

## AWWR-Mitglieder

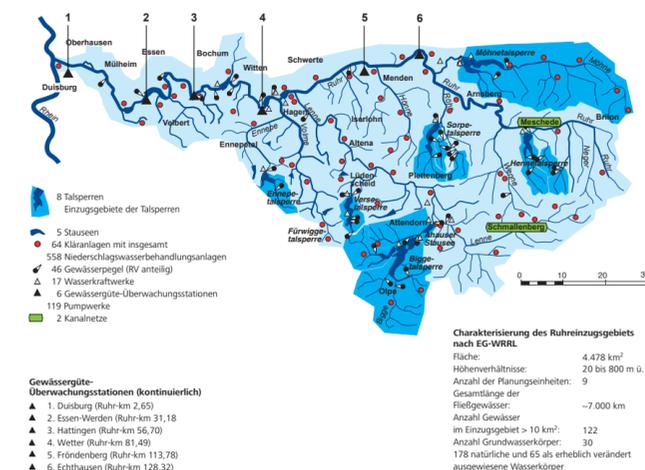


Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR) ist ein freiwilliger Zusammenschluss von Wasserversorgungsunternehmen, die Wasser aus dem Ruhrtal zu Trinkwasser aufbereiten und dies an die Endverbraucher verteilen.

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.



## Einzugsgebiet des Ruhrverbands



Ruhrgütebericht 2018



**o/**  
 Vereinsitz:  
 Wasserwerke Westfalen GmbH  
 Zum Kellerbach 52  
 58239 Schwerte  
 Telefon (023 04) 95 75-302  
 Fax (023 04) 95 75-333

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

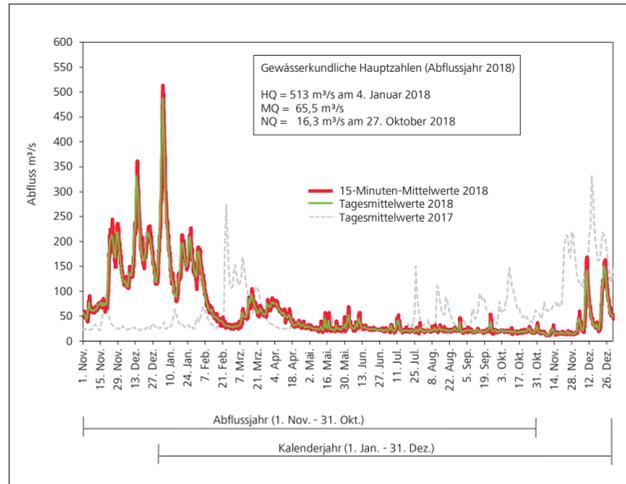
www.awwr.de



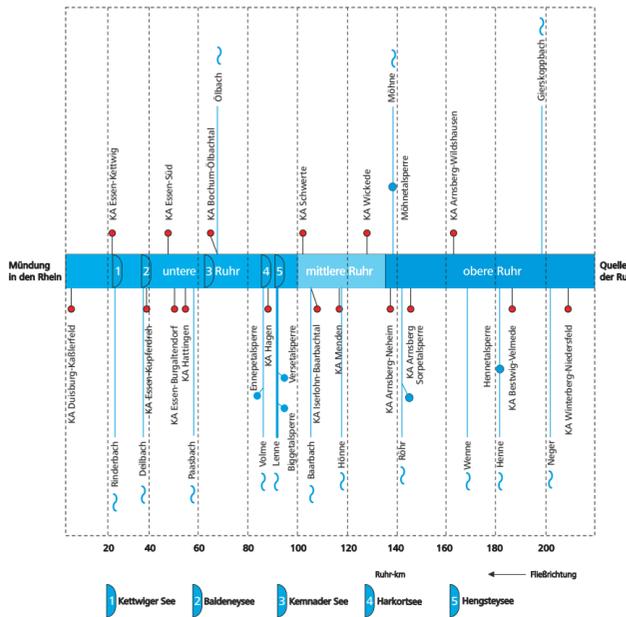
Kronprinzenstraße 37, 45128 Essen  
 Postfach 10 32 42, 45032 Essen  
 Telefon (02 01) 1 78-0  
 Fax (02 01) 1 78-14 25  
 www.ruhrverband.de

Nachdruck – auch auszugsweise –  
 nur mit Quellenangabe gestattet.

Gedruckt auf umweltfreundlich hergestelltem  
 Papier aus 50 % recycelten Fasern.

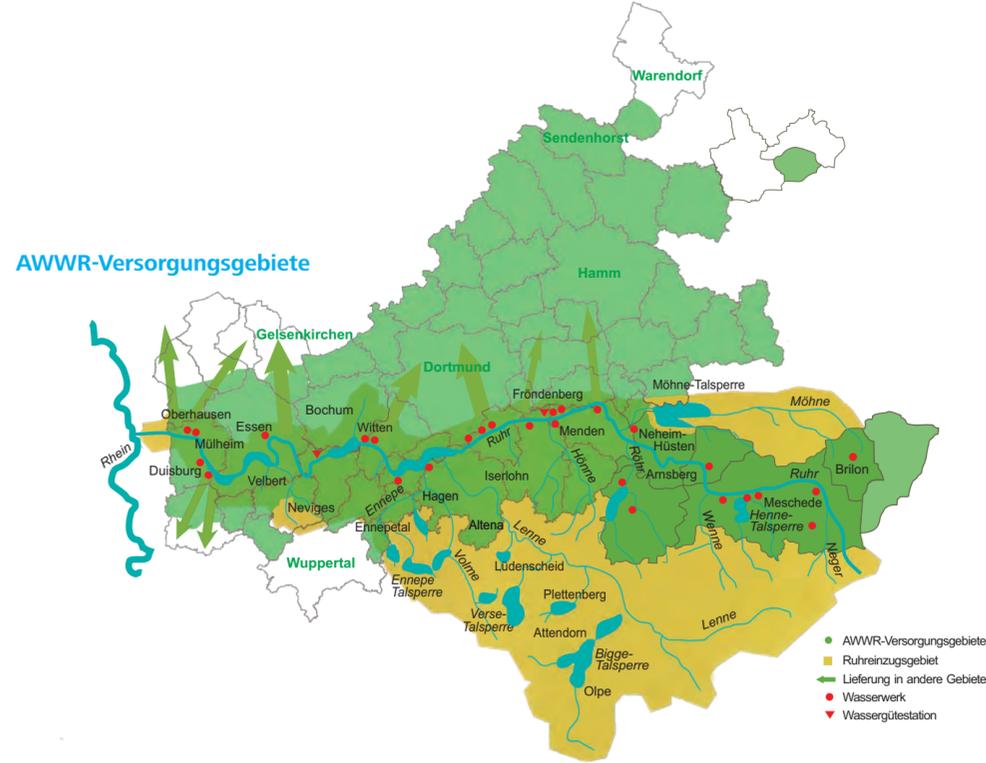


15-Minuten-Mittelwerte und Tagesmittelwerte des Abflusses der Ruhr am Pegel Hattingen/Ruhr im Abfluss- und Kalenderjahr 2018  
Runoff means during 15 minutes and 24 hours at the gauging station Hattingen/Ruhr in the water year and calendar year 2018

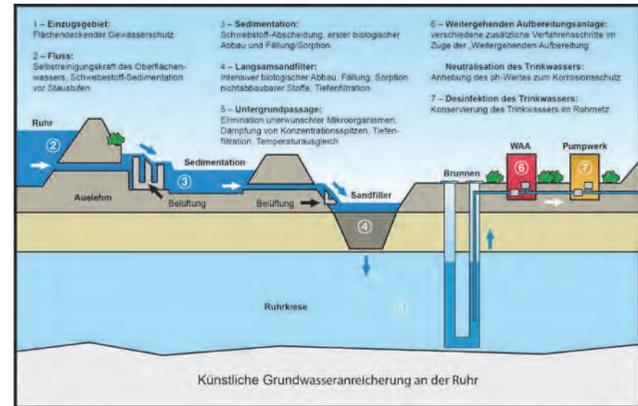


**Wir danken**  
 Dr. Christine Erger (Kapitel 7),  
 Danijela Frojn (Kapitel 2, 3, 4, 10),  
 Uwe Frost (Kapitel 3, 6, 8, 12),  
 Svetlana Graf (Kapitel 13),  
 Dr. Christoph Härtel (Kapitel 2, 7),  
 Christian Högel (Kapitel „In Kürze“ und 10),  
 Andrea Holte, Emschergenossenschaft/Lippeverband (Kapitel 11),  
 Jens Kaufjuss (Kapitel 7),  
 Dr. Issa Nafo, Emschergenossenschaft/Lippeverband (Kapitel 11),  
 Dr. Petra Podraza (Kapitel 5, 8),  
 Markus Rüdell (Kapitel 11),  
 Tanja Scheiring (Kapitel 4),  
 Axel Sommerfeld (Kapitel 13),  
 Dr. Michael Weyand (Kapitel 8),  
 Susanne Zander-Hauck (Kapitel 9) und  
 Georg zur Strassen (Kapitel 1, 8)  
 als Autorinnen und Autoren sowie allen Beschäftigten des Ruhrverbands,  
 die am vorliegenden Ruhrgütebericht mitgewirkt haben.

**Titelbild:**  
 Der Titel des Ruhrgüteberichts zeigt die Biggetalsperre und die als eines ihrer Vorbecken fungierende Listertalsperre aus der Vogelperspektive sowie das innere des Listerkraftwerks. Bigge- und Listertalsperre gehören zum Talsperrensystem des Ruhrverbands, das im Trockenjahr 2018 zur Aufrechterhaltung der gesetzlichen Mindestabflüsse in der Ruhr Schwerarbeit leisten musste. Zwischen Februar und November 2018 fielen nämlich nur 54 Prozent der für diesen Zeitraum üblichen Niederschlagsmenge. Mit den Auswirkungen der Trockenheit auf Wasserqualität und Gewässergüte beschäftigt sich Kapitel 8, einen besonderen Blick auf den ökologischen Zustand der Biggetalsperre wirft Kapitel 6.



### 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 Ruhrzugsgebiet Mitglied dieser Kooperation. Der Landwirt bekundet durch Unterzeichnung eines Kooperationserklärung seine Mitgliedschaft und verpflichtet sich, an der Umsetzung gemeinsam festgelegter Ziele und Aufgaben mitzuwirken.

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.

Diese Kooperation wird durch die AWWR-Mitglieder finanziert. Mit Einführung des Wasserentnahmeentgeltes in Nordrhein-Westfalen sind diese Aufwendungen verrechnungsfähig.



## Ruhrgütebericht **2018**

<b>Bericht des Ruhrverbands</b>	4	<b>Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e. V. (AWWR) im Jahr 2018</b>	134
<b>Vorwort</b>	6	<b>Bericht des Vorsitzenden der AWWR</b>	136
<b>In Kürze</b>	8	15 AWWR-Ausschusstätigkeit	138
1 Wasserführung der Ruhr	16	– Ausschuss Wassergüte	138
2 Grundlagen der Bewertung von Gewässeranalysedaten im Ruhrgütebericht	17	– Ausschuss Wassergewinnung und -aufbereitung	141
3 Physikalisch-chemische Überwachungen der Ruhr	23	– Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit	142
– Messstelle Ruhr bei Essen-Rellinghausen und Gewässerüberwachungsstationen	24	Beiträge aus Wasserwerken und Institutionen	144
– Wöchentliche Untersuchungen	29	16 Organische Spurenstoffe in der Ruhr	144
– Ruhrlängsuntersuchungen	31	– Fortsetzung des Monitorings der AWWR	144
4 Monitoring gemäß EG-WRRL der Ruhr und ihrer Nebengewässer	39	17 Herausforderungen in der Wasserversorgung während der Trockenphase 2018	157
– Physikalisch-chemische Untersuchungen gemäß EG-WRRL	39	18 Ausweitung der Möglichkeiten von Photovoltaik zur Eigennutzung in Wasserwerken	159
– Hydrobiologische Untersuchungen gemäß EG-WRRL	45	19 Betrachtung der möglichen Auswirkungen der Grubenwassereinleitungen aus Erb- und Wasserlösungsstollen des Altbergbaus auf die Wassergüte der unteren Ruhr	162
5 Trophische Situation in der Ruhr	60	20 Das neue Mitgliedsunternehmen „Stadtwerke Winterberg“ stellt sich vor	166
6 Talsperrenuntersuchungen mit besonderem Blick auf die Biggetalsperre	75	21 Organisation der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR)	168
7 Organische Spurenstoffe in der Ruhr	84	– Mitglieder und ständige Gäste	168
Sonderthemen	100	– Kontakte	168
8 Das Trockenjahr 2018 – Überwachung der Wasserqualität und Gewässergüte im Ruhreinzugsgebiet	100	– Ausschüsse und Arbeitskreise	170
9 Hygienische Untersuchungen der Ruhr	104	22 Die AWWR in Zahlen	172
10 Untersuchungen zur Emissions- und Immissions-situation im Einzugsgebiet der Hönne	109	23 Analysenergebnisse des Ausschusses Wassergüte	173
11 Ergebnisse des Projekts „Essen macht’s klar“	117	– Einführung	173
12 Registrierte Gewässerverunreinigungen des Jahres 2018	127	– Kommentar zu den Untersuchungsergebnissen	177
13 Leistungen der Kläranlagen des Ruhrverbands	127	<b>Auswahl von Veröffentlichungen</b>	217
14 Der Ruhrverband in Zahlen	132		

<b>Report of the Ruhrverband</b>	4	<b>Association of Ruhr Waterworks (AWWR) in 2018</b>	134
<hr/>			
<b>Preface</b>	7	<b>Report of the AWWR Chairman</b>	136
<hr/>			
<b>In brief</b>	12	15 Activities of AWWR committees	138
1 Flow of the River Ruhr	16	– Water quality committee	138
<hr/>			
2 Basic parameters for the evaluation of analysis data for waters	17	– Water catchment and treatment committee	141
<hr/>			
3 Physico-chemical Ruhr water monitoring	23	– Public relations committee	142
– Measuring point Ruhr at Essen-Rellinghausen and water monitoring stations	24	Reports from waterworks and institutions	144
– Weekly Ruhr examinations	29	16 Organic trace substances in the Ruhr	144
– Examinations along the Ruhr	31	– continuation of the AWWR monitoring	144
<hr/>			
4 Examinations of the Ruhr and its tributaries in line with the European Water Framework Directive	39	17 Water supply challenges during the dry period in 2018	157
– Physico-chemical examinations	39	18 Extending the possibilities of photovoltaics to be used in waterworks	159
– Hydrobiological examinations	45	19 Evaluation of the potential impact of mine drainage water from main and deep adits of out-of-service mines on the water quality of the lower Ruhr	162
<hr/>			
5 Trophic situation in the Ruhr	60	20 Introduction of the new member company “Stadtwerke Winterberg”	166
<hr/>			
6 Reservoir examinations with particular regard to the Bigge Reservoir	75	21 Structure of the AWWR	168
<hr/>			
7 Organic trace substances in the Ruhr	84	– Members and permanent guests	168
<hr/>			
Special topics	100	– Contacts	168
8 The dry year 2018 – Water quality monitoring in the Ruhr catchment area	100	– Committees and working groups	170
9 Sanitary examinations of the Ruhr	104	22 The AWWR – facts and figures	172
10 Evaluation of emission and immission in the Hönne catchment area	109	23 Analytical findings of the water quality committee	173
11 Results of the project “Essen macht’s klar”	117	– Introduction	173
<hr/>			
12 Registered cases of water pollution in 2018	127	– Explanation and annotation	177
<hr/>			
13 Performance of the Ruhrverband’s sewage treatment plants	127	<b>Selection of publications</b>	217
<hr/>			
14 The Ruhrverband – facts and figures	132		
<hr/>			



*Bei der Bewertung der Gewässerqualität der Ruhr stehen auch die Nebengewässer im Blickpunkt des Interesses. Im Zeitraum 2017/18 wurde die Hönne, die bei Fröndenberg in die Ruhr mündet, einer Längsuntersuchung unterzogen. Die Ergebnisse des intensiven Untersuchungsprogramms werden in Kapitel 10 dieses Ruhrgüteberichts vorgestellt.*



Im Jahr 2018 litten in weiten Teilen Deutschlands Landwirtschaft und Schifffahrt unter dem geringen Wasserdargebot. Nach Aufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes war es das wärmste in Deutschland beobachtete Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen im Jahr 1881. Ähnlich verhielt es sich im Ruhreinzugsgebiet: Von Februar bis November 2018 fielen lediglich 54 % der für diesen Zeitraum üblichen Regenmenge. Noch geringere Niederschläge waren im Ruhreinzugsgebiet bis dahin nur im Vergleichszeitraum des Trockenjahres 1959 registriert worden. Wegen dieser anhaltenden Trockenheit mussten die Talsperren des Ruhrverbands bis weit in den Herbst hinein Wasser abgeben, um die gesetzlich vorgeschriebenen Mindestabflüsse in der Ruhr einzuhalten (Kapitel 8).

Zu Einschränkungen bei den Wasserentnahmen oder zu ökologischen Problemen, wie sie aus anderen Fließgewässern in der Republik berichtet wurden, kam es im Ruhreinzugsgebiet dank der nahezu dauerhaften Wasserzuschüsse aus unseren Talsperren in Ruhr und Lenne sowie der hohen Reinigungsleistungen der Kläranlagen des Ruhrverbands (Kapitel 13) nicht. Dies beweisen die zahlreichen Messergebnisse, die wir im Ruhrgütebericht dokumentieren und mit langjährigen Messreihen vergleichen. Die Anforderungen für die Sauerstoffkonzentration wurde fast ausnahmslos im gesamten Ruhrverlauf eingehalten. Ebenso verhielt es sich bei den Konzentrationen der Summenparameter BSB<sub>5</sub> und TOC sowie den Kenngrößen Chlorid, Sulfat, Nitrit-Stickstoff, Nitrat-Stickstoff, Ammonium-Stickstoff und ortho-Phosphat-Phosphor, bei denen die jeweiligen Anforderungen an den guten ökologischen Zustand eingehalten wurden. Für Ammonium-Stickstoff erfolgte die Bewertung auf den ersten 80 Ruhrkilometern sogar mit „sehr gut“ (Kapitel 3).

Im Rahmen der gewässerökologischen Untersuchungen an der Ruhr und ihren Nebengewässern werden 77 von 78 Stellen im Hinblick auf den saprobiellen Zustand mit „gut“ oder „sehr gut“ bewertet (Kapitel 4). Die Gewässerstrukturen im Oberlauf der Ruhr sind ebenfalls überwiegend in einem guten Zustand. Im weiteren Fließverlauf der Ruhr zeigen sich strukturelle Defizite, die ihre Ursache vor allem in Sohlbefestigungen, Uferbegradigungen und ähnlichen nutzungsbedingt veränderten Gewässerstrukturen haben.

Das Wasserpflanzenwachstum stellte auch im Jahr 2018 den Ruhrverband vor eine besondere Herausforderung. Im Baldeneysee konnte durch intensive Mahd verhindert werden, dass Makrophyten großflächig die Wasseroberfläche erreichten und die Wassersportnutzung behinderten (Kapitel 5).

Die hygienische Beschaffenheit der Ruhr hat sich weiter positiv entwickelt. An der Badestelle Seaside Beach wurden in der Badesaison 2018 die Grenzwerte für *E. coli* nur an vier und für die intestinalen Enterokokken nur an drei Tagen überschritten, so dass die gute hygienische Wasserqualität das Baden an 89 von 135 Tagen ermöglichte. Rund 20.000 Badegäste nutzten diese Gelegenheit. Erste orientierende Untersuchungen in der Ruhr auf multiresistente Bakterien ergaben erfreulich niedrige Belastungen, so dass für Badende kein erhöhtes Infektionsrisiko durch antibiotikaresistente Bakterien besteht. Der Ruhrverband sieht in

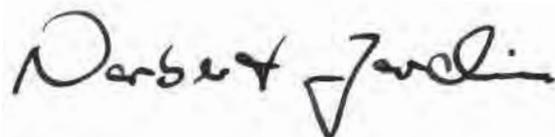
der konsequenten Anwendung des Verursacherprinzips den besten Schutz der Oberflächengewässer vor antibiotikaresistenten Bakterien (Kapitel 9).

Im Jahr 2018 wurde das Ruhrwasser auf mehr als 430 organische Spurenstoffe untersucht. Darunter befinden sich Flammschutzmittel, Komplexbildner, Industriechemikalien, Pestizide und Medikamente. Für die Mehrzahl dieser Stoffe werden die Grenzwerte eingehalten (Kapitel 7). Auch wenn die Grenzwerte derzeit eingehalten werden, sollten unsere Gewässer vor schwer abbaubaren organischen Substanzen besser geschützt werden. Auch hier ist die nachhaltigste und beste Schutzmaßnahme die Vermeidung an der Quelle. Hierzu sind unter anderem Kommunikationsmaßnahmen zur Sensibilisierung der Bevölkerung geeignet, wie das Forschungsprojekt „Essen macht's klar – weniger Medikamente im Abwasser“ eindrucksvoll beweist (Kapitel 11). Durch vielfältige Bildungsmaßnahmen, öffentlichkeitswirksame Werbekampagnen, zahlreiche Veranstaltungen und die institutionelle Verankerung konnten das Bewusstsein und die Einstellung der Bevölkerung zur Medikamentenbelastung im Wasser und zum verantwortungsvoller Umgang mit Medikamenten verändert werden. Bei der Medikamentenverwendung und -entsorgung wurden sogar Verhaltensänderungen herbeigeführt. Dieser Weg und weitere verursacherbezogenen Maßnahmen sollten konsequent umgesetzt werden, wie es in der nationalen Spurenstoffstrategie verankert ist. Hier gilt es, besonders die Hersteller in die Verantwortung zu nehmen.

Im aktuellen Berichtsjahr ist dem Ruhrverband und den ansässigen Wasserwerken lediglich eine als relevant einzustufende Gewässer-Verunreinigung gemeldet worden – ein Karpfensterben am Baldeneysee. Die überwiegend jüngeren Karpfen waren mit dem Koi-Herpes-Virus infiziert. Das Virus ist für den Menschen ungefährlich (Kapitel 12).

Allen Akteuren der Wasserwirtschaft an der Ruhr danken wir für ihre stetigen Bemühungen zur Verbesserung der Ruhrwasserqualität. Den Leserinnen und Lesern des 46. Ruhrgüteberichts wünschen wir eine anregende Lektüre.

Essen, im Juli 2019



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



*Prof. Dr.-Ing.  
Norbert Jardin*

Large parts of Germany's agriculture and river navigation were affected by the low amounts of water available in 2018. The German Weather Service DWD documented the warmest year in Germany since the beginning of its recordings in 1881. The Ruhr catchment area experienced a similar situation: Only 54 % of the usual rainfall from February to November occurred during this period in 2018. So far, lower amounts of precipitation had only been recorded once in the Ruhr catchment area: during the same period of the dry year 1959. Due to the continued drought, the Ruhrverband's reservoirs had to release water to meet the legally stipulated minimum runoff in the Ruhr way into autumn (chapter 8).

Thanks to the almost continuous release of water from the downstream reservoirs of the Ruhr and the Lenne as well as the high treatment performance of the Ruhrverband's sewage treatment plants (chapter 13), there were no restrictions on water abstraction or ecological issues in the Ruhr catchment area – like those reported for other flowing waters in Germany. Numerous measuring results, documented and compared with long-term measuring programmes in this Ruhr Water Quality Report, provide evidence. The requirements regarding the oxygen concentration were met almost without exception along the entire course of the Ruhr. This also applied to the composite parameters BOD<sub>5</sub> and TOC and the parameters chloride, sulphate, nitrite nitrogen, nitrate nitrogen, ammonium nitrogen and orthophosphate-phosphorus, which all met the respective requirements for a good ecological status. Ammonium nitrogen even reached a "high" status along the first 80 kilometres of the Ruhr (chapter 3).

In the hydroecological examinations along the Ruhr and its tributaries, 77 out of 78 sampling points achieved "good" or "high" results in terms of their sabrobic condition (chapter 4). 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, mostly caused by river bed and bank revetment and similar modifications of the water structures due to specific uses.

The growth of aquatic plants remained a special challenge for the Ruhrverband in 2018. Intensive mowing kept macrophytes from reaching large parts of the surface and interfering with water sports activities on Lake Baldeney (chapter 5).

The sanitary conditions in the Ruhr continued their positive development. At the Seaside Beach bathing spot, the limits were exceeded only on four days for *E. coli* and on three days for intestinal enterococci during the bathing season 2018, so that the good sanitary water quality made bathing possible on 89 out of 135 days. Around 20,000 guests took the opportunity to bathe. Initial reference screenings for multi-resistant bacteria in the Ruhr fortunately detected only small loads, so that there is no elevated risk of infection with bacteria resistant to antibiotics when bathing in the Ruhr. The Ruhrverband considers the strict application of the "polluter pays" principle to be the best approach to protect surface waters from bacteria resistant to antibiotics (chapter 9).

In 2018, the Ruhr water was screened for more than 430 organic trace substances including flame retardants, complexing agents, industrial chemicals, pesticides and pharmaceuticals. Most of the pharmaceuticals remained below the respective limits (chapter 7). Even though the limits are currently being met, our waters should be better protected from persistent organic substances. Here again, the most sustainable and effective protection is reached by avoiding the input at the source. This requires for instance communication measures to raise awareness among the population. The research project „Essen macht's klar – weniger Medikamente im Abwasser“ (Essen makes its clear – less drugs in wastewater) provides impressive proof (chapter 11). The manifold educational measures, attention-catching campaigns, numerous events and the institutional basis contributed to changing people's mindset about pharmaceutical loads in the water, leading to a more responsible handling of drugs. Even the behavioural patterns when using and disposing of drugs could be changed. This approach along with other cause-related measures should be consistently implemented just like it has been laid down in our national trace substance strategy. It is important to make sure that the producers of these substances also assume responsibility.

Only one incident of water pollution categorized as relevant was reported to the Ruhrverband and the local waterworks during the reporting year – the dead carp found in Lake Baldeney. Mostly young carp infected with the Koi herpes virus. The virus is harmless for humans (chapter 12).

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 46<sup>th</sup> 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 kam es im Abflussjahr 2018 in den Zeiten mit erhöhter Wasserführung von Mitte November bis Mitte Februar zu zwei Hochwasserereignissen, bei denen die Hochwasseremeldegrenze an der unteren Ruhr überschritten worden ist. Der höchste Abfluss wurde am Pegel Hattingen am 4. Januar 2018 mit  $HQ_{2018} = 513 \text{ m}^3/\text{s}$  gemessen. Eine nahezu unterbrechungsfreie Niedrigwasserphase gab es von Mitte Juni bis Ende Oktober 2018. Von Mitte Juni bis zum Ende des Abflussjahres bestand aufgrund der außergewöhnlichen Trockenheit bis auf einzelne Tage durchgehend Zuschusspflicht aus den Talsperren. Das Abflussjahr 2018 war bei einem  $MQ_{2018} = 65,5 \text{ m}^3/\text{s}$  am Pegel Hattingen das zehnte Abflussjahr in Folge mit einem Niederschlagsdefizit. Damit ist die Dekade der Abflussjahre 2009 bis 2018 im Ruhreinzugsgebiet die trockenste seit dem Abflussjahr 1927.

### 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 (flussgebietspezifische 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, Anlage D4, 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 Be-

wertung 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. Seit dem Jahr 2017 ist dieses Programm in das der Ruhrlängsuntersuchungen integriert. 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 von Einzelmessungen an vier Messstellen im Juni 2018 wurde die Mindestanforderung für die Sauerstoffkonzentration im gesamten Ruhrverlauf eingehalten. Abgesehen von mehreren Überschreitungen auf den letzten 80 Fluss-km im Mai und Juni 2018 lagen die pH-Werte innerhalb des in der OGewV vorgeschriebenen Bereichs. Die Konzentrationen der Summenparameter  $BSB_5$  und TOC hielten ebenso wie die der Kenngrößen Chlorid, Sulfat, Nitrit-Stickstoff, Nitrat-Stickstoff, Ammonium-Stickstoff und ortho-Phosphat-Phosphor durchgehend sowie die des Parameters Gesamtposphor mit zwei Ausnahmen die jeweiligen Anforderungen an den guten ökologischen Zustand ein. Für Ammonium-Stickstoff erfolgte die Bewertung auf den ersten 80 Ruhrkilometern sogar mit „sehr gut“. Die Gehalte der prioritären bzw. prioritär gefährlichen Schwermetalle Blei, Nickel, Quecksilber und - mit Ausnahme des Bereichs unterhalb der Valmemündung - Cadmium erfüllten die Umweltqualitätsnormen für den guten chemischen Zustand. Für die gesetzlich nicht verbindlichen Stoffe Chrom und Kupfer sowie den flussgebietspezifischen Schadstoff Silber erfolgte die Einstufung in den sehr guten bzw. guten Zustand, während sich für Zink mit Ausnahme zweier Probenahmestellen eine mäßige Bewertung ergab.

### 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 sieben Planungseinheiten insgesamt 44 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. Die Qualitätsanforderungen für die Wassertemperatur und den pH-Wert konnten an über 90 % der Messstellen eingehalten werden. Für Sauerstoff erfolgt lediglich an zwei der untersuchten Probenahmestellen eine mäßige Bewertung. Nur 4 % der Ammoniumgehalte und 8 % der Phosphorgehalte führten zu einer Überschreitung der Anforderungen für den guten Zustand. Beim TOC war es nur 1 %. Bei den Schwermetallen verfehlten 3 % der Probenahmestellen für Eisen, 1 % für Nickel und 23 % für Zink den guten Zustand. Die übrigen Metalle wie Kupfer, Silber, Thallium, Blei und Cadmium sowie das Halbmetall Selen konnten mit sehr gut bzw. gut bewertet werden.

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 2018 können 77 von 78 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 271 Probenahmestellen, entsprechend 49 % der im Zeitraum 2013 bis 2018 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 mehr als 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 2018 zeichnete sich durch leicht erhöhte Algenkonzentrationen in der unteren Ruhr im Vergleich zu den vier Vorjahren aus. Dennoch konnte sich kaum algivores Zooplankton entwickeln. Insgesamt stellt sich die untere Ruhr mit ihren Stauseen seit nunmehr fünf Jahren als ein planktonarmes Gewässer dar. Auch die ungewöhnlich niederschlagsarme und warme Vegetationsperiode im Jahr 2018 änderte dies nicht. Als Ursachen werden das in den oberen Ruhrstauseen verstärkte Auftreten von Makrophyten mit ihrem konkurrierenden Nährstoff- und Lichtbedarf bzw. der zunehmende Einfluss von algenfressenden Korbchenmuscheln der Gattung *Corbicula* angesehen.

Wie in den letzten acht Jahren wurden die oberen drei Ruhrstauseen auch im Jahr 2018 wieder durch Makrophyten dominiert, die die Wassersportnutzung beeinträchtigten und bei der Entsorgung von Mähgut sowie als Treibgut vor den Rechenanlagen hohe Kosten verursachten. Ursache waren trotz des kalten Winters die ansonsten günstigen Bedingungen für ein Makrophytenwachstum, vor allem das erneute Fehlen

eines Frühjahrshochwassers. Der Hengsteysee blieb allerdings weitgehend frei von ausgedehnten Makrophytenbeständen, ohne dass eine Ursache hierfür erkennbar war. Im Baldeneysee konnte durch intensive Mahd verhindert werden, dass Makrophyten großflächig die Wasseroberfläche erreichten und die Wassersportnutzung behinderten. Im Rahmen des Forschungsprojektes Elodea II wurden im Baldeneysee auf Testfeldern Armleuchteralgen als Raumkonkurrenten gegenüber *Elodea nuttallii* angepflanzt.

### **Talsperrenuntersuchungen mit besonderem Blick auf die Biggetalsperre**

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. Die Möhne-, Sorpe- und Biggetalsperre befinden sich seit nunmehr 30 Jahren und die Hennetalsperre seit gut 20 Jahren stabil in einem mesotrophen Zustand. Die Listertalsperre bewegt sich wie die Sorpetalsperre im Grenzbereich zwischen Meso- und Oligotrophie. Auf einem etwas höheren Niveau liegt die Trophie der Ennepetalsperre. Während in der Versetalsperre weiterhin sicher oligotrophe Verhältnisse herrschen, hat sich in der Fürwiggetalsperre der Anstieg der Trophie in den mesotrophen Bereich nach dem Wiedereinstau 2007 weiter fortgesetzt. Zu erkennende Trophieanstiege im Jahr 2018 können auch auf die außergewöhnlichen abiotischen Faktoren Strahlung, Temperatur und ausbleibender Niederschlag zurückgeführt werden, die eine höhere und längere Algenentwicklung als in den Vorjahren begünstigten.

Die Biggetalsperre ist die größte und wasserwirtschaftlich bedeutendste Talsperre im Ruhreinzugsgebiet und dient neben der Sicherung der Mindestwasserführung und dem Hochwasserschutz der Energiegewinnung. Im Vergleich zu den 1980er Jahren sind die Phosphor- und Stickstoffeinträge in diese Talsperre um rund 90 bzw. etwa 50 % gesunken. Wie im ebenfalls abflussarmen Vorjahr war in der Biggetalsperre zwar ein geringerer Chlorophyll-a-Gehalt vorhanden, der aber wegen der besonderen abiotischen Faktoren noch bis zum Ende der Vegetationsperiode Bestand hatte. Das Phytoplankton wird seit 2005 zunehmend von Cyanobakterien dominiert. Daneben waren vor allem Arten anzutreffen, die auf nährstoffarme Verhältnisse im Gewässer hinweisen. Das Biovolumen des Zooplanktons erreichte den geringsten Wert der letzten 30 Jahre, so dass sich auf Grund der Nahrungsarmut Hungerformen der Kleinen Maräne ausbildeten. Trotz der besonderen meteorologischen Bedingungen im Jahr 2018 blieben in der größten Talsperre des Ruhrverbands weitestgehend ökologisch intakte Verhältnisse erhalten.

## Organische Spurenstoffe in der Ruhr

Im Jahr 2018 wurden in der Ruhr mehr als 430 zu den organischen Spurenstoffen zählende Substanzen - wie Flammschutzmittel, Komplexbildner, Weichmacher, Industriechemikalien, Pestizide, Diagnostika und Medikamente sowie teilweise deren Abbauprodukte - routinemäßig untersucht. Soweit nicht anders erwähnt beziehen sich die Ergebnisse auf die Probenahmestelle in Essen-Rellinghausen. Für die Mehrzahl der Arzneimittel und Diagnostika sowie deren Metabolite werden die Orientierungswerte eingehalten. Ausnahme war das Schmerz- und Rheumamittel Diclofenac. Die künstlichen Süßstoffe Cyclamat, Saccharin, Sucralose und Acesulfam sowie die Komplexbildner EDTA und MGDA konnten wie in den Vorjahren regelmäßig in der Ruhr nachgewiesen werden. Von den im Untersuchungsprogramm enthaltenen PSM wurden nur sieben mehr als dreimal in den Proben der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen detektiert. Dazu gehörten Terbutylazin und Metolachlor, welche als Herbizide im Maisanbau Anwendung finden. Der antimikrobielle Wirkstoff Triclosan konnte zwar in 90 % der untersuchten Proben an der Messstelle Essen-Rellinghausen nachgewiesen werden, die zulässige Höchstkonzentration-UQN wurde jedoch sicher eingehalten. Die überwiegend diffus eingetragenen PAK, deren Konzentrationen zum Teil die UQN überschreiten, wurden in der gesamten Ruhr detektiert. Weiterhin wurden z. B. die Industriechemikalien Bisphenol A und TMDD sowie die Moschus-Duftstoffe, die PFT, die Flammschutzmittel und die Weichmacher untersucht. Zu den beiden letztgenannten Gruppen gehören Organophosphate und Phthalate, für die zwar zum Teil Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze, aber unterhalb der UQN bestimmt wurden.

## Das Trockenjahr 2018 – Überwachung der Wasserqualität und Gewässergüte im Ruhreinzugsgebiet

Von Februar bis November 2018 fielen im Ruhreinzugsgebiet mit durchschnittlich 46 mm/Monat nur 54 % der mittleren langjährigen Niederschlagsmenge. Diese Trockenheit und die außergewöhnliche sommerliche Hitzeperiode führten zu einer besonderen Beanspruchung des Talsperrensystems des Ruhrverbands, welches im Oktober 2018 nur noch etwas mehr als zur Hälfte gefüllt war. Der daraufhin vom Ruhrverband bei den Aufsichtsbehörden beantragten Absenkung der festgelegten Grenzwerte zur Mindestwasserführung in der unteren Ruhr sowie an den Pegeln Villigst und Oeventrop wurde durch das Umweltministerium stattgegeben. Der Zeitraum der Grenzwertabsenkung von November 2018 bis Ende März 2019 wurde vom Ruhrverband durch ein intensives Monitoringprogramm an sechs Messstellen in der Ruhr begleitet. Insgesamt konnte festgestellt werden, dass auch in den trockensten Monaten des Jahres 2018 die Gewässerqualität der Ruhr nicht beeinträchtigt war. Die Talsperren erwiesen sich auch gegen Ende des Jahres, als sich die Stauinhalte in die Nähe der ökologisch vertretbaren Mindestvolumina bewegten, noch als ein intaktes Ökosystem. Hinsichtlich der Gewässerökologie können für das Jahr 2018 noch keine Aussagen über Beeinträchti-

gungen vorgenommen werden. Festzuhalten ist jedoch, dass zu keinem Zeitpunkt Fischsterben auftraten. Das wassermengen- und wassergütemwirtschaftliche Management in Zeiten ausgeprägter Trockenheit wird nicht nur den Ruhrverband in den nächsten Jahren beschäftigen. Es gilt, mit allen Betroffenen und Entscheidungsträgern ein zukunftsfähiges Konzept zur Bewältigung der anstehenden Klimaveränderungen zu entwickeln oder das bestehende Management zu optimieren.

