg/L in Mülheim gefunden. Mediangehalte des Metamizol-Metaboliten AAA liegen im Ruhrverlauf zwischen 0,1 und 0,29 µg/L (Tabelle 15.6). In den Proben des Jahres 2017 werden AAA-Gehalte zwischen 0,092 und 0,49 µg/L gefunden. Lamotrigin, das nur 2017 untersucht wurde, tritt an allen Probenahmestellen auf. Der Maximalgehalt von 0,14 µg/L wird in Bochum festgestellt.

Bei den seit längerer Zeit untersuchten Pharmaka werden für drei Arzneimittel, Carbamazepin, Diclofenac und Metoprolol, an allen Probenahmestellen Mediangehalte über der Bestimmungsgrenze ermittelt, wobei Metoprolol ab Wickede ruhrabwärts, Carbamazepin in Mülheim und Diclofenac in Meschede und Schwerte Mediangehalte von 0,1 µg/L und darüber aufweisen (Tabelle 15.5). Im Jahr 2017 zeigen die drei vorgenannten Verbindungen in dieser Untergruppe der untersuchten Pharmaka die meisten Befunde > BG und Konzentrationen über 0,1 µg/L. Metoprolol wird in 25 Proben mit Gehalten von 0,1 µg/L und darüber gefunden (Maximalwert 0,31 µg/L im Januar in Essen). Diclofenac wird in 17 Proben über 0,1 µg/L (Maximalgehalt 0,46 im Juli in Mülheim), Carbamazepin fünf mal über 0,1 µg/L (Maximalgehalt 0,13 µg/L im Juli in Mülheim) detektiert.

Weitere Schmerzmittel und krampflösende Wirkstoffe wie Naproxen, Pregabalin, Tramadol, Ibuprofen, Primidon, Phenazon werden in vergleichsweise geringem Umfang über der BG nachgewiesen und die analysierten Gehalte liegen durchweg unter 0,1 µg/L.

Für einige Pharmaka (z.B. Metoprolol) und Röntgenkontrastmittel (z.B. Iopamidol) wirkt der Lennezufuss zunächst konzentrationsmindernd. Der Wiederanstieg der mittleren Konzentrationen im weiteren Ruhrverlauf zeigt jedoch neue, zusätzliche Einträge an (Tabelle 15.5).

In den Jahren 2007 bis 2016 wurden viele der in diesem Monitoring-Programm auffälligen Substanzen mit ähnlichen Konzentrationen bei Untersuchungen der AWWR-Mitgliedsunternehmen, des Ruhrverbands sowie des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW in der Ruhr gefunden [15.7 bis 15.11]. Die deutliche Verminderung der PFC-Gehalte in der Ruhr, die in den Untersuchungen der AWWR zu beobachten ist, wird auf die Sanierung spezifisch kontaminierter Flächen und einen weitgehend veränderten Produkteinsatz im gewerblichen Bereich zurück geführt [15.9]. In früheren Veröffentlichungen beschriebene PFC-Gehalte werden deshalb in der Ruhr heute nicht mehr erreicht [15.10, 15.11].

Diese Konzentrationsangaben beziehen sich auf Oberflächenwasser, das noch nicht zu Trinkwasser aufbereitet ist. Um die gefundenen Konzentrationen im Oberflächenwasser einzuordnen, werden aber sowohl allgemeine Vorsorgewerte für Trinkwasser (0,1 µg/L, VW) als auch gesundheitsbasierte Orientierungswerte (GOW, oberer Vorsorgewert für einen lebenslangen unbedenklichen Trinkwassergenuss, Warnwert) sowie toxikologisch begründete Leitwerte (LW, lebenslanger unbedenklicher Trinkwassergenuss, Besorgniswert) herangezogen [15.12 bis 15.14]. Eine Zusammenstellung der entsprechenden GOW und LW für die betrachteten Substanzen gibt Tabelle 15.7. Die gefundenen Konzentrationen werden durch die jeweiligen GOW, LW oder VW geteilt. Liegen die erhaltenen Bewertungsquotienten unter 1, deutet dies eine unbedenkliche Nutzung der Wasserressource auch für die Trinkwassergewinnung an.

Im Jahr 2017 wurden die GOW und LW bereits im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser für die meisten Untersuchungsparameter mit Ausnahme von Diclofenac, Iopamidol, Metformin und Guanylarnstoff unterschritten. Diclofenac trat einmal über dem GOW von 0,3 µg/L auf. Während für Iopamidol und Metformin nur vereinzelte Überschreitungen des GOW von 1 µg/L festgestellt wurden, überschreitet die Oberflächenwasserkonzentration von Guanylarnstoff in der Regel 1 µg/L. Diese Gehalte werden jedoch im Laufe der Wasseraufbereitung selbst mit naturnahen Verfahren so stark vermindert, dass im Trinkwasser entweder keine Befunde über den jeweiligen Bestimmungsgrenzen oder zumindest eine deutliche Unterschreitung der jeweiligen GOW zu beobachten ist [15.15].

Die gesundheitlichen Orientierungs- und Leitwerte wurden für per- und polyfluorierte Verbindungen im Oberflächenwasser im Jahr 2017 maximal zu 77 % für eine Einzelsubstanz (H₄PFOS) erreicht. Der maximale Bewertungsquotient für die Summe aller PFC lag 2017 bei 0,8 (Summenbildung in Anlehnung an TRGS 402 [15.16]). Für Carbamazepin wurde für die Oberflächenwasserkonzentration im Jahr 2017 ein maximaler

Tabelle 15.7: Zusammenstellung von gesundheitlichen Orientierungswerten (GOW) und Leitwerten (LW) zur Bewertung von Stoffen im Trinkwasser. Abkürzungen vgl. Tabelle 15.2, n.v. – nicht vorhanden

Table 15.7: Health oriented values (GOW) and guidance values (LW) for the assessment of substances occurring in drinking water. Abbreviations cf. table 15.2. GOW – precautionary value for life-time, harmless drinking water consumption. LW – toxicologically based guidance value for life-time, harmless drinking water consumption. n.v. – not available

Stoff	GOW	LW
	[µg/L]	[µg/L]
TCPP	1	20
PFBA	n.v.	10
PFPA	3	n.v.
PFHxA	n.v.	6
PFHpA	0,3	n.v.
PFOA	n.v.	0,1
PFNA	n.v.	0,06
PFDA	0,1	n.v.
PFBS	n.v.	6
PFPS	1	n.v.
PFHxS	n.v.	0,1
PFHpS	0,3	n.v.
PFOS	n.v.	0,1
H ₄ PFOS	0,1	n.v.
Carbamazepin	0,3	3
Clofibrat	3	n.v.
Diclofenac	0,3	1,75
Gabapentin	1	n.v.
Guanylharnstoff	1	n.v.
Ibuprofen	1	n.v.
Lamotrigin	0,3	n.v.
Metformin	1	n.v.
Phenazon	0,3	n.v.
Primidon	3	n.v.
Propyphenazon	0,3	n.v.
Amidotrizoesäure	1	n.v.
Iopamidol	1	n.v.

Bewertungsquotient (GOW) von 0,43 erreicht. Als maximaler Bewertungsquotient für Lamotrigin wurde ein Wert in der gleichen Größenordnung ermittelt. Der entsprechende Wert für das Flammenschutzmittel TCPP lag bei 0,35.

Abflussbetrachtung

Für die Betrachtung des Ruhrabflusses an den Probenahmestellen werden Abflusspegel einbezogen, die in der Nähe der Probenahmestellen liegen. Die Abflusspegel liegen zwischen zwei und 15 km von den Probenahmestellen entfernt (Tabelle 15.1). Als mittlerer Abstand lässt sich eine Entfernung von 6,5 km bestimmen. Die mittleren Abflüsse im gesamten Probenahmezeitraum zwischen Juli 2008 und Dezember 2017 fallen

- [15.3] Scheurer, M.; Sacher, F.; Brauch, H.-J.: Studie zur Bedeutung von Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren für die Roh- und Trinkwasserbeschaffenheit in Deutschland.- DVGW W1/01/12, Bonn, 88 S. (2014)
- [15.4] Hallinger, S.; Wallnöfer, P. R.; Goldbach, H.; Amberger, A.: Several aspects of bacterial dicyandiamide degradation.- Naturwissenschaften 77, 332-334 (1990)
- [15.5] Kümmerer, K.; Schuster, A.; Längin, A.; Happel, O.; Thoma, A.; Schneider, K.; Hassauer, M.; Gärtner, S.; Hafner, C.: Identifizierung und Bewertung ausgewählter Arzneimittel und ihrer Metaboliten (Ab- und Umbauprodukte) im Wasserkreislauf.- UBA-Texte 46/2011, 195 S. (2011)
- [15.6] ter Laak, T.; Baken, K.: The occurrence, fate and ecological and human health risks of metformin and guanidylurea in the water cycle - A literature review.- KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein, 24 S. (2014)
- [15.7] Zullei-Seibert, N.; Schöpel, M.; Strücker, G.: Stoffspuren in der Ruhr – Ergebnisse aus den Wasserversorgungsunternehmen zu Arzneimitteln und Flammenschutzmitteln.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2007.- Gevelsberg, Essen, 148-159 (2008).
- [15.8] Ruhrverband: Organische Mikroverunreinigungen in der Ruhr.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2015.- Schwerte, Essen, 48-63 (2016).
- [15.9] Ruhrverband: Organische Mikroverunreinigungen in der Ruhr.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2016.- Schwerte, Essen, 83-98 (2017).
- [15.10] Ruhrverband: Die PFT-Situation im Jahr 2009.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2009.- Schwerte, Essen, 91-98 (2010).
- [15.11] LANUV (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, 2011): Verbreitung von PFT in der Umwelt.- LANUV-Fachbericht 34, Recklinghausen, 115 S..
- [15.12] Dieter, H.H.: Grenzwerte, Leitwerte, Orientierungswerte, Maßnahmenwerte - Definitionen und Festlegungen mit Beispielen aus dem UBA.- Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Stand: 16.12.2011; http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwassertoxikologie/grenzwerte_leitwerte.pdf (2011)
- [15.13] Umweltbundesamt: Übersicht der GOW – Stand Februar 2018; https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/liste_der_nach_gow_bewerteten_stoffe_201802.pdf
- [15.14] Umweltbundesamt: Fortschreibung der vorläufigen Bewertung von per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC) im Trinkwasser.- Bundesgesundheitsblatt, 60, 350-352 (2017).
- [15.15] Wasserwerke Westfalen: Trinkwasseranalyse - Stand Mai 2017; <http://www.wasserwerke-westfalen.de/wasser/trinkwasserqualitaet/>
- [15.16] TRGS (Technische Regeln für Gefahrstoffe): TRGS 402 – Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition.- GMBL. 2010 (12), 231-253 (2010).

niedriger als die langjährigen Mittelwerte. Ab Schwerte werden für das Jahr 2017 geringfügig höhere mittlere Abflüsse als dieser 9,5-jährige Mittelwert festgestellt.

Die Tagesabflüsse an den Probenahmeterminen im Jahr 2017 betragen zwischen 32 und 70 % des langjährigen mittleren Abflusses (MQ) an den berücksichtigten Pegeln. Insbesondere bei den Probenahmen im Januar und April 2017 treten niedrige Abflüsse auf, die maximal 43 % des langjährigen Mittels betragen. Bei niedrigen Abflüssen in der Ruhr wird die Beschaffenheit des Oberflächenwassers stärker durch den Zufluss gereinigten Abwassers geprägt als bei hohen.

Die in diesem Monitoring betrachteten Spurenstoffe werden vor allem mit dem gereinigten Abwasser in das Fließgewässer eingetragen. Eine Ausnahme bilden Einträge von PFOA in der oberstromigen Probenahmestelle Meschede, wo diffuse Einträge aus der flächenhaften Ausbringung von PFC-belasteten Schlämmen stammen können. Bei einem Eintrag über das gereinigte Abwasser, ist eine gute Korrelation zwischen Abfluss

und Konzentration im Fließgewässer zu erwarten. Diese lässt sich jedoch nur ausnahmsweise bestätigen. Dies liegt unter anderem daran, dass die Mehrzahl der Probenahmen bei Abflüssen unterhalb des langjährigen mittleren Abflusses stattfand und so nur eine geringe Abflussvariation zustande kam.

Frachtbetrachtung

Die mittleren Tagesfrachten für einzelne Parameter nehmen in der Regel von den oberstromigen Probenahmestellen zu den unterstromigen deutlich zu. Konzentrationsabnahmen, wie sie für einzelne Parameter nach dem Zufluss der Lennemündung festzustellen sind, werden in der Regel durch die stärkere Zunahme des Abflusses kompensiert (Tabellen 15.8 und 15.9). Bei der Berechnung der Tagesfrachten werden Konzentrationsbefunde < BG nicht berücksichtigt.

Im Mittel lagen und liegen die Tagesfrachten einzelner Verbindungen in den oberstromigen Messstellen - Meschede und Arnsberg - unter 40 g/d. Mit der Erweiterung des Untersu-

Tabelle 15.8: Ergebnisübersicht der Mediane von Tagesfrachten [g/d]. Abkürzungen vgl. Tabelle 15.2. Zeitraum 2008-2016. Für die Frachtermittlung werden Konzentrationen unter der BG nicht berücksichtigt. Grün: Median Tagesfracht = 0, grau: 100 < Tagesfracht < 500, gelb: 500 < Tagesfracht < 1.000, orange: 1.000 < Tagesfracht

Table 15.8: Median of daily loads [g/d]. Abbreviations cf. table 15.2. Time period 2008-2016. Load calculation do not consider concentrations below LQ. Green: median daily load = 0, grey: 100 < daily load < 500, yellow: 500 < daily load < 1.000, orange: 1.000 < daily load

Lfd. Nr.	Stoff	Probenahmestelle							
		Meschede	Arnsberg	Wickede	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
1	TCEP	4	10	28	51	73	161	126	91
2	T CPP	14	22	111	142	391	535	565	621
3	TBEP			69	92	117	174	177	189
4	TDCPP	9	12	22	25	42	82	78	76
5	g-PFOA	9	8	19	15				
6	g-PFOS				12	44	44	36	35
7	PFBA			14	11				
8	g-PFBS					14	14	26	31
9	H4PFOS					61	41		36
10	Bezafibrat				39	78	148	142	138
11	Carbamazepin	12	15	66	78	196	281	281	335
12	Diclofenac	37	24	85	130	211	293	297	392
13	Metoprolol	29	27	146	173	362	658	638	791
14	Sotalol	10		54	45	90	152	164	172
15	Sulfamethoxazol	12		43	65	127	227	207	256
16	Sulfapyridin			30	59	82	119	112	98
17	Primidon				10		72	79	97
18	Amidotrizoesäure			224	316	896	1.283	1.253	1.589
19	Iohexol				61	319	724	731	1.468
20	Iomeprol			109	324	1.037	2.446	2.650	2.722
21	Iopamidol			882	673	1.283	1.467	1.402	2.125
22	Iopromid			56	96	485	735	723	762

Tabelle 15.9: Ergebnisübersicht der Mediane-Tagesfrachten [g/d] für relevante Substanzen, die ab dem Jahr 2015 in das Monitoring eingebunden sind. Abkürzungen vgl. Tabelle 15.2. Für die Frachtermittlung werden Konzentrationen unter der BG nicht berücksichtigt.
 Grün: Median Tagesfracht = 0, grau: 100 < Tagesfracht < 500, gelb: 500 < Tagesfracht < 1.000, orange: 1.000 < Tagesfracht
 Table 15.9: Median of daily loads [g/d] for substances, which are surveyed first in 2015. Abbreviations cf. table 15.2. Load calculation do not consider concentrations below BG. Green: median daily load = 0, grey: 100 < daily load < 500, yellow: 500 < daily load < 1.000, orange: 1.000 < daily load

Lfd. Nr.	Stoff	Probenahmestelle							
		Meschede	Arnsberg	Wickede	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
1	Guanylharnstoff	1.082	924	4.157	5.810	10.002	11.079	11.146	7.598
2	Metformin	189	271	677	1.097	2.729	2.588	2.733	2.554
3	Gabapentin	79	66	356	494	1.110	1.784	1.747	2.018
4	Pregabalin			34	64	117	152	169	148
5	Tramadol				38	75	133	114	132
6	FAA	45	35	213	397	826	1.268	1.522	1.565
7	AAA	63	54	221	306	708	792	782	702

chungsspektrums im Jahr 2015 werden jedoch für einige Arzneimittel und Metabolite bereits in den oberstromigen Messstellen mittlere Tagesfrachten über 40 g/d beobachtet (Tabelle 15.9). Ab Wickede ruhrabwärts nehmen die Untersuchungsparameter zu, bei denen die mittlere Tagesfracht je Einzelstoff 100 g/d übersteigt. In Mülheim sind dies dann 20 von 29 relevanten Stoffen.

Außer für verschiedene RKM werden mittlere Tagesfrachten über 1 kg/d für Metformin, Guanylharnstoff, Gabapentin und FAA in Bochum und unterhalb gefunden. Bereits in Meschede und Wickede werden im Mittel mehr als 1 kg/d an Guanylharnstoff beobachtet. In Schwerte tritt Metformin und in Hagen lomeprol und lopamidol in dieser Klasse hinzu (Tabellen 15.8 und 15.9).

Im Gegensatz dazu liegen mittlere Tagesfrachten für einzelne PFC – wenn sie überhaupt ermittelbar sind – deutlich unter 100 g/d.

Aus den jährlichen vier Probenahmen und den ermittelten Tagesfrachten kann der Transport während des gesamten Jahres geschätzt werden. In den Bildern 15.1 und 15.2 werden die geschätzten Jahresfrachten für ausgewählte Stoffe in Schwerte und Mülheim und die Jahre 2009 und 2017 miteinander verglichen. Für die PFC werden die Summen der geschätzten Jahresfrachten für alle in den jeweiligen Jahren untersuchten Einzelsubstanzen dargestellt (Bild 15.1). Obwohl die Zahl der untersuchten Parameter in dieser Gruppe von zehn im Jahr 2009 auf 16 im Jahr 2017 zugenommen hat, sinken die ermittelten Frachten zwischen 2009 und 2017 auf 0 kg/a in Schwerte und in Mülheim auf 23 kg/a (Abnahme um ca. 80 %).

Für das Flammschutzmittel TCPP steigt die Jahresfracht von ca. 60 kg/a in Schwerte auf etwa 200 kg/a in Mülheim, ohne dass im Vergleich der Jahre 2009 und 2017 bedeutende Veränderungen zu beobachten sind (Bild 15.1). Bei langjährig untersuchten Pharmaka ist 2017 eine Zunahme von etwa 20 bis 60 kg/a in Schwerte auf ca. 70 bis 260 kg/a in Mülheim

zu beobachten (Bild 15.1). Im Vergleich zum Jahr 2009 werden sowohl in Mülheim als auch in Schwerte außer für Diclofenac geringfügige Rückgänge der Jahresfrachten im Jahr 2017 deutlich.

Von den Stoffen, die im Jahr 2015 in das Monitoring aufgenommen wurden, fällt Guanylharnstoff mit einer abgeschätzten Jahresfracht über 1 t/a auf, während die Frachten von Metformin und Gabapentin auch in Mülheim 800 kg/a nicht übersteigen (Bild 15.2). An den Arzneimitteln und deren Abbauprodukte, die seit 2015 untersucht und mit hohen Konzentrationen in der Ruhr gefunden werden, liegt es, dass die Summe der Pharmaka von 2009 zu 2017 deutlich ansteigt. In Mülheim werden 2017 summierte Jahresfrachten von ca. 6 t/a Pharmaka (einschließlich Abbauprodukte) abgeschätzt.

Für einzelne häufig gefundene RKM werden in Schwerte in der Ruhr für das Jahr 2017 Jahresfrachten zwischen ca. 90 und 170 kg/a abgeschätzt, während in Mülheim zwischen ca. 450 und 650 kg/a auftreten (Bild 15.2). Diese Spannen liegen unter den geschätzten Jahresfrachten für das Jahr 2016. In der Summe aller untersuchten RKM werden in Schwerte in den Jahren 2009 und 2017 Frachten in ähnlicher Größenordnung von ca. 500 kg/a ermittelt. Für Mülheim wird dagegen im Vergleich der Jahre eine Abnahme von ca. 3,5 auf 2,5 t/a festgestellt.

Zusammenfassung

Mit den Proben im Jahr 2017 wurde im Monitoring auf organische Spurenstoffe das Oberflächenwasser der Ruhr an neun Probenahmestellen insgesamt 38 Mal (in Essen 37 Mal) untersucht. Das Untersuchungsspektrum wurde 2015 von 42 auf 60 Substanzen aus den Stoffgruppen per- und polyfluorierte Kohlenstoffverbindungen und Humanpharmaka erweitert. Zusätzlich wurden wie bisher phosphororganische Flammschutzmittel sowie Röntgenkontrastmittel untersucht. Im Jahr 2017 wurden zwei Arzneistoffe zusätzlich aufgenommen.

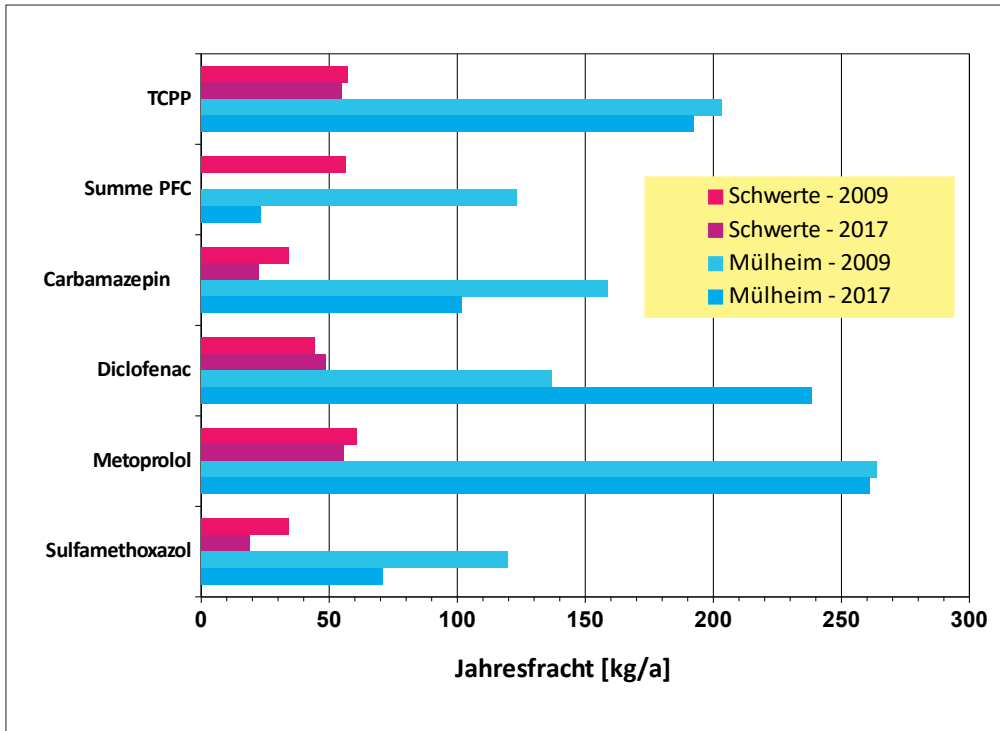


Bild 15.1: Geschätzte Jahresfrachten ausgewählter Verbindungen im Oberflächenwasser der Ruhr im Vergleich der Jahre 2009 und 2017 und der Probenahmestellen Schwerte und Mülheim

Fig. 15.1: Estimated annual loads for selected substances in comparison between 2009 and 2017 and between the sampling points Schwerte and Mülheim

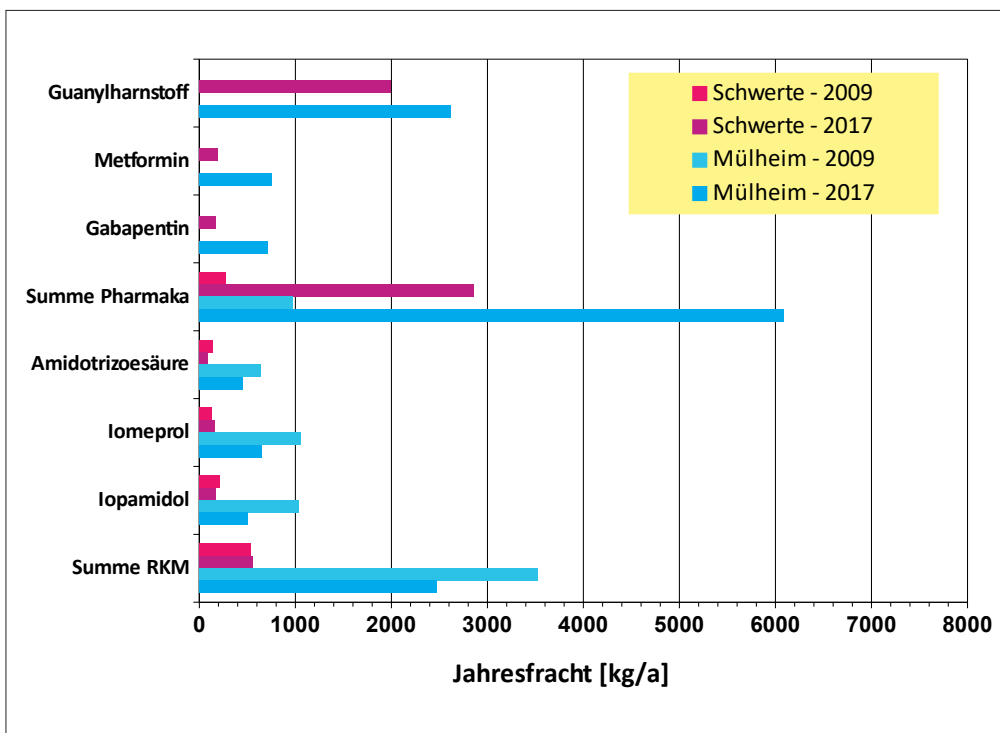


Bild 15.2: Geschätzte Jahresfrachten ausgewählter Verbindungen im Oberflächenwasser der Ruhr im Vergleich der Jahre 2009 und 2017 und der Probenahmestellen Schwerte und Mülheim. Gabapentin, Metformin und Guanylharstoff wurden 2009 nicht untersucht, Summe Pharmaka beruht 2009 auf 11 und 2017 auf 32 untersuchten Parametern

Fig. 15.2: Estimated annual loads for selected substances in comparison between 2009 and 2017 and between the sampling points Schwerte and Mülheim. Gabapentin, metformin and guanylurea were not analysed in 2009, pharmaceuticals combined is based on 11 analysed parameters in 2009 and on 32 analysed parameters in 2017

Soweit gesundheitliche Orientierungswerte oder Leitwerte für einzelne Stoffe als Vorsorgewerte für den menschlichen Trinkwassergenuss formuliert wurden, werden diese zumeist bereits im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser eingehalten. Im Jahr 2017 werden lediglich beim RKM Iopamidol und den Pharmaka Diclofenac, Gabapentin, Metformin sowie dem Metaboliten Guanylarnstoff diese Trinkwasser-Vorsorgewerte im Oberflächenwasser überschritten.

Insgesamt 24 Verbindungen aus allen Stoffgruppen wurden bisher entweder gar nicht oder nur vereinzelt im Oberflächenwasser gefunden. Mittlere Konzentrationen übersteigen nur für TCP, 3 RKM, Metoprolol, Metformin und Gabapentin sowie die Metabolite Guanylarnstoff, FAA und AAA den Wert von 0,1 µg/L. Die Muster der Befunde in den verschiedenen Monitoringabschnitten zwischen 2008 und 2016 sind bei Flammenschutzmitteln, Röntgenkontrastmittel und vielen untersuchten Pharmaka sowohl hinsichtlich der Häufigkeit ihres Auftretens als auch hinsichtlich der gefundenen Konzentrationshöhen einander ähnlich. Für einzelne PFC werden dagegen ab 2012 in immer geringerem Maße Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/L festgestellt. An allen Probenahmestellen wurde 2017 mindestens in einer Probe keine PFC über der BG festgestellt, in Schwerte war dies in allen vier Proben der Fall.

Unter den 2015 in das Monitoring aufgenommenen Stoffen fallen vor allem Metformin, Gabapentin und die Metabolite Guanylarnstoff, FAA und AAA mit Konzentrationen auf, die an fast allen Probenahmestellen sehr häufig den Wert von 0,1 µg/L – bei Guanylarnstoff oft sogar den Wert von 1 µg/L – übersteigen. Der Arzneiwirkstoff Lamotrigin, der ab 2017 untersucht wird, zeigt vereinzelt Gehalte über 0,1 µg/L auf.

Die mittleren Tagesfrachten der Einzelsubstanzen liegen in Meschede und Arnsberg meist unter 100 g/d, während ab Wickede ruhrabwärts zunehmend für mehrere Stoffe mittlere Tagesfrachten über 100 g/d ermittelt werden können. Mittlere Frachten über 1 kg/d werden in Meschede und Wickede für Guanylarnstoff und ab Schwerte zusätzlich für Metformin beobachtet. Unterhalb der Lennemündung vor Hagen treten dann RKM und Gabapentin sowie ab Bochum auch der Metabolit N-Formylaminoantipyrin (FAA) in dieser Klasse hinzu. Die Schätzungen der Jahresfrachten an den Probenahmeorten ergeben 2017 für alle untersuchten PFC Summen-Werte zwischen 0 und 23 kg/a. Im Jahr 2017 werden für alle Flammenschutzmittel Jahresfrachten zwischen 7 und 310 kg/a ermittelt, während die Jahresfrachten für alle untersuchten Pharmaka mit Werten zwischen 0,3 und ca. 8,6 t/a abgeschätzt werden (jeweils als Summen-Werte für die Stoffgruppen).

16 Weitergehende Aufbereitung des Trinkwassers an der Ruhr

Verbund-Wasserwerk Witten (VWW) – Hochmoderne Ultrafiltrationsanlage in Betrieb genommen
Dipl.-Geol. Klaus Döhmen, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten

Betriebsstart und feierliche Inbetriebnahme der Ultrafiltration

Mit dem Bau und der Inbetriebnahme einer Ultrafiltrationsanlage ist die Trinkwasseraufbereitung im Wasserwerk Witten der VWW im Jahr 2017 ganz wesentlich erweitert und qualitativ auf eine neue Stufe gehoben worden. Am 4. Dezember 2017 wurde der kontinuierliche Betrieb zunächst mit einer Teilmenge der Trinkwasserproduktion gestartet. In den folgenden Wochen wurde schrittweise die Durchsatzleistung durch Anbindung weiterer zuführender Rohrleitungen erhöht. In diesem Zeitraum erfolgte am 21. Dezember die feierliche Einweihung mit allen intern und extern am Projekt Beteiligten sowie den Aufsichtsbehörden, der Kommunalpolitik und der Lokalpresse mit einer kleinen Feier (Bild 16.1). Seit dem 26. Januar 2018 läuft die Anlage in Vollastbetrieb und liefert seitdem ausschließlich ultrafiltriertes Trinkwasser für Witten und einen angrenzenden Stadtteil von Wetter.

Die seit 1995 betriebene Filteranlage wurde während dieses Umstellungsprozesses gleichermaßen schrittweise zurückgefahren und schlussendlich stillgelegt. Die im Februar 2018



Bild 16.1: Einweihung der feierlich ausgeleuchteten Ultrafiltrationsanlage am 21.12.2017

Fig. 16.1: Inauguration of the festively illuminated ultrafiltration plant on December 21, 2017

entleerten Filter werden demnächst zu einer Aktivkohle-Adsorptionsstufe umgebaut. Mit einer neu gebauten Sammelleitung zur Zuleitung des Filtrates der UF-Anlage und mit neuen Filtereinlaufstrecken zur Messung und Regelung der Zulaufmengen ist die abschließende Erweiterung der Trinkwasseraufbereitung im WW Witten rohrentechnisch vorbereitet.

Aufbereitungstechnik und erste Anpassungen der letzten Jahre

Das Wasserwerk Witten hat seit Jahrzehnten eine zweiteilige Aufbereitung:

1. Das dem Mühlengraben entnommene Ruhrwasser wird vor der Versickerung in den Grundwasserleiter über eine einschichtige Schnellfilteranlage vorgereinigt. Die nachfolgende Reinigung über großflächige Langsandsandfilter und die Untergrundpassage sind Standard-Elemente naturnaher Aufbereitungsverfahren der Ruhrwasserwerke.
2. Das per Brunnen und Heberleitungen gesammelte Rohwasser wird über ein Rohwasserpumpwerk der abschließenden Trinkwasseraufbereitung zugeführt, die seit 1995 aus drei Schritten bestand:
 - physikalische Entsäuerung über Kontaktkörperbelüfter („Riesler“),
 - Flockungsfiltration über vier Mehrschichtfilter und
 - abschließende Desinfektion mit Chlordioxid.

Im Zuge der Diskussionen um Erweiterungen der Trinkwasseraufbereitungstechnik der Wasserwerke an der Ruhr hatte VWW in den Jahren 2010 bis 2013 eine Reihe von umfangreichen Untersuchungen und Studien zur Qualität und Sicherheit der Gewinnung und Aufbereitung von Trinkwasser durch das Wasserwerk an der Ruhrstraße durchführen lassen.

Wesentliche konkrete Ergebnisse hieraus waren die

1. Errichtung einer Dosieranlage zur Zugabe von Pulveraktivkohle nach dem VarPAC-Verfahren des TZW [16.1] auf die Ruhrwasser-Schnellfilteranlage (März 2011),
2. die Anpassung der Bewirtschaftung der Anreicherung und der Heberbrunnen zur besseren Abdrängung von Uferfiltrat aus dem geförderten Grundwasser im Jahr 2012 [16.2] und
3. die Ablösung der chemischen Desinfektion im August 2013 durch Bestrahlung mit ultraviolettem Licht (UV-Desinfektion).

Entscheidung für Ultrafiltration

Ungeachtet all dieser Optimierungen blieb das Risiko bestehen, dass bei Ruhr-Hochwasser und Überschwemmung der Gewinnungsgelände Mikroorganismen und damit auch Krankheitserreger aus dem Ruhrwasser verstärkt in das Rohwasser gelangen. Diese Belastungen wurden stets sicher durch die Desinfektion eliminiert, wenn die Flockungsfiltration nicht alle

Keime zurückhalten konnte. Die gestiegenen Ansprüche an die Sicherheit der Trinkwasseraufbereitung verlangten in genau diesem Punkt aber einen wesentlichen Ertüchtigungsbedarf zum optimalen Rückhalt von Partikeln und damit auch von Krankheitserregern. Gemäß den technischen Regeln des DVGW [16.3] ist eine Ultrafiltration definiert durch einen Partikelrückhalt bis zu einer Größe von 20-30 nm mit mindestens 99,99 % (vier Log-Stufen) und bietet damit die erforderliche hygienische Reinigungsleistung bezogen auf Mikroorganismen [16.4; 16.5]. Eine ingenieurtechnische Machbarkeitsstudie mit Grobkostenschätzung wurde zeitgleich in Auftrag gegeben und im Dezember 2012 vorgelegt. Der Aufsichtsrat der VWW beschloss auf seiner nächsten Sitzung im Mai 2013, in den Bau und Betrieb einer Ultrafiltrationsanlage zu investieren.

Pilotierung

Im Vorfeld der ingenieurtechnischen Ausführungs-Planung für Bauwerk und Anlagentechnik erfolgte eine längerfristige verfahrenstechnische Untersuchung vor Ort (Pilotierung gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 213-5), die der Auswahl des Membranfiltrationssystems diente und deren Ergebnisse in die Detailplanung des Ingenieurbüros eingingen. Die fachlich-wissenschaftliche Leitung der Pilotierung wurde dem Technologiezentrum Wasser des DVGW in Karlsruhe (TZW) übertragen.

Im Zeitraum von Dezember 2013 bis Juni 2015 wurden insgesamt fünf unterschiedliche Membranen von drei verschiedenen Herstellern im laufenden Dauerbetrieb des Wasserwerkes umfangreich getestet. Dafür wurde ein kleiner Teilstrom des entsäuerten Rohwassers im Riesler-Gebäude auf die dort aufgestellten Versuchsanlagen gefördert. Eine Flockungsmitteldosierung konnte hier im Zuge der Pilotierung zugeschaltet werden. Geprüft wurden ausschließlich Kapillarrohlfasermembranen auf Polymerbasis. Alle getesteten Membranmodule arbeiten im sog. Dead-end-Modus. Unterschiede bestanden darin, dass Kapillarmembranen mit Durchströmung in-out und out-in in die Pilotierung einbezogen wurden.

Es war beabsichtigt, bei der Pilotierung möglichst ein Hochwasser mit hygienisch stark belastetem Rohwasser als „worst case“-Fall einzubinden. Dies war der entscheidende Grund für die sehr lange Dauer der Pilotierung. Beide Winterhalbjahre und auch die übrige Zeit lieferten kein entsprechendes Hochwasser. Daher wurde im März 2015 dieser Fall simuliert, indem über drei Wochen direkt entnommenes und nur grob vorfiltriertes Ruhrwasser auf zu diesem Zeitpunkt noch zwei interessierende Test-Membranen geleitet wurde.

Der Schlussbericht zur Pilotierung [16.6] wertete zum einen Qualitätsparameter der Filtrate aus. Hier zeigten sich - erwartungsgemäß - keine grundlegenden Unterschiede der Membranen. Vor allem standen betriebstechnische Parameter wie Dauer der Filtrationszyklen, Art und Häufigkeit von Spülungen (nur Wasser, Kombination von Wasser und Druckluft), Chemikalienbedarf zu Reinigungszwecken, Höhe und Entwicklung



Bild 16.2: Zulauf-Verrohrung mit Messtechnik und Armaturen vor einem Modulblock

Fig. 16.2: Inflow pipework with measuring technology and fittings in front of a module block

des Differenzdruckes und Energiebedarf im Fokus. Die Zusammenarbeit mit den Herstellern, die zu erwartende Qualität von Service und Support sowie die Einbindung der Membrananlage in die bestehende Automation und Prozessleittechnik hatten zudem hohe Bedeutung für die Beurteilung.

Da sich am Ende der Pilotierung zwei Membranen als nahezu gleichermaßen geeignet darstellten, sollte eine funktionale Ausschreibung bei Unternehmen des Anlagenbaus die Entscheidung bringen. Die schlussendliche Wahl fiel auf Module des Herstellers Inge mit der Bezeichnung dizzer® XL 0.9 MB 80 WT (in-out) und den zugehörigen Modulblöcken (racks, Straßen). Diese Lösung arbeitet mit wechselnden Durchströmungsrichtungen der Module je Filtrationszyklus (top-bottom und umgekehrt) einschließlich der jeweils gegenläufigen Klarwasserspülung im automatisiertem Betrieb eingebettet in die vorhandene Prozessleittechnik.

Bild 16.2 zeigt den Zulauf zu einer der UF-Straßen mit Verteilung zur Durchströmung von oben oder unten 300 µm-Vorsieb und Messstrecke sowie den Anfang eines Modulblocks.

Bauablauf

Der Hochbau inklusive Umbauten in den Reinwasserkammern erfolgte im zweiten Halbjahr 2016, die komplette Fertigstellung des Gebäudes am 31.03.2017 war zugleich der eigentliche Beginn des Anlagenbaus. Zwei 40 m³-Behälter für das UF-Abwasser konnten zweckmäßigerweise vor dem Aufbau des Flachdaches am 16.11.2016 eingebracht werden. Das Gebäude basiert auf Fertigbetonbauteilen für Decken und Wände. Es gründet auf der Decke der vorhandenen Reinwasserkammern, die schon 1995 für eine weitere Überbauung statisch ausgelegt wurden (Bild 16.3). Mit der UF-Anlage wurden die Reinwasserkammern in ihrer gesamten Länge überbaut, sodass die Möglichkeit gegeben war, neue Einstiege und Öffnungen zum Leerpumpen für Behälter-Reinigungen sowie Standmessungen im Tiefpunkt einzubauen.

Der Anlagenbau vor Ort begann im April 2017 und dauerte ca. acht Monate. Im Zeitraum Nov. 2017 bis Ende Januar 2018 wurden anschließend schrittweise die vier Abgangsleitungen von den Rieslern auf die neu errichtete Sammelleitung zur UF-Anlage umgebunden. Alle Arbeiten waren unter vollem Betrieb des Wasserwerkes durchzuführen, daher musste zwischenzeitlich zwischen dem 5.12.2017 und dem 26.1.2018 sowohl herkömmlich gefiltertes wie ultrafiltriertes Trinkwasser ins Netz gefördert werden. Anschließend stand die gesamte Aufbereitungskapazität zur Verfügung, um vertragsgemäß einen Einfahrbetrieb und die erforderlichen Leistungs- und Betriebstests der gesamten Anlage über einen Zeitraum von etwa mehr als 2,5 Monaten durchzuführen.

[16.1] Haist-Gulde, B. u. Baldauf, G.: Erhöhung der Aufbereitungssicherheit bei der Pulverkohleanwendung - energie / wasser-praxis Heft 6/2007, S. 28-30

[16.2] Richelmann, F.: Untersuchung zur Minimierung des Uferfiltratanteils im Trinkwasser der Wassergewinnungsanlage Apfelweide des Verbundwasserwerkes Witten – unveröffentl. Masterarbeit, Fakultät für Geowissenschaften, Ruhr-Universität, Januar 2012, Bochum

[16.3] DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.: Filtrationsverfahren zur Partikelentfernung; Teil 5: Membranfiltration - Technische Regel Arbeitsblatt W 213-5 (A), Oktober 2013, Bonn

[16.4] Haist-Gulde, B. et. al.: Erfassung der Wirksamkeit der Aufbereitungsstufen im Verbundwasserwerk Witten mit Bewertung der sich daraus ergebenden Erfordernisse aus aufbereitungstechnischer Sicht - unveröffentl. Gutachten, TZW Technologiezentrum Wasser des DVGW, April 2011, Karlsruhe

[16.5] Haist-Gulde, B. und Baldauf, G.: Überprüfung des Einflusses veränderter Betriebsbedingungen auf die Wasserbeschaffenheit im Verbundwasserwerk Witten - unveröffentl. Gutachten, TZW Technologiezentrum Wasser des DVGW, August 2012, Karlsruhe

[16.6] Lipp, P., Groß, H.-J. und Sacher, F.: Einsatz der Ultrafiltration zur Aufbereitung von entsäuertem Bodenfiltrat – unveröffentl. Gutachten, TZW Technologiezentrum Wasser des DVGW, August 2015, Karlsruhe



Bild 16.3: Aufstellen der Fertigbetonwände auf die Decke der Reinwasserkammer (08.10.2016)
 Fig. 16.3: Setting up prefabricated concrete walls on top of the pure water

Hierzu gehörten an allen acht Straßen (Modulblöcken) der UF-Anlage

- die Durchführung von chemisch unterstützten Reinigungen (chemical enhanced backwash, CEB),
- die Durchführung von Intensivreinigungen (cleaning in place, CIP),
- die Durchführung von Integritätstests und
- abschließende Leistungstests bis zur geplanten und beauftragten Spitzenförderung von 1.400 cbm/h über sechs Stunden.

Alle Maßnahmen wurden in enger Zusammenarbeit mit dem beauftragten Anlagenbau-Unternehmen, dem Planungsbüro (Bieske und Partner, Lohmar), der intern beauftragten Fachabteilung für Automations- und Steuerungstechnik der AVU Netz GmbH, Gevelsberg, und des VWW-Betriebspersonals umgesetzt. Im Ergebnis konnte am 28.3.2018 die

Schlussabnahme der kompletten Anlage erfolgen. Die enge Zusammenarbeit aller Beteiligten hat wesentlich dazu geführt, dass ein sehr gutes Anlagenverständnis einschl. verfahrenstechnischer Details und die Einarbeitung in Steuerung und Wartung durch das Betriebspersonal von VWW in dieser Zeit abgeschlossen werden konnte.

Anlagen- und Verfahrenstechnik

Die Anlage ist so dimensioniert und aufgebaut, dass die Flächenbelastung (flux, L/m²/h) im unteren bis mittleren zulässigen Bereich liegt und bei Bedarf erhebliche Durchsatzsteigerungen je Straße und der Gesamtanlage möglich sind. Dies erlaubt eine unproblematische Lastübernahme bei Spülungen und Reinigungen, bei Integritätstests und bei Reparaturen. Die normalen Fördermengen an Trinkwasser können auf Spitzenwerte des Bedarfes gesteigert werden. Zulauf- und Rückspülpumpwerk sind selbstverständlich redundant ausgelegt. Im Ergebnis wird eine sehr hohe Verfügbarkeit der Ultrafiltration und damit der Trinkwasseraufbereitung im Wasserwerk Witten erzielt.

Die betriebsnormalen Flächenbelastungen liegen bei 45 bis 50 L/m²/h, im Spitzenlastbetrieb werden keine 100 L/m²/h erreicht unter Annahme von Spülungen und Reinigungen. (Der Membranhersteller lässt 180 L/m²/h zu.) Hieraus ergeben sich niedrige Transmembrandrücke von ca. 0,2 bis 0,3 bar und damit Vorteile für den Energieeinsatz, die Dauer der Filtrationszyklen und der langfristigen Membranhaltbarkeit (Tabelle 16.1).

Die Anlage besteht aus acht baugleichen Straßen mit jeweils zwei Modul-Reihen (Bild 16.4). Bei Klarwasserspülungen wird jeweils eine Reihe gespült, chemischen Reinigungen erfolgen hingegen straßenweise. Da der Volumenstrom für Klarwasserspülung etwa doppelt so hoch ist wie der Durchsatz beim Einspülen der Chemikalien können beide Betriebsphasen mit den gleichen Pumpen und ähnlich hohen Fördermengen gefahren werden. Wird eine Straße chemisch gereinigt, werden für die kurzen Einspülzeiten die Spülungen anderer Straßen gesperrt.

Tabelle 16.1: Eckdaten der UF-Membrananlage im WW Witten
 Table 16.1: Key data on the UF membrane facility at the waterworks in Witten

Membranfläche je Modul	80 m ²
Module je Modulblock (Straße), 2-reihige Anordnung	2 mal 13 = 26
Membranfläche je Modulblock	2.080 m ²
Membranfläche gesamt	16.640 m ²
Porenweite	0,02 µm (20 nm)
Zulässiger pH-Bereich bei Reinigung	1 – 13
Zulässiger Transmembrandruck	3 bar
Zulässige Flächenbelastung	180 L/m ² /h



Bild 16.4: Gesamt-Anlage mit 8 Modulblöcken inkl. Schaltschränken, Zulauf- und Rückspülpumpen, Abwassertanks und Verrohrung
 Fig. 16.4: Complete facility with 8 module blocks including switch-boards, inflow and backwash pumps, wastewater tanks and pipework

Zur gelegentlich erforderlichen Reinigung der Membranmodule wird jeweils eine Straße in zwei Schritten erst alkalisch (pH ca. 12,5) und dann sauer (pH ca. 1,8) über unterschiedlich lange Einwirkzeiten behandelt, im Bedarfsfall kann eine oxidative Reinigung zugeschaltet werden. Bild 16.5 zeigt die Chemikalien-Station mit Auffangwannen und IBC-Vorlagebehältern.

Die eingesetzten handelsüblichen Chemikalien sind

- Natronlauge (45-%ige Lösung)
- Schwefelsäure (50 %)
- Wasserstoffperoxid (30 %)



Bild 16.5: Chemikalien-Station für CEB (Chemically enhanced backwash, chemikalienunterstützte Rückspülung), im Hintergrund Abwassertanks, einer zur Neutralisation
 Fig. 16.5: Chemicals station for CEB (chemically enhanced backwash), wastewater tanks in the background, one for the purpose of neutralization

Abwasser aus der Ultrafiltration entstammt den regelmäßigen Klarwasser-Rückspülungen und den seltenen chemisch unterstützten Reinigungen. Ein Abwasser-Sammeltank dient der mengenmäßigen Pufferung zur vergleichmäßigten Einleitung in ein nachfolgendes bestehendes Absetzbecken, in einem zweiten Tank erfolgt die Neutralisation der alkalischen und sauren Reinigungswässer. Dieser Behälter ist mit einer Kreislaufführung und pH-Messung ausgestattet. In den ersten Monaten des Volllastbetriebes wurden Ausbeuten von 96,5 bis 97,0 % (Anteil UF-Filtrat an Zulauf) ohne Flockungsmittel-Einsatz erreicht.

Die bestehende Dosieranlage aus 1995 für die außer Betrieb genommene Flockungsfiltration entspricht nicht den Anforderungen für die Zugabe zur Ultrafiltration und muss daher erneuert werden. Die Pilotierung hatte ergeben, dass eine dauerhafte Zugabe von Flockungsmittel aus Gründen der Rohwasserqualität nicht nötig und nur zu Zeiten von Ruhr-Hochwasser angeraten ist. Allerdings ist sie aus Gründen einer optimierten Fahrweise der Ultrafiltration und damit auch aus betriebswirtschaftlicher Sicht empfehlenswert. Die genaue verfahrenstechnische Ausführung ist noch in der Klärung, die Flockungsmitteldosieranlage als letzter Teil der neuen Ultrafiltrationsanlage wird im Laufe des Jahres 2018 erneuert.