## Hygienische Untersuchungen der Ruhr

Die seit langem etablierten hygienischen Untersuchungen der Ruhr auf die als Indikatoren für eine fäkale Belastung geltenden Kenngrößen coliforme Bakterien und *Escherichia coli* (*E. coli*) wurden im Jahr 2018 fortgesetzt. Der AWWR-Zielwert für coliforme Keime wird dabei seit vielen Jahren deutlich unterschritten. Die Belastung der Ruhr durch *E. coli* ist an den Messstationen in Hattingen und Essen-Werden deutlich geringer ist als an der in Essen-Rellinghausen. Ausbleibende Niederschläge und Entlastungsereignisse sowie die hohe Intensität der UV-Strahlung haben sich im Jahr 2018 günstig auf die hygienische Beschaffenheit der unteren Ruhr ausgewirkt. Die Badestelle Seaside Beach am Baldeneysee wurde auch in der Badesaison 2018 fünfmal pro Woche beprobt und auf *E. coli* und intestinale Enterokokken untersucht. Überschreitungen der in der Badegewässerverordnung NRW genannten Grenzwerte durch kurzfristige Verschmutzungen, die ein vorübergehendes Badeverbot erforderlich machten, wurden im Jahr 2018 für *E. coli* an vier und für die intestinalen Enterokokken an drei Tagen gemessen, so dass die gute hygienische Wasserqualität am Seaside Beach an 89 von 135 Tagen das Baden ermöglichte. Diese Gelegenheit nutzten rund 20.000 Badegäste. Erste orientierende Untersuchungen in der Ruhr auf multiresistente Bakterien und Antibiotikaresistenzgene ergaben erfreulicherweise niedrige Belastungen. Ein erhöhtes Infektionsrisiko durch antibiotikaresistente Bakterien bei der Nutzung der Ruhr als Badegewässer ist für gesunde Personen nach heutigem Erkenntnisstand nicht zu erwarten. Der Ruhrverband befürwortet zum Schutz der Oberflächengewässer vor antibiotikaresistenten Bakterien und Resistenzgenen die konsequente Anwendung des Verursacherprinzips, auch über die kommunale Abwasserreinigung hinaus.

## Untersuchungen zur Emissions- und Immissions-situation im Einzugsgebiet der Hönne

Um detailliertere und gewässerabschnittsspezifische Informationen über die Emissions- und Immissions-situation zu erhalten, eignen sich kombinierte Untersuchungen von Kläranlagenzu- und -ablauf sowie im Gewässer oberhalb und unterhalb der jeweiligen Kläranlageneinleitung. Solche Untersuchungen ermöglichen Aussagen über die Herkunft von Spuren- und Nährstoffen und deren Bedeutung für den chemischen Gewässerzustand sowie zu eventuellen Auswirkungen auf die ökologische Situation im Gewässer. Die Hönne-Längsuntersuchung fand in der Zeit von September 2017 bis Juli 2018 an sechs Stellen im Gewässer sowie im Zu- und Ablauf der vier einlei-

tenden Kläranlagen statt. Die Zulaufbelastungen der Kläranlagen und die Ablaufwerte lagen im üblichen Rahmen der vorangegangenen Routineuntersuchungen, wobei die vorgegebenen Überwachungswerte mit großem Sicherheitsabstand eingehalten wurden. Im Gewässer war die Einhaltung der UQN-Werte der Anlagen 6 und 8 der Oberflächengewässerverordnung weitgehend gegeben. Auch bei den gesetzlich nicht verbindlich geregelten Stoffen wurden die Orientierungswerte überwiegend eingehalten. Die festgestellten Konzentrationsanstiege in der Höhne an den Probenahmestellen unterhalb der Kläranlagen sind mit Ausnahme der diffus eingetragenen PAK überwiegend auf die Einleitungen der gereinigten Abwässer der vier Kläranlagen zurückzuführen. Zu nennen sind vor allem Ammonium-Stickstoff und Phosphor, die für potenzielle Maßnahmen auf Kläranlagen als Beitrag zur Einhaltung der Orientierungswerte in den Wasserkörpern zurzeit besonders im Fokus stehen. Gezielte Maßnahmen, wie der Rückhalt von partikulärem Phosphor, die Optimierung der Phosphatfällung oder die Verbesserung der Stickstoffelimination, sind vorrangig für die Kläranlage Neuenrade in Betracht zu ziehen.

### **Ergebnisse des Projekts „Essen macht's klar“**

Weltweit werden große und zunehmende Mengen an Arzneimitteln verbraucht. Dadurch gelangen auch Rückstände in den Wasserkreislauf und werden in Oberflächengewässern, im Grundwasser und teilweise im Trinkwasser nachgewiesen. Das Projekt „Essen macht's klar – weniger Medikamente im Abwasser“ hatte die Zielsetzung, die Bevölkerung und alle relevanten Akteure in der Stadt Essen durch gezielte Kommunikationsmaßnahmen für die Minderung von Medikamentenrückständen im Wasserkreislauf zu sensibilisieren. Gefördert wurde das Projekt durch das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Die Evaluation nach Abschluss des Projekts zeigt: Die vielfältigen Bildungsmaßnahmen, die öffentlichkeitswirksamen Werbekampagnen, die zahlreichen Veranstaltungen und Vorträge sowie die institutionelle Verankerung waren erfolgreich. Das Bewusstsein und die Einstellung der Bevölkerung zu den Themen Medikamentenbelastung im Wasser und verantwortungsvoller Umgang mit Medikamenten konnten verändert und bei der Medikamentenverwendung und -entsorgung sogar Verhaltensänderungen herbeigeführt werden. Wichtig bleibt nunmehr, für eine nachhaltige institutionelle Implementierung dieses Themas in Essen zu sorgen, damit sich diese positive Entwicklung auch in Zukunft fortsetzt. Das erarbeitete Vorgehensmodell sowie das Kampagnenmaterial einschließlich der Webseite [www.machts-klar.de](http://www.machts-klar.de) steht weiteren Städten kostenlos zur Verfügung.

### **Registrierte Gewässerverunreinigungen**

Im Kalenderjahr 2018 ist dem Ruhrverband bzw. den ansässigen Wasserwerken nur ein als relevant einzustufender Vorfall gemeldet worden. Dabei handelte es sich um eine größere

Anzahl toter junger Karpfen im Uferbereich des Baldeneysees, die mit dem Koi-Herpes-Virus infiziert waren und an den Krankheitsfolgen gestorben sind. Wichtig für den Angelsport und die vielfältigen Freizeitnutzungen des Baldeneysees ist, dass das Virus für den Menschen ungefährlich ist. Schwimmen und sonstiger Hautkontakt durch Wassersport sind unbedenklich.

### **Leistungen der Kläranlagen des Ruhrverbands**

Bei einem Anschlussgrad von 99 % der Einwohner im Ruhreinzugsgebiet wurden auf den Verbandskläranlagen im Jahr 2018 rund 311 Mio. m<sup>3</sup> Abwasser gereinigt, wovon 66 % auf die Jahresschmutzwassermenge und 34 % auf das mitbehandelte Niederschlagswasser entfielen. Den Kläranlagen wurde eine Gesamtzulaufmenge von 98 Mio. kg CSB zugeführt, woraus sich als mittlere Belastung 2,3 Mio. Einwohnerwerte errechnen. Die Ablaufqualität des gereinigten Abwassers ist ausgezeichnet. Die Ablaufkonzentrationen unterschreiten die in den behördlichen Bescheiden geforderten Konzentrationen teilweise deutlich. Allerdings sind die Möglichkeiten der eingesetzten Reinigungsverfahren weitgehend ausgeschöpft. Zusätzlich zu den Überwachungswerten werden für einige Kläranlagen mit immissionsbedingt erhöhten Anforderungen an das aufzunehmende Gewässer Betriebsmittelwerte für einzelne Parameter mit den Behörden auf Grundlage von im Gewässer zu erwartenden Konzentrationen unterhalb der Einleitungsstelle vereinbart.

Durch die Abwasserreinigung entstehen Reststoffe wie Rechengut, Sandfanggut und Klärschlamm. Im Berichtsjahr mussten 37.207 t Schlammrockenmasse in Verbrennungsanlagen entsorgt werden. Die angelieferten Mengen an Fettabscheiderinhalten sowie die Küchen- und Speiseabfälle für die Co-Vergärung betragen 24.474 m<sup>3</sup>. Um den Energiebezug zu senken, werden auf 30 Kläranlagen insgesamt 52 Blockheizkraftwerke betrieben. Eine weitere Energiequelle wurde durch die Aufstellung von bisher elf Photovoltaikanlagen erschlossen. Durch diese Maßnahmen konnte im Vergleich zum Vorjahr der Strombezug von Energieversorgungsunternehmen absolut um 1,5 Mio. kWh gesenkt werden. Der Gesamtstromverbrauch der Kläranlagen verringerte sich zum Vorjahr um 0,9 % auf 82,2 Mio. kWh/a.

### 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, two floods occurred in the runoff year 2018 during the period of elevated runoff between mid-November and mid-February, exceeding the reporting threshold for floods in the lower Ruhr. The highest runoff was recorded at the Hattingen gauging station on January 4, 2018, at  $HQ_{2018} = 513 \text{ m}^3/\text{s}$ . An almost uninterrupted phase of low runoff occurred from mid-June to late October 2018. With exceptions of only a few days, the reservoirs had to release additional amounts of water to support the Ruhr's flow from mid-June until the end of the runoff year, due to the extraordinary drought. With an  $MQ_{2018} = 65,5 \text{ m}^3/\text{s}$  at the Hattingen gauging station, the runoff year 2018 was the tenth year in a row with too dry conditions, making the decade 2009-2018 the driest one in the Ruhr catchment area since 1927.

### 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 (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 (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, hydro-morphologically 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. With the exception of individual values at four measuring sites in June 2018, the required minimum oxygen concentration could be achieved along the entire course of the Ruhr. The pH-values met the range laid down OGewV except for several exceedances along the last 80 river kilometres in May and June 2018.

The concentration of the composite parameters  $BOD_5$  and TOC met the criteria for a good ecological status, and so did the parameters chloride, sulphate, nitrite nitrogen, nitrate nitrogen, ammonium nitrogen and orthophosphate-phosphorus in all instances. There were two exceptions for total phosphorus. Ammonium nitrogen even reached a "high" classification in the first 80 kilometres of the Ruhr. The priority and priority hazardous heavy metals lead, nickel, mercury and – with one exception in the section downstream of the Valme mouth – cadmium met the UQN defining a good chemical condition. Though no legally binding requirements apply, chrome and copper as well as the river basin-specific contaminant silver reached a "high" or "good" status, while zinc was classified as "moderate" with the exception of two sampling points.

### 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 44 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 quality requirements for water temperature and the

pH-value were met at more than 90 % of the measuring sites. Oxygen was classified as "moderate" only at two of the evaluated sampling points. Only 4 % of ammonium concentrations and 8 % of phosphorus concentrations exceeded the limits for a good status. The share amounted to just 1 % for TOC. In the group of heavy metals, 3 % of the sampling points fell short of a "good" status for iron, 1 % for nickel and 23 % for zinc. Other metals such as copper, silver, thallium, lead and cadmium as well as the metalloid selenium were classified as "high" or "good".

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 78 sampling points achieved "good" or "high" results in terms of their saprobic condition in 2018. 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, 271 of the sampling points – corresponding to 49 % of all sampling points monitored in the Ruhr catchment area between 2013 and 2018 – achieved a "good" or "high" status or a good or even better ecological potential. At more than 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**

2018 was characterized by a slightly higher algae concentration in the lower Ruhr than in the four 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 five years now. The warm vegetation period with its low levels of precipitation in 2018 did not change that. 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.

Just like during the past eight years, the three upstream impounding lakes of the Ruhr were dominated by macrophytes in 2018, impacting water sports and generating high costs due to the disposal of water plants mowed or floating at the screening systems. Despite the cold winter, this development was caused by the otherwise favourable conditions for macrophyte growth, especially the repeated lack of floods in spring.

Lake Hengstey, however, remained largely free from extended macrophyte populations, a fact for which no particular cause could be identified. Thorough mowing kept macrophytes from reaching the water surface in large sections of Lake Baldeney and from interfering with water sports activities. As part of the research project Elodea II, stonewort was planted in test sections of Lake Baldeney to compete for space with *Elodea nuttallii*.

### **Reservoir examinations – the Bigge reservoir**

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. The Möhne, Sorpe and Bigge reservoirs have been reaching a stable level in the mesotrophic range for 30 years now and the Henne Reservoir for 20 years. The Sorpe and the Lister reservoirs were on the threshold between mesotrophic and oligotrophic conditions. The trophic situation of the Ennepe Reservoir reaches a slightly higher level. While the Verse Reservoir remains safely characterized by oligotrophic conditions, the Fürwigge Reservoir continues to record a rising trophic level in the mesotrophic range since the reservoir was filled again in 2007. Rising trophic levels recorded in 2018 can also be attributed to the extraordinary abiotic factors radiation, temperature and lack of precipitation which led to a more intense and longer development of algae compared to the previous years.

The Bigge Reservoir is the largest reservoir in the Ruhr catchment area and the most important one regarding water management. Apart from securing a minimum flow in the Ruhr and offering flood protection, it produces energy. Compared to the 1980s, the input of phosphorus and nitrogen have declined by around 90 % and 50 % respectively in this reservoir. Just like in the previous year, which had also been characterized by low runoff, a low chlorophyll-a concentration was recorded in the Bigge Reservoir, which continued until the end of the vegetation period due to the special abiotic factors. Since 2005, its phytoplankton has been increasingly dominated by cyanobacteria. Besides, mainly species were documented that point to a low concentration of nutrients in the water. The zooplankton biovolume reached the lowest level in the past 30 years so that vendace with a leaner shape developed due to the lack of food. Despite the special meteorological conditions in 2018, the largest reservoir of the Ruhrverband remained mostly ecologically intact.

## Organic trace substances in the Ruhr

In 2018, more than 430 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. For most of the pharmaceuticals and diagnostic agents as well as their metabolites, concentrations remained below the respective limits. The analgesic and antirheumatic drug diclofenac was one exception. The artificial sweeteners cyclamate, saccharin, sucralose and acesulfame as well as the complexing agents EDTA and MGDA were regularly found in the Ruhr just like in the previous years.

Out of the crop protection agents covered by the monitoring programme, only seven were found more than three times in the samples taken from the sampling point in Essen-Rellinghausen, among them terbuthylazine and metolachlor, which are being used as herbicides in corn cultivation. The antimicrobial substance triclosan could be found in 90 % of the samples from the sampling point in Essen-Rellinghausen. The highest permissible concentration determined by the UQN, however, was securely met. PAH – mainly from diffuse sources – were detected in the entire Ruhr and the concentrations partly exceeded the respective UQN. In addition, industrial chemicals such as bisphenol A and TMDD as well as musk aromatic substances, PFC, flame retardants and softeners were among the substances monitored. Organophosphates and phthalates belong to the last two groups. Their concentrations sometimes exceeded the limit of quantification but remained below the UQN.

## The dry year 2018 – Water quality monitoring in the Ruhr catchment area

With an average of 46 mm/month of rain, only 54 % of the long-term mean precipitation occurred in the Ruhr catchment area between February and November 2018. These dry conditions and the extraordinary period of heat in summer put a particular strain on the Ruhrverband's reservoir system. In October 2018, it was only filled to little more than half of its volume. As a consequence, the Ruhrverband requested lowering the determined threshold values regarding the minimum flow in the lower Ruhr and at the gauging stations Villigst and Oeventrop, and the Department of Environment of North Rhine-Westphalia complied with this request. During the period of lowered threshold values from November 2018 to March 2019, the Ruhrverband carried out a thorough monitoring programme at six measuring sites in the Ruhr. The overall conclusion was that the Ruhr's water quality had not been affected even during the driest months in 2018. Even towards the end of the year, when the water levels in the reservoirs

came close to the ecologically acceptable minimum volumes, the reservoirs' ecosystems remained intact. It is too early to make a statement regarding the aquatic ecology for the year 2018. What can already be said, however, is that no cases of fish die-offs occurred. The water quantity and quality management in times of extreme drought will be an issue during the next year, not only for the Ruhrverband. It will be vital to develop and optimize a future-oriented concept to deal with the expected climate change involving all stakeholders and decision makers.

## Sanitary examinations of the Ruhr

The established sanitary examinations of the Ruhr were continued in 2018. They focus on coliform bacteria and *Escherichia coli* (*E. coli*) as indicators for the faecal load. The measured values have been below the AWWR threshold value for coliform germs for many years now. The *E. coli* load in the Ruhr is much lower at the measuring stations Hattingen and Essen-Werden than in Essen-Rellinghausen. In 2018, a lack of precipitation and less stormwater overflow as well as the high intensity of UV radiation had a positive effect on the sanitary conditions in the lower Ruhr. During the bathing season 2018, samples were once again taken five times per week at Lake Baldeney's bathing spot Seaside Beach and screened for *E. coli* and intestinal enterococci. The limits laid down in North Rhine-Westphalia's Regulation on Bathing Waters for *E. coli* were exceeded due to short-term contaminations on four days and for intestinal enterococci on three days in 2018, requiring a temporary ban on bathing. As a result, the good sanitary water quality at Seaside Beach made bathing in Lake Baldeney possible on 89 out of 135 days, and 20,000 guests took the opportunity to bathe. Initial reference screenings for multi-resistant bacteria and antibiotic resistance genes in the Ruhr fortunately detected only small loads. An elevated risk of infection with bacteria resistant to antibiotics when bathing in the Ruhr cannot be expected for healthy persons based on what we know to date. To protect surface waters from bacteria resistant to antibiotics and resistance genes, the Ruhrverband supports the strict application of the "polluter pays" principle, also beyond municipal sewage treatment.

## Evaluation of emission and immission in the Hönne catchment area

Combined examinations of the inlet and outlet of sewage treatment plants as well as of the water upstream and downstream of the respective sewage treatment plant's inflow into the river are suitable to gain detailed and water section specific information on the emission and immission situation. Such screenings enable insights into the origin of trace substances and nutrients and their impact on the chemical water condition as well as potential consequences on the ecological situation of the water. The examinations along the Hönne took place between September 2017 and July 2018 at six locations in the water and at the inlets and outlets of the four sewage treatment plants. The loads in the inlets and outlets of the

plants stayed within the range documented during previous routine examinations, while the stipulated monitoring values were safely met. The UQN laid down in the appendixes 6 and 8 of the Surface Water Regulation were mostly met in the river. This was also the case for the reference values for substances to which no legally binding threshold values apply. The increased concentrations in the Hönne that were measured at the sampling points downstream of the sewage treatment plants can be attributed to the inflow of treated wastewater from the four sewage treatment plants – with the exception of PAH which enter the river from diffuse sources. A particular focus is actually being placed on ammonium nitrogen and phosphorus as important substances for potential measures at sewage treatment plants to contribute to meeting the reference values in the water bodies. Targeted measures, such as the retention of particulate phosphorus, the optimization of phosphate precipitation or the improvement of nitrogen elimination, can primarily be considered for the sewage treatment plant Neuenrade.

### **Results of the project “Essen macht’s klar”**

Large and increasing volumes of pharmaceuticals are being consumed worldwide and their residues end up in the water cycle and can be detected in surface waters, in groundwater and sometimes also in drinking water. The project “Essen macht’s klar – weniger Medikamente im Abwasser” (Essen makes it clear – less drugs in wastewater) was designed to raise awareness for the reduction of pharmaceutical residues in the water cycle among the population and all relevant stakeholders in the city of Essen through targeted communication measures. The project was promoted by the North Rhine-Westphalian Agency for Nature, Environment and Consumer Protection. The evaluation after the project’s completion revealed: The manifold educative measures, the attention-catching campaign, numerous events and presentations and the institutional basis made the project successful. It was possible to increase awareness among the population and change people’s mindset about pharmaceutical loads in the water and a responsible use of drugs. The behavioural patterns regarding the use and disposal of drugs could even be changed. Now it remains important to ensure a sustainable institutional implementation of this topic in the city of Essen so that the positive development will continue in future. The approach and the campaign material including the website [www.machts-klar.de](http://www.machts-klar.de) can be used by other cities free-of-charge.

### **Registered cases of water pollution**

In the calendar year 2018, only one incident categorized as relevant was reported to the Ruhrverband and the local waterworks: a larger number of dead young carp in the littoral zone of Lake Baldeney. They had been infected with the Koi herpes virus and died from the consequences of the disease. In light of the fishing and manifold recreational activities around Lake Baldeney, it is important to know that the virus is harmless for humans. Bathing and skin contact through water sports is safe.

### **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 311 million m<sup>3</sup> of wastewater in 2018, of which 66 % was accounted for by wastewater and 34 % by stormwater, which is also being treated in the plants’ facilities. The Ruhrverband’s sewage treatment plants received 98 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.

In addition to the monitoring values, operational mean values for specific parameters are being agreed on with the authorities for some sewage treatment plants where the requirements regarding the absorbing water are higher due to immission. These are based on the expected concentrations in the water downstream of the sewage treatment plants’ inflow.

Sewage treatment generates residues such as screenings, grit chamber trappings and sewage sludge. In 2018, 37,207 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 24,474 m<sup>3</sup>. In order to reduce energy consumption, a total of 52 combined heat and power units are being operated at the 30 sewage treatment plants. Another energy source could be tapped through the 11 photovoltaic systems installed so far. Through these measures, the amount of energy that had to be purchased decreased by 1.5 million kWh in absolute terms. The total energy consumption at the sewage treatment plants could be reduced by 0.9 % to 82.2 million kWh/a.

# 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 2018 (1. November 2017 bis 31. Oktober 2018) dargestellt. Ergänzend sind die gewässerkundlichen Hauptzahlen und zum Vergleich die Tagesmittelwerte des vorangegangenen Abflussjahres aufgeführt. Im Gegensatz zum Vorjahr kam es im Abflussjahr 2018 in den Zeiten mit erhöhter Wasserführung von Mitte November bis Mitte Februar zu zwei Hochwasserereignissen, bei denen die Hochwassermeldegrenze an der unteren Ruhr (Bezugspegel Wetter/Ruhr: Meldegrenze 410 cm, entspricht 300 m<sup>3</sup>/s) überschritten worden ist. Eine nahezu unterbrechungsfreie Niedrigwasserphase gab es von Mitte Juni bis Ende Oktober. Insgesamt gesehen war das Winterhalbjahr abflussreicher und das Sommerhalbjahr abflussärmer als im Vorjahr.

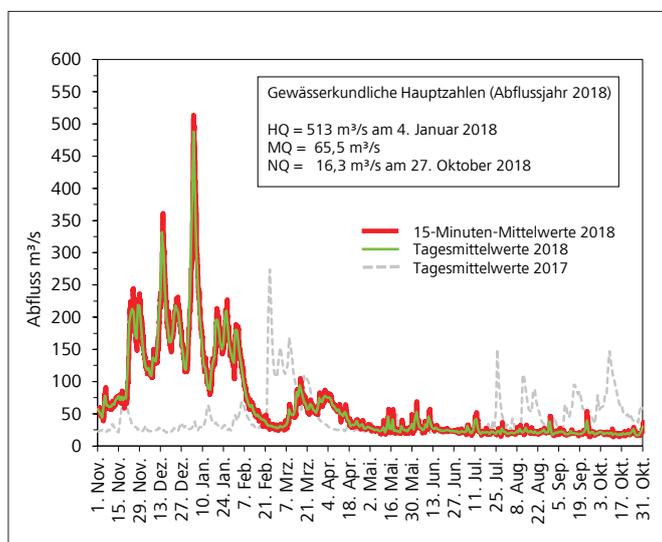


Bild 1.1: 15-Minuten-Mittelwerte und Tagesmittelwerte am Pegel Hattingen/Ruhr im Abflussjahr 2018

Fig. 1.1: Runoff means during 15 minutes and 24 hours at the gauging station Hattingen/Ruhr in the water year 2018

Über den Jahreswechsel 2017/2018 fielen innerhalb von fünf Tagen im Gebietsmittel 66 mm Niederschlag, im Einzugsgebiet der Biggetalsperre örtlich sogar 90 mm. Diese Niederschläge führten im Ruhreinzugsgebiet zu einem deutlichen Anstieg der Abflüsse, so dass dabei die Hochwassermeldegrenzen an Ruhr, Lenne und Volme überschritten worden sind. Der höchste Abfluss im Abflussjahr 2018 wurde während dieses Ereignisses am Pegel Hattingen am 4. Januar 2018 mit  $HQ_{2018} = 513 \text{ m}^3/\text{s}$  (Tagesmittelwert 488 m<sup>3</sup>/s) registriert.

Das Abflussjahr 2018 war im Vergleich zum langjährigen Mittel das zehnte Abflussjahr in Folge mit einem Niederschlagsdefizit. Damit ist die Dekade der Abflussjahre 2009-2018 im Ruhreinzugsgebiet die trockenste seit dem Abflussjahr 1927. Nur die ersten drei Monate des Abflussjahres 2018 wiesen einen Niederschlagsüberschuss auf, alle anderen Monate ab Februar hingegen ein Niederschlagsdefizit. Im letztgenannten Zeitabschnitt fiel 42 % weniger Niederschlag als im langjährigen Mittel. Nur in den beiden Trockenjahren 1959 und 1976 wurde seit 1927 für diese neun Monate weniger Niederschlag registriert als im Abflussjahr 2018. Eine Stützung der Ruhrwasserführung durch erhöhte Abgaben aus den Talsperren war in Villigst ab Mitte April, an der Mündung zunächst vereinzelt ab Mitte Mai erforderlich. Von Mitte Juni bis zum Ende des Abflussjahres bestand aufgrund der außergewöhnlichen Trockenheit bis auf einzelne Tage durchgehend Zuschusspflicht aus den Talsperren. Insgesamt gab es im Abflussjahr 2018 in Villigst 170 und an der Mündung 138 zuschusspflichtige Tage. Dies sind in Villigst 58 % und an der Mündung sogar 145 % mehr als im Durchschnitt der Jahre 1991/2017. Seit Einführung des Ruhrverbandsgesetzes im Jahr 1990 ist dies an der Mündung die größte Anzahl zuschusspflichtiger Tage in einem Abflussjahr, in Villigst die zweitgrößte. Der niedrigste Tagesmittelwert des Abflusses im Abflussjahr 2018 wurde am Pegel Hattingen am 27. Oktober 2018 mit  $NQ_{2018} = 16,3 \text{ m}^3/\text{s}$  registriert.

Der mittlere Abfluss am Pegel Hattingen im Abflussjahr 2018 berechnet sich zu  $MQ_{2018} = 65,5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Er liegt damit um gut 5 % unter dem langjährigen mittleren Abfluss von  $MQ_{1968-2017} = 69,2 \text{ m}^3/\text{s}$  und um 20,6 m<sup>3</sup>/s über dem Vorjahreswert. Das Sommerhalbjahr 2018 weist den zweitkleinsten mittleren Abfluss seit vollständiger wasserwirtschaftlicher Verfügbarkeit der Biggetalsperre im Abflussjahr 1968 auf, nur im Abflussjahr 1976 gab es einen kleineren. Der Abfluss ist im Durchschnitt der langjährigen Betrachtung zu 69 % auf das Winterhalbjahr und 31 % auf das Sommerhalbjahr verteilt. Im Abflussjahr 2018 ergab sich aufgrund des extrem trockenen Sommerhalbjahres eine deutliche Verschiebung zum Winterhalbjahr (82 % zu 18 %).

Eine ausführliche Beschreibung der wassermengenwirtschaftlichen Gegebenheiten des Abflussjahres 2018 findet sich im Bericht Ruhrwassermenge 2018 (<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/EU (sog. Richtlinie prioritäre Stoffe) [2.2] festgelegten chemischen Parametern zu bewerten. Ergänzend dazu fließen

aber auch allgemeine physikalisch-chemische Parameter und eine Vielzahl sogenannter 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. In: Amtsblatt der Europäischen Union, 2000, L 327, S. 1 - 72
- [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. In: Amtsblatt der Europäischen Union, 2013, L 226, S. 1 - 17

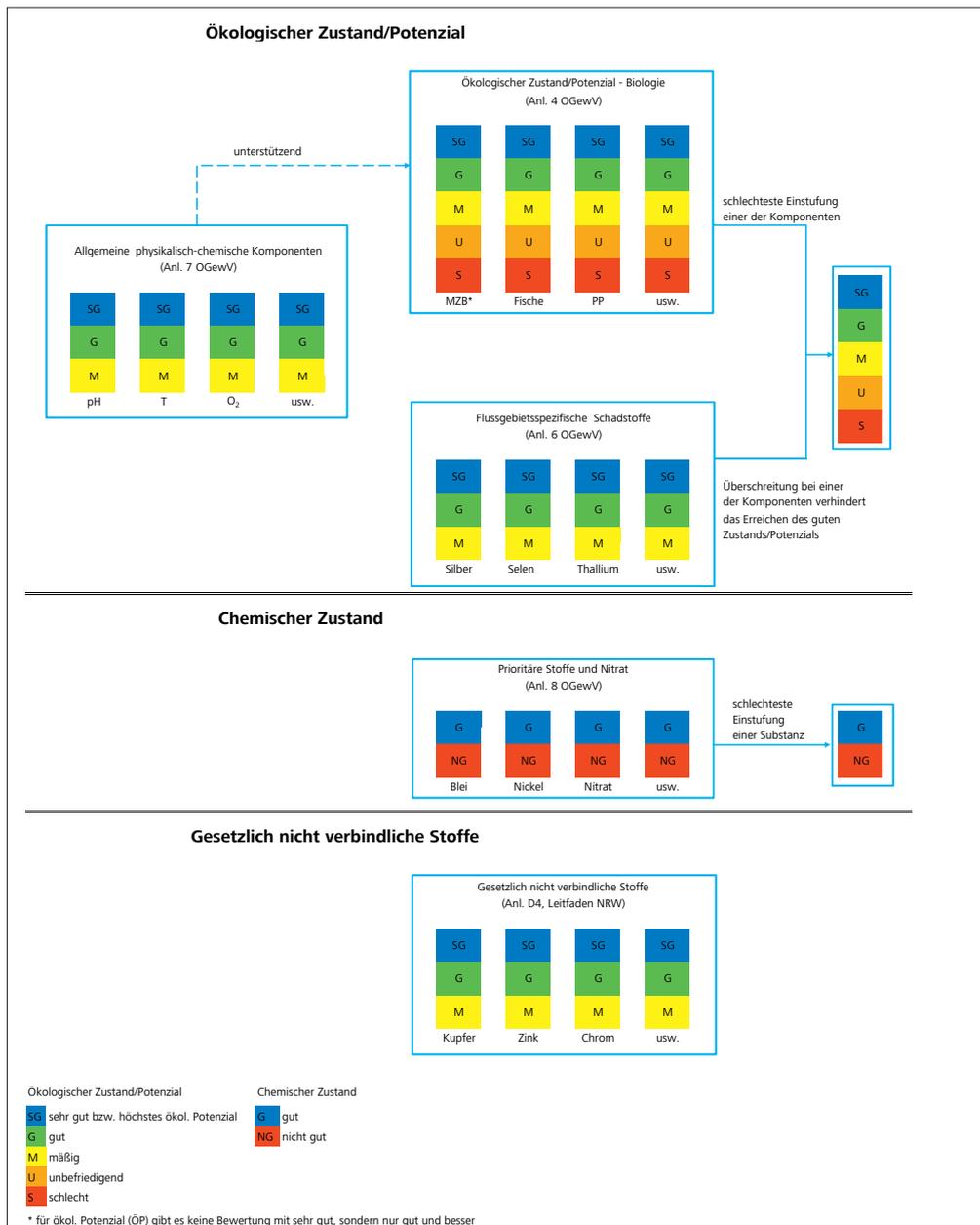


Bild 2.1: Gesamtbeurteilung des ökologischen und chemischen Zustands/Potenzials überarbeitet nach [2.8]

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 „Beurteilung des chemischen Zustands“ sowie der Werte der Anlage 7 „allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten“ der OGewV und ergänzend dazu nach den gesetzlich nicht verbindlichen Beurteilungswerten des Leitfadens „Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW, Anlage D4 [2.4], bewertet. Berücksichtigt sind in der Anlage D4 Orientierungswerte (OW), die auf Basis ökotoxikologischer Studien abgeleitet wurden, Parameter aus der Trinkwasserverordnung –TrinkwV [2.5] sowie die gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW) des Umweltbundesamts (UBA) [2.6]. Es ist hervorzuheben, dass es sich hierbei teilweise um Vorgaben handelt, die den direkten Gebrauch des Wassers als Trinkwasser betreffen und nicht die Beschaffenheit des Gewässers. Gleichwohl dienen diese Werte im Sinne des Vorsorgegrundsatzes als Orientierungshilfe.

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]fluoranthren, Benzo[ghi]perylen und Benzo[k]fluoranthren. 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. Für die Bewertung von Chrom, Kupfer und Zink wird entsprechend des Leitfadens NRW, Anlage D4, das jeweilige 50-Perzentil herangezogen.

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].

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 German Surface Water Regulation (OGewV), EQS 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 <sup>3</sup>	0,27 <sup>3</sup>	5 <sup>5</sup>
Benzo[b]fluoranthren	–	0,017 <sup>3</sup>	6 <sup>5</sup>
Benzo[ghi]perylen	–	0,0082 <sup>3</sup>	6 <sup>5</sup>
Benzo[k]fluoranthren	–	0,017 <sup>3</sup>	6 <sup>5</sup>
Benzol	10	50	–
Bis(2-ethylhexyl)phthalat	1,3	–	–
Blei	1,2 <sup>1,3</sup>	14 <sup>3</sup>	–
Bromierte Diphenylether	–	0,14 <sup>3</sup>	0,0085 <sup>5</sup>
C10-13 Chloralkane	0,4	1,4	–
Cadmium <sup>2</sup> 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 <sup>5</sup> TEQ <sup>7</sup>
Fluoranthren	0,0063 <sup>3</sup>	0,12 <sup>3</sup>	30 <sup>5</sup>
Naphthalin	2 <sup>3</sup>	130 <sup>3</sup>	–
Nickel	4 <sup>1,3</sup>	34 <sup>3</sup>	–
Nitrat	50000	–	–
Nonylphenol	0,3	2	–
PFOS	0,00065 <sup>4</sup>	36 <sup>4</sup>	9,1 <sup>5</sup>
Quecksilber	–	0,07	20 <sup>6</sup>
Trichlorethen	10	–	–
Trichlormethan	2,5	–	–

gut nicht gut

<sup>1</sup> Die UQN bezieht sich auf bioverfügbare Konzentrationen

<sup>2</sup> Abhängig von der Wasserhärteklasse

<sup>3</sup> der gute chemische Zustand ist bis zum 22. Dezember 2021 zu erreichen

<sup>4</sup> der gute chemische Zustand ist bis zum 22. Dezember 2027 zu erreichen

<sup>5</sup> primäres Schutzziel: menschliche Gesundheit

<sup>6</sup> primäres Schutzziel: fischfressende Tiere

<sup>7</sup> Toxizitätsäquivalente nach den Toxizitätsäquivalenzfaktoren der WHO von 2005

### 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 Umweltqualitätsnormen (UQN) zur Beurteilung des chemischen Zustands dargestellt. Der gute chemische Zustand wird blau gekennzeichnet. Ist die Konzentration eines Stoffs

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 Konzentrationen 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.

### Flussgebietsspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Zustands

In Tabelle 2.2 sind die Umweltqualitätsnormen für die im Ruhreinzugsgebiet relevanten flussgebietsspezifischen 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

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

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

UQN für flussgebietsspezifische Schadstoffe	
Stoffname	JD-UQN in der Wasserphase µg/l
Chlortoluron	0,4
MCPA	2
Metazachlor	0,4
PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180	0,0005 <sup>2</sup>
Phenanthren	0,5
Selen <sup>1</sup>	3
Silber <sup>1</sup>	0,02
Thallium <sup>1</sup>	0,2

sehr gut      gut      mäßig

<sup>1</sup> Die UQN bezieht sich auf die gelöste Phase einer Wasserprobe

<sup>2</sup> Nur soweit die Erhebung von Schwebstoff- oder Sedimentdaten nicht möglich ist.

Thallium beziehen sich auf den gelösten Anteil, der nach Filtration (Porengröße: 0,45 µm) gemessen wird.

### 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 definiert, weshalb sie in Tabelle 2.5 gemeinsam mit den biologischen Qualitätsklassen und nur für den guten Zustand dargestellt sind.

### Gesetzlich nicht verbindliche Vorgaben für Stoffe

Der Leitfaden „Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW dient derzeit in NRW als Bewertungsgrundlage für die vom LANUV NRW untersuchten Parameter, die gesetzlich nicht verbindlich geregelt sind. 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 wird 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.

- [2.3] Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGeWV). In: Bundesgesetzblatt, 2016, Teil I, Nr. 28, S. 1373 - 1443
- [2.4] Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW (Hrsg.): Leitfaden Monitoring Oberflächengewässer, <https://www.flussgebiete.nrw.de/node/7423>, Zugriff 25. März 2019; <https://www.flussgebiete.nrw.de/monitoringleitfaden-oberflaechengewasser-anlage-d4-7724>, Zugriff 28. März 2019
- [2.5] Erste Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung (Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2011). In: Bundesgesetzblatt, 2011, Teil I, Nr. 21, S. 748 - 774
- [2.6] Umweltbundesamt: Liste der nach GOW bewerteten Stoffe von Februar 2018, [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/liste\\_der\\_nach\\_gow\\_bewerteten\\_stoffe\\_201802.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/liste_der_nach_gow_bewerteten_stoffe_201802.pdf), Zugriff 28. März 2019
- [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](https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/bwp-nrw_2016-2021_final.pdf), Zugriff: 28. März 2019

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	
Stoffname	Orientierungswert µg/l
Arsen	1
Barium	60
Beryllium	0,1
Bor	100
Chrom*	10
Kobalt	0,9
Kupfer*	4
Molybdän	7
Uran	2
Vanadium	2,4
Zink*	14
PAK in Summe	0,1
Pyren	0,0023
Ibuprofen	0,01
Diclofenac	0,05
Erythromycin	0,2
Clarithromycin	0,1
Sotalol	0,1
Iopamidol	0,1
Iopromid	0,1
Amidotrizoesäure	0,1
Bisphenol A	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-WRRL und der OGewV maßgeblich anhand der biologischen Qualitätskomponenten „Makrozoobenthos“

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 (HOW) [2.6]

Nach GOW bewertete Stoffe	
Stoffname	GOW µg/l
10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin	0,3
Amidotrizoesäure	1,0
Azithromycin	0,3
Benzotriazol	3,0
Carbamazepin	0,3
Chloridazon	3,0
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

(Wirbellosenfauna der Gewässersohle), „Makrophyten und 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 Gewässersergüte und der Strukturgüte hinaus. Zur differenzierten Bewertung der Gewässer aufgrund ihrer naturräumlichen und morphologischen Unterschiede wurde für die Umsetzung der EG-WRRL eine Gewässertypologie mit Verbreitungskarte erstellt, in der z. B. die Unterschiede zwischen Gewässern im Mittelgebirge und im Tiefland berücksichtigt sind. 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 und zugeordnet 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 German Surface Water Regulation (OGewV), 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 <sub>2</sub> (mg/l) MIN/a	Cl <sup>-</sup> (mg/l) Mittelwert	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l) Mittelwert	pH-Wert MIN/a - MAX/a	Fe (mg/l) Mittelwert	P <sub>ges</sub> (mg/l) Mittelwert	o-PO <sub>4</sub> -P (mg/l) Mittelwert	NH <sub>4</sub> -N (mg/l) Mittelwert	NH <sub>3</sub> -N (µg/l) Mittelwert	NO <sub>2</sub> -N (µg/l) Mittelwert	TOC (mg/l) Mittelwert	BSB <sub>5</sub> *** (mg/l) Mittelwert
<b>Typ 5</b> 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
<b>Typ 5.1</b> 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
<b>Typ 6</b> 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
<b>Typ 7</b> 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
<b>Typ 9</b> 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
<b>Typ 9.1</b> 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
<b>Typ 9.2</b> 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
<b>Typ 19</b> 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<sub>max</sub> Sommer (April bis November)

\*\* = Temperatur abhängig von der Ausprägung der Fischgemeinschaft, T<sub>max</sub> 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

[2.9] <http://www.fliessgewaesserbewertung.de>, Zugriff: 26. März 2019

ASTERICS-Version 3.1.1 berechnet. Für den 3. Monitoringzyklus der Jahre 2012 bis 2014 erfolgte die Berechnung auf Basis 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) der 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 ökolo-

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

gischen Zustand“ erreichen sollen, sowie den künstlichen (AWB) und erheblich veränderten Wasserkörpern (HMWB), in 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

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 from [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

einige HMWB-Wasserkörper mit Einzelfallbetrachtung ist von Seiten des Landes noch nicht abschließend erfolgt, so dass Probenahmestellen in diesen Wasserkörpern – dies betrifft insbesondere 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 Bewertungsklasse für den ökologischen Zustand zunächst erhalten. Sie wird aber zukünftig fortschreitend durch die Bewertungsklasse für das ökologische Potenzial ersetzt werden.