Wasserwerk Witten (WWW) – Noch höhere Sicherheit für die Trinkwasserqualität

Anja Felfalusi, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen;
 Joachim Schwarze, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte

Das Wasserwerk Witten ist eines von sechs Wasserwerken der Wasserwerke Westfalen GmbH (WWW) mit Sitz in Dortmund. Es wurde 1886 errichtet. Die Wasserwerke Westfalen liefern rund 100 Millionen Kubikmeter Trinkwasser im Jahr an die beiden Muttergesellschaften, die Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH und die Gelsenwasser AG. Im Wasserwerk Witten werden natürliche Grundwasservorkommen im Untergrund der Ruhrniederung mit Oberflächenwasser aus der Ruhr angereichert. Bei dieser Grundwasseranreicherung wird vorgereinigtes Ruhrwasser über sandgefüllte Versickerungsbecken in den Untergrund infiltriert. Für diese Langsandsandfiltration stehen 9 Versickerungsbecken mit einer Gesamtfläche von ca. 93.000 m² zur Verfügung. Die Filtergeschwindigkeit liegt in den Sickerbecken bei 0,8 bis 1,4 m/d. Anschließend durchläuft das angereicherte Grundwasser eine Untergrundpassage und wird zusammen mit natürlichem Grundwasser und Uferfiltrat in einer gelochten Sickerleitung wieder gefasst (Bild 16.6).

Die Jahreskapazität des Wasserwerks Witten beträgt 25 Millionen m³. Vier Kreiselpumpen speisen das Trinkwasser in die örtlichen Verteilungsnetze der Gelsenwasser AG und den Hochbehälter Bochum-Gerthe ein. Das Wasserwerk Witten versorgt Bochum (teilweise), Castrop-Rauxel (teilweise), Dortmund (teilweise) und Herne (teilweise) mit Trinkwasser.

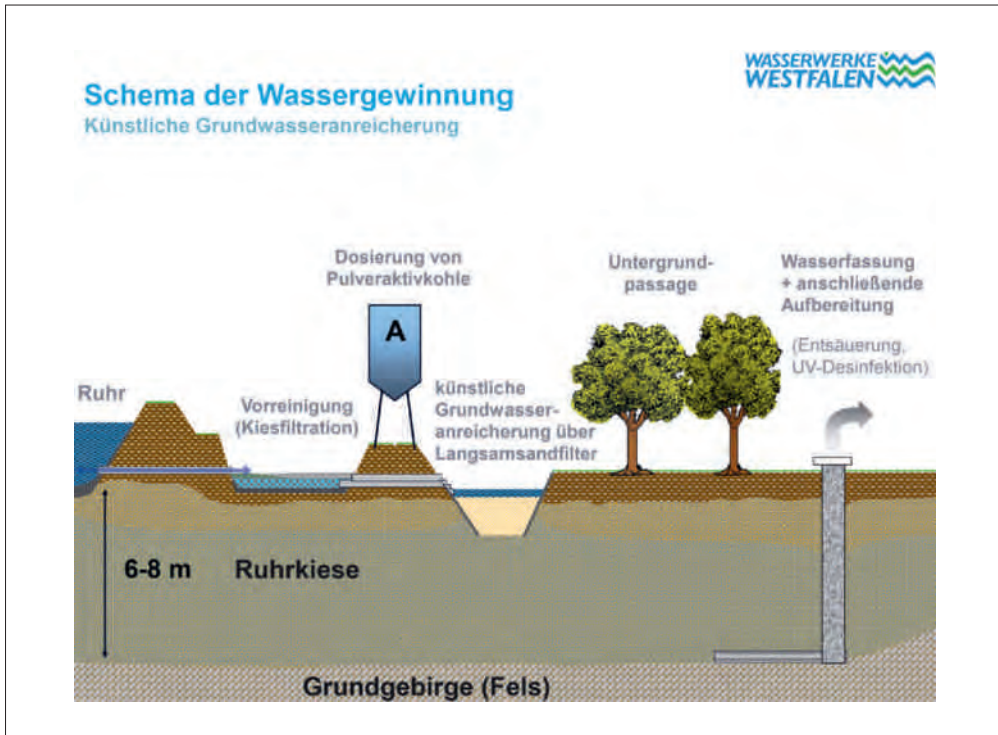


Bild 16.6: Bisherige Trinkwasseraufbereitung in Witten
 Fig. 16.6: Drinking water treatment in Witten up to now

Um einigen in der Ruhr vorkommenden organischen Spurenstoffen auch künftig optimal entgegenzutreten, sollte die bisherige naturnahe Wasseraufbereitung aus Gründen der Vorsorge um zusätzliche technische Verfahrensschritte ergänzt werden. Dadurch wurden die Vorgaben des Programms „Reine Ruhr“ des Landes Nordrhein-Westfalen umgesetzt. Mit Erteilung einer aktualisierten behördlichen Bewilligung zur Entnahme von Oberflächenwasser aus der Ruhr und Entnahme von Grundwasser aus dem Untergrund des Flusstals sowie einer Erlaubnis zur Einleitung von Oberflächenwasser zum Zwecke der Grundwasseranreicherung für das Wasserwerk Witten der Bezirksregierung Arnsberg vom 4. März 2013 wurde die Errichtung einer geeigneten, problemangepassten Aufbereitung unter besonderer Berücksichtigung der Elimination von unerwünschten Spurenstoffen angeordnet.

Bei den Wasserwerken Westfalen wurde nach mehrjährigen Versuchen als technisch, qualitativ und wirtschaftlich beste Lösung zur Erreichung der Zielsetzungen das „Schwerter Verfahren“ gewählt, welches als Ergänzung zu den bereits bestehenden Aufbereitungsschritten eine Ozonung, Flockung, Mehrschichtfiltration und Adsorption an Aktivkohle umfasst. Im Rahmen dieser Maßnahme wurden die Entsäuerung und die Desinfektion auf physikalische Verfahren umgestellt.

Für das Wasserwerk Witten musste nur der Bau der Aktivkohleadsorption sowie die Umrüstung auf die physikalische Entsäuerung und die UV-Desinfektion erfolgen. Die anderen Verfahrensschritte waren in Witten als einzigem Werk von WWW bereits seit den 1980ern dank damaliger Förderung des Bundesministeriums für Forschung und Technologie vorhanden

(Bild 16.7). Damals plante die Gelsenwasser AG die Details für die Ozonung, Flockung und Mehrschichtfiltration und begleitete die Umsetzung.

Die Umstellung der abschließenden Trinkwasserdesinfektion auf ein physikalisches Verfahren mittels UV-Licht wurde bereits im Wasserwerk Witten in der ersten Bauphase Anfang 2013 vollzogen. Sechs Mitteldruck-UV-Anlagen der Fa. Evoqua Watertechnologies GmbH sind in parallelen Strängen in der vorhandenen Pumpenhalle im Ausgangsbereich des Wasserwerks verbaut worden (Bild 16.8) Für die Betriebssituation „Ausfall von UV-Anlagen“ erfolgte der Bau einer chemischen Desinfektion auf Basis einer Natriumhypochloritlösung (Chlorbleichlauge) gemäß DVGW Regelwerk W 294.

Den Auftrag, die technischen Details für die Aktivkohleanlage zur Entfernung von unerwünschten, insbesondere organischen Spurenstoffen und die physikalische Entsäuerungsanlage zu planen und umzusetzen, erhielt die Planungsabteilung der Gelsenwasser AG. Das Projektteam wurde aus Mitarbeitern der Gelsenwasser AG und der Wasserwerke Westfalen GmbH gebildet. Für die weiteren Stufen der Aufbereitungsanlage musste das vorhandene Wasserwerksgebäude umgebaut und erweitert werden.

Die Adsorptionsstufe dient vorwiegend der Vorsorge vor einem erhöhten Auftreten von Spurenstoffen im Rohwasser. Die Elimination aus dem Wasser beruht hierbei auf der Anlagerung derartiger Stoffe im Korngefüge durch schwache Ladungskräfte. Die Aktivkohleanlage besteht aus fünf geschlossenen Aktivkohlebehältern (Adsorber) in Stahlbeton-

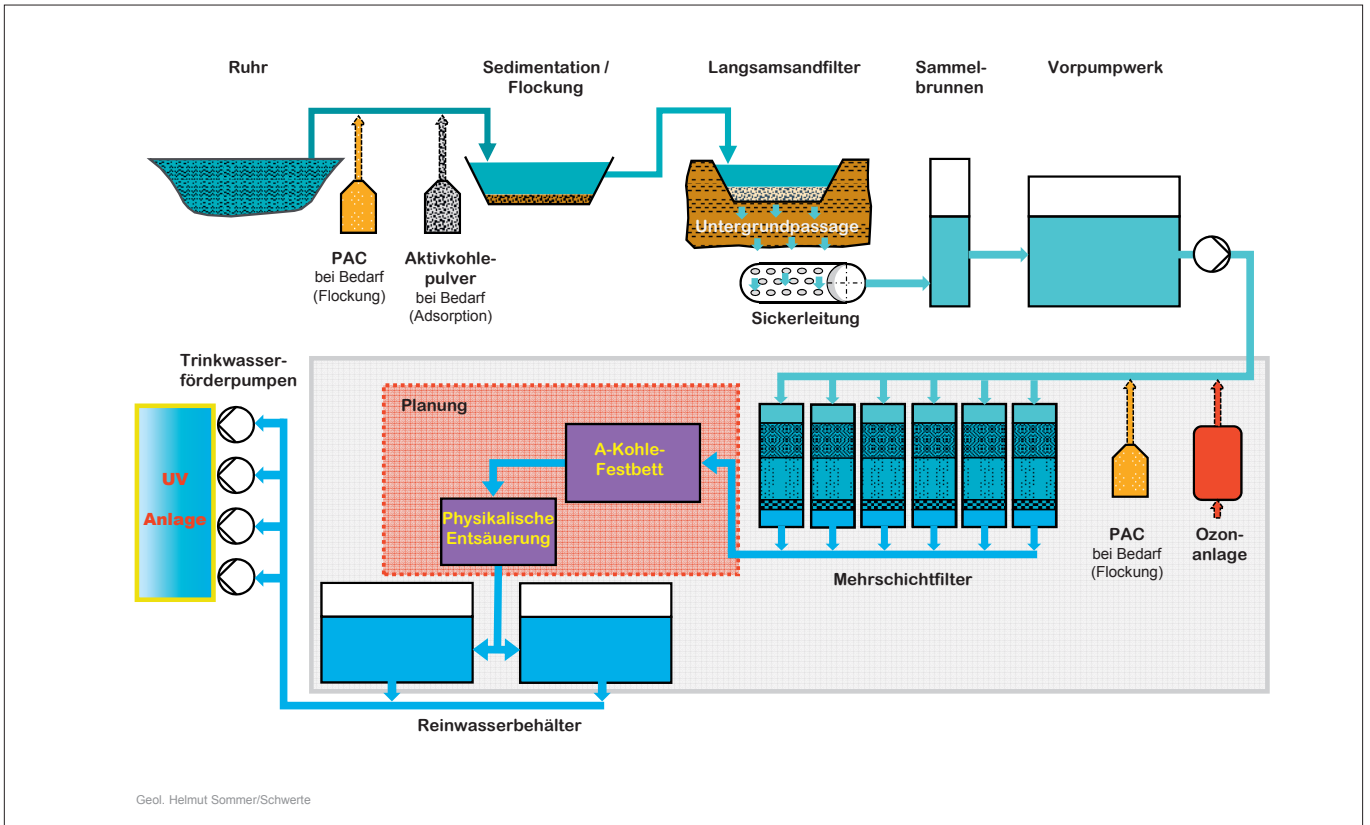


Bild 16.7: Vorhandene Anlagenstruktur mit Verfahrensstufen der neuen Wasseraufbereitung
 Fig. 16.7: Existing facility structure with process stages of the new water treatment

Doppelkammer-Bauweise mit mittig angeordneter Rinne (siehe Bild 16.9). Die Anordnung erfolgt nach der vorhandenen Schnellfiltration und vor der ebenfalls neu zu errichtenden Anlage zur physikalischen Entsäuerung. Das Filtrat aus den bereits älteren Schnellfiltern durchströmt in den Aktivkohlefiltern eine 2,5 m mächtige Schicht aus Kornaktivkohlen und tritt über die Filterdüsen in die darunter befindlichen Filtratkammern. Das

Filtrat aus der Adsorption fließt dann über Ablaufleitungen DN 500 in die physikalische Entsäuerung.

Verfahrenstechnisches Ziel der Entsäuerung ist der Austrag von überschüssigem CO₂ aus dem Wasser. Die Anlage besteht aus insgesamt drei parallel angeordneten Entsäuerungstraßen aus Edelstahl. In diesen Straßen sind auf dem Boden Belüftungseinheiten, bestehend aus glasgebundenem, kunststofffreiem und gesinterten Keramikwerkstoff sowie dem Luftverteilungssystem aus Vierkantrohr, montiert. Das Wasser fließt mit einer sehr geringen Höhe (ca. 30 cm) durch die Becken (Bild 16.10) Die über die Belüftungsröhre von unten nach oben eingetragene und über gestaffelte Filtersysteme gereinigte Luft gewährleistet aufgrund der geringen Blasengröße eine große Austauschfläche zwischen Wasser und Luft. An den Phasengrenzflächen wird in dieser Weise ein hohes Konzentrationsgefälle zwischen Luft und Wasser erzeugt, der auszutauschende Stoff (Kohlenstoffdioxid) geht von der Wasser- in die Luftphase über und wird dann über das Entlüftungssystem abgeführt.



Bild 16.8: UV-Anlage
 Fig. 16.8: UV facility

Die Erweiterung der Trinkwasseraufbereitung setzte auch eine Erweiterung der bestehenden Betriebsgebäude voraus. Diese beinhaltete die Aufstockung eines vorhandenen Gebäudeteils für die Anlage zur physikalischen Entsäuerung und die Errichtung eines Anbaus für die Aktivkohlefilteranlage. Im September 2014 wurde der Bauantrag bei der Stadt Witten eingereicht.



Bild 16.9: Fünf geschlossene Aktivkohlebehälter
Fig. 16.9: Five closed containers with activated carbon



Bild 16.11: Baugrube vor vorhandenem Pumpwerk
Fig. 16.11: Construction area in front of an existing pumping station



Bild 16.10: Physikalische Entsäuerung
Fig. 16.10: Physical deacidification



Bild 16.12: Rohbau Adsorptionsgebäude
Fig. 16.12: Construction site of the adsorption building

Der Neubau liegt in der Wasserschutzzone I des Wasserwerks Witten. Für die Baumaßnahme war keine Wasserhaltung nötig, da der Grundwasserspiegel 4 m unter Flur liegt. Rohrleitungen aus dem bestehenden Wasserwerk wurden oberirdisch an die neue Aufbereitungsstufe angebunden. Das Adsorptionsgebäude (Aktivkohlefestbetтанlage) mit den Abmessungen 35,0 m x 10,6 m x 25,0 m (BxHxT) wurde auf der Ostseite des vorhandenen Wasserwerkgebäudes ebenerdig errichtet. Die Gründung des Gebäudes erfolgte wegen ungünstiger Bodenverhältnisse als Pfahlgründung. Es wurden 185 Stück Mikrobohrpfähle im tieferliegenden Fels verankert.

Ein Werkstatttrakt wurde nördlich der Adsorptionsanlage als eingeschossiger Anbau vorgesehen. In der ehemaligen Werkstatt des Pumpenhauses westlich des geplanten Gebäudes wurde zusätzlich eine Mittelspannungersatzanlage mit Dieselaggregat aufgestellt.

Am 31.7.2015 konnte der Auftrag zum Bau der Wasseraufbereitungsanlage an Firma Stewering erteilt werden. In der ersten Augustwoche wurde die 3 m tiefe Baugrube ausgehoben (Bild 16.11). Danach startete der erste große Bauabschnitt zum Rohbau des Adsorptionsgebäudes (Bild 16.12).

Der Rohrkeller wurde als sogenannte weiße Wanne wasserdicht hergestellt. Das Gebäude wurde hochwassersicher errichtet. Der gesamte Neubau ist mit einer vorgehängten Fassade aus grau farbeschichteten Aluminium-Kassetten auf einer Unterkonstruktion bekleidet. Die Unterkonstruktion ist mit einer Wärmedämmung ausgefüllt (Bild 16.13). Die Bauzeit für die Erstellung des Gebäudes betrug ca. ein Jahr; anschließend erfolgte der finale Innenausbau mit einem Technikgeschoss oberhalb der Adsorptionsfilter. Der entstehende Raum wurde für Schaltanlagen-schränke, Batterien, Ventilatoren und Kabeltrassen genutzt.



Bild 16.13: Weitergehendes Aufbereitungsgebäude für Adsorptionsbecken und physikalische Entsäuerungsanlage
 Fig. 16.13: Advanced treatment building for adsorption tanks and physical deacidification

Die Einbindung der Modernisierungsmaßnahmen musste im laufenden Betrieb ohne Einschränkungen für die Verbraucher erfolgen. Die Inbetriebnahme ab Juni 2017 stellte daher für alle Beteiligten eine große logistische Herausforderung dar. Bereits seit April 2017 fließt Wasser durch die neu gebaute WAA (weitergehende Wasseraufbereitung). Zunächst begann der Probetrieb – die sogenannte hydraulische Inbetriebnahme – mit der Freischaltung des Zulaufes zu den Aktivkohlefiltern. Anschließend wurde die physikalische Entsäuerung eingegliedert mit direktem Zulauf in die Reinwasserkammern. Anfangs lief das Wasser zur Probe im Bereich der Aktivkohlefiltration durch leere Becken. Die Kohle wurde erst nach den erfolgreichen Tests eingefüllt. Mit vollständiger Inbetriebnahme der weitergehenden Wasseraufbereitung Witten gibt es nun ein weiteres Wasserwerk an der Ruhr mit einer weitestgehend chemikalienfreien Wasseraufbereitung.

Die Wasserwerke Westfalen GmbH mit ihren Gesellschaftern DEW 21 und Gelsenwasser AG haben für die weitergehende Wasseraufbereitung im Wasserwerk Witten ca. 14 Mio. € investiert (Bild 16.14).



Bild 16.14: Wasserwerk Witten mit der weitergehenden Aufbereitung
 Fig. 16.14: Waterworks Witten with the extended treatment

17 Vorkommen von Glyphosat und AMPA in der Ruhr und deren Verhalten bei der Wasseraufbereitung: Neue Bewertung, Zulassung und Relevanz für die Trinkwasserversorgung an der Ruhr

Dr. Mathias Schöpel, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr;
Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Einleitung

Bei dem Wirkstoff Glyphosat handelt es sich um einen biologisch wirksamen Inhaltsstoff vieler Pflanzenschutzmittel (Breitbandherbizide). Bis in die 2000er Jahre galt Glyphosat im Vergleich zu anderen Herbiziden als ein vergleichsweise umweltfreundlicher und für den Menschen unbedenklicher Wirkstoff, da dieses Herbizid spezifisch den pflanzlichen Stoffwechsel hemmt, bei Tieren und beim Menschen aber keine Wirkung entfaltet. Die Land- und Forstwirtschaft, aber auch Kommunen und Privatleute nutzen ihn weltweit zur Bekämpfung von Wildkräutern im Ackerbau, aber auch in öffentlichen, industriellen und privaten Bereichen. Beispielsweise wurde Glyphosat nach dem Sturm Kyrill bei der Wiederaufforstung von Waldflächen zur Vegetationskontrolle der betreffenden Flächen im Hochsauerland eingesetzt. Dadurch bedingt tauchte das Thema „Glyphosat“ verstärkt in der lokalen Presse auf und auch eine mögliche Belastung für die Ruhr wurde diskutiert. Neben

dem lokalen Bezug wurde von Auswirkungen auf den Menschen nach dem Einsatz von Glyphosat aus südamerikanischen Einsatzgebieten berichtet, die zusätzlich zu neuen wissenschaftlichen Untersuchungen bei der Zulassung des Wirkstoffes in Europa in der Öffentlichkeit breit diskutiert wurden.

Bewertung

Die Unbedenklichkeit von Glyphosat für den Menschen, die noch 2003 durch die WHO bestätigt wurde [17.1], stellen neuere wissenschaftliche Studien und die Öffentlichkeit in der letzten Zeit zunehmend infrage. 2015 erfolgte für Glyphosat eine neue Bewertung durch die IARC [17.2]. In der Europäischen Union wurde daraufhin der Wirkstoff durch das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) auch für die EFSA bewertet [17.3]. Weitere Bewertungen sind seit 2015 in verschiedenen Publikationen und Stellungnahmen vom BfR veröffentlicht worden. Generell bestätigt das BfR die Einschätzung, dass Glyphosat nicht gesundheitsgefährdend für den Menschen ist, auch nicht, wenn in Getreideprodukten und Gräsern Reste von Glyphosat gefunden werden, die dann über die Nahrungskette von Tieren und dem Menschen aufgenommen werden. Aus Untersuchungen werden allerdings Nachweise für eine humane Belastung abgeleitet. Diese Befunde führen zu der Forderung verschiedener Umweltverbände und auch der Politik, die Zulassung glyphosathaltiger Pflanzenschutzmittel einzuschränken. Auch die WHO kommt hinsichtlich eines gesundheitlichen Risikos von Glyphosat in ihren Stellungnahmen zu keiner einheitlichen Bewertung, so dass derzeit weiterhin Unsicherheit besteht, ob dieser Wirkstoff für Tiere und Menschen tatsächlich unbedenklich ist. In ihrer Stellungnahme sieht die WHO sowie die FAO aber keinen Hinweis auf cancerogene

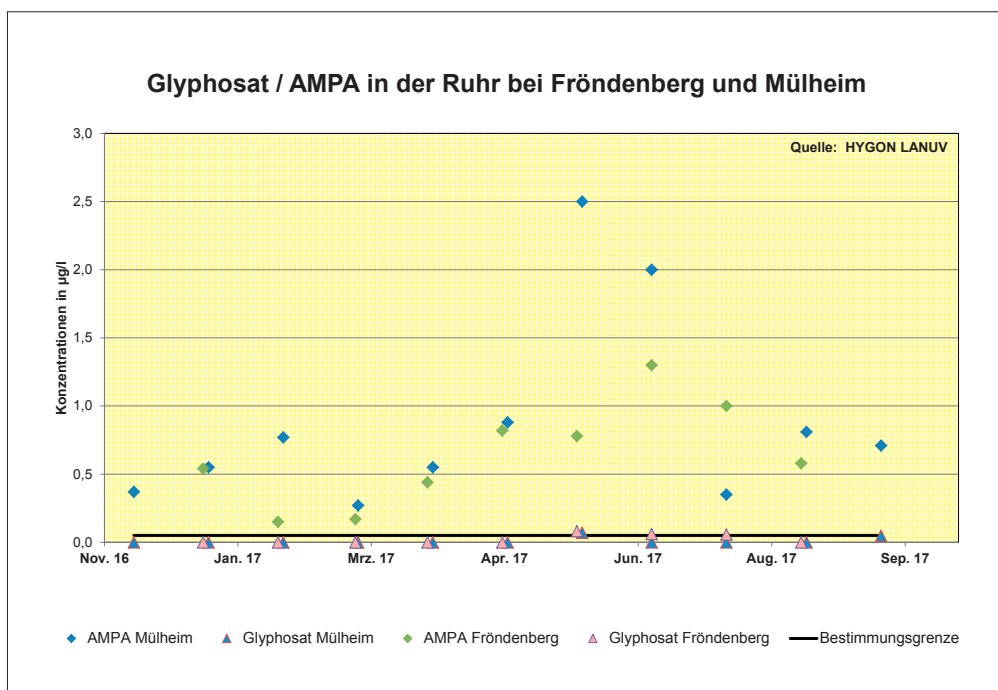


Bild 17.1: Vorkommen von Glyphosat und AMPA in der Ruhr bei Fröndenberg und Mülheim
Fig. 17.1: Occurrence of glyphosate and AMPA in the Ruhr at Fröndenberg and Mülheim

Eigenschaften oder einen daraus abgeleiteten Höchstwert, da die Konzentrationen in der Umwelt deutlich unterhalb der Testkonzentrationen liegen [17.4].

Glyphosat und das Abbauprodukt AMPA („Aminomethylphosphonsäure“) wurden zwischenzeitlich in die überarbeitete Liste der potenziell prioritären Stoffe der EG-Wasserrahmenrichtlinie aufgenommen und müssen künftig in den Überwachungsprogrammen der Oberflächengewässer regelmäßig durch die Länder untersucht werden.

Zulassung

Auf Grund der nicht eindeutigen gesundheitlichen Bewertung wurde die Anwendung von Glyphosat als Pflanzenschutzmittel in der EU im November 2017 für weitere fünf Jahre vorübergehend zugelassen.

Untersuchungen

Seit den 1990er Jahren untersuchen verschiedene in der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) organisierten Wasserversorgungsunternehmen Glyphosat und AMPA im Roh- und Trinkwasser ihrer Ruhrwasserwerke. Im Ruhrgütebericht 2003 wurden bereits erstmalig die bis dahin vorliegenden Untersuchungsergebnisse zu Glyphosat und AMPA in der Ruhr bzw. deren Verhalten in der Trinkwasseraufbereitung vorgestellt [17.5]. Diese Untersuchungen werden bis heute fortgesetzt, so dass mittlerweile eine gute Datenbasis über das Vorkommen dieser Substanzen in der Ruhr, aber auch über deren Rückhaltung in der Trinkwasseraufbereitung, vorliegt.

Gehalte im Ruhrwasser

Nach den in 2017 durchgeführten Untersuchungen in den Ruhrgütemessstellen des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW [17.6] und der AWWR-Mitgliedsunternehmen kommt Glyphosat, wenn überhaupt nachweisbar, lediglich in sehr geringen Konzentrationen bis zu 0,1 Mikrogramm pro Liter ($\mu\text{g/L}$, ein Millionstel Gramm) in der Ruhr vor. Die Konzentrationen von AMPA liegen dagegen deutlich höher und erreichen in der Ruhr Werte bis über 2 $\mu\text{g/L}$. Auffallend ist hierbei, dass die Gehalte an Glyphosat und AMPA nicht korrelieren. AMPA tritt vor allem in Zeiten mit geringen Abflussmengen und einem erhöhten Anteil an gerei-

- [17.1] WHO, 2005.: *Glyphosate and AMPA in Drinking-water. Background document for development of AHO Guidelines for Drinking-water Quality.* (http://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/guidelines/chemicals/glyphosateampa290605.pdf?ua=1)
- [17.2] IARC (International Agency for Research on Cancer), 2015. *Some Organic Insecticides and Herbicides, Volume 112,* (<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol112/mono112.pdf>)
- [17.3] EFSA (European Food Safety Authority), 2015. *Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance glyphosate* (<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2015.4302>)
- [17.4] WHO, 2016. *JOINT FAO/WHO MEETING ON PESTICIDE RESIDUES.* (<http://www.who.int/foodsafety/jmprsummary2016.pdf?ua=1>)
- [17.5] Dr. Claus Schlett, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen; Dr. Mathias Schöpel, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr: *Vorkommen von Glyphosat und AMPA in der Ruhr und deren Verhalten bei der Wasseraufbereitung, Ruhrgütebericht 2003, 133-136*
- [17.6] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW: *Hygon (Hydrologische Rohdaten Online).* (<http://luadb.it.nrw.de/LUA/hygon/>)

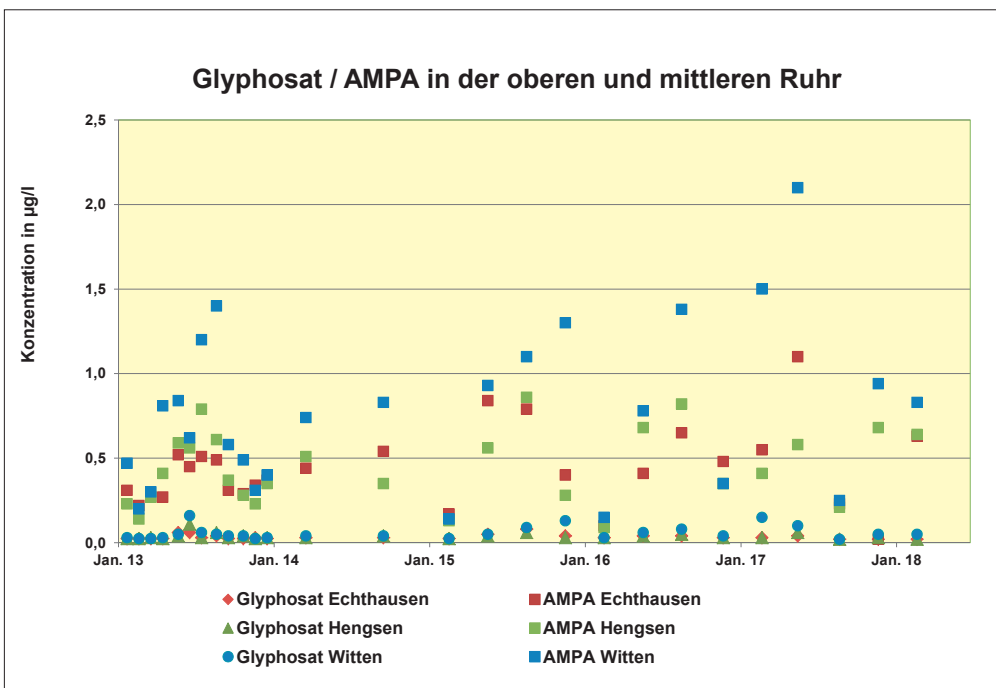


Bild 17.2: Glyphosat und AMPA im Ruhrwasser der mittleren Ruhr (Datenquelle: Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte)

Fig. 17.2: Glyphosate and AMPA in the Ruhr's water in the middle Ruhr (source of data: Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte)

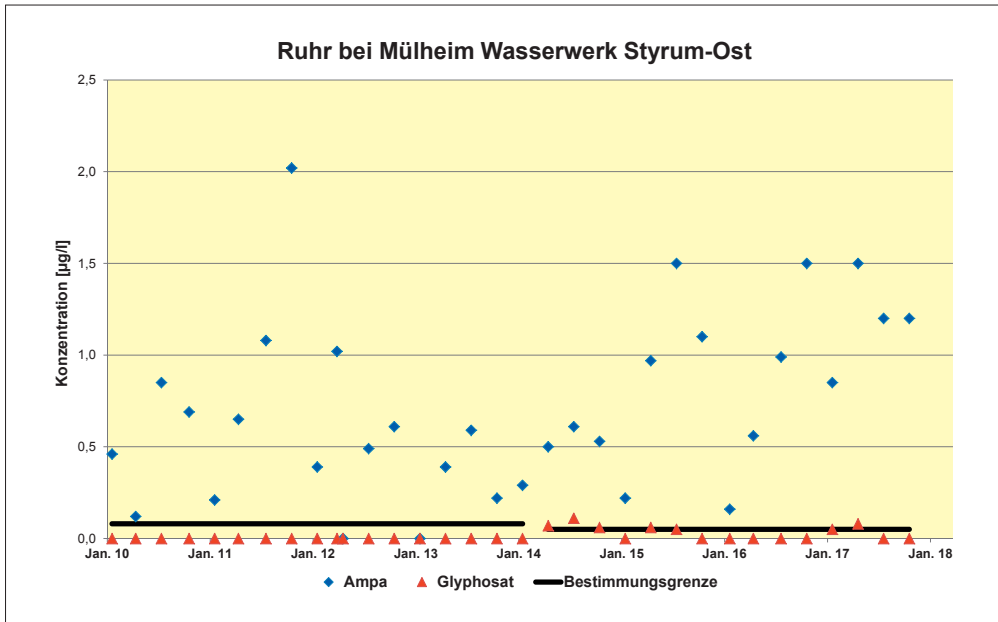


Bild 17.3: Glyphosat und AMPA im Ruhrwasser am RWW-Wasserwerk Styrum-Ost in Mülheim
 Fig. 17.3: Glyphosate and AMPA in the Ruhr's water at the RWW waterworks Styrum-Ost in Mülheim

nigtem Abwasser in der Ruhr in den Sommermonaten auf (Bild 17.1), wobei die Konzentrationen von AMPA im Ruhrwasser von der oberen bis zur unteren Ruhr mit steigendem Abwasseranteil zunehmen. Dies weist darauf hin, dass insbesondere andere Eintragspfade, wie phosphonathaltige Haushaltsreiniger, zu den AMPA-Befunden beitragen.

Die Untersuchungen der Wasserwerk Westfalen GmbH an der mittleren Ruhr umfassen den Zeitraum zwischen 2013 bis heute. Die Ergebnisse bestätigen die Untersuchungen des LANUV für das Glyphosat (Bild 17.2): der Wirkstoff wurde nur vereinzelt nachgewiesen mit maximal 0,1 µg/L. Dagegen sind deutlich höhere Gehalte für den Metaboliten AMPA nachweisbar, der in allen Proben aufzufinden war und in Konzentrationen bis 2,1 µg/L auftrat.

Die Ruhrwasseruntersuchungen der RWW auf Glyphosat und AMPA an der unteren Ruhr bei Mülheim von 2010 bis 2017 bestätigen die Messungen des LANUV ebenfalls (Bild 17.3). Danach ist Glyphosat im Ruhrwasser nur in geringen Konzentrationen bis maximal 0,11 µg/L nachweisbar. Von AMPA werden jedoch Konzentrationen bis zu 2,0 µg/L im Ruhrwasser festgestellt.

Gehalte im Trinkwasser

Die gute Adsorptionsfähigkeit von Glyphosat in Böden sowie der vergleichsweise schnelle Abbau des Wirkstoffs in der Natur verhindern, dass der Stoff in das Grund- und Oberflächenwasser eingetragen wird. Die in der Trinkwasseraufbereitung an der Ruhr eingesetzten Reinigungsverfahren wie die Langsandsandfiltration mit nachfolgender Untergrundpassage sowie die Filtration über Aktivkohle sind nachweislich in der Lage, Glyphosat und auch AMPA effektiv zu entfernen, sofern diese im zulaufenden Ruhrwasser vorhanden sind. Dabei wird die Ent-

fernung schon durch die erste Barriere, die Langsandsandfiltration mit Bodenpassage, effektiv zurückgehalten. Der Wirkstoff Glyphosat wurde deshalb bei den Untersuchungen im Trinkwasser nicht nachgewiesen. Für das AMPA trifft dies mit wenigen Ausnahmen ebenfalls zu, wobei vereinzelte Nachweise mit Konzentrationen von maximal 0,03 µg/l im Trinkwasser verbleiben.

Nach der gültigen Trinkwasserverordnung ist für Trinkwasser ein Grenzwert von 0,1 µg/L für Glyphosat festgesetzt. Gemäß den Empfehlungen des Umweltbundesamtes (UBA) gelten bei Überschreitungen des Trinkwassergrenzwertes von 0,1 µg/L für Pflanzenschutzmittel abhängig vom jeweiligen toxikologischen Gefährdungspotential Maßnahmenwerte von 1 bis 10 µg/L [17.7 und 17.8]. Für Glyphosat und analog auch für AMPA gilt demnach ein Maßnahmenwert von jeweils 10 µg/L. In allen Trinkwasseruntersuchungen der AWR-Mitgliedsunternehmen wurde der Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,1 µg/L für Glyphosat bzw. der Maßnahmenwert von 10 µg/L für Glyphosat und AMPA unterschritten und damit sicher eingehalten.

Auf Grund der guten Rückhaltung in der Wasseraufbereitung der Ruhrwasserwerke stellt deshalb der Wirkstoff Glyphosat bei der Trinkwassergewinnung an der Ruhr kein Risiko dar.

- [17.7] Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR): Öffentliches Fachgespräch zum Thema Glyphosat am 02.07.2014 im EL-Ausschuss, (<http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Pflanze/Pflanzenschutz/GlyphosatFachgespraeche-Stellungnahme.html>)
- [17.8] Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR): Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe, ADI-Werte und gesundheitliche Trinkwasser-Leitwerte. (<http://www.bfr.bund.de/cm/343/pestizid-wirkstoffe-adi-werte-und-gesundheitliche-trinkwasser-leitwerte.pdf>)

18 MERK'MAL – Minimierung von Röntgenkontrastmitteln im Einzugsgebiet der Ruhr

Verena Thöne, Clemens Strehl, Dr. David Schwesig,
Dr. Wolf Merkel, IWW Zentrum Wasser (IWW);
Andrea Börgers, Dr. Jochen Türk, Institut für
Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA);
Marcus Bloser, Frank Fligge, IKU GmbH

Im Jahr 2017 führte das IWW Zentrum Wasser (IWW) gemeinsam mit dem Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA) ein regionales Pilotprojekt durch, um den Eintrag von Röntgenkontrastmitteln (RKM) in den Wasserkreislauf zu reduzieren. RKM sind chemische Substanzen, die für manche Röntgenuntersuchungen eingesetzt werden. Patientinnen und Patienten bekommen vor der Untersuchung RKM verabreicht und scheiden sie danach mit dem Urin wieder aus. Die Herausforderung: RKM sind schwer biologisch abbaubar und werden in Kläranlagen nur geringfügig entfernt. Sie gelangen also in unsere Gewässer. Messergebnisse auch an der Ruhr belegen das.

MERK'MAL hat diesen Kreislauf durchbrochen und lokal in Mülheim an der Ruhr erfolgreich ein Konzept getestet, um durch den Einsatz von Urinbeuteln den Eintrag von RKM in Gewässer zu reduzieren (Bild 18.1).

Sauberes Trinkwasser, welches in erstklassiger Qualität und immer verfügbar ist, ist ein hohes Gut. Im Einzugsbereich der Ruhr in NRW muss die Trinkwasserversorgung für rund fünf Millionen Menschen sichergestellt werden. In einem so dicht besiedelten Raum steht die Bereitstellung von sauberem Trinkwasser vor besonderen Herausforderungen. Eine dieser Herausforderungen sind Spurenstoffe wie Arzneimittel und Röntgenkontrastmittel (RKM).

RKM sind vom Menschen hergestellte Chemikalien. Sie sind gut verträglich für den Menschen, haben praktisch keine Nebenwirkungen und werden komplett wieder ausgeschieden. Dadurch gelangen sie über den Urin ins Abwasser und damit in die Kläranlagen. Dort können sie allerdings nur zu einem geringen Anteil aus dem Wasser entfernt werden, da sie zu den stabilsten Arzneistoffen gehören und biologisch sehr schlecht abbaubar sind.

Das Gros der RKM verbleibt also im Wasser. Im Verlauf der Ruhr von der Quelle bei Winterberg bis zur Rhein-Mündung in Duisburg steigen die RKM-Konzentrationen stetig an. Nach derzeitigem Stand der Wissenschaft haben RKM keine schädliche Wirkung auf Mensch oder Umwelt. Sie sind nicht giftig. Allerdings werden RKM durch Wasser gut transportiert. Somit sind sie ein Beispiel für menschengemachte Chemikalien, die im Wasser nahezu überall gefunden werden. Das gilt auch für das Trinkwasser und damit letztlich auch für an-



Bild 18.1: MERK'MAL Teilnehmer-Sets (© IKU_Die Dialoggestalter)
Fig. 18.1: MERK'MAL participation sets (© IKU_Die Dialoggestalter)

dere Nahrungsmittel. Es ist davon auszugehen, dass sich RKM ohne konkrete Gegenmaßnahmen weiter in der Umwelt ausbreiten werden.

Vor diesem Hintergrund wurde das Pilotprojekt MERK'MAL ins Leben gerufen, das zum Ziel hatte, den Eintrag von Röntgenkontrastmitteln in die Ruhr zu reduzieren. Über einen Zeitraum von vier Monaten hinweg wurden in den vier größten Mülheimer Einrichtungen, die mit RKM arbeiten (St. Marien-Hospital, Evangelisches Krankenhaus, Radiologische Gemeinschaftspraxis und die Praxis Bildgebende Diagnostik im Medizinischen Versorgungszentrum) Urinbeutel an PatientInnen verteilt, denen Röntgenkontrastmittel verabreicht wurden (Bild 18.2). Die



Bild 18.2: Die MERK'MAL Teilnehmer-Sets für Damen (links) und Herren (rechts) enthalten neben den Urinbeuteln Hinweise zur Benutzung sowie eine Antwortpostkarte für Feedback zur Teilnahme (© IKU_Die Dialoggestalter).

Fig. 18.2: The MERK'MAL participation sets for women (left) and men (right) contain urine collection bags, instructions and a response postcard to give feedback on the participation (© IKU_Die Dialoggestalter).

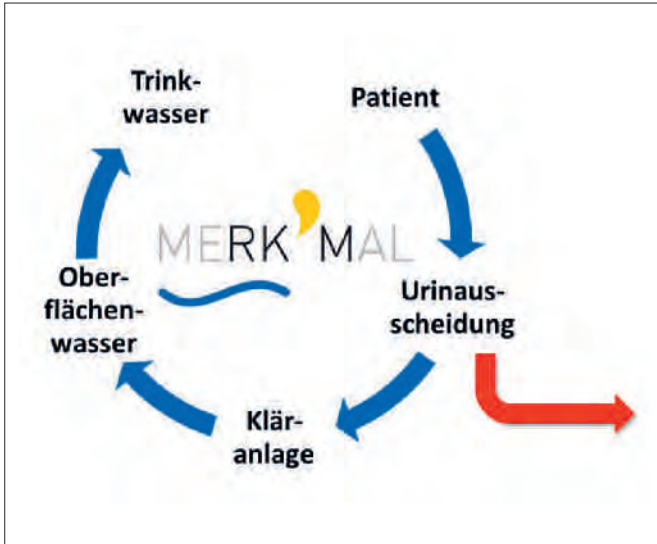


Bild 18.3: MERK'MAL-Ansatz zur Minderung des Eintrags iodhaltiger Röntgenkontrastmittel in die Ruhr (© IKU_Die Dialoggestalter).

Fig. 18.3: The MERK'MAL approach to reduce the input of iodine-containing radiocontrast agents into the Ruhr (© IKU_Die Dialoggestalter)

Aus dem Anteil der einbezogenen radiologisch untersuchten Patienten (75 %), den dokumentierten RKM-Verbrauchsmengen (34 kg/Monat) und der mittleren Beteiligungsquote von 68 % in der Pilotstudie in Mülheim an der Ruhr kann eine Verringerung der RKM-Fracht von 51 %, entsprechend 17 kg/Monat, bilanziert werden. Bei einer Anwendung des MERK'MAL-Konzepts im Kern-Einzugsgebiet der Ruhr im Bereich zwischen Dortmund und Duisburg wäre mit einer flächendeckenden Sammlung eine Reduzierung der RKM-Konzentrationen in der Ruhr, z.B. am Standort Essen, von derzeit im Median knapp 2 auf ca. 1 µg/l und damit die Einreichung des auf 1 µg/l festgesetzten langfristigen Qualitätsziel für Oberflächengewässer möglich. Ermutigt von den bisherigen Ergebnissen plant das Projektteam daher den regionalen Roll-Out, der die Rückhaltung von RKM im Kern-Einzugsgebiet der Ruhr zum Ziel hat.

Finanziell gefördert wurde MERK'MAL durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU).

PatientInnen sollten diese Beutel direkt nach der Untersuchung bei den ersten vier Toilettengängen verwenden. Die Beutel, in denen der Urin in ein geruchloses Gel umgewandelt wird, wurden anschließend im normalen Hausmüll entsorgt. Die Kontrastmittel gelangten so nicht mehr ins Abwasser (Bild 18.3). Das Projektteam arbeitete dabei stets in enger Abstimmung mit den Kliniken und Praxen daran, das Konzept weiter zu verfeinern und die Tauglichkeit für den Praxisalltag zu verbessern.

MERK'MAL konnte Erfolge verzeichnen und plant den regionalen Roll-Out

Der Erfolg des Vorhabens wurde über verschiedene Ansätze ermittelt: Rückmeldebogen, Feedbackformular auf der Projektwebseite und stichprobenartige Telefoninterviews mit PatientInnen. Zum anderen wurden in Zusammenarbeit mit der Stadt Mülheim und dem Ruhrverband Wasserproben entnommen und durch das IUTA auf RKM analysiert.

Die stichprobenartige Patientenbefragung ergab dabei, dass bis zu 87 % der beteiligten PatientInnen die Urinbeutel tatsächlich verwendeten. Für einige RKM konnte im Abwassersystem ein Rückgang während der Projektdauer auch analytisch nachgewiesen werden. Wenn man zukünftig noch andere Eintragsquellen von RKM berücksichtigt, z.B. bettlägerige PatientInnen mit Blasenkatheter, könnten allein in Mülheim an der Ruhr jährlich mehrere hundert kg RKM zurückgehalten werden. Hochgerechnet auf das gesamte Einzugsgebiet der Ruhr wären dies gar mehrere Tonnen RKM pro Jahr.

19 Angewandte virologische und bakteriologische Untersuchungen in den Ruhrwasserwerken der RWW

Dr. Mathias Schöpel und Dr. Anne Heyer, beide RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr; Dr. Lars Jurzik, RUB Ruhr-Universität Bochum, Abteilung für Hygiene, Sozial- und Umweltmedizin

Einleitung

Die RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH (kurz: RWW) betreibt an der unteren Ruhr drei Ruhrwasserwerke Essen-Kettwig, Styrum-Ost und Styrum-West in Mülheim, die die Ruhr als Rohwasser nutzen. Zur Aufbereitung wird das „Mülheimer Verfahren“ in zwei Varianten (Bild 19.1) eingesetzt. Hierbei handelt es sich um einen mehrstufigen Aufbereitungsprozess, bestehend aus Flockung/ Sedimentation, Ozonung, Mehrschicht- und Aktivkohlefiltration sowie einer Untergrundpassage und einer abschließenden UV-Desinfektion [19.1]. Besondere Merkmale des Mülheimer Verfahrens sind sowohl die Nutzung mikrobiologisch aktiver „Reinigungsprozesse“ innerhalb der verschiedenen Aufbereitungsstufen als auch die diversen Filtrations- und Desinfektionsstufen, die eine Elimination und Inaktivierung der im Rohwasser vorkommenden Viren und pathogenen Bakterien bewirken.

In einem Nachfolgeprojekt zum Forschungsvorhaben „Sichere Ruhr“ [19.2] wurde bereits beispielhaft am Wasserwerk Styrum-Ost der RWW die Elimination von Viren und Krankheitserregern im Roh- und Trinkwasser u.a. mittels neuer molekularbiologischer Nachweisverfahren untersucht. In Kooperation von RWW und der Abteilung für Hygiene, Sozial- und Umweltmedizin der Ruhr Universität Bochum (RUB) wurde das Vorkommen von Viren in der Ruhr und deren Elimination in dem Aufbereitungsprozess näher untersucht. Hierbei wurden gezielt bei der RUB auch neue Untersuchungsmethoden zur Unterscheidung von infektiösen und nicht-infektiösen Viren eingesetzt, über deren Ergebnisse und Untersuchungsmethodik bereits in verschiedenen Veröffentlichungen berichtet wurde [19.3 bis 19.5].

- [19.1] RWW: Das Mülheimer Verfahren. RWW-Broschüre. (<http://www.rww.de/Trinkwasser/wasseraufbereitung/muelheimer-verfahren/>)
- [19.2] Merkel et. al. (2015): Sichere Ruhr - Gemeinsamer Abschlussbericht aller Verbundprojektpartner. Forschungsprojekt gefördert mit Mitteln des BMBF im Rahmen der Fördermaßnahme Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf – RiSKWa. (<http://www.sichere-ruhr.de>)
- [19.3] Heyer, A., Schöpel, M., Leifels, M., Jurzik, L (2016): Elimination von Viren in der Trinkwasseraufbereitung am Beispiel des Ruhrwasserwerkes Styrum-Ost der RWW. *Gewässerschutz-Wasser-Abwasser* 239; 49/1-49/11.
- [19.4] Schöpel, M., Heyer, A. (2017): Untersuchungen zum Rückhalt von Viren in der Trinkwasseraufbereitung am Beispiel des Ruhrwasserwerkes Styrum-Ost in Mülheim an der Ruhr. *ARW-Jahresbericht 2016*; 85-96.
- [19.5] Jurzik, L., Heyer, A., Schöpel, M. (2018): Elimination von humanpathogenen Viren und Bakterien. *energie / wasser-praxis* 4/2018, 16-24.

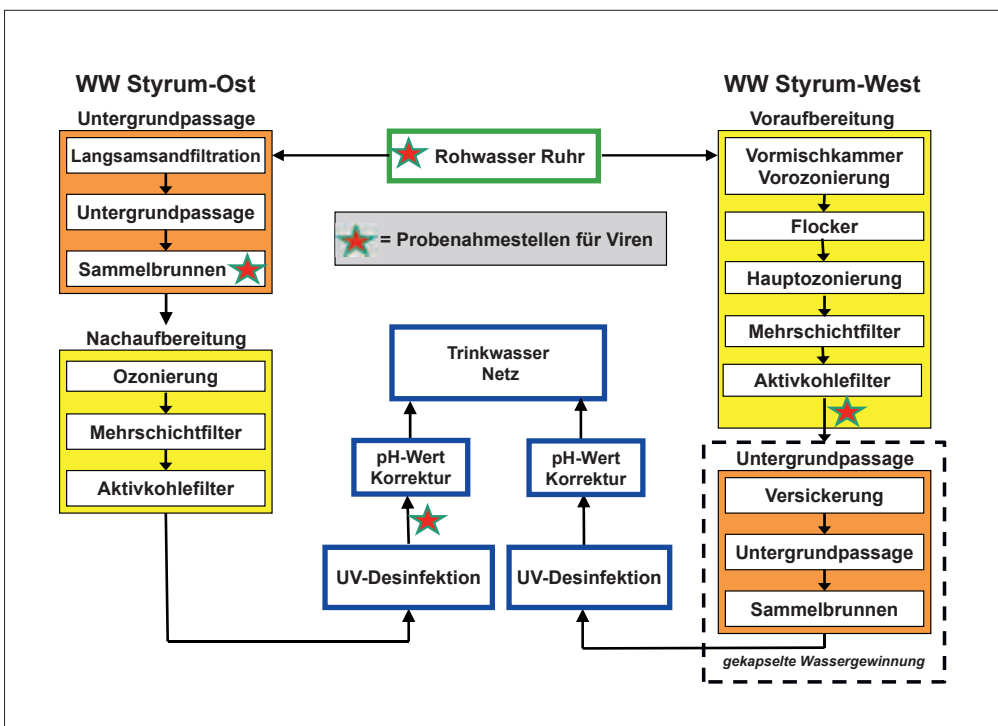


Bild 19.1: Verfahrensvarianten des Mülheimer Verfahrens bei RWW

Fig. 19.1: Process options of the Mülheimer procedure at RWW

Neben der Untersuchung der humanpathogenen enteralen Viren wurden auch die somatischen Coliphagen bestimmt. Dieser Coliphagen-Test nach DIN EN ISO 10705-2 [19.6] wird in Deutschland derzeit als probates Nachweisverfahren für das Vorkommen von Viren im Trinkwasser vorgeschlagen [19.7] und soll auch in der Neufassung der Richtlinie des Europäischen Parlaments [19.8] und des Rates über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch als neuer Indikatorparameter für die Viren eingeführt werden.

Im RWW-Labor wurden außerdem aus Vergleichsgründen die klassischen in der Trinkwasserüberwachung eingesetzten mikrobiologischen Parameter Coliforme Keime und E.coli (DIN EN ISO 9308-1), Enterokokken (DIN EN ISO 7899-2) und koloniebildende Einheiten (KBE) bei 20°C und 36 °C (DIN EN ISO 6222) zusätzlich untersucht.

Die vorliegende Arbeit befasst sich u.a. auch mit der Frage, ob die Coliphagen-Bestimmung überhaupt als Nachweisverfahren für das Vorkommen von Viren an der Ruhr geeignet ist, zumal nicht auszuschließen ist, ob sich nicht während der Trinkwasseraufbereitung nach dem Mülheimer Verfahren sogar Coliphagen entwickeln, die mit der ursprünglichen Rohwasserbelastung nichts zu tun haben und damit die Eignung dieses Indikatorverfahrens fragwürdig erscheinen lassen. Die vorliegenden mikrobiologischen und wichtige hydrologische Daten wurden daher speziell einer statistischen Auswertung mittels der Faktorenanalyse unterzogen, um die Wirkzusammenhänge der Untersuchungsparameter einschließlich der für das Virenvorkommen bedeutsamen Abfluss- und Niederschlagsverhältnisse an der Ruhr zu ermitteln.

Viren im Ruhrwasser

Oberflächengewässer wie die Ruhr enthalten generell Viren, die nach den Ergebnissen des Forschungsvorhabens Sichere Ruhr aus Einleitungen von (gereinigten) Abwässern aber vor allem auch aus Niederschlagsereignissen über den Oberflächenabfluss aus Niederschlägen („runoff“) stammen können [19.2]. Hierbei handelt es sich ausschließlich um enterale Erreger (Darmviren wie Entero-, Noro- und Adenoviren), die ganzjährig über in die Ruhr eingetragen werden. Sie gehören zu den kleinsten Viren, sind unbehüllt und damit besonders widerstandsfähig gegenüber Umwelteinflüssen und Desinfektionsmaßnahmen. Sie können im Ruhrwasser längere Zeit überleben, wobei ihr Vorkommen saisonal schwanken kann. Während Enteroviren vorrangig im Sommer in den Oberflächengewässern wie der Ruhr vorkommen, treten Rotaviren hauptsächlich im Winter auf. Humane Adenoviren sind dagegen nach den vorliegenden Untersuchungen ganzjährig nachweisbar. Sie sind zudem diejenigen Viren mit dem höchsten Vorkommen in der Ruhr und werden daher als Leitparameter zum Virennachweis bei der Trinkwasseraufbereitung an der Ruhr diskutiert.

Probenahmestellen und Virennachweismethoden

Im Wasserwerk Styrum-Ost mit der vorgeschalteten Langsam-sandfiltration / Untergrundpassage (siehe Bild 19.1) wurde das Rohwasser (= Ruhrwasser im Einlauf der Versickerungsbecken nach Entnahme aus der „fließenden Welle“), das Bodenfiltrat nach der Untergrundpassage und zusätzlich in den ersten 8 Untersuchungen das aufbereitete Wasser nach Aktivkohlefiltration / UV-Desinfektion beprobt. Letztere Probenahmestelle wurde allerdings für die nächsten 17 Untersuchungen wegen der fehlenden Befundlagen von infektiösen Viren an dieser Stelle aufgegeben. Stattdessen wurden im benachbarten Wasserwerk Styrum-West, wo die Untergrundpassage im Anschluss an den Aufbereitungsprozess mittels Flockung / Ozonung / Mehrschicht- und Aktivkohlefiltration liegt, das Wasser nach der Aktivkohlefiltration in 4 Untersuchungen beprobt, um so die Virenelimination dieser Aufbereitungskombination nach der Direktentnahme aus der Ruhr zu ermitteln.

Die Probenahmen erfolgten im Zeitraum Januar bis April 2015 im zwei- bis dreiwöchentlichen Abstand (KW 3 bis 18, n = 8) bzw. Februar bis Juni 2016 (KW 7 bis 23, n = 17) mit einem Probenahmenvolumen von je 10 Litern für die Virenuntersuchung. Die Entnahmen von Proben fanden bei unterschiedlichen Abflussverhältnissen der Ruhr (21 bis 237 m³/s mit Mittelwert von 79 m³/s Durchflussmenge, zum Vergleich mittlerer Abfluss ca. 74 m³/s am Pegel Mülheim) sowie auch nach Starkregenereignissen (>60 mm/3 Tage) statt, um so insbesondere auch das Auftreten hoher Viren-Konzentrationen in der Ruhr möglichst zu erfassen. Für die Bestimmung der übrigen mikrobiologischen Parameter wie KBE, Coliforme Bakterien etc. wurden jeweils 500 mL abgefüllt. Alle Proben wurden am gleichen Tage in die beteiligten Untersuchungslabore transportiert und dort entweder direkt bearbeitet bzw. für max. 24 Stunden bei 4-8 °C gelagert.

Zur Bestimmung und Quantifizierung der viralen Nukleinsäuren wurde das Verfahren der quantitativen Real-Time-Polymerase-Kettenreaktion (qPCR) eingesetzt. Zur Bestimmung der infektiösen Viren wurde die Capsid-Integrity-qPCR verwendet, wobei mithilfe der beiden Farbstoffe Ethibromid-Monazid (EMA) und Propidium-Monazid (PMA) die Unversehrtheit der viralen Kapside festgestellt wurde. Bei beschädigten Kapsiden gelangen EMA und PMA in die Kapside und bilden dort stabile Komplexe mit der DNA bzw. RNA, die mittels Fluoreszenz-Bestimmung anschließend quantifiziert werden können. Aus Vorversuchen war bekannt, dass der Einsatz von PMA bessere Ergebnisse als EMA liefert und somit bei der Auswertung die Ergebnisse von PMA verwendet wurden.

Zur Beschreibung der eingesetzten Nachweismethoden, Anreicherungsverfahren und Maßnahmen zur Qualitätssicherung sowie Ergebnissen von Viren im Oberflächen- und Trinkwasser wird an dieser Stelle ausdrücklich auf die im Literaturverzeichnis genannten Veröffentlichungen [19.5, 19.9, 19.10] verwiesen.

Tabelle 19.1: Untersuchungsergebnisse Ruhrwasser
Table 19.1: Examination results Ruhr water

Probenahmestelle Ruhrwasser Mülheim-Styrum						
Parameter	Anzahl Messwerte	Dimension	BG	Minimum	Mittelwert	Maximum
Niederschlag	25	mm/3 Tage		0,0	8,4	60,5
Durchfluss Ruhr Tagesmittel	25	m³/s		21	79	237
Trübung	25	FTU	<0,01	1,37	3,43	12,90
pH-Wert	25			7,43	7,84	8,58
Wassertemperatur	25	°C		3,8	10,8	20,8
KBE bei 20 °C	25	1/mL	<1	49	1918	10400
KBE bei 36 °C	25	1/mL	<1	<BG	488	4800
Colifome Keime	25	1/100 mL	<1	<BG	3561	24200
E.coli	25	1/100 mL	<1	<BG	840	4610
Enterokokken	25	1/100 mL	<1	<BG	111	680
Adenoviren qPCR	25	GEC/L	1,00E+03	<BG	6,28E+04	4,94E+05
Coliphagen qPCR	25	GEC/L	2,60E+02	<BG	7,83E+05	5,95E+06
Phagen-Plaque-Test PPT	17	PFU/L	<1	<BG	114	710

Die Abflussdaten stammen vom Pegel Mülheim des Ruhrverbands [19.11] und die Niederschlagsdaten von der Station Mülheim BHAB1N des Landesamtes für Natur, Umwelt- und Verbraucherschutz NRW [19.12].

Ergebnisse Ruhrwasser

Es liegen aus den beiden Untersuchungszeiträumen die Ergebnisse von insgesamt 25 Probenahmen auf mikrobiologische Parameter gemäß der TrinkwV sowie Viren und Coliphagen mittels qPCR vor. Die quantitative Bestimmung der somatischen Coliphagen nach DIN EN ISO 10705-2 erfolgte nur in den Proben aus dem Jahr 2016 (n = 17). Die Untersuchungsergebnisse der Ruhr bei Mülheim-Styrum mit den wichtigsten physikalischen und mikrobiologischen Parametern sind in der Tabelle 19.1 aufgeführt.

Berücksichtigt sind in dieser Ergebnistabelle lediglich die humanen Adenoviren und somatischen Coliphagen mit Befunden in 19 bzw. 23 Ruhrwasserproben oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenzen, während die Enteroviren und Noroviren nur in wenigen Wasserproben und gegenüber den Adenoviren und Coliphagen in deutlich geringeren Mengen vorhanden waren. Sowohl die mittels qPCR nachgewiesenen Befunde an Adenoviren bzw. somatischen Coliphagen sind daher bei der anschließenden Faktorenanalyse berücksichtigt worden.

Statistische Auswertungen

Für die statistische Auswertung der Ruhrwasserdaten wurde das im Internet frei verfügbare Programm ALMO Statistiksystem V15 mit der Eingabeprogramm-Maske Prog30m1 verwendet [19.13]. Es wurden hierbei sowohl die wichtigsten bakteriologischen und virologischen Daten als auch physika-

lische Daten der Ruhr herangezogen. Bei den physikalischen Daten ergaben sich lediglich für den Niederschlag (3-Tages-Summe) und den Ruhrabfluss bei Mülheim ein guter Wirkzusammenhang mit den mikrobiologischen Daten, während dieser Zusammenhang bei dem pH-Wert und der Wassertemperatur nicht und bei der Trübung nur bedingt gegeben war und daher in diesem Fachbeitrag nicht weiter beschrieben wird.

Für die Faktorenanalyse wurden 10 Variablen sowie insgesamt 25 Datensätze (17 Datensätze für den Phagen-Plaque-Test) eingelesen, in die Datenanalyse einbezogen und einem vom Programm vorgegebenen Signifikanztest unterzogen. Werte,

[19.6] DIN EN ISO 10705-2: Wasserbeschaffenheit – Nachweis und Zählung von Bakteriophagen -Teil 2: Zählung von somatischen Coliphagen (ISO 10705-2:2000), Deutsche Fassung EN ISO 10705-2:2001.

[19.7] Umweltbundesamt (UBA, 2014): (http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/twk_03_2-0-14_empfehlung_risikobewertung_mikrobiologischer_befunde_im_rohwasser_20140612_0.pdfWalter).

[19.8] Legislativvorschlag zur Novellierung der EU-Trinkwasserrichtlinie (98/83/EG)2018: (http://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/pdf/report2014/1_DE_ACT_part1_v5.pdf)

[19.9] Gibson, K. E. et al. (2012): Evaluation of human enteric viruses in surface water and drinking water resources in southern Ghana. *Am J Trop Med Hyg* 84(1), 20-29.

[19.10] Haramato, E. et al. (2012): Occurrence of viruses and protozoa in drinking water sources of Japan and their relationship to indicator microorganisms. *Food and environmental virology* 4(3), 93-101.

[19.11] Ruhrverband: Talsperrenleitzentrale, (<http://www.talsperrenleitzentrale-ruhr.de/online-daten/gewasserpegel/>)

[19.12] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, (<http://www.luadb.it.nrw.de/LUA/hygon/pegel.php/>)

[19.13] ALMO Statistiksystem Version 15, (<http://www.almo-statistik.de>)

die unter der jeweiligen Bestimmungsgrenze lagen, wurden mit dem Wert der halben Bestimmungsgrenze eingegeben.

Aus der Faktorenanalyse ergeben sich die beiden folgenden Faktoren F1 und F2.

F1: Niederschlag, KBE 20 °C, KBE 36 °C, Coliforme Keime, E.coli, Enterokokken und Phagen-Plaque-Test

F2: Durchfluss, Adenoviren qPCR und Coliphagen qPCR

In Tabelle 19.2 sind für beide Faktoren auch die Varianzen der beiden Faktoren angegeben, wobei die Varianz die erfassten

Tabelle 19.2: Faktorenwertmatrix Ruhrwasser
Table 19.2: Factor value matrix Ruhr water

Matrix der Faktorladungen Ruhrwasser		
Parameter	Faktor 1	Faktor 2
Niederschlag	0,9017	0,1307
Durchfluss	0,2820	-0,7744
KBE 20 °C	0,9032	0,0328
KBE 36 °C	0,8447	0,2217
Coliforme	0,9616	-0,0140
E.coli	0,9353	-0,1999
Enterokokken	0,9342	-0,1672
Adenoviren qPCR	-0,0664	-0,5430
Coliphagen qPCR	0,0595	-0,6849
Phagen-Plaque-Test	0,9932	0,2467
Varianz in % je Faktor	66,88	15,60

Vorgänge (= Stärke) des jeweiligen Faktors beschreibt. Demnach weist der Faktor 1 eine hohe Einzelvarianz auf und ist damit eine dominierende Wirkgröße. Zur besseren Sichtbarkeit wird die Faktorenwertmatrix im Folgenden als Grafik dargestellt (Bild 19.2).

Deutlich erkennbar ist der enge Zusammenhang zwischen den mikrobiologischen Parametern, die nach der TrinkwV 2018 zu bestimmen sind, dem Phagen-Plaque-Test und dem Niederschlag, der maßgeblich vom Faktor F1 beschrieben wird. Dagegen zeigt der Faktor 2 einen Zusammenhang zwischen den mittels der qPCR nachgewiesenen Adenoviren und Coliphagen mit dem Ruhrdurchfluss. Demnach besteht für das Ruhrwasser zwischen den beiden Nachweisverfahren für Coliphagen kein unmittelbarer Zusammenhang. Für den Nachweis von Viren in der Ruhr ist der Phagen-Plaque-Test damit offensichtlich kaum geeignet.

Ergebnisse Aufbereitung

Die bakteriologischen und virologischen Untersuchungsergebnisse der innerhalb der Trinkwasseraufbereitung beprobten Stellen sind in Tabelle 19.3 aufgeführt:

Am Beispiel der Aufbereitung WW Styrum-Ost ist ersichtlich, dass bereits nach der 1. Stufe der Aufbereitung mit der Langsandsfiltration / Untergrundpassage die mikrobiologischen Parameter gemäß TrinkwV 2018 deutlich reduziert sind und nach der abschließenden Aufbereitung (Aktivkohlefiltration / UV) alle Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen. Mit den angewandten Methoden konnten mit einer Ausnahme einer Probe, nach der Untergundpassage, keine infektiösen Viren mehr nachgewiesen werden (siehe Tabelle 19.3).

Im WW Styrum-West wurden ebenfalls die mikrobiologischen Parameter gemäß TrinkwV 2018 bereits nach der Aufbereitung erheblich reduziert. Infektiöse Viren wurden ebenfalls nicht festgestellt.

Bewertung

Die dargestellten Ergebnisse in Bild 19.2 zeigen deutlich, dass die mikrobiologischen Parameter gut im Faktor 1 korrelieren. Der Niederschlag im Ruhreinzugsgebiet weist demnach eine sehr deutliche Abhängigkeit zu den mikrobiologischen Parametern der TrinkwV 2018 auf. Der Phagen-Plaque-Test, der als Indikatorparameter eingesetzt werden soll, um virale Belastungen im Rohwasser anzuzeigen, besitzt ebenfalls eine Abhängigkeit zum Niederschlag. Die virale Belastung im Rohwasser weist dagegen eine starke Affinität zum Ruhrdurchfluss auf und bildet einen eigenen Faktor nach der Faktorenanalyse (Bild 19.2). Damit konnten 2 Faktoren ermittelt werden, die unabhängig voneinander entweder die mikrobiologischen Untersuchungsverfahren gemäß der TrinkwV oder die Konzentration viraler DNA bestimmen.

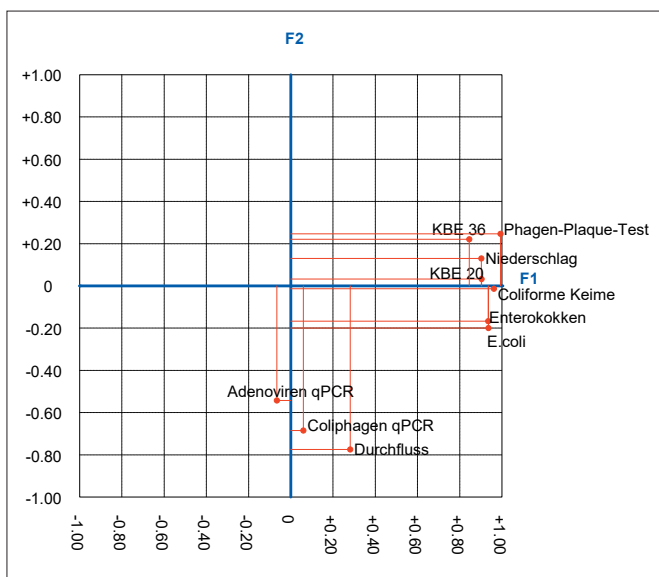


Bild 19.2: Grafik der Faktorenwertmatrix Ruhrwasser
(Quelle: ALMO-Statistiksystem)
Fig. 19.2: Graph of the factor value matrix Ruhr water
(source: ALMO-Statistiksystem)

Tabelle 19.3: Untersuchungsergebnisse Aufbereitung
Table 19.3: Examination results treatment

Probenahmestelle Aufbereitung WW Styum-Ost						
Parameter	Anzahl Messwerte	Dimension	BG	Minimum	Mittelwert	Maximum
Sammelbrunnen (nach Untergrundpassage)						
KBE bei 20 °C	25	1/mL	<1	<BG	14	78
KBE bei 36 °C	25	1/mL	<1	<BG	2	14
Colifome Keime	25	1/100 mL	<1	<BG	14	165
E.coli	25	1/100 mL	<1	<BG	4	78
Enterokokken	25	1/100 mL	<1	<BG	1	11
Adenoviren qPCR	25	GEC/L	1,00E+03	<BG	<BG	7,90E+02
Coliphagen qPCR	25	GEC/L	2,60E+02	<BG	3,00E+02	4,43E+04
Phagen-Plaque-Test PPT	17	PFU/L	<1	alle <BG		
nach Aktivkohlefiltration/UV-Desinfektion						
KBE bei 20 °C	8	1/mL	<1	alle <BG		
KBE bei 36 °C	8	1/mL	<1	alle <BG		
Colifome Keime	8	1/100 mL	<1	alle <BG		
E.coli	8	1/100 mL	<1	alle <BG		
Enterokokken	8	1/100 mL	<1	alle <BG		
Adenoviren qPCR	8	GEC/L	1,00E+03	alle <BG		
Coliphagen qPCR	8	GEC/L	2,60E+02	alle <BG		
Probenahmestelle Aufbereitung WW Styum-West						
nach Aktivkohlefiltration						
KBE bei 20 °C	4	1/mL	<1	24/6/1/0		
KBE bei 36 °C	4	1/mL	<1	14/1/0/1		
Colifome Keime	4	1/100 mL	<1	2/9/1/1		
E.coli	4	1/100 mL	<1	2/10/1/1		
Enterokokken	4	1/100 mL	<1	0/0/0/0		
Adenoviren qPCR	4	GEC/L	1,00E+03	alle <BG		
Coliphagen qPCR	4	GEC/L	2,60E+02	alle <BG		

Schlussfolgerungen

Auf Basis der vorliegenden mikrobiologischen Daten und Auswertungen kann gesagt werden, dass Niederschlagsereignisse im Ruhreinzugsgebiet die mikrobiologische Rohwasserqualität stark beeinflussen. Ähnliche Folgerungen wurden bereits im Projekt Sichere Ruhr veröffentlicht. Die Daten wurden mittels der Faktorenanalyse in einen statistischen Bezug miteinander gesetzt. Hierbei wurden zwei Faktoren bestimmt, die die mikrobiologische Rohwasserqualität der Ruhr im Wesentlichen bestimmen. Insbesondere bei Starkregenereignissen muss mit einem Anstieg der mikrobiologischen Parameter wie der coliformen Keime und koloniebildenden Einheiten gerechnet wer-

den. Zusätzlich zu diesen nach der TrinkwV 2018 relevanten Parametern erhöht sich die Konzentration der Phagen in der Ruhr (Faktor 1). Die virale Belastung nimmt dagegen mit dem Durchfluss in der Ruhr zu (Faktor 2) und ist nicht wie die Kulturverfahren abhängig vom Niederschlag.

Die Tatsache berücksichtigend, dass der Phagen-Plaque-Test ein kulturelles Verfahren ist und die Quantifizierung der Viren auf Nukleinsäurebasis erfolgte, kann aus den vorliegenden Daten geschlossen werden, dass der Phagen-Test nicht als Indikatormethode eingesetzt werden kann, um Viren in der Ruhr stellvertretend anzuzeigen. Dies konnte eindeutig in der zweidimensionalen Graphik der Faktorenanalyse dargestellt werden.

Die hier veröffentlichten Ergebnisse zeigen deutlich auf, dass der Phagen-Plaque-Test keinen Bezug zur viralen Belastung in der Ruhr hat. Die Viren im Rohwasser korrelieren mit keinem anderen mikrobiologischen Parameter, der im Zusammenhang mit der üblichen mikrobiologischen Trinkwasser-Überwachung untersucht werden. Mit dem Wissen um diese Ergebnisse muss angeregt werden, zumindest für Ruhreinzugsgebiet das Prinzip des Phagen-Plaque-Testes zu hinterfragen, da dieser nach unseren Resultaten keine Korrelation zum Nachweis von Viren besitzt.

Fazit zur UBA-Empfehlung Coliphagen-Untersuchungen:

Das Bundesgesundheitsamt hat im Bundesgesundheitsblatt 2014-57:1224-1230 „Vorgehen zur quantitativen Risikobewertung mikrobiologischer Befunde im Rohwasser sowie Konsequenzen für den Schutz des Einzugsgebietes und für die Wasseraufbereitung“ eine Empfehlung der Untersuchung von Coliphagen als Indikatorparameter zum Vorkommen im Rohwasser und zur Ermittlung der Viren-Elimination in der Aufbereitung vorgeschlagen. Nach den vorliegenden Ergebnissen für die Ruhrwasserwerke der RWW ist der Phagen-Test jedoch für Trinkwassergewinnung aus der Ruhr nicht geeignet.

20 25 Jahre Kooperation Landwirtschaft / Wasserwirtschaft im Ruhreinzugsgebiet

Ortwin Rodeck, Gelsenwasser AG; Frank Reinhardt, Dominik Schroeder, Johannes Klewitz, Landwirtschaftskammer NRW

Einführung

Die Mitgliedsunternehmen der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) sichern die Trinkwasserversorgung für ca. fünf Millionen Menschen, Gewerbe und Industrie, vornehmlich im mittleren und südlichen Ruhrgebiet. Die Wassergewinnung beruht auf dem Verfahren der künstlichen Grundwasseranreicherung durch über Filterbecken geleitetes Ruhrwasser. In Wahrnehmung dieser Verantwortung hat die AWWR zur Durchführung eines vorbeugenden Gewässerschutzes für die Ruhr und ihre Zuflüsse vor Pflanzenschutzmittel- und Nährstoffeinträgen mit der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe im März 1992 die Kooperation Landwirtschaft/Wasserwirtschaft im Ruhreinzugsgebiet gegründet. Sie besteht im Jahr 2017 somit seit 25 Jahren. Die Gründung geht, wie auch in anderen Kooperationen in NRW auf die sogenannte 12-Punkte-Vereinbarung zwischen Vertretern der Landwirtschaft und der Wasserwirtschaft unter der Federführung des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz in NRW (damals MURL, heute MULNV) zurück.

Aufgabe und Struktur der Kooperation

Seither ist es Aufgabe der Kooperation, nachteilige Veränderungen der Wasserqualität der Ruhr und ihrer Zuflüsse durch den Eintrag von Nährstoffen, Pflanzenschutzmitteln (PSM) und trinkwasserhygienisch bedenklichen Mikroorganismen zu verhindern oder zu beheben. Hierzu finanziert die AWWR eine gewässerschutzorientierte Beratung für die Landwirte, Gartenbauer und Anwender von PSM außerhalb der Landwirtschaft mit z. Zt. jährlich ca. 280.000 €. Darin enthalten sind die Förderungen für Einzelprojekte, gezielte Untersuchungen und gewässerschonende Maßnahmen in der Landwirtschaft (ca. 60.000 €/Jahr).

Das Kooperationsgebiet ist identisch mit dem 448.800 ha großen Ruhreinzugsgebiet (Bild 20.1). Es ist im Westen hauptsächlich urban geprägt. Im Norden und Nordosten dominiert eine ackerbauliche Nutzung. Im mittleren Ruhreinzugsgebiet sowie im Süden hat die Forstwirtschaft und die Grünlandbewirtschaftung eine herausragende Bedeutung. Es bewirtschaften ca. 2.300 Betriebe ca. 92.400 ha, davon ca. 34.000 ha Ackerland.

Dieser im Vergleich zu anderen Regionen in NRW moderate Anteil der landwirtschaftlichen Nutzung des Einzugsgebietes in Kombination mit der im Fokus der Aufmerksamkeit stehenden



Bild 20.1: Lage des Kooperationsgebietes mit Kreisgrenzen und Kooperationsbetrieben (Betriebsstätten)
 Fig. 20.1: Location of the cooperation area with district borders and cooperation facilities

Ruhr als Oberflächengewässer, in der über die fließende Welle keine Nährstoffakkumulation stattfindet, ermöglicht der Kooperation eine fast ausschließlich vorbeugende Arbeit. Dennoch ist es für die drei von der AWWR finanzierten und bei der Landwirtschaftskammer in den Kreisstellen Hochsauerland (HSK) und Ruhr-Lippe (Unna) beschäftigten Kooperationsberater eine ständige Herausforderung, eine möglichst große Zahl an Landwirten zu erreichen. Zurzeit gibt es 908 Kooperationsbetriebe mit 45.541 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche (Stand 12/17), die der Kooperation über eine Mitgliedserklärung beigetreten sind (Tabelle 20.1).

Die Mitgliedschaft beinhaltet den Beratungsanspruch und die Möglichkeit, für bestimmte gewässerschonende Handlungen eine Förderung zu erhalten. Allerdings verpflichtet sich das Kooperationsmitglied zur Einhaltung von Mindeststandards im Bereich Düngung und Pflanzenschutz. Diese gehen z. T. über die Vorgaben der landwirtschaftlichen Fachgesetzgebung (bzw. der sog. guten fachlichen Praxis) hinaus, da diese für einen hinreichenden Gewässerschutz nicht ausreicht.

Die Festlegung von Beratungsinhalten, die Berichterstattung über die Entwicklung der Gewässergüte, die Tätigkeiten der Berater und die Arbeitsergebnisse werden in einem Beirat diskutiert. Dieser konstituierte sich am 20.3.1992 in Unna. Ihm gehören Vertreter der AWWR, der Landwirtschaft und Landwirtschaftskammer und des Gartenbaus an. Gaststatus haben Vertreter der Bezirksregierung, des Ruhrverbands und die Officialberater (Pflanzenbau) der Landwirtschaftskammer NRW (LWK NRW). Die Kooperationsberater stehen im engen Kon-

takt untereinander sowie zum Vorsitzenden (LWK NRW), seinem Stellvertreter (AWWR) und weiteren drei Vertretern der AWWR, um die laufende Arbeit abzustimmen.

Die Kooperationsberatung besteht aus sechs sich ergänzenden Bausteinen:

- Einzelberatung vor Ort und/oder telefonisch in allen gewässerschutzrelevanten, betrieblichen Bereichen (z.B. Dünge-

Tabelle 20.1: Strukturdaten der Kooperation Landwirtschaft / Wasserwirtschaft im Ruhreinzugsgebiet im Dezember 2017
 Table 20.1: Structural data on the cooperation agriculture / water management in the Ruhr catchment area in December 2017

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen				
Stand der Mitgliederentwicklung innerhalb der Ruhrkooperation (01.12.2017)				
Parameter	HSK:	MK/EN:	Ruhr-Lippe, Soest, Rheinland	Kooperation gesamt:
Anzahl Kooperationsbetriebe:	413	340	155	908
Gesamt LF in ha	18.854	16.660	10.027	45.541
Ackerland in ha	4.722	8.401	8.222	21.345
Grünland in ha	13.999	8.213	1.685	23.897
Brache in ha	133	46	120	299
Kooperationsflächen in % an der Gesamt-LF im Ruhreinzugsgebiet	55,4 (34.020)	44,0 (37.813)	48,8 (20.554)	49,3 (92.387)

Frank Reinhardt Ruhrkooperation im HSK 06.12.2017

planung, Nährstoffbilanzierung, Antragstellung für EU- und Landesumweltprogramme, Grünlandbewirtschaftung).

- Gruppenberatung in allen gewässerschutzrelevanten betrieblichen Bereichen: Informationsveranstaltungen z.B. über Ausbringtechnik org. Nährstoffträger, Festmist-/Silage-lagerung, Pflanzenschutz, Demonstrationsversuche, Grup-pengespräche (Bild 20.2).
- Aktuelle Hinweise per Fax/E-Mail zu Fragen des gewässer-schonenden Pflanzenbaus (Düngung, Pflanzenschutz) in Form eines Info-Rundschreibens der Ruhrkooperation ca. 3 - 4mal jährlich (Bild 20.3)
- Akquise, Begleitung der Umsetzung und Abrechnung des Kooperationsförderprogramms.
- In Einzelfällen Vermittlung zwischen Wasserversorger, Unte-rer Wasserbehörde und Landwirt im Zusammenhang mit Tätigkeiten in Wasserschutzgebieten über fachliche Hilfe-stellung.
- Beratung zum Pflanzenschutz auf Nichtkulturland, Hilfestel-lung bei Kontrollen außerlandwirtschaftlicher Herbizidan-wendungen gemäß Pflanzenschutzgesetz.

Düngeberatung

Ausgangslage waren Anfang der 1990er Jahre Nitratgehalte von 10 - 30 mg/L in der Ruhr, die einen anthropogenen Ein-fluss deutlich machten, ohne eine Grenzwertrelevanz für das Trinkwasser aufzuzeigen. Die 25-jährige Düngeberatung zur Minimierung von Nährstoffverlusten - insbesondere Stickstoff-verlusten - mit der Folge verringerter Nitrateinträge in die Ge-wässer hat 2017 zu einem geometrischen Mittelwert von 10 - 12 mg/L in der Ruhr geführt (Ruhrgütebericht 2016).

Auf der Grundlage der Düngeverordnung sind die Landwirte verpflichtet, jährlich einen Nährstoffvergleich zu erstellen, in dem auf Betriebsebene die Nährstoffzufuhr und die Nährstoff-abfuhr gegenübergestellt werden. Die Berater besprechen die errechneten Daten und Überschüsse mit dem Betriebsleiter




Bild 20.2: Vorführung bodennahe Gülleausbringtechnik mit Landwirten
Fig. 20.2: Presentation with farmers of a technique to distribute liquid manure close to the ground

**Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen**

Kreisstelle Hochsauerland und
Kreisstellen Märkischer Kreis/Ennepe-Ruhr,
Ruhr-Lippe

Kooperation Landwirtschaft
Wasserwerke an der Ruhr




Anrede
Name
Straße
PLZ

- AKTUELLES AUS ACKERBAU UND GRÜNLAND -

**Info-Rundschreiben
der Ruhrkooperation**

Ausgabe-Nr. 2
04.2017



Kreis-stelle	Berater	Straße	Ort	Tel.	Mobil
HSK	Frank Reinhardt	Dünnefeldweg 13	59872 Meschede	(0291) 9915-50	(0175) 1559704
Ruhr-Lippe	Dominik Schröder	Platanenallee 56	59425 Unna	(02303) 96161-48	(0170) 7890078
MK/EN	Johannes Klewitz	Platanenallee 56	59425 Unna	(02303) 96161-49	(0160) 90860881

Ausgabe Nr. 2 enthält folgende Themen:

- Punktquelleneinträge beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln unbedingt vermeiden
- Land NRW fördert weiterhin Investitionen zur Emissionsminderung in der Landwirtschaft
- N-Effizienz entscheidet zukünftig über Höhe der Düngung

Anhang:
Merkblatt zur sachgerechten Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Wassereinzugsgebiet der Ruhr und Ihrer Zuflüsse

1. Punktquelleneinträge beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln unbedingt vermeiden

Ein erheblicher Anteil der Pflanzenschutzmitteleinträge in Grund- und Oberflächengewässern stammt aus Punktquellen, die im Gegensatz zu diffusen Einträgen durch Verhaltensänderungen einfach abgestellt werden können. Deshalb ist es so wichtig, bei dessen Anwendung besondere Vorsicht walten zu lassen.

Bild 20.3: Deckblatt des Rundschreibens der Landwirtschaftskammer NRW

Fig. 20.3: Cover of the letter from the Chamber of Agriculture of North Rhine-Westphalia

und zeigen Optimierungsmöglichkeiten hinsichtlich der zu-künftigen Düngung auf. Dabei wird gemäß der Kooperations-vereinbarung von 2002 ein Nährstoffüberhang in Futter- und Gemischtbetrieben von maximal 100 kg N/ha (auf Hoftorbasis) und in Betrieben mit weniger als einer Großvieheinheit von maximal 50 kg N/ha angestrebt. Gerade in Futterbau- und Ge-mischtbetrieben mit höheren Tierbesätzen wurden häufig große Nährstoffüberhänge gefunden, die durch intensive Koo-perationsberatung Schritt für Schritt abgebaut werden konn-ten (Bild 20.4).

Anhand der graphisch dargestellten Ergebnisse der Nährstoff-vergleiche im HSK wird deutlich, dass der N-Überhang durch die Optimierung der Ausbringung und Verwertung der orga-nischen Dünger bei gleichzeitiger Reduzierung der minera-lischen Düngung zurückgeführt werden konnte. Allerdings ist im Rahmen der Novellierung der DüngeV 2006 im Nährstoff-vergleich die Hof-Tor-Bilanz abgelöst worden durch die Feld-Stall-Bilanz. So ist allein durch die vom Gesetzgeber vorgege-bene Änderung der Bilanzmethode trotz gleichbleibender organischer und mineralischer Düngung der Überhang um

ca. 90 kg N/ha in den negativen Bereich gefallen, wie der Abbildung (Bild 20.4) zu entnehmen ist.

Bei der Hof-Tor-Bilanz werden die Nährstoffimporte in den Betrieb über z. B. Futter- und Düngemittelzukauf dem Export über den Verkauf pflanzlicher und tierischer Produkte gegenübergestellt. Beides sollte über die Buchführung belegbar sein. Das Bilanzergebnis ist aus naturwissenschaftlicher bzw. wasserwirtschaftlicher Sicht realistischer als die Feld-Stall-Bilanz mit den Abzügen sogenannter Stall-, Lagerungs- und Ausbringungsverluste (atmosphärische Deposition über Ammoniak und Ammonium, vor Ort verbleibend). Bei der Feld-Stall-Bilanz sind die Nährstoffzüge über Erntemengen z. T. schlecht erfassbar (z. B. Grasaufwuchs) und einfacher zu manipulieren. Gleiches gilt auch für die innerhalb von Leistungskategorien vorgegebenen Stickstoffausscheidungsraten landwirtschaftlicher Nutztiere.

Der Sinn einer Manipulation ergibt sich aus den laut DüngeV max. zulässigen Stickstoffüberschüssen (3-Jahres-Mittel 60 kg N/ha/a) und der max. zulässigen Düngung mit Wirtschaftsdüngern (170 kg N/ha), die nicht überschritten werden dürfen. Das Bestreben intensiv wirtschaftender Betriebe liegt darin, die

Entzüge (Erntemengen) hoch anzusetzen und den Input (Ausscheidungsrate der Tiere) niedrig anzusetzen. Bei Überschreitung der o. g. Werte gibt es keine Sanktionen, sondern eine Überprüfung des Nährstoffvergleichs durch die sogenannte Nährstoffüberhangsbewertung. Dort werden ergänzend nur die im Anwendungsjahr anrechenbaren (pflanzenverwertbaren) Stickstoffmengen eingesetzter organischer Dünger gewertet.

Im Zusammenspiel mit den nicht betrachteten, aber gewässerrelevanten landwirtschaftlichen Verlusten und den Problemen bei den Nährstoffzügen über Ernte und dem Input über die Ausscheidungsrate ergibt sich eine vom Fachrecht gedeckte zulässige N_{org} -Effizienz, die vielfach geringer als 50 % ist. Die ungenutzten N-Mengen werden in den Folgejahren kaum berücksichtigt, verbleiben also im Naturraum und werden über den Sickerwasserpfad je nach Denitrifikationspotential im Grundwasserleiter die Ressource Grundwasser über kurz oder lang bedrohen. Somit ist das landwirtschaftliche Fachrecht im Bereich der Düngung als Maßstab für einen ausreichenden Gewässerschutz vor dem Hintergrund der Grenzwerte und Qualitätsnormen aus dem Wasser- und Umweltrecht nicht geeignet.

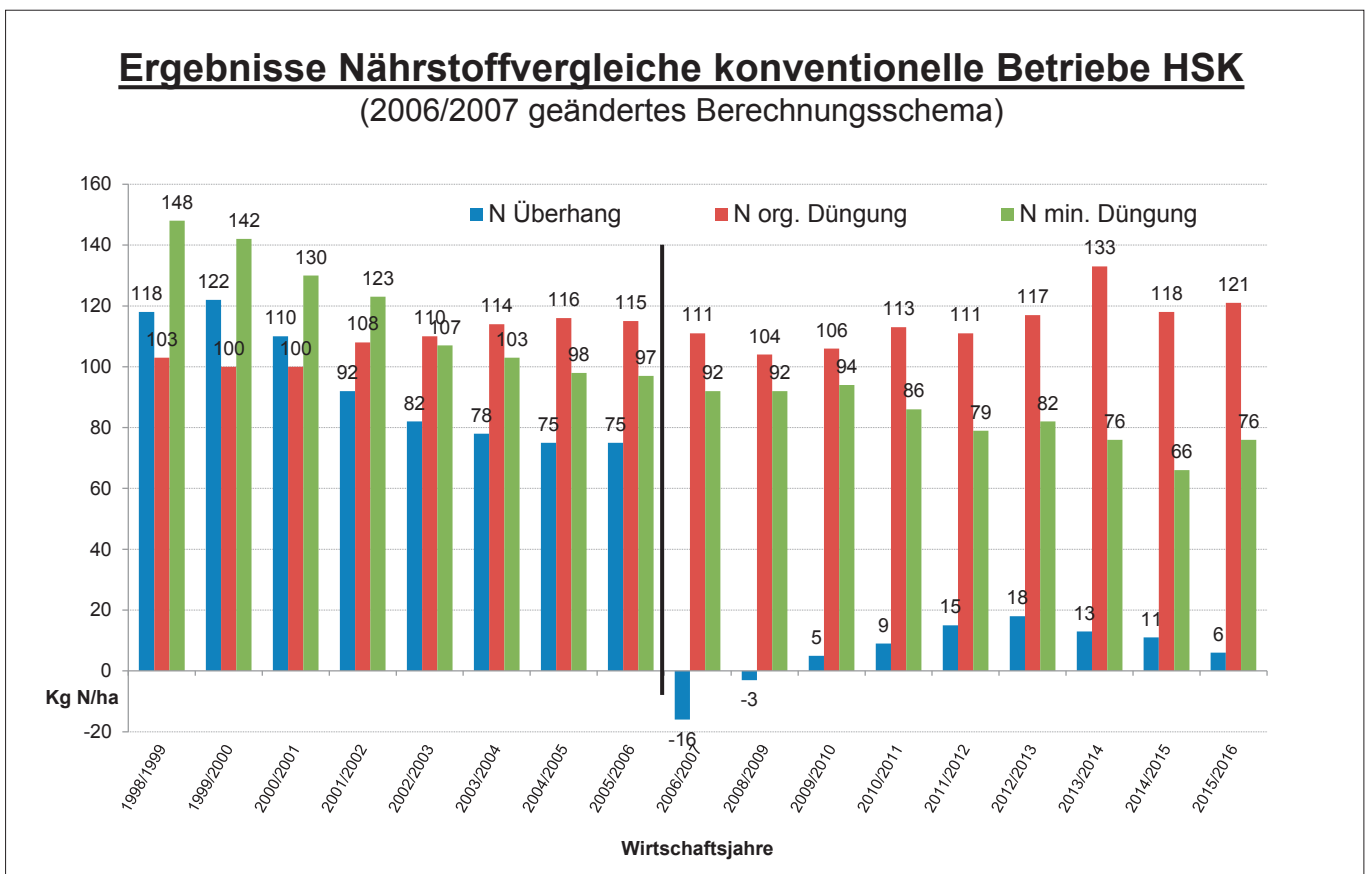


Bild 20.4: Nährstoffvergleiche – Bilanzergebnisse von Kooperationsbetrieben im HSK 1999 bis 2016

Fig. 20.4: Nutrient comparisons – investigation results from the cooperation facilities in the German district Hochsauerland 1999 to 2016

Mit der 2017 erfolgten Novellierung der Düngeverordnung und der Verordnung über den Umgang mit Nährstoffen und zur Änderung weiterer Vorschriften (Stoffstrombilanzverordnung) hat sich daran leider grundlegend nichts geändert. Die genannten Verordnungen bringen marginale Verbesserungen aus wasserwirtschaftlicher Sicht, zum Beispiel:

- Pflicht zur Düngebedarfsermittlung einschließlich Dokumentation
- 170-kg-N/ha-Grenze betrifft nun organischen Stickstoff tierischer und pflanzlicher Herkunft (Gärprodukte)
- Absenkung der zulässigen N- und P-Salden (z.B. von 60 auf 50 kg N/ha im 3-Jahres-Mittel)
- Präzisere und/oder geringfügig engere Vorgaben für die Ausbringung von stickstoffhaltigen Düngern (z.B. Abstände zu Gewässern, Sperrfristen)
- Stoffstrombilanzerstellung mit genauerer Erfassung der im Betrieb gegebenen Nährstoffmengen

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht wurde das Kernproblem nicht gelöst, das Herausrechnen wasserwirtschaftlich und naturräumlich relevanter Stickstoffverluste (Stall-, Lagerungs-, Ausbringungs-, Grobfutter-, Weideverluste). Der vorgegebene betriebliche N-Überschuss von maximal 50 kg N/ha wird konterkariert durch einen zulässigen betrieblichen Bilanzwert gemäß Stoffstrombilanzverordnung, der betriebsindividuell festgelegt werden kann oder bei pauschal 175 kg N/ha liegt. Wasserwirtschaftlich vertretbar wäre vor dem Hintergrund einer dauerhaften Unterschreitung von 50 mg Nitrat je Liter im Sicker-/ Grundwasser ein Bruttoüberschuss von maximal 60 kg N/ha (DVGW-Stellungnahme zur Stoffstrombilanzverordnung vom 2.8.2017).

Da im Vergleich zu anderen Regionen in NRW die Intensität der Landbewirtschaftung und Viehhaltung/Biogaserzeugung noch moderat ist, ergibt sich trotz der beschriebenen Mängel des Düngerechts und seiner Umsetzung ein für die Trinkwasserversorgung unkritischer Konzentrationsbereich an Nitrat in der Ruhr. Allerdings wird es in Zukunft Aufgabe der Kooperation sein, eine pflanzenbaulich sinnvolle Verwertung zunehmender Nährstoffimporte ohne schädliche Auswirkungen auf die Gewässerqualität sicherzustellen. Die Ruhr ist ebenfalls vor Ammonium- und Phosphorverbindungen aus Düngung und Tierhaltung sowie vor erhöhten Einträgen von Krankheitserregern und Erosionsprodukten aus organischer Düngung und Ackerbau zu schützen. Aus dieser Situation ergeben sich weitere Ziele der Düngeberatung, z. T. unterstützt durch das Förderprogramm der Kooperation. Gefördert werden:

- Untersuchungen von Wirtschaftsdünger, Bodenstickstoff (N-min)
- Anschaffung und Einsatz von Quantofix-Geräten zur Bestimmung des Ammoniumgehaltes von Gülle
- Kontinuierliche Innenreinigung an Feldspritzen
- Auszäunung von Bachläufen

- Bodennahe Gülleausbringung
- Exakte Mineraldüngerausbringung mit Grenzstreu- und Wiegeeinrichtung
- Uferflächenförderung
- Neuanschaffung von Grünlandstriegeln mit Nachsaateinrichtung
- Parallelfahrssysteme am Schlepper und GPS-gesteuerte Teilbreitenschaltungen für Feldspritzen
- Vermeidung von Keim- und Schadstoffeinträgen in Gewässer von Festmist- und Siloanlagen

Pflanzenschutz (Landwirtschaft)

Ziel ist es hier, den Eintrag gewässerrelevanter Pflanzenschutzmittel (PSM) zu vermeiden. Die Kooperationsberatung im Pflanzenschutz basiert auf folgenden Säulen:

- Wirkstoffminimierung und -substitution
- Vermeidung einseitiger Wirkstoffstrategien (Wirkstoffmanagement)
- Schadschwellenberücksichtigung und Optimierung des Applikationstermins
- Acker- und pflanzenbauliche Strategien, z.B. Fruchtfolge und Bodenbearbeitung
- Einhaltung von Gewässerabständen, Teilnahme am Uferandstreifenprogramm
- Punktquellenvermeidung durch geeignete Spritzenwaschplatz-, Wartungs- und Befüllplätze und einwandfreie Spritztechnik auf dem Stand der Technik und darüber hinaus gemäß Förderkatalog kontinuierliche Spritzenreinigung (Bild 20.5)



Bild 20.5: Informationsveranstaltung Pflanzenschutztechnik mit Landwirten
Fig. 20.5: Information event with farmers on crop protection technology

Tabelle 20.2: Im Ruhrwasser nachgewiesenes Isoproturon und Überschreitungen des Trinkwassergrenzwertes von 100 ng/L (Ruhrgüteberichte 1990 – 2016)

Table 20.2: Isoproturone detected in the Ruhr's water and cases where the limit for drinking water of 100 ng/L (Ruhr Water Quality Report 1990 – 2016) has been exceeded

Jahr	Anzahl ausgewerteter Analysen	Anzahl der Positivbefunde	% Anteil	Anzahl der Proben > 100 ng/L	% Anteil	Maximalwert [ng/L]
1990	77	5	6,5	0	0	84
1991	236	26	11,5	2	0,8	260
1992	232	50	21,6	4	1,7	670
1993	528	73	13,8	24	4,5	973
1994	227	47	20,7	8	3,5	1308
1995	346	56	16,2	11	3,2	280
2000	271	10	10,1	1	0,4	112
2005	229	4	1,7	0	0	35
2010	208	0	0	0	0	0
2011	211	6	2,8	0	0	60
2012	213	3	1,4	0	0	30
2013	158	2	1,3	0	0	70
2014	212	0	0	0	0	< 50
2015	114	1	0,9	0	0	27
2016	98	2	2	0	0	76

Der PSM-Einsatz ist in der Regel eine Sache des Ackerbaus, der im Ruhreinzugsgebiet im Norden entlang des Hellwegs anzutreffen ist. Der hier dominierende Getreidebau führte in früheren Jahren zum verbreiteten Einsatz des Wirkstoffs Isoproturon, vornehmlich gegen Gräser. Die flächendeckende Anwendung, verbunden mit guter Wasserlöslichkeit, schlechter Sorptionsfähigkeit, hoher Aufwandmenge (1500 g/ha) und relativ hoher Persistenz machten diesen Wirkstoff in der ersten Hälfte der 1990er Jahre zu einem beachtenswerten Wirkstoff.