Im Rahmen des Ruhrverbands spezifischen Programms „Integrale Entwässerungsplanung“ (IEP) liegen Probenahmestellen auch in kleinen Gewässern (Einzugsgebiet < 10 km<sup>2</sup>, 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*. In: *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 Grundlage geltender internationaler Vorgaben, wie z. B. der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRRL) [3.1], nationaler Gesetze und Verordnungen sowie spezieller 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 Lennemündung 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 ist dieses Programm in das der Ruhrlängsuntersuchungen integriert. Diese monatlichen Untersuchungen an zwölf Messstellen von der Ruhrquelle bis zur Mündung in den Rhein und an einer Probenahmestelle an der Lennemündung geben 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 können diese vor allem in und unterhalb von Stauhaltungen von Teil erheblichen Schwankungen unterliegen, wenn Sauerstoff produzierende Vorgänge (Photosynthese) und verbrauchende Vorgänge (Atmung, Biomasseabbau) die O<sub>2</sub>-Konzentrationen beeinflussen.

---

[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*

Die Ergebnisse der oben genannten Untersuchungsprogramme beziehen sich auf das Abflussjahr 2018 (01. November 2017 bis 31. Oktober 2018) und werden in den ersten drei Abschnitten des Kapitels beschrieben. 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 und beziehen sich auf das Kalenderjahr 2018.

Die gemäß den Vereinbarungen mit der AWWR und in Zusammenarbeit mit dem Hygieneinstitut des Ruhrgebiets zusätzlichen quartalsweise durchgeführten „AWWR-Ruhrlängsuntersuchungen“ berücksichtigen in erster Linie die Entnahmestellen von Rohwasser zur Trinkwassergewinnung. Die Ergebnisse werden im Berichtsteil der AWWR vorgestellt.

### Ergebnisse der Messstelle Ruhr bei Essen-Rellinghausen und der Gewässerüberwachungsstationen

Die relevanten statistischen Kenngrößen an der intensiv untersuchten Probenahmestelle in Essen-Rellinghausen sind für das Abflussjahr 2018 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 (MW) des Abflussjahres für die entsprechenden Kenngrößen.

Neben den in Essen-Rellinghausen gemessenen Kenngrößen fließen in die Bewertung auch die Ergebnisse der Gewässergüte-Überwachungsstationen zwischen Echthausen und Duisburg ein. Die in Bild 3.2 dargestellten Gewässergüte-Überwachungsstationen werden vom Ruhrverband, dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV), der Be-

Tabelle 3.1: Monats- und Halbjahres-Mittelwerte verschiedener Kenngrößen der Ruhr bei Essen-Rellinghausen, Probenahmestelle "Zornige Ameise", Abflussjahr 2018

Table 3.1: Monthly and biannual averages of several parameters for the Ruhr at Essen-Rellinghausen, sampling point "Zornige Ameise", water year 2018

	Abfluss am Pegel Hattingen m³/s	Wassertemperatur °C	pH-Wert (Median)	Elektr. Leitfähigkeit µS/cm	Abfiltr. Stoffe mg/l	Abfiltr. Stoffe Glührückstand mg/l	Sauerstoffgehalt		BSB <sub>5</sub> ohne ATH gesamt mg/l	Chemischer Sauerstoffbedarf CSB			Absorptionskoeffizient 254 nm m <sup>-1</sup>	TOC mg/l	Ammoniumstickstoff mg/l	Nitratstickstoff mg/l	Gesamtphosphor mg/l	o-Phosphat-Phosphor mg/l
							Sättigungsindex %	gesamt mg/l		gesamt mg/l	gelöst mg/l							
November 2017	107	9,2	7,8	361	7,8	5,5	11,2	98	1,7	9,3	6,6	6,4	3,4	0,05	2,7	0,08	0,06	
Dezember 2017	172	6,9	7,8	346	14,9	11,0	11,9	98	1,9	10,9	8,2	5,4	3,2	0,07	2,9	0,07	0,05	
Januar 2018	190	7,3	7,8	327	18,2	14,8	11,8	98	1,9	11,1	6,5	5,0	3,5	0,07	2,8	0,07	0,04	
Februar 2018	69,4	3,6	8,1	463	3,3	2,5	12,9	98	1,9	6,9	6,0	5,0	2,5	0,06	3,1	0,06	0,04	
März 2018	55,9	6,4	8,1	449	3,0	1,7	12,2	99	2,0	8,3	7,2	5,1	3,4	0,04	2,9	0,05	0,02	
April 2018	48,4	13,7	8,0	435	6,5	3,8	10,4	101	2,6	10,9	8,7	5,3	4,0	0,03	2,4	0,06	0,02	
Mai 2018	26,8	18,5	7,9	534	9,4	5,3	9,0	95	2,4	12,9	9,4	7,2	5,3	0,05	1,9	0,11	0,04	
Juni 2018	28,3	20,5	7,8	522	4,6	3,2	7,6	84	0,8	10,6	9,6	8,1	4,1	0,05	2,0	0,12	0,09	
Juli 2018	24,0	22,9	7,8	549	3,0	2,0	7,5	87	0,8	10,0	9,3	8,2	3,8	0,04	1,7	0,10	0,07	
August 2018	23,0	21,6	7,8	550	2,2	1,2	7,9	89	0,7	9,4	8,7	7,3	3,6	0,04	1,6	0,11	0,06	
September 2018	21,7	17,5	7,9	553	2,0	1,2	8,7	91	0,9	7,8	6,9	7,4	3,6	0,04	1,8	0,07	0,04	
Oktober 2018	20,6	13,5	8,0	579	1,8	0,6	9,8	94	0,8	8,9	8,0	7,7	3,8	0,03	1,9	0,09	0,05	
Winterhalbjahr	108	7,9	7,9	392	9,3	6,9	11,7	99	2,0	9,6	7,2	5,4	3,3	0,05	2,8	0,07	0,04	
Sommerhalbjahr	24,1	19,1	7,9	548	3,8	2,2	8,4	90	1,0	9,9	8,7	7,7	4,0	0,04	1,8	0,10	0,06	
Abflussjahr 2018	65,7	13,9	7,9	475	6,4	4,4	10,0	94	1,5	9,8	8,0	6,6	3,7	0,05	2,3	0,09	0,05	
Kalenderjahr 2018	48,8	11,7	7,9	509	5,0	3,3	9,9	93	1,4	9,6	8,1	6,9	3,8	0,05	2,2	0,09	0,05	
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	

Tabelle 3.2: Monats- und Halbjahres-Mittelwerte verschiedener Kenngrößen der Ruhr bei Essen-Rellinghausen, Probenahmestelle "Zornige Ameise", Abflussjahr 2018

Table 3.2: Monthly and biannual averages of several parameters for the Ruhr at Essen-Rellinghausen, sampling point "Zornige Ameise", water year 2018

	Chlorid	Sulfat	Fluorid	Bromid	Blei gesamt	Cadmium gesamt	Nickel gesamt	Chrom gesamt	Kupfer gesamt	Zink gesamt	Eisen gesamt	Mangan gesamt	AOX	EDTA	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	mg/l	µg/l
November 2017	33	29	0,08	< 0,05	2,9	0,07	2,4	1,2	3,3	32	0,41	47	5	2,6	0,04	
Dezember 2017	35	26	0,07	< 0,05	2,7	0,10	3,1	1,5	4,4	34	0,70	68	6	1,6	0,03	
Januar 2018	29	28	0,07	< 0,05	3,1	0,11	3,2	1,4	4,7	38	0,80	71	6	1,2	0,03	
Februar 2018	50	39	0,08	0,05	0,80	0,05	2,1	0,7	2,1	23	0,25	38	< 5	2,1	0,05	
März 2018	52	37	0,07	< 0,05	0,54	0,04	2,0	< 0,5	2,2	19	0,17	29	6	2,8	0,06	7
April 2018	46	36	0,08	< 0,05	0,79	0,05	2,7	0,6	2,8	18	0,25	46	< 5	2,7	0,05	22
Mai 2018	63	44	0,10	0,09	1,2	0,07	3,3	0,6	4,1	22	0,28	82	7	5,3	0,08	33
Juni 2018	61	41	0,10	0,09	0,99	0,06	2,7	0,7	4,0	16	0,22	56	6	3,4	0,08	1
Juli 2018	71	41	0,10	0,11	0,67	0,06	2,4	0,5	3,7	11	0,17	40	7	4,0	0,09	2
August 2018	73	39	0,09	0,10	0,74	0,05	2,3	< 0,5	3,2	10	0,17	42	7	3,3	0,09	2
September 2018	72	39	0,09	0,09	0,61	0,05	2,3	< 0,5	2,9	11	0,15	33	8	3,2	0,09	2
Oktober 2018	78	40	0,10	0,09	0,40	0,04	2,7	< 0,5	2,8	10	0,10	21	9	3,8	0,09	1
Winterhalbjahr	40	32	0,07	< 0,05	1,9	0,07	2,6	1,0	3,3	28	0,44	51	5	2,1	0,04	16
Sommerhalbjahr	70	41	0,10	0,10	0,76	0,05	2,6	< 0,5	3,5	13	0,18	46	7	3,8	0,09	6
Abflussjahr 2018	56	37	0,09	0,07	1,3	0,06	2,6	0,7	3,4	20	0,31	48	6	3,0	0,07	8
Kalenderjahr 2018	62	39	0,09	0,08	0,93	0,06	2,6	0,6	3,3	17	0,24	43	7	3,0	0,06	8
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	0,06	5

zirksregierung 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 Gewässergüte-Überwachungsstation Hattingen. Die Gewässergüte-Überwachungsstationen mit den dazugehörigen Ausstattungen zeigt Tabelle 3.3.

### Allgemeine Kenngrößen

Trotz der außergewöhnlich niedrigen Abflüsse im sehr trockenen Sommerhalbjahr 2018 lag der mittlere Abfluss am Pegel Hattingen mit 65,5 m³/s ein Drittel über dem Durchschnittswert von 44,9 m³/s des vorherigen Abflussjahres. Ausschlaggebend dafür waren aber einzig die gegenüber dem Jahr 2017 höheren Winterabflüsse. So lagen die Monatsmittel vor allem im Dezember 2017 und Januar 2018 weit über 100 m³/s. Das Maximum von 488 m³/s als Tagesmittelwert trat am 4. Januar 2018 auf. Im Zeitraum zwischen Mai und Oktober 2018 ergaben sich dagegen durchgehend Monatsmittel auf einem sehr niedrigen Niveau von 20,6 bis 28,3 m³/s. Das Jahresminimum von 16,7 m³/s wurde dabei am 28. Oktober 2018 gemessen. Somit lagen die Abflüsse im Sommerhalbjahr weit unter den mittleren Sommerabflüssen im lang-

jährigen Jahresvergleich. Diese Abflussverhältnisse können beim Konzentrationsverlauf von Parametern eine entscheidende Rolle spielen.

Die mittleren **Wassertemperaturen** des Winterhalbjahrs 2017/2018 blieben unter 10 °C und bewegten sich auf dem Niveau der letzten 15 Jahre. Das Tagesminimum mit 0,6 °C wurde Ende Februar 2018 gemessen. Aufgrund des ungewöhnlich heißen Sommers kam es vor allem in den Monaten Juni, Juli und August an fast allen Probenahmetagen zu Wassertemperaturen über 20 °C. Das Tagesmaximum wurde mit 25,2 °C am 8. August 2018 verzeichnet.

[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 01.04.2019), Anhang D4: <https://www.flussgebiete.nrw.de/node/7724> Stand 2016 (Zugriff 01.04.2019)

[3.4] Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung (Trinkwasser-Verordnung – TrinkwV 2011), Bundesgesetzblatt Jahrgang 2018 Teil I S. 1666 vom 9. Januar 2018

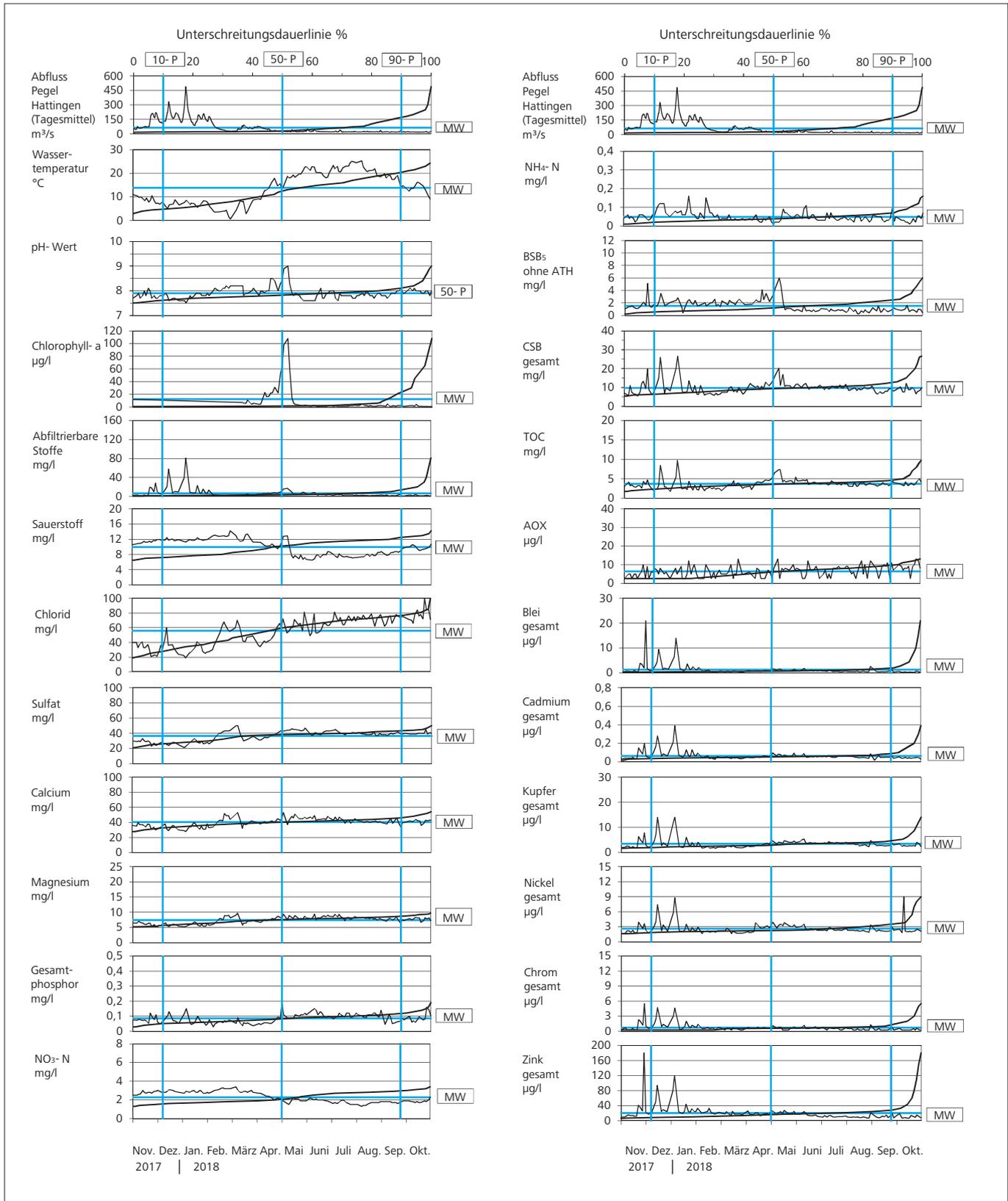


Bild 3.1: Ganglinien und Unterschreitungsdauerlinien verschiedener Kenngrößen, Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Abflussjahr 2018  
 Fig. 3.1: Time-variation curves and curves showing the durations below limit for selected parameters, Ruhr at Essen-Rellinghausen in the water year 2018

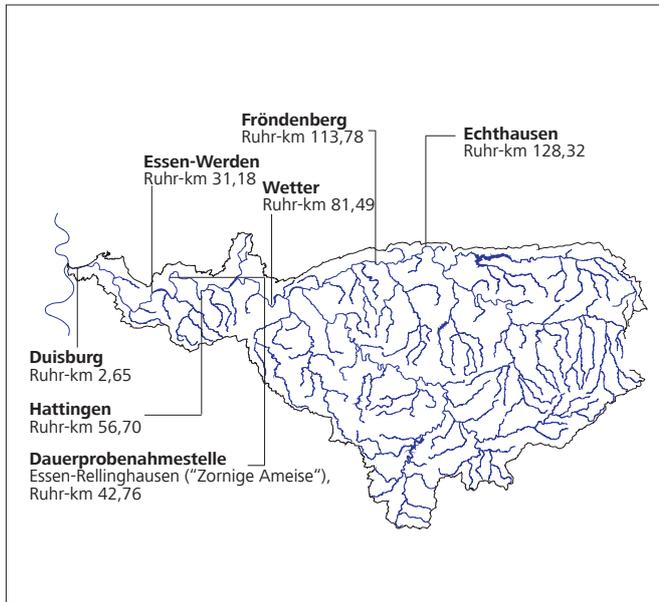


Bild 3.2: Lage der Gewässerüberwachungsstationen an der Ruhr  
 Fig. 3.2: Location of water quality monitoring stations along the Ruhr

Die **pH-Werte** wiesen mit Werten zwischen pH 7,5 (während der abflussreichen Zeit im Winterhalbjahr) und pH 9,0 (während des Frühjahrsmaximums der Algenentwicklung Mitte Mai) eine vergleichsweise moderate Spannweite auf. Im Vorjahresvergleich lagen die diesjährigen pH-Werte um pH 0,5 höher. Am 9. Mai 2018, an dem auch der höchste pH-Wert (pH 9,0) im Jahr 2018 gemessen wurde, betrug gleichzeitig der Maximalwert für **Chlorophyll-a** 108 µg/l, eine Konzentration, die damit fast doppelt so hoch wie das Maximum der Vorjahre war. 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** erhöhten sich lediglich bei Anstieg des Abflusses. Die jeweiligen Höchstwerte von 80,7 mg/l und 90 FNU wurden Anfang Januar 2018 gemessen. Wie auf die Trübung wirkt sich das Abflussgeschehen auch entscheidend auf die **Elektrische Leitfähigkeit** (nicht grafisch dargestellt) aus. So lag der Spitzenwert der Elektrischen Leitfähigkeit am 26. Oktober 2018 mit 627 µS/cm bei Abflüssen um 20 m³/s. Das Minimum von 254 µS/cm wurde am 5. Januar 2018 bei einem Abfluss von 403 m³/s gemessen. Trotz der über Monate andauernden Trockenperiode im Jahr 2018 entsprach die mittlere Elektrische Leitfähigkeit aber etwa dem Vorjahreswert.

### 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

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
<b>Physikalisch- chemische Kenngrößen</b>						
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	
<b>Sonstige</b>						
Chlorophyll-a (in vivo Fluoreszenz)			x	x	x	
Lufttemperatur			x			
Solarstrahlung			x		x	
<b>Biomonitore</b>						
Daphnientest		x				
<b>Probenahmeeinrichtungen</b>						
Sammelprobeahme-Einrichtungen		x	x	x	x	x
Selbstentleerende Probenahme Einrichtungen			x	x	x	
Schwebstoffgewinnung			x	x		
<b>Datenerfassung/- übertragung</b>						
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 2018 in der unteren Ruhr an den Gewässergüte-Überwachungsstationen Hattingen, Essen-Werden und Duisburg sowie an der Probenahmestelle in Essen-Rellinghausen ist in Bild 3.3 dargestellt.

Aufgrund der langanhaltenden sommerlichen Trockenheit und der höheren Wassertemperaturen im Jahr 2018 kam es an allen vier Gewässergüte-Überwachungsstationen von Mai bis September zu deutlich niedrigeren Sauerstoffkonzentrationen als in vorherigen Berichtszeiträumen. Die prozentualen Anteile

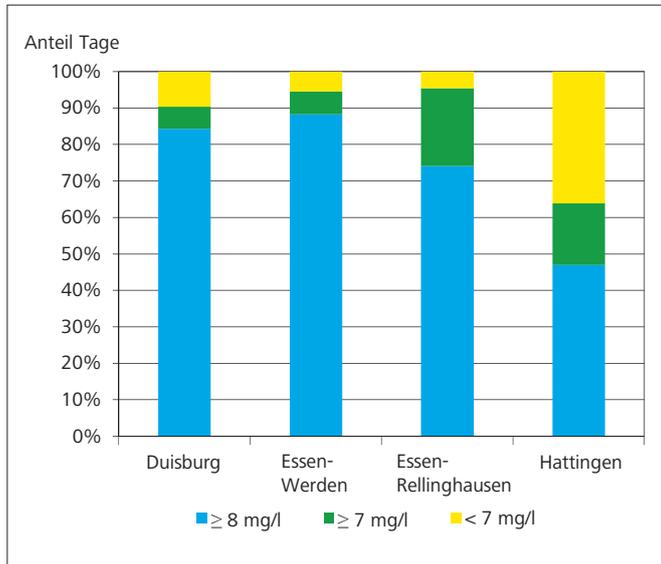


Bild 3.3: Zeitliche Verteilung der Sauerstoffgehalte in der unteren Ruhr, Abflussjahr 2018

Fig. 3.3: Temporal distribution of oxygen levels in the lower Ruhr, water year 2018

der Messwerte mit Konzentrationen unterhalb von 7 mg/l Sauerstoff lagen an den Messstationen Duisburg, Essen-Werden und -Rellinghausen zwischen 5 und 10 %. An der Gewässer-güte-Überwachungsstation Hattingen waren es sogar 36 %. Hier trat am 13. Juli das Minimum von 1,0 mg/l O<sub>2</sub> auf. Somit konnten sich im Jahr 2018 die guten bis sehr guten Sauerstoffverhältnisse der letzten Jahre, die sich aufgrund geringer organischer Belastung des Ruhrwassers und kaum noch vorhandener planktischer Primärproduktion eingestellt haben, nicht fortsetzen.

### Mineralische Inhaltsstoffe

Erwartungsgemäß sind durch die außerordentlich niedrigen mittleren Abflüsse im Sommerhalbjahr 2018 die Gehalte vor allem von **Chlorid**, aber auch geringfügig von **Sulfat** im Vergleich zu den Vorjahren angestiegen. Für Chlorid wurden Ende Oktober 2018 Werte bis 100 mg/l gemessen. Die Höchstkonzentration von 50 mg/l für Sulfat lag aber am 9. März 2018 bei leicht ansteigendem Abfluss vor. Die diesjährigen Durchschnittskonzentrationen betragen 56 mg/l Chlorid bzw. 37 mg/l Sulfat.

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** (nicht tabellarisch dargestellt) werden durch das Abflussgeschehen beeinflusst. So waren die Konzentrationen im Jahresdurchschnitt mit 40 mg/l Ca und 7,4 mg/l Mg mit denen des Vorjahrs fast identisch und lagen somit in einem höheren Bereich als in der langjährigen Betrachtung. Mit einem mittleren

**Härtegrad** von 1,3 mmol/l ist das Wasser auch 2018 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.

Wie im Jahr zuvor betrug der mittlere Gehalt für **Gesamt-Phosphor (TP)** 0,09 µg/l. Die höchste Konzentration von 0,19 mg/l TP trat während der Frühjahrsentwicklung des Phytoplanktons Anfang Mai 2018 auf. In den drei darauffolgenden Monaten wurden Werte von über 0,1 mg/l TP in Folge von niedrigen Abflüssen gemessen. Ähnliche Verhältnisse waren in diesen drei Monaten auch beim **ortho-Phosphat-Phosphor (o-PO<sub>4</sub>-P)** (nicht grafisch dargestellt) vorhanden. Während der Frühjahrsentwicklung des Phytoplanktons Anfang Mai 2018 sank jedoch die Konzentration auf einen Tiefstwert von 0,003 mg/l o-PO<sub>4</sub>-P. Im Durchschnitt betrug die Konzentration wie im Vorjahr 0,05 mg/l o-PO<sub>4</sub>-P.

Der mittlere **Nitrat-Stickstoffgehalt (NO<sub>3</sub>-N)** lag mit 2,3 mg/l unter dem langjährigen Mittel von 2,5 mg/l. Die Maximalgehalte mit bis zu 3,4 mg/l traten im Winterhalbjahr bei Wassertemperaturen von unter 8 °C auf, welche die Geschwindigkeit von Denitrifikationsprozessen im Gewässersediment verminderten. Durch die erhöhte Denitrifikation im Sommerhalbjahr nahmen die Nitrat-Stickstoffkonzentrationen wieder ab. Das Jahresminimum wurde am 08. August 2018 mit 1,3 mg/l NO<sub>3</sub>-N gemessen.

Das niedrige Konzentrationsniveau für **Ammonium-Stickstoff (NH<sub>4</sub>-N)** der letzten Jahre wurde mit einem mittleren Gehalt von 0,05 mg/l auch im Abflussjahr 2018 bestätigt. In den kälteren Wintermonaten traten erhöhte Konzentrationen von bis zu 0,16 mg/l NH<sub>4</sub>-N auf. Des Weiteren wurden aber auch Anfang Juni 2018 Konzentrationen bis zu 0,11 mg/l NH<sub>4</sub>-N nach einem kurzen Gewitter registriert.

### Organische Summenparameter

Zur Beurteilung des Wassers der Ruhr hinsichtlich der organischen Belastung werden mehrere Summenparameter herangezogen. Dazu gehören der **Biochemische Sauerstoffbedarf (BSB<sub>5</sub>)**, 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 Winterhalbjahr führten die höheren Abflüsse zu Remobilisierungsprozessen und einem erhöhten Eintrag von bioche-

misch abbaubarem Material. Dadurch lag in diesem Zeitraum der BSB<sub>5</sub> (ohne ATH) mit durchschnittlichen 2,0 mg/l höher als der vergleichsweise niedrige Vorjahreswert von 1,7 mg/l. Im Sommerhalbjahr stieg der BSB<sub>5</sub> während des Frühjahrsmaximums der Algenentwicklung im April/Mai bis auf 6,0 mg/l an. Das Jahresmittel des BSB<sub>5</sub> von 1,5 mg/l blieb auf gleichem Niveau wie im Vorjahr.

Die Spitzenwerte für den **Chemischen Sauerstoffbedarf** von 26,6 mg/l und den **Gesamten Organisch Gebundenen Kohlenstoff** von 9,7 mg/l wurden einen Tag nach dem Abflussmaximum Anfang Januar gemessen. Im weiteren Jahresverlauf bewegten sich die Konzentrationen für CSB und TOC im Bereich des langjährigen Jahresmittels, auch wenn während der Trockenwetterphasen vor allem im Mai 2018 höhere Werte für den TOC-Gehalt beobachtet wurden. Die mittleren Konzentrationen im Abflussjahr von 3,7 mg/l TOC haben sich aber im Vergleich zum Vorjahr 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 AOX erfasst. Schon seit mehreren Jahren gehen die mittleren AOX-Gehalte in der Ruhr zurück. Die AOX-Werte in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen bewegten sich im Abflussjahr 2018 zwischen < 5 und 13 µg/l. Der Mittelwert für AOX lag im Abflussjahr 2018 auf einem neuen Tiefstand von 6 µg/l.

## Schwermetalle

Schwermetallbelastungen der Gewässer haben unterschiedliche Ursachen wie Auswaschungen oder Abtrag natürlich vorkommender Gesteine und Böden sowie Einleitungen behandelte industrieller und kommunaler Abwässer. Inzwischen liegen die Schwermetallkonzentrationen in der Ruhr seit vielen Jahren auf einem sehr niedrigen Niveau. Im Folgenden wird über die prioritären Stoffe Blei und Nickel sowie das prioritär gefährliche Cadmium berichtet. Weiterhin wurden die unfiltrierten Proben 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 Spitzenwerte von 21 µg/l Pb in der unfiltrierten und 0,69 µg/l Pb in der filtrierten Probe bei Abflussanstiegen am 29. November 2017 auf. Die Durchschnittswerte von 1,3 µg/l Pb<sub>ges.</sub> und 0,13 µg/l Pb<sub>filtr.</sub> in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen lagen auf dem Niveau der Vorjahre.

Auch die **Cadmiumkonzentrationen** zeigten eine Abflussabhängigkeit. So traten die jeweiligen Maximalkonzentrationen mit 0,06 µg/l Cd<sub>filtr.</sub> (Mitte Dezember 2017) und 0,39 µg/l Cd<sub>ges.</sub> (Anfang Januar 2018) bei Abflussanstiegen auf. Die dazugehörigen arithmetischen Mittel betragen 0,03 µg/l Cd<sub>filtr.</sub> und 0,06 µg/l Cd<sub>ges.</sub>

**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 Kupferleitungen über häusliche Abwässer. Der Kupfergehalt blieb deutlich unter den Werten von vor gut zehn Jahren und erreichte im diesjährigen Berichtszeitraum mit einem Durchschnittswert von 3,4 µg/l Cu das gleiche niedrige Niveau wie im Jahr zuvor. Das Maximum von 14 µg/l Cu wurde in den Monaten Dezember 2017 und Januar 2018 bei hohen Abflüssen gemessen.

Die Belastung der Ruhr mit **Nickel** wird im Wesentlichen durch Emissionen aus metallbe- und verarbeitenden Betrieben beeinflusst. Wie bei den übrigen Schwermetallen traten dennoch für Nickel höhere Werte in den abflussreicheren Monaten auf. Doch das Maximum von 9,0 µg/l Ni<sub>ges.</sub> wurde bei abflussarmen Verhältnissen im Oktober gemessen. Der Höchstgehalt für die filtrierte Probe betrug 3,5 µg/l Ni<sub>filtr.</sub> Die Durchschnittswerte lagen mit 2,5 µg/l Ni<sub>ges.</sub> und 2,0 µg/l Ni<sub>filtr.</sub> wie in den Vorjahren auf einem sehr niedrigen Niveau.

Der **Chromgehalt** (nicht grafisch dargestellt) spielt in der Ruhr seit vielen Jahren keine große Rolle mehr. Wie für Blei wurde auch für Chrom die höchste Konzentration von 5,5 µg/l Cr<sub>ges.</sub> Ende November 2017 registriert. Der Durchschnittswert betrug 0,7 µg/l Cr<sub>ges.</sub> und entsprach somit den niedrigen Werten aus dem Abflussjahr 2017.

**Quecksilber** (nicht grafisch dargestellt) ist im Einzugsgebiet der Ruhr in der Wasserphase ohne Bedeutung. Die höchste Konzentration von 0,031 µg/l Hg wurde während hoher Abflüsse Anfang 2018 gemessen. Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze für Quecksilber von 0,005 µg/l lagen lediglich in 6 % der Wasserproben vor.

**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. Wie bei den restlichen Metallen traten für Zink erhöhte Gehalte in den abflussreicheren Monaten auf. So wurde für Zink der Maximalwert von 180 µg/l Ende November 2017 gemessen. Mit einer Durchschnittskonzentration von 20 µg/l Zn konnte das niedrige Niveau des Vorjahres von 14 µg/l Zn nicht erreicht werden.

## Ergebnisse der wöchentlichen Ruhruntersuchungen

Das Bild 3.4 zeigt die Summenhäufigkeitskurven der Untersuchungsergebnisse relevanter Parameter für die organische Belastung (CSB) und die Nährstoffbelastung (NH<sub>4</sub>-N, TP) an den sechs Probenahmestellen an der Ruhr von Arnshagen bis Duisburg-Aakerfähre für die vier Dekaden von 1970 bis 2010 und für das aktuelle Abflussjahr. Es ist offensichtlich, dass sich die in den 1970er Jahren merkliche Belastung der

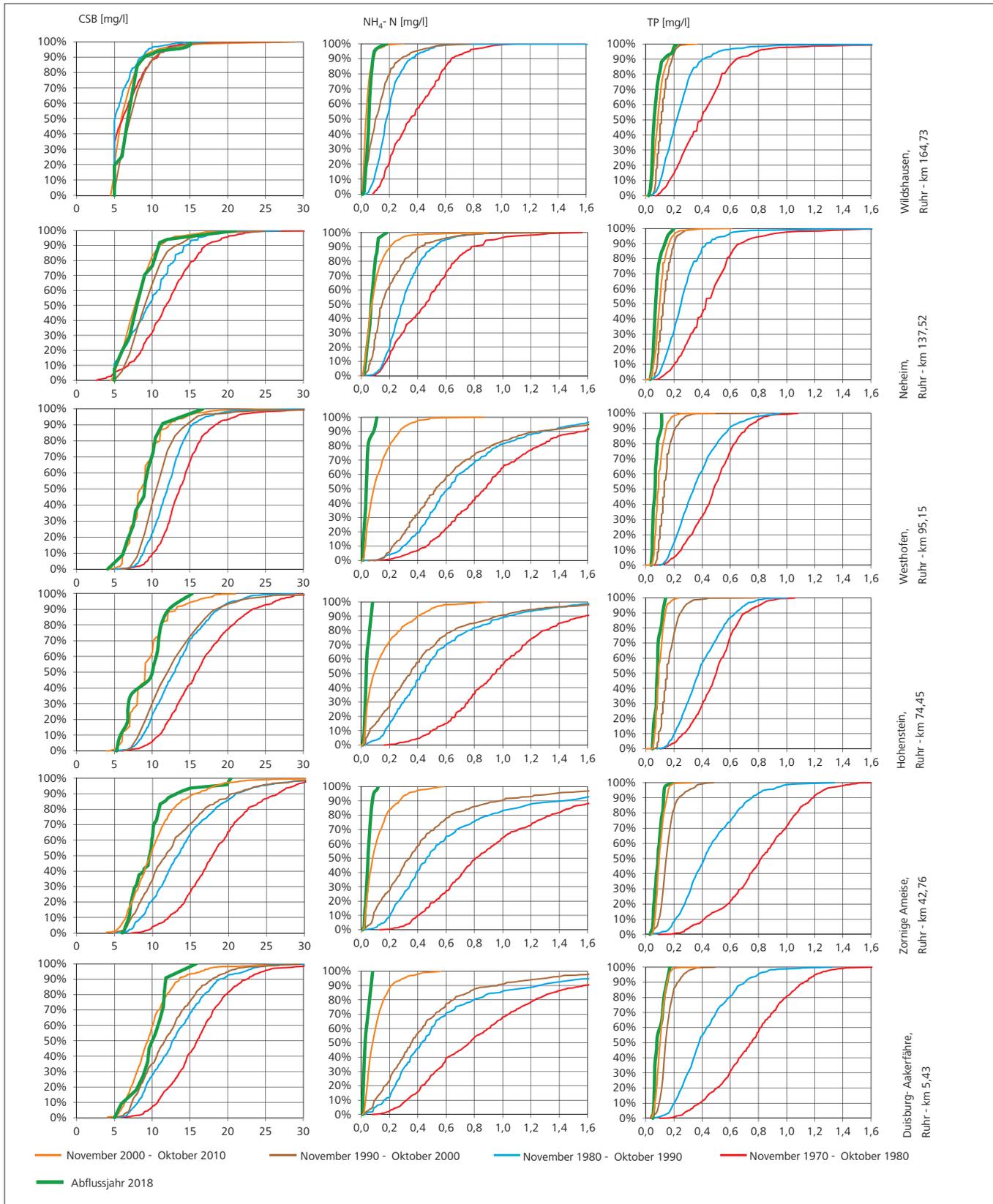


Bild 3.4: Ruhrwasserbeschaffenheit nach den Ergebnissen der wöchentlichen Ruhruntersuchung, dargestellt als Summenhäufigkeiten  
 Fig. 3.4: Ruhr water condition according to the results of weekly examinations, shown as cumulative frequencies

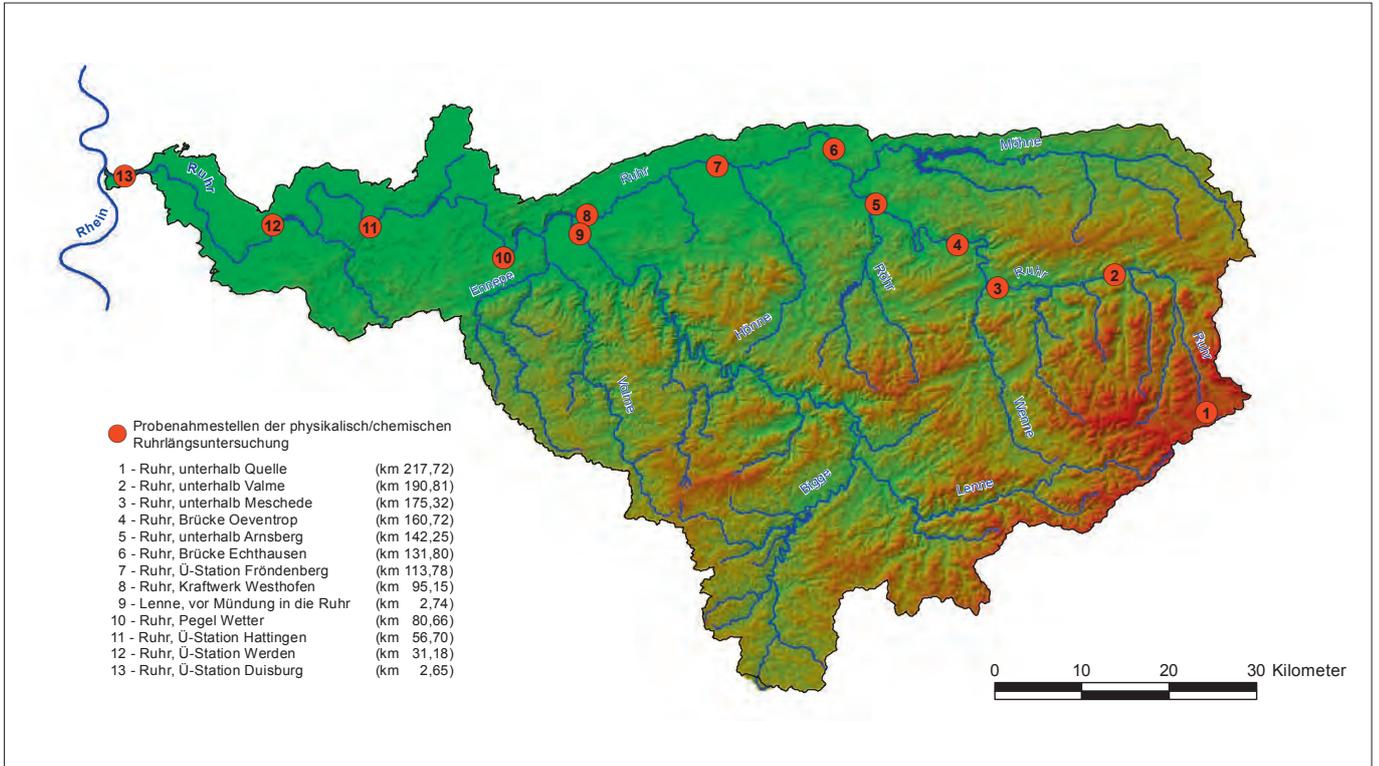


Bild 3.5: Geografische Lage der zwölf Probenahmestellen der Ruhrlängsuntersuchungen. Quelle: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2008

Fig. 3.5: Location of the 12 sampling points for quality monitoring along the Ruhr. Source: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2008

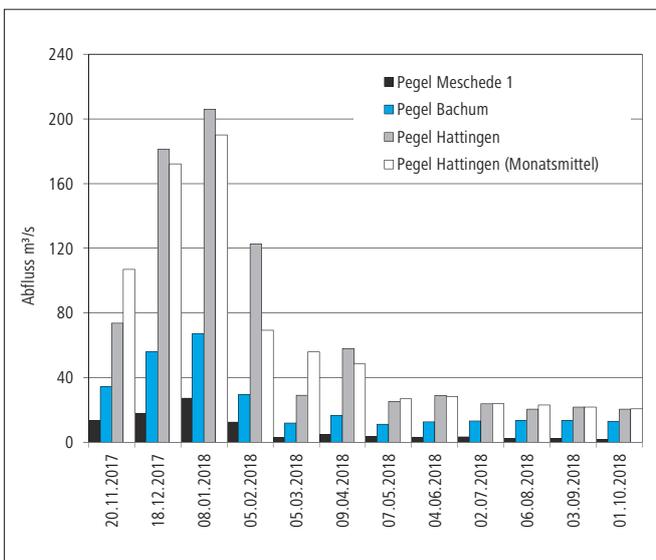


Bild 3.6: Abflüsse an den Pegeln Meschede 1, Bachum und Hattingen an den Probenahmeorten des Abflussjahres 2018 (Tagesmittelwerte)

Fig. 3.6: Ruhr runoff at the gauging stations Meschede, Bachum and Hattingen at the sampling points of 2018 (daily means)

Ruhr deutlich vermindert hat. Das Jahr 2018 war wie schon das Jahr zuvor eines der abflussärmsten Jahre mit langen Niedrigwasserphasen und eines der wärmsten seit der Wetteraufzeichnung. Dies hatte aber kaum Auswirkungen auf die hier dargestellten Parameter. An der Probenahmestelle Arnsberg-Neheim lag mit 21 mg/l die höchste Konzentration für den CSB vor. Die Konzentrationen von Ammonium-Stickstoff wie auch von Gesamt-Phosphor zeigten im gesamten Fließverlauf ähnliche Werte wie in den Vorjahren. Mit den Gehalten vor dem Jahrhundertwechsel sind 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 3.5 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 Ab-

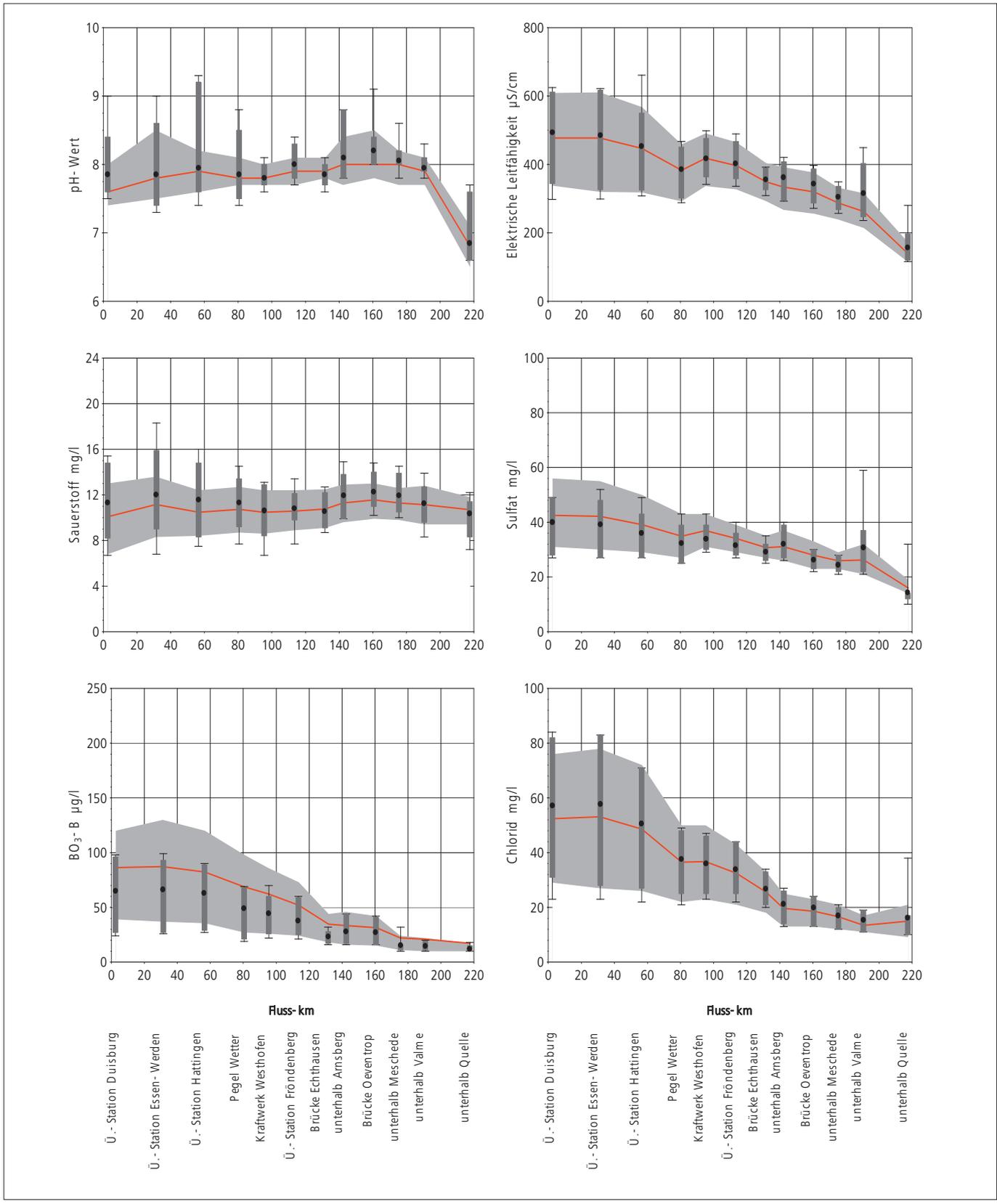


Bild 3.7: Ruhrlängsuntersuchungen im Abflussjahr 2018, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen  
 Fig. 3.7: Examinations along the Ruhr during the water year 2018, statistical data of selected parameters

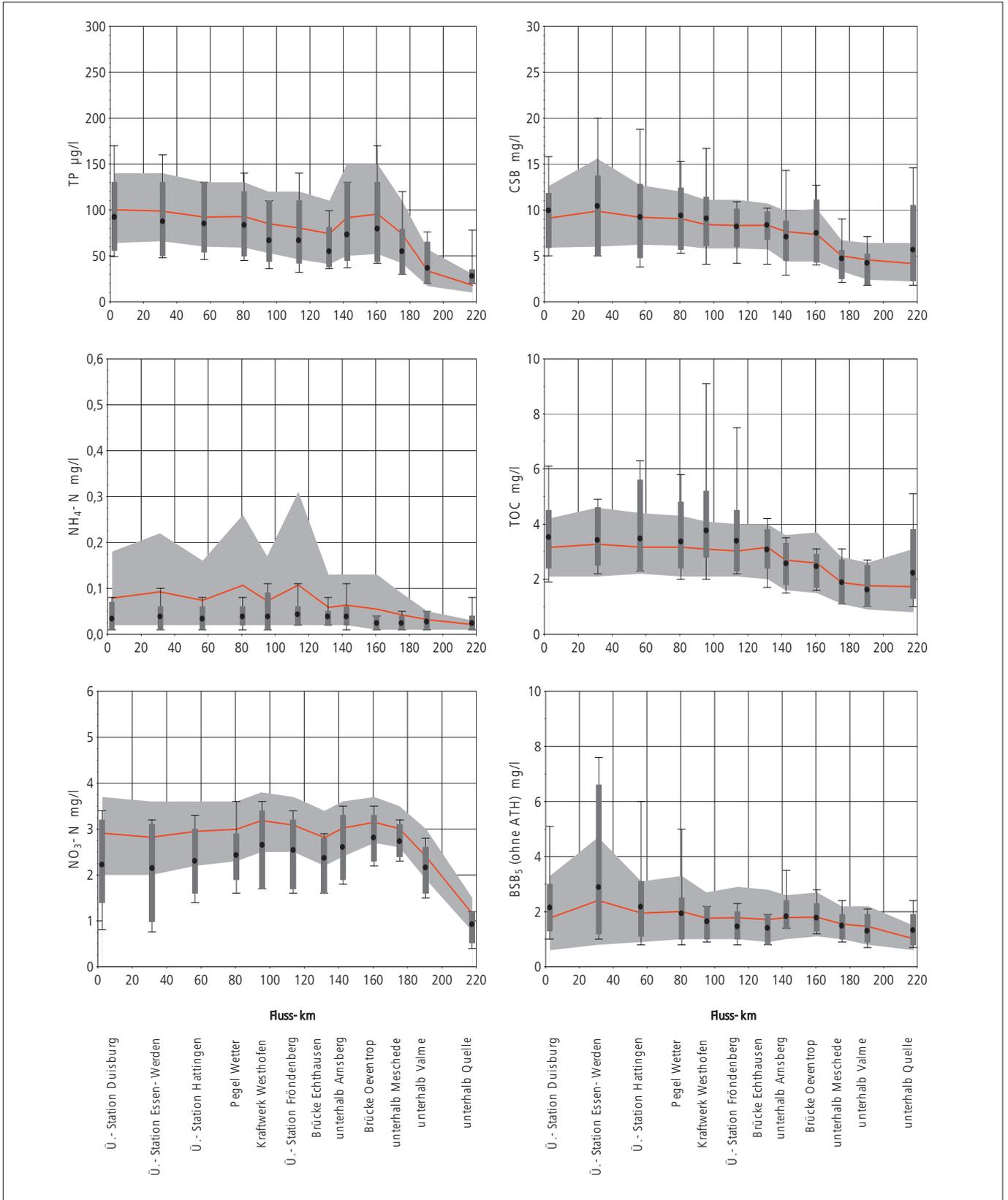


Bild 3.7: Ruhrlängsuntersuchungen im Abflussjahr 2018, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen  
 Fig. 3.7: Examinations along the Ruhr during the water year 2018, statistical data of selected parameters

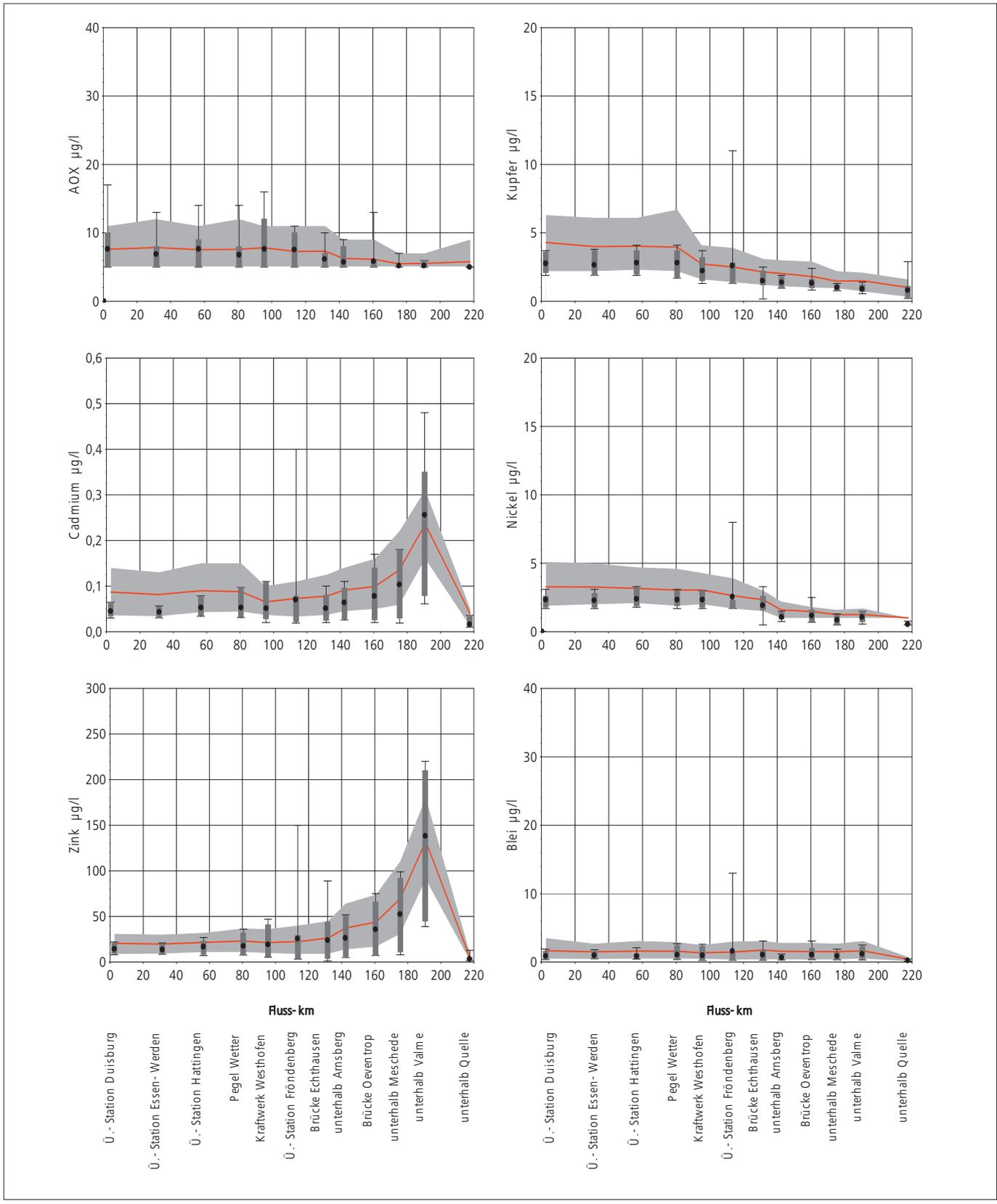


Bild 3.7: Ruhrlängsuntersuchungen im Abflussjahr 2018, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen  
 Fig. 3.7: Examinations along the Ruhr during the water year 2018, statistical data of selected parameters

schnitt bis zur Mündung in den Rhein befinden sich die restlichen vier Probenahmestellen. Zudem wird seit dem Jahr 2017 zusätzlich die Lenne vor Mündung in die Ruhr mit untersucht. Die Flusskilometerangaben basieren auf der 3. Auflage der Gewässerstationierung des LANUV [3.5].

In Bild 3.6 sind die **Abflusstagesmittelwerte** der Ruhrpegel Meschede 1, Bachum und Hattingen an den zwölf Untersuchungsterminen sowie die Monatsmittelwerte am Pegel Hattingen im Abflussjahr 2018 dargestellt. Die Abflussverhältnisse am Pegel Hattingen entsprachen an den Untersuchungstagen im Mittel denen im Jahresdurchschnitt. Die größte Abweichung vom durchschnittlichen Monatsmittel war bei der Probenahme im Februar mit 77 % zu verzeichnen. In den Sommermonaten lagen aufgrund der ungewöhnlich langandauernden Trockenheit sowohl niedrige mittlere Monats- als auch Tagesabflüsse an allen drei Pegeln vor.

In Bild 3.7 sind die statistischen Daten der untersuchten Kenngrößen für das Abflussjahr 2018 und die Jahre 2002 bis 2017 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 2018 entsprechen den Endpunkten der Linien. Die grauen Säulen repräsentieren den Bereich zwischen den 10- und 90-Perzentilen des Jahres 2018. Das arithmetische Mittel (2018) wird durch den schwarzen Punkt abgebildet.

### Allgemeine physikalisch-chemische Kenngrößen

Die Mediane der **pH-Werte** im Jahr 2018 lagen im Vergleich zum Jahr 2017 an fast allen Probenahmestellen auf einem höheren Niveau. Vor allem während der Phytoplanktonentwicklung im April/Mai 2018 traten im Unterlauf der Ruhr erhöhte pH-Werte bis pH 9,3 auf.

Die vom Abfluss beeinflusste **Elektrische Leitfähigkeit** nimmt in der Ruhr aufgrund anthropogener und geogener Einflüsse von der Quelle bis zu Mündung zu. Durch die Zuflüsse der ionenärmeren Lenne und Volme nahm die Elektrische Leitfähigkeit an der Probenahmestelle Kraftwerk Westhofen ab, um danach wieder anzusteigen. Im Unterlauf (ab Ruhr-km 67) stieg die Elektrische Leitfähigkeit vor allem durch die Aufnahme der Grubenwässer des ehemaligen Bergwerks „Robert Müser“ wieder an. Trotz der ungewöhnlich langandauernden Niedrigwasserverhältnisse im Jahr 2018 waren die Durchschnittswerte der Elektrische Leitfähigkeit mit Ausnahme der Messstelle unterhalb Valme niedriger als die im Vorjahr gemessenen Werte. Der Spitzenwert von 661  $\mu\text{S}/\text{cm}$  wurde im März 2018 an der Überwachungsstation Hattingen bei einem Abfluss von 29,04  $\text{m}^3/\text{s}$  verzeichnet.

### Sauerstoffhaushalt

Die mittleren Sauerstoffkonzentrationen lagen bis auf die Messstellen unterhalb Quelle und an der Brücke Echthausen

über den durchschnittlichen Konzentrationen der langjährigen Betrachtung (2002 bis 2017). Die Streuung der Einzelmesswerte sowie die der 10- und 90-Perzentile war vor allem in der unteren Ruhr im Vergleich zum Vorjahr sehr groß. An der Überwachungsstation Essen-Werden bewegten sich z.B. die Messwerte zwischen 6,8 und 18,3  $\text{mg}/\text{l O}_2$ . Lediglich dort und an den Probenahmestellen unterhalb Quelle und Überwachungsstation Duisburg wurden jeweils einmal im Sommerhalbjahr Sauerstoffgehalte unterhalb 7 bzw. 8  $\text{mg}/\text{l}$  gemessen.

### Mineralische Inhaltsstoffe

Die wesentlichen mineralischen Bestandteile des Ruhrwassers sind die Kationen Calcium, Magnesium, Natrium und Kalium sowie die Anionen Chlorid, Sulfat, Nitrat und Hydrogencarbonat. Die Gehalte sowohl der Kationen als auch der Anionen werden stark vom Abfluss geprägt und nehmen analog zur Elektrischen Leitfähigkeit, da diese durch sie geprägt wird, mit zunehmender Fließstrecke zu.

Bis auf die Probenahmestellen unterhalb Valme und unterhalb Arnsberg lagen die mittleren Gehalte für **Sulfat** zum Teil deutlich unter denen der langjährigen Betrachtung von 2002 bis 2017. Werte über 50  $\text{mg}/\text{l}$  wurden jeweils einmal im März und Oktober 2018 registriert. Die mittleren Konzentrationen für **Chlorid** dagegen bewegten sich vor allem im Unterlauf der Ruhr leicht über dem langjährigen Mittel. Hier wurden der Einfluss der niedrigen Abflüsse und die damit einhergehende geringere Verdünnung deutlich. Das Maximum von 84  $\text{mg}/\text{l}$  Chlorid wurde am 1. Oktober 2018 an der Überwachungsstation Duisburg gemessen.

Die Maximalkonzentrationen der Anionen **Fluorid** und **Bromid** betragen wie in den letzten Jahren 0,12  $\text{mg}/\text{l}$  Fluorid bzw. 0,14  $\text{mg}/\text{l}$  Bromid (diese und folgende Stoffe sind grafisch nicht dargestellt). Die Gehalte der Kationen **Calcium**, **Magnesium**, **Natrium** und **Kalium** bewegten sich ebenfalls auf dem Niveau der Vorjahre.

### Borat-Bor

Mit zunehmender Bevölkerungsdichte im Fließverlauf der Ruhr und dem damit einhergehenden größeren Anteil an kommunalen Abwässern stieg die Borat-Bor-Konzentration auf dem gesamten Fließweg nahezu kontinuierlich an. Wie schon in den letzten Jahren wird in der Ruhr dennoch ein insgesamt sehr niedriges Konzentrationsniveau erreicht, wie die Mittelwerte von 18 („unterhalb Quelle“) bis 75  $\mu\text{g}/\text{l BO}_3\text{-B}$  („Überwachungsstation Duisburg“) zeigen.

[3.5] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV): Gewässerstationierungskarte des Landes Nordrhein-Westfalen (GSK3B, 3. Auflage, 31. Juli 2006). Quelle (Karte): Land NRW (2019) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 ([www.govdata.de/dl-de/by-2-0](http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0))

## Nährstoffe

Neben den Komponenten Licht, Kohlenstoff, Aufenthaltszeit, Wassertemperatur 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 Gesamtposphor, Nitrat- und Ammonium-Stickstoff eingegangen. Im Kapitel 5 werden die Auswirkungen von biotischen und abiotischen Komponenten auf die trophische Situation ausführlich dargestellt.

Die mittleren **Phosphorkonzentrationen** befanden sich im Jahr 2018 mit Ausnahme der ersten beiden Messstellen unterhalb des Niveaus der letzten Jahre. Jedoch lagen die 90 Perzentile und die lokalen Maximalkonzentrationen im Vorjahresvergleich, mit Ausnahme der Probenahmestelle an der Brücke Oeventrop, deutlich höher. Dort und an der Überwachungsstation in Duisburg wurden im September und Oktober Maximalwerte von 170 µg/l TP gemessen. Zu weiteren Überschreitungen von 100 µg/l TP kam es auch an anderen Messstellen in der ungewöhnlich langandauernden Trockenperiode im Sommer des betrachteten Abflussjahres. Der für die Primärproduktion wichtige Anteil an gelöstem Phosphor schwankt je nach Abflussgeschehen und Biomasseauf- bzw. -abbau. Über die gesamte Fließstrecke der Ruhr waren die durchschnittlichen **o-Phosphat-Phosphorkonzentrationen** im Berichtszeitraum niedrig. Lediglich an der Brücke in Oeventrop und im Unterlauf der Ruhr wurden einmalig Werte über 0,07 µg/l o-PO<sub>4</sub>-P gemessen.

Auch im Abflussjahr 2018 bestätigten sich in der gesamten Ruhr die niedrigen Konzentrationen für **Ammonium-Stickstoff**. Der Maximalwert von 0,11 mg/l wurde zwischen Fluss-km 140 und 100 im März und Juni 2018 gemessen. Die Werte im März sind vor allem auf die niedrigen Temperaturen, die den Prozess der Nitrifikation verlangsamen, zurückzuführen. Aber auch die niedrigen Abflüsse im Sommer haben sich auf die Ammoniumkonzentrationen ausgewirkt. Die mittleren Gehalte im Oberlauf blieben weit unter 0,04 µg/l. Ab der mittleren Ruhr lagen die Durchschnittskonzentrationen im Bereich von 0,04 µg/l. Die mittleren Konzentrationen für **Nitrat-Stickstoff** blieben im Berichtszeitraum an allen Messstellen unterhalb von 3,0 mg/l und bestätigen das erreichte niedrige Niveau der letzten Jahre.

## Organische Summenparameter

Die organische Belastung der Ruhr wird hier durch die Parameter BSB<sub>5</sub> (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.

Aufgrund der ungewöhnlich niedrigen Abflüsse im aktuellen Berichtszeitraum kam es bei den untersuchten Kenngrößen vor allem in der unteren Ruhr zu erhöhten Gehalten. An der Überwachungsstation in Essen-Werden wurden im Mai 2018 die Spitzenwerte von 20 mg/l für **CSB** und 7,6 mg/l für **BSB<sub>5</sub>** registriert. Der Höchstwert von 9,1 mg/l für **TOC** lag bei den anhaltend niedrigen Abflüssen am 1. Oktober 2018 an der Messstelle Kraftwerk Westhofen vor.

Die Gehalte für **AOX** liegen seit vielen Jahren auf einem niedrigen Niveau. Im Berichtszeitraum bewegten sich die mittleren AOX-Gehalte im Fließverlauf der Ruhr in einem Bereich zwischen < 5,0 und 7,4 µg/l.

## 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 nicht mehr grafisch dargestellt werden.

An den Konzentrationen der hier abgebildeten Schwermetalle ist der Einfluss des erhöhten Abflusses am 8. Januar 2018 deutlich zu erkennen. Die dadurch auftretenden Gehalte insbesondere an der Probenahmestelle Überwachungsstation Fröndenberg waren zum Teil deutlich höher als die sonst an dieser Stelle gemessenen Werte. Für die beiden Metalle **Cadmium** und **Zink** wurden an der Messstelle unterhalb Valme, bei der die Ruhr durch die Einträge aus dem ehemaligen Erzbergbau in den Einzugsgebieten von Valme und Elpe beeinflusst wird, hohe Konzentrationen im Vergleich mit der langjährigen Betrachtung erreicht. Die Durchschnittskonzentrationen der Metalle **Kupfer**, **Blei** und **Nickel** lagen an den übrigen Messstellen unterhalb der mittleren Gehalte der letzten 15 Jahre.

## Zusammenfassende Bewertung

Während die Grafiken und Tabellen im ersten Teil des Kapitels sich auf das Abflussjahr 2018 beziehen, wird für die nachfolgende Bewertung entsprechend der OGewV das Kalenderjahr 2018 herangezogen. In 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 eine Bewertung für die Lennemündung aufgeführt. Für die Bewertung organischer Spurenstoffe wird auf Kapitel 7 verwiesen.

Die Anforderung der OGewV für die Wassertemperatur im Winter (Dezember bis März) wurde lediglich im Dezember an den beiden Probenahmestellen unterhalb Arnsberg und an der Gewässergüte-Überwachungsstation Fröndenberg nicht eingehalten. Zu Überschreitungen der Qualitätsanforderungen von 23 °C (Sommerhalbjahr) kam es vereinzelt im Juli und August

Tabelle 3.4: Bewertung der Ruhruntersuchungen des Jahres 2018 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW  
 Table 3.4: Evaluation of Ruhr examinations in the year 2018 based on the German Surface Water Regulation (OGewV) and the appendix D4 of the “Guidelines on monitoring surface waters” issued by the State of North Rhine-Westphalia

LANUV Messstellen - Nummer	Gewässer	Probenahmestellen - Bezeichnung	Ruhr- km	Untersuchungen (n)	ACP													UQN				UQN				
					OGewV Anl. 7													OGewV Anl. 8				OGewV Anl. 6				
					Wassertemperatur	pH- Wert	Ammonium- Stickstoff	Gesamtphosphor	Orthophosphat- Phosphor	Sauerstoff	Chlorid	Sulfat	TOC	Eisen	Blei gelöst	Cadmium gelöst	Nickel gelöst	Quecksilber	Nitrat- Stickstoff	Kupfer*	Zink*	Silber gelöst	Selen gelöst	Thallium gelöst		
<b>Essen- Rellinghausen</b>																										
505110	Ruhr	Essen-Rellinghausen	42,76	133																						
<b>Ruhr längsuntersuchungen</b>																										
400014	Ruhr	unterhalb Quelle	217,72	12																						
687560	Ruhr	unterhalb Valme	190,81	12																						
401201	Ruhr	unterhalb Meschede	175,32	12																						
687571	Ruhr	Brücke Oeventrop	160,72	12																						
	Ruhr	unterhalb Arnsberg	142,25	12																						
402102	Ruhr	Brücke Echthausen	131,80	12																						
	Ruhr	Ü-Station Fröndenberg	113,78	12																						
	Ruhr	Kraftwerk Westhofen	95,15	12																						
503253	Ruhr	Pegel Wetter	80,66	12																						
	Ruhr	Ü-Station Hattingen	56,70	12																						
	Ruhr	Ü-Station Essen- Werden	31,18	12																						
320754	Ruhr	Ü-Station Duisburg	2,65	12																						
<b>Lenne</b>																										
422903	Lenne	vor Mündung in die Ruhr	2,74	12																						

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

2018 an der Probenahmestelle in Essen-Rellinghausen sowie an weiteren Messstellen der letzten 80 Fluss-km. Der vorgeschriebene pH-Wert von 8,5 wurde an denselben Stellen sowie unterhalb Meschede und an der Brücke Oeventrop zum Teil mehrmals überschritten. Auch die Mindestanforderung für die Sauerstoffkonzentration von 7,0 mg/l wurde im Juni 2018 an vier Messstellen und mehrfach im Mai und Juni 2018 in Essen-Rellinghausen unterschritten. Dies führt zu einer mäßigen Bewertung.

Die mittleren Konzentrationen für Chlorid und Sulfat an den einzelnen Messstellen lagen zwischen 10 und 59 mg/l Sulfat bzw. 10 und 100 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 (nicht dargestellt) gibt es keine Vorgaben in 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 für die Beurteilung des ökologischen Zustands in der OGewV definierte Orientierungswert von 3 mg/l BSB<sub>5</sub> (ohne ATH) wird im Jahresdurchschnitt an allen Messstellen eingehalten. Die mittleren Gehalte für den TOC blieben im gesamten Ruhrverlauf stets unter 5,0 mg/l und unterschritten damit deutlich die Anforderung der OGewV von 7 mg/l.

An den Messstellen Brücke Oeventrop und Überwachungsstation Duisburg lagen die mittleren Gehalte für Gesamtphosphor über 0,1 mg/l. Entsprechend der OGewV werden diese Probenahmestellen mit „mäßige“ bewertet. Für die übrigen Stellen erfolgt dagegen eine Bewertung mindestens mit „gut“. Zwischen dem Quellbereich und der Probenahmestelle unterhalb der Valme blieben die Jahresmittelwerte sogar unter 0,05 mg/l TP. Folglich können diese beiden Messstellen sogar mit „sehr gut“ bewertet werden. Beim o-Phosphat-Phosphor erreichten hingegen alle Messstellen den guten Zustand. Für Nitrat-Stickstoff wurde die UQN der OGewV, die der Anforderung der Trinkwasserverordnung von 11,3 mg/l Nitrat-Stickstoff (50 mg/l Nitrat) entspricht, mit lokalen Mittelwerten von 0,9 bis 2,8 mg/l erneut im gesamten Ruhrverlauf sicher eingehalten. Wie in den letzten beiden Jahren wurde der Wert von  $\leq 0,04$  mg/l NH<sub>4</sub>-N der Anlage 7 der OGewV auf den ersten 80 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.

Die jeweiligen UQN der Anlage 8 der OGewV für Blei, Nickel (bioverfügbarer Anteil) und Quecksilber wurden in der Wasserphase im gesamten Fließverlauf der Ruhr sicher eingehalten. Das Gleiche gilt für Cadmium mit Ausnahme der Probenahmestelle unterhalb der Valmemündung, an der mit 0,17 µg/l Cd<sub>filtr.</sub> die UQN von 0,15 µg/l Cd<sub>filtr.</sub> knapp überschritten wurde. Auf der weiteren Fließstrecke gehen die Gehalte wieder zurück und erreichen ein konstant niedriges Niveau.

Die Konzentrationen der gesetzlich nicht verbindlich geregelten Stoffe Chrom und Kupfer sowie der flussgebietspezifischen Schadstoffe Silber, Selen und Thallium halten die Anforderungen an den sehr guten bzw. guten ökologischen Zustand ein. Das wie Cadmium auch über den ehemaligen Erzbergbau im Oberlauf der Ruhr eingetragene Zink führt im Jahr 2018 mit Ausnahme der beiden Probenahmestellen unterhalb Quelle und Brücke Echthausen erwartungsgemäß zu einer mäßigen Bewertung.

Die Ergebnisse an der Mündung der Lenne zeigen hinsichtlich der Bewertung ein ähnliches Bild wie der Ruhrabschnitt oberhalb des Zusammenflusses. Wie fast an allen Stellen in der Ruhr erfolgt für Zink, hervorgerufen u.a. durch die besonders trockenen Verhältnisse und die damit einhergehende Aufkonzentrierung, eine mäßige Bewertung.

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 ökologischen Zustand gemäß OGewV weitgehend 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 km<sup>2</sup> 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 44 Gewässer in sieben Planungseinheiten untersucht. Dazu zählen die Planungseinheit Möhne, Obere Ruhr 2, Mittlere Ruhr, Obere Lenne, Untere Lenne, Volme sowie Untere Ruhr. Schwerpunkte waren dabei die Planungseinheiten Obere Ruhr 2 und Untere Lenne. Der Ruhrverband beteiligte sich an 27 Gewässern mit insgesamt 43 Probenahmestellen. Die weiteren 31 Messstellen wurden vom LANUV bereits 2017 untersucht. In Bild 4.1 sind die Fließgewässer und die jeweiligen Messstellen in den Pla-

nungseinheiten 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) und weiterer Anforderungen (siehe Kapitel 2, [4.1, 4.2]) bewertet wurden.