Dies galt insbesondere in Jahren mit hohen Niederschlägen nach der Anwendung mit der Folge von Einträgen über Abschwemmungen (Runoff) und/oder Dränagen oder Böschungen (Interflow). Seinerzeit gab es mit der Wirkstoffgruppe der ACCase-Hemmer (Fops wie Ralon, Topik, später Phenylpyrazolin wie Axial), der ALS-Hemmer (Sulfonylharnstoffe) und der Zellteilungshemmer Alternativen mit geringeren Aufwandmengen/ha und einem aus wasserwirtschaftlicher Sicht besseren chemophysikalischen Eigenschaftsmix, mit denen IPU unter Beachtung des Wirtschaftlichkeitsgebiets substituiert werden konnte. Schon früh wurden hierzu Pflanzenschutzversuche angelegt, um Veränderungen der Pflanzenschutzempfehlungen fundiert begründen zu können.

Mit zunehmenden Resistenzproblemen des IPU fand das sehr frühzeitige Knowhow der Stever- und Ruhrkooperation seit der zweiten Hälfte der 1990er Jahre Eingang in die allgemeine Beratung der Landwirtschaftskammer NRW. Seit dem 30.9.2017 ist dieser Wirkstoff mit einem Anwendungsverbot belegt.

Die Kooperationsberatung liefert wichtige Einschätzungen der kulturartenabhängigen Anwendungshäufigkeiten zugelassener

PSM-Wirkstoffe. Diese finden Eingang in die zwischen AWWR, Bezirksregierungen und Gesundheitsbehörden abgestimmten Parameterlisten der Ruhr-, Roh- und Trinkwasseranalysen. Parallel dazu wurde über die Kooperation der AWWR-Mitgliedsunternehmen ein PSM-Monitoring bezogen auf bestimmte Wirkstoffe, Wirkstoffgruppen und die Ruhr oder Zuflüsse durchgeführt, um z. B. Verdachtsmomente frühzeitig ausräumen zu können (Beispiele: IPU-Monitoring 1997/98, PSM-Monitoring polare Herbizide 2000, PSM-Monitoring Lenne 2002, PSM-Einträge Refflinger Bach seit 2003, Monitoring Glyphosat/AMPA 2005/06, Monitoring Sulfonylharnstoffherbizide 2012).

Die Belastung der Ruhr mit landwirtschaftlich eingesetzten PSM hält sich seit Beginn der Kooperation in Grenzen und gibt keinen Anlass zu erhöhten Aufwendungen für die Trinkwasseraufbereitung – sicher eine Folge der begrenzten ackerbaulichen Flächennutzung im gesamten Einzugsgebiet. Die kooperative Zusammenarbeit der AWWR mit der Landwirtschaft hat den insbesondere in den 90er Jahren deutlich erkennbaren positiven Trend weiter abnehmender PSM-Gehalte im Ruhrwasser durch ihr Engagement unterstützt. Gleiches gilt für den Erhalt eines seit Jahren unkritischen niedrigen Belastungsniveaus.

Von 44 untersuchten PSM-Wirkstoffen wurden bei knapp 5.500 Bestimmungen im Jahr 2016 für 6 Verbindungen Werte im Arbeitsbereich der Analyseverfahren gemessen. Dabei lagen die Maximalwerte der wenigen nachgewiesenen PSM-Wirkstoffe immer unter 100 ng/L (Tabelle 20.2).

Außerlandwirtschaftliche Herbizideinträge – ein Spezialthema der Ruhrkooperation

Anfang der 1990er Jahre wurde der Totalherbizidwirkstoff Diuron häufig in hohen Konzentrationen nachgewiesen. Ein 1992 durchgeführtes Diuron-Monitoring in einem Gewässer unterhalb von Weihnachtsbaumkulturen ergab, dass der Einsatz dort nicht Ursache für die Nachweise sein konnte. Somit stand fest, dass die damals genehmigungspflichtige, oft aber nicht genehmigungsfähige Anwendung des seinerzeit jedermann über Grüne Märkte zugänglichen Diuron als Totalherbizid auf befestigten, versiegelten Flächen mit Anschluss an Vorfluter oder Kanalisation Hauptursache für die Gewässerbelastungen war.

Derzeit bindet die außerlandwirtschaftliche PSM-Problematik als Folge der hohen Siedlungsdichte vor allem im nordwestlichen Ruhrinzugsgebiet ca. 15 % der AWWR-finanzierten Beraterkapazität. Seit den Anwendungsbeschränkungen und -verboten für den Wirkstoff Diuron im Rahmen von Änderungsverordnungen der Pflanzenschutzanwendungsverordnung (1997/2003) geht es der Ruhr-Kooperation darum, nicht nur den illegalen Einsatz von Diuron-Altbeständen, sondern generell für jedermann frei zugänglichen Alternativen von PSM wie u. a. Glyphosat, Flufenacet und Perlagonsäuren auf abschwemmungsgefährdeten befestigten Flächen zu verhindern. In jährlichen Rundschreiben an die Gemeinden im Ruhrinzugsgebiet informiert die Kooperation die Gemeinden in ihrer Doppelfunktion als potentieller Anwender und Vorbildgeber für die Bürger bei Umwelttagen, Ausschusssitzungen usw. über die Problematik der außerlandwirtschaftlichen Anwendung und Rechtslage.

So erfolgte zum Beispiel im Anschreiben an die Gemeinden und Kommunen 2016 folgende Information: „Aufgrund eines Erlasses des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Natur- und Verbraucherschutz in Düsseldorf vom 06.01.2014 dürfen auch

weiterhin keine neuen Ausnahmegenehmigungen zum Einsatz des Wirkstoffes Glyphosat (z. B. Unkrautfrei-, Glyfos-, Vorox-, Roundup-Produkte) auf den nicht gärtnerisch oder landwirtschaftlich genutzten Flächen erteilt werden. Somit besteht bis auf weiteres ein Genehmigungs- und damit Anwendungsverbot für Glyphosat auf vorgenannten Flächen!“

Mit gleichem Engagement werden Kleingartenvereine, Sportvereine, Industrie- und Handelskammer, Gartenbauverbände, Schulen usw. kontaktiert. Der Kontakt zu Städten, Gemeinden und anderen Anwendern erfolgt auch, wenn diese einen Antrag beim Pflanzenschutzbeauftragten der Landwirtschaftskammer NRW für eine Ausnahmegenehmigung vom PSM-Anwendungsverbot auf Nichtkulturland stellen. Der Pflanzenschutzbeauftragte informiert den Kooperationsberater, der den Antragsteller aufsucht, mit diesem die Applikationsflächen besichtigt und die Genehmigungsfähigkeit grundsätzlich prüft. Sofern eine Genehmigungsfähigkeit gegeben ist, werden dennoch vorrangig herbizidfreie Verfahren empfohlen. Antragsteller wie Landesbeauftragter werden auf Details hingewiesen, die im Falle einer Genehmigung zu berücksichtigen sind.

Des Weiteren werden Gartenbaubetriebe, Baumärkte und sog. Grüne Märkte, die PSM verkaufen, regelmäßig beraten und überprüft. Dabei geht es u. a. um die ordnungsgemäße Lagerung, die obligatorische Kundenberatung und die Sachkunde des Verkaufspersonals. Über die von der Kooperation initiierten Maschinenvorfürhungen und überregionale Veranstaltungen zur alternativen Wildkrautbeseitigung sollen Bauhofleiter und -mitarbeiter, Ordnungsamtsleiter sowie Dienstleister im Bereich der Pflege von Außenflächen über den Themenkreis informieren (Bild 20.6).

Verfahren wie Wildkrautbürsten, Infrarot-, Heißdampf- oder Heißschaumverfahren sowie einfache Fugenkratzer bringen oftmals in einer standörtlich angepassten Mischung gute Erfolge, erfordern allerdings ein ausgeklügeltes Management.



Bild 20.7: Schautafeln
Fig. 20.7: Charts



Bild 20.6: Wave-Verfahren: Besuch im Umweltbetrieb der Stadt Bielefeld mit Kommunalvertretern aus dem Ruhreinzugsgebiet
 Fig. 20.6: Wave procedure: Visit to the municipal services provider of the city of Bielefeld with representatives from the local authorities in the Ruhr catchment area

Über die Art der Pflasterung bzw. Oberflächenbeschaffenheit der Verkehrsfläche lässt sich die Wildkrautanfälligkeit und damit Bekämpfungsnotwendigkeit ebenfalls minimieren. Zur besseren Visualisierung des Problems und gewässerverträglicherer Lösungen hat die Kooperation Schautafeln und Banner konzipiert und an Orten mit starkem Publikumsverkehr (Foyers von Rathäusern, Gemeindeverwaltungen, Banken, Schulen, Bauernmärkten, Messen usw.) ausgestellt (Bild 20.7).

Im Zusammenwirken mit dem Anwendungsverbot und Zulassungsauslauf für den Wirkstoff Diuron konnte die Kooperation eine nachhaltige Verringerung der Diuronbelastung der Ruhr bewirken. Eine Trinkwasserrelevanz des Substitutwirkstoffes Glyphosat konnte, begünstigt durch aus wasserwirtschaftlicher Sicht günstige chemophysikalische Stoffeigenschaften und strenge Anwendungsvorschriften, bisher vermieden werden. Auch andere alternative Wirkstoffe im Bereich der außerlandwirtschaftlichen Anwendung sind bislang in der Ruhr unauffällig.

Ausblick

Insgesamt hat die Ruhrkooperation seit 25 Jahren mit Nutzen für Land- und Wasserwirtschaft, Umwelt und Verbraucher ihrem Auftrag eines vorbeugenden Gewässerschutzes gerecht werden können. In der Konsequenz haben die AWWR und die Landwirtschaftskammer NRW die Kooperation Landwirtschaft/Wasserwirtschaft im Ruhreinzugsgebiet bis zum 31.12.2022 verlängert.

Angesichts agrar- und energiepolitisch bedingter zunehmender Intensitätssteigerungen (Viehaufstockungen, Biogas) in Teilregionen des Ruhreinzugsgebietes gilt es, das bisher Erreichte zu bewahren. Inwieweit dies der Ruhrkooperation gerade vor dem Hintergrund einer im Widerspruch zu Umweltqualitätsnormen aus dem Wasser- und Umweltrecht stehenden Agrarfachgesetzgebung gelingen kann, wird die Zukunft zeigen. Der Kooperation ist dabei viel Erfolg zu wünschen.

21 Organisation der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR)

Stand 31. Dezember 2017

Mitglieder und ständige Gäste

Präsidium:

Robert Dietrich, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede
Klaus Döhmen, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten (ab 11.11.2017)
Roland Rütther, Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen (Vorsitzender ab 11.11.2017)
Hansjörg Sander, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten (bis 10.11.2017)
Dr. Franz-Josef Schulte, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Helmut Sommer, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte (Vorsitzender bis 10.11.2017)

Mitglieder:

Klaus Döhmen, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten
Robert Dietrich, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede
Peter Flosbach, Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH
Bernd Heitmann, Stadtwerke Fröndenberg GmbH
Thomas Kroll, Wasserbeschaffungsverband Arnsberg und Stadtwerke Arnsberg
Gregor Langenberg, Wassergewinnung Essen GmbH
Bernd Reichelt, Stadtwerke Menden
Axel Reuber, Stadtwerke Brilon AöR
Roland Rütther, Mark-E AG, Hagen
Hansjörg Sander, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH (bis 10.11.2017)
Dr. Peter Schäfer, Stadtwerke Essen AG
Dieter Schick, Stadtwerke Hamm GmbH
Dr. Franz-Josef Schulte, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Jürgen Schwarberg, Stadtwerke Sundern
Helmut Sommer, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Dietmar Spohn, Stadtwerke Bochum GmbH
Dr. Dirk Waider, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen

Ständige Gäste:

Michael Dresbach, Bezirksregierung Arnsberg
Prof. Dr.-Ing. Norbet Jardin, Ruhrverband, Essen
Gerhard Odenkirchen, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW, Düsseldorf
Heidemarie Ohlhoff, Bezirksregierung Düsseldorf
Dr. Carsten Schmitt, ARW Arbeitsgemeinschaft Rhein-Wasserwerke e.V., Köln
Priv.-Doz. Dr. Georg Joachim Tuschewitzki, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen
Dr. Wolfgang van Rienen, BDEW/DVGW Landesgruppe NRW, Bonn

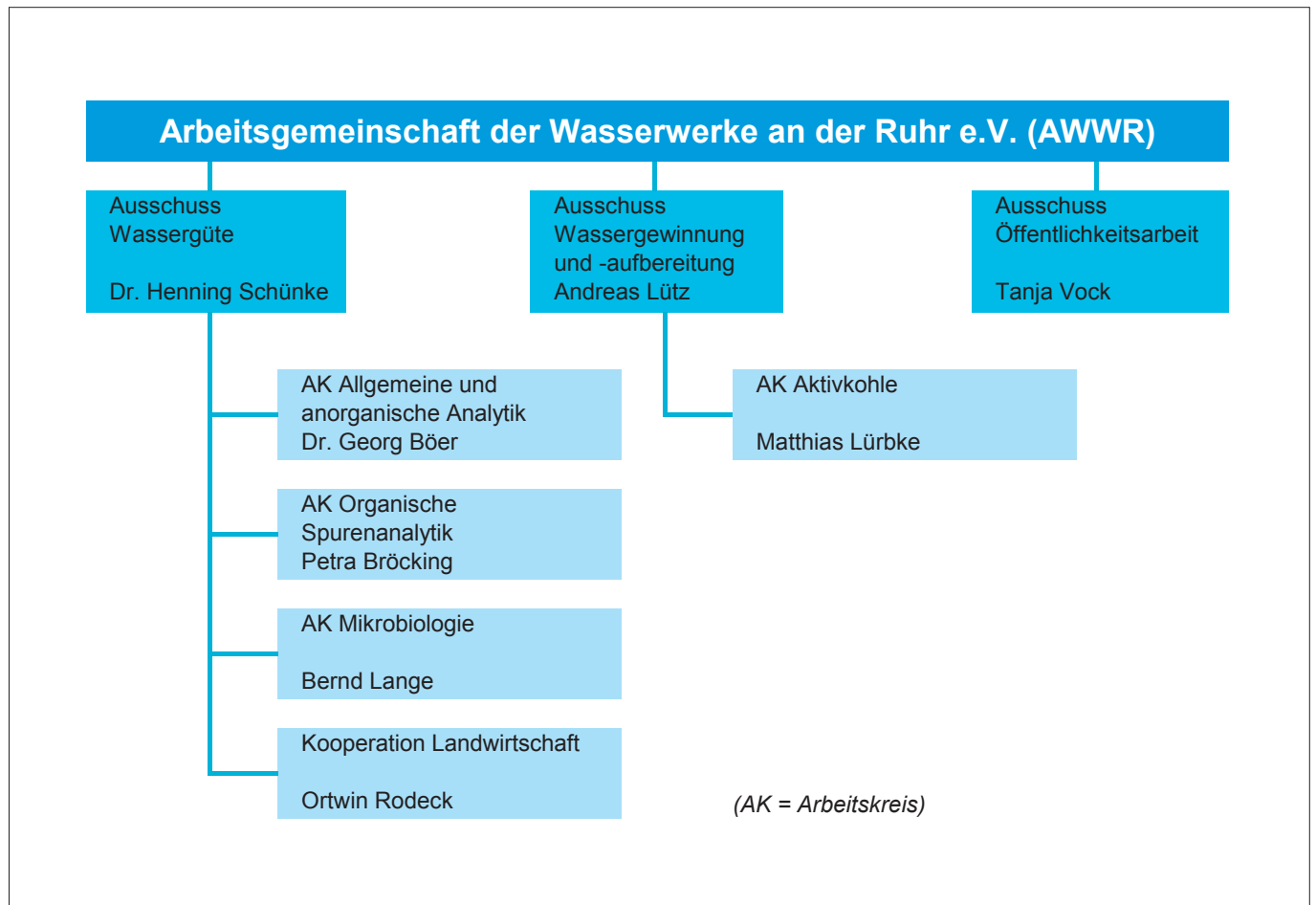
Kontakte

Anschrift:

AWWR Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V.
Zum Kellerbach 52
58239 Schwerte

Geschäftsstelle:

AWWR Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V.
c/o Gelsenwasser AG
Geschäftsführer: Dipl.-Geol. Ulrich Peterwitz
Willy-Brandt-Allee 26
45891 Gelsenkirchen
Tel.: 0209 708-274
Fax.: 0209 708-708



Ausschuss Wassergüte

Obmann: Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Dr. Thomas Bals, Energie- und Wasserversorgung Hamm GmbH, Hamm

Dr. Georg Böer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen

Uwe Frost, Ruhrverband, Essen

Thomas Kroll, Stadtwerke Arnsberg GmbH & Co KG, Arnsberg

Bernd Lange, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, Mülheim

Thomas J. Lottes, VWW Verbund Wasserwerk Witten GmbH, Witten

Monika Raabe, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Hagen

Ortwin Rodeck, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen

Dr. Mathias Schöpel, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim

Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Ulrich Schulte-Ebbert, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte

Christian Skark, Institut für Wasserforschung GmbH Dortmund, Schwerte

Gerhard Strücker, Mark-E AG, Hagen

Dr. Georg Tuschewitzki, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen

Dr. Joanna Will, Ruhrverband, Essen

Arbeitskreis Allgemeine und anorganische Analytik

Obmann: Dr. Georg Böer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Dr. Thomas Bals, Energie- und Wasserversorgung Hamm GmbH, Fröndenberg

Dr. Georg Böer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen

Kay Jansen, Ruhrverband, Essen

Thomas J. Lottes, VWW Verbundwasserwerk Witten GmbH, Witten

Monika Raabe, Mark-E AG, ENERVIE Gruppe, Hagen

Dr. Achim Rübel, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, Mülheim

Dr. Daniel Schunk, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim

Arbeitskreis Organische Spurenanalytik

Obfrau: Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen

Dr. Peter Baalsa, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, Mülheim

Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen

Ulrich Gatzemann, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Marina Klapat, Mark-E Aktiengesellschaft, ENERVIE Gruppe, Hagen/Labor

Dr. André Liesener, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Regina Respondek, LANUV Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Recklinghausen, Außenstelle Düsseldorf

Dr. Daniel Schunk, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim

Beate Steinsiepe-Burchard, Ruhrverband, Essen

Arbeitskreis Mikrobiologie

Obmann: Bernd Lange, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, Mülheim

Obfrau: Monika Raabe, Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen

Dr. Thomas Bals, Energie- und Wasserversorgung Hamm GmbH, Fröndenberg

Guido Geburtzky, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim

Dr. Anne Heyer, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerks-gesellschaft mbH, Mülheim

Bernd Lange, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, Mülheim

Bettina Langer, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen

Monika Raabe, Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen

Luisa Stahlke, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, Mülheim

Ute Stratmann, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Gisela Trope, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen

Dr. Jost Wingender, Universität Duisburg-Essen, Essen

Antje Wygoda, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten

Susanne Zander-Hauck, Ruhrverband, Essen

Ausschuss Wassergewinnung und -aufbereitung

Obmann: Andreas Lütz,

Wassergewinnung Essen GmbH, Essen

Thomas Bock, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte

Thomas Brenne, Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen

Robert Dietrich, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede

Klaus Döhmen, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten

Dr. Peter Evers, Ruhrverband, Essen

Christian Finger, Stadtwerke Brilon, Brilon

Hartmut Insel, RWW Rheinisch-Westfälische

Wasserwerks-gesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr

Dr. Peter Kappler, Stadtwerke Bochum GmbH, Bochum

Peter Klein, Ruhrverband, Essen

Thomas Kroll, Stadtwerke Arnsberg GmbH & Co KG, Arnsberg

Matthias Lürbke, Stadtwerke Menden GmbH, Menden

Andreas Lütz, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen

Dieter Schick, Stadtwerke Hamm GmbH, Hamm

Jürgen Schwarberg, Stadtwerke Sundern, Sundern

Priv. Doz. Dr. Georg-Joachim Tuschewitzki, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen

Arbeitskreis Aktivkohle

Obmann: Matthias Lürbke (Leiter), Stadtwerke Menden GmbH, Menden

Thomas Bals, Energie- und Wasserversorgung Hamm GmbH, Hamm

Klaus Döhmen, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten

Frank Eifler, Stadtwerke Menden GmbH, Menden

Christian Heß, Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen

Thomas Kroll, Stadtwerke Arnsberg GmbH, Arnsberg

Guido Lens, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr

Dr. André Liesener, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Andreas Lütz, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen

Uwe Pott, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Markus Roters, Stadtwerke Sundern, Sundern

Jürgen Schwarberg, Stadtwerke Sundern, Sundern

Ralf Wegener, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede

Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit

Obfrau: Tanja Vock, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte

Jörg Fröhling, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede

Maria Geers, Stadtwerke Menden GmbH, Menden

Cornelia Helm, Stadtwerke Hamm GmbH, Hamm

Kai Krischnak, Stadtwerke Bochum GmbH, Bochum

Marie Luise Niepel, Stadtwerke Arnsberg GmbH, Arnsberg

Dirk Pomplun, Stadtwerke Essen AG, Essen

Jörg Prostka, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten

Uwe Reuter, Mark-E-AG, Hagen

Markus Rüdell, Ruhrverband, Essen

Dr. Martina Sprotte, Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH, Dortmund

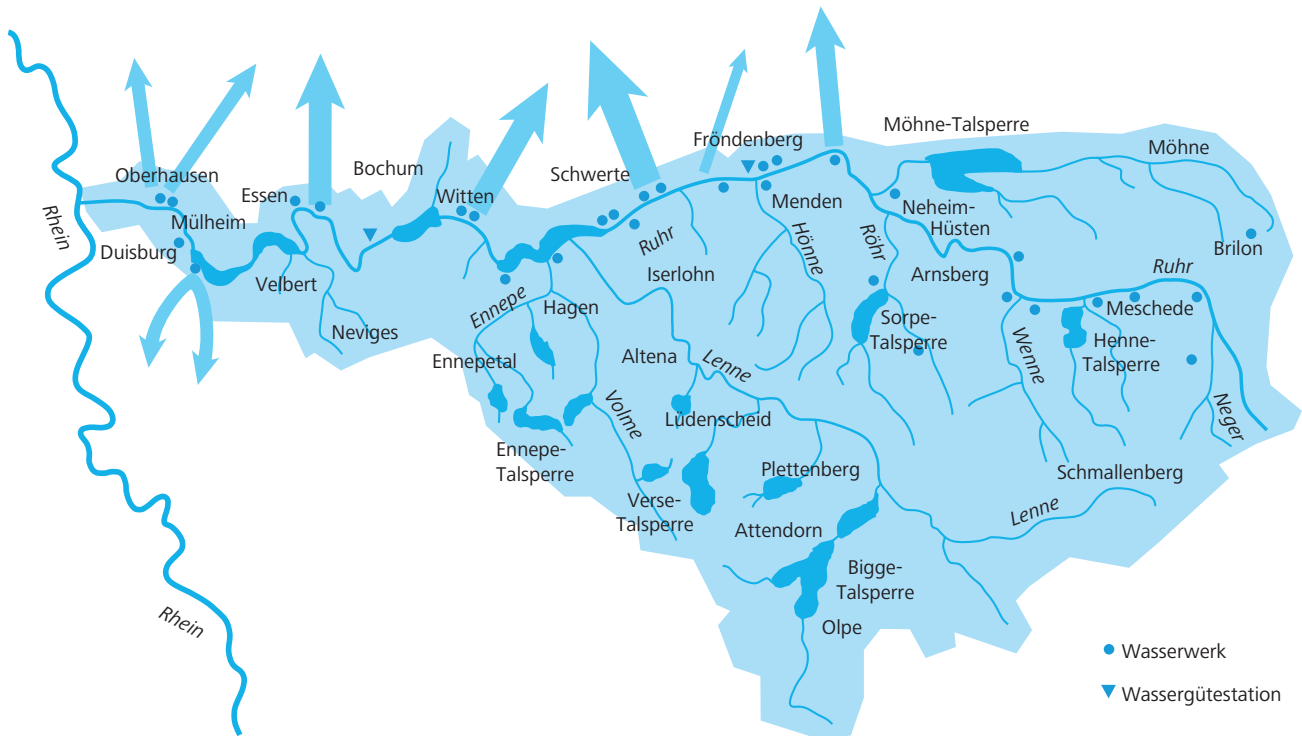
Ramon Steggink, RWW Rheinisch-Westfälische

Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr

Tanja Vock, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte

Felix Wirtz, GELSENWASSER AG, Gelsenkirchen

22 Die AWWR in Zahlen



● Wasserwerk
▼ Wassergütestation

Mitglieder der AWWR	Anzahl der Wasserwerke	Gesamt-Wasserförderung
Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH	siehe WWW	ca. 234 Mio. m ³ /a
Gelsenwasser AG	siehe WGE	
Hochsauerlandwasser GmbH	6	
Mark-E Aktiengesellschaft	1	
RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH	4	
Stadtwerke Arnsberg GmbH	1	
Stadtwerke Bochum GmbH	siehe WGE/WWW	
Stadtwerke Brilon AöR	1	
Stadtwerke Essen AG	siehe WGE	
Stadtwerke Fröndenberg GmbH	1	
Stadtwerke Hamm GmbH	1	
Stadtwerke Menden GmbH	1	
Stadtwerke Sundern	2	
VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH	1	
Wasserbeschaffungsverband Arnsberg	1	
Wassergewinnung Essen GmbH (WGE)	1	
Wasserwerke Westfalen GmbH (WWW)	6	

23 Analysergebnisse des Ausschusses Wassergüte

Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH

Einführung

Durch den Ausschuss Wassergüte wird die Wasserbeschaffenheit der Ruhr anhand der Ergebnisse der zeitdichten Ruhruntersuchungen sowie der Ruhrlängsuntersuchungen im Ruhrgüterbericht regelmäßig diskutiert und bewertet. Nachfolgend werden die Analysergebnisse für das Ruhrwasser aus dem Jahr 2017 dokumentiert und ausgewertet. Für diesen Bericht wurden die Daten von den folgenden Unternehmen zur Verfügung gestellt:

- Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen
- Ruhrverband, Essen
- RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
- Stadtwerke Hamm GmbH
- Wasserwerke Westfalen GmbH

Die Untersuchungen erfolgten in den unternehmenseigenen Laboren bzw. für die Wasserwerke Westfalen GmbH durch die Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH. Die Analysen über den Verlauf der Ruhr für die Längsuntersuchungen wurden durch den Ruhrverband sowie im Auftrag einzelner Wasserversorger durch das Hygiene-Institut in Gelsenkirchen vorgenommen. Die vorgenannten Versorger und Institutionen übermittelten die Daten per E-Mail an die Westfälische Wasser- und Umweltanalytik, die auch die Auswertung übernimmt.

In der seit 2006 gültigen Messstrategie ist eine zeitlich dichte Überwachung durch die Wasserversorger und den Ruhrverband mit mindestens einer monatlichen Messung vorgesehen. Darüber hinaus werden durch den Ruhrverband und das Hygiene-Institut jeweils zwei Probenahmen zur Erhebung der Daten für die Ruhrlängsuntersuchungen vorgenommen, die in Tabelle 23.1 aufgeführt werden.

Zusätzlich erfolgt für die acht wichtigsten Nebenflüsse eine Auswertung der Messwerte des Ruhrverbandes in Form eines Längsprofils für verschiedene physikalische, chemische und biologische Parameter. Die erhaltenen Mittelwerte werden mit den Messwerten in der Ruhr im Mündungsbereich verglei-

chend dargestellt, um ggf. örtliche Beeinflussungen der Ruhr durch die Zuflüsse darzustellen. Eine Übersicht über die beprobten Messstellen sowie die untersuchenden Labore gibt Tabelle 23.2 wieder.

Für die Nebengewässermessstellen wird in der Spalte „Ruhr-km“ in Klammern die Kilometrierung aufgeführt, bei der die Gewässer in die Ruhr münden. In Tabelle 23.3 sind die Mittelwerte für 40 untersuchte Kenngrößen in den acht Nebenflüssen/-bächen der Ruhr aufgeführt.

Für die Ruhr galten seit 2005 bis zum Jahr 2016 gesonderte Zielwerte, die als 90-Perzentile festgelegt wurden. Nur für die coliformen Bakterien wurde als Zielwert das geometrische Jahresmittel zu Grunde gelegt. Nach dem Beschluss der AWWR-Mitgliederversammlung gelten seit 2016 nun auch für die Ruhr ausschließlich die mit den anderen Fließgewässerverbänden festgelegten Zielwerte des Europäischen Fließgewässermemorandums 2013. In Tabelle 23.4 sind für die 16 vereinbarten Stoffe bzw. Stoffgruppen mit den 2017 nachgewiesenen Überschreitungen der im Europäischen Fließgewässermemorandum geltenden Zielwerte zusammengefasst.

Eine Zusammenfassung und Auswertung der untersuchten Pflanzenschutzmittel erfolgt gesondert in Tabelle 23.5. Zur besseren Auffindbarkeit der dokumentierten Messgrößen enthält die Tabelle 23.6 am Ende des Kapitels die Nachweise zu den analysierten Parametern in alphabetischer Reihenfolge.

Ruhrlängsuntersuchungen

Die im Rahmen der Längsuntersuchungen durch den Ruhrverband und das Hygiene-Institut erhobenen Daten umfassen ohne die Pflanzenschutzmittel knapp 3500 Werte. Der Ruhrverband entnahm und analysierte an 31 Probenahmestellen Wasserproben mit bis zu 40 Kenngrößen (ohne Pflanzenschutzmittel), während das Hygiene-Institut mit der Untersuchung an 13 Stellen beauftragt wurde bis zu 52 Kenngrößen zu ermitteln. Bei den vier Längsuntersuchungen wurden am Pegel Hattingen die in Tabelle 23.1 aufgeführten Abflüsse gemessen.

Die Analysergebnisse aus den Ruhrlängsuntersuchungen sind nachfolgend in Form von Ganglinien dargestellt (Bild 23.1 bis 23.7). Es wurden jeweils sechs Kenngrößen zu einem Block zusammengefasst. Die 42. dargestellte Größe in Bild 23.7 gibt den mittleren Abfluss am Pegel Hattingen während der Längsuntersuchungen wieder. Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden mit dem Betrag der Bestimmungsgrenze in den Grafiken berücksichtigt und sind durch das Symbol „*“ kenntlich gemacht. Die senkrecht verlaufenden gestrichelten Linien kennzeichnen die Lage der Probenahmestellen. Die Abkür-

Tabelle 23.1: Mittlere Abflüsse während der Längsuntersuchungen
Table 23.1: Average flows during examinations along the course of the river

Längsuntersuchung	Untersuchungs-	Abfluss am Pegel
Untersuchungslabor	zeitraum	Hattingen m ³ /s
Winter / Hygiene-Institut (HYG)	13.2.2017	33,1
Frühjahr / Ruhrverband (RV)	27. - 29.03.2017	46,7
Sommer / Hygiene-Institut (HYG)	14.08.2017	86,7
Herbst / Ruhrverband (RV)	06. - 08.11.2017	67,9

Tabelle 23.2: Übersicht über die Messstellen und die untersuchenden Laboratorien
 Table 23.2: Overview of measuring points and research laboratories

Ruhr-km	Fluss-km	Längsuntersuchung RV	Längsuntersuchung HYG	Zeitlich dichte Ruhrüberwachung	Messstellenbezeichnung
164,73		X	X		Ruhr, oberhalb Wildshausen
156,74		X			Ruhr, oberhalb Arnsberg, Wolfsschlucht
142,25		X			Ruhr, Neheim-Hüsten oberhalb Zulauf Kläranlage
(141,83)	0,28	X			Röhr, 280 m vor Mündung in die Ruhr
137,66		X	X		Ruhr, oberhalb Zulauf Möhne
(137,35)	0,05	X			Möhne, 50 m vor Mündung in die Ruhr
128,31		X	X	WWU	Ruhr, Echthausen Oberwasser
121,17		X	X	SWH	Ruhr, Wasserwerk Hamm-Warmen
(116,58)	0,18	X	X		Hönne, 180 m vor Mündung in die Ruhr
113,78		X	X		Ruhr, Halingen, Messstelle AWWR
108,39		X		WWU	Ruhr, Hengsen Obergraben
(106,96)	0,08	X			Baarbach, 80 m vor Mündung in die Ruhr (unterh. KA)
105,11		X	X		Ruhr, Geisecke-Wellenbad (Brückenmitte)
95,15		X		WWU	Ruhr, Westhofen, Kraftwerk
(92,72)	2,74	X	X		Lenne, 2740 m vor Mündung in die Ruhr
88,75		X	X	Mark E	Ruhr, Auslauf Hengsteysee
(87,67)	1,24	X	X		Volme, 1240 m vor Mündung in die Ruhr (am Pegel Eckesey)
80,66		X	X		Ruhr, Pegel Wetter
74,45		X			Ruhr, in Höhe Kraftwerk Hohenstein
71,91				WWU	Ruhr, Witten, Wasserwerk Gelsenwasser
69,00		X			Ruhr, Einlauf Stausee Kemnade
(67,35)	1,33	X			Ölbach, unterhalb Teich 3, 1330 m vor Mündung in die Ruhr
62,65		X	X	WWU	Ruhr, Oberwasser Kraftwerk Stiepel WMR
51,28		X			Ruhr, Schwimmbrücke Dumberg
47,42		X	X		Ruhr, Steele-Horst, Pumpwerk Gelsenwasser
42,76		X		RV	Ruhr, Essen-Rellinghausen, Zornige Ameise
38,35		X			Ruhr, Einlauf Baldeneysee
31,18		X			Ruhr, Auslauf Baldeneysee
23,47		X	X	RWW	Ruhr, Auslauf Stausee Kettwig
(23,24)	0,02	X			Rinderbach, 20 m vor Mündung in die Ruhr
14,43		X			Ruhr, Kraftwerk Mülheim-Kahlenberg
11,35				RWW	Ruhr, Wasserwerk Styrum-Ost
5,43		X			Ruhr, Duisburg Aakerfähre
Mark E	Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen				
RV	Ruhrverband, Essen				
RWW	Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim				
SWH	Stadtwerke Hamm GmbH, Hamm				
WWU	Westfälische Wasser und Umweltanalytik GmbH, Gesenkirchen und Schwerte				

zungen RV bzw. HYG stehen für Ruhrverband respektive Hygiene-Institut des Ruhrgebietes.

Die Werte aus acht Nebenflüssen/-bächen werden als Mittelwert zusammengefasst in Tabelle 23.3 dargestellt. Für sechs ausgesuchte Kenngrößen werden die Mittelwerte auch als Punkte den Ganglinien der Parametermittelwerten in der Ruhr in einer Grafik gegenübergestellt (Bild 23.8). Die Grafiken der Längsuntersuchungen enthalten nur die Ganglinien für die Ruhr, da in den Mündungen der Nebenbäche z.T. wesentlich höhere Messwerte vorlagen.

Zeitlich dichte Ruhrüberwachung

Die zeitlich dichte Überwachung der Ruhr wird an zehn Probenahmestellen durch die Versorgungsunternehmen und den Ruhrverband vorgenommen. Dabei werden bis zu 24 Messgrößen untersucht, die aufgrund der unterschiedlichen Monitoringstrategien je nach Kenngröße mit einer wöchentlichen bis monatlichen Untersuchung bestimmt werden. In Essen-Rellinghausen betrug die jährliche Untersuchungshäufigkeit durch den Ruhrverband bis zu 136 Proben. Teilweise wurden bestimmte Kenngrößen an einzelnen Messstellen nicht bestimmt. Der Auswertung liegen mehr als 9.000 Messwerte (ohne Pflanzenschutzmittel) aus der zeitlich dichten Ruhrüberwachung zugrunde.

Tabelle 23.3: Mittelwerte ausgewählter Gütemerkmale von acht Nebenflüssen der Ruhr
 Table 23.3: Means of selected quality parameters for eight tributaries of the Ruhr

Kenngröße	Einheit	Zufluss/Ruhr-km							
		Rinderbach 23,24	Ölbach 67,35	Volme 87,67	Lenne 92,72	Baarbach 106,96	Hönne 116,58	Möhne 137,35	Röhr 141,83
Wassertemperatur	° C	9,9	12,4	8,1	8,4	8,5	9,1	8,3	7,7
pH-Wert		8,25	7,85	8,25	8,00	7,85	8,40	7,85	7,80
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	605	2540	266	275	732	522	381	366
Trübung	FNU	4,2	3,6	2,1	6,4	6,9	5,7	3,6	7,8
Spektr. Absorptionskoeff. bei 254 nm	1/m	4,6	8,5	4,5	4,6	10,4	5,3	8,1	6,4
Spektr. Absorptionskoeff. bei 436 nm	1/m	0,35	0,50	0,30	0,35	0,60	0,40	0,50	0,40
Biochem. Sauerstoffbedarf in 5 Tagen	mg/l	2,0	3,6	< 3,0	< 3,0	1,8	1,9	1,5	1,6
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	mg/l	8,7	24,6	6,4	8,8	16,0	10,3	11,0	8,6
Gelöster organ. gebund. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	2,5	4,7	2,3	1,8	4,5	2,3	3,0	2,4
Gelöster Sauerstoff	mg/l	11,7	9,6	12,4	11,6	11,3	12,3	11,2	11,5
Chlorophyll-a	µg/l	13,0	27,5	1,5	3,5	3,0	2,8	1,7	2,0
Gesamter gelöster Phosphor als PO ₄	mg/l	0,32	0,19	0,14	0,11	0,44	0,13	0,05	0,12
Borat-Bor	mg/l	0,06	0,38	< 0,05	< 0,05	0,11	0,05	0,02	0,01
Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)	µg/l	2,4	5,6	< 2,0	2,7	6,8	1,0	< 0,5	1,8
Nitrotetraessigsäure (NTA)	µg/l	< 0,5	< 2,5	< 2,0	< 2,0	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Diethyltrinitrilopentaessigsäure (DTPA)	µg/l	< 1,0	< 5,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Ammonium	mg/l	0,01	0,98	0,05	0,03	0,05	< 0,04	0,03	0,06
Nitrat	mg/l	23,5	14,4	13,3	10,9	23,7	19,6	10,0	15,1
Nitrit	mg/l	0,09	0,31	0,05	< 0,03	0,04	< 0,03	< 0,03	0,13
Organisch gebundener Stickstoff	mg/l	0,39	0,94	< 0,40	< 0,40	0,82	0,24	0,22	0,31
Mangan	µg/l	22	102	15	30	65	21	34	29
Gelöstes Mangan	µg/l	< 10	90	13	13	52	< 10	19	< 10
Eisen	mg/l	0,15	0,21	0,14	0,16	0,35	0,15	0,10	0,23
Gelöstes Eisen	mg/l	0,01	0,04	0,11	0,04	0,06	0,02	0,03	0,03
Natrium	mg/l	37	440	20	24	43	24	24	11
Kalium	mg/l	6,5	20,5	3,0	3,8	10,1	3,5	2,7	2,3
Magnesium	mg/l	12,5	26,0	5,4	6,3	12,0	6,8	5,7	6,5
Calcium	mg/l	69	74	27	30	83	64	38	51
Barium	µg/l	12	409	< 50	< 50	23	31	22	37
Kupfer	µg/l	2,0	2,0	1,9	2,4	4,3	2,5	1,7	2,3
Nickel	µg/l	4,5	4,2	1,9	1,8	6,5	1,4	2,2	2,2
Chrom	µg/l	0,8	< 0,5	< 1,0	< 1,0	1,0	< 1,0	< 0,5	< 0,5
Zink	µg/l	13	12	8	17	51	12	2	6
Blei	µg/l	1,3	0,4	7,0	< 1,0	0,9	0,6	0,2	1,6
Cadmium	µg/l	0,06	0,07	0,11	< 0,10	0,11	< 0,10	0,02	0,04
Chlorid	mg/l	57	570	24	24	83	49	27	17
Sulfat	mg/l	52	78	25	23	82	38	27	43
Fluorid	mg/l	0,13	0,23	0,08	0,06	0,16	0,08	0,08	0,07
Polycyclische aromat. Kohlenwasserstoffe	ng/l	2	2	114	6	0	0	0	8
Adsorb. org. geb. Halogene (AOX)	µg/l	9	20	< 10	< 10	15	< 10	12	8
Coliforme Bakterien	1/100 ml	1679	15733	2896	2700	30821	6510	2775	14995

Die Analysenergebnisse wurden zu statistischen Parametern wie Mittel-, Extrem- und Perzentilwerten verdichtet und sind nachfolgend in einer kombiniert tabellarisch/grafischen Form dargestellt (Bild 23.9 bis 23.32). Innerhalb der Rechenalgorithmen wurden Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze mit 30 % der Bestimmungsgrenze mitberücksichtigt. Bei den Mittelwerten und Perzentilen, deren errechneter Betrag unterhalb der Bestimmungsgrenze lag, wurde ersatzweise die Bestimmungsgrenze mit einem vorangestellten „<“ angegeben. Für die Minimal- und Maximalwerte wird jeweils das Messdatum mit angegeben. Sofern ein Extremwert mehrfach nachgewiesen wurde, ist statt des Datums die Kennung „Mehrere“ gesetzt.

Unterhalb der Tabellen sind die Messwerte der zeitlich dichten Untersuchung in ihrem jahreszeitlichen Verlauf dargestellt. Die Grafiken enthalten die Messwerte von jeweils zwei benachbarten Probenahmestellen als schwarze bzw. blaue Linie unter den Spalten der statistischen Werte. Welche Ganglinie zu welcher Spalte gehört, ist mittels einer farbigen Linie unterhalb der Tabellenspalten kenntlich gemacht. Zur besseren Vergleichbarkeit sind alle Grafiken für eine Kenngröße gleich skaliert. Als ergänzende Information ist jeweils links der zeitliche Verlauf des Abflusses der Ruhr am Pegel Hattingen dargestellt. Bei der Zielwertbetrachtung werden erstmals die Zielwerte des Fließgewässermemorandums als Maximalwerte herangezogen.

Tabelle 23.4: Zielwerte für die Qualität des Ruhrwassers mit Überschreitungen im Jahr 2017
 Table 23.4: Target values for the quality of Ruhr water and exceedings in 2017

Kenngröße		Einheit	Zielwert Europäisches Fließgewässer Memorandum 2013	Trinkwasser- Grenzwert (TrinkwV. 2001)	Überschreitungen der Zielwerte Eur. Fließgewässer- Memorandum
Cadmium	Cd	µg/l	-	5	-
Nickel	Ni	µg/l	-	20	-
Ammonium	NH ₄	mg/l	0,3	0,5	keine
Nitrat	NO ₃	mg/l	25	50	keine
Phosphat gesamt gelöst	PO ₄	mg/l	-	-	-
Gel. org. geb. Kohlenstoff DOC		mg/l	3	-	alle
Tetrachlorethen		µg/l	0,1	10 für die Summe aus beiden	keine
Trichlorethen		µg/l	0,1		keine
Diethyltrinitrilopentaessigsäure	DTPA	µg/l	1	-	< 2 ³⁾
Ethylendinitrilotetraessigsäure	EDTA	µg/l	1	-	alle
Nitritotriessigsäure	NTA	µg/l	1	-	Styrum
PSM ¹⁾		ng/l	100	100	keine
Coliforme Bakterien		100 ml ⁻¹	-	0	-
Zusätzliche Parameter					
Elektrische Leitfähigkeit	LF	µS/cm	700	2170	keine
pH-Wert			7 – 9	6,5 – 9,5	keine
Temperatur	T	°C	25	-	Keine
Sauerstoff	O ₂	mg/l	> 8	-	3 %
Chlorid	Cl	mg/l	100	-	keine
Sulfat	SO ₄	mg/l	100	250	keine
Fluorid	F	mg/l	1,0	1,0	keine

¹⁾ Organisch-chemische Stoffe zur Pflanzenbehandlung und Schädlingsbekämpfung.

²⁾ Zielwerte als geometrisches Jahresmittel.

³⁾ Bestimmungsgrenze über dem Zielwert des Fließgewässermemorandums.

In der Diskussion wird z.T. aber noch auf die alten Zielwerte Bezug genommen, um die Entwicklung zu verdeutlichen.

Pflanzenschutzmittel

Pflanzenschutzmittel (PSM) sind chemische Substanzen, die in erster Linie Nutzpflanzen vor Schädlingsbefall (meist Insekten oder Pilze) schützen oder einen konkurrierenden Pflanzenwuchs unterbinden sollen. Diese hochwirksamen Verbindungen, die z.T. nur langsam abgebaut werden, dürfen in Lebensmitteln, wie dem Trinkwasser, nur in äußerst geringen Konzentrationen vorkommen. Der Gesetzgeber hat für Einzelsubstanzen im Trinkwasser einen Grenzwert von 100 ng/l sowie für die Summe der Einzelsubstanzen oberhalb der Bestimmungsgrenze einen Wert von 500 ng/l festgelegt.

Im Rahmen der Längsuntersuchungen und zeitlich dichten Ruhrüberwachung wurden 2017 knapp 5.000 Bestimmungen von Pflanzenschutzmitteln durchgeführt. Von den 43 untersuchten PSM wurden für 11 Verbindungen Werte im Arbeitsbereich der Analyseverfahren gemessen. Alle übrigen Messwerte lagen unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Bei keiner Substanz wurde ein Messwert oberhalb des Trinkwassergrenzwertes von 100 ng/l nachgewiesen. In der Tabelle 23.5 ist die Überschreitungsstatistik zusammengestellt.

Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse zu den Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln dienen gleichzeitig als Berichterstattung für das laufende Jahr der Kooperation Landwirtschaft/Wasserwirtschaft an der Ruhr. Die Ergebnisse flossen wie in den Vorjahren in die Tätigkeit der von den Wasserversorgungsunternehmen finanzierten Berater ein und wurden im Beirat der Kooperation diskutiert.

Kommentierung der Ergebnisse 2017

Niederschläge und Abfluss: Auch im Jahr 2017 erreichten die Niederschläge im Einzugsgebiet der Ruhr erneut nicht den Wert für das langjährige Mittel (91 %), lagen aber nach den sehr trockenen Vorjahren etwas höher (2013 71 %, 2014 75 %, 2015 90 %, 2016 81 %; Quelle: DGJ-Seite Ruhrverband). Die Niederschläge traten 2017 jedoch ungleichmäßig verteilt auf: mit Ausnahme des Februars war in der ersten Jahreshälfte weiterhin ein deutlich verminderter Niederschlag gefallen. Erst ab dem Juli traten vermehrt Regenfälle auf, die über dem langjährigen Durchschnitt lagen und dadurch die Abflusssituation entspannten. Neben dem Februar fielen die höchsten Niederschläge im Sauerland im November und Dezember, aber auch zwischen August und Oktober fielen gegenüber dem Durchschnitt erhöhte Niederschlagsmengen.

Der Abfluss der Ruhr wies im Mittel einen Verlauf entsprechend der Niederschläge auf: So wurde im Februar eine Abflussspitze beobachtet, deren Höhe jedoch den langjährigen Mittelwert für Hochwasser auf Grund der Trockenheit im Vorzeitraum nicht erreichte. Insgesamt lag der mittlere Abfluss bis zum August unterhalb der statistischen Werte. Ab August la-

gen die Abflüsse über dem Mittelwert und stiegen bis zum Jahresende mit den Niederschlägen kontinuierlich an. Die Trockenheit konnte auch bei den Niedrigwasser-Abflüssen beobachtet werden, die bis zum August unterhalb des statistischen Mittels lagen. Bei den maximalen Abflüssen lagen die höchsten Werte neben dem Februar auch im Juli und überstiegen hier den Mittelwert. Seit dem September folgten die maximalen Abflüsse dann den kontinuierlich steigenden Niederschlägen. Der Ruhrabfluss in Hattingen wird zur Einordnung der Konzentrationen als ergänzende Information auch in den Abbildungen 23.9 bis 23.32 mit aufgeführt.