#### Planungseinheit Untere Ruhr

Diese Planungseinheit ( $A_{EG}$ : 651 km<sup>2</sup>) zeichnet sich stark durch die städtische und industrielle Prägung aus. Die Ruhr wurde hier lediglich an der Probenahmestelle Mülheim-Kahlenberg untersucht. Dabei führten niedrige Gehalte an Nährstoffen sowie an mineralischen und organischen Inhaltsstoffen zu einer guten Bewertung. Den guten Zustand hielten die Konzentrationen der untersuchten Metalle Blei, Cadmium, Nickel, Quecksilber, Thallium und Kupfer sicher ein. Die Konzentri-

- [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](http://www.flussgebiete.nrw.de/die-monitoringleitfaeden-7423), 2014 (Zugriff 19. Februar 2019), Anhang D4: [www.flussgebiete.nrw.de/node/7724](http://www.flussgebiete.nrw.de/node/7724), 2014 (Zugriff 19. Februar 2019)

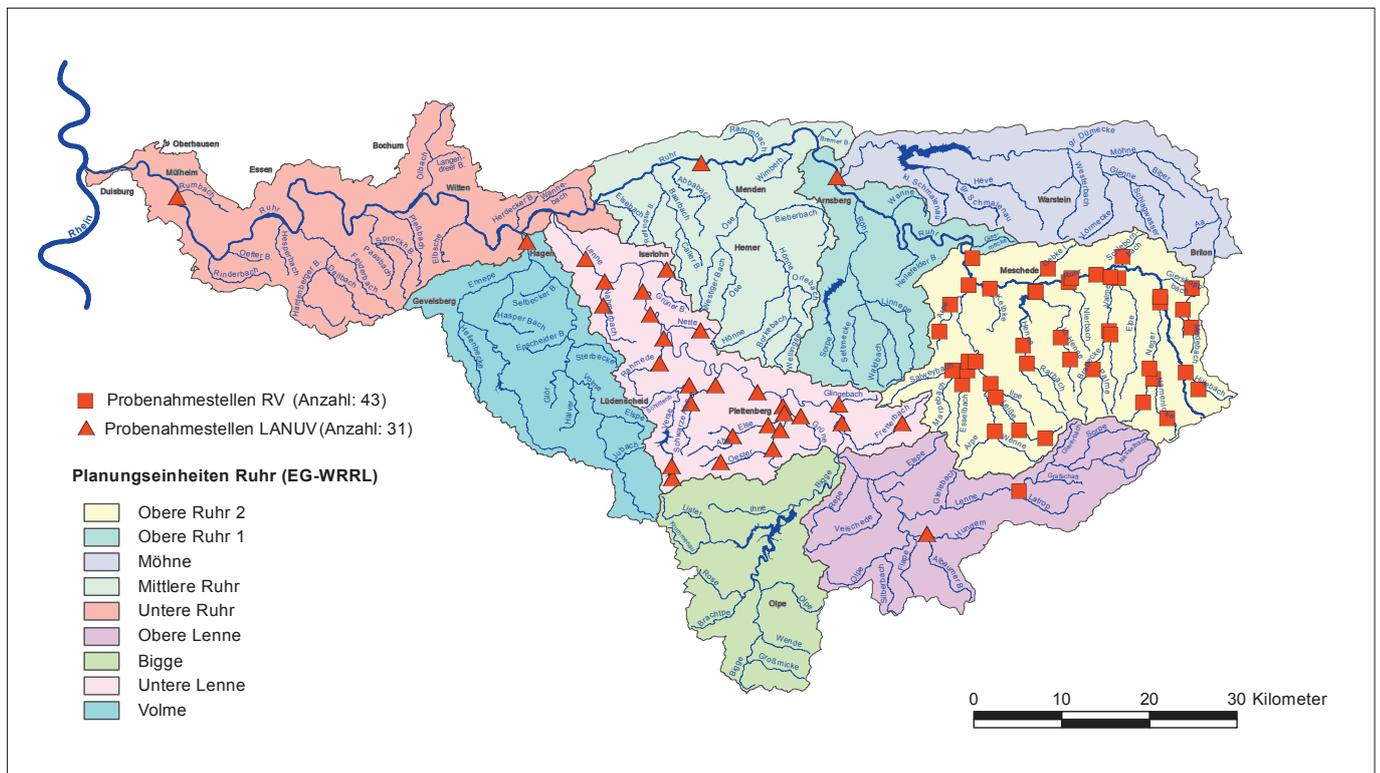


Bild 4.1: Lage der im Jahr 2017 und 2018 untersuchten Fließgewässer einschließlich der jeweiligen Probenahmestellen. Quelle: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2015

Fig. 4.1: Location of the flowing waters monitored in 2017 and 2018 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 2017 und 2018 physikalisch-chemisch untersuchten Gewässer  
 Table 4.1: Selected master data for the waters physico-chemically examined in the years 2017 and 2018

Gewässer	Gewässer- kennzahl	Gesamtfläche ( AE0) km <sup>2</sup>	Länge km	Messstellen Anzahl	Untersuchungen Anzahl
<b>Planungseinheit 1000: Untere Ruhr</b>					
Ruhr	276	651,0	99,0	1	10
<b>Planungseinheit 1100: Volme</b>					
Volme	2768	428,0	50,5	1	13
<b>Planungseinheit 1300: Untere Lenne</b>					
Lenne	2766	529,0	73,6	4	25
Fretterbach	276652	44,8	16,7	2	8
Glinge bach	276654	12,6	6,6	1	4
Else	27666	96,2	12,9	2	8
Ahe	276662			1	4
Oester	276664	56,2	15,6	3	12
Nuttmecke	2766642	11,9	3,4	1	4
Grüne	2766644	14,5	9,2	1	4
Verse	27668	79,8	24,6	4	16
Schwarze Ahe	276686	20,1	8,3	1	4
Rahmede	276692	29,8	11,7	2	8
Nette	276694	14,8	8,0	1	4
Gruener Bach	276696	25,2	11,6	1	8
Nahmer	276698	25,9	11,5	2	8
<b>Planungseinheit 1400: Obere Lenne</b>					
Latrop	2766192	30,0	11,0	1	4
Hundem	27662	128,7	14,5	1	4
<b>Planungseinheit 1500: Mittlere Ruhr</b>					
Ruhr	276	505,0	32,8	1	12
<b>Planungseinheit 1700: Obere Ruhr 2</b>					
Ruhr	276	740,0	53,0	4	16
Wenne	27616	218,0	31,1	2	8
Henne	27614	96,8	22,5	2	8
Salweybach	276168	67,7	14,8	1	4
Valme	27612	62,6	19,7	2	8
Neger	276114	53,8	17,7	3	12
Kleine Henne	276146	39,7	18,0	2	8
Gierskopfbach	276116	35,1	11,9	1	4
Elpe	276118	34,3	18,7	1	8
Brabecke	276122	32,4	13,6	1	4
Esselbach	2761684	26,6	10,4	2	8
Kelbke	276156	24,1	7,5	1	4
Leiße	276164	23,2	13,9	3	12
Arpe I	2761696	19,6	8,7	2	8
Nierbach	276134	19,3	10,1	1	4
Arpe II	276162	17,4	7,3	1	4
Marpebach	2761682	15,7	9,1	1	4
Namenlose	2761144	15,4	10,2	2	8
Schlebornbach	2761176	15,0	5,6	1	4
Rarbach	276142	13,9	8,3	1	4
Gebke I	276152	13,6	7,6	1	4
Ilpe	276166	12,6	8,3	1	4
Palme	2761222	10,5	6,3	1	4
Medebach	2761162	10,1	5,8	2	8
Hillebach	276112	10,1	6,3	2	8
Dornheimer Bach	276146	6,1	13,7	1	4
<b>Planungseinheit 1800: Möhne</b>					
Möhne	2762	468,6	65,1	1	13
<b>Summe</b>					
		4805,7	846,7	74	345

Tab. 4.2: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2017 und 2018 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW  
 Table 4.2: Assessment of water quality parameters in 2017 and 2018 based on the Surface Water Regulation (OGewV) and the appendix D4 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	Gesamphosphor	Sauerstoff	Chlorid	TOC	Eisen	Blei gelöst	Cadmium gelöst	Nickel gelöst	Quecksilber	PFOS	Nitrat- Stickstoff	Kupfer*	Zink*	Selen gelöst	Silber gelöst	Thallium gelöst	
<b>Planungseinheit 1000 - Untere Ruhr</b>																							
22810	Ruhr	Mülheim-Kahlenberg	14,34																				Benzo[a]pyren, Ibuprofen, Diclofenac, Amidotrizoesäure
<b>Planungseinheit 1100 - Volme</b>																							
441200	Volme	v Mdg i d Ruhr	1,27																				Benzo[a]pyren, Ibuprofen, Diclofenac, Amidotrizoesäure
<b>Planungseinheit 1300 - Untere Lenne</b>																							
442896	Lenne	in Ohle	53,59																				
442502	Lenne	uh KA Altena	24,41																				
442605	Lenne	in Nachrodt	19,90																				
442800	Lenne	Pegel Hohenlimburg	6,90																				Benzo[a]pyren, Ibuprofen
433755	Fretterbach	uh Serkenrode	11,78																				Ibuprofen
433901	Fretterbach	v Mdg i d Lenne	0,30																				Ibuprofen
433937	Glingebach	oh Rönkhausen	1,08																				
434024	Else	in Pl-Holthausen	4,50																				Benzo[a]pyren, Ibuprofen, Diclofenac, Amidotrizoesäure
434085	Else	uh Einmdg Öster	1,21																				
434309	Ahe	v Mdg i d Else	0,41																				
434358	Öster	oh Talsperre	12,49																				
442999	Öster	Östertalstrasse	2,89																				
434700	Öster	v Mdg i d Else	0,23																				
434711	Nuttmecke	v Mdg i d Öster	0,12																				
434735	Grüne	Landemerterweg	1,67																				
687297	Verse	oh Fürwiggetalsperre	23,76																				
687303	Verse	uh Fürwiggetalsperre	21,86																				
435156	Verse	bei Fischersverse	7,52																				
435260	Verse	uh Kleinhammer	1,60																				
435855	Rahmede	uh KA Rahmedetal	3,60																				Bor
435909	Rahmede	v Mdg i d Lenne	0,13																				Bor
435958	Nette	bei Busstelle Fuleck	5,80																				
436112	Grüner Bach	bei FA Stamm	3,97																				
436409	Nahmer	bei Lahmen-Hasen	3,27																				
436501	Nahmer	v Mdg i d Lenne	0,05																				
435569	Schwarze Ahe	bei Wigglinghausen	1,18																				

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

Tab. 4.2: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2017 und 2018 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW

Table 4.2: Assessment of water quality parameters in 2017 and 2018 based on the Surface Water Regulation (OGewV) and the appendix D4 of the "Guidelines on monitoring surface waters" issued by the State of North Rhine-Westphalia

LANUV Messstellen - Nummer	Gewässer	Probennahmestelle - 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	Gesamtposphor	Sauerstoff	Chlorid	TOC	Eisen	Blei gelöst	Cadmium gelöst	Nickel gelöst	Quecksilber	PFOS	Nitrat-Stickstoff	Kupfer*	Zink*	Selen gelöst	Silber gelöst	Thallium gelöst	
<b>Planungseinheit 1400 - Obere Lenne</b>																							
430006	Latrop	v Mdg i d Lenne	0,11	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
430201	Hundem	oh Herrntrop	6,51	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
<b>Planungseinheit 1500 - Mittlere Ruhr</b>																							
4108	Ruhr	Fröndenberg	113,76	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Benzo[a]pyren, Ibuprofen, Diclofenac, Amidotrizoesaeure
<b>Planungseinheit 1700 - Obere Ruhr 2</b>																							
400300	Ruhr	uh Einmdg. Neger	201,82	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
400701	Ruhr	in Velmede	190,30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
400907	Ruhr	oberhalb Meschede	183,23	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Nitrit-Stickstoff
401304	Ruhr	uh Einmdg. Wenne	169,80	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Nitrit-Stickstoff
409108	Hillebach	oh Stausee	2,95	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
410007	Hillebach	vor Mdg i. d. Ruhr	0,10	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
410019	Namenlose	südl. Silbach	6,44	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
410032	Namenlose	vor Mdg. in die Neger	0,72	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
686300	Neger	oh Siedlinghausen	13,31	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Arsen, Vanadium
410202	Neger	uh Siedlinghausen	9,00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
410408	Neger	v Mdg i. d. Ruhr	0,12	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Barium
410755	Gierskopfb.	uh Elleringhausen	4,43	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
411206	Elpe	oh Ostwig	1,60	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
411504	Valme	oh Einmdg. Brabecke	9,09	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
688459	Valme	oh Sportplatz	1,20	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
412004	Brabecke	v Mdg i. d. Valme	0,04	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
412107	Palme	v Mdg. i. d. Brabecke	0,01	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
412200	Nierbach	v Mdg i. d. Ruhr	0,23	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
412508	Henne	oh Hennetalsperre	9,53	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
686189	Henne	uh Mdg Kleine Henne	0,91	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
412703	Rarbach	v Mdg i. d. Henne	0,08	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

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

Tab. 4.2: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2017 und 2018 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW  
 Table 4.2: Assessment of water quality parameters in 2017 and 2018 based on the Surface Water Regulation (OGewV) and the appendix D4 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	
<b>Planungseinheit 1700 - Obere Ruhr 2</b>																							
686207	Kleine Henne	in Drasenbeck	10,09	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
412909	Kleine Henne	v Mdg i.d. Henne	0,04	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
413100	Kelbke	v Mdg i.d. Ruhr	0,52	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
413320	Arpe II	v Mdg i.d. Wenne	0,30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Nitrit-Stickstoff
413422	Ilpe	vor Mdg. in die Wenne	0,13	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
413501	Wenne	uh KA Eslohe-Bremke	12,73	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Nitrit-Stickstoff, Ammoniak-N
413859	Wenne	v Mdg i.d. Ruhr	1,12	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
413902	Leifse	uh Fredeburg	10,56	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
414104	Leifse	v Mdg i.d. Wenne	1,32	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Nitrit-Stickstoff
414402	Salweybach	vor Mdg. in die Wenne	0,89	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
414554	Esselbach	oh Eslohe	2,24	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
414608	Esselbach	v Mdg. i d Salweybach	0,18	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Nitrit-Stickstoff
414700	Arpe I	oh Grevenstein	6,40	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Nitrit-Stickstoff, Ammoniak-N, Fluroxypyr
414888	Arpe I	oh Berge	1,90	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Nitrit-Stickstoff, Ammoniak-N
685550	Medebach	oh Bruchhausen	2,63	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
685562	Medebach	v Mdg i.d.Gierskopfbach	0,04	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
685586	Marpebach	v Mdg i.d. Salweybach	0,08	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Nitrit-Stickstoff
685793	Gebke I	oh Meschede	2,70	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
686542	Leifse	oh Heiminghausen	6,70	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
688113	Dornheimer B.	oh Brabecke - Stollen	13,70	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
688540	Schlebornb.	oh Nuttlar	1,10	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
<b>Planungseinheit 1800 - Möhne</b>																							
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

onen des Silbers und des Halbmetalls Selen erfuhren eine sehr gute Bewertung. Die Anforderungen für die Parameter Wassertemperatur, pH-Wert und Sauerstoffkonzentration konnten nicht eingehalten werden. Auch die Konzentrationen der Kenngrößen PFOS und Benzo[a]pyren erreichten nicht den guten Zustand gemäß der OGeWV. Darüber hinaus wurden die Konzentrationen der gesetzlich nicht verbindlichen Stoffe Ibuprofen, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin, 4-Formylaminoantipyrin, 4-Acetamidoantipyrin, Candesartan, Valsartan, Iopromid, lomeprol und Amidotrizoesäure mit "mäßig" bewertet.

#### *Planungseinheit Volme*

In dieser überwiegend durch Waldflächen geprägten Planungseinheit ( $A_{EO}$ : 427 km<sup>2</sup>) wurde lediglich die Volme vor Mündung in die Ruhr untersucht. Dabei konnte die Qualitätsanforderung für die Wassertemperatur nicht eingehalten werden. Ebenso traten Überschreitungen von PFOS, Benzo[a]pyren, Estron und Acesulfam auf. Zudem führten erhöhte Konzentrationen der Arzneistoffe bzw. ihrer Metaboliten zu einer mäßigen Bewertung: Valsartan, Ibuprofen, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin, 4-Formylaminoantipyrin und 4-Acetamidoantipyrin. Auch aus der Gruppe der Röntgenkontrastmittel konnten die Konzentrationen der Parameter Iopamidol, Iopromid, lomeprol und Amidotrizoesäure nicht die Anforderungen der Anlage D4 einhalten.

#### *Planungseinheit Untere Lenne*

Das Einzugsgebiet dieser Planungseinheit (529 km<sup>2</sup>) ist überwiegend durch Waldflächen geprägt. Es wurden neben der Lenne 13 weitere Gewässer an insgesamt 26 Probenahmestellen untersucht. In der Lenne bei Fluss-km 24,4 konnten die Qualitätsanforderungen für den pH-Wert nicht eingehalten werden. Darüber hinaus wurden erhöhte Konzentrationen für Zink und PFOS an den beiden Stellen in der Lenne in Nachrodt und am Pegel Hohenlimburg gemessen. Zudem überschritten die untersuchten Parameter Benzo[a]pyren, Ibuprofen, Estron, Iopromid, lomeprol, Amidotrizoesäure, Acesulfam, Gabapentin, Metformin, 4-Formylaminoantipyrin, 4-Acetamidoantipyrin und Valsartan die jeweilige Anforderung am Pegel Hohenlimburg. Im Fretterbach unterhalb Serkenrode wurde lediglich einmal der Orientierungswert von 0,01 µg/l für Ibuprofen verfehlt. Kurz vor der Mündung in die Lenne wurden im Fretterbach erhöhte Konzentrationen an Nährstoffen gemessen, so dass Ammonium-Stickstoff und Gesamtphosphor mit „mäßig“ bewertet wurden. Des Weiteren hielt die Konzentration von Ibuprofen auch an dieser Stelle einmalig sowie Sulfadiazin bei allen vier Untersuchungen den jeweiligen Orientierungswert nicht ein. In der Öster wurde der Grenzwert für die Sauerstoffkonzentration am 4. Juli 2017 mit 5,5 mg/l unterschritten. In der Rahmede führten an den beiden Stellen unterhalb der Kläranlage Rahmedetal und vor Mündung in die Lenne erhöhte Gehalte an Gesamtphosphor sowie der beiden Metallen Zink und Bor zu einer mäßigen Bewertung. Unterhalb der Klär-

anlage kam es zudem zu Konzentrationsüberschreitungen für die Parameter Nickel und PFOS. Insgesamt konnten an 17 der 26 untersuchten Probenahmestellen die jeweiligen Grenzwerte der untersuchten Parameter sicher eingehalten werden.

#### *Planungseinheit Obere Lenne*

Das Einzugsgebiet Obere Lenne (456 km<sup>2</sup>) besteht zu 70 % aus Waldflächen. Die Untersuchungen fanden in der Latrop vor Mündung in die Lenne und in der Hundem oberhalb Herrntrop statt. Dabei wurde lediglich in der Latrop im März 2018 die Qualitätsanforderung für die Temperatur von 8 °C mit 8,2 °C knapp überschritten. Alle weiteren untersuchten Parameter erreichten den sehr guten bzw. guten Zustand.

#### *Planungseinheit Mittlere Ruhr*

Die Planungseinheit Mittlere Ruhr umfasst 503 km<sup>2</sup> Fläche und ist überwiegend durch Waldflächen und ackerbauliche Nutzung geprägt. Im Berichtszeitraum wurde die Ruhr bei Fröndenberg untersucht. Niedrige Gehalte an Nährstoffen sowie mineralischen und organischen Inhaltsstoffen führten zu einer guten Bewertung. Die Konzentrationen der Schwermetalle Blei, Cadmium, Nickel, Silber und Quecksilber sowie des Halbmetalls Selen hielten die Grenzwerte der OGeWV sicher ein. Im Gegensatz zum Vorjahr erreichten die Konzentrationen des gesetzlich nicht geregelten Metalls Zink lediglich die Einstufung in „mäßig“. Auch die Anforderungen an die Konzentrationen von PFOS und Benzo[a]pyren sowie für die nicht gesetzlich verbindlichen Kenngrößen Estron, Iopamidol, Iopromid, lomeprol, Amidotrizoesäure, Acesulfam, Gabapentin, Diclofenac, Ibuprofen, Metformin, 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin, 4-Formylaminoantipyrin, 4-Acetamidoantipyrin und Valsartan konnten nicht eingehalten werden.

#### *Planungseinheit Obere Ruhr 2*

Die Planungseinheit Obere Ruhr 2 ( $A_{EO}$ : 741 km<sup>2</sup>) wird überwiegend durch Wald sowie landwirtschaftliche Flächen geprägt. Die Ruhr selbst wurde an vier Probenahmestellen untersucht. Oberhalb Meschede lagen erhöhte Konzentrationen an Nährstoffen vor, so dass Ammonium-Stickstoff, Nitrit-Stickstoff und Gesamtphosphor mit „mäßig“ bewertet wurden. Des Weiteren konnte hier auch für die Konzentrationen von PFOS nicht der gute Zustand erreicht werden. Unterhalb der Einmündung Wenne wurde die Anforderung an die Konzentrationen für Nitrit-Stickstoff nicht eingehalten. Wie vor zwei Jahren erfolgte auch für die Konzentrationen von Zink an allen vier Stellen in der Ruhr eine mäßige Bewertung. Neben der Ruhr wurden weitere 26 Gewässer an 38 Probenahmestellen untersucht. Im Nierbach und in der Arpe I führten im Januar und Dezember 2018 Temperaturen über 8 °C zu einer mäßigen Bewertung. Darüber hinaus wurde in der Arpe I oberhalb Berge der pH-Wert von 8,5 wie schon im Jahr 2016 an allen vier Untersuchungstagen überschritten. Zu weiteren Überschreitungen des pH-Wertes kam es im Juli in der Namenlosen an beiden Messstellen sowie im Mai in der Henne unterhalb

Mündung der kleinen Henne. Zusätzlich führten in der Arpe I oberhalb Grevenstein erhöhte Gehalte an Ammonium-Stickstoff, Gesamtphosphor und TOC sowie oberhalb Berge erhöhte Gehalte an Gesamtphosphor zu Überschreitungen der jeweiligen Anforderungen. Im Hillebach, in der Namenlosen sowie in der Arpe I wurde auch der gute Zustand für Eisen verfehlt. Die Gehalte von Arsen und Vanadium erfuhren in der Neger oberhalb Siedlinghausen sowie von Bor vor Mündung in die Ruhr eine mäßige Einstufung. Zudem erfolgte an sechs Messstellen der Nebengewässer eine mäßige Bewertung für die Konzentrationen des Zinks.

#### Planungseinheit Möhne

Das 469 km<sup>2</sup> große Einzugsgebiet der Möhne ist überwiegend durch Waldflächen geprägt. Ein knappes Drittel umfasst landwirtschaftliche Nutzflächen. Die Untersuchung dieser Planungseinheit erfolgte lediglich an der Probenahmestelle Möhne vor Mündung in die Ruhr. Wie im Vorjahr konnten alle untersuchten Parameter mit Ausnahme von PFOS sicher den guten bzw. sehr guten Zustand einhalten.

#### Zusammenfassung

Es wurden sieben Planungseinheiten mit insgesamt 44 Gewässern untersucht. Bild 4.2 zeigt die Verteilung der Bewertungen der im Jahr 2017 durch das LANUV und im Jahr 2018 durch den Ruhrverband untersuchten Kenngrößen auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung für weitere Parameter. Für die meisten Parameter ergibt sich für einen großen Anteil der Probenahmestellen eine gute oder sehr gute Bewertung. Die Qualitätsanforderungen für die Wassertemperatur und den pH-Wert konnten an acht bzw. 7 % der Messstellen nicht eingehalten werden. Für Sauerstoff erfolgt lediglich an zwei der 74 untersuchten Probenahmestellen eine mäßige Bewertung. Auch hinsichtlich der Nährstoffbelastung und der organischen Belastung lagen die mittleren Konzentrationen auf niedrigem Niveau, so dass nur 4 % der Ammoniumgehalte und 8 % der Phosphorgehalte zu einer Überschreitung der Anforderungen für den guten Zustand führten. Beim TOC war es sogar nur 1 %. Bei den Schwermetallen verfehlten 3 % der Probenahmestellen für Eisen, 1 % für Nickel und 23 % für Zink den guten Zustand. Die übrigen Metalle wie Kupfer, Silber, Thallium, Blei und Cadmium sowie das Halbmetall Selen konnten mit sehr gut bzw. gut bewertet werden. PFOS konnte in der wässrigen Phase in allen sieben untersuchten Planungseinheiten nicht den guten Zustand einhalten. Zusätzlich wurde an ausgewählten Probenahmestellen auf flussgebietspezifische und gesetzlich nicht geregelte Stoffe untersucht. Hierbei handelte es sich um weitere Schwermetalle, Arzneimittel, Diagnostika, Pflanzenschutzmittel, Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe, Perfluorierte Tenside, Leichtflüchtige Halogenierte Kohlenwasserstoffe und Polychlorierte Biphenyle. In der rechten Spalte der Tabelle 4.2 sind ausgewählte Stoffe mit einer mäßigen Bewertung aufgeführt. Für die Konzentrationen der Arzneimittelwirkstoffe und Röntgenkontrastmittel wie z. B. Ibuprofen, Diclofenac und Amidotrizoesäure erfolgte dabei

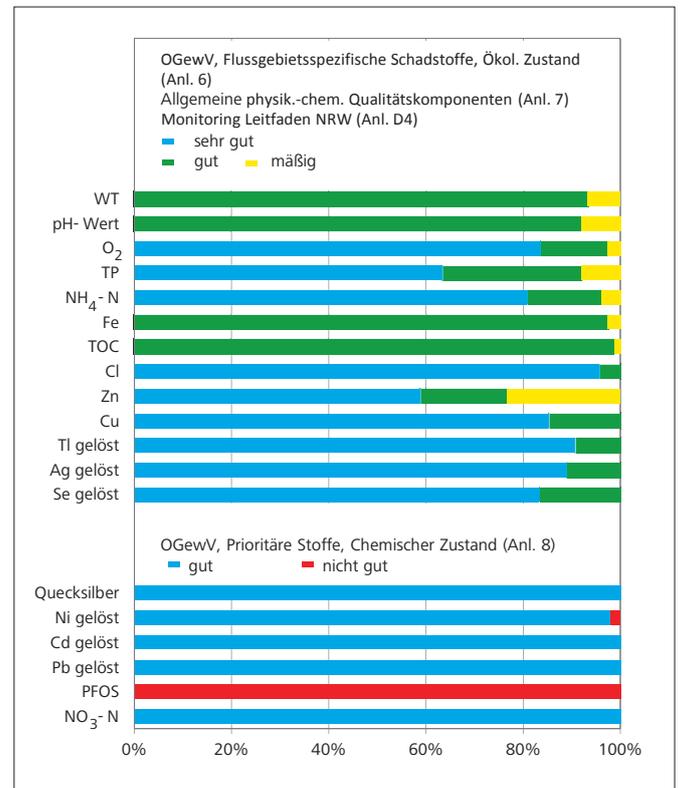


Bild 4.2: Relative Verteilung der Bewertungen ausgewählter Kenngrößen auf der Basis der Oberflächenwasserverordnung (OGewV Juni 2016)

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

sowohl in der Unteren und Mittleren Ruhr als auch in der Volme und der Unteren Lenne eine mäßige Bewertung.

#### Hydrobiologische Untersuchungen gemäß EG-WRRL – Makrozoobenthos

Seit dem Jahr 2007 wird der Gewässerzustand im Einzugsgebiet (EZG) der Ruhr auf Basis der kooperativen Mitwirkung des Ruhrverbands beim operativen Gewässermonitoring gemäß EG-WRRL [4.3] 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 erho-

[4.3] Richtlinie 2000/60/EU 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

ben wurden („Weitere Untersuchungen des Ruhrverbands“) [4.4]. 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 Monitoringkonzepts auch einzelne Probenahmestellen in der Ruhr gehören. Die Grundlagen für die Bewertung sind im Kapitel 2 zusammengefasst.

### Untersuchungen an der Ruhr

Die Ruhr entspringt nordöstlich von Winterberg auf einer Höhe von 674 m als „Grobmaterialreicher silikatischer Mittelgebirgsbach“ (LAWA-Gewässertyp 05). Ab Olsberg-Bigge (Fluss-km 199,6) wird sie zum Mittelgebirgsfluss (LAWA-Gewässertyp 09 „Silikatischer Mittelgebirgsfluss“), der sich ab dem Zufluss der Röhr (Fluss-km 141,8) bis zur Mündung in den Rhein als „Großer Fluss des Mittelgebirges“ (LAWA-Gewässertyp 09.2) 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 das Erreichen des guten ökologischen Zustands.

In Bild 4.3 sind die Ergebnisse der hydrobiologischen Untersuchungen des Gewässerzustands der Ruhr messstellenbezogen für die Module Saprobie und Allgemeine Degradation der Qualitätskomponente Makrozoobenthos dargestellt. Diese Abbildung gibt einen Überblick über den ökologischen Zustand der Ruhr im Untersuchungszeitraum 2013 bis 2018. Von den 38 Probenahmestellen in der Ruhr wurden im Jahr 2018 fünf Stellen in den Planungseinheiten Obere Ruhr 1 und Obere Ruhr 2 neu untersucht.

Die Ruhr zeigte saprobiell fast durchgängig einen guten oder sogar sehr guten Zustand, womit sie sich im Vergleich zum Untersuchungsjahr 2017 von zwei auf drei mit „sehr gut“ bewerteten Probenahmestellen verbessert hat. Das heißt, die Ruhr war an diesen Probenahmestellen saprobiologisch leitbildkonform. Alle Probenahmestellen wurden vor Oktober 2018 und somit vor dem Herabsenken der Mindestwasserführung der Ruhr untersucht, so dass zu diesem Zeitpunkt keine Aussagen über mögliche negative Folgen des außergewöhnlich heißen und niederschlagsarmen Sommerhalbjahres auf die Gewässerökologie feststellbar waren (s. Kapitel 8).

Drei Stellen im Unterlauf der Ruhr - an der Brücke Dahlhausen (SI: 2,27), an der Mendener Brücke (SI: 2,29) und oberhalb

RÜB Raffelberg (SI: 2,27) - überschritten auch im Jahr 2018 knapp die gewässertypische Klassengrenze für den guten saprobiellen Zustand von 2,25 und waren daher mit „mäßig“ zu bewerten. Für diese leicht über der Klassengrenze liegenden Saprobienindizes waren zum einen das Vorkommen von aus dem Rhein eingewanderten Neozoen wie z. B. der Neuseeländischen Zwergdeckelschnecke (*Potamopyrgus antipodarum*) (SI: 2,3) verantwortlich, zum anderen das Vorkommen von Arten mit einem Verbreitungsschwerpunkt in Stillgewässern und langsam fließenden Strömen, wie z. B. der Gemeinen Schnauzenschnecke (*Bithynia tentaculata*) (SI: 2,3) und der Köcherfliegenart *Cyrnus trimaculatus* (SI: 2,5). Diese Arten profitierten von dem hohen Anteil rückgestauter Fließstrecken und von den Ruhrstauseen als für sie geeignete Habitate, da sie natürlicherweise an schwankende Sauerstoffkonzentrationen angepasst sind, ohne hierüber kausal eine Belastung zu indizieren. Auch durch Umsetzung von Maßnahmen zur hydro-morphologischen Verbesserung, die jedoch keinen Wechsel zu freifließenden Bereichen beinhalten, würde die Ruhr hier weiterhin v. a. von Stillwasser- und Potamalarten besiedelt, die für den Unterlauf der Ruhr als Gewässertyp - 09.2 „Großer Fluss des Mittelgebirges“ scheinbar eine gewisse saprobielle Belastung indizierten.

Hohe Planktondichten, wie sie noch zur Jahrtausendwende auftraten und die durch autosaprobielle Prozesse ihres Stoffwechsels oder bei ihrem Absterben den Sauerstoffgehalt der Ruhr senkten und sich so negativ auf die Bewertung der Saprobie auswirkten, sind mit der fortschreitenden Nährstofflimittierung selten geworden. Verstärkt wird diese Entwicklung durch die Einwanderung der Asiatischen Körbchenmuschel *Corbicula* [4.5], die sich von Phytoplankton ernährt, mittlerweile hohe Dichten in der unteren Ruhr erreicht hat und damit Ursache für den weiteren Rückgang des Phytoplanktons ist.

Die Bewertung des Moduls Allgemeine Degradation (AD) beginnt im Oberlauf der Ruhr, welcher von der Quelle bis Arnsberg - Bachum durchgehend als natürlicher Wasserkörper (NWB = Natural Water Body) ausgewiesen ist, mit der Probenahmestelle (R 4) unterhalb Einmündung Neger. Hier wurde die Ruhr neben der mit „sehr gut“ bewerteten Saprobie auch im Modul der Allgemeinen Degradation in der Qualitätskomponente Makrozoobenthos mit „sehr gut“ bewertet und hat sich somit im Vergleich zum Vorjahr um eine Bewertungsklasse verbessert. Neben dem umfassenden Arteninventar mit vielen anspruchsvollen und typspezifischen Arten der grobmaterialreichen Mittelgebirgsbäche konnten im Erfassungsjahr 2018

[4.4] 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

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

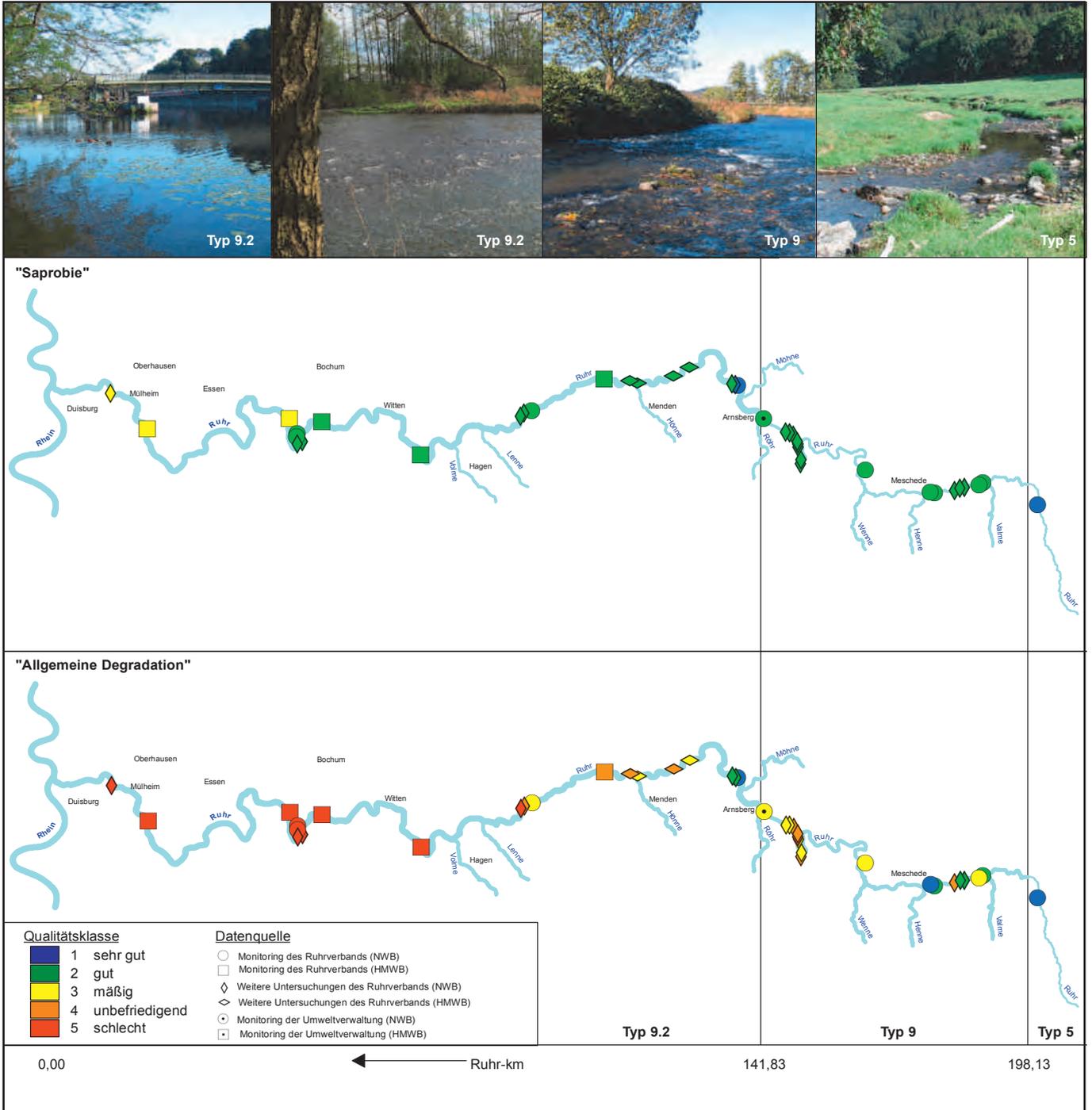


Bild 4.3: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos (Module Saprobie und Allgemeine Degradation) im Fließverlauf der Ruhr für die Jahre 2013 bis 2018. Ergebnisse „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in Zusammenarbeit mit dem Ruhrverband. Quelle (Karte): Land NRW (2017) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 ([www.govdata.de/dl-de/by-2-0](http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0))

Fig. 4.3: Ecological status – macroinvertebrates (modules saprobic index and general degradation) along the course of the River Ruhr, 2013 to 2018. 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](http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0))

an dieser Probenahmestelle die vier Neufunde *Odontocerum albicorne*, *Agapetus fuscipes* (Köcherfliegen), *Perla marginata* (Steinfliege) und *Prosimulium hirtipes* (Zweiflügler) erfasst werden. Nach einem sich anschließenden mit „gut“ bewerteten Fließgewässerabschnitt verschlechterte sich die Bewertung der AD mit zunehmendem Urbanisierungsgrad auf „mäßig“. Die Probenahmestelle (R 9) in Velmede liegt im Rückstaubereich des Wehrs Velmede, was den Gewässercharakter erheblich verändert. Die durch das Wehr Velmede bedingten strömungsberuhigten und aufgestauten Teilhabitate wurden bevorzugt von Stillwasserarten besiedelt, welche jedoch im Vergleich zu dem Referenzzustand eines Typ - 09-Gewässers nicht zu einer typspezifischen Biozönose gehörten und somit als Störanzeiger in die Bewertung eingingen. Im weiteren Fließverlauf stellte sich wieder ein typgerechtes Fließverhalten ein, womit sich durch Besiedlung einer weitgehend gewässertypspezifischen Biozönose die Bewertung wieder auf „gut“ verbesserte.

Circa 400 m unterhalb der Kläranlage Bestwig – Velmede verschlechterte sich die Bewertung auf einen mit „unbefriedigend“ bewerteten Zustand. Allerdings wurde die nachfolgende, ca. 3 km weiter flussabwärts gelegene Probenahmestelle (R 10b) WH7; Ruhr WW Mengsohl, wieder mit „gut“ bewertet, womit es sich hier um eine lokal wirksame Verschlechterung handelte. Oberhalb von Meschede verbesserte sich die Bewertung der AD weiter auf einen mit „sehr gut“ bewerteten Zustand. Obwohl die Ruhr hier zwischen Siedlungs- und Industriegebiet in urbanen Umfeld verläuft (Bild 4.4), entsprechen das flache Querprofil, der Wechsel zwischen Schnellen und Stillen sowie Schotter und Steine als dominierendes Substrat dem Leitbild eines LAWA – Typ - 09 Gewässers, was sich in der Ausbildung einer anspruchsvollen und artenreichen Biozönose widerspiegelte.



Bild 4.4: Messstelle in der Ruhr (R11) oberhalb Meschede, die trotz ihrer Lage in urbanem Raum in ihrem ökologischen Zustand mit „sehr gut“ bewertet ist.

Fig. 4.4: Measuring site “oberhalb Meschede (R11)” assessed in “high” ecological status despite being located in an urban area.

Die sich anschließenden, bis zur Einmündung der Möhne erstreckenden Probenahmestellen waren 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 Lage mehrerer Probenahmestellen in renaturierten Abschnitten der Ruhr, die ebenso noch defizitär bewertet sind, zeigte, 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 [4.6]

Unterhalb der Möhne - Mündung war die Ruhr in ihrem ökologischen Zustand mit „sehr gut“ zu bewerten. Das im Vergleich zur Ruhr kältere Tiefenwasser aus der Möhne - Talsperre führte zu einem sogenannten Rhithralisierungseffekt. Die Ruhr verlor in diesem Bereich ihre flusstypischen Eigenschaften eines Typ - 9.2 Gewässers und ähnelte v. a. im Temperaturregime mehr einem Mittelgebirgsbach. Damit einher ging, dass die kaltwasserpräferierenden, sogenannten kaltstenothermen Taxa in Art und Abundanz zunahmen und sich dies positiv auf die Bewertung des ökologischen Zustands auswirkte. Zudem verstärkte der Rückhalt von Feinsedimenten durch die Talsperre weiter die Abwandlung zu einem Typ - 05 Bachcharakter. Die beiden sich anschließenden Probenahmestellen in der Ruhr profitierten ebenfalls noch von der positiven Strahlwirkung der Talsperre, was sich in dem mit „gut“ bewerteten ökologischen Zustand zeigte. Im weiteren Fließverlauf der Ruhr traten zunehmend strukturelle Defizite auf. Dazu zählten fehlende oder unzureichende Habitatstrukturen, vor allem durch Querbauwerke verursachte Stauwirkungen und damit verbundene Veränderungen des Strömungsbilds, sowie eine mögliche Erwärmung des Gewässers, die dazu führten, dass auch die als HMWB ausgewiesenen Probenahmestellen überwiegend defizitär bewertet waren. Weiter flussabwärts erfolgte 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 Bewertung über eine Einzelfallbetrachtung der auf die Ruhr einwirkenden Stressoren erfolgen, deren Festlegung derzeit in Erarbeitung 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.

[4.6] 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.