Temperaturen: Die Wassertemperaturen in der Ruhr wiesen 2017 einen normalen Jahresgang auf. Die maximalen Temperaturen wurden im Juli während des geringen Abflusses erreicht. An allen Messstellen blieb die Temperatur unter der 25 °C-Marke (Bild 23.9).

Aus den 90-Perzentilwerten sowie aus den Ruhr längsuntersuchungen wurde ein kontinuierlicher Anstieg der Temperatur über den Ruhrverlauf nachgewiesen, der vor allem in der Sommeruntersuchung deutlich wurde (Bild 23.1).

Leitfähigkeit und Salze: Aus dem Bereich der unteren Ruhr – Essen-Kettwig und Mülheim-Styrum – liegen für 2017 keine Daten für die Leitfähigkeit vor. Die Messstelle Bochum-Stiepel wurde nach der Aufgabe des Wasserwerkes ebenfalls nicht mehr beprobt.

Die Leitfähigkeit und die verursachenden Salze hängen durch den Verdünnungseffekt direkt mit den Abflüssen zusammen. Im Jahr 2017 wurde für den Februar mit erhöhtem Abfluss und das zweite Halbjahr mit den höheren Niederschlägen und Abflüssen dies eindrücklich deutlich. In der übrigen Zeit lag die Leitfähigkeit recht hoch und überstieg auch die Werte aus dem Vorjahr. Mit den steigenden Abflüssen und Niederschlägen zum Ende des Jahres wurden dann wieder niedrigere Werte gemessen (Bild 23.10). Aus den Ruhr längsuntersuchungen wurden dagegen nur geringe Unterschiede in der Leitfähigkeit nachgewiesen (Bild 23.1).

Neben der Leitfähigkeit weist das Chlorid als verursachendes Ion einen vergleichbaren Verlauf auf, der die Verdünnungseffekte noch stärker widerspiegelt (Bild 23.26). Für Chlorid wurden im oberen Ruhrverlauf die höchsten Konzentrationen im Januar beobachtet. Nach den ersten Niederschlägen war hier ein deutlicher Rückgang feststellbar, der auch im weiteren Jahresverlauf nicht mehr die hohen Konzentrationsniveaus aus dem Januar erreichte. Im mittleren bis unteren Ruhrverlauf stieg dagegen die Konzentration in den Sommermonaten erneut an, bis die einsetzenden Niederschläge mit den erhöhten Abflüssen hier ebenfalls zu einer deutlichen Konzentrationsabnahme führten. Die Zunahme der Salzlasten über den Ruhrverlauf wurde in der zeitdichten Untersuchung an den Maximalwerten und den 90-Perzentilwerten sichtbar. Auch bei den Längsuntersuchungen konnte der Anstieg in allen Untersuchungen für Chlorid und auch Natrium nachgewiesen wer-

den. Ein deutlicher Anstieg dieser Ionen wurde ab dem Zustrom des Ölbachs augenscheinlich (Bild 23.6).

Für die in den Längsuntersuchungen ebenfalls untersuchten Salze (Natrium, Kalium, Barium, Magnesium und Sulfat) wurde ebenfalls ein Anstieg über den Ruhrlauf nachgewiesen, der vor allem beim Kalium sehr deutlich ausfiel (Bild 23.5 bis 23.6).

Trübung: In der Ruhr wird die Trübung vor allem durch die Mobilisierung von Sedimenten während Hochwasserereignissen verursacht. Entsprechend sind in der zeitdichten Untersuchung nur zu den Zeiten mit deutlich erhöhtem Durchfluss Trübungsereignisse nachzuweisen (Bild 23.12). Diese traten mit den erhöhten Niederschlägen im Februar, Juli und Dezember auf.

Dieser Zusammenhang mit den Abflüssen konnte auch bei den Längsuntersuchungen beobachtet werden: in der Sommer aber vor allem in der Herbstuntersuchung wurden in der oberen Ruhr erhöhte Werte für die Trübung ermittelt. In der mittleren und unteren Ruhr nahm dieser Einfluss durch die dort vorliegenden Staustufen deutlich ab (Bild 23.1).

Chlorophyll, Sauerstoff und pH-Werte: Wie bereits 2016 wurde auch 2017 für Chlorophyll-a, als Marker für die pelagischen Algen, nur eine kurze Wachstumsphase zwischen April und Mai nachgewiesen (Bild 23.13). Neben geringen Chlorophyll-Nachweisen an der oberen Ruhr wurden die höchsten Konzentrationen an der Messstellen mit Ruhrstaubereichen in Hagen und Essen gemessen. Die maximalen Konzentrationen zwischen April und Mai waren gegenüber dem Vorjahr erhöht, erreichten aber nicht die Werte früherer Jahre.

Auf Grund der Probenahmedaten wurde bei den Ruhr längsuntersuchungen nicht das stärkste Algenwachstum beprobt, wie dies in den zeitdichten Untersuchungen möglich war. Hier wurden nur sehr geringe Chlorophyll-Gehalte beobachtet (Bild 23.1), da die Wachstumszeit der pelagischen Algen in einem von den Untersuchungen abweichenden Zeitraum stattfand.

Vom Algenwachstum sind weitere Parameter abhängig, die durch die Photosynthese während des Algenwachstums beeinflusst werden können, wie dies in Jahren mit starker Algenentwicklung bereits aufgezeigt werden konnte. Für das Wachstum wird das gelöste Kohlendioxid / Kohlensäure gezehrt und dadurch der pH-Wert erhöht. Bei den zeitdichten Untersuchungen konnte jedoch kein deutlicher Effekt der Kohlensäurezehrung auf den pH-Wert festgestellt werden (Bild 23.11) Einzig an der Messstelle Essen-Rellinghausen könnte dieser Effekt in der Mai-Mitte Ursache für einen Anstieg gewesen sein. Neben der Kohlensäure als Ausgangsstoff für die Photosynthese wird als Produkt dabei auch Sauerstoff freigesetzt. Dieser sekundäre Effekt des Algenwachstums konnte in diesem Jahr nicht beobachtet werden, da anscheinend das Wachstum nicht ausreichend ausgeprägt war (Bild 23.15). Im Sommer wies die Sauerstoffkonzentration ihr Minimum auf, das aus den steigenden Temperaturen und der damit verbun-

den fallenden Löslichkeit resultierte, aber auch durch eine gesteigerte biologische Aktivität mit beeinflusst werden kann. In dieser Phase lagen die Konzentrationen z. T. etwas unterhalb der Zielwerte des Fließgewässermemorandums, wiesen aber in keiner Phase eine kritische, niedrige fischtoxische Konzentration auf. Im Vergleich zu den Vorjahren lag die Konzentration auch in den Sommermonaten deutlich höher.

Auch in den Längsuntersuchungen konnte für die Sauerstoffkonzentration im Ruhrverlauf in der Sommeruntersuchung die geringste Konzentration durch die temperaturbedingte Löslichkeit nachgewiesen werden. Es wurde aber keine Zusammenhänge mit dem Algenwachstum aufgezeigt (Bild 23.2).

Auch in den Längsuntersuchungen konnte für die pH-Werte neben den saisonbedingten leichten Niveauunterschieden kein Effekt durch das Algenwachstum im Ruhrverlauf festgestellt werden (Bild 23.1). Auffällig war allerdings in der Herbstmessung ein pH-Sprung zwischen den Probestellen Halingen und Hengsen. (Bild 23.1).

Nährstoffe, UV-Absorption und gebundener Kohlenstoff:

In der Wachstumsphase waren durch die Algen als Primärproduzenten die Konzentrationen an Nährstoffen im Gewässer erniedrigt. Dieser Effekt wurde auf Grund des geringen Algenwachstums im Ruhrwasser im Jahr 2017 nicht beobachtet. Im Gegenteil wurden für den Nährstoff Nitrat zum Beginn der Wachstumsphase im Frühjahr (Februar und März) die höchsten Konzentrationen nachgewiesen, die im weiteren Jahresverlauf bis in den Juli wieder abnahmen, um anschließend langsam bis zum Winter erneut zu steigen. Ursächlich dürfte hier die landwirtschaftliche Ausbringung von Stickstoffen zur Düngung sein, die eine mögliche Zehrung der Nährstoffe, wie Nitrat, überdeckt. Nach der Frühjahrsausbringung wird das Nitrat gebunden und erst nach der Ernte wieder aus den Pflanzenresten mobilisiert bzw. durch weitere Düngemaßnahmen erneut freigesetzt, was zu dem zweiten Anstieg ab der Jahresmitte führen dürfte.

Neben dem Stickstoff ist vor allem das Phosphat für das Algenwachstum essentiell. Auch hier konnten keine Effekte in Form einer Zehrung beobachtet werden (Bild 23.21). Da Phosphat deutlich stärker in den Böden gebunden wird als Nitrat, wies das Phosphat einen sehr ausgeglichenen Verlauf über das Jahr auf. In der Messstelle Rellinghausen konnte ein leichter Anstieg in den Sommermonaten beobachtet werden. Insgesamt lagen die Gehalte an Phosphat, abgesehen von wenigen Ausreißern, etwas unter dem Niveau des Vorjahres.

Für das Nitrat wurden in den Längsuntersuchungen unterschiedliche Niveaus in den vier Untersuchungen nachgewiesen (Bild 23.3). Dabei traten im Winter und Frühjahr die höchsten Konzentrationen auf, während im Herbst die niedrigsten Gehalte gemessen wurden. In der Sommeruntersuchung wurden im oberen Ruhrverlauf deutlich höhere Gehalte beobachtet als an der mittleren und unteren Ruhr. Dieses Phänomen trat in sehr abgeschwächter Form auch bei den drei anderen Unter-

suchungen auf. Auch bei diesen Verläufen dürfte der Einfluss der landwirtschaftlichen Nutzung die höheren Gehalte im oberen Ruhrverlauf bedingt haben.

Für das Phosphat liegen nur zwei Messreihen bei den Längsuntersuchungen für das Frühjahr und den Herbst vor (Bild 23.3). Hier traten ebenfalls zwei Niveaus auf, wobei im Gegensatz zu dem Nitrat die höheren Gehalte in der Herbstmessung erfasst wurden. Im Gegensatz zu dem Verlauf der Nitratkonzentration mit abnehmenden Gehalten über die Fließstrecke wurde bei Phosphat eine stetige Zunahme mit dem Verlauf beobachtet, die auf den Eintrag über zufließendes Abwasser hindeutet. Eine Korrelation mit dem Wachstum von pelagischen Algen konnte bei beiden Messungen nicht nachgewiesen werden, da sie außerhalb der durch Chlorophyll nachgewiesenen Wachstumsphasen lagen.

Als Nährstoffe können auch die weiteren untersuchten Stickstoffe gewertet werden. So wurde in der zeitdichten Untersuchung das Ammonium gemessen, das mit den höchsten Werten im ausklingenden Winter auftrat (Bild 23.19). Die Konzentrationen wiesen zu dieser Jahreszeit vor allem im Oberlauf hohe Schwankungen auf, die sich über die Frühjahrsmonate mit relativ niedrigen Wassertemperaturen hinzogen. Im unteren Verlauf der Ruhr wurden deutlich geringere Schwankungen nachgewiesen. In den sehr häufigen Messungen in Essen-Rellinghausen konnte für das Frühjahr eine Korrelation der Ammoniumkonzentration mit den Abflüssen gezeigt werden, die auf einen Eintrag über Abschwemmung oder den Abwasserpfad hindeuten. Auch für die Schwankungen im Oberlauf könnten lokale Ereignisse ursächlich sein, wie auch für vereinzelte starke Schwankungen im weiteren Jahresverlauf (Bild 23.19).

In den Ruhrlängsuntersuchungen wurden neben Nitrat und Phosphat als weitere Nährstoffe das Ammonium und das Nitrit bestimmt (Bild 23.3). Für Ammonium wurden bei den vier Untersuchungen die höchsten Konzentrationen in der Winter- und der Sommeruntersuchung gemessen. Über den Ruhrverlauf wiesen die Konzentrationen aber keine großen Schwankungsbreiten auf. Der Verlauf des organisch gebundenen Stickstoffs korrelierte mit dem Verlauf des Ammoniums trotz großer Schwankungen bei den Längsuntersuchungen. Auch das Nitrit zeigte starke Schwankungen im Ruhrverlauf mit den höchsten Konzentrationen bei der Winter- und der Sommermessung.

Die Primärproduktion durch Algen entzieht der Wasserphase nicht nur Nährstoffe, sondern produziert daraus Biomasse, die zum Teil als organisch gebundener Kohlenstoff (DOC) in das Wasser freigesetzt wird. Auf Grund des niedrigen Algenwachstums war auch bei dem gelösten Kohlenstoff keine Beeinflussung nachzuweisen (Bild 23.16). Weder zur Zeit der Biomassebildung durch Algen noch nach der Wachstumsphase wurden deutlich erhöhte Gehalte gemessen. Über den Jahresverlauf wurden insgesamt keine signifikanten Änderungen beobachtet. Ein minimaler Anstieg trat in Mülheim auf, in den übrigen

Messstellen wurden nur kurze Schwankungen beobachtet, die nicht auf eine allgemeine Entwicklung, sondern eher auf lokale Ereignisse zurückzuführen sein dürften.

Organische Substanzen wie gebundener Kohlenstoff lassen sich auch durch die UV-Adsorption bei 254 nm nachweisen, einem sehr sensitiven Nachweis. Für die Adsorption wurde ein weitgehend paralleler Verlauf zum DOC beobachtet (Bild 23.17). Hier wurden vor allem Schwankungen im Spätsommer nachgewiesen, die deutlich über den Schwankungen des DOC lagen. Neben den Schwankungen waren auch bei der UV-Adsorption keine eindeutigen Entwicklungen nachzuweisen.

In den Längsuntersuchungen konnte für die beiden Parameter ebenfalls ein weitgehend korrespondierender Verlauf nachgewiesen werden (Bild 23.2). Auch in diesen Untersuchungen wurden vor allem im Sommer die höchsten Konzentrationen bestimmt. Im Ruhrverlauf traten auch hier deutliche Schwankungen in den Messkampagnen auf. Jedoch wurde im Jahr 2017 an der Messstelle Echthausen bei der UV-Adsorption kein Anstieg wie in den beiden Vorjahren gemessen. Bei der DOC-Messung wurde aber in der Herbstmessung erneut dieser Konzentrationsprung in diesem Ruhrabschnitt beobachtet.

Metalle: Bei den Metallen Cadmium (Bild 23.22) und Chrom (Bild 23.23) wurden mit Ausnahme der Probestelle Essen keine Werte oberhalb der Bestimmungsgrenzen gefunden. In Essen-Rellinghausen konnte mit einer niedrigen Bestimmungsgrenze bei der hohen Probenhäufigkeit für beiden Metalle ein Konzentrationsverlauf nachgewiesen werden, der durch die Abflusssituation beeinflusst wurde. Hier traten die Spitzenwerte in den Abflussmaxima im Februar und November/Dezember auf und sind auf die Remobilisierung bei höheren Abflüssen zurück zu führen.

Für die Analysen von Nickel (Bild 23.24) wurde ein ähnlicher Verlauf registriert. Bei den übrigen Messstellen wurden nur Messwerte knapp über der Bestimmungsgrenze erhalten. Durch die höhere Häufigkeit wurden in Essen auch die Spitzenwerte, die bei kurzzeitigen Ereignissen auftraten, nachgewiesen.

Dagegen konnten für das gelöste Mangan in allen Messstellen Jahresverläufe gemessen werden (Bild 23.25). Für Mangan wurden keine Abhängigkeiten von den Abflüssen festgestellt. Oberhalb des Zuflusses der Lenne wurden für Mangan –mit Ausnahme eines Ausreißers- niedrige Konzentrationen bestimmt. Hinter dem Lennezufluss traten vor allem im 1. Halbjahr deutlich höhere Konzentrationen auf, während in der zweiten Jahreshälfte ein eher ausgeglichener Verlauf verzeichnet wurde. Diese Schwankungen wirkten sich bis nach Essen aus. Als Ursache könnte hier ein Eintrag, aber auch eine Mobilisierung auf Grund der eingetragenen Komplexbildner sein.

Auch in den vier Längsuntersuchungen wurden Metalle untersucht (Bild 23.4). Dabei lagen die Werte für Cadmium durch die zwei Ausreißer unter der Bestimmungsgrenze des Hygiene-

Instituts bzw. auf einem sehr niedrigen Niveau unterhalb dieser Bestimmungsgrenze durch den Ruhrverband. Bei Chrom wurden etwas höhere Gehalte bestimmt, sie blieben aber auf einem niedrigen Niveau, auch niedriger als im Vorjahr. Für Nickel wurde über den Ruhrverlauf ein ausgeglichenes Konzentrationsniveau gemessen, das ebenfalls unter den Werten des Vorjahres lag. Wie in der zeitdichten Untersuchung wies das gelöste Mangan ab dem Zufluss der Lenne im Frühjahr einen deutlichen Anstieg der Konzentration auf. Bei den anderen Untersuchungsreihen traten keine so deutlichen Anstiege hinter der Lenne auf. In der Winter- und Sommeruntersuchung wurde allerdings auch ein weiterer Anstieg im Ruhrverlauf deutlich, der in der Herbstmessung nicht mehr beobachtet werden konnte, und damit die Beobachtungen aus den zeitdichten Messungen sehr gut bestätigte. (Bild 23.5).

Neben diesen Metallen wurden in den Längsuntersuchungen noch weitere Metalle untersucht: bei Kupfer lag ein weitgehend ausgeglichenes Konzentrationsniveau im Ruhrverlauf vor (Bild 23.4), bei Blei und vor allem bei Zink wurde über den Verlauf der Ruhr eine Abnahme nachgewiesen. Hier sind die gegebenen Belastungen für die höchsten Gehalte im Oberlauf ursächlich, die hier früher auch als Rohstoff im Sauerland gewonnen wurden. Bei Eisen und gelöstem Eisen wurden keine einheitlichen Verläufe in der Ruhr beobachtet (Bild 23.5). Nur in der Herbstmessung konnte eine Abnahme des Gehaltes im Ruhrverlauf gezeigt werden.

Bei den Erdalkalimetallen wurde für das Calcium ein weitgehend ausgeglichener Verlauf beobachtet, während das Magnesium einen leichten Anstieg auf dem Fließweg aufwies (Bild 23.5).

Anthropogene Spurenstoffe: Bei den Spurenstoffen werden nur wenige Parameter im Monitoring der Ruhr in den zeitdichten und den Längsuntersuchungen untersucht. Die detaillierte Bearbeitung der Spurenstoffe erfolgt in dem gesonderten AWWR-Spurenstoff-Monitoring, über das auch in diesem Ruhrgütebericht berichtet wird (s. Kapitel 15).

Für organische Halogenverbindungen werden die AOX (adsorbierbare organische Halogene) erfasst. Dieser Parameter wurde mit unterschiedlichen Bestimmungsgrenzen ausgewertet, so dass an der oberen und mittleren Ruhr nur wenige Werte oberhalb der höheren Bestimmungsgrenzen (10 µg/l) lagen (Bild 23.27). Mit einer niedrigeren Bestimmungsgrenze (5 µg/l) konnte an der unteren Ruhr in Essen-Rellinghausen bei einer sehr hohen Probenhäufigkeit ein durchgehender Konzentrationsverlauf bestimmt werden, bei dem im 90-Perzentil die höhere Bestimmungsgrenze gerade erreicht wurde. In dieser Messreihe traten deutliche Schwankungen auf, die vor allem zu Zeiten eines niedrigen Abflusses auftraten. Gegenüber dem Vorjahr waren keine Änderungen in den Gehalten festzustellen. Zu Jahresbeginn wurde ein Spitzenwert gemessen, der deutlich von den übrigen Schwankungen abwich. Durch die Längsuntersuchungen wurden die Befunde bestätigt: das Konzentrationsniveau im Sommer und im Winter lag hier zu Zeit-

punkten der niedrigen Wasserführungen am höchsten. Die Messungen aus dem Frühjahr und dem Herbst entsprachen in den Konzentrationshöhen entsprechend des Abflusses unten den beiden Messungen im Sommer und Winter (Bild 23.7).

Für die kurzkettingen Chlorkohlenwasserstoffe Tetrachlorethen (Bild 23.28) und Trichlorethen (Bild 23.29) wurden nur in der oberen und mittleren Ruhr Werte erhoben. Für beide Substanzen konnten keine Messwerte oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden. In der Längsuntersuchung wurden diese Verbindungen nicht berücksichtigt.

Als auffälligste Komponenten der gemessenen organischen Belastungen hatten sich in den letzten Jahren die Komplexbildner herausgestellt. Es werden drei Komponenten bei den Untersuchungen gemessen. Der Komplexbildner mit den größten Konzentrationsrückgängen stellt das DTPA (Diethylen-triamin-pentaessigsäure) dar, das auch hinter dem Punkteintrag an der Lennemündung im Jahr 2017 stets unterhalb der Bestimmungsgrenze (2 µg/l) lag. Auch in der unteren Ruhr konnte DTPA mit einer niedrigeren Bestimmungsgrenze (1 µg/l) nicht mehr nachgewiesen werden (Bild 23.30).

Bei der Ruhrlängsuntersuchung konnte dieser Komplexbildner vereinzelt in der oberen und mittleren Ruhr nur in der Herbstmessung oberhalb der Bestimmungsgrenze von 1 µg/l nachgewiesen werden (Bild 23.7).

Als stabilster der untersuchten Komplexbildner mit dem weitesten Einsatzgebiet wurde das EDTA (Ethyldiamintetraessigsäure) in fast allen Proben nachgewiesen (Bild 23.31). Dabei sind die Werte für die obere Ruhr gegenüber den Vorjahren mit dem extremem Niedrigwasser wieder etwas gesunken, liegen aber weiterhin etwas über den üblichen Werten, die durch den diffusen Eintrag an der Ruhr üblich sind. Ab der Punktquelle an der Lennemündung wurden erneut deutlich höhere Werte gemessen, die zu Jahresbeginn die höchsten Werte aufwiesen, im Frühjahr dann deutlich abnahmen und nur bei den niedrigen sommerlichen Abflüssen wieder etwas anstiegen. Insgesamt trat ein deutlicher Trend zur Abnahme auf, auch wenn im Median die Werte weiterhin einen deutlichen Eintrag durch die Lennemündung anzeigten.

Auch durch die Ruhrlängsuntersuchung konnte dieser Konzentrationsprung am Zustrom der Lenne verdeutlicht werden: vor allem in der Wintermessung, aber auch bei der Messung im Sommer wurde ab Hengstey ein Konzentrationsprung ersichtlich, der sich in beiden Messkampagnen bis in die untere Ruhr auswirkte (Bild 23.7). Selbst bei den Messungen im Frühjahr und Herbst wurde eine Konzentrationszunahme beobachtet, die allerdings nicht die Werte der beiden anderen Messreihen erreichte.

Der biologisch abbaubare Komplexbildner NTA (Nitrilotriessigsäure) weist seit Jahren nur niedrige Messwerte auf (Bild 23.32). So wurde er auch nur an der unteren Ruhr bei einer niedrigeren Bestimmungsgrenze vereinzelt im messbaren Be-

reich nachgewiesen. An der oberen und mittleren Ruhr konnten dagegen keine Messwerte für NTA ermittelt werden. Auch in den Längsuntersuchungen konnten für diesen Komplexbildner die Konzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze bestätigt werden (Bild 23.7).

Gewässerhygiene: Die mikrobiologische Untersuchung erfolgt bei der Ruhrüberwachung anhand der coliformen Bakterien (Bild 23.14). Die coliformen Bakterien unterliegen in der Regel sehr hohen Schwankungsbreiten, die durch lokale Ereignisse im Einzugsgebiet und dem damit erhöhten Durchsatz durch die Kläranlagen oder Abschlägen von Mischwasser verursacht werden. Im Jahr 2017 wurden als Folge der gegenüber 2016 höheren Niederschläge etwas höhere Werte bei den coliformen Bakterien in der Ruhr gemessen (Bild 23.14). Die beobachteten Spitzenwerte bei den coliformen Bakterien traten wie in der Vergangenheit vor allem in der oberen und mittleren Ruhr auf. In der unteren Ruhr wurden dagegen reduzierte Schwankungsbreiten und niedrigere Medianwerte für die Bakterien bestimmt. Die Ursache für die Verteilung könnte auf Grund der Staustufen in der mittleren und unteren Ruhr zu finden sein, durch die ein Ausgleich und ggf. eine Reduktion der Zahlen durch die verlängerten Aufenthaltszeiten bewirkt wird. Während an der oberen Ruhr die Schwankungsspitzen über das gesamte Jahr verteilt auftreten und wahrscheinlich auf lokalen Ereignissen beruhen, korrelieren die erhöhten Zahlen an der mittleren Ruhr mit den in Hattingen gemessenen Abflüssen. Dies unterstreicht den Zusammenhang zwischen den Bakterienzahlen und dem lokalen Abflussgeschehen.

Aus dem Frühjahr und dem Herbst liegen außerdem Ergebnisse von den Ruhrlängsuntersuchungen vor, aus denen der gleiche Zusammenhang abgeleitet werden kann (Bild 23.1). Besonders im abflussreichen Frühjahr wurden hohe Keimzahlen in der oberen Ruhr nachgewiesen, die im weiteren Verlauf stark zurückgingen.

Nebengewässer: Vom Ruhrverband werden neben der Ruhr die wichtigsten Nebengewässer an vier Untersuchungsterminen mit untersucht. Aus den Ergebnissen werden die Mittelwerte gebildet, die in der Tabelle 23.3 zusammengefasst sind. Einzelne Parameter aus diesen Analysen werden in Bild 23.8 mit den Messwerten der Ruhr im Mündungsbereich verglichen. Aus dieser Darstellungsweise können Belastungen durch die als Vorfluter fungierenden Bäche für die Ruhr abgeschätzt werden.

Die Messwerte aus Tabelle 23.4 weisen eine besonders hohe Belastung in den Nebengewässern Baarbach und vor allem dem Ölbach auf. Im Baarbach wurden neben den Markern für häusliche Abwässer (Chemischer Sauerstoffbedarf CSB, Gelöster organisch-gebundener Kohlenstoff DOC, Phosphat PO_4 , Bor B, Nitrat NO_3 , Fluorid F und Coliforme Bakterien) vor allem Metalle (Mangan Mn, Eisen Fe, Kupfer Cu, Nickel Ni), aber auch der Komplexbildner EDTA nachgewiesen. Dies weist auf einen Einfluss durch metallverarbeitende Betriebe hin. Bei der Untersuchung des Ölbachs fielen vor allem die sehr hohen

Salzfrachten auf, die eine entsprechende Leitfähigkeit bedingten. Die Salzgehalte sind an diesem Vorfluter auch auf die Einleitung von Grubenwasser aus der Wasserhaltung der Zeche Robert Müser zurückzuführen. Neben den Salzen sind im Ölbach weitere Marker für einen starken Abwassereinfluss festzustellen (CSB, DOC, B, Adsorbierbare Organische Halogene AOX). Auffällig ist hier vor allem neben dem toxisch relevanten Barium der hohe Anteil an reduzierten Stickstoffverbindungen wie Ammonium und Nitrat, obwohl eine ausreichende Sauerstoffsättigung vorgefunden wurde. Ursächlich dürften hier industrielle Einleitungen sein. Daneben sind auch häusliche Abwässer als Belastung erkennbar, da auch hier die Coliformen Bakterien hohe Koloniezahlen aufweisen.

Weitere Nebengewässer wiesen bei einzelnen Parametern ebenfalls Belastungen auf: so wurden in der Röhr die höchste Konzentration an Blei gemessen, sowie stark erhöhte Koloniezahlen bei den Coliformen Bakterien. Die Hönne wies leicht erhöhte Nitratwerte und erhöhte Zinkkonzentrationen auf. Zink war ebenfalls in der Lenne vor dem Zustrom der Kläranlage Hagen-Boele nachweisbar, die Volme wies erneut eine deutliche Belastung durch Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) auf und im Rinderbach wurden hohe Phosphat-, Nitrat- und Metallwerte gemessen.

In Bild 23.8 werden die Konzentrationen für die Parameter elektrische Leitfähigkeit, Borat-Bor, EDTA, Nickel, Barium und Coliforme Bakterien im Zufluss den Gehalten in der Ruhr gegenübergestellt. Für den Baarbach werden in dem Bild die deutlich erhöhten Konzentrationen für EDTA, Nickel und Coliforme Bakterien verdeutlicht. Für das EDTA konnte bei der Untersuchung der Nebenbäche keine Belastung in der Lenne nachgewiesen werden. Durch den Konzentrationssprung hinter dem Lennezufuss wurde die hohe Belastung aber deutlich. Auch bei dem Vergleich zwischen Ruhr und Nebengewässern weist der Ölbach mit seinen hohen Konzentrationen eine deutliche Belastung für die Ruhr auf, die vor allem bei der Leitfähigkeit, dem Borat, dem EDTA und dem Barium nachweisbar war. Beim Rinderbach wurde eine deutlich erhöhte Konzentration an Nickel nachgewiesen.

Pflanzenschutzmittel: Bei den Pflanzenschutzmitteln (PSM) wurde 2017 bei knapp 5.000 Analysen in 81 Fällen für insgesamt 11 Wirkstoffe ein Wert oberhalb der Bestimmungsgrenze gemessen (Tabelle 23.5). Dieser deutliche Anstieg basiert vor allem auf einer Absenkung der Bestimmungsgrenze im Labor des Ruhrverbands. Für neun Wirkstoffe war nur in einzelnen Proben der Wirkstoff messbar. Die dabei gefundenen Konzentrationen erreichten nur bei drei Wirkstoffen den halben Grenzwert von 50 ng/l. Häufigere Funde wurden für MCPA (2-Methyl-4-chlorphenoxyessigsäure) mit 54 Nachweisen und für Quinmerac (7-Chlor-3-methyl-8-chinolin-carbonsäure) mit 11 Nachweisen über der Bestimmungsgrenze festgestellt. Dabei wurde das MCPA mit 54 Nachweisen am häufigsten gefunden. Die im Jahr 2017 deutliche Steigerung dieser Nachweise wurde durch die stark abgesenkte Bestimmungsgrenze beim Ruhrverband verursacht. Wird die Bestimmungsgrenze

des Vorjahres zu Grunde gelegt, liegen die Zahlen für einen Nachweis dieses Wirkstoffes noch bei 18 Proben und weisen eine deutliche Steigerung gegenüber 2016 auf (9,5 % vs. 37 %). Dieses Herbizid wird sowohl in der Landwirtschaft, als auch im Gartenbau breit eingesetzt und wurde bereits in den Vorjahren am häufigsten gefunden.

Als weiterer Wirkstoff wurde erstmals das Quinmerac in 11 Proben von insgesamt 189 Proben nachgewiesen. Davon erreichten den halben Grenzwert zwei Proben. Dieser Wirkstoff wurde erstmals in dieser Häufigkeit in der Ruhr nachgewiesen. Er wird als Bodenherbizid landwirtschaftlich eingesetzt.

Zielwerte: Für das Jahr 2017 gilt erstmals ausschließlich das Europäische Fließgewässermemorandum bei der Bewertung der Wasserqualität, das von der AWWR bereits seit 2013 mit getragen wird. In der Tabelle 23.4 werden die Werte aus dem Ruhrmonitoring den Zielwerten des Memorandums gegenübergestellt. Neben den festgesetzten Werten des Memorandums werden die Werte aus der Trinkwasserverordnung als Ziele genutzt.

Bei der Bewertung nach dem Fließgewässermemorandum werden, anders als bei den früher geltenden AWWR-Zielwerten, die maximalen Werte für die Beurteilung genutzt.

Der gelöste organische Kohlenstoff wurde über den gesamten Verlauf der Ruhr mit einer Überschreitung des Zielwertes des Memorandums von 3 mg/l gemessen. Dies deutet darauf hin, dass eine lokale Grundbelastung vorliegt, so dass der Zielwert gemäß Memorandum nicht zur Bewertung herangezogen werden kann.

Bei den Komplexbildnern liegt seit Jahren eine Punktbelastung an der Mündung der Lenne vor, die schon in den vergangenen Jahren zu einer Überschreitung des alten Zielwertes der AWWR geführt hatte. Auch in 2017 wäre der alte Zielwert von 10 µg/l für EDTA bei 90-Perzentil überschritten worden. Durch die deutlich niedrigeren Ziele des Memorandums wird das Ziel bei EDTA über die gesamte Ruhr überschritten, also auch durch den diffusen Eintrag oberhalb der Punktquellen. Die Konzentrationen lagen bereits vor den belasteten Nebengewässern Baarbach und Lenne um ca. das 4-fache über dem Zielwert von 1 µg/l. Nach dem geringen Zufluss des Baarbaches mit seiner EDTA-Belastung wird der Wert schon 6-fach überschritten. Durch den Zufluss der Lenne mit der hauptsächlichsten Immission liegt die maximale Überschreitung bei dem 30-fachen des Zielwertes.

Auch für das DTPA konnte bei der niedrigeren Nachweisgrenze in Essen eine Überschreitung des Zielwertes nachgewiesen werden. Bei den meisten Probenahmestellen war eine Beurteilung jedoch nicht möglich, da die Bestimmungsgrenze bei 2 µg/l, dem Doppelten des Zielwertes lag. Selbst bei dem abbaubaren Komplexbildner NTA wurde in Mülheim eine geringe Überschreitung des Zielwertes gemessen.

Für die Sauerstoffkonzentration wurde bei 3 % der Messungen eine Unterschreitung des Zielwertes von 8 mg/l detektiert. Dieser Zielwert liegt etwa um das Doppelte über der für die Biologie notwendige Minimalkonzentration.

Die Konzentrationen an Komplexbildnern nach der Punkteinleitung an der Lennemündung hatten weitere Effekte: so waren sie wahrscheinlich Auslöser für die erhöhten Metallbelastungen nach der Einleitung an der Lenne, wie dies bei der Längsuntersuchung für Eisen und Mangan nachgewiesen wurde (Bild 23.5).

Für die Pflanzenschutzmittel wurden die PSM-Zielwerte des Memorandums trotz der deutlich gestiegenen Nachweise nicht überschritten.

Zusammenfassung

Bei den Abflüssen wurde nach den sehr niedrigen Werten in den Vorjahren in 2017 eine Annäherung an die Durchschnittswerte verzeichnet, die einen positiven Effekt auf viele Konzentrationen nach sich zog.

Bei den Messungen wurden meist nur geringe Belastungen in der Ruhr für die untersuchten Parameter nachgewiesen. Der punktuelle Eintrag von Komplexbildnern aus der Industrie in Hagen wies durch den weiteren Rückgang einen deutlich positiven Trend auf. Die Werte für EDTA wiesen aber weiterhin einen starken Konzentrationssprung nach dem Zustrom der Lenne aus. Weitere Bemühungen zur Reduktion der Emissionen, vor allem von EDTA, sollten angestrebt werden.

Bei den Pflanzenschutzmitteln traten deutlich gesteigerte Nachweishäufigkeiten auf, die auch nach Kompensation der neuen Bestimmungsgrenzen noch deutlich über den Vorjahren lagen. Neben den häufigeren Nachweisen von MCPA wurde ein deutlicher Anstieg für Quinmerac gemessen. Die Zielwerte des Fließgewässer-Memorandums wurden jedoch nicht erreicht.

Bei den Belastungen der Nebengewässer waren weiterhin die kleinen Gewässer auffällig, die als Vorflut für große Kläranlagen fungieren. Bei den Komplexbildnern konnte sowohl am Baarbach als auch der Lenne die Konzentrationserhöhung in der Ruhr nachgewiesen werden. Um diese Einträge in die Ruhr und das Ziel einer Qualitätsverbesserung für die Gewässer und die Ruhr gemäß Wasserrahmenrichtlinie zu erzielen, sollte eine Reduktion dieser Einträge weiter angestrebt werden.

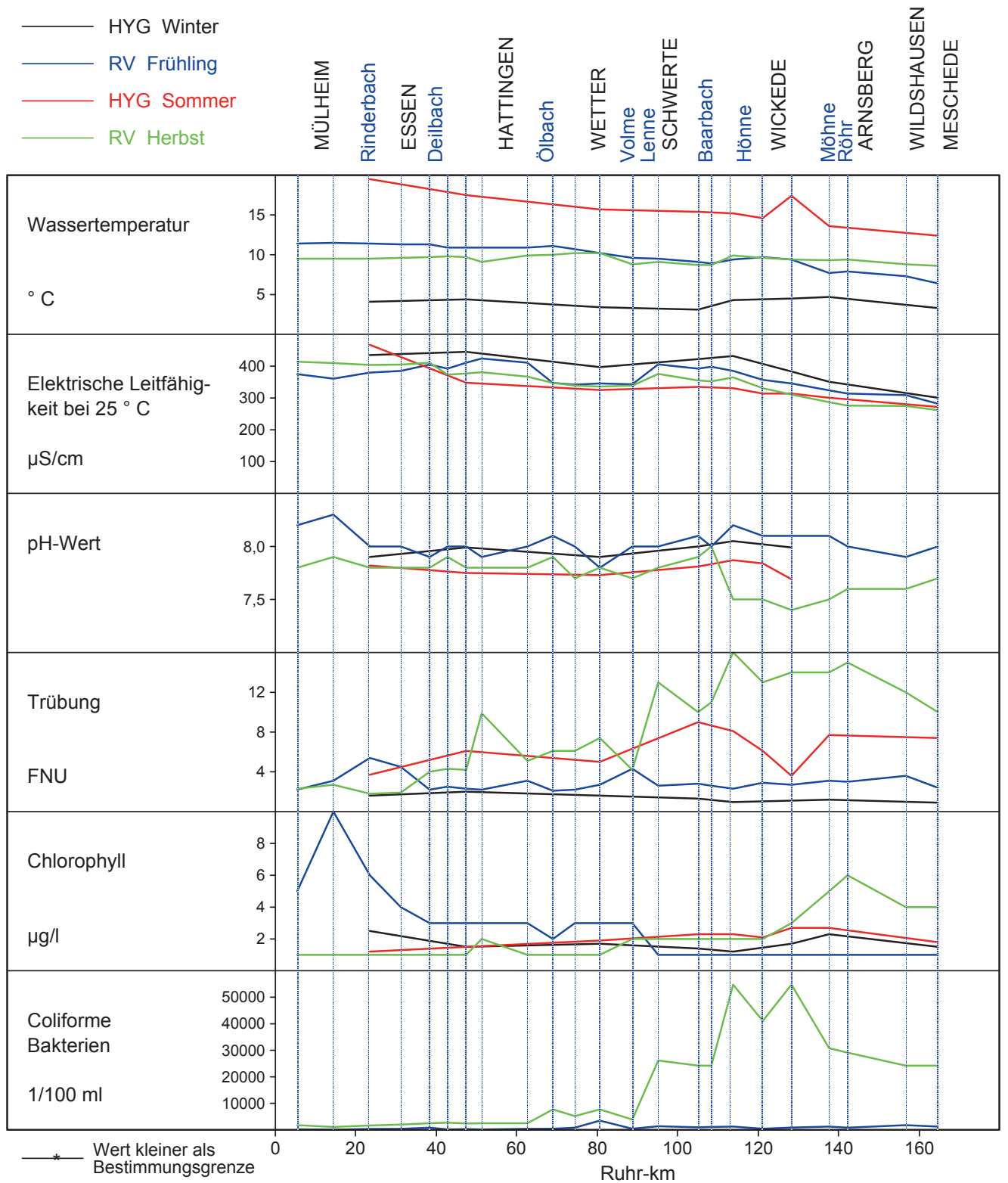


Bild 23.1: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 23.1: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

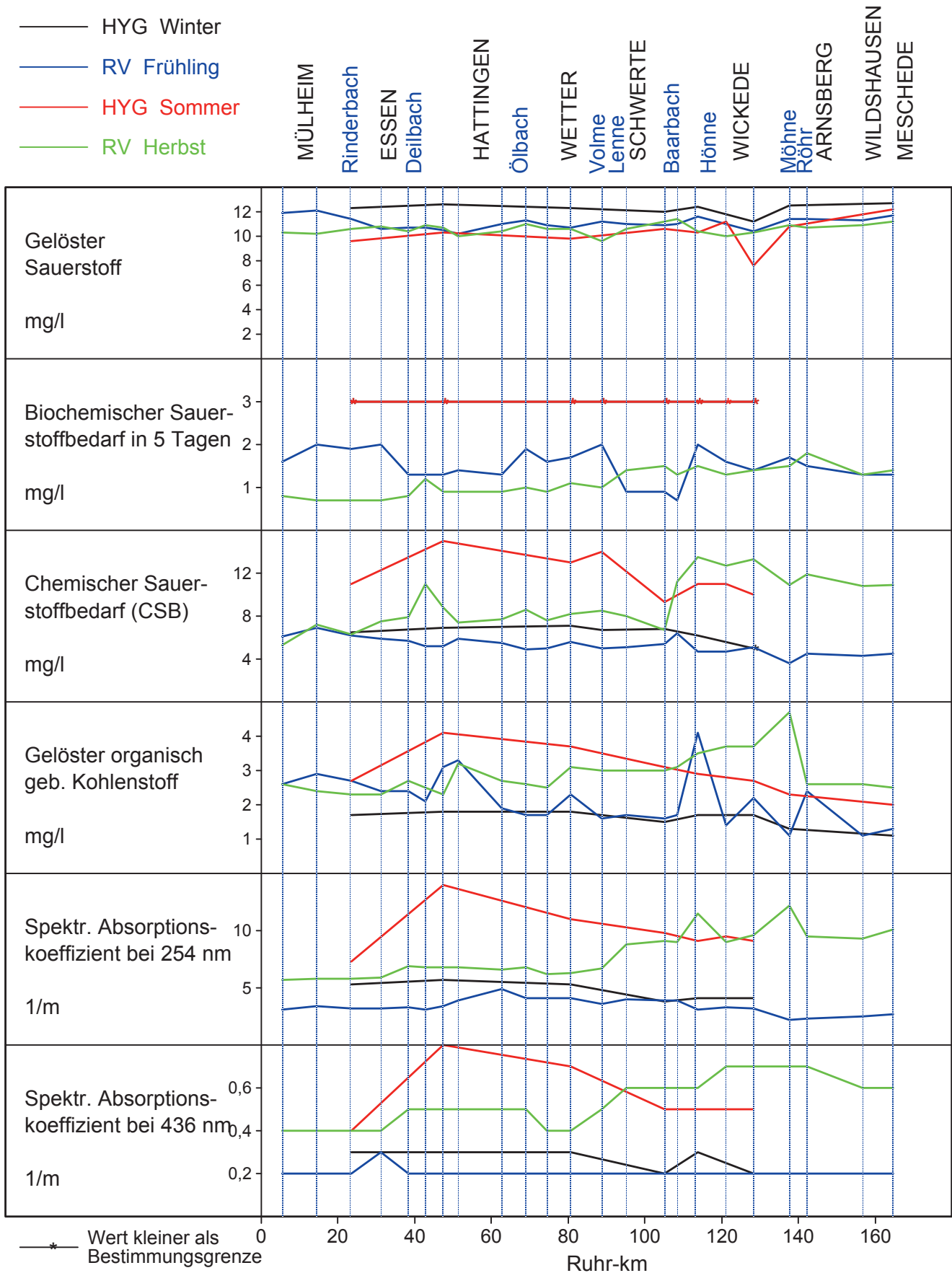


Bild 23.2: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 23.2: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

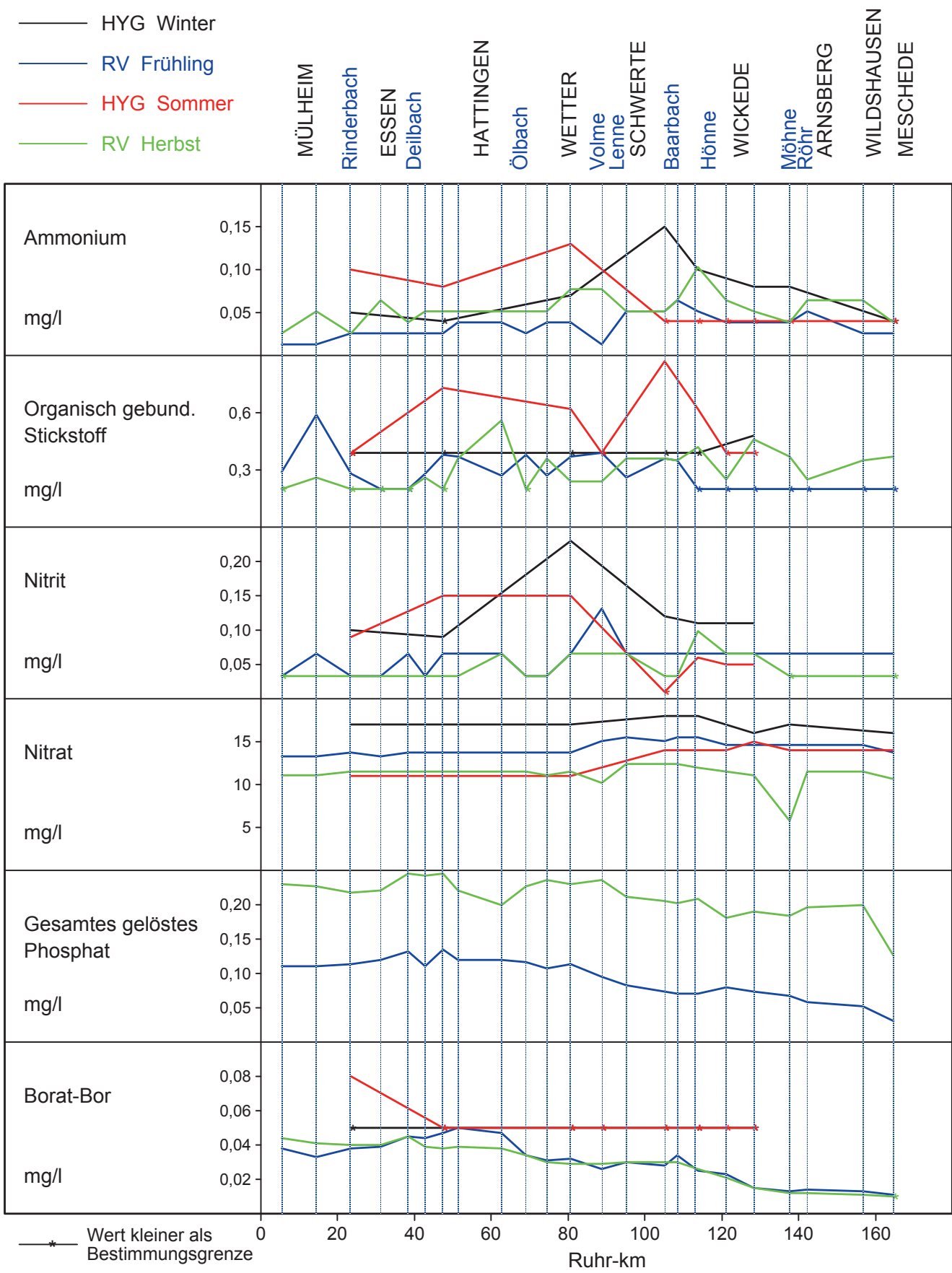


Bild 23.3: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 23.3: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

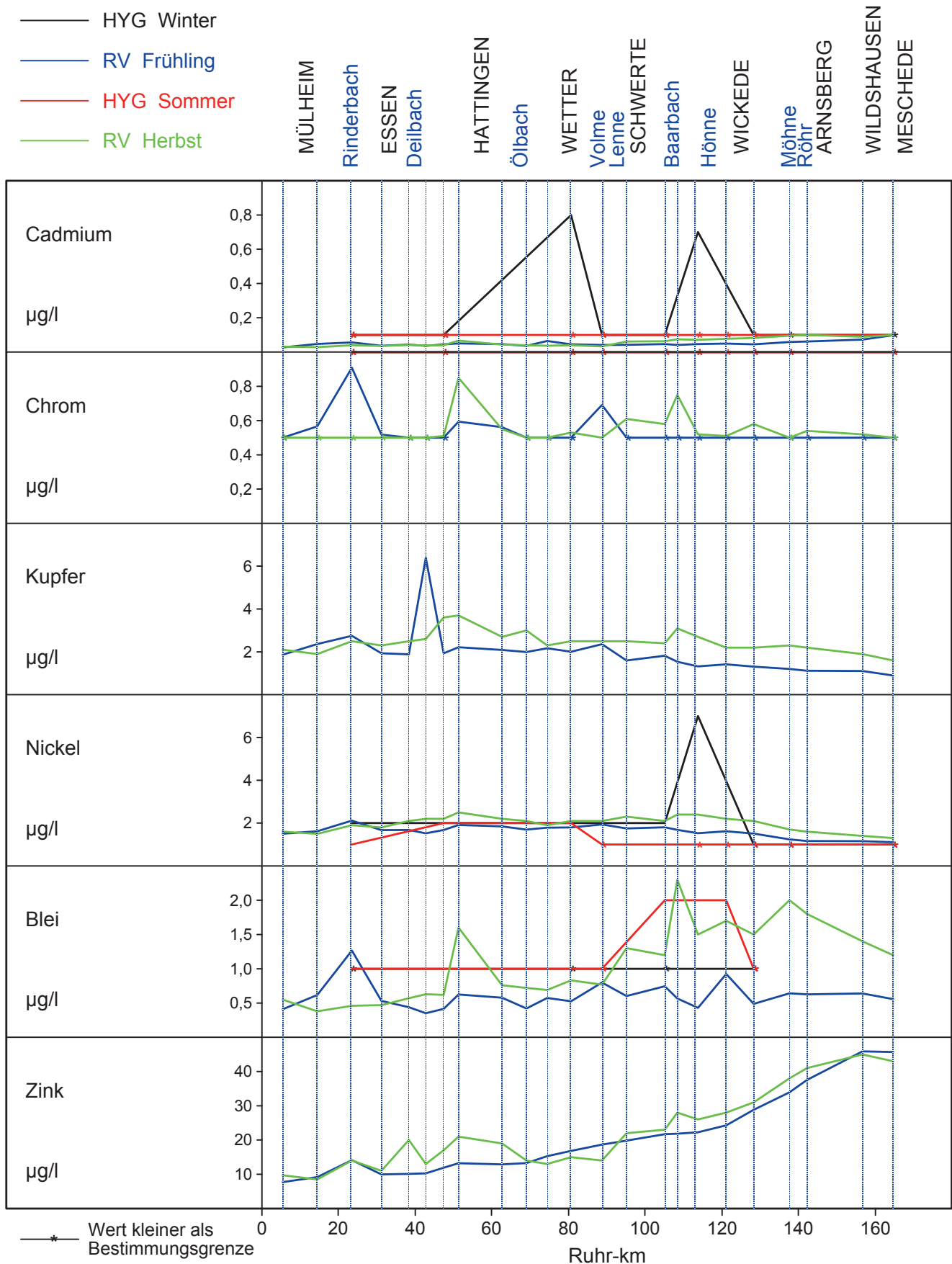


Bild 23.4: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 23.4: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

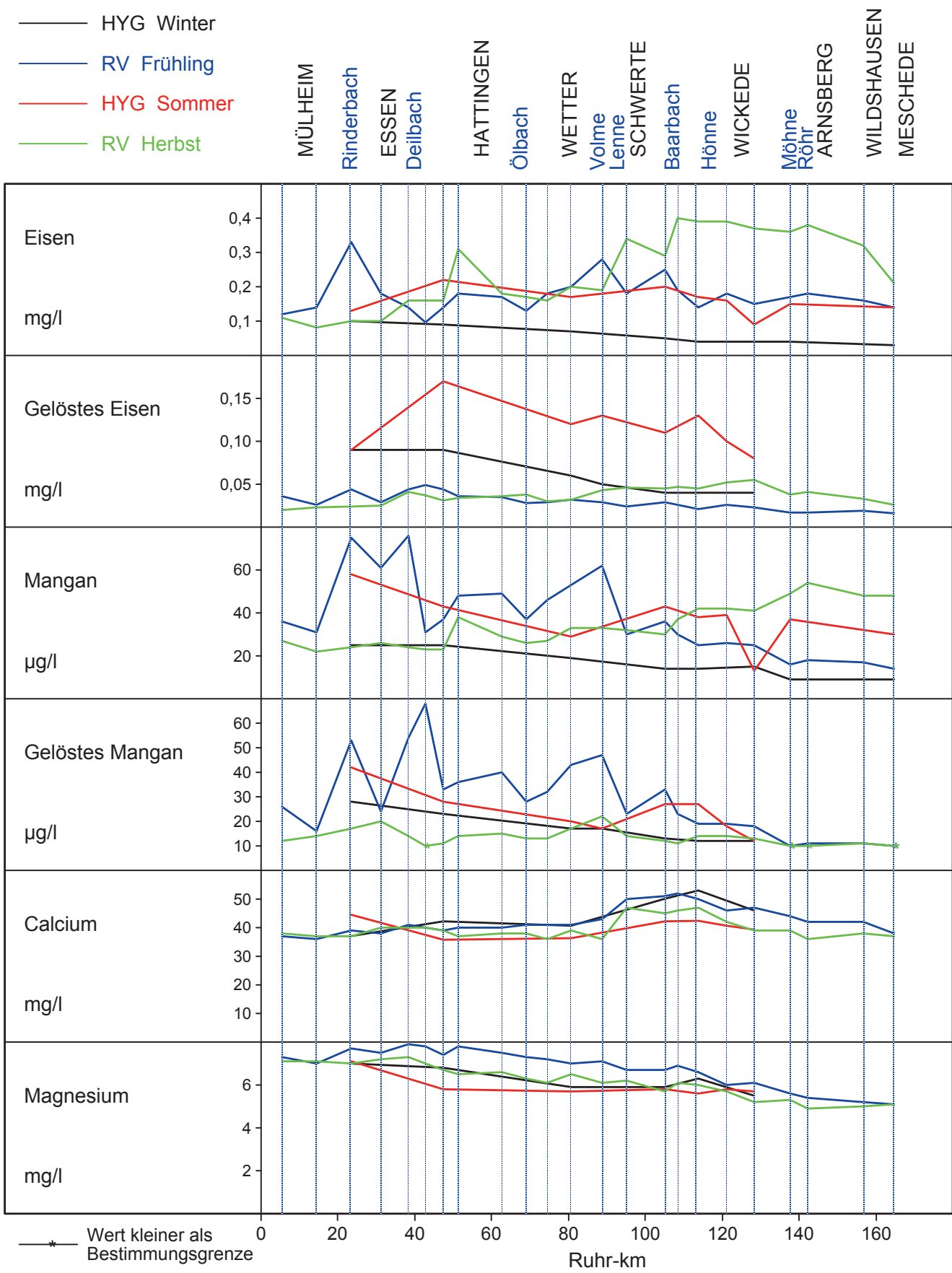


Bild 23.5: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 23.5: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

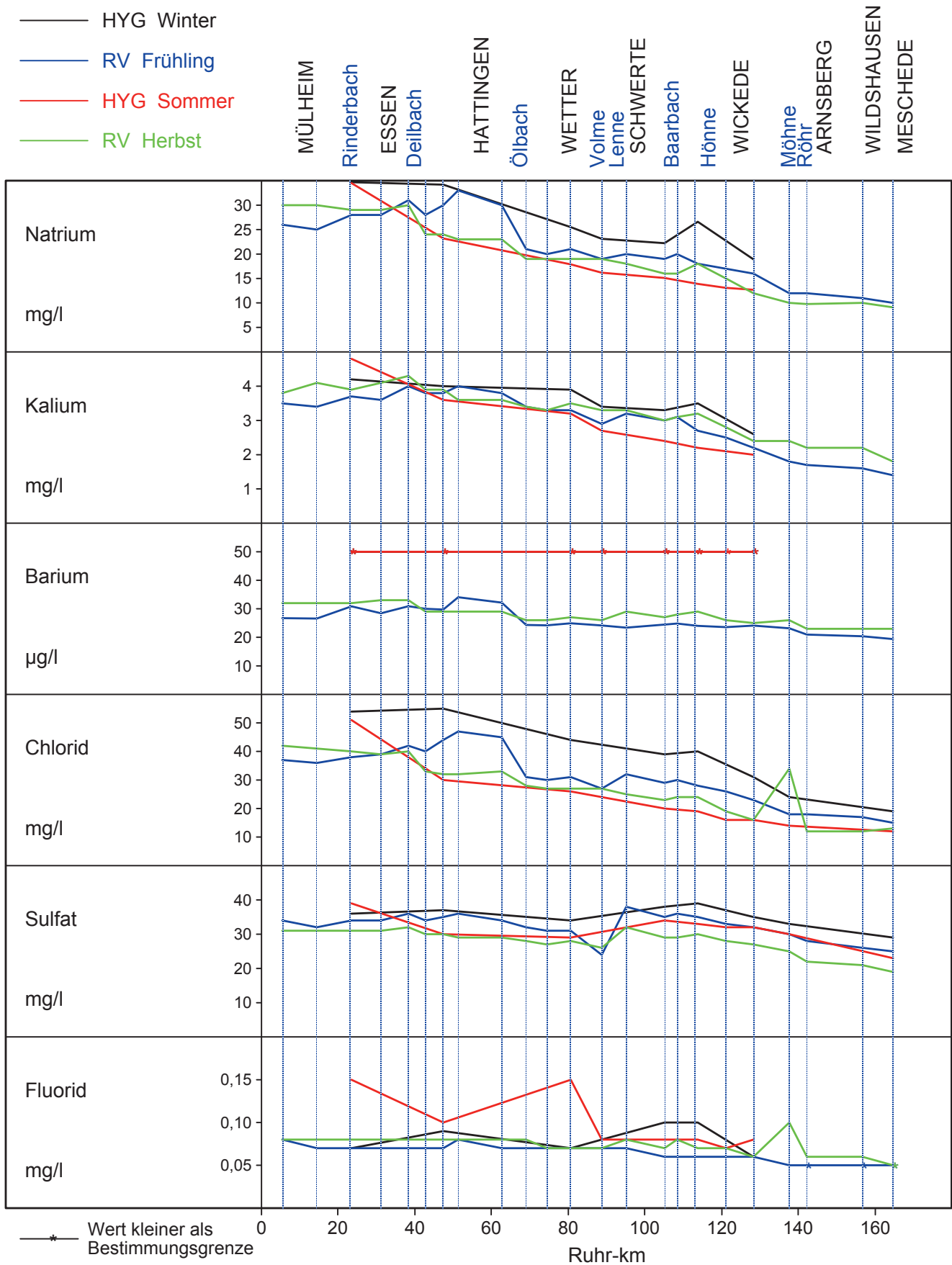


Bild 23.6: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 23.6: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

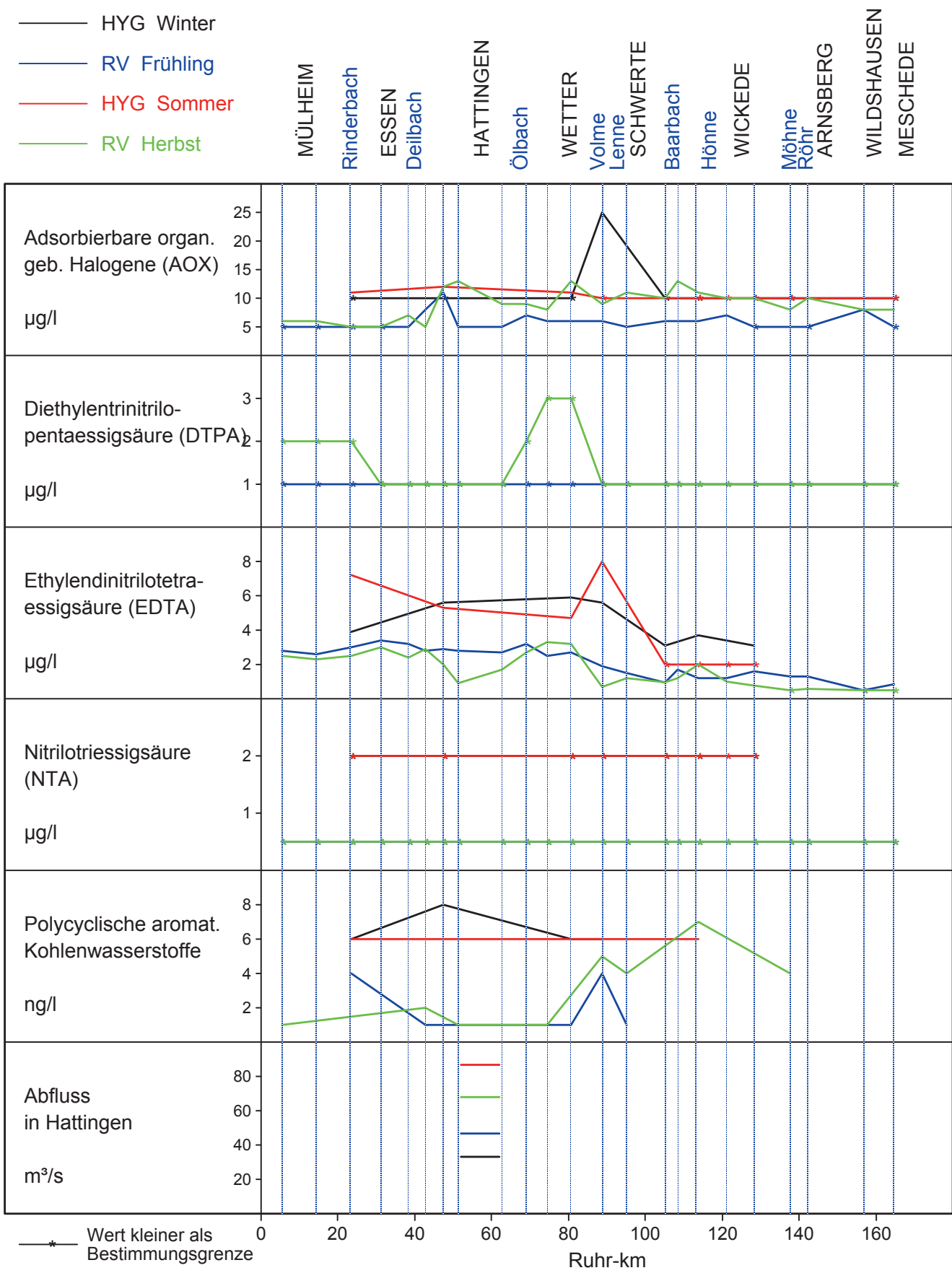


Bild 23.7: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 23.7: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

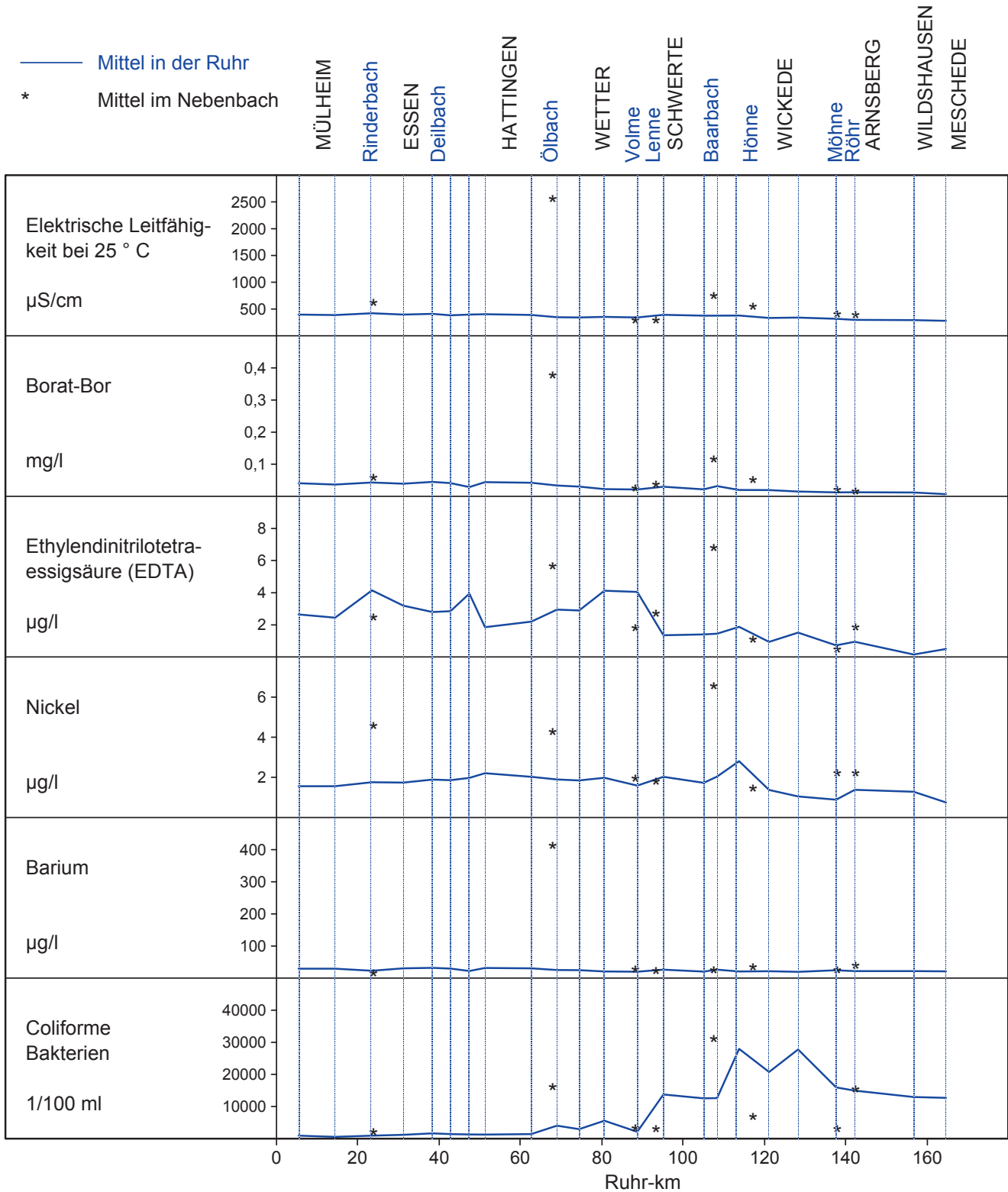


Bild 23.8: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr und ihrer Nebenbachmündungen anhand von sechs ausgesuchten Güteparametern
 Fig. 23.8: Water condition of the Ruhr and its tributaries at their inflows indicated by six selected parameters

Kenngröße: Wassertemperatur

Einheit: °C

Zielwert: 25 °C

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	136	4	48	53	63	58	63	90
Arith. Jahresmittel	13,0	13,6	12,7	11,1	12,0	11,9	11,1	10,9	11,0	11,3
Geom. Jahresmittel	11,5	12,1	11,0	8,3	10,3	10,2	9,1	9,4	9,7	9,4
Geom. Sommermittel	17,3	18,0	17,2	14,6	16,3	16,2	14,9	14,6	14,1	15,3
Geom. Wintermittel	7,6	8,2	7,1	4,7	6,5	6,6	5,6	6,1	6,6	5,9
Maximalwert	20,7	21,1	23,6	20,7	22,8	22,4	20,6	19,5	18,7	18,3
Datum des Max.	07.08	07.06	Mehrere	24.07	10.07	10.07	10.07	10.07	Mehrere	Mehrere
90-Perzentil	20,4	20,9	20,8	18,0	20,1	19,5	18,2	17,5	17,1	17,6
50-Perzentil	12,8	13,6	12,1	11,0	11,8	11,5	11,3	10,8	10,6	12,1
10-Perzentil	5,3	6,6	4,7	4,4	4,5	5,0	5,0	4,9	4,7	4,4
Minimalwert	4,5	4,5	1,6	1,9	1,8	1,0	0,3	1,0	1,0	0,2
Datum des Min.	02.01	02.01	27.01	23.01	23.01	23.01	Mehrere	23.01	26.01	Mehrere

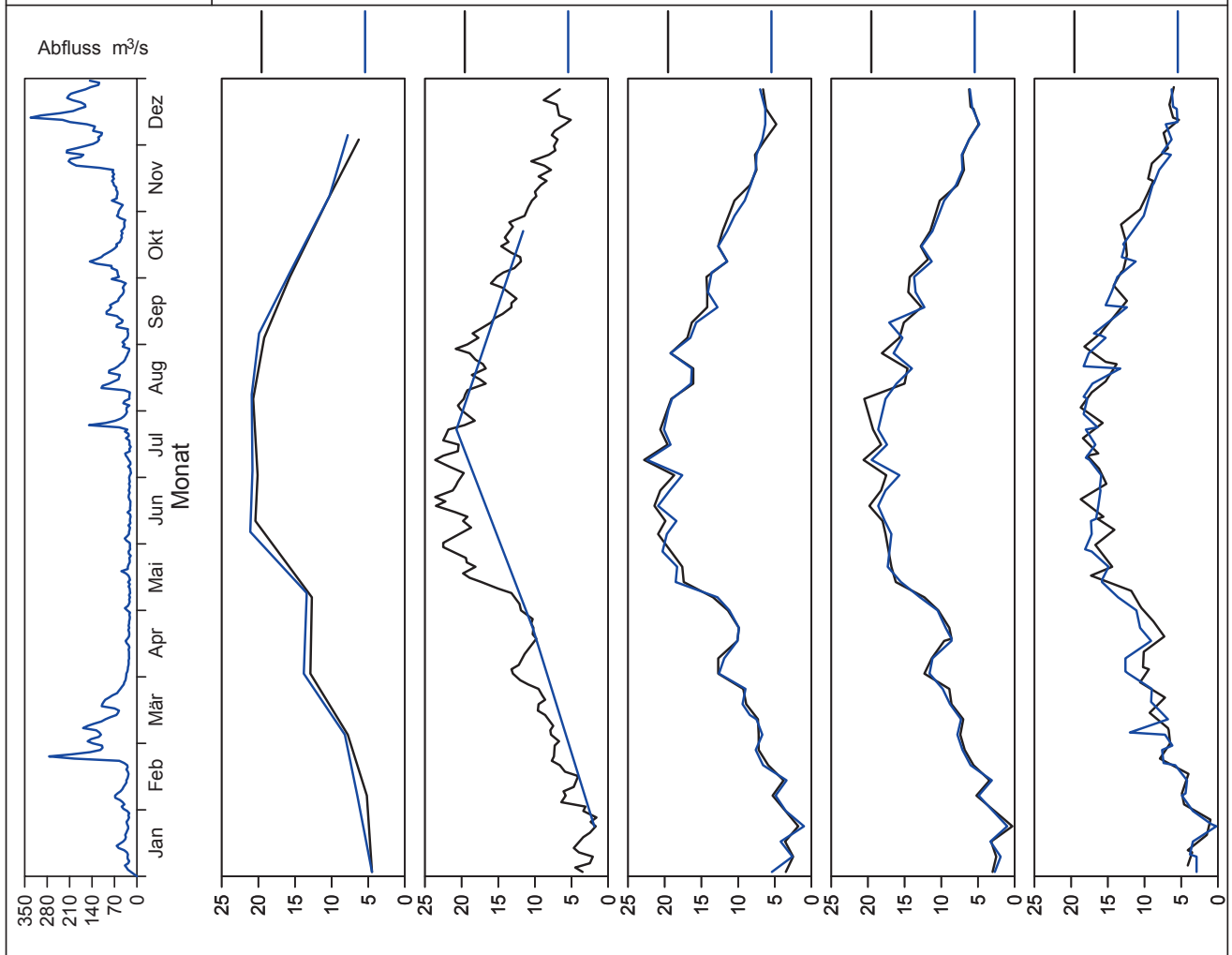


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Elektrische Leitfähigkeit bei 25 ° C
 Zielwert: 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Einheit: $\mu\text{S}/\text{cm}$

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte			137		49	53	49	48	63	49
Arith. Jahresmittel			451		387	370	427	411	375	368
Geom. Jahresmittel			441		381	364	423	408	372	365
Geom. Sommermittel			484		406	385	439	427	384	380
Geom. Wintermittel			425		356	344	406	389	360	350
Maximalwert			647		536	547	559	546	499	499
Datum des Max.			14.07		16.01	16.01	16.01	16.01	12.01	16.01
90-Perzentil			574		462	446	485	463	416	406
50-Perzentil			443		389	385	432	424	383	368
10-Perzentil			329		293	276	343	335	320	316
Minimalwert			277		273	244	314	306	287	283
Datum des Min.			24.11		27.12	14.08	27.12	27.12	23.11	27.12

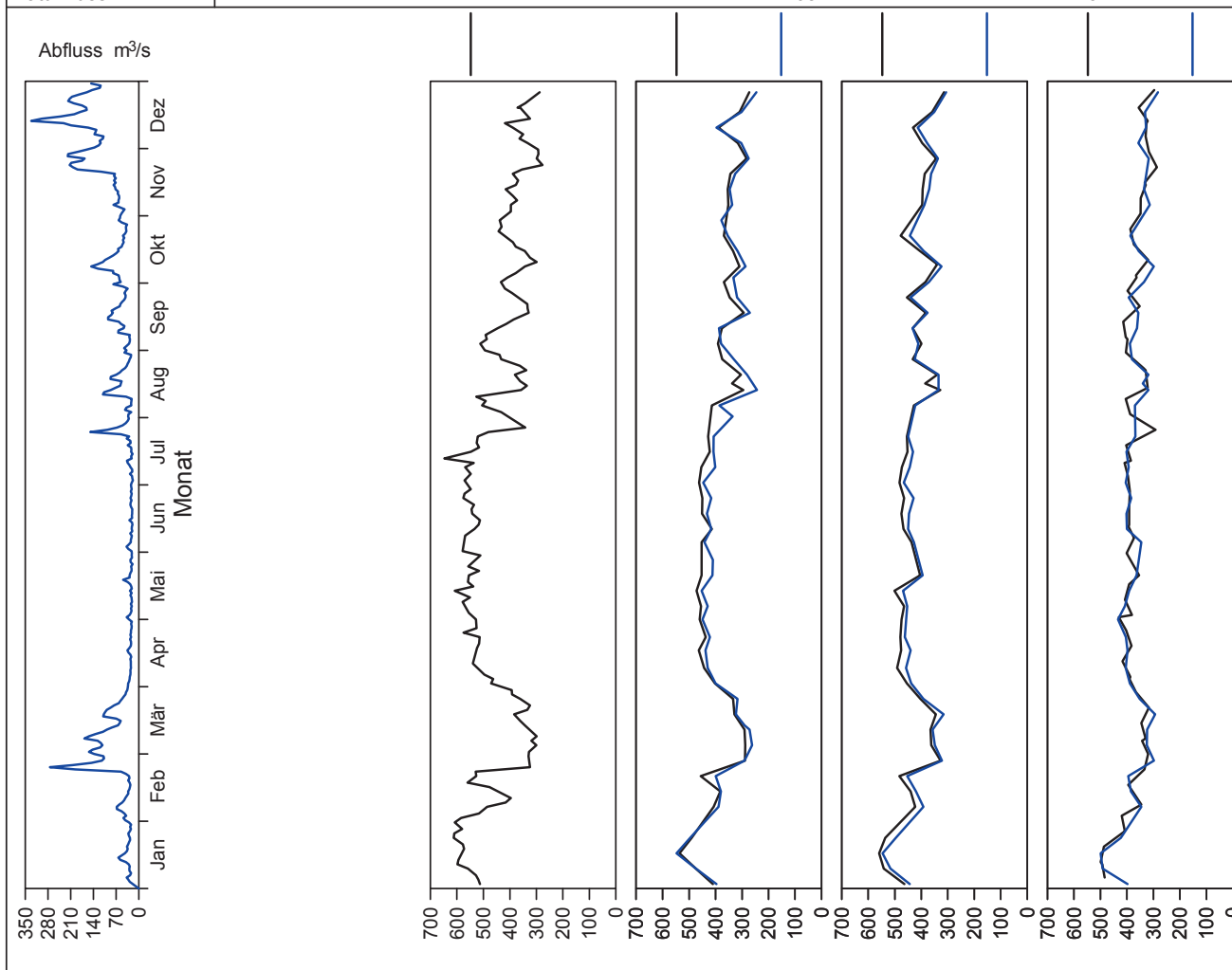


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: pH-Wert
Zielwert: 7 - 9

Einheit:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	137		48	53	48	48	63	72
Arith. Jahresmittel	7,81	7,76	7,86		7,89	7,88	7,93	7,99	7,90	7,99
Geom. Jahresmittel	7,80	7,76	7,85		7,89	7,87	7,93	7,99	7,90	7,99
Geom. Sommermittel	7,86	7,77	7,93		7,92	7,93	7,92	7,97	7,90	8,01
Geom. Wintermittel	7,74	7,75	7,78		7,86	7,82	7,94	8,00	7,90	7,96
Maximalwert	8,66	8,49	8,60		8,40	8,61	8,19	8,12	8,20	8,52
Datum des Max.	08.05	10.05	15.05		28.08	28.08	Mehrere	08.05	31.08	24.04
90-Perzentil	7,95	7,84	8,10		7,99	8,09	8,03	8,07	8,00	8,16
50-Perzentil	7,72	7,72	7,90		7,87	7,85	7,94	8,00	7,90	7,96
10-Perzentil	7,62	7,52	7,70		7,78	7,64	7,78	7,91	7,79	7,87
Minimalwert	7,56	7,50	7,10		7,64	7,38	7,71	7,80	7,73	7,72
Datum des Min.	12.06	07.06	24.02		22.05	27.12	22.05	22.05	27.07	14.08

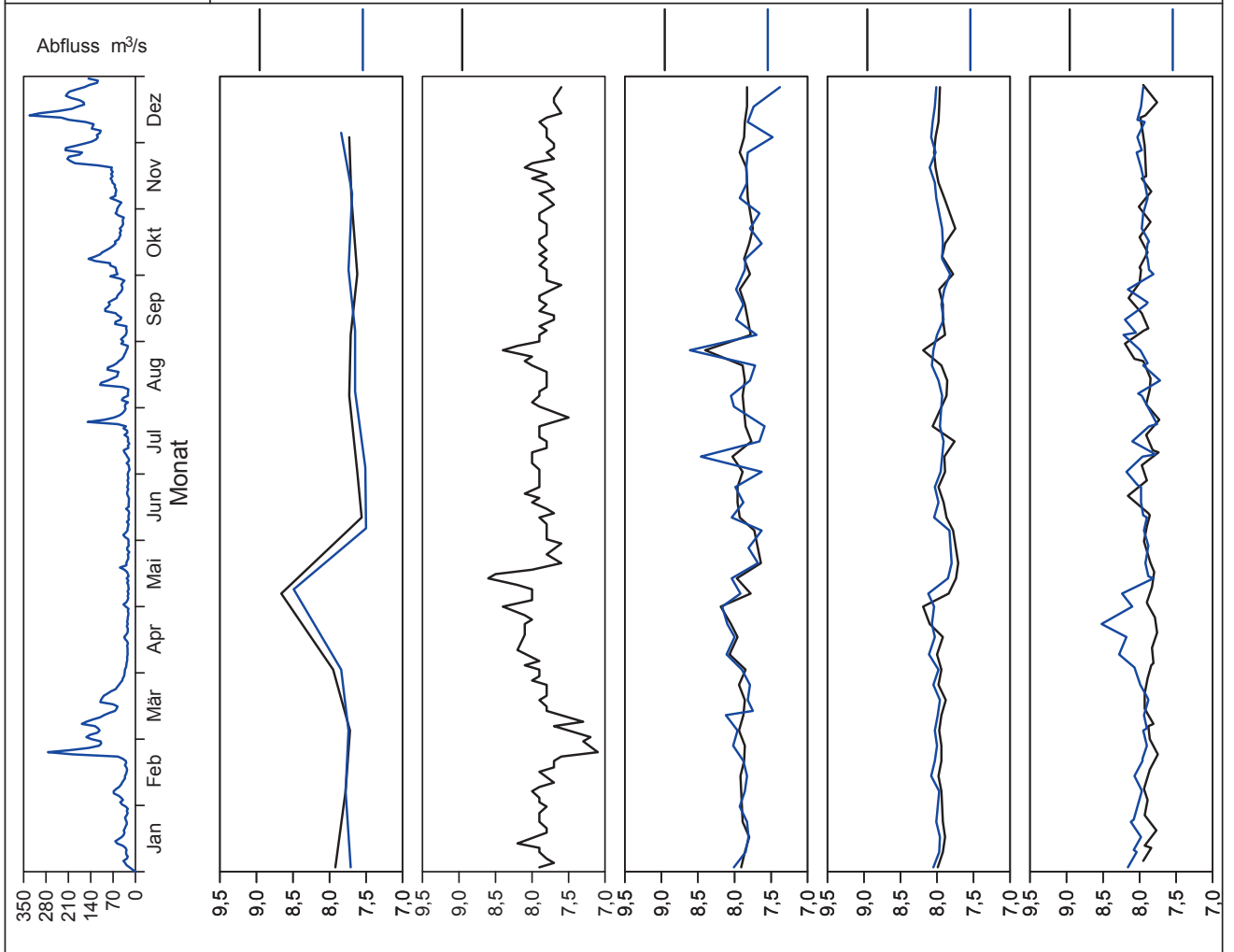


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Trübung

Einheit: FNU

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	136		24	53	24	24	63	46
Arith. Jahresmittel	2,0	2,9	5,7		2,7	3,0	4,0	3,9	7,0	3,5
Geom. Jahresmittel	1,7	2,6	3,8		2,4	2,3	3,2	3,2	4,0	2,7
Geom. Sommermittel	1,5	3,0	3,0		2,0	1,5	2,6	3,3	3,5	2,3
Geom. Wintermittel	2,0	2,2	4,9		2,9	3,5	4,0	3,2	4,6	3,1
Maximalwert	5,1	5,7	78,0		6,4	10,9	12,3	9,3	96,0	20,2
Datum des Max.	08.05	10.05	24.02		18.12	27.12	11.12	11.12	23.02	22.08
90-Perzentil	3,8	4,6	12,0		4,3	6,5	7,5	5,7	10,5	6,2
50-Perzentil	1,5	2,3	3,1		2,3	2,4	2,9	3,4	3,2	2,5
10-Perzentil	1,0	1,5	2,0		1,4	1,0	1,3	1,5	1,9	1,3
Minimalwert	0,8	1,1	1,1		1,0	0,7	1,0	0,7	0,9	0,8
Datum des Min.	07.08	02.01	21.07		04.09	Mehrere	23.01	23.01	16.02	24.01

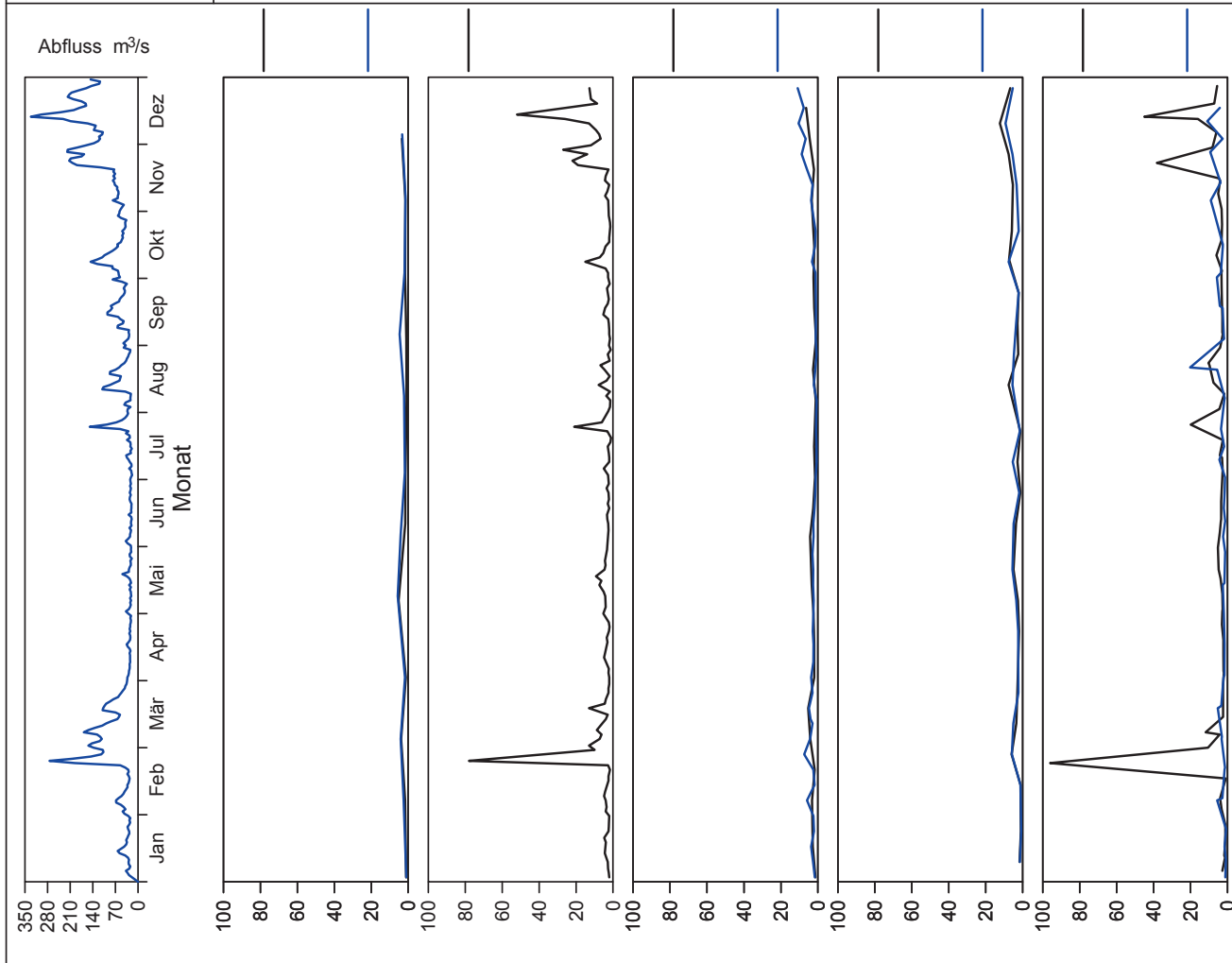


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Chlorophyll-a

Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte			96		24	51	24	24	23	36
Arith. Jahresmittel			4,9		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	2,0	< 5,0
Geom. Jahresmittel			1,7		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	1,5	< 5,0
Geom. Sommermittel			1,8		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	2,1	< 5,0
Geom. Wintermittel			1,6		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	1,1	< 5,0
Maximalwert			65,0		8,5	18,9	5,7	< 5,0	9,6	6,5
Datum des Max.			15.05		24.04	24.04	15.05	Mehrere	03.05	10.07
90-Perzentil			14,0		6,4	11,2	< 5,0	< 5,0	3,0	< 5,0
50-Perzentil			1,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	1,6	< 5,0
10-Perzentil			< 1,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 1,0	< 5,0
Minimalwert			< 1,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 1,0	< 5,0
Datum des Min.			Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

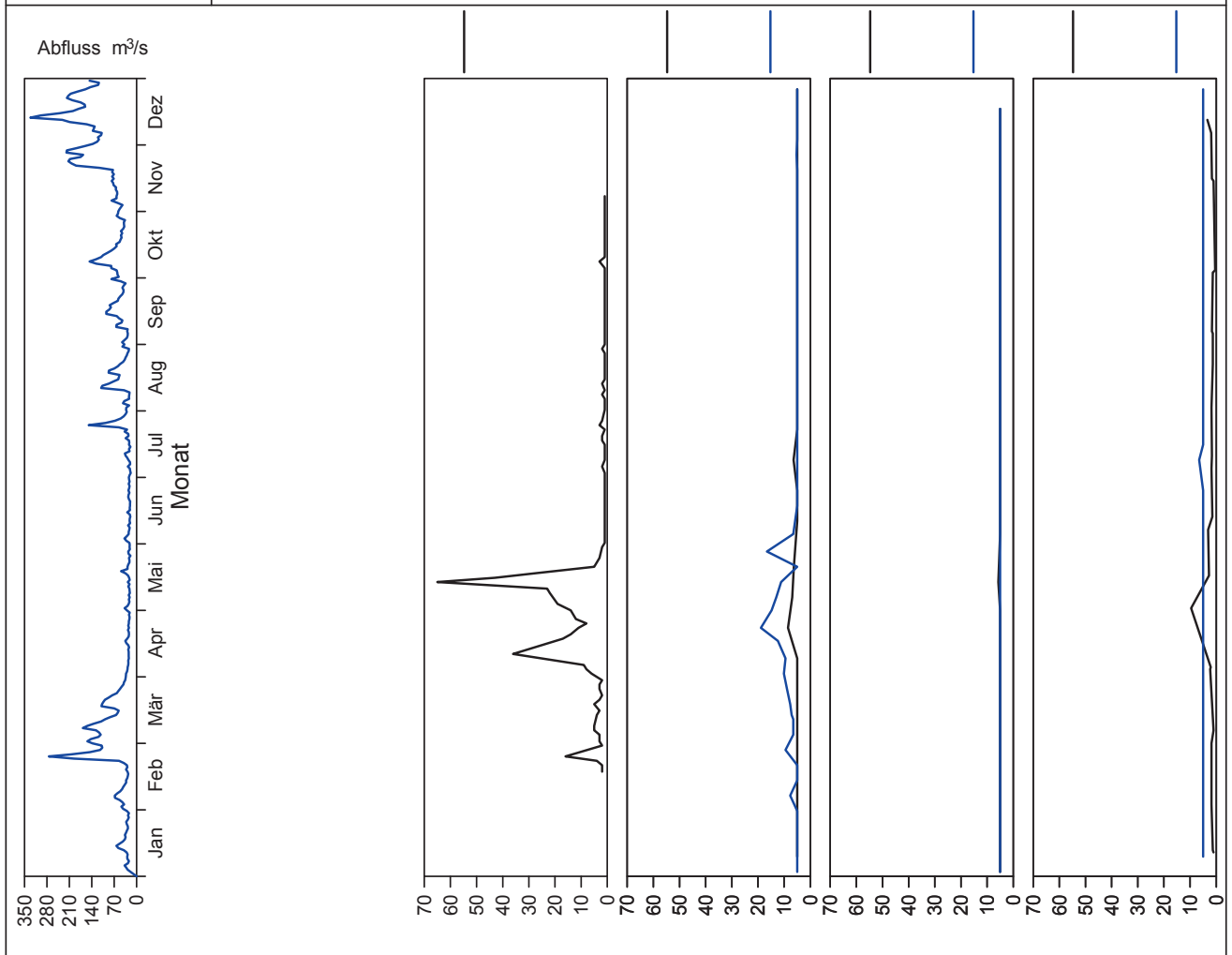


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Coliforme Bakterien

Einheit: 1/100 ml

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	49		52	53	36	36	55	50
Arith. Jahresmittel	1880	1187	3779		10802	6420	5026	5104	4044	6056
Geom. Jahresmittel	1235	706	1853		3834	2672	2784	2795	1978	3191
Geom. Sommermittel	818	463	2293		2732	1558	2111	1952	1508	2511
Geom. Wintermittel	1864	1078	1511		5380	4493	3672	4001	2620	4136
Maximalwert	9210	4880	24196		240000	77000	28000	33000	30440	39000
Datum des Max.	02.10	06.02	27.09		30.10	11.12	Mehrere	20.03	13.07	06.11
90-Perzentil	2053	2112	7701		11000	13800	11300	12000	9794	13100
50-Perzentil	1200	850	2247		4250	2500	2950	2700	2000	2900
10-Perzentil	462	166	292		993	602	605	790	391	710
Minimalwert	226	109	134		100	170	330	330	98	330
Datum des Min.	03.04	03.04	29.03		19.06	10.04	13.02	24.04	11.05	04.09

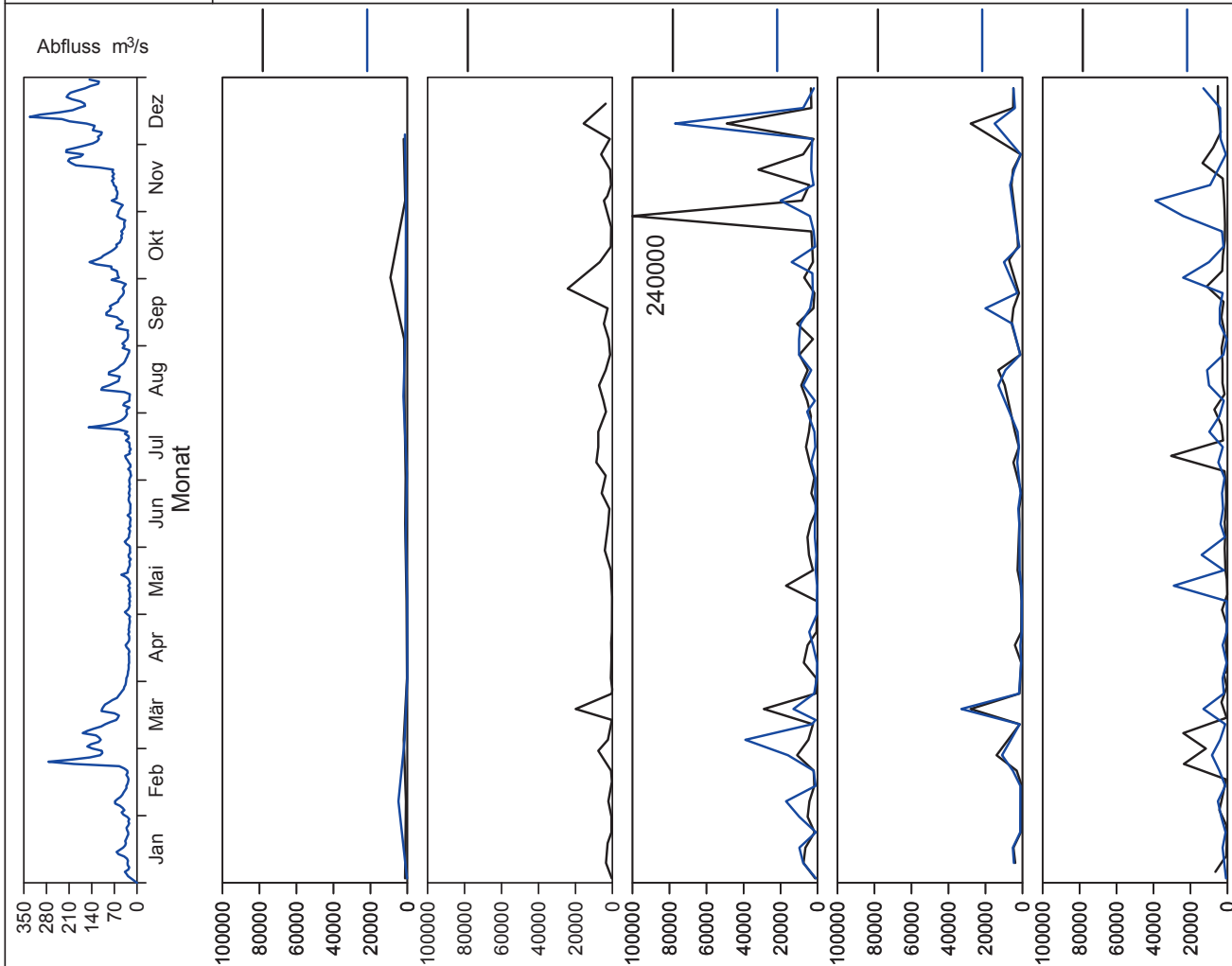


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gelöster Sauerstoff

Einheit: mg/l

Zielwert: >8 mg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte			136		48	53	48	48	63	71
Arith. Jahresmittel			10,5		9,9	10,0	10,7	10,6	10,5	10,3
Geom. Jahresmittel			10,3		9,8	9,9	10,7	10,6	10,4	10,2
Geom. Sommermittel			9,2		9,1	9,3	10,0	9,8	9,5	9,3
Geom. Wintermittel			11,6		10,6	10,5	11,4	11,4	11,4	11,2
Maximalwert			14,1		13,4	12,9	13,5	13,6	16,3	14,0
Datum des Max.			27.01		23.01	23.01	Mehrere	18.12	26.01	23.01
90-Perzentil			12,6		11,7	11,9	12,7	12,5	12,2	12,6
50-Perzentil			10,6		9,8	10,3	10,5	10,5	10,6	9,9
10-Perzentil			8,3		8,2	8,3	9,3	8,9	8,8	8,5
Minimalwert			7,1		7,4	7,1	8,5	8,6	7,7	7,3
Datum des Min.			31.05		Mehrere	06.06	17.07	06.06	12.07	11.07