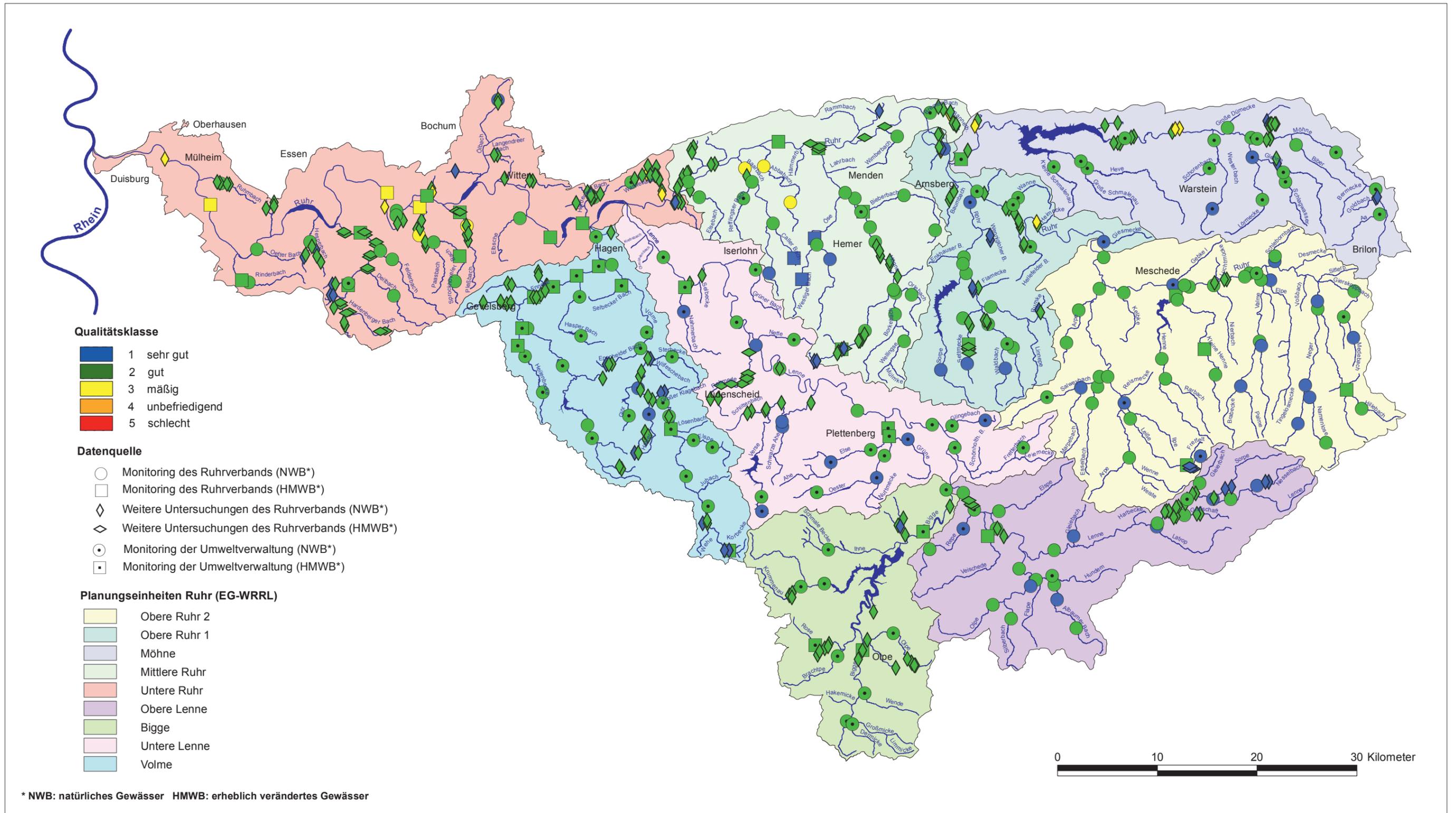


Bild 4.5: Ökologischer Gewässerzustand im Ruhreinzugsgebiet – Makrozoobenthos (Modul Saprobie), für die Jahre 2013 bis 2018. Ergebnisse „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in Zusammenarbeit mit dem Ruhrverband. Quelle (Karte): Land NRW (2019) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 ([www.govdata.de/dl-de/by-2-0](http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0))

Fig. 4.5: Ecological status in the Ruhr catchment area – macroinvertebrates (module saprobic index), 2013 to 2018. 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 (2019) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 ([www.govdata.de/dl-de/by-2-0](http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0))

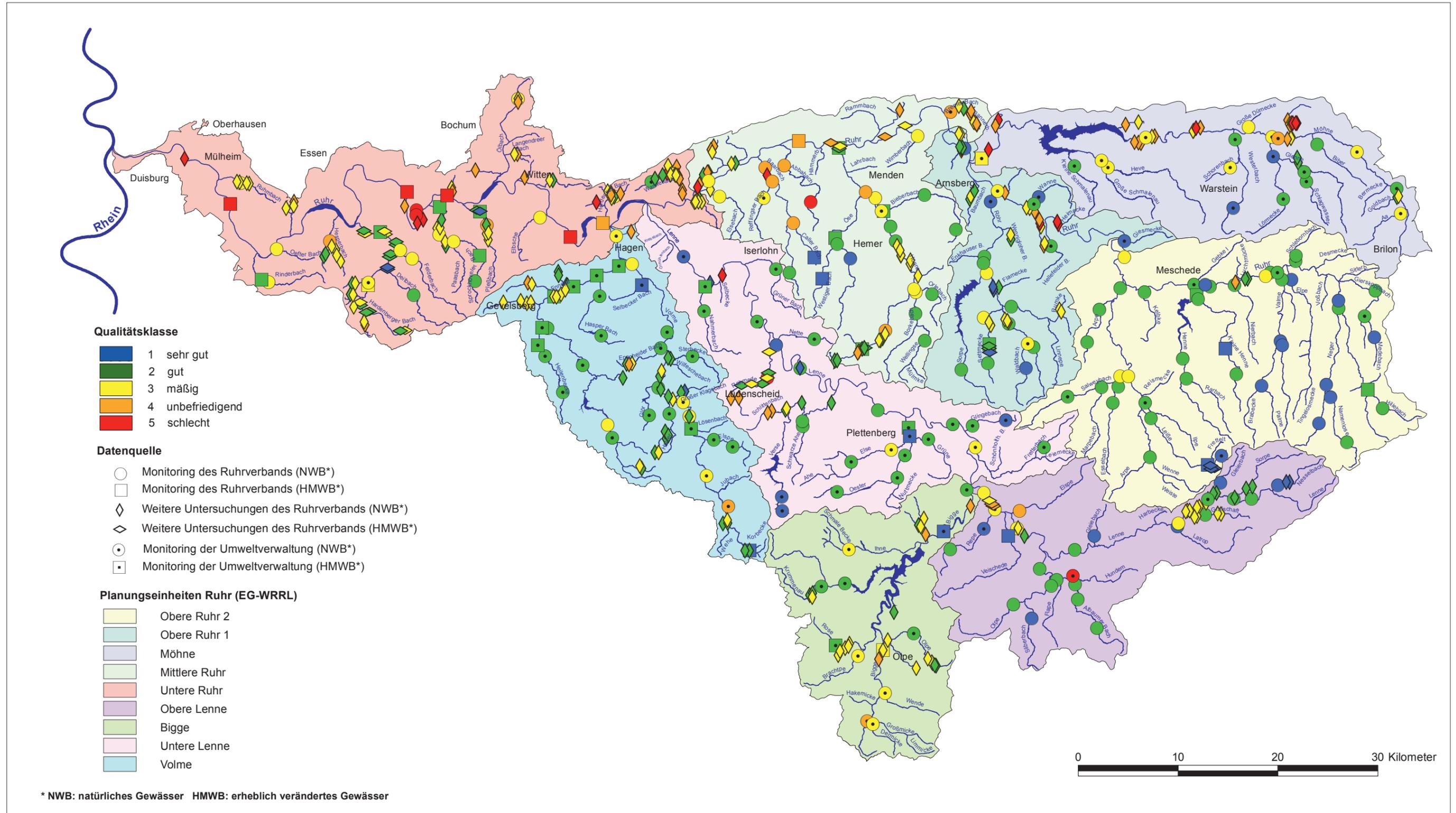


Bild 4.6: Ökologischer Gewässerzustand im Ruhrinzugsgebiet – Makrozoobenthos (Modul Allgemeine Degradation), für die Jahre 2013 bis 2018. Ergebnisse „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in Zusammenarbeit mit dem Ruhrverband. Quelle (Karte): Land NRW (2019) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 ([www.govdata.de/dl-de/by-2-0](http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0))

Fig. 4.6: Ecological status in the Ruhr catchment area – macroinvertebrates (module general degradation), 2013 to 2018. 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 (2019) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 ([www.govdata.de/dl-de/by-2-0](http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0))

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 war dieser Bereich stark durch Neobiota besiedelt, die vor allem aus dem Rhein einwanderten. Diese werden gemäß dem jetzt gültigen Bewertungssystem als gewässeruntypisch und als Störanzeiger negativ bewertet, was zu einer schlechten Beurteilung des ökologischen Zustands bzw. Potenzials führte. Zum anderen wurden durch die Ruhrstauseen und die ausgedehnten Rückstaubereiche Habitatbedingungen geschaffen, die nicht mehr von Arten, die typisch für breite, turbulent fließende Flüsse mit Kies- und Schotterbänken (LAWA – Gewässertyp - 09.2 „Große Flüsse des Mittelgebirges“) sind, besiedelt wurden. Im Gegenteil dominierten hier Arten der Stillgewässer und der großen Ströme. Da diese als gewässeruntypisch für den Gewässertyp - 09.2, dem die Ruhr in diesem Bereich zugeordnet ist, eingestuft sind, erklärt sich hierüber die schlechte Bewertung.

Der Aspekt der Versauerung ist nur im oberen Ruhrabschnitt, der dem Typ eines silikatischen Mittelgebirgsbachs (LAWA – Typ - 05) 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 2018 seitens des Ruhrverbands der Schwerpunkt der hydrobiologischen Untersuchungen mit insgesamt 34 Probenahmestellen auf der Planungseinheit Obere Ruhr 2, während das LANUV NRW Untersuchungen in den Planungseinheiten Möhne und Obere Ruhr 1 durchgeführt hat. Weitere Untersuchungen an 17 Probenahmestellen fanden im Jahr 2018 im Rahmen des IEP-Programms des Ruhrverbands in den Planungseinheiten Mittlere Ruhr, Obere Lenne, Untere Lenne und Untere Ruhr statt.

Die Bilder 4.5 und 4.6 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 in der gleichen fünfstufigen Farbcodierung wie für NWB, jedoch zur Differenzierbarkeit mit anderen Symbolen. Dies weicht vom offiziellen HMWB-Farbcode gemäß OGewV [4.7], 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 2013 bis 2018 durchgeführt wurden. Alle Daten von Untersuchungen aus den vorhergehenden Jahren wurden entfernt bzw. durch neuere Ergebnisse ersetzt. Die

Karten repräsentieren daher den Gewässerzustand der letzten sechs Jahre und umfassen 553 Probenahmestellen. Im Jahr 2018 wurden vom Ruhrverband 51 Probenahmestellen und vom LANUV NRW 61 Probenahmestellen im Ruhr - EZG hydrobiologisch untersucht. Diese Ergebnisse, zusammen mit den vom LANUV aus dem Jahr 2017 nachgereichten Daten von neun Probenahmestellen, wurden bei der Aktualisierung der vorliegenden Gewässerzustandskarten mitberücksichtigt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse aus dem Jahr 2018 sowohl im Vergleich als auch ergänzend zu den Ergebnissen aus den zurückliegenden Jahren 2013 bis 2017 in Ausschnittskarten dargestellt und diskutiert.

#### *Planungseinheit 1000 Untere Ruhr (Bild 4.7)*

Das Einzugsgebiet der Unteren Ruhr wurde in diesem Betrachtungszeitraum an 119 Probenahmestellen in 35 Gewässern untersucht und war damit die am intensivsten untersuchte Planungseinheit. Von den 119 Probenahmestellen waren 90 als NWB (Natural Water Body) und 29 als HMWB (Heavily Modified Water Body) mit der Fallgruppe Bebauung mit und ohne Vorland (BoV und BmV) sowie Einzelfallbetrachtung (EF) ausgewiesen. Da die Bewertungsgrundlage von Seiten des Landes für HMWB-Wasserkörper noch nicht abschließend geklärt ist („Grundlagen der Bewertung von Gewässeranalysedaten im Ruhrgütebericht“), wurden die betroffenen Probenahmestellen in ihrem ökologischen Zustand bewertet.

In dieser Planungseinheit fanden 2018 vier Probenahmen im Rahmen der IEP für das Einzugsgebiet der Kläranlage Schwerte statt. Die Untersuchungen im Offerbach und im Wannebach zeigten gesichert einen guten saprobiellen Zustand. Das Modul der AD konnte bis auf die Probenahmestelle im Offerbach, unterhalb RÜB PW Ergste, die mit „gut“ bewertet war, insgesamt nur mit mäßig bewertet werden. Ursächlich hierfür waren strukturelle Defizite wie das Fehlen eines Gehölzstreifens zur Beschattung und eines als Nahrungsgrundlage dienenden Falllaubetrags wie auch das für ein LAWA-Typ-05 Gewässer untypische Kastenprofil mit hohem Eintrag von Feinsedimenten und fehlender Fließgeschwindigkeit.

Die Planungseinheit wies zusammenfassend für den Betrachtungszeitraum 2013 bis 2018 an 91 % der Probenahmestellen einen sehr guten oder guten saprobiellen Zustand auf. Die Allgemeine Degradation erfüllte jedoch nur an 29 % der insgesamt 119 berücksichtigten Probenahmestellen die Anforderungen für einen guten ökologischen Zustand im Sinne der EG-WRRL. 45 % der Probenahmestellen waren mit „mäßig“, 15 % mit „unbefriedigend“ und 11 % mit „schlecht“ bewertet. Ursache für diese Befunde waren vor allem veränderte Ge-

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

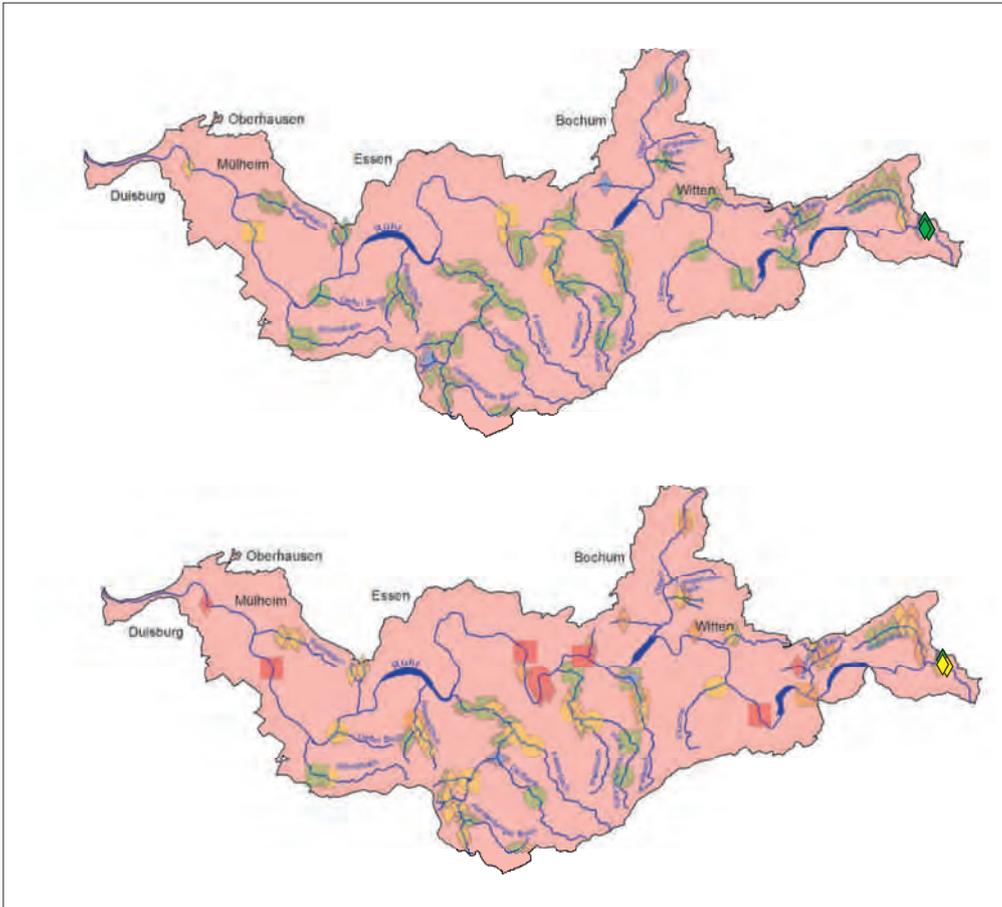


Bild 4.7: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Untere Ruhr (PE 1000). Oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2018, große, schwach gefärbte Symbole = 2013 bis 2017. Quelle (Karte): Land NRW (2019) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 ([www.govdata.de/dl-de/by-2-0](http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0))

Fig. 4.7: Ecological status – macro-invertebrates, section maps of the planning unit Lower Ruhr (PE 1000). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2018, large, lightly coloured symbols = 2013 to 2017. Source (map): Land NRW (2019) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 ([www.govdata.de/dl-de/by-2-0](http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0))

wässerstrukturen. Die Gewässer sind durch bestehende Nutzungsansprüche (Siedlungstätigkeiten, Hochwasserschutz, Wasserkraftnutzung, Rohwasserentnahme für die Trinkwassergewinnung etc.) so überprägt, dass ein natürlicher oder naturnaher Zustand selten vorliegt.

#### Planungseinheit 1100 Volme (Bild 4.8)

In der Planungseinheit Volme fanden im Jahr 2018 weder durch das LANUV noch durch den Ruhrverband Makrozoobenthosuntersuchungen statt. Von den 72 dargestellten Probenahmestellen wiesen alle einen guten oder sogar sehr guten saprobiellen Zustand auf. Im Modul der Allgemeinen Degradation konnten 65 % mit „gut“ oder „sehr gut“ bewertet werden. Es gab in dieser Planungseinheit keine Probenahmestelle, die mit „schlecht“ bewertet wurde.

#### Planungseinheit 1200 Bigge (Bild 4.9)

Wie auch im Einzugsgebiet der Volme wurden auch im Einzugsgebiet der Bigge im Jahr 2018 keine Makrozoobenthosuntersuchungen durchgeführt. Auf Basis der früheren Untersuchungen aus der Zeit zwischen den Jahren 2013 und 2017 ergab sich aus den dem Bild 4.9 zugrunde liegenden Daten,

dass saprobiell alle 35 betrachteten Probenahmestellen mit „gut“ oder sogar mit „sehr gut“ bewertet wurden. Hinsichtlich der Allgemeinen Degradation konnten nur 37 % mit „gut“ bewertet werden. 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 ökologischer Zustand ermittelt wurde.

#### Planungseinheit 1300 Untere Lenne (Bild 4.10)

Im Rahmen der IEP KA Lüdenscheld-Schlittenbachtal und der IEP KA Werdohl wurden in der Planungseinheit Untere Lenne im Jahr 2018 zwei Probenahmestellen im Schlittenbach und drei Probenahmestellen in der Verse untersucht. Zur Optimierung der Kläranlage erfolgten im Einzugsgebiet Lüdenscheld-Schlittenbach siedlungswasserwirtschaftliche Verbesserungen, welche im Rahmen einer Nachuntersuchung dieser IEP im Jahr 2018 bewertet wurden. Auch wenn der Schlittenbach im Modul der AD noch immer eine defizitäre Bewertung mit „unbefriedigend“ anzeigte, so hat dieser sich nach Umsetzung der Maßnahmen im Vergleich zu den Untersuchungen aus dem Jahr 2012 sowohl in der Bewertung als auch in den Einzelme-

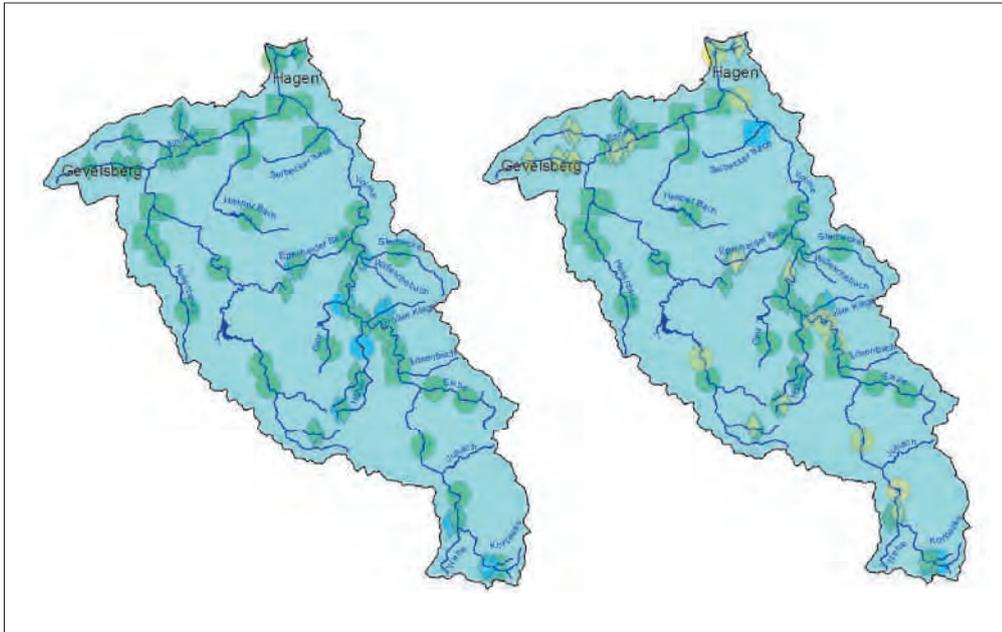


Bild 4.8: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Volme (PE 1100). Links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2018, große, schwach gefärbte Symbole = 2013 bis 2017. Quelle (Karte): Land NRW (2019) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 ([www.govdata.de/dl-de/by-2-0](http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0))

Fig. 4.8: Ecological status – macroinvertebrates, section maps of the planning unit Volme (PE 1100). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2018, large, lightly coloured symbols = 2013 to 2017. Source (map): Land NRW (2019) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 ([www.govdata.de/dl-de/by-2-0](http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0))

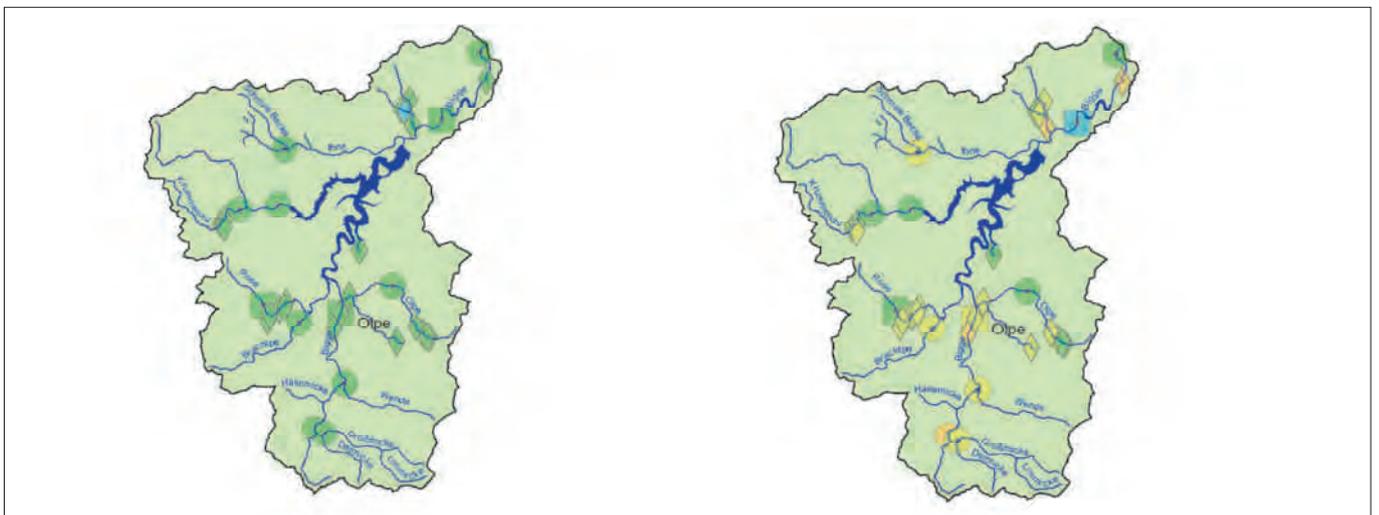


Bild 4.9: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Bigge (PE 1200). Links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2018, große, schwach gefärbte Symbole = 2013 bis 2017. Quelle (Karte): Land NRW (2019) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 ([www.govdata.de/dl-de/by-2-0](http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0))

Fig. 4.9: Ecological status – macroinvertebrates, section maps of the planning unit Bigge (PE 1200). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2018, large, lightly coloured symbols = 2013 to 2017. Source (map): Land NRW (2019) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 ([www.govdata.de/dl-de/by-2-0](http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0))

trics und der Zusammensetzung der Biozönose sichtlich verbessert. Während 2012 noch Störanzeiger mit 87 % die Biozönose dominierten, waren es 2018 nur noch 72 %. Erfreulich ist der Erstnachweis der Leitbildgattung *Protonemura sp.*, die als typischer Bewohner von Quellen und quellnahen Abschnitten unbelastetes Wasser benötigt und somit, wenn auch in geringer Abundanz, den Erfolg der Maßnahmen anzeigt. Bei der Betrachtung der Verse handelte es sich um eine Nachprobung aus dem Jahr 2014, um nach Umsetzung der Opti-

mierungsmaßnahmen im Einzugsgebiet der Kläranlage Lüdenscheid - Schlittenbach den Einfluss des Schlittenbachs auf den ökologischen Zustand der Verse zu beurteilen. Die Untersuchungsergebnisse zeigten unterhalb der Schlittenbacheinmündung im Modul der Saprobie einen gleichbleibend mit „gut“ bewerteten Zustand. Im Modul der AD verbesserte sich die Bewertung bei gleichbleibender Bewertungsklasse und befand sich im Jahr 2018 nah an der Klassengrenze zu einem guten Zustand.

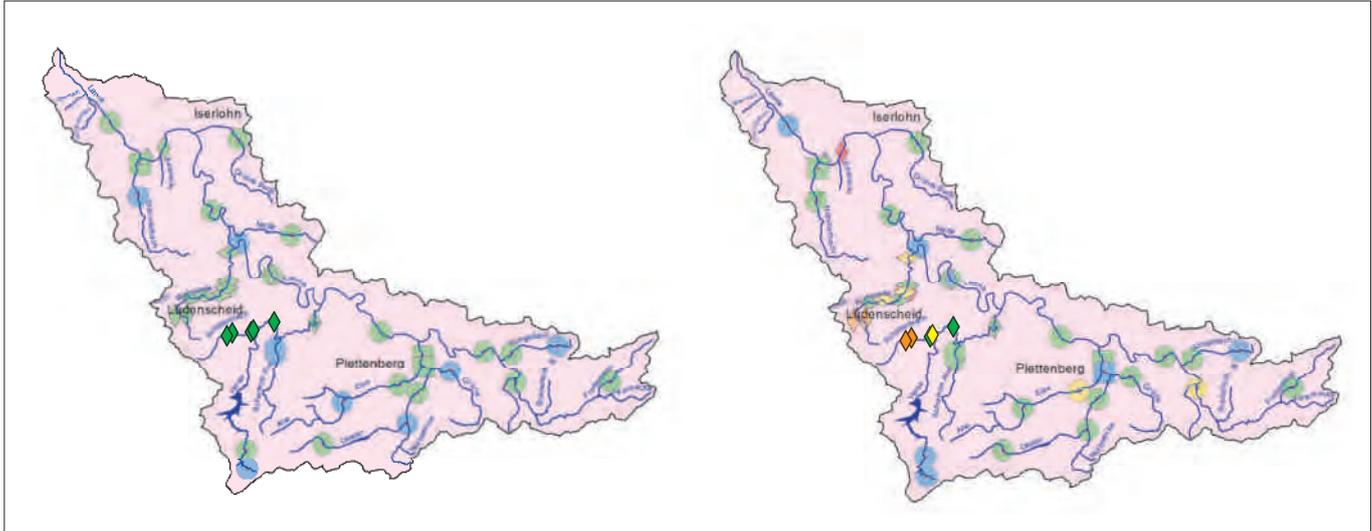


Bild 4.10: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Untere Lenne (PE 1300). Links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2018, große, schwach gefärbte Symbole = 2013 bis 2017.

Fig. 4.10: Ecological status – macroinvertebrates, section maps of the planning unit Lower Lenne (PE 1300). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2018, large, lightly coloured symbols = 2013 to 2017. Source (map): Land NRW (2019) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 ([www.govdata.de/dl-de/by-2-0](http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0))

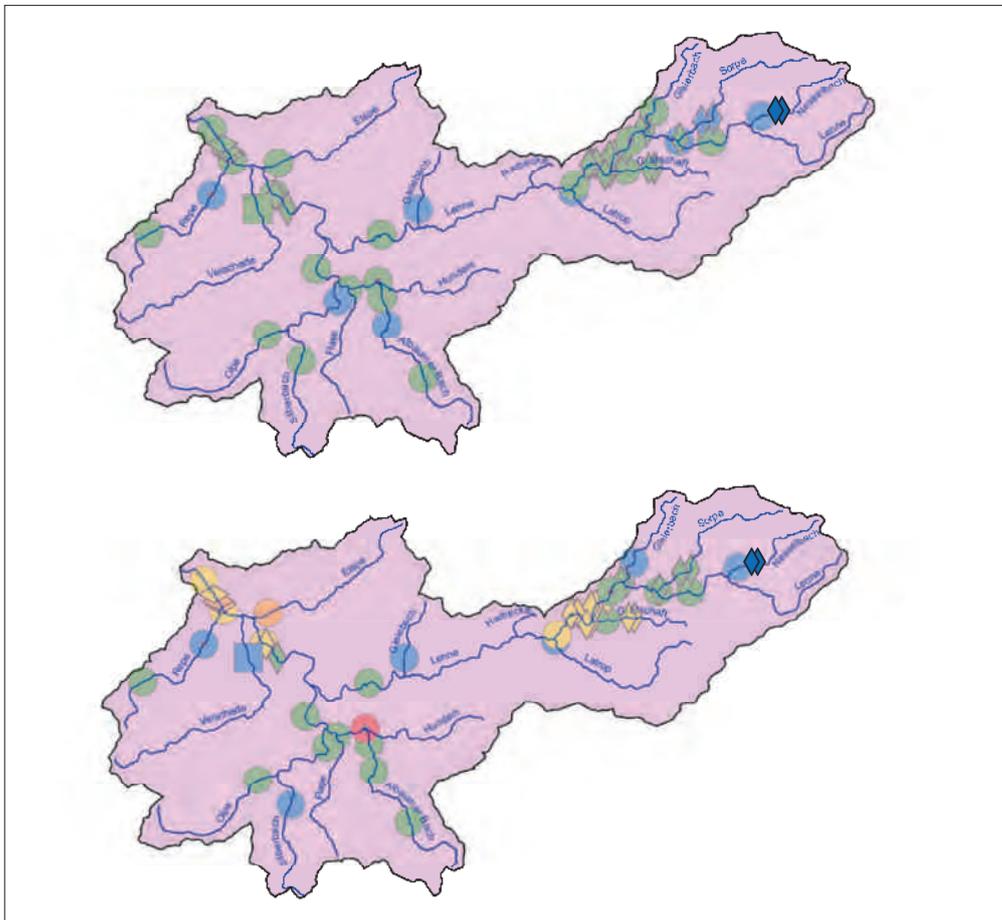


Bild 4.11: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Obere Lenne (PE 1400). Oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2018, große, schwach gefärbte Symbole = 2013 bis 2017. Quelle (Karte): Land NRW (2019) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 ([www.govdata.de/dl-de/by-2-0](http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0))

Fig. 4.11: Ecological status – macroinvertebrates, section maps of the planning unit Upper Lenne (PE 1400). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2018, large, lightly coloured symbols = 2013 to 2017. Source (map): Land NRW (2019) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 ([www.govdata.de/dl-de/by-2-0](http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0))

Die Planungseinheit wies zusammenfassend für den Betrachtungszeitraum 2013 bis 2018 an allen Probenahmestellen einen sehr guten oder guten saprobiellen Zustand auf. Im Modul der AD erfüllten bereits 71 % der 44 berücksichtigten Probenahmestellen die Anforderungen für einen guten ökologischen Zustand bzw. für ein gutes ökologisches Potenzial im Sinne der EG-WRRL. 16 % der Probenahmestellen waren mit „mäßig“, 9 % mit „unbefriedigend“ und 4 % mit „schlecht“ bewertet.

*Planungseinheit 1400 Obere Lenne (Bild 4.11)*

Diese Planungseinheit umfasst 49 Probenahmestellen, von denen im Jahr 2018 nur zwei Probenahmestellen im Nesselbach im Rahmen der IEP KA Schmallenberg vom Ruhrverband untersucht wurden. Die Kläranlage Schmallenberg - Nordenau wurde 2014 aufgegeben und an die Kläranlage Schmallenberg angeschlossen. Am Standort der ehemaligen Kläranlage Schmallenberg - Nordenau ist nunmehr ein Stauraumkanal vorhanden. Der Nesselbach wies seit Beginn der IEP - Untersuchungen in allen hier untersuchten Modulen einen mit „sehr gut“ bewerteten Zustand auf und indiziert somit keinen negativen Einfluss der Einleitungen auf die MZB - Biozönose im Nesselbach. Von den 49 Probenahmestellen der Planungseinheit Obere Lenne wiesen 24 % einen sehr guten und 76 % einen guten saprobiellen Zustand auf. Bei der Bewertung der Allgemeinen Degradation erreichten 59 % einen mit „sehr gut“ oder „gut“ bewerteten Zustand.

*Planungseinheit 1500 Mittlere Ruhr (Bild 4.12)*

In der Planungseinheit Mittlere Ruhr wurden im Jahr 2018 ausschließlich vom Ruhrverband im Rahmen der IEP KA Ense-Bremen Makrozoobenthosuntersuchungen durchgeführt und dabei der Bremer Bach näher betrachtet. Bis auf die Probenahmestelle im Bremer Bach unterhalb RÜ Pauli + Kettler, die im Modul der Saprobie mit „mäßig“ bewertet wurde, wiesen alle hier untersuchten Probenahmestellen gesichert einen guten saprobiellen Zustand auf. Allerdings konnte im Modul der AD nur eine der vier im Jahr 2018 untersuchten Probenahmestellen mit „gut“ bewertet werden. Alle anderen Probenahmestellen waren als defizitär zu bewerten. Im Vergleich zu den Untersuchungen aus dem Jahr 2015 haben sich jedoch alle untersuchten Probenahmestellen in der Bewertung des ökologischen Zustands verbessert, was zum einen auf die Verlegung der Probenahmestelle unterhalb RÜ Pauli + Kettler und zum anderen auf Maßnahmenfolge nach der Optimierung der Kläranlage zurückzuführen ist. Der zwar verbesserte, aber weiterhin defizitär zu bewertende ökologische Zustand im Bremer Bach ist zudem bedingt durch das periodische Trockenfallen des Bremer Bachs, begünstigt durch die teilweise durchlässigen Kreideschichten und das dadurch verminderte Wiederbesiedlungspotenzial.

Maßnahmen zur naturnahen Entwicklung des Bremer Bachs ober- und unterhalb der Kläranlage in Kombination mit den bereits umgesetzten Optimierungsmaßnahmen wie der Sanie-

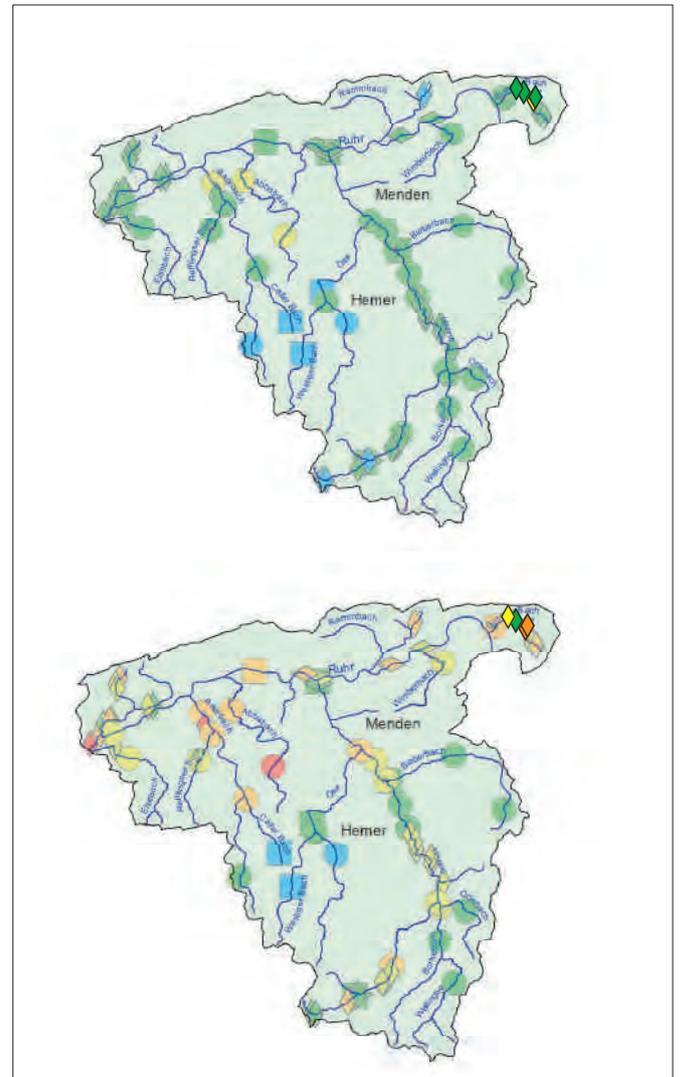


Bild 4.12: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Mittlere Ruhr (PE 1500). Oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2018, große, schwach gefärbte Symbole = 2013 bis 2017) Quelle (Karte): Land NRW (2019) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 ([www.govdata.de/dl-de/by-2-0](http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0))  
 Fig. 4.12: Ecological status – macroinvertebrates, section maps of the planning unit Middle Ruhr (PE 1500). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2018, large, lightly coloured symbols = 2013 to 2017. Source (map): Land NRW (2019) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 ([www.govdata.de/dl-de/by-2-0](http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0))

rung des Schönungsteichs auf der Kläranlage haben ein hohes Potenzial, den ökologischen Zustand weiterhin zu verbessern. Von den insgesamt 78 Probenahmestellen in dieser Planungseinheit befanden sich zusammenfassend 95 % in einem sehr guten oder guten saprobiellen Zustand. Dagegen erhielten lediglich 32 % der Probenahmestellen hinsichtlich der Allgemeinen Degradation eine sehr gute oder gute Bewertung.

Planungseinheit 1600 Obere Ruhr 1 (Bild 4.13)

Im Jahr 2018 fanden zehn Probenahmen in den Gewässern Füchtenbecke, Giesmecke, Hellefelder Bach, Röhr, Ruhr, Waldbach und Wanne statt. Im Vergleich zu den vorherigen Untersuchungen aus dem Jahr 2014 verbesserte sich die Probenahmestelle in der Füchtenbecke oberhalb SK Lüttringen von „unbefriedigend“ auf „mäßig“, was auf die Verlegung der Probenahmestelle zurückzuführen ist. Die Probenahmestellen in der Röhr waren bei der vorherigen Untersuchung 2015 im Modul der AD mit „mäßig“ und „gut“ bewertet worden und verbesserten sich in diesem Betrachtungszeitraum um eine bzw. zwei Bewertungsklassen auf einen mit „sehr gut“ bewerteten ökologischen Zustand. Die Verbesserung an der Probenahmestelle in der Röhr oberhalb Mündung der Settmecke beruhte vor allem auf einer Zunahme der Taxazahl von 42 auf 62, von denen viele im Faunaindex (FI) positiv bewertet sind. Hinsichtlich der Abundanz fällt besonders die Zunahme von *Agapetus fuscipes* (Bild 4.14) und *Agapetus ochripes* ins Gewicht, welche im Jahr 2015 nicht nachgewiesen werden konnten und nun mit einer Abundanz von insgesamt 4000 Ind./m<sup>2</sup> einen Anteil von insgesamt 72 % der nachgewiesenen Individuen in der Röhr ausmachten. Die Abundanz dieser ausgesprochenen Quellarten weist darauf hin, dass hier ein Grundwasserfenster mit einem Zufluss von kaltem und wenig belastetem Wasser optimale Habitatbedingungen für diese Leitbildarten bietet.



Bild 4.14: Larve der Köcherfliege *Agapetus fuscipes*  
 Fig. 4.14: Larvae of the case bearing caddis fly *Agapetus fuscipes*

Lediglich die Probenahmestelle im Waldbach vor Mündung in die Röhr hat sich im Vergleich zum Jahr 2015 in der Bewertung des ökologischen Zustands verschlechtert. Die Bewertung dieser Probenahmestelle befand sich mit einem score - Wert von 0,59 im Übergangsbereich zwischen „gut“ und „mäßig“ (Qualitätsklasse gut = score - Wert > 0,6), so dass die natürliche Varianz einer lebenden Biozönose in diesem Beprobungsjahr, durch Änderung in der zweiten Nachkommastelle eine Bewertung mit „mäßig“ bedingt. Bis auf eine Probenahme-

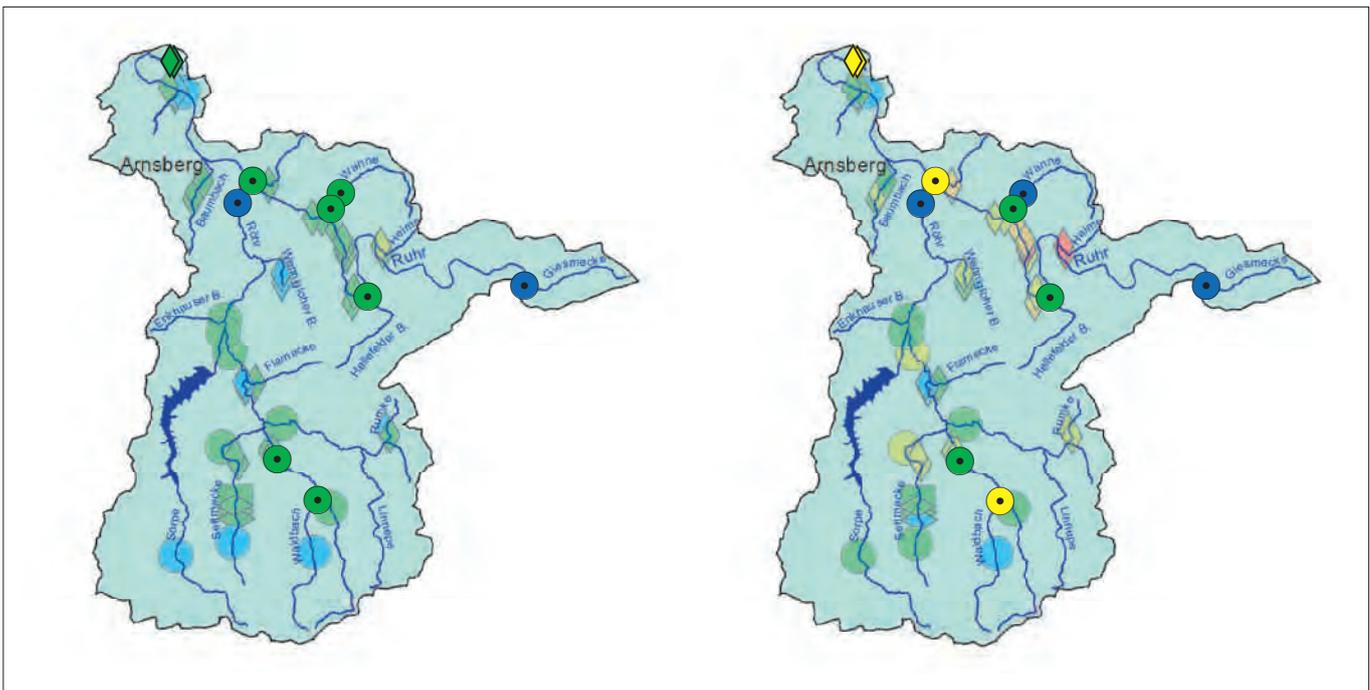


Bild 4.13: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Obere Ruhr 1 (PE 1600). Links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2018, große, schwach gefärbte Symbole = 2013 bis 2017. Quelle (Karte): Land NRW (2019) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)  
 Fig. 4.13: Ecological status – macroinvertebrates, section maps of the planning unit Upper Ruhr 1 (PE 1600). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2018, large, lightly coloured symbols = 2013 to 2017. Source (map): Land NRW (2019) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

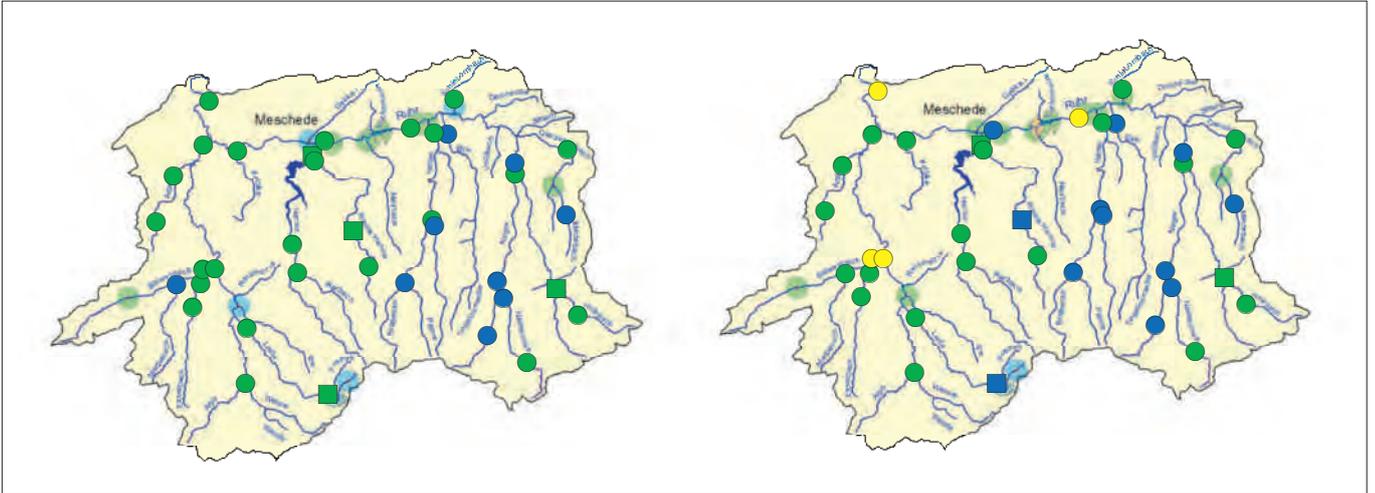


Bild 4.15: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Obere Ruhr 2 (PE 1700) (links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2018, große, schwach gefärbte Symbole = 2013 bis 2017) Quelle (Karte): Land NRW (2019) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)  
 Fig. 4.15: Ecological status – macroinvertebrates, section maps of the planning unit Upper Ruhr 2 (PE 1700). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2018, large, lightly coloured symbols = 2013 to 2017. Source (map): Land NRW (2019) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

stelle in der Heimecke und eine weitere im Bachumer Bach wiesen alle weiteren Probenahmestellen in dieser Planungseinheit einen sehr guten bzw. guten saprobiellen Zustand auf. Etwas mehr als die Hälfte der 55 Probenahmestellen der Planungseinheit Obere Ruhr 1 waren hinsichtlich der Allgemeinen Degradation als defizitär einzustufen. Als Ursache für die defizitäre Bewertung waren 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 wurde.

#### Planungseinheit 1700 Obere Ruhr 2 (Bild 4.15)

Die Planungseinheit Obere Ruhr 2 wurde im Jahr 2018 ausschließlich vom Ruhrverband an 37 Probenahmestellen untersucht und bildete damit den Schwerpunkt im diesjährigen Untersuchungsprogramm. Von den insgesamt 53 Probenahmestellen aus den Jahren 2013 bis 2018 wiesen alle einen sehr guten bzw. guten saprobiellen Zustand auf. Im Hinblick auf die Allgemeine Degradation waren (91 %) in einem guten oder sogar sehr guten Zustand bzw. wurden bezüglich des ökologischen Potenzials als „gut oder besser“ eingestuft. Hervorzuheben sind die HMWB - Probenahmestellen in Hillebach, in der Kleinen Henne, in der Henne und in der Leisse, die trotz urbaner oder wassermengenwirtschaftlicher Nutzungsansprüche in ihrem ökologischen Potenzial mit „gut“ bewertet wurden. Im Vergleich zu den Vorjahren zeigte sich bei einer schon fast durchweg guten Bewertung der untersuchten Probenahmestellen eine weitere Verbesserung des ökologischen Zustands an den fünf Probenahmestellen in der Leisse (R 79) vor Mündung in die Wenne, im Marpebach (R 80b) vor Mündung in den Salweybach, in der Ruhr (R 4) unterhalb Einmündung Neger, im Salweybach (R 82) vor Mündung in die Wenne

und in der Valme (R 43) oberhalb Einmündung Brabecke. Somit entfällt für die Probenahmestelle in der Leisse (R 79) vor Mündung in die Wenne der noch im Betrachtungszeitraum 2012 bis 2017 festgestellte Handlungsbedarf. Mit Erreichen des sehr guten Zustands in den Modulen Saprobie und AD an den Probenahmestellen im Marpebach, der Ruhr und der Valme gehen diese bereits über die Anforderungen der WRRL hinaus und entsprechen damit weitestgehend dem Leitbild für ein Typ-05-Gewässer. Dies wird auch durch das Vorkommen von *Dinocras cephalotes* und *Perla marginata* (Bild 4.16) aus der Familie der Steinfliegen bestätigt. Diese zu den größten heimischen Steinfliegen gehörenden Taxa durchleben ein mehrjähriges Larvalstadium mit dauerhaft hohen Ansprüchen an ihr umgebendes Habitat und indizieren so eine über Jahre hinweg stabil hohe Wasserqualität der mit „sehr gut“ bewerteten Gewässerabschnitte.



Bild 4.16: Larve der Steinfliege *Perla marginata*  
 Fig. 4.16: Larvae of the stonefly *Perla marginata*

Planungseinheit 1800 Möhne (Bild 4.17)

Von den 48 überwiegend als NWB ausgewiesenen Probenahmestellen im Möhne - EZG wurden im Jahr 2018 16 Probenahmestellen nach dem PERLODES-Verfahren untersucht. Alle im Jahr 2018 durchgeführten Untersuchungen ergaben im Modul der Saprobie einen guten oder sogar sehr guten Zustand. Unter Berücksichtigung der früheren Untersuchungen aus den Jahren 2013 bis 2017 wiesen von den 48 Probenahmestellen 92 % einen guten oder sehr guten saprobiellen Zustand auf. Die Betrachtung im Modul der AD zeigt hingegen ein heterogeneres Bild für den Zeitraum 2013 bis 2018, bei welchem 73 % der untersuchten Probenahmestellen noch keinen guten Zustand oder kein gutes Potenzial erreichten. Die Ursachen hierfür sind vielfältig. Zum einen ist der mündungsnaher Wasserkörper seit dem Jahr 2015 als HMWB ausgewiesen, was unter Berücksichtigung urbaner Einflüsse die Bewertung des ökologischen Potenzials vorsieht. Einige der hier aufgeführten Ergebnisse sind vor der HMWB - Betrachtung erhoben worden und berücksichtigen nicht den Nutzungsanspruch, so dass sich die Bewertung dieser Probenahmestellen bei erneuter Untersuchung und Bewertung des ökologischen Potenzials voraussichtlich verbessern wird. Die Bewertung der Nebengewässer, welche aufgrund zu geringer Einzugsgebietsgröße ( $\leq 10 \text{ km}^2$ ) nicht als berichtspflichtig gelten und weiterhin als natürlicher Wasserkörper bewertet werden, sind ebenso teilweise mor-

phologisch überformt (Sohl - und Uferverbau, anthropogene Überformung des Gewässerumfelds). Dies führte u. a. zu einer Veränderung in der Fließgeschwindigkeit, schwankenden Wassertemperaturen aufgrund fehlender Beschattung und somit zu einer typfremden Besiedlung, welche negativ in die Bewertung des ökologischen Zustands einging (vgl. Kap.2). Darüber hinaus sind große Gewässerabschnitte sowohl der Möhne als auch ihrer Nebengewässer strukturell degradiert, landwirtschaftlich überprägt und in großen Anteilen von Neozoen wie *Echinogammarus berilloni* (Igel-Flohkrebs), *Proasselus coxalis* (neozoische Wasserassel) und *Potamopyrgus antipodarum* (Neuseeländische Zwergdeckelschnecke) besiedelt, was sich ebenfalls negativ auf die Bewertung auswirkte.

Zusammenfassung zum Makrozoobenthos

Eine Gesamtübersicht über die messstellenbezogene Verteilung der Ergebnisse der biologischen Gewässeruntersuchungen in den jeweiligen Planungseinheiten und dem gesamten Ruhreinzugsgebiet gibt Tabelle 4.3 wieder. Die Ruhr zeigte saprobiell fast durchgängig einen guten oder sogar sehr guten Zustand. Die im Jahr 2018 untersuchten Probenahmestellen konnten in der Saprobie alle gesichert mit „gut“ bewertet werden. Zusammenfassend waren im Ruhr - Längsverlauf im Berichtszeitraum (2013 bis 2018) 8 % der 38 untersuchten Probenahmestellen saprobiell mit „sehr gut“, 84 % mit „gut“

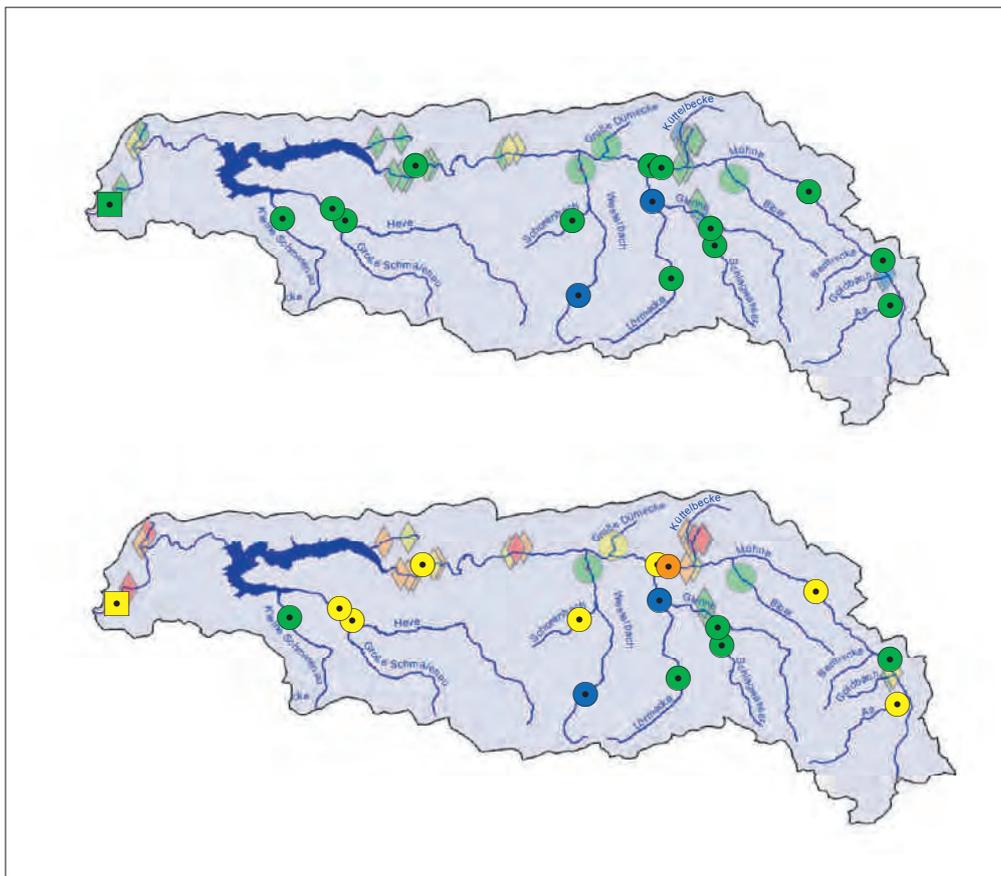


Bild 4.17: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Möhne (PE 1800). Oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2018, große, schwach gefärbte Symbole = 2013 bis 2017. Quelle (Karte): Land NRW (2019) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 ([www.govdata.de/dl-de/by-2-0](http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0))

Fig. 4.17: Ecological status – macroinvertebrates, section maps of the planning unit Möhne (PE 1800). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2018, large, lightly coloured symbols = 2013 to 2017. Source (map): Land NRW (2019) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 ([www.govdata.de/dl-de/by-2-0](http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0))



## 5 Trophische Situation in der Ruhr

### Planktonuntersuchungen

Die trophische Situation der Unteren Ruhr mit ihren Flussstauseen 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 mit zwei Planktonblüten im Frühjahr und Spätsommer und einem durch die Zooplanktonentwicklung bedingten, dazwischen liegenden Klarwasserstadium jedoch deutlich verändert. So hat das verstärkte Aufkommen von Makrophyten zunehmend die planktischen Algen in ihrer Bedeutung für die Trophie verdrängt. Aber auch das vermehrte Auftreten von algivoren Korbchenmuscheln gewinnt für das Nahrungsnetzgefüge und die Ausprägung der Trophie in der Ruhr zunehmend an Bedeutung und schmälert den Einfluss des Zooplanktons als Phytoplankton-Konsument.

### 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 2018 gemeinsam mit den langjährigen Untersuchungen diskutiert, um den Einfluss verschiedener abiotischer (Globalstrahlung, Wassertemperatur und Abfluss) und biotischer Faktoren (algivore d.h. algenkonsumierende Zooplankter bzw. Muscheln sowie Makrophyten) auf die Algenentwicklung zu interpretieren.

Das gesamte Jahr 2018 zeichnete sich durch eine überdurchschnittlich hohe Globalstrahlung aus (Bild 5.1). Im Jahresmittel lag diese mit  $1,14 \text{ kJ}/(\text{cm}^2 \cdot \text{d})$  um rund 30 % höher als im langjährigen Mittel der letzten 45 Jahre mit  $0,89 \text{ kJ}/(\text{cm}^2 \cdot \text{d})$ . Bereits im Februar war der langjährige Monatsmittelwert der Globalstrahlung für diesen Monat mit  $0,67 \text{ kJ}/(\text{cm}^2 \cdot \text{d})$  um über 60 % überschritten, womit nur knapp der bis dahin maximal ermittelte Monatsmittelwert verfehlt wurde. In den Monaten Juli und August wurde der langjährige Maximalwert z. T. deutlich überschritten. Das Monatsmittel in diesem Zeitraum lag sogar um mehr als 50 % über dem langjährigen Monatsmittelwert und verdeutlicht damit die ungewöhnlich warme Sommersituation im Jahr 2018. Mit rund 2.020 Sonnenstunden registrierte der Deutsche Wetterdienst (DWD) das sonnenreichste Jahr seit dem Beginn der Aufzeichnungen im Jahr 1951 [5.1]. Die Auswertung der bis ins Jahr 1881 zurückreichenden Aufzeichnungen von Lufttemperatur und Niederschlag ergaben, dass das Jahr 2018 das wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen war und zudem auch zu den niederschlagsärmsten Jahren gehört. [5.1].

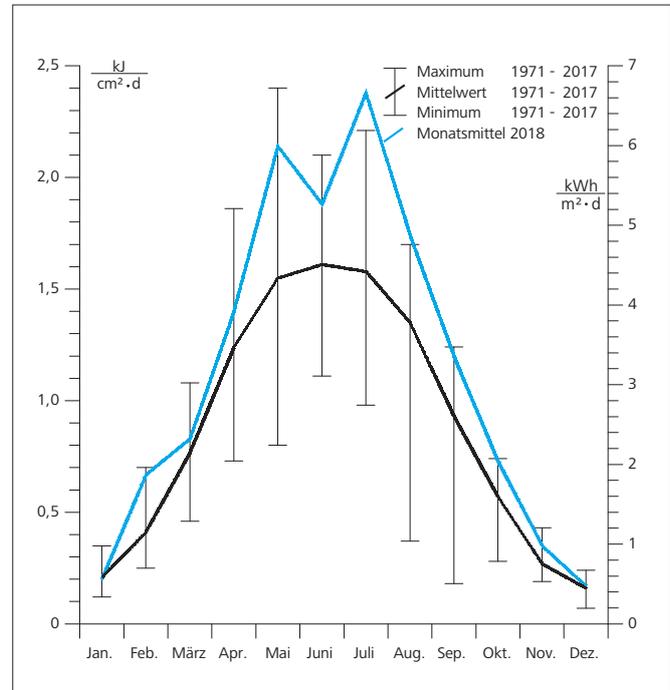


Bild 5.1: Monatsmittelwerte der Globalstrahlung bei Essen im Jahr 2018 und Spannweite der Mittelwerte der Jahre 1971 bis 2017  
 Fig. 5.1: Monthly means of global radiation at Essen 2018 and spectrum of mean values from 1971 to 2017

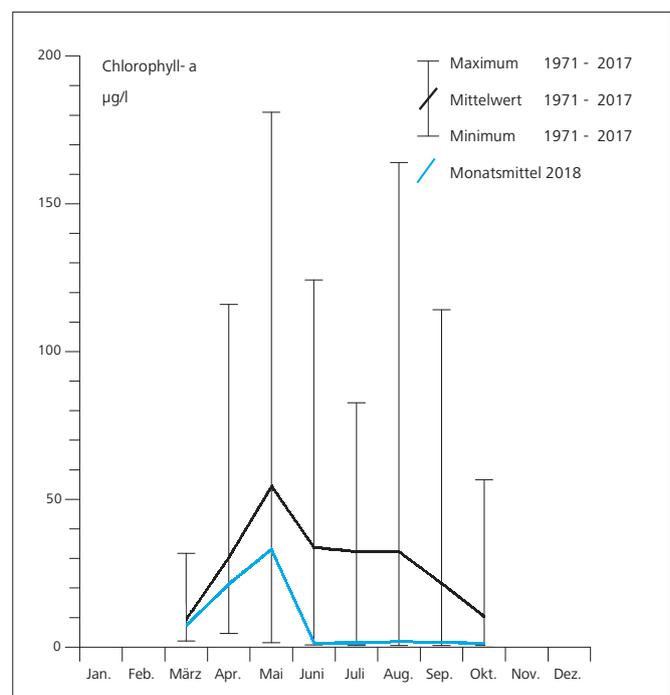


Bild 5.2: Monatsmittelwerte des Chlorophyll-a-Gehalts in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Jahr 2018 und Spannweite der Mittelwerte der Jahre 1971 bis 2017  
 Fig. 5.2: Monthly means of the chlorophyll a concentration in the River Ruhr at Essen-Rellinghausen 2018 and spectrum of mean values from 1971 to 2017



Bild 5.3: Schalen toter Körbchenmuscheln (*Corbicula s.p.*) im Baldeneysee (Foto: van de Weyer, lanaplan)  
 Fig. 5.3: Shells of dead *Corbicula s.p.* clam in Lake Baldeney (photo: van de Weyer, lanaplan)

Die klimatischen Bedingungen mit hohen Temperaturen, hoher Strahlungsintensität und geringen Abflüssen begünstigten die Phytoplanktonentwicklung, die im Mai mit einem Monatsmittelwert von 33 µg/l Chlorophyll-a ihr diesjähriges Maximum erreichte. Trotz der für das Phytoplankton günstigen Bedingungen traten nennenswerte Chlorophyllkonzentrationen mit Werten größer 2 µg/l nur in den Monaten März, April und Mai auf (Bild 5.2). Ab Juni war die Ruhr in Essen-Rellinghausen praktisch Phytoplankton-frei. Damit unterscheiden sich die Phytoplanktonkonzentrationen im Jahr 2018 deutlich von den Konzentrationen im langjährigen Mittel, wobei besonders das völlige Fehlen des Sommer-Phytoplanktons auffällig ist. Dieses Phänomen ist bereits seit einigen Jahren zu beobachten und hat mit dem massiven Einsetzen der Makrophytenentwicklung in den oberen Ruhrstauseen und ihrem konkurrierenden Nährstoff- und Lichtbedarf um den Jahrtausendwechsel begonnen [5.2]. Ca. seit dem Jahr 2012 zeigt zudem die Invasion der planktonfiltrierenden Asiatischen Körbchenmuschel *Corbicula* ihren massiven Einfluss auf den Phytoplanktongehalt der Ruhr [5.3]. Auch der Anstieg der Chlorophyll-a-Konzentration im Frühjahr des Jahres 2018 ist auf die Populationsdynamik der Körbchenmuschel zurückzuführen. Denn der Winter 2017/2018 war durch ungewöhnlich niedrige Wassertemperaturen geprägt, so dass der Baldeneysee für wenige Tage im Februar zugefroren war. Da die Körbchenmuschel aus gemäßigten Breiten stammt, sind für sie Wassertemperaturen unter 2 °C tödlich [5.4]. Hierdurch kam es zu einem verbreiteten Absterben dieser Muscheln (Bild 5.3). Ein Teil der *Corbicula* konnte sich jedoch in das Lückenraumsystem der Gewässersohle zurückziehen und war hier vor den niedrigen Wassertemperaturen geschützt. Allerdings hielten sich die niedrigen Wassertemperaturen noch bis in den April 2018 (siehe Bild 5.15), so dass erst nach einer deutlichen Erwärmung die überlebenden Muscheln nach oben wanderten und ab Juni mit ihrer Filtrationsleistung wieder in der Lage waren, das sich stärker entwickelte Phytoplankton zu reduzieren. Unterstützt wurde diese

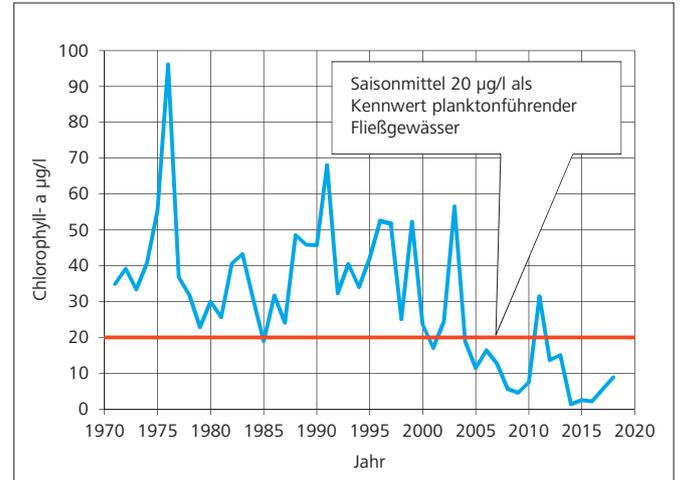


Bild 5.4: Jahresmittelwerte des Chlorophyll-a-Gehalts in der Ruhr bei Essen Rellinghausen in der Vegetationsperiode April bis Oktober der Jahre 1971 bis 2018

Fig. 5.4: Annual means of the chlorophyll a concentration in the River Ruhr at Essen-Rellinghausen during vegetation period (April to October), 1971 to 2018

Phytoplanktonkonsumtion von den gleichzeitig in angestiegenen Dichten vorkommenden planktivoren Zooplanktern.

Bild 5.4 zeigt die Jahresmittelkonzentration der Chlorophyll-a-Gehalte in der Vegetationsperiode von 1971 bis 2018. Deutlich wird der starke Rückgang der Chlorophyll-a-Konzentrationen seit der Jahrtausendwende. Ab dem Jahr 2012 lag der Mittelwert in der Vegetationsperiode stets unter 20 µg/l. Die Untere Ruhr ist daher seit dieser Zeit im Sinne der EG-WRRRL trotz der vielfachen Stauhaltungen nicht mehr als phytoplanktonführendes Gewässer einzustufen, das sonst auch mit einem an diese trophischen Bedingungen angepassten Bewertungsverfahren anders bewertet werden müsste. Der Anstieg der mittleren Chlorophyll-a-Konzentration in der Vegetationsperiode im Jahr 2018 von 5,6 µg/l auf 8,9 µg/l ist auch auf den oben beschriebenen Rückgang der *Corbicula* und die niedrigen Wassertemperaturen im Zeitraum Februar bis April 2018 zurückzuführen, die bei gleichzeitig niedrigen Abflüssen und hoher Strahlungsintensität die Phytoplanktonentwicklung begünstigten.

- [5.1] DWD: Deutschlandwetter im Jahr 2018; [www.dwd.de/presse](http://www.dwd.de/presse), Zugriff: 12.02.2019
- [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.
- [5.3] Ruhrverband: Vorkommen und Bedeutung der neozooischen Körbchenmuschel *Corbicula* in der Ruhr. – Ruhrgütebericht 2016. S. 99-104.
- [5.4] Viergutz, C., Weitere, M.: Ökologie von *Corbicula fluminea* und *Corbicula fluminalis* als Grundlage für die Gewässergütemodellierung – Literaturstudie und Datenauswertung. KLIWAS 10, 2013, 39 S.

Führt man eine Bewertung des Phytoplanktons mit Hilfe des deutschlandweit gültigen Bewertungsverfahrens PhytoFluss durch [5.5], das für die Bewertung planktonführender Fließgewässer nach EG-WRRRL Anwendung findet, ergibt sich für die Ruhr bei Essen-Rellinghausen als „Großer Fluss des Mittelgebirges Typ 9.2“ ein Index von 2,00 und damit eine Bewertung mit „gut“ wie in den vergangenen vier Jahren (Index 2014-2018: 1,77 - 2,07). Dies belegt, dass die ungewöhnliche Klimasituation in der Vegetationsperiode des Jahres 2018 keine bewertungsrelevanten Auswirkungen auf das Phytoplankton hatte. 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.

Die im Vergleich zum Vorjahr 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 5.5). Die Abbildung beruht auf der mikroskopischen Zählung der Algenarten. Hierzu wurden aus den dreimal wöchentlich in Essen-Rellinghausen entnommenen Proben Monatsmischproben hergestellt und ausgezählt. Im Vergleich zu den Vorjahren wurden im Jahr 2018 erstmals wieder, wenn auch nur in einem Monat, mit fast 40.000 Zellen/ml deutlich erhöhte Algendichten nachgewiesen. Dieser Wert im Monat Mai liegt fast doppelt so hoch wie das Maximum im Vorjahr. Diese Algenentwicklung ist jedoch immer noch weit entfernt von den in den 1990er Jahren gemessenen Größenordnungen, in denen Mittelwerte von 100.000 Zellen/ml über mehrere Monate im Jahr überschritten wurden. Ursache für diese Zunahme des Phytoplanktons sind die ab Anfang April günstigen klimatischen Bedingungen für das Algenwachstum (erhöhte Wassertemperatur, geringer Ab-

fluss, hohe Globalstrahlung) verbunden mit der zum Anfang des Jahres noch reduzierten Filtrationsleistung der Körbchenmuscheln. Anders als in den Vorjahren spielten nur im Januar des Jahres 2018 die kleinen, an mäßige Lichtverhältnisse angepassten Cyanobakterien („Blualgen“) der Gattung *Planktothrix* mit 2.300 Zellen/ml eine dominierende Rolle. Danach verlor diese Phytoplanktongruppe für den weiteren Jahresverlauf in der Unteren Ruhr an Bedeutung, so dass die folgenden Monate von unbestimmbarem Picoplankton und in den Monaten März bis Mai zudem von Kieselalgen dominiert wurden. Damit unterscheidet sich die Situation der durchflossenen Ruhrstauseen in dem ungewöhnlich warmen und niederschlagsarmen Sommer des Jahres 2018 sehr deutlich von vielen echten Stillgewässern, bei denen es im Jahr 2018 vor allem bei eutrophierten Gewässern zu Blualgenmassenentwicklungen und kritischen Sauerstoffdefiziten, verbunden mit Fischsterben, kam. Der Rückgang des mittleren Chlorophyllgehalts im Monat Mai auf nur noch 1 µg/l im Monat Juni ist fast ausschließlich auf den Rückgang der Diatomeen (Kieselalgen) zurückzuführen. Diese Planktongruppe wurde in den Monaten März bis Mai vor allem durch sehr kleine radiäre Formen zwischen 5 und 15 µm aus der stillwassertypischen Gruppe der Centrales bestimmt. Ursache für diesen Rückgang ist der Fraß durch Zooplankton und v. a. durch die bei den erhöhten Wassertemperaturen wieder aktiven Körbchenmuscheln der Gattung *Corbicula*, deren Nahrungspräferenz bei Partikeln kleiner 15 µm liegt [5.4]. Der gleichzeitige Rückgang des Picoplankton ist im Vergleich zum Rückgang der Diatomeen moderat. Zudem ist zu berücksichtigen, dass es sich bei dem unbestimmbaren Picoplankton um einzelne kleine Zellen < 2 µm handelt. Hinsichtlich des Chlorophyll-a-Gehalts und der Intensität der Primärproduktion spielt diese Algengruppe nur eine untergeordnete Rolle.

Während in den Vorjahren das sogenannte Sommerplankton mit Vertretern der Crypto- und Chrysophyceen (Flagellaten und Goldalgen) sowie der Grünalgen zwar eine rückläufige Tendenz zeigte, aber immer noch mit verschiedenen Taxa in relativ geringen Dichten vorhanden war, waren diese Gruppen im Jahr 2018 nur noch mit Einzelfunden vertreten oder fehlten. Sehr eindrücklich verdeutlichen das die relativen Anteile der Phytoplanktongruppen in den Sommermonaten Juni bis August. Dort wurden die Zellzahlen mit im Durchschnitt 93 % eindeutig durch das Picoplankton dominiert. Bei Bezug nicht auf die Zellzahl sondern deren Biovolumen, wodurch größere Zellen eine höhere Gewichtung bekommen, nahmen die Cryptophyceen als charakteristische Vertreter des Sommerplanktons einen relativen Anteil von 35 % ein, gefolgt vom Picoplankton mit einem Anteil von 32 % und den Diatomeen von 21 %. Die Chrysophyceen und Chlorophyceen als weitere typische Vertreter des Sommerplanktons lagen in ihren Biovolumenanteilen jeweils unter 10 %, bei den Zellzahlen betrug ihr Anteil weniger als 2 %. Diese Phytoplanktonzusammensetzung war vor allem in den Sommermonaten eine Folge des Rückgangs des bioverfügbaren Phosphors in Kombination mit einem größe selektiven Fraßdruck des Zooplanktons und der Körbchenmuschel *Corbicula*. Durch diese beiden dominie-

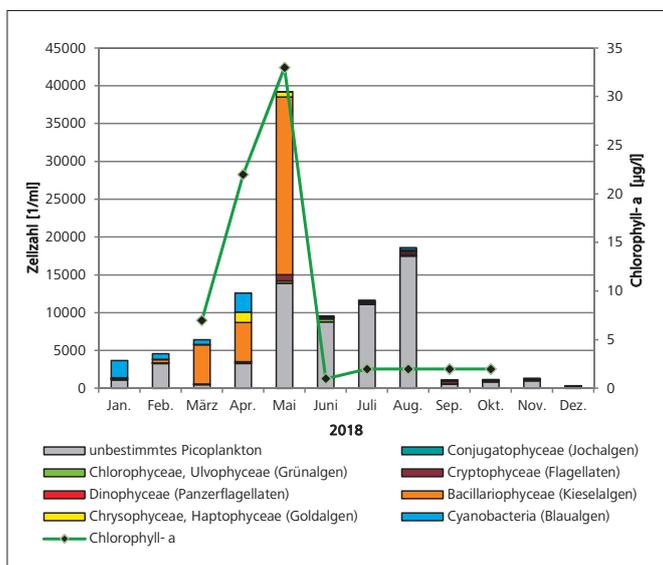


Bild 5.5: Jahreszeitliche Sukzession der Planktonalgen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Jahr 2018

Fig. 5.5: Seasonal succession of phytoplankton in the River Ruhr at Essen-Rellinghausen 2018

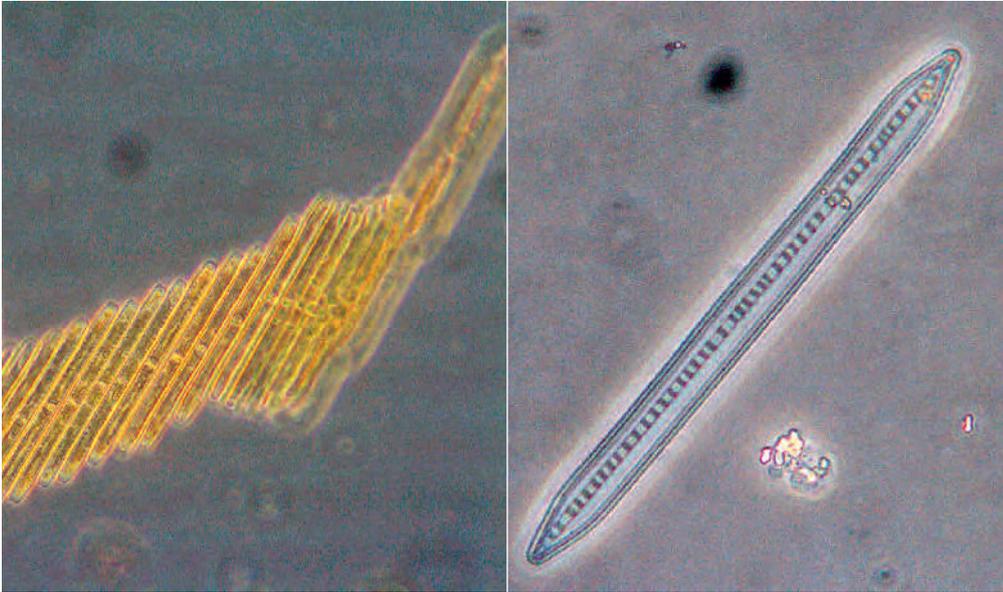


Bild 5.6 a und b: Kieselalge *Bacillaria paxillifer*: Zellverbund (links) und Einzelzelle (rechts)  
 Fig 5.6 a and b: The diatom *Bacillaria paxillifer*: cell compound (left) and single cell (right)

renden Einflussfaktoren waren die Auswirkungen der ungewöhnlich warmen und niederschlagsarmen Vegetationsperiode im Jahr 2018 auf das Phytoplankton nicht offensichtlich. Erst bei Analyse des Artenspektrums des nachgewiesenen Phytoplanktons fällt das erstmalige Auftreten von *Bacillaria paxillifer* (Bild 5.6 a und b) auf. Diese Diatomeenart gilt als wärmeliebend und typisch für Gewässer mit erhöhten Chloridkonzentrationen [5.6] Die entsprechenden Habitatbedingungen im Sommer des Jahres 2018 mit erhöhten Wassertemperaturen und leicht erhöhten Chloridkonzentrationen (vgl. Kap. 3) ermöglichten das Vorkommen dieser Art in der Unteren Ruhr. Es ist zu vermuten, dass deren Vorkommen vorher auf Gewässer im Nahbereich von Einleitungen thermisch anormaler und salzhaltiger Grubenwässer, wie z.B. des Ölbachs in Bochum, beschränkt war.

Den Trend zu einer deutlich geringeren Primärproduktion verdeutlicht die Darstellung der Jahresmittelwerte der Biovolumina der vergangenen 30 Jahre (Bild 5.7). Planktonentwicklungen unterliegen in den einzelnen Jahren unterschiedlichen abiotischen aber auch biotischen Randbedingungen, die zu einer Schwankungsbreite in nennenswertem Maße führt. Trotz

- [5.5] 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>  
 [5.6] Lange-Bertalot, H.: *Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*, 2. korrigierte Auflage 2013, Koeltz Scientific Books, Königstein.

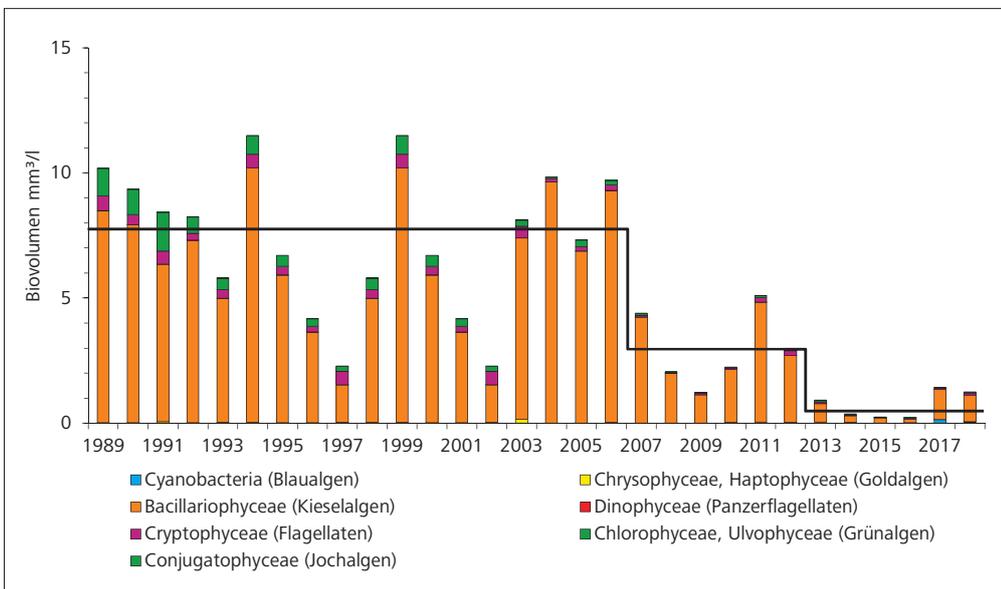


Bild 5.7: Phytoplankton in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (Jahresmittelwerte des Biovolumens der Jahre 1988 bis 2018)  
 Fig. 5.7: Phytoplankton in the River Ruhr at Essen-Rellinghausen (yearly means of biovolume 1988 to 2018)

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  $8 \text{ mm}^3/\text{l}$ , zwischen den Jahren 2007 und 2012 um  $3 \text{ mm}^3/\text{l}$  und ab dem Jahr 2013 bis heute im Mittel nur noch  $0,6 \text{ mm}^3/\text{l}$ .

Mit einem mittleren Biovolumen von  $1,44 \text{ mm}^3/\text{l}$  im Jahr 2017 und  $1,30 \text{ mm}^3/\text{l}$  im Jahr 2018 war eine etwas höhere planktische Primärproduktion als in den vier Jahren davor 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 stärkeres 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.

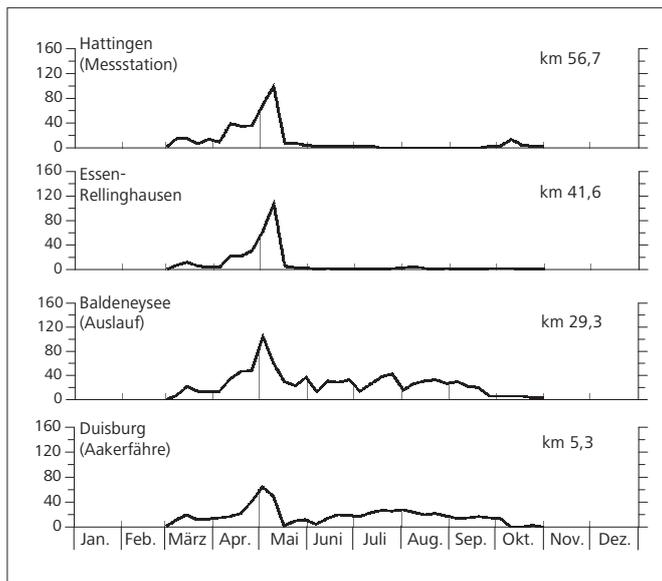


Bild 5.8: Algenentwicklung (als Chlorophyll-a-Gehalt) an verschiedenen Stellen der Ruhr im Verlauf des Jahres 2018

Fig. 5.8: Development of phytoplankton (as chlorophyll a concentration) determined at various sites along the River Ruhr in 2018

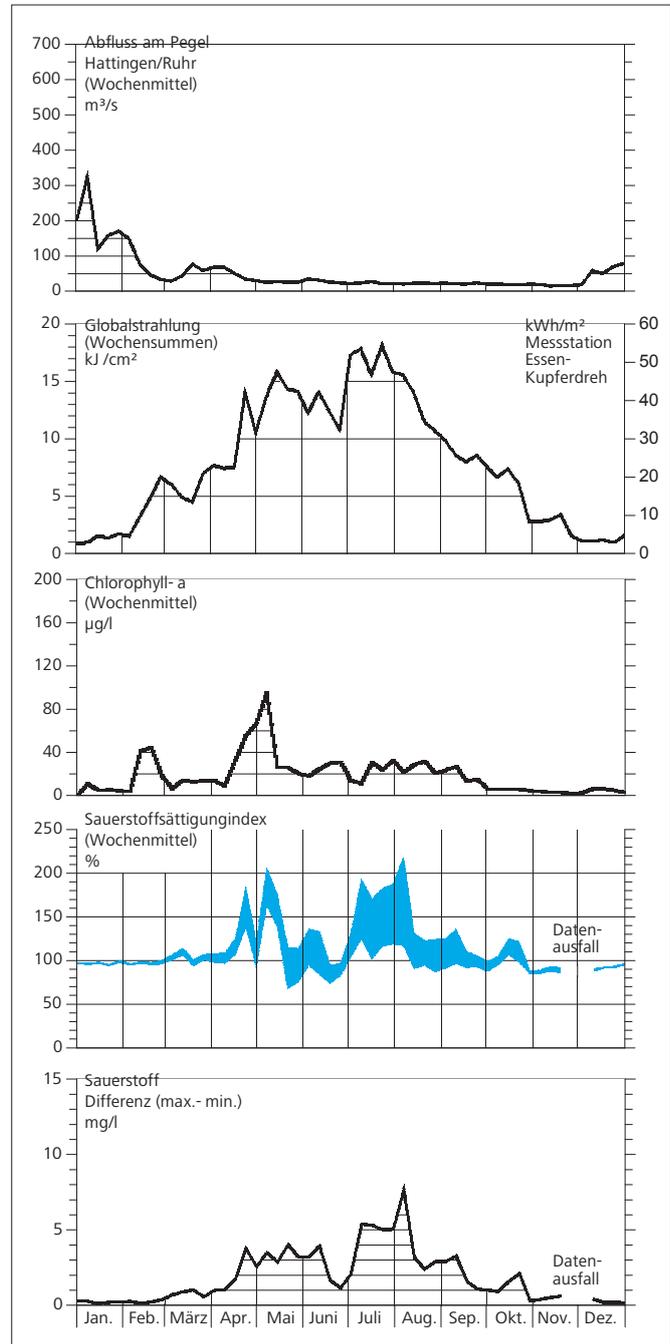


Bild 5.9: Einfluss der Wasserführung und der Globalstrahlung auf die Algenentwicklung im Baldeneysee und deren Auswirkung auf den Sauerstoffgehalt im Jahr 2018

Fig. 5.9: Influence of the flow regime and total radiation on phytoplankton growth in Lake Baldeney and the resulting impact on the oxygen balance in 2018

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 5.8 dargestellt. Oberhalb der Messstation Hattingen spielt das Phytoplankton in der Ruhr schon seit vielen Jahren keine Rolle mehr.

Wie im Vorjahr zeigte sich in der Ruhr in der ersten Jahreshälfte 2018 wieder eine nennenswerte Primärproduktion mit planktischen Algen, wobei die Werte der maximalen Chlorophyll-a-Konzentrationen an den vier betrachteten Messstationen im Jahr 2018 im Vergleich zum Vorjahr zur Zeit der Frühjahrsalgenblüte mit Werten zwischen 65 und 108 µg/l annähernd doppelt so hoch lagen. Allerdings bewegten sich diese zwischen Hattingen und Duisburg mindestens einmal wöchentlich gemessenen Chlorophyll-a-Gehalte immer noch auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau.

In der zweiten Jahreshälfte zeigte sich in der Ruhr bis oberhalb des Baldeneysees eine praktisch phytoplanktonfreie Situation mit Chlorophyll-a-Werten  $\leq 5$  µg/l, mit Ausnahme eines Einzelwertes im Oktober in Hattingen. Anders als im Jahr 2017 zeigte sich im Berichtszeitraum ab Mitte Mai in der Ruhr unterhalb des Baldeneysees eine mehr oder weniger gleichbleibende Chlorophyll-a-Konzentration zwischen 20 und 40 µg/l. Dies ist zum einen den für die Planktonentwicklung förderlichen Witterungsbedingungen in der Vegetationsperiode geschuldet. Zum anderen ist der Baldeneysee im Vergleich zu den oberen drei Stauseen und den Fließstrecken dazwischen deutlich tiefer und stellt damit einen größeren gestauten Wasserkörper dar. Dessen planktische Algenproduktion konnte, anders als in den oberhalb gelegenen Gewässerabschnitten, durch die benthischen, d.h. am Gewässergrund lebenden Korbchenmuscheln nicht vollständig reduziert werden. Die geringen Dichten des planktivoren Zooplanktons sind im Berichtszeitraum als nur wenig relevant für die Phytoplanktondichten ober- wie unterhalb des Baldeneysees (Bild 5.8) einzuschätzen.

In der Ruhr, einem auf den letzten 80 Fließkilometern 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 5.9 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 Wochen-summe dargestellt.

Da der Abfluss der Ruhr im Jahr 2018 ab Mitte April bis fast zum Jahresende mit unter 50 m<sup>3</sup>/s am Pegel Hattingen gleichbleibend gering war, spielte in diesem Jahr eine Abflussdynamik für die Intensität der Primärproduktion im Baldeneysee keine Rolle. Damit war der steile Anstieg der Intensität der Globalstrahlung im Februar und dann weiter im April die Ursache für die beiden Algenblüten im Februar und Mai, wobei im Februar Chlorophyll-a-Konzentrationen von rund 50 µg/l über sechs Tage gemessen werden konnten. Die zweite Algenblüte im Mai erreichte sogar Chlorophyll-a-Konzentrationen von über 100 µg/l im Tagesmittel. Auch diese Algenblüte dauerte

rund sechs Tage. Der Zusammenbruch der Algenblüten ist, vor allem bei der Algenblüte im Mai, auf das Grazing des Zooplanktons, das zu dieser Zeit auf Grund des Nahrungsangebotes sein Maximum hatte, zurückzuführen. Zudem reduzierte der Anstieg der Filtrationsleistung der Korbchenmuscheln bei steigenden Wassertemperaturen die Dichte des Phytoplanktons. 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 200 µg/l erreicht wurden.

Der Tag-Nacht-Wechsel von sauerstoffproduzierenden Photosyntheseprozessen und sauerstoffzehrenden Dissimilationsvorgängen (Atmung) führte zu tageszeitabhängigen Schwankungen des Sauerstoffgehaltes. Durch die leichte Zunahme der Algendichten im Vorjahr zeigte sich bereits im Jahr 2017 eine Zunahme der Spannweiten der Sauerstoffsättigungsindizes. Schwanken diese in relativ phytoplanktonarmen Jahren in den Sommermonaten um die 100 %-Sättigung mit einem Schwankungsbereich um 20 %, so zeigte sich im Jahr 2017 bereits eine Spannweite zwischen 65 und 180 % [5.7]. Im Jahr 2018 mit seinem extrem warmen Sommer mit durchgehend hoher Globalstrahlung dehnte sich die Spannweite der Sättigungsindizes mit Tagesmittelwerten zwischen 60 % und 240 % weiter aus. Für Fische kritische Sauerstoffuntersättigungen unter 40 % traten aber zu keinem Zeitpunkt auf, d. h. sogar ein Sättigungsindex von 55 % wurde nie unterschritten.

Die maximale Amplitude zwischen den Sauerstoffminima und -maxima, bedingt durch den Tag- und Nachtrhythmus von Photosynthese und Atmung, trat in der ersten Augustwoche bei mittleren Chlorophyll-a-Konzentrationen, jedoch überdurchschnittlich hoher Globalstrahlung mit einem Höchstwert der Tagesdifferenz von 10 mg/l O<sub>2</sub> auf. In der Zeit von Mitte Mai bis Mitte September wurden, ebenfalls bedingt durch die Strahlungsintensität und damit verbunden die erhöhte Wassertemperatur, in der Tag-Nacht-Amplitude des Sauerstoffgehaltes allerdings häufiger Spannweiten bis 6 mg/l erreicht. Im Mittel betrug die Differenz in dieser Zeit rund 3 mg/l O<sub>2</sub>. An einigen wenigen Tagen wurden Sauerstoffminima von knapp unter 6 mg/l gemessen. Das im September beobachtete Fischsterben von Karpfen im Baldeneysee war nachweislich auf das Auftreten des Koi-Herpes-Virus zurückzuführen und nicht auf zu geringe Sauerstoffgehalte (Kapitel 11).

## 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

[5.7] Ruhrverband: *Trophische Situation in der Ruhr. – Ruhrgütebericht 2017. S 63-68.*

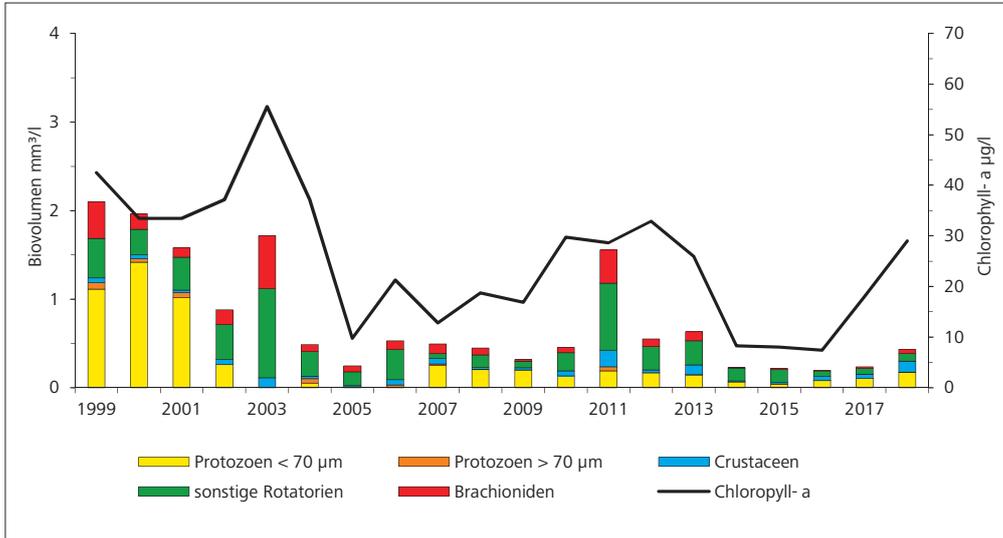


Bild 5.10: Zooplankton und Chlorophyll-a im Baldeneysee (Saisonmittel März bis Oktober)

Fig. 5.10: Zooplankton and chlorophyll-a in Lake Baldeney (seasonal means March to October)

zur Verfügung haben, um eine Population entwickeln zu können. Bild 5.10 zeigt deutlich den Rückgang der Zooplanktondichten im Baldeneysee seit dem Jahr 2004, so dass mit Ausnahme des Jahres 2011 das Biolvolumen immer unter  $0,5 \text{ mm}^3/\text{l}$  lag. Der Anstieg der Phytoplanktondichten bzw. des Chlorophyll-a-Gehaltes in den letzten zwei Jahren bewirkte allerdings nur einen moderaten Anstieg der Zooplankton-Konzentration. Vor allem Körbchenmuscheln als effektive Filtrierer und Nahrungskonkurrenten um das Phytoplankton profitierten von dem erhöhten Nahrungsangebot und verhinderten damit einen weiteren Anstieg der Zooplanktondichten. Diese im Vergleich zu der Zeit vor dem Jahr 2000 geringe planktische Aktivität des Baldeneysees ist der Grund dafür, dass es zu Zeiten

des Absterbens und bakteriellen Abbaus des Planktons nicht mehr zu kritischen Sauerstoffminima im Baldeneysee und der Ruhr unterhalb kommt, die früher ein zeitweises Belüften durch Überfall des Wassers über die Wehrkante notwendig machten. Bei der Betrachtung der taxonomischen Zusammensetzung des Zooplanktons im Verlauf des Jahres 2018 (Bild 5.11) sind aber immer noch die trophischen Interaktionen zwischen Phyto- und Zooplankton erkennbar, auch wenn diese auf einem deutlich reduzierten Intensitätsniveau liegt. Mit dem steilen Anstieg der Phytoplanktondichte im Mai, gemessen als Chlorophyll-a-Konzentration, stieg auch die Dichte des planktivoren Zooplanktons an, das diese Nahrungsquelle nutzte und damit zusammen mit der Filtrationsleistung der Körbchenmuscheln dieses gleichzeitig reduzierte. Durch dieses grazing wurde die Nahrungsdichte soweit reduziert, dass das Zooplankton selbst nahrungslimitiert wurde und in seinen Dichten von  $1,18 \text{ mm}^3/\text{l}$  auf  $0,27 \text{ mm}^3/\text{l}$  deutlich zurückging. Besonders stark von dem Rückgang des Nahrungsangebotes waren die Rotatorien (Rädertiere) aus der Familie der Brachioniden betroffen, deren Population im Juni fast zum Erliegen kam und die sich im weiteren Verlauf des Sommers bei Zunahme des Nahrungsangebotes erst langsam wieder erholten.

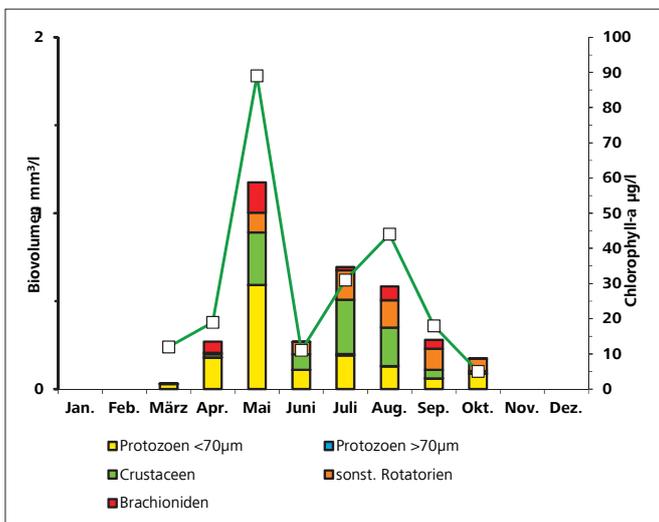


Bild 5.11: Jahreszeitliche Sukzession des Zooplanktons der Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Jahr 2018

Fig. 5.11: Succession of zooplankton along the seasons in the River Ruhr at Essen-Rellinghausen

Ein besonderer Einfluss des ungewöhnlich trockenen und heißen Sommers 2018 ist an Hand der Ergebnisse der Zooplanktonuntersuchungen zunächst nicht erkennbar. Erst bei Betrachtung der taxonomischen Zusammensetzung ist das erstmalige Auftreten des Rädertiers *Hexarthra* sp. (Bild 5.12) auffällig. Diese Rotatoriengattung trat im Baldeneysee in den Monaten Juli bis Anfang September erstmals in erhöhten Dichten mit bis zu  $4.330 \text{ Ind./m}^3$  auf. Die meisten Süßwasserarten dieser Gattung sind salztolerant oder salzliebend und können sogar im Brackwasser vorkommen. Zudem treten diese Süßwasserarten häufig in erwärmten Seen und Tümpeln auf [5.8]. Die autökologischen Ansprüche dieser Gattung lassen daher vermuten, dass sie bis zum Jahr 2018 in ihrem Vorkommen



Bild. 5.12: Der Rotator (Rädertier) *Hexarthra* sp.  
Fig.5.12: The rotifer *Hexarthra* sp.

auf den Nahbereich von erwärmten, salzhaltigen Grubenwässern beschränkt waren wie z.B. in den Werner Teichen des Ölbachs (Bochum) mit der Sumpfungswassereinleitung der Zeche Robert Müser oder im Rauendahler Bach mit der Grubenwassereinleitung der Zeche Friedlicher Nachbar. Der außergewöhnliche Sommer 2018 führte in der Ruhr jedoch zu einer deutlichen Erhöhung der Wassertemperatur sowie zu einem Rückgang des Abflusses, was auf Grund der ungünstigen Verdünnungsverhältnisse v. a. im Sommerhalbjahr zu einem Anstieg der Chloridkonzentration in der Unteren Ruhr führte (Kapitel 3). Hierdurch fand *Hexarthra* erstmals auch ruhrabwärts bis in den Baldeneysee geeignete Lebensbedingungen.

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 [5.9]. 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 [5.10];

5.11]. Das Jahr 2010 war das letzte mit nur geringem Wasserpflanzenaufkommen [5.12]. Im Verlauf der Jahre 2011 bis einschließlich 2018 wurde der sommerliche Vegetationsaspekt der beiden Ruhrstauseen Harkort und Kemnade durchgehend durch Makrophyten-Massenaufkommen geprägt [5.13; 5.14; 5.15; 5.16].

Mit dem durch den Rückgang der Nährstoffkonzentrationen hervorgerufenen Wechsel von einem quasi makrophytenfreien, Phytoplankton-dominierten Zustand in den potenziell natürlichen Zustand der Makrophyten-dominierten, mesotrophen Flachseen zeigte sich in den Ruhrstauseen in den letzten Jahren eine aus ökologischer Sicht positive Entwicklung. Neben *Elodea nuttallii* besiedeln inzwischen auch heimische Wasserpflanzenarten in zunehmenden Abundanzen die Ruhrstauseen und treten damit in Raumkonkurrenz zu den dominierenden *Elodea*-Beständen.

Auch im Baldeneysee bildeten sich im Jahr 2018 wie in den drei Vorjahren wieder ausgedehnte Makrophytenbestände, die in großen Bereichen von *Elodea nuttallii* dominiert waren. Dazwischen fanden sich jedoch immer wieder kleinere Bereiche, in denen heimische Arten wie *Callitriche obtusangula*, *Sarganium emersum* oder *Myriophyllum spicatum* aspektbestimmend waren. Im Jahr 2018 war der Hengsteysee erstmalig seit dem Auftreten von *Elodea*-Massenbeständen auf dem überwiegenden Teil der Seefläche nicht verkrautet.

### Kemnader See

Die aus digitalen Karten ermittelten Makrophytenflächen in ihrer zeitlichen Entwicklung über die Jahre 2001 bis 2018 zeigt Bild 5.13. Es wird deutlich, dass das Jahr 2018 das achte Jahr in Folge mit ausgedehnten Makrophytenbeständen war. Im Jahr 2018 waren 55 ha, das entspricht rund 44 % der Seeflä-

- 
- [5.8] Koste, W.: Rotatoria – Die Rädertiere Mitteleuropas, 1. Textband. 1978, Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
  - [5.9] Ruhrverband: Makrophyten in den Ruhrstauseen - Vergangenheit und Gegenwart. Ruhrgütebericht 2004, S. 80 – 85.
  - [5.10] 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.
  - [5.11] 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.
  - [5.12] Ruhrverband: *Elodea*-Vorkommen in den Ruhrstauseen. Ruhrgütebericht 2010, S. 93 - 98
  - [5.13] Ruhrverband: *Elodea*-Vorkommen in den Ruhrstauseen. Ruhrgütebericht 2011, S. 54 - 68.
  - [5.14] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2012, S. 58 – 70.
  - [5.15] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2013, S. 60 – 75.
  - [5.16] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2014, S. 63 – 72.

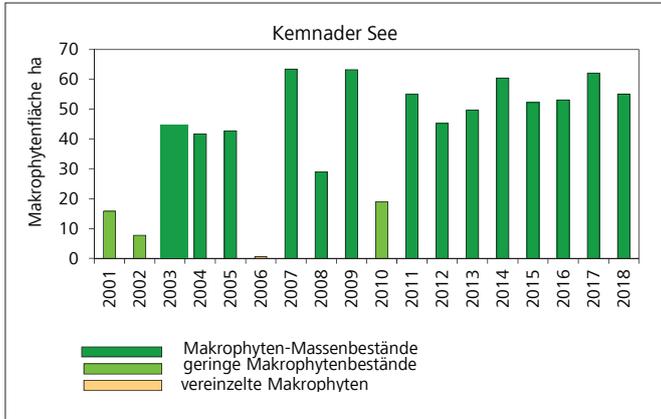


Bild 5.13: Bestandflächen von *Elodea nuttallii* im Kemnader See in den Jahren 2001 bis 2018 (Daten auf Basis von Satelliten- und Luftbildauswertungen sowie Vor-Ort-Kartierung, 2008, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017 und 2018 Bestände durch Mahd reduziert)

Fig. 5.13: Vegetation cover of *Elodea nuttallii* in Lake Kemnade from 2001 to 2018 (data based on satellite and aerial view pictures as well as field mapping, occurrence reduced in 2008, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, and 2018 through mowing)

che des Kemnader Sees, dicht mit Makrophyten bewachsen, welche die Wasseroberfläche erreichten oder kurz darunter standen. Dies entspricht ungefähr den Bestandsgrößen der Jahre 2015 und 2016. Nur in den Jahren 2014 und 2017 waren mit 60 ha bzw. 62 ha noch größerer Bereich des Kemnader Sees verkrautet. Wie Tauchuntersuchungen und hydroakustische Untersuchungen aus dem Jahr 2013 gezeigt hatten, ist die tatsächlich bewachsene Fläche im Vergleich zu den über Luftbildauswertung erkennbaren Beständen in der Regel sogar deutlich größer [5.13]. Nur handelt es sich hierbei um niederwüchsige, vereinzelt stehende Pflanzen in größeren Wassertie-

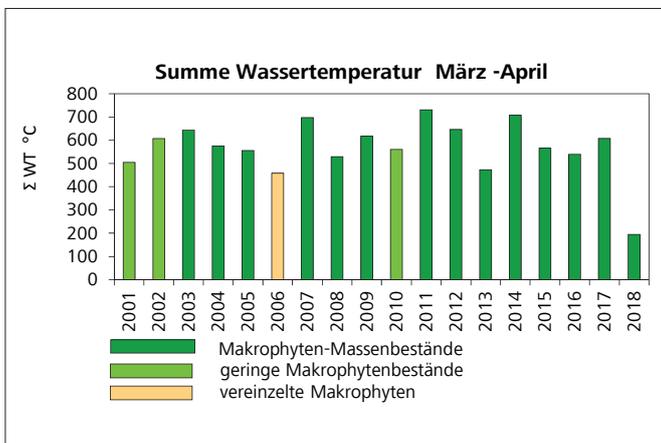


Bild 5.14: Summe der mittleren Tageswassertemperaturen des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2018 mit Zuordnung zu der entsprechenden *Elodea*-Bestandssituation.

Fig. 5.14: Sum of daily mean water temperatures during March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2018 in relation to *Elodea* abundance.

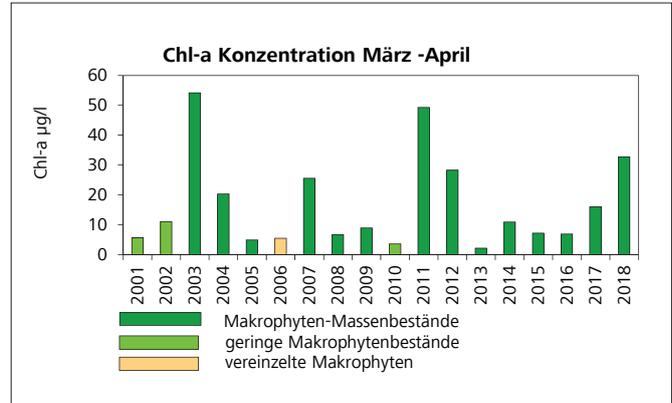


Bild 5.15: Mittelwerte der Chlorophyll-a-Konzentrationen des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2018 mit Zuordnung zu der entsprechenden *Elodea*-Bestandssituation.

Fig. 5.15: Mean concentration of chlorophyll-a in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2018 in relation to *Elodea* abundance.

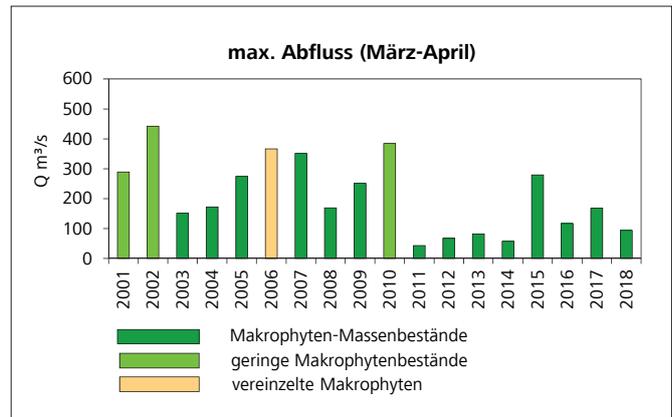


Bild 5.16: Maximaler Abfluss (Tagesmittelwerte) im Zeitraum März bis April am Pegel Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2018 mit Zuordnung zu der entsprechenden *Elodea*-Bestandssituation.

Fig. 5.16: Maximum discharge (daily means) in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2018 in relation to *Elodea* abundance.

fen, welche die Wassersportnutzung nicht beeinträchtigen. Auch ist ihr Anteil an der Biomasse abtreibender Pflanzen im Herbst vernachlässigbar gering. Zudem ist bei der Luftbildaufnahme der Makrophytenflächen zu beachten, dass hier ggf. durch Mahd die real bewachsenen Flächen nicht vollständig erkennbar sind. Die klimatischen Bedingungen wirkten sich im Jahr 2018 wie in den Jahren zuvor insgesamt fördernd auf das Makrophytenwachstum aus. Allerdings war der Winter 2017/2018 ungewöhnlich kalt, so dass im Februar sogar der Baldeneysee für einige Tage zufror. Die kalten Temperaturen hielten sich auch noch bis in den Betrachtungszeitraum März und April 2018, der ausschlaggebend dafür ist, ob sich ein Phytoplankton- oder ein Makrophyten-dominiertes Zustand in den Ruhrstauseen ausbilden wird. Damit war dieser Zeitraum

mit einer aufsummierten Tagestemperatur des Betrachtungszeitraums von 195 °C der kälteste seit Beginn der Auswertung im Jahr 2001 (Bild 5.14). Dies führte zu einem verspäteten Start der Vegetationsperiode für die Makrophyten, so dass zunächst das Phytoplankton, hier v. a. die an niedrige Wassertemperaturen angepassten Kieselalgen, die für sie günstigen Bedingungen für die Vermehrung nutzten. Damit war der mittlere Chlorophyll-a-Gehalt im Jahr 2018 mit rund 33 µg/l auch doppelt so hoch wie im Frühjahr 2017 (Bild 5.15). Durch das reduzierte Lichtangebot auf Grund von Trübung erreichten die Makrophyten im Jahr 2018 wie im Vorjahr im Kemnader See wieder relativ spät, d. h. Ende Juli bis Anfang August, die Wasseroberfläche. Während im Jahr 2017 in erster Linie die erhöhte anorganische Trübung in den Monaten März und April hierfür die Ursache war, war dies im Jahr 2018 der verspätete Wachstumsbeginn der Makrophyten durch die niedrigen Wassertemperaturen verbunden mit der gleichzeitig erhöhten Phytoplanktondichte. Da jedoch die hydraulischen Bedingungen durch das erneute Fehlen eines Frühjahrshochwassers förderlich für das Makrophytenwachstum waren, kam es daher auch im Jahr 2018 wieder in fast allen Ruhrstauseen zu Makrophytenmassenbeständen. Bild 5.16 zeigt, dass im Jahr 2018 der maximale Abfluss in den Monaten März und April mit rund 94 m³/s am Pegel Hattingen der geringste Wert seit dem Jahr 2014 war.

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 abio-

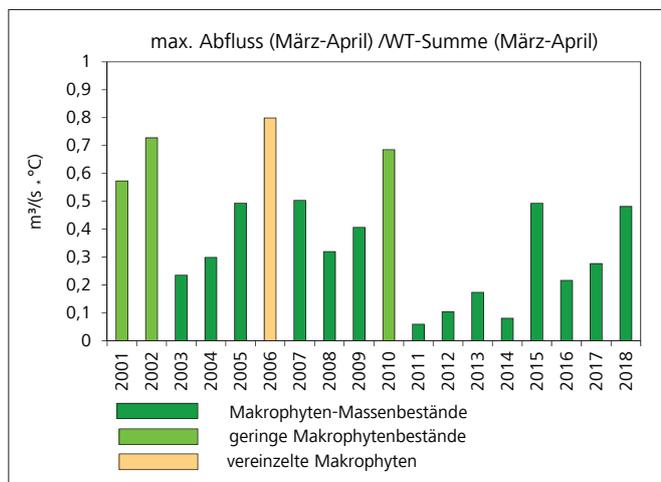


Bild 5.17: Verhältnis des maximalen Tagesabflusses zu der Summe der Tagesmittelwassertemperaturen des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2018 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.

Fig. 5.17: 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 2018 in relation to Elodea abundance

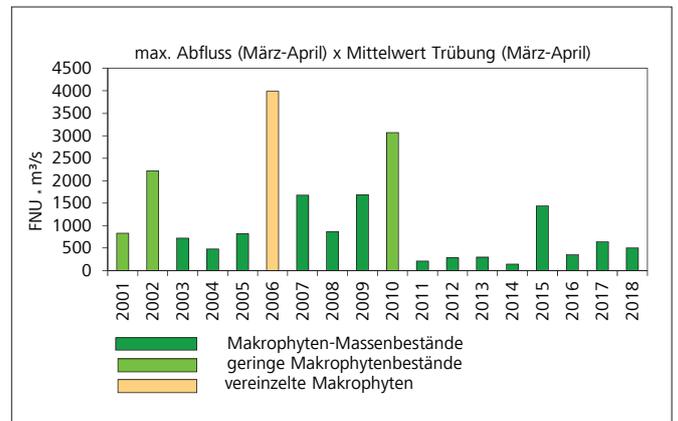


Bild 5.18: Produkt aus maximalem Abfluss und dem Mittelwert der Trübung des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2018 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.

Fig. 5.18: Product of the maximum discharge and mean turbidity in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2018 in relation to Elodea abundance.

tischen Faktoren Strömung, Wassertemperatur und Trübung beruht ([5.11; 5.13; 5.14; 5.15; 5.16]). Auch für das Jahr 2018 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 (Bild 5.17, Bild 5.18).

Diese Ergebnisse unterstützen die prognostizierten Schwellenwerte für den Wechsel von Phytoplankton-Dominanz zu Makrophyten-Dominanz. Bei einem Quotienten kleiner 0,55 m³/(s · °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 [5.18]. Bei einem Produkt kleiner 2.000 FNU · m³/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. Für das Jahr 2018 war an Hand der relevanten abiotischen Frühjahrsbedingungen mit einem Quotienten von 0,48 m³/(s · °C) und einem Produkt von 505 FNU · m³/s bereits frühzeitig eine Entwicklung in Richtung einer Makrophyten-Dominanz zu prognostizieren.

[5.17] Ruhrverband: Hydroakustische Erfassung von Wasserpflanzenbeständen im Kemnader See. Ruhrgütebericht 2013, S. 113 – 119.  
[5.18] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2015, S. 85 - 95.

Tabelle 5.1: Vergleich der Makrophytenbestandsflächen [ha] in den oberen vier Ruhrstauseen in den Jahren 2011 bis 2018  
 Table 5.1: Vegetation cover [ha] in the four impounded lakes of the River Ruhr in the time period 2011 to 2018

	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
2018	15	48	55	15

### Hengstey- und Harkortsee

Anders als in den Jahren zuvor unterschied sich die Makrophytensituation im Berichtsjahr in Harkort- und Hengsteysee deutlich (Tabelle 5.1). In den letzten fünf Jahren (2013 bis 2017) waren im Hengsteysee durchschnittlich 45 ha Seefläche mit Makrophyten bewachsen, im Harkortsee betrug die Fläche in diesem Zeitraum im Durchschnitt 56 ha. Im Jahr 2018 lag die verkrautete Fläche im Harkortsee mit 48 ha im Schwankungsbereich der letzten fünf Jahre. Im Hengsteysee betrug die mit Makrophyten bestandene Fläche jedoch nur 15 ha, wobei sich die Makrophytenfläche weitgehend auf die südliche Bucht direkt unterhalb des Zusammenflusses von Lenne und Ruhr beschränkte (Bild 5.19b). In Bild 5.19 a und b ist die Ausdehnung der Makrophytenflächen des Hengsteysees in den Jahren 2017 und 2018 zum Vergleich gegenübergestellt. Bereits bei den Tauchuntersuchungen im Frühjahr 2018 zeigten sich im Hengsteysee die meisten Flächen makrophytenfrei (Bild 5.20), wohingegen der benachbarte Harkortsee zum gleichen Zeitpunkt bereits dicht bewachsen war (Bild 5.21). Diese Unterschiede änderten sich, trotz der klimatisch für ein Makrophytenwachstum besonders günstigen Bedin-

gungen, während der gesamten Vegetationsperiode nicht. Die Ursache für diese Unterschiede im Bewuchs ist allerdings bislang unklar. Hydraulische und klimatische Bedingungen können auf Grund der räumlichen Nähe beider Stauseen ausgeschlossen werden. Daher wird für diese beiden Ruhrstauseen im Jahr 2019 besonders genau beobachtet, ob sich dieses Phänomen wiederholt und ob dann Ursachen hierfür zu finden sind.

Bild 5.22 gibt den Treibgutanteil im Jahr 2018 an der Wasserkraftanlage des Hengsteysees im Vergleich zu den Vorjahren wieder. Auch hier spiegelte sich der geringe Makrophytenbewuchs in einer entsprechend geringen Treibgutmenge wider. Im