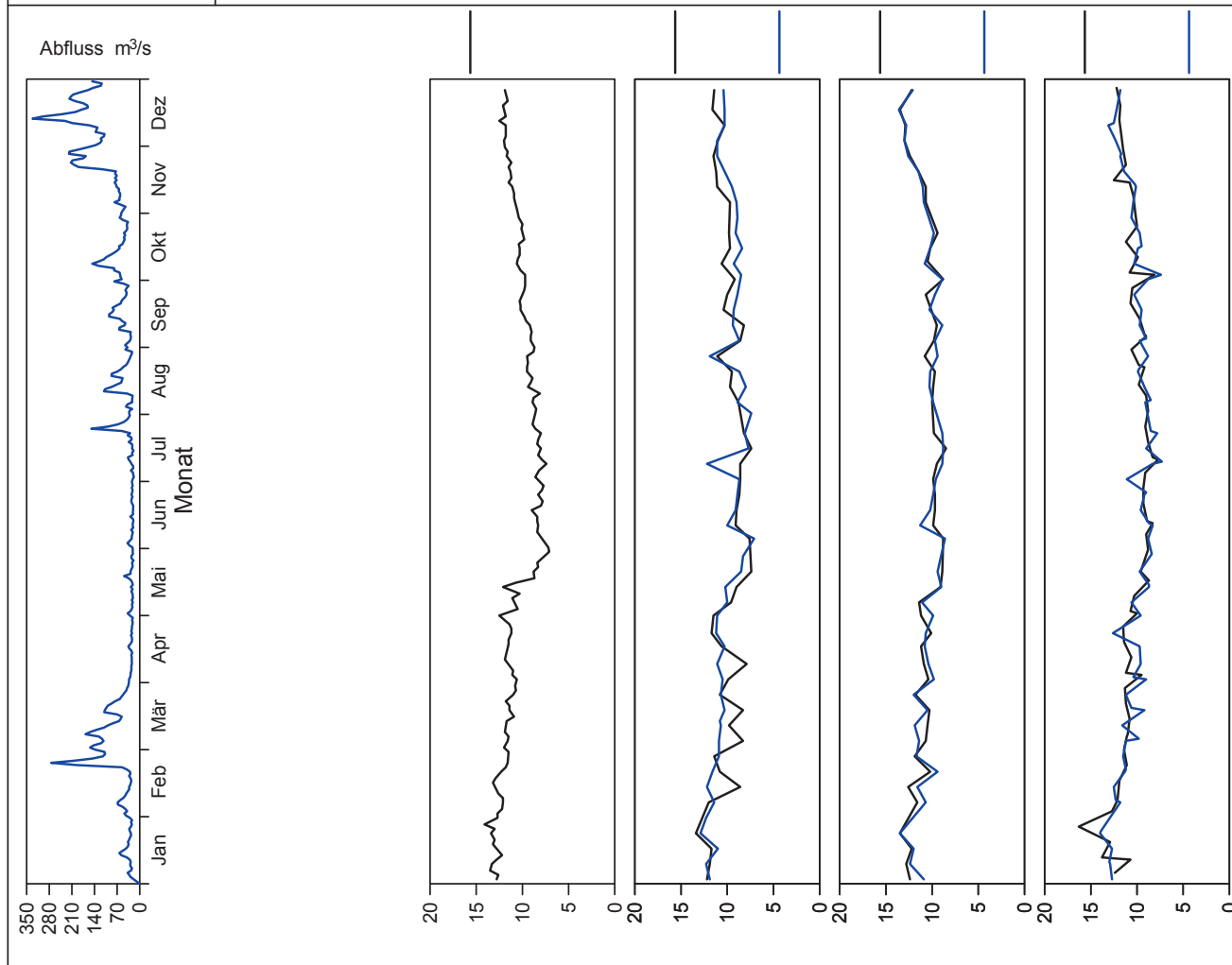


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gelöster organisch gebundener Kohlenstoff (DOC) Einheit: mg/l
 Zielwert: 3 mg/l (wenn nicht gegen bedingt)

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	136		48	53	48	48	59	71
Arith. Jahresmittel	2,4	2,4	3,0		2,5	2,5	2,7	2,7	2,4	2,6
Geom. Jahresmittel	2,4	2,3	2,9		2,5	2,5	2,7	2,6	2,4	2,5
Geom. Sommermittel	2,6	2,6	3,3		2,8	2,8	2,9	2,9	2,6	2,7
Geom. Wintermittel	2,2	2,1	2,8		2,2	2,2	2,5	2,4	2,1	2,4
Maximalwert	3,1	3,1	5,3		3,5	4,2	4,4	4,5	4,5	4,7
Datum des Max.	12.06	07.06	14.08		Mehrere	14.08	02.10	02.10	27.07	09.10
90-Perzentil	2,8	2,8	4,0		3,2	3,3	3,3	3,4	3,1	3,5
50-Perzentil	2,3	2,4	3,0		2,4	2,5	2,8	2,6	2,4	2,6
10-Perzentil	1,9	1,9	2,2		2,1	1,9	2,0	2,0	1,8	1,8
Minimalwert	1,9	1,8	1,3		1,7	1,4	1,7	1,4	1,6	1,5
Datum des Min.	03.04	06.03	22.12		Mehrere	27.12	13.02	18.12	Mehrere	13.03

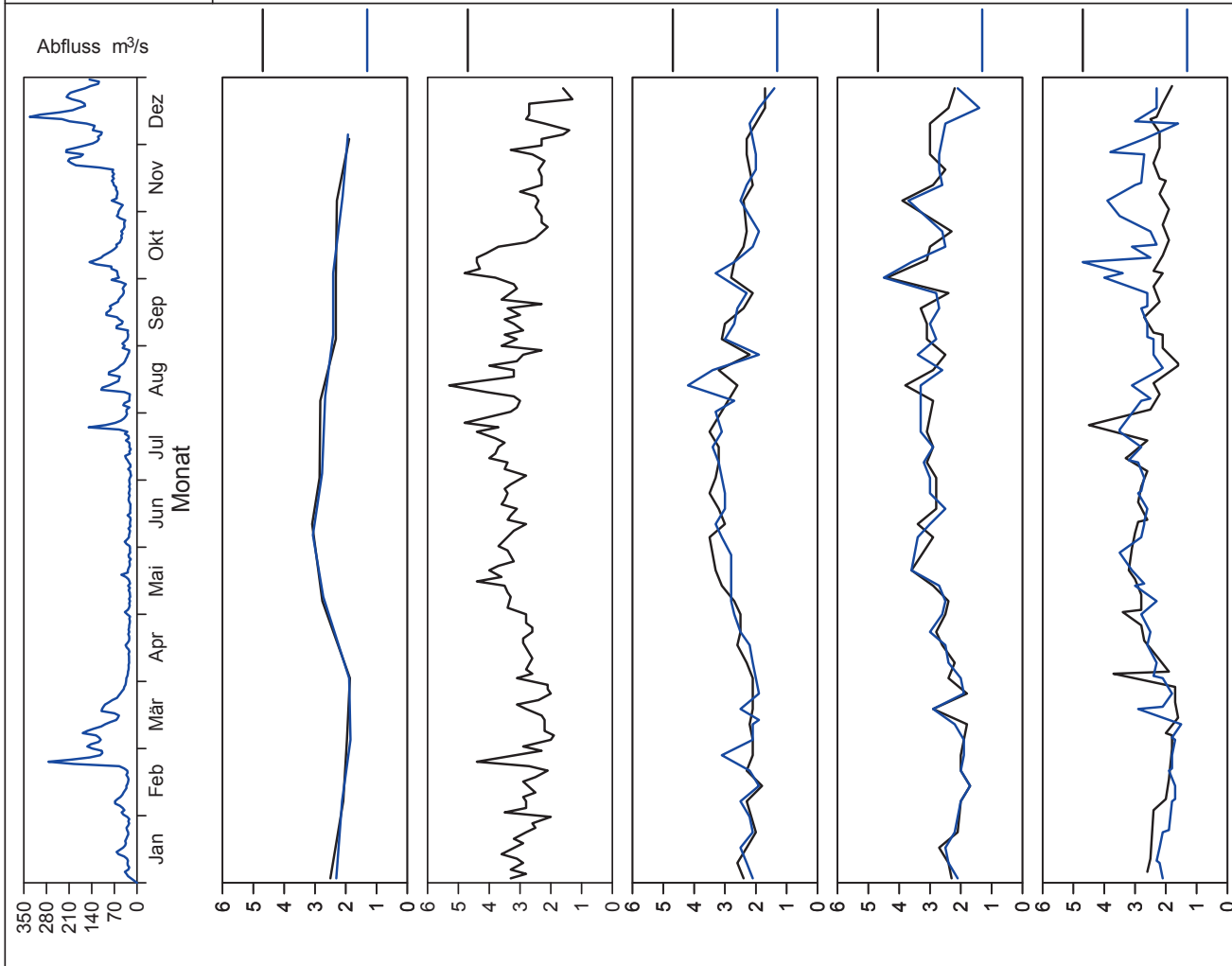


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm

Einheit: 1/m

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	136		49	53	49	48	62	71
Arith. Jahresmittel	6,1	5,9	6,2		6,2	6,5	6,2	6,1	6,1	5,9
Geom. Jahresmittel	6,0	5,9	6,0		5,9	6,3	6,0	5,9	6,0	5,7
Geom. Sommermittel	6,5	6,3	6,6		6,9	7,0	6,3	6,2	6,4	6,0
Geom. Wintermittel	5,6	5,4	5,6		5,1	5,8	5,7	5,5	5,6	5,3
Maximalwert	7,9	7,6	13,6		15,3	13,3	12,5	12,9	15,4	11,2
Datum des Max.	12.06	07.06	28.07		14.08	14.08	02.10	02.10	27.07	02.10
90-Perzentil	7,6	7,0	8,0		7,9	8,2	7,9	8,3	7,2	7,8
50-Perzentil	6,0	6,0	6,2		5,6	6,4	5,9	6,0	6,1	5,8
10-Perzentil	4,9	4,8	4,6		4,5	4,8	4,4	4,3	4,6	4,2
Minimalwert	4,6	4,5	3,1		4,0	3,9	3,8	3,6	3,8	2,1
Datum des Min.	03.04	03.04	Mehrere		Mehrere	15.03	13.02	13.02	16.02	13.03

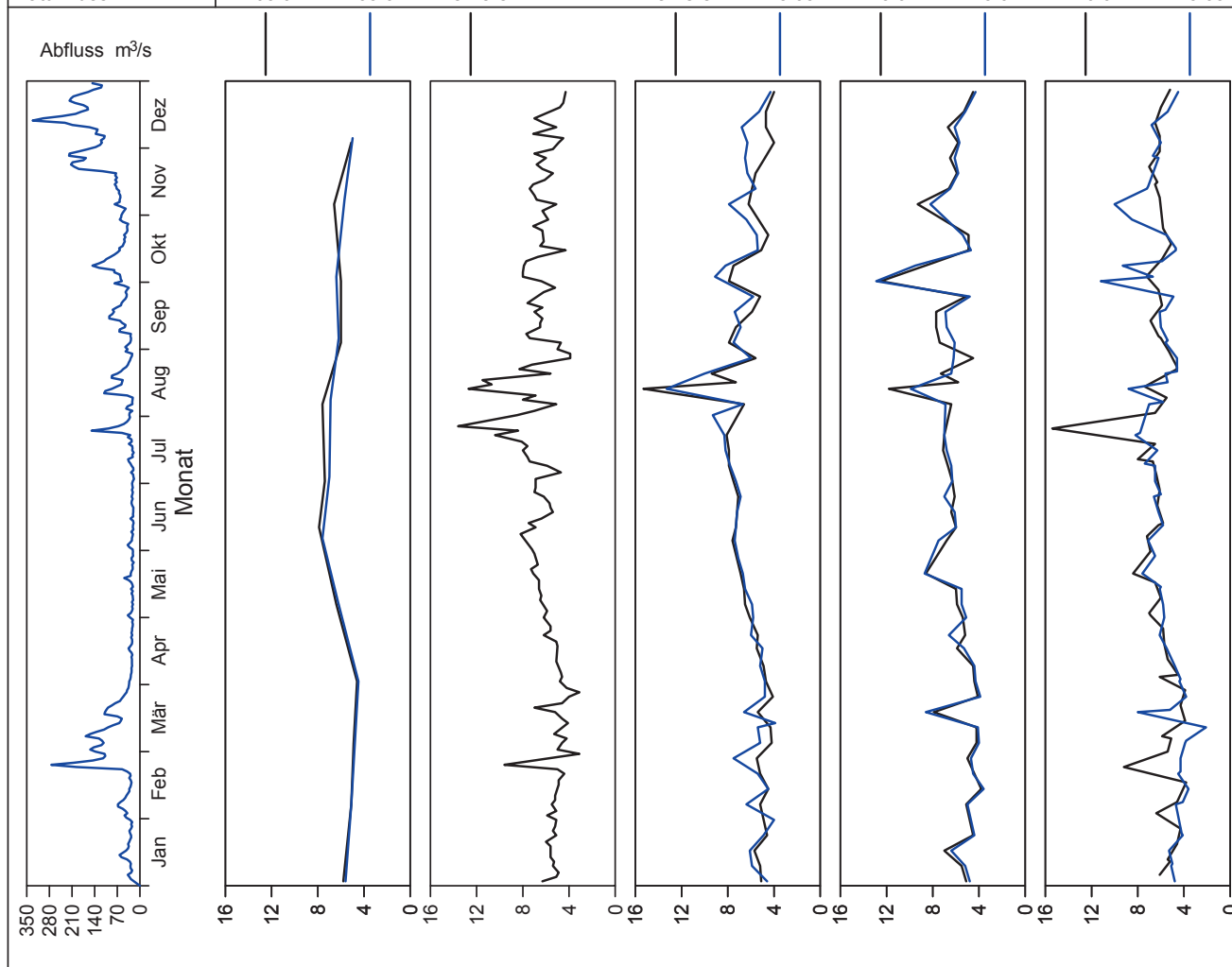


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436 nm

Einheit: 1/m

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte			136		4	53	4	4	51	3
Arith. Jahresmittel			0,39		0,42	0,44	0,30	0,32	0,38	0,30
Geom. Jahresmittel			0,37		0,41	0,42	0,29	0,32	0,36	0,30
Geom. Sommermittel			0,41		0,49	0,45	0,35	0,35	0,40	0,30
Geom. Wintermittel			0,33		0,35	0,39	0,24	0,30	0,33	0,30
Maximalwert			0,80		0,60	1,00	0,40	0,40	1,00	0,30
Datum des Max.			Mehrere		21.08	06.11	21.08	21.08	27.07	Mehrere
90-Perzentil			0,50		0,54	0,60	0,37	0,37	0,50	0,30
50-Perzentil			0,40		0,40	0,40	0,30	0,30	0,40	0,30
10-Perzentil			0,30		0,33	0,30	0,23	0,30	0,30	0,30
Minimalwert			0,10		0,30	0,20	0,20	0,30	0,20	0,30
Datum des Min.			11.12		20.11	Mehrere	20.02	Mehrere	Mehrere	Mehrere

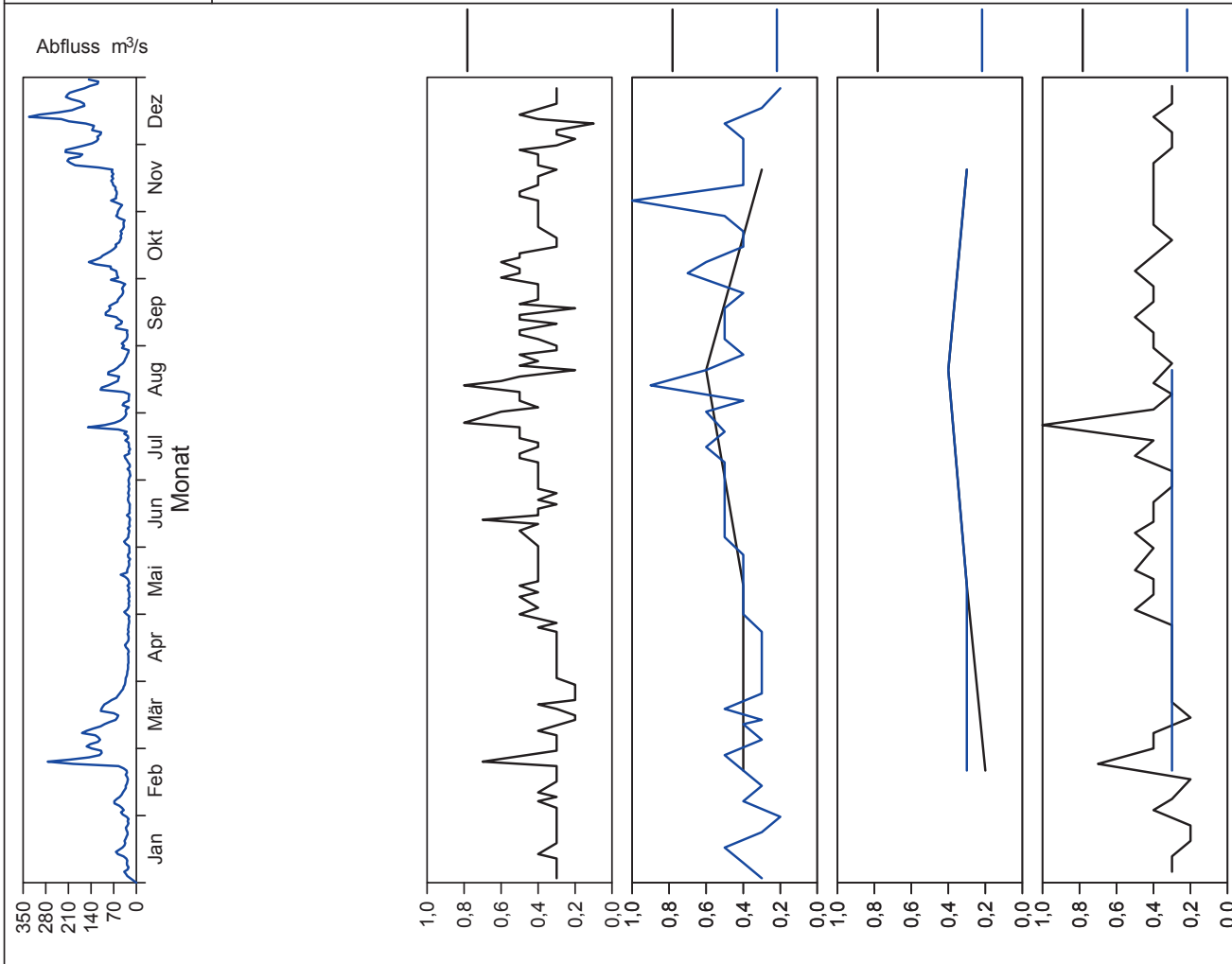


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Ammonium

Einheit: mg/l

Zielwert: 0.3 mg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	136		48	53	48	48	62	46
Arith. Jahresmittel	0,04	0,06	0,06		< 0,05	0,07	0,07	0,07	0,06	0,05
Geom. Jahresmittel	0,03	0,04	0,05		< 0,05	0,05	< 0,05	0,05	0,04	< 0,05
Geom. Sommermittel	0,03	0,06	0,04		< 0,05	0,03	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05
Geom. Wintermittel	0,03	0,03	0,06		< 0,05	0,08	0,07	0,06	0,05	< 0,05
Maximalwert	0,09	0,13	0,19		0,18	0,27	0,28	0,32	0,37	0,16
Datum des Max.	Mehrere	07.06	Mehrere		16.01	16.01	23.10	09.01	09.03	10.04
90-Perzentil	0,09	0,08	0,10		0,08	0,12	0,15	0,13	0,14	0,11
50-Perzentil	0,04	0,04	0,05		< 0,05	0,06	0,05	0,06	0,04	0,05
10-Perzentil	0,02	0,03	0,03		< 0,05	0,02	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05
Minimalwert	< 0,02	< 0,02	0,01		< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05
Datum des Min.	02.01	06.12	Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	09.11	Mehrere

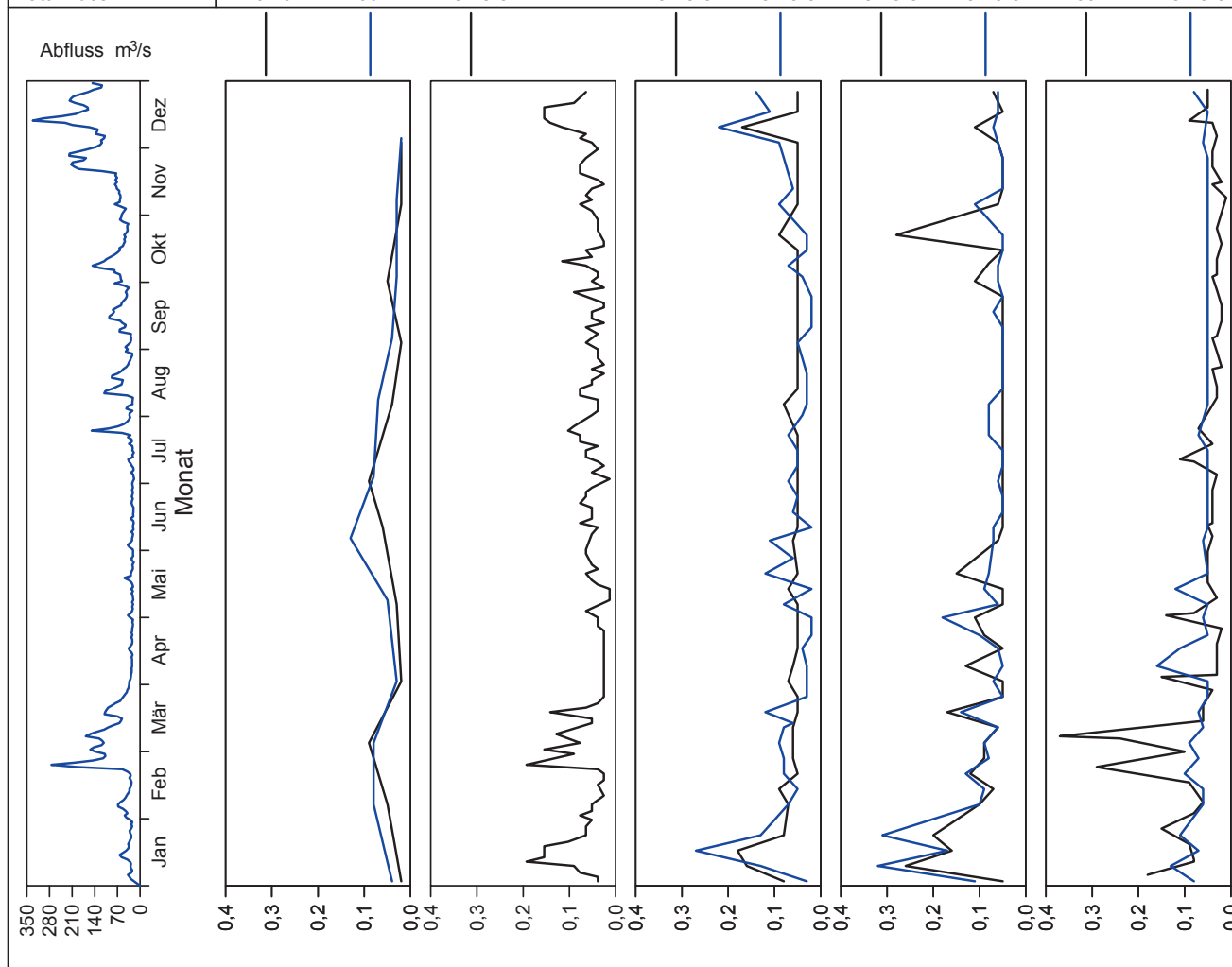


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Nitrat
Zielwert: 25 mg/l

Einheit: mg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	136		48	52	48	48	63	46
Arith. Jahresmittel	11	11	11		12	11	13	13	11	12
Geom. Jahresmittel	11	11	11		12	11	13	13	11	12
Geom. Sommermittel	9	9	9		10	10	11	11	10	10
Geom. Wintermittel	13	13	13		14	12	15	15	13	14
Maximalwert	15	16	16		17	16	19	19	17	18
Datum des Max.	06.02	06.02	Mehrere		27.02	13.02	27.02	06.02	08.03	06.02
90-Perzentil	15	15	14		15	15	17	17	14	15
50-Perzentil	11	12	11		12	11	13	13	12	12
10-Perzentil	9	7	8		9	9	10	9	8	9
Minimalwert	7	7	7		7	6	8	8	7	8
Datum des Min.	03.07	05.07	Mehrere		10.07	24.07	24.07	17.07	13.07	17.07

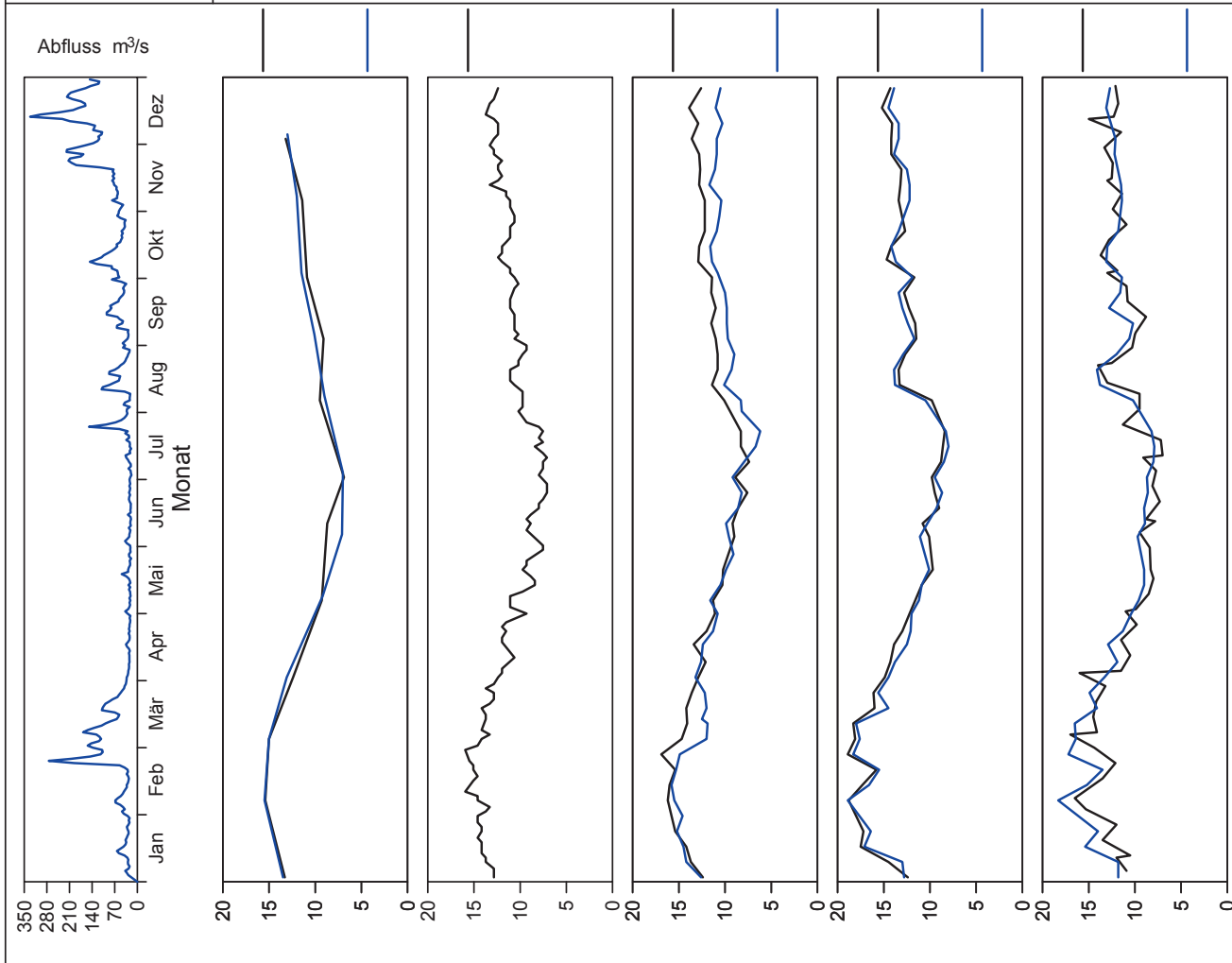


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gesamtes gelöstes Phosphat

Einheit: mg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	136		48	52	48	48	51	48
Arith. Jahresmittel	< 0,30	< 0,30	0,18		0,23	0,18	0,16	0,16	0,17	0,14
Geom. Jahresmittel	< 0,30	< 0,30	0,17		0,22	0,17	0,15	0,15	0,16	0,13
Geom. Sommermittel	< 0,30	< 0,30	0,19		0,24	0,16	0,15	0,15	0,16	0,13
Geom. Wintermittel	< 0,30	< 0,30	0,15		0,20	0,18	0,15	0,14	0,16	0,13
Maximalwert	0,30	0,40	0,34		0,55	0,58	0,28	0,77	0,61	0,21
Datum des Max.	Mehrere	Mehrere	Mehrere		18.09	18.09	13.03	28.08	03.08	Mehrere
90-Perzentil	0,30	0,39	0,27		0,32	0,24	0,22	0,25	0,21	0,21
50-Perzentil	< 0,30	< 0,30	0,17		0,21	0,17	0,15	0,15	0,15	0,12
10-Perzentil	< 0,30	< 0,30	0,11		0,15	0,12	0,09	0,09	0,12	0,09
Minimalwert	< 0,30	< 0,30	0,06		0,06	0,08	0,06	0,06	0,11	0,06
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	02.05		02.05	24.04	23.10	Mehrere	Mehrere	02.05

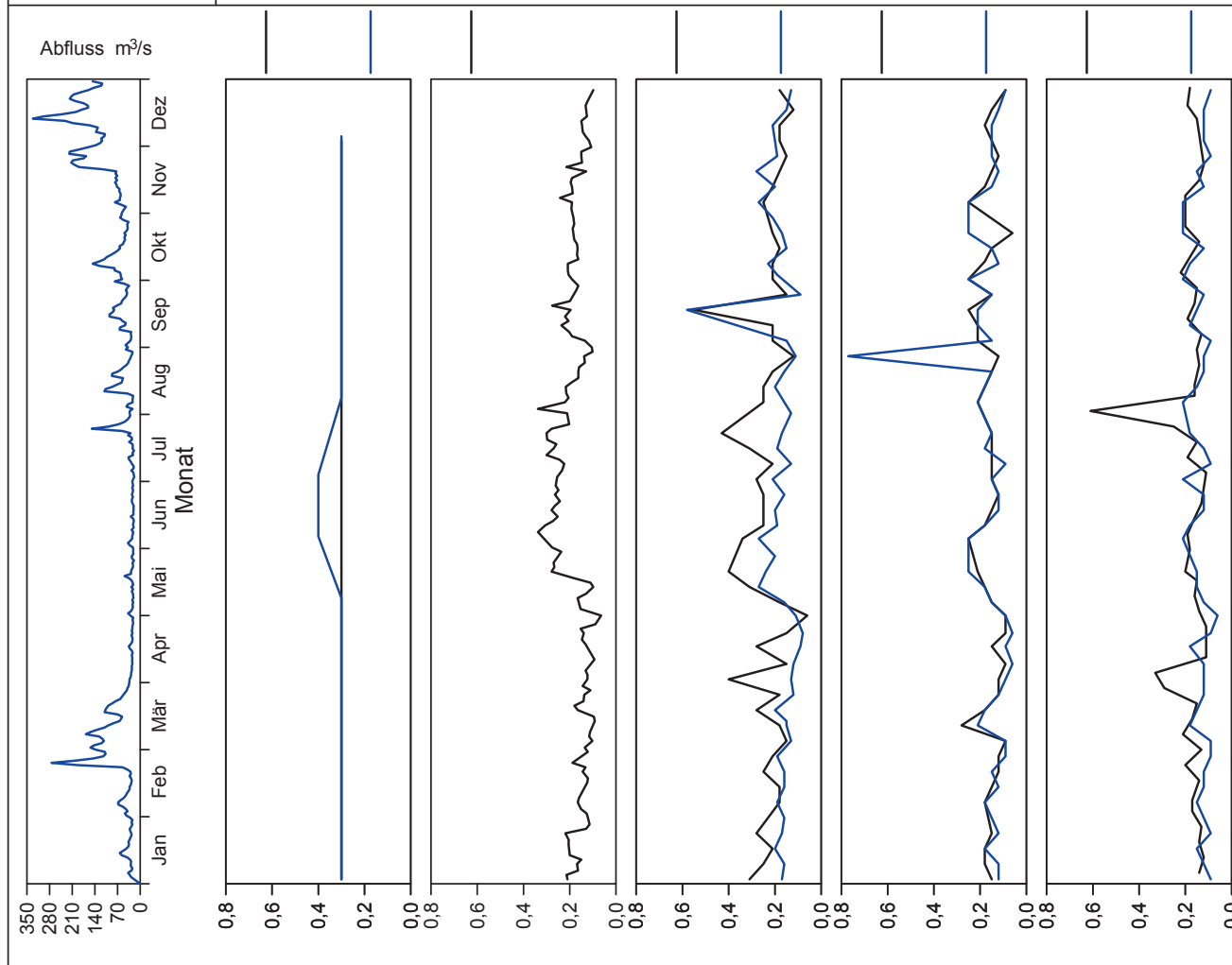


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Cadmium

Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	136		26	53	26	26	23	26
Arith. Jahresmittel	< 0,30	< 0,30	0,06		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Geom. Jahresmittel	< 0,30	< 0,30	0,05		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Geom. Sommermittel	< 0,30	< 0,30	0,05		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Geom. Wintermittel	< 0,30	< 0,30	0,05		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Maximalwert	< 0,30	< 0,30	0,75		< 0,30	0,20	< 0,30	< 0,30	0,20	< 0,30
Datum des Max.	Mehrere	Mehrere	24.02		Mehrere	02.01	Mehrere	Mehrere	13.12	Mehrere
90-Perzentil	< 0,30	< 0,30	0,08		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
50-Perzentil	< 0,30	< 0,30	0,05		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
10-Perzentil	< 0,30	< 0,30	0,03		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Minimalwert	< 0,30	< 0,30	0,03		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	20.10		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

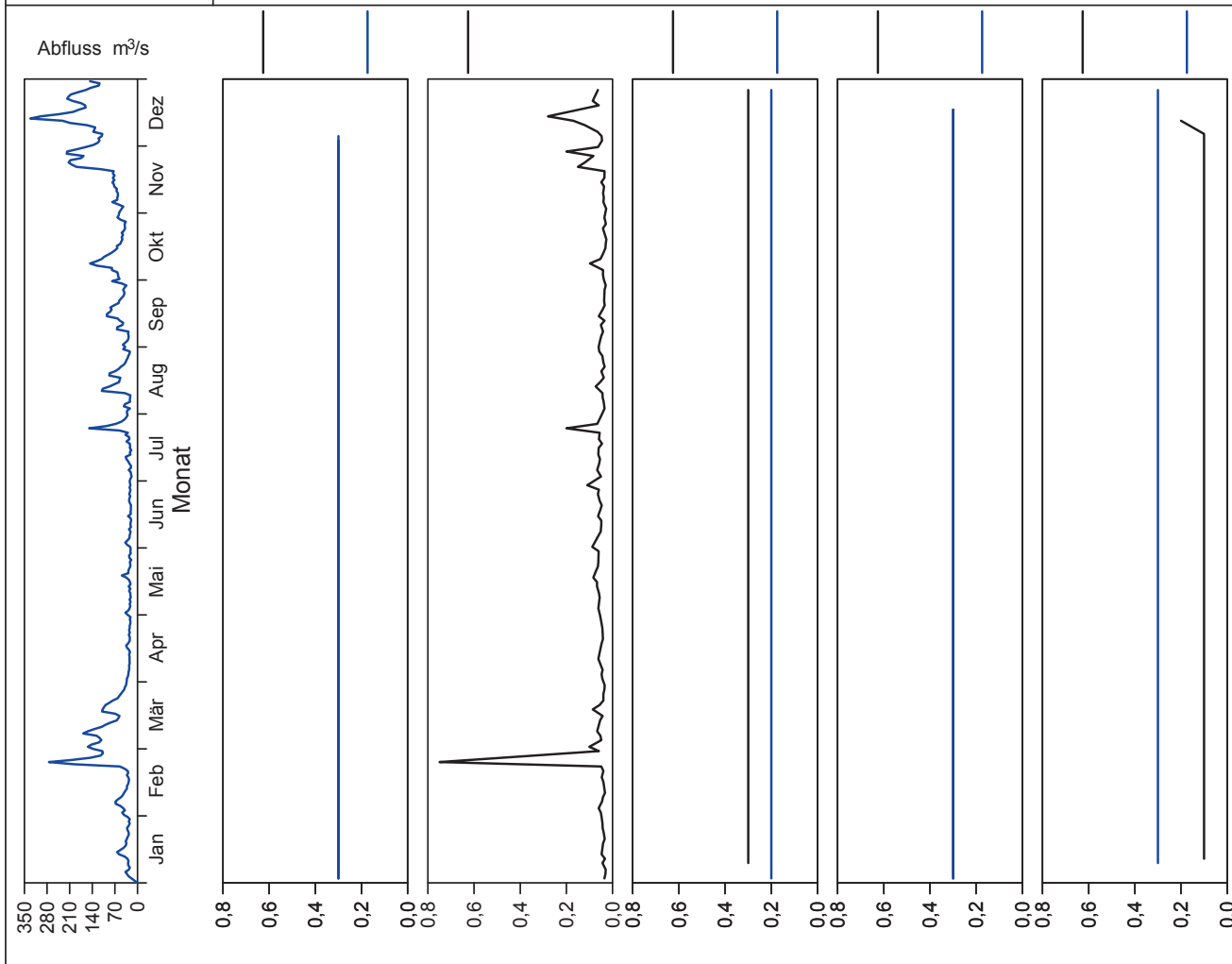


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Chrom

Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	136		26	53	26	26	15	26
Arith. Jahresmittel	< 1,0	< 1,0	0,7		< 2,0	< 1,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Geom. Jahresmittel	< 1,0	< 1,0	< 0,5		< 2,0	< 1,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Geom. Sommermittel	< 1,0	< 1,0	< 0,5		< 2,0	< 1,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Geom. Wintermittel	< 1,0	< 1,0	< 0,5		< 2,0	< 1,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Maximalwert	1,0	< 1,0	11,4		< 2,0	1,6	< 2,0	< 2,0	1,0	< 2,0
Datum des Max.	02.01	Mehrere	24.02		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	11.01	Mehrere
90-Perzentil	< 1,0	< 1,0	1,2		< 2,0	< 1,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
50-Perzentil	< 1,0	< 1,0	0,5		< 2,0	< 1,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
10-Perzentil	< 1,0	< 1,0	< 0,5		< 2,0	< 1,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Minimalwert	< 1,0	< 1,0	< 0,5		< 2,0	< 1,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

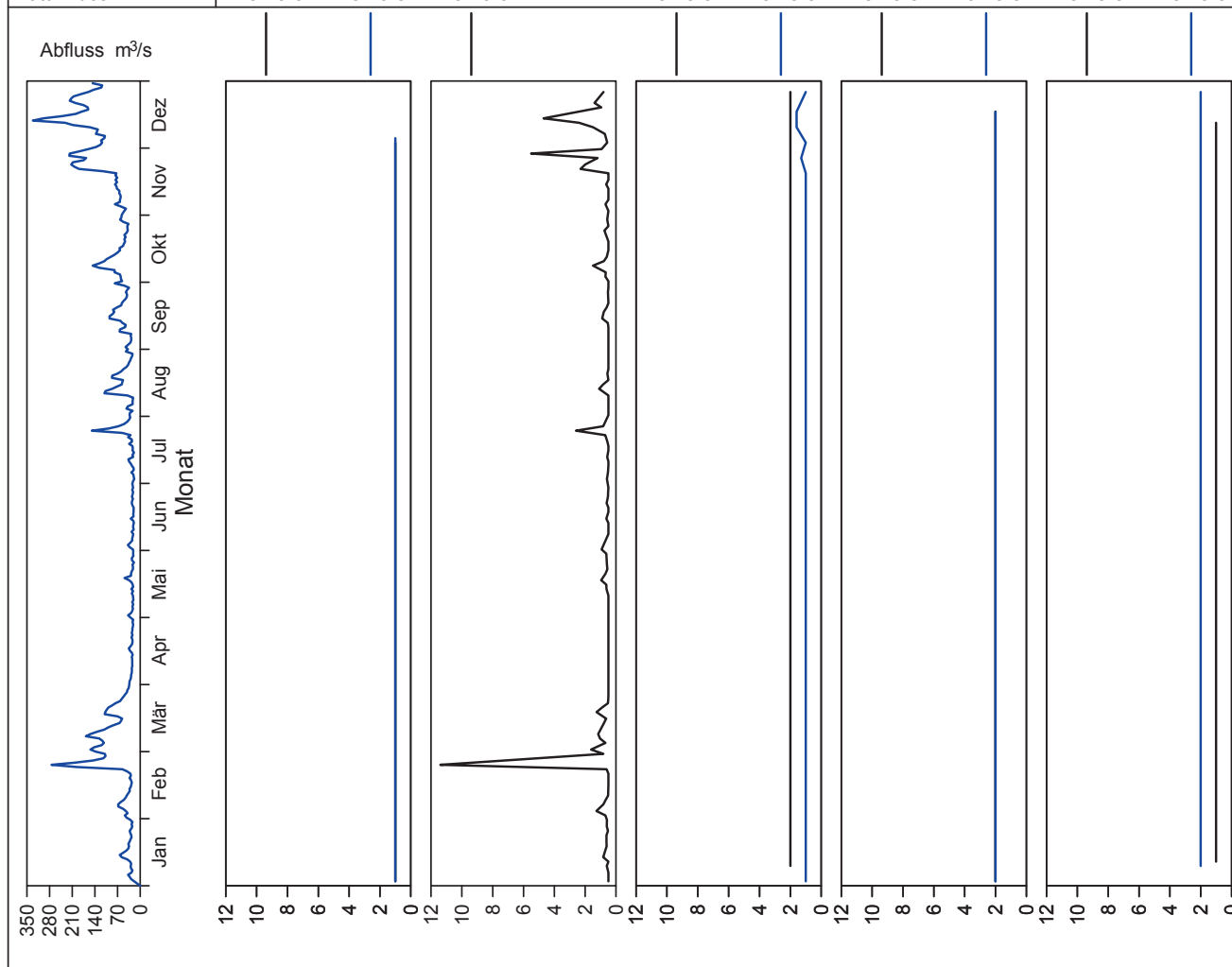


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Nickel

Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	136		26	53	26	26	23	26
Arith. Jahresmittel	2,3	2,3	2,5		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	1,8	< 2,0
Geom. Jahresmittel	2,3	2,3	2,3		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	1,7	< 2,0
Geom. Sommermittel	2,6	2,4	2,5		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	1,8	< 2,0
Geom. Wintermittel	2,0	2,1	2,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	1,5	< 2,0
Maximalwert	4,0	3,0	15,4		4,0	3,7	3,0	3,0	5,0	< 2,0
Datum des Max.	03.07	Mehrere	24.02		08.05	11.12	Mehrere	17.07	05.04	Mehrere
90-Perzentil	3,0	3,0	3,2		2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	< 2,0
50-Perzentil	2,0	2,0	2,2		< 2,0	2,1	< 2,0	< 2,0	1,8	< 2,0
10-Perzentil	2,0	2,0	1,8		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	1,0	< 2,0
Minimalwert	2,0	2,0	1,4		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	1,0	< 2,0
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

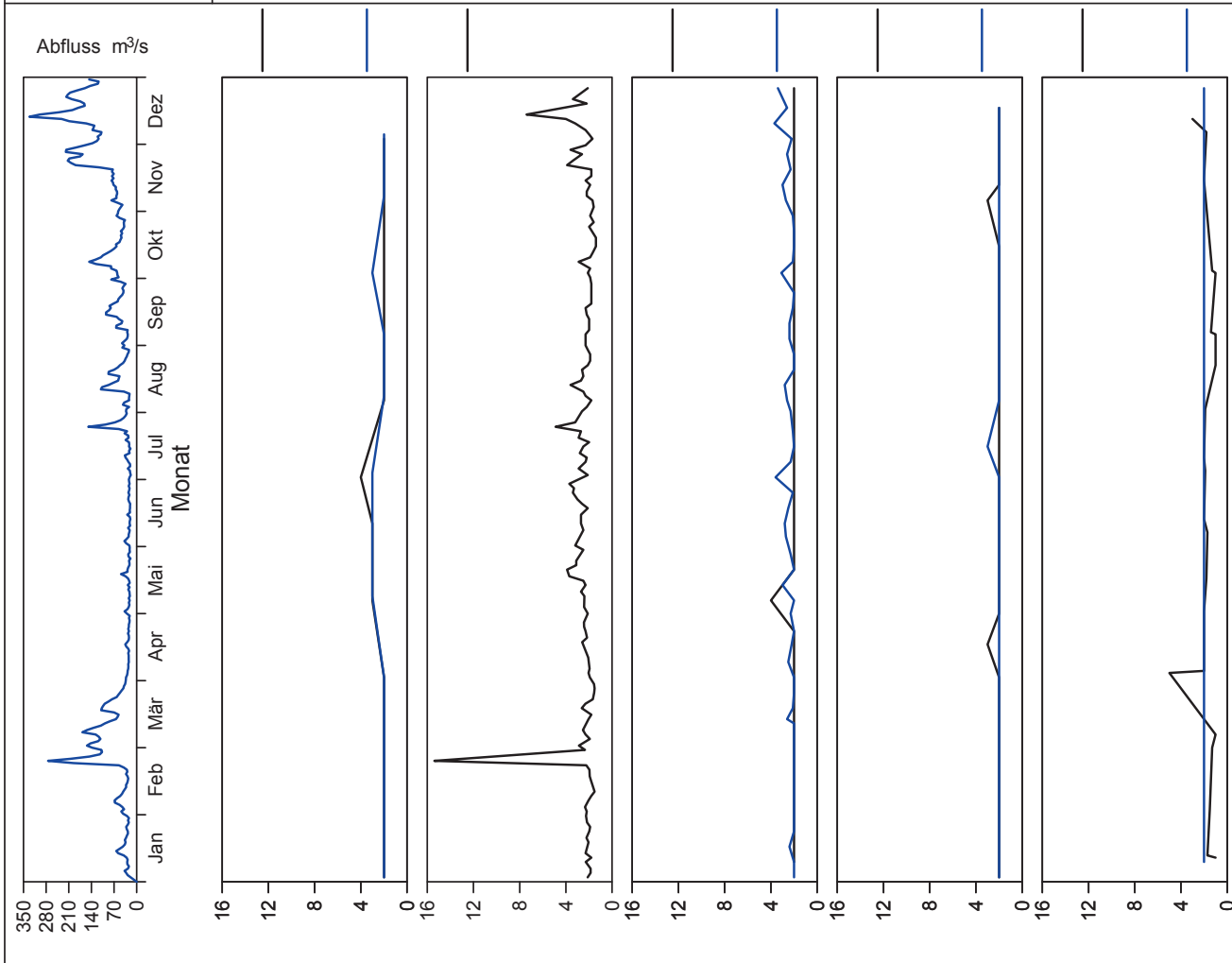


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gelöstes Mangan

Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte			136		48	53	48	48	27	48
Arith. Jahresmittel			12		13	25	18	10	17	14
Geom. Jahresmittel			< 10		12	19	9	8	16	11
Geom. Sommermittel			< 10		10	18	6	6	20	14
Geom. Wintermittel			< 10		14	20	13	9	14	8
Maximalwert			68		30	82	362	27	28	35
Datum des Max.			29.03		Mehrere	24.07	23.10	13.03	03.08	12.06
90-Perzentil			23		20	52	17	18	23	22
50-Perzentil			13		12	23	12	10	16	13
10-Perzentil			< 10		6	< 10	4	2	11	6
Minimalwert			< 10		4	< 10	< 2	< 2	9	< 2
Datum des Min.			Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	09.11	Mehrere

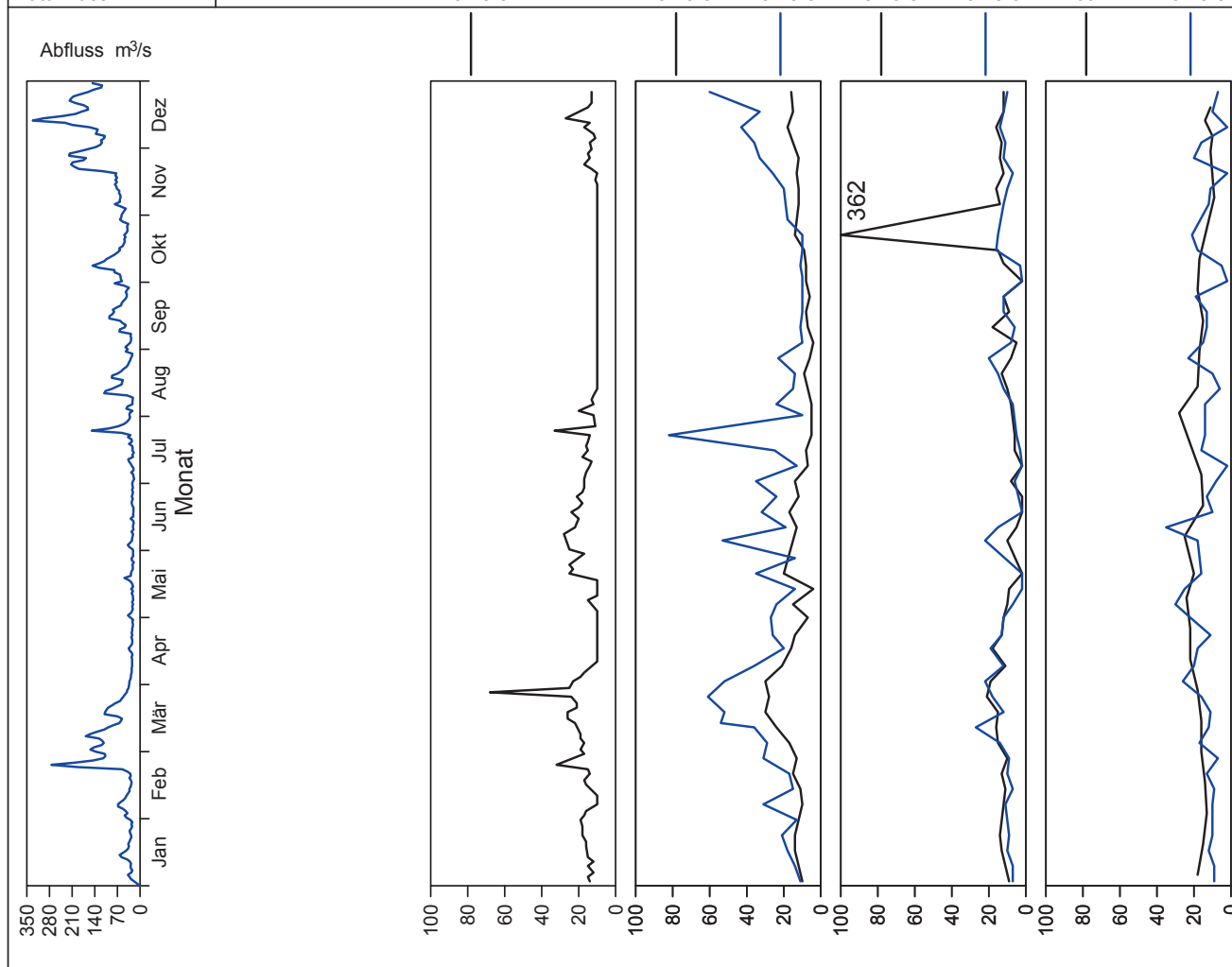


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Chlorid
Zielwert: 100 mg/l

Einheit: mg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	136		48	53	48	48	63	46
Arith. Jahresmittel	58	60	52		40	38	38	35	29	28
Geom. Jahresmittel	55	56	48		38	36	36	33	28	26
Geom. Sommermittel	64	67	55		41	39	39	36	29	28
Geom. Wintermittel	47	48	46		35	34	33	30	27	25
Maximalwert	87	89	100		86	83	77	75	60	66
Datum des Max.	03.07	05.07	14.07		16.01	16.01	16.01	16.01	12.01	16.01
90-Perzentil	80	76	77		52	49	51	46	37	36
50-Perzentil	54	60	49		38	38	36	34	28	26
10-Perzentil	32	35	29		24	24	23	22	19	17
Minimalwert	31	30	21		21	20	18	17	15	13
Datum des Min.	Mehrere	06.03	Mehrere		Mehrere	27.11	Mehrere	09.10	27.07	09.10

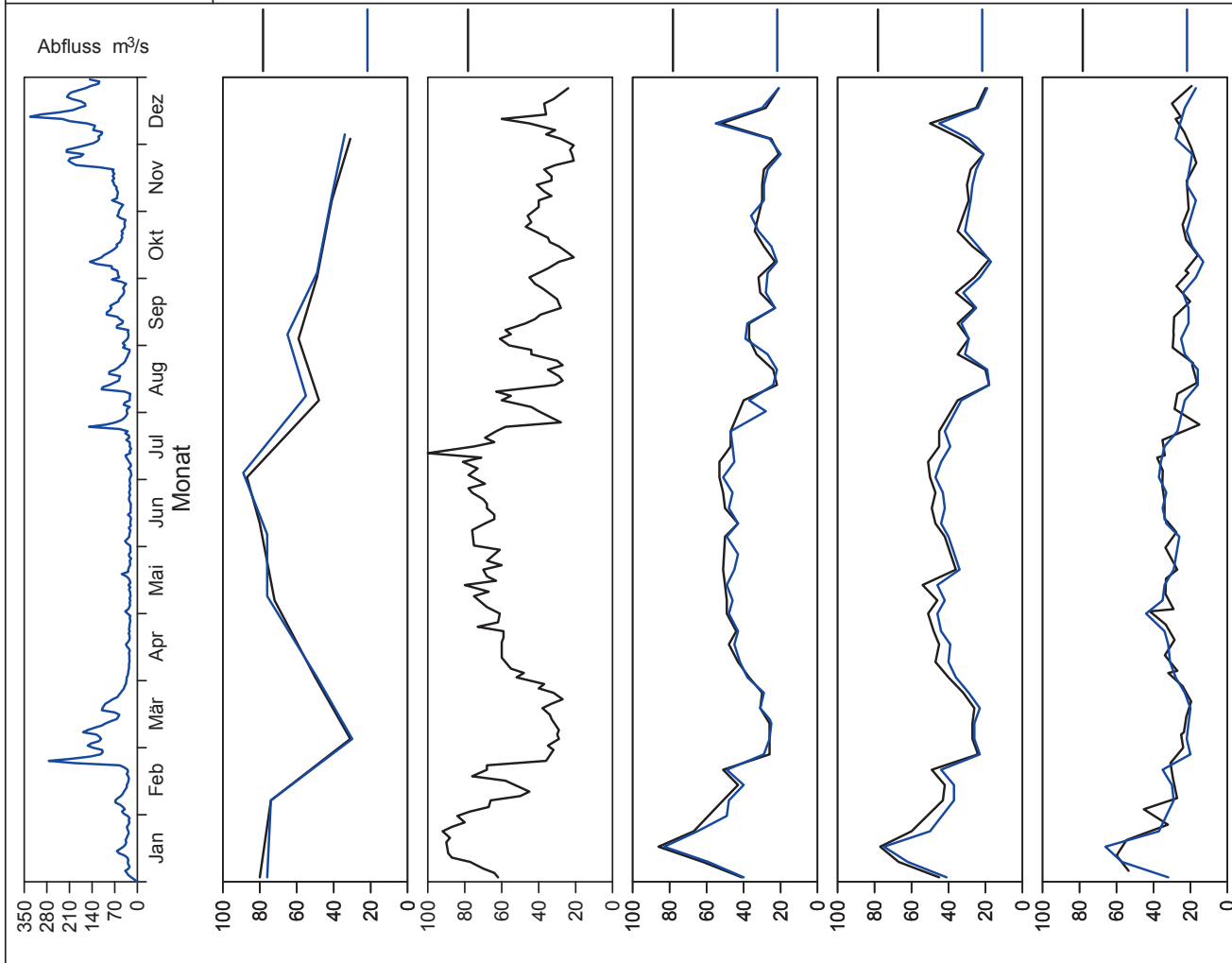


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX) Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte			135		18		18	18	11	18
Arith. Jahresmittel			6,3		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Geom. Jahresmittel			< 5,0		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Geom. Sommermittel			6,2		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Geom. Wintermittel			< 5,0		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Maximalwert			35,0		15,0		13,0	13,0	13,0	14,0
Datum des Max.			06.01		24.07		02.10	02.10	05.04	12.06
90-Perzentil			10,0		13,3		11,3	12,0	< 10,0	11,0
50-Perzentil			6,0		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
10-Perzentil			< 5,0		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Minimalwert			< 5,0		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Datum des Min.			Mehrere		Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

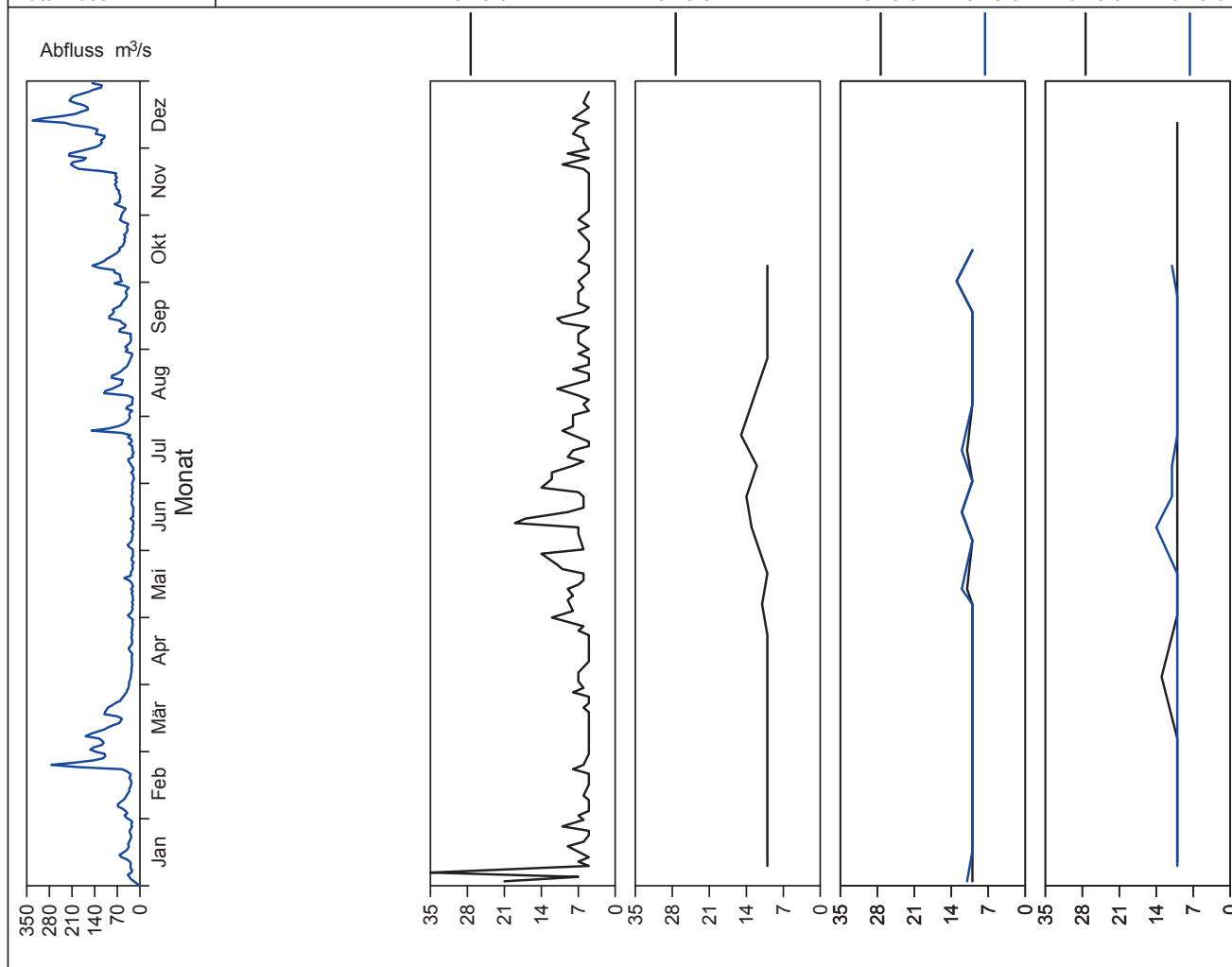


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Tetrachlorethen
 Zielwert: 0.1 µg/l

Einheit: µg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte					26	53	26	26	11	27
Arith. Jahresmittel					< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Jahresmittel					< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Sommermittel					< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Wintermittel					< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Maximalwert					< 0,10	< 0,10	0,10	0,10	< 0,10	< 0,10
Datum des Max.					Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere
90-Perzentil					< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,10	< 0,10	< 0,10
50-Perzentil					< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,10	< 0,10	< 0,10
10-Perzentil					< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Minimalwert					< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Datum des Min.					Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

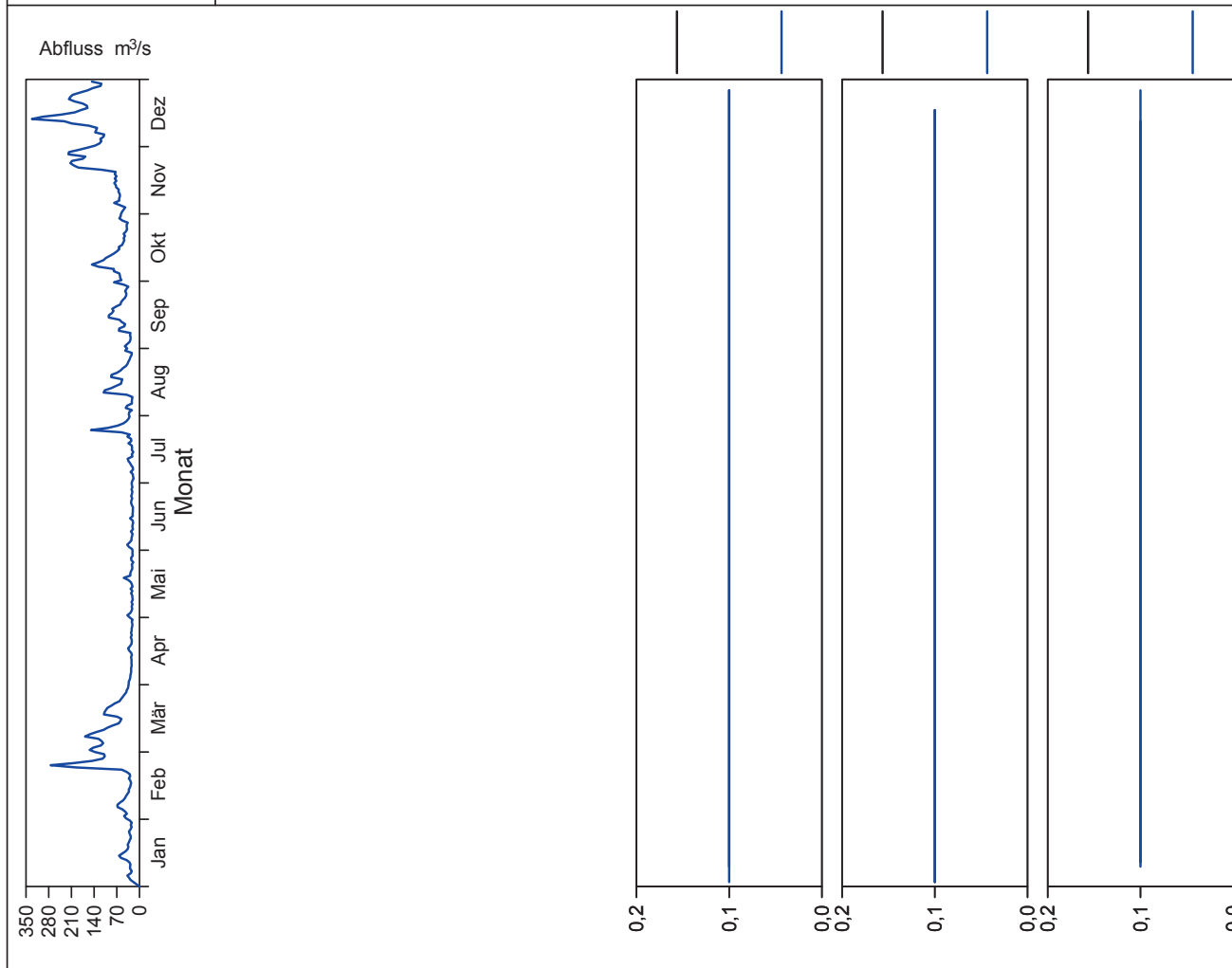


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Trichlorethen

Einheit: µg/l

Zielwert: 0.1 µg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte					26	53	26	26	11	27
Arith. Jahresmittel					< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Jahresmittel					< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Sommermittel					< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Wintermittel					< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Maximalwert					< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Datum des Max.					Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere
90-Perzentil					< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
50-Perzentil					< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
10-Perzentil					< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Minimalwert					< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Datum des Min.					Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

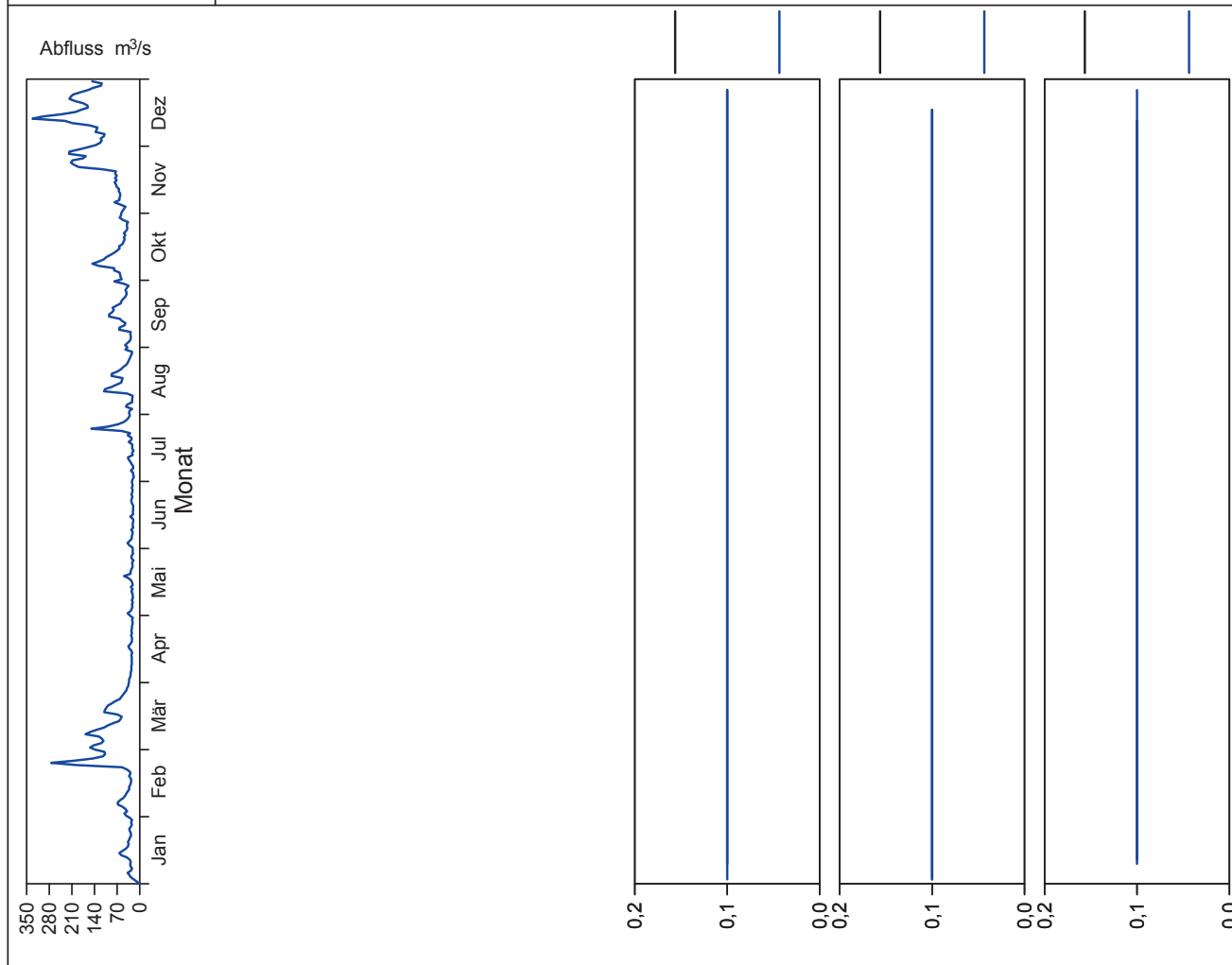


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Diethyltrinitrilopentaessigsäure (DTPA)

Einheit: µg/l

Zielwert: 1 µg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	4		129		12	12	12	12		12
Arith. Jahresmittel	< 1,0		< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Geom. Jahresmittel	< 1,0		< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Geom. Sommermittel	< 1,0		< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Geom. Wintermittel	< 1,0		< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Maximalwert	< 1,0		1,3		2,2	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Datum des Max.	Mehrere		30.10		13.11	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere
90-Perzentil	< 1,0		< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
50-Perzentil	< 1,0		< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
10-Perzentil	< 1,0		< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Minimalwert	< 1,0		< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Datum des Min.	Mehrere		Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere

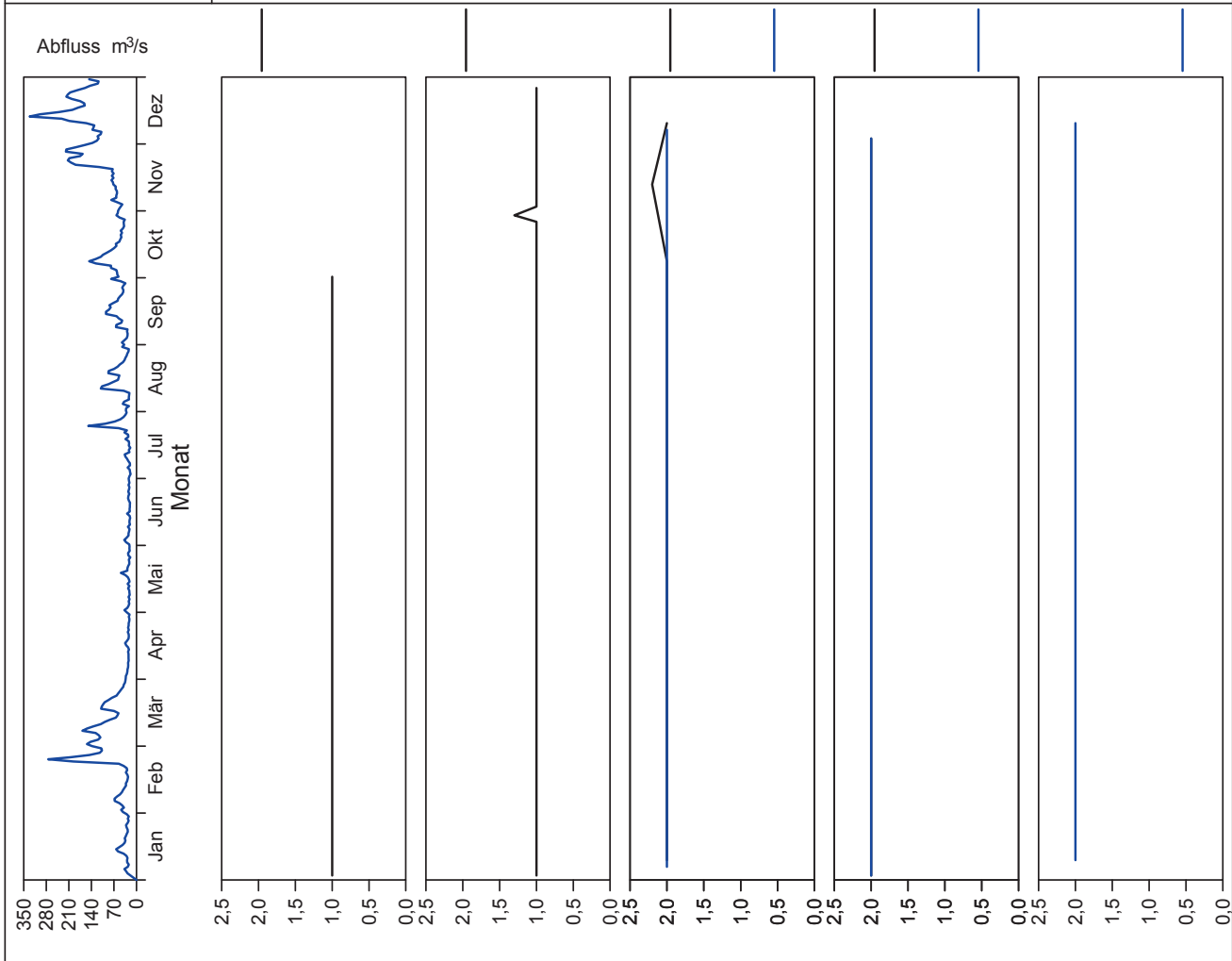


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)

Einheit: µg/l

Zielwert: 1 µg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	4		136		24	12	24	24		24
Arith. Jahresmittel	5,5		3,6		3,2	9,4	2,0	1,5		1,1
Geom. Jahresmittel	5,4		3,1		2,7	6,7	1,6	1,1		< 1,0
Geom. Sommermittel	4,8		4,1		3,5	7,1	1,6	1,3		1,0
Geom. Wintermittel	6,0		2,7		2,0	6,3	1,6	1,1		< 1,0
Maximalwert	6,6		10,0		11,9	30,0	6,6	3,9		3,8
Datum des Max.	02.10		26.06		09.01	06.01	02.01	02.01		09.01
90-Perzentil	6,5		6,2		4,2	16,6	3,4	2,9		2,5
50-Perzentil	5,9		3,2		3,1	7,4	1,6	1,3		1,0
10-Perzentil	4,2		1,5		1,3	4,0	1,0	< 1,0		< 1,0
Minimalwert	3,6		0,7		1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Datum des Min.	03.04		06.03		13.03	08.12	Mehrere	Mehrere		Mehrere

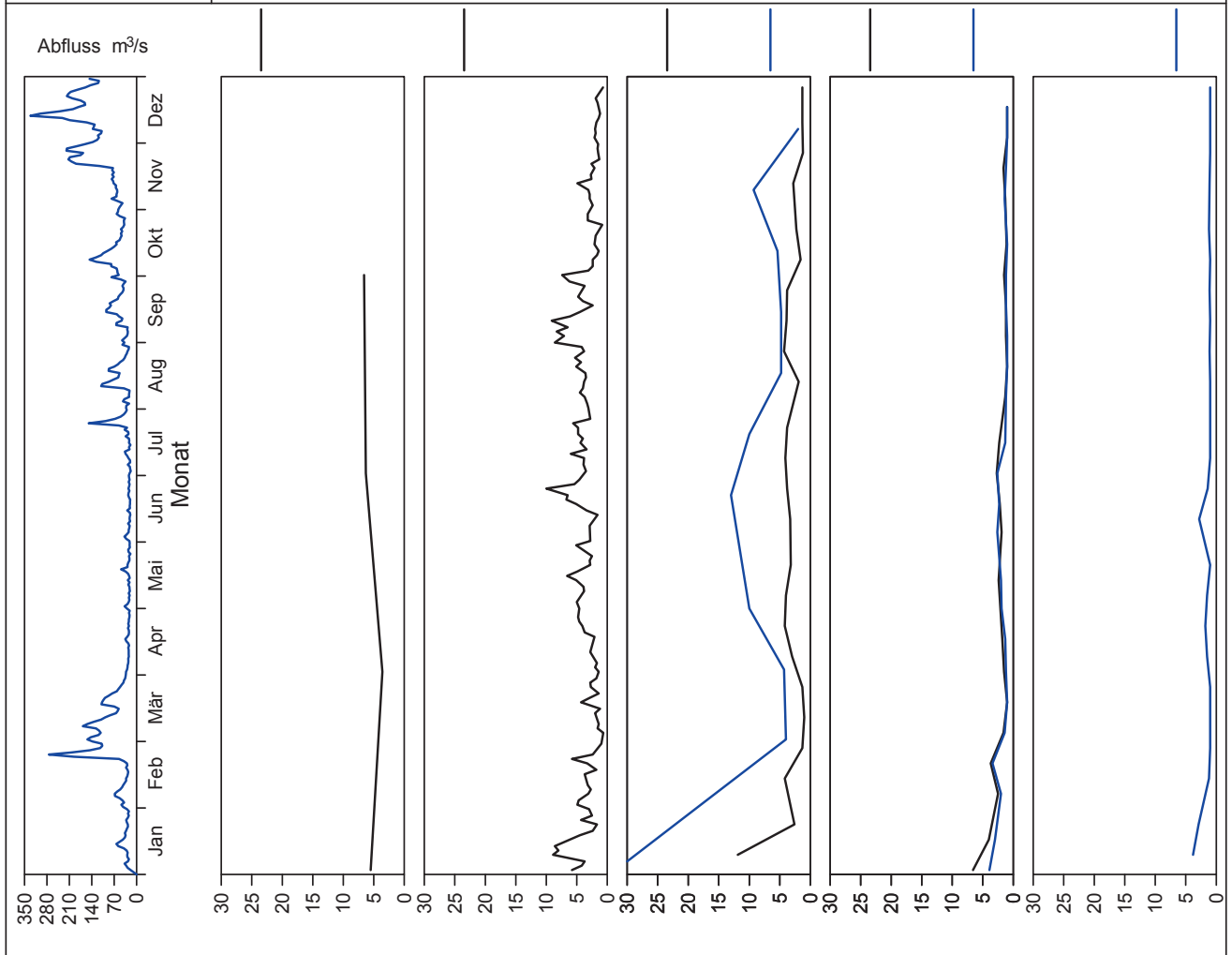


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Nitritotriessigsäure (NTA)

Einheit: µg/l

Zielwert: 1 µg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	4		136		24	12	24	24		24
Arith. Jahresmittel	< 1,0		< 0,5		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Geom. Jahresmittel	< 1,0		< 0,5		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Geom. Sommermittel	< 1,0		< 0,5		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Geom. Wintermittel	< 1,0		< 0,5		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Maximalwert	1,1		0,9		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Datum des Max.	03.07		Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere
90-Perzentil	< 1,0		0,5		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
50-Perzentil	< 1,0		< 0,5		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
10-Perzentil	< 1,0		< 0,5		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Minimalwert	< 1,0		< 0,5		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Datum des Min.	Mehrere		Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere

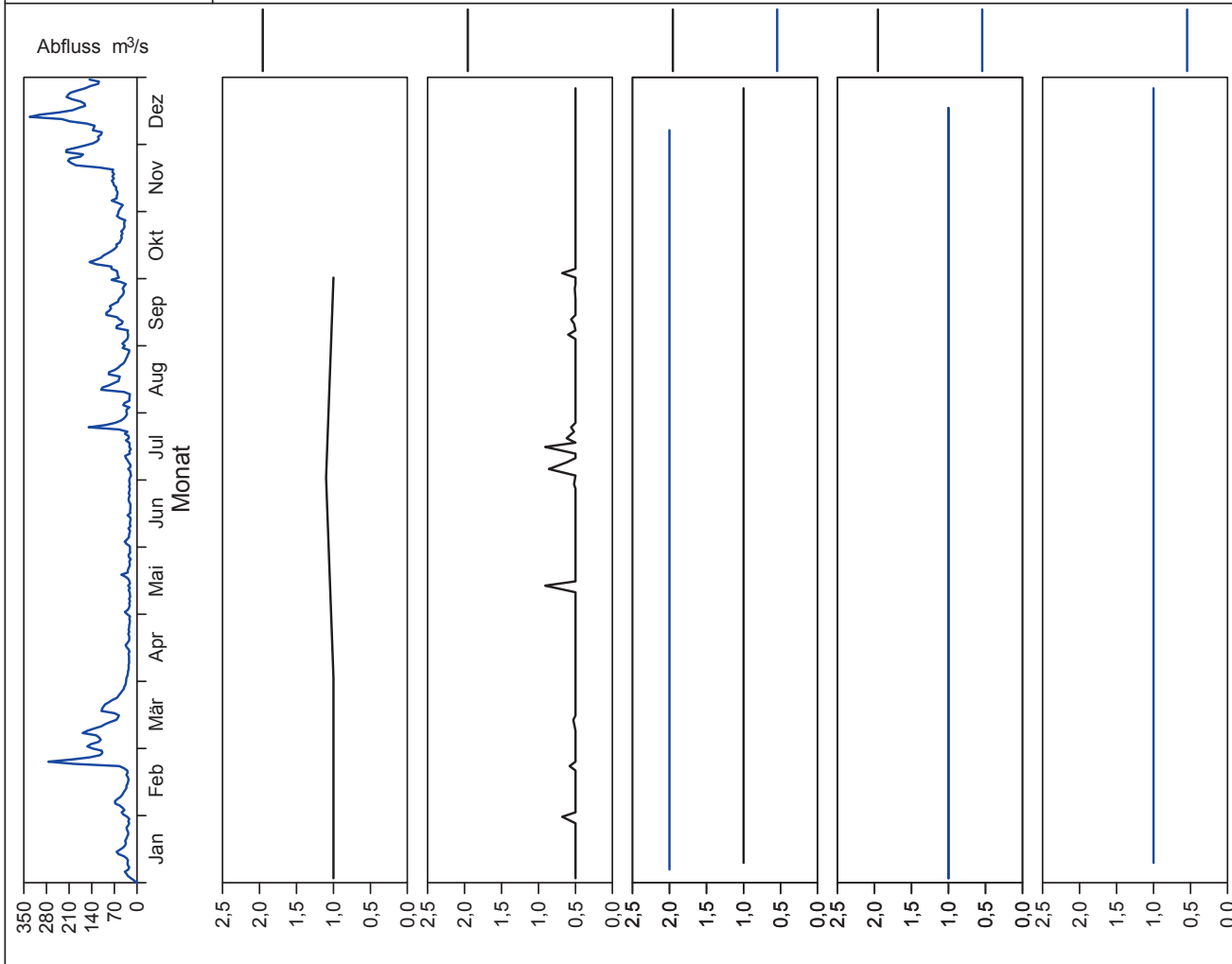


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Tabelle 23.5: Im Ruhrwasser bestimmte PSM und Überschreitungen der Trinkwassergrenzwerte von 100 ng/l bzw. der Zielwerte von 50 ng/l
 Table 23.5: Pesticides measured in the Ruhr water and exceedings of the limit for drinking water of 100 ng/l and the target value of 50 ng/l respectively

KenngroÙe	Zahl der ausgewerteten Analysen	Zahl der Proben mit positivem Befund	Anteil der Proben mit positivem Befund	Zahl der Proben mit Werten >100 ng/l	Anteil der Proben mit Werten >100 ng/l	Zahl der Proben mit Werten >50 ng/l	Anteil der Proben mit Werten >50 ng/l	Überschreitung des 90-Perzentils	Maximalwert
			%		%		%		ng/l
Atrazin	94	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Bentazon	189	1	0,5	0	0,0	0	0,0	-	5
Bifenox	95	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Bromoxynil	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Carbetamid	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 25
Carfentraton-ethyl	75	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Chloridazon	75	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Chlorthalonil	88	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Chlortoluron	94	2	2,1	0	0,0	1	1,1	-	96
Clodinafop	94	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Clopyralid	189	1	0,5	0	0,0	0	0,0	-	11
2,4-D	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Desethylatrazin	94	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 25
Desethylterbuthylazin	94	3	3,2	0	0,0	0	0,0	-	41
Desisopropylatrazin	4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Desmedipham	124	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Dichlorprop	94	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Diiflufenikan	94	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Dimefuron	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 25
Diuron	94	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Epoxiconazol	79	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Ethofumesat	75	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Fenpropimorph	79	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Flufenacet	207	1	0,5	0	0,0	1	0,5	-	52
Fluroxypyr	189	3	1,6	0	0,0	0	0,0	-	14
Flurtamone	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 25
Hexazinon	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 25
Ioxynil	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Isoproturon	94	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
MCPA	189	54	28,6	0	0,0	1	0,5	-	90
Mecoprop	94	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Metamitron	94	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Metazachlor	94	1	1,1	0	0,0	0	0,0	-	26
Methabenzthiazuron	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 25
Metolachlor	94	2	2,1	0	0,0	1	1,1	-	58
Metribuzin	75	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Pendimethalin	75	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Phenmedipham	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Propiconazol	79	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Quinmerac	189	11	5,8	0	0,0	2	1,1	-	67
Simazin	94	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 25
Tebuconazol	79	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Terbuthylazin	94	2	2,1	0	0,0	0	0,0	-	47

Messwerte, Tabellen und Diagramme

Tabelle 23.6: Dokumentierte Messgrößen in alphabetischer Reihenfolge
Table 23.6: Documented measured variables in alphabetical order

Qualitätsmerkmal	Tabelle/Seite	Diagramm/Seite	Längsprofil/Seite
Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX)	187	221	201
Ammonium (NH ₄)	187, 188	213	197
Atrazin	227		
Barium (Ba)	187		200, 202
Bentazon	227		
Bifenox	227		
Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (BSB ₅)	187		196
Blei (Pb)	187		198
Borat-Bor (B)	187		197, 202
Bromoxynil	227		
Cadmium (Cd)	187, 188	216	198
Calcium (Ca)	187		199
Carbetamid	227		
Carfentraton-ethyl	227		
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	187		196
Chlorid (Cl)	187, 188	220	200
Chloridazon	227		
Chlorophyll-a	187	207	195
Chlorthalonil	227		
Chlortoluron	227		
Chrom (Cr)	187	217	198
Clodinafop	227		
Clopyralid	227		
Coliforme Bakterien	187, 188	208	195, 202
2,4-D	227		
Desethylatrazin	227		
Desethylterbuthylazin	227		
Desisopropylatrazin	227		
Desmedipham	227		
Dichlorprop	227		
Diethylentriinitropentaessigsäure (DTPA)	187, 188	224	201
Diflufenikan	227		
Dimefuron	227		
Diuron	227		
Eisen (Fe)	187		199
Elektrische Leitfähigkeit	187, 188	204	195, 202
Epoxiconazol	227		
Ethofumesat	227		
Ethylendinitrietetraessigsäure (EDTA)	187, 188	225	201, 202
Fenpropimorph	227		
Flufenacet	227		
Fluorid (F)	187, 188		200

Qualitätsmerkmal	Tabelle/Seite	Diagramm/Seite	Längsprofil/Seite
Fluroxypyr	227		
Flurtamone	227		
Gelöster organisch gebundener Kohlenstoff (DOC)	187, 188	210	196
Gelöster Sauerstoff (O ₂)	187, 188	209	196
Gelöstes Eisen (Fe)	187		199
Gelöstes Mangan (Mn)	187	219	199
Gesamtes gelöstes Phosphat (PO ₄)	187, 188	215	197
Hexazinon	227		
loxynil	227		
Isoproturon	227		
Kalium (K)	187		200
Kupfer (Cu)	187		198
Magnesium (Mg)	187		199
Mangan (Mn)	187		199
MCPA	227		
Mecoprop	227		
Metamitron	227		
Metazachlor	227		
Methabenzthiazuron	227		
Metolachlor	227		
Metribuzin	227		
Natrium (Na)	187		200
Nickel (Ni)	187, 188	218	198, 202
Nitrat (NO ₃)	187, 188	214	197
Nitrilotriessigsäure (NTA)	187, 188	226	201
Nitrit (NO ₂)	187		197
Organisch gebundener Stickstoff	187		197
Pendimethalin	227		
Phenmedipham	227		
pH-Wert	187, 188	205	195
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	187		201
Propiconazol	227		
Quinmerac	227		
Säurekapazität			
Simazin	227		
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	187	211	196
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436 nm	187	212	196
Sulfat (SO ₄)	187, 188		200
Tebuconazol	227		
Terbuthylazin	227		
Tetrachlorethen	188	222	
Trichlorethen	188	223	
Trübung	187	206	195
Wassertemperatur	187, 188	203	195
Zink (Zn)	187		198

Grünebaum, T.:

Medikamente im Wasserkreislauf – Erfahrungen beim Ruhrverband
Pharmaceuticals in water circle – Ruhrverband's perspective
(veröffentlicht in: Tagungsunterlagen zur Konferenz „Mikroschadstoffe - Beweggründe und Angemessenheit“ in Utrecht/NL am 20. und 21. April 2017)

Grünebaum, T.:

Bewertung von Fließgewässern vor dem Hintergrund des Klimawandels - Ergebnisse des DWA-Fachausschusses GB-1
Assessment of water bodies in the light of climate change
(veröffentlicht auf der Website zum 3. DWA-Klimatag an der Universität Duisburg-Essen am 12. September 2017)

Hennerkes, J.:

Alarmphilosophie im Zuge der Automatisierung von Abwasseranlagen beim Ruhrverband
Handling of alarm in terms of an advanced automation of WWTP at the Ruhrverband
(Vortrag auf der 50. Essener Tagung am 22. März 2017 in Aachen)

Hennerkes, J.:

Alarm- und Störmeldefilosophie beim Ruhrverband
Development of a uniform alarm management at the Ruhrverband
(Vortrag auf der 11. Fachtagung Mess- und Regelungstechnik in abwassertechnischen Anlagen, VDI/DWA-Gemeinschaftstagung, am 30./31. Mai 2017 in Wiesbaden-Niedernhausen)

Imhoff, K.; Imhoff, K. R.; Jardin, N.:

Taschenbuch der Stadtentwässerung
Handbook of Urban Drainage
(DIV Deutscher Industrieverlag GmbH, 2017)

Jardin, N.:

Determination of basic design data – flows, loads and other design parameters
Grundlagenermittlung als Voraussetzung zur Planung von Abwasseranlagen
(Vortrag an der 8th DEX summer school – Urban Water Management in Europe, 3. Juli 2017 in Rottenbach, Österreich)

Jardin, N.:

Laws and regulations for wastewater treatment in Europe
Gesetze und Vorgaben für die Abwasserbehandlung in Europa
(Vortrag anl. der 8th DEX summer school – Urban Water Management in Europe, 3. Juli 2017 in Rottenbach, Österreich)

Jardin, N.:

Anlagenpark der Zukunft in der Abwasserwirtschaft
Configuration of wastewater treatment plants in the future
(Vortrag anl. der DWA-Landesverbandstagung NRW 2017 am 4. Juli 2017 in Recklinghausen)

Jardin, N.:

Technische Aspekte und Synergien bei der Kanalnetzübertragung
Technical aspects and synergies when transferring the task of sewer operation
(Vortrag anl. der Informationsveranstaltung „Kommunale Kanalnetze“ zur Übertragung der Kanalnetze auf Wasserverbände am 7. Juli 2017 in Essen)

Jardin, N.:

Fortschreibung der EU-Wasserrahmenrichtlinie – Forderungen aus der Sicht der wasserwirtschaftlichen Praxis
Review of the EU Water Framework Directive – Requests from operators
(Vortrag anl. der DWA-Bundestagung 2017 am 26. September 2017 in Berlin)

Jardin, N.:

How to manage a water utility in a rapidly changing world – The Ruhrverband example
Management eines Wasserverbands unter sich schnell verändernden Randbedingungen – Das Beispiel Ruhrverband
(Vortrag anl. des Slovenian Water Day 2017 am 6. Oktober 2017 in Portoraj, Slowenien)

Jardin, N.:

Automation and monitoring in the future (industry 4.0)
Automatisierung und Überwachung in der Zukunft (Industrie 4.0)
(Vortrag anl. der IWA Specialist Conference „Sustainable Wastewater Treatment and Resource Recovery“ am 7. November 2017 in Chongqing, China)

Jardin, N.:

Aktuelle Herausforderungen für die Abwasserwirtschaft in NRW
Current challenges for wastewater management in NRW
(Vortrag anl. der öffentl. Vortragsveranstaltung der BDEW-Landesgruppe NRW am 14. November 2017 in Düsseldorf)

Jardin, N.; Lensch, D.; Hennerkes, J.:

Herausforderung Digitalisierung: Wie die Abwasserwirtschaft in die Zukunft geht
The challenge of digitalisation: How wastewater management approaches the future
(Vortrag anl. der 51. Essener Tagung für Wasser- und Abfallwirtschaft am 14. März 2018 in Essen, veröffentlicht in: Gewässerschutz, Wasser, Abwasser, Band 247, S. 2/1 – 2/16)

Kühlmann, M.:

Das fischereiliche Management an den Talsperren des Ruhrverbands
The management of fish at the reservoirs of the Ruhr River Association
(Vortrag auf der Jahrestagung des Netzwerks Wasserkraft der Energie Agentur NRW, 16. November 2017 in Bad Sassendorf)

Kühlmann, M.:

Fischdurchgängigkeit am Ruhr-Wehr Baldeney, Entwicklung und Planung des Fischliftsystems
Continuity for fish at weir Baldeney, development and design of a fish-lift-system
(Vortrag auf der Fischereifachtagung des österreichischen Bundesamts für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde am 23./24. November 2017 in Mondsee)

Podraza, P.:

Aquatische Makrophyten als Herausforderung für das Management von Flusstauseen am Beispiel der Ruhrstauseen
Aquatic macrophytes being a challenge for managing impounded rivers – example: impounded lakes in the River Ruhr
(in: Wasserpflanzenmanagement, hrsg. vom Umweltforschungszentrum Leipzig 2017, S. 72–80)

Podraza, P.:

Gestaltung und Entwicklung urbaner Fließgewässer
Design and development of urban rivers
(Vortrag auf dem DWA Seminar: Aktuelle Aspekte zu Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern 16./17. Mai 2017 in Höxter)

Podraza, P.:

Aktueller Sachstand Elodea
Actual situation of Elodea
(Vortrag auf dem Jahrestreffen der Interessensgemeinschaft Wassersport des Landessportbundes NRW am 28. September 2017 in Duisburg)

Podraza, P.; Ruchter, N.:

Entwicklung von Corbicula in der Unteren Ruhr – Invasoren mit Folgen für die Gewässergüte
Dispersal of Corbicula in the Lower River Ruhr – Invaders affecting the water quality
(Vortrag auf dem 17. IFWW-Fachkolloquium „Aktuelle Herausforderungen für die Wasserwirtschaft“ am 3. Mai 2017 in Haltern)

Raskob, S; Jardin, N.:

Baden im Baldeneysee – Erfahrungen mit der ersten Flussbadestelle in NRW
Swimming in Lake Baldeney - Experiences with the first river bathing site in NRW
(Vortrag anl. der 51. Essener Tagung für Wasser- und Abfallwirtschaft am 14. März 2018 in Essen, veröffentlicht in: Gewässerschutz, Wasser, Abwasser, Band 247, S. 18/1-18/16)

Schmidt, M.; Banschus, Y.; Langkau, M.; Hussner, A.;**Podraza, P.:**

Hydroakustische Erfassung submerser aquatischer Vegetation am Beispiel des Kemnader Sees (Ruhr)
Hydroacoustic survey of aquatic macrophytes – Example: Lake Kemnade (River Ruhr)
(WasserWirtschaft, Ausgabe 02-03/2018, S. 71-75)

Schnatmann, C.:

Sicherer Betrieb von Faulgasanlagen
Safety operation of digester gas plants
(Vortrag auf dem DWA-Seminar Sichere Faulgasanlagen am 9. und 10. Mai 2017 in Heppenheim)

Thöle, D.; Schmellenkamp, P.:

Energiemessungen auf Kläranlagen - "nice to have" oder was brauchen wir wirklich?
Energy measurements at WWTP - "nice to have" or what are the actual requirements
(Vortrag anlässlich des DWA Energietage am 10. Oktober 2017)

Thöle, D.:

Ermittlung der Bemessungsgrundlagen (DWA A-198)
Determination of design principles referred to guideline DWA A-198
(Vortrag auf dem DWA- Workshop Bemessung einstufiger Belebungsanlagen am 9. November 2017)

Weiss, L. C., Pötter, L., Steiger, A., Kruppert, S., Frost, U., Tollrian, R.:

Rising pCO₂ in Freshwater Ecosystems Has the Potential to Negatively Affect Predator-Induced Defenses in Daphnia
Steigender CO₂-Gehalt in Süßwasserökosystemen hat das Potenzial, sich negativ auf raubfischinduzierte Abwehrmaßnahmen von Daphnien auszuwirken
(in: Current Biology, Volume 28, Issue 2, 22. Januar 2018, S. 327 – 332)

Weyand, M.:

Umsetzung der Bewirtschaftungsplanung nach Wasserrahmenrichtlinie – Konkrete Kooperationsmöglichkeiten mit dem Ruhrverband
Management planning according to the Water Framework Directive – Specific chances for cooperation with the Ruhrverband
(Vortrag auf dem Forum Ruhrverband am 22. Mai 2017)

Weyand, M.:

Bilanz und Perspektive der Wasserrahmenrichtlinie – Der Meilenstein 2019
Result and perspective of the Water Framework Directive – The milestone 2019
(KW Korrespondenz Wasserwirtschaft, 10. Jahrgang, Heft 9/2017, Seite 518 bis 524, ISSN 1865-9926)

Weyand, M.:

River rehabilitation in urban areas – Restrictions, possibilities and positive results
Gewässerentwicklung in besiedelten Regionen – Restriktionen, Möglichkeiten und positive Ergebnisse
(Vortrag auf der 14 W&RBM Konferenz vom 10. bis 12. Oktober 2017 in Skukuza, Südafrika)

Will, J.:

Spurenstoffe aus gewerblichen und industriellen Abwässern
Micropollutants from commercial and industrial wastewater
(Vortrag im Rahmen des DWA-Wasserwirtschaftskurses P/5 „Behandlung von Industrie- und Gewerbeabwasser“ vom 1. bis 3. März 2017 in Kassel)



Nachdruck – auch auszugsweise –
nur mit Quellenangabe gestattet.

Gedruckt auf umweltfreundlich hergestelltem Papier
aus 50 Prozent recycelten Fasern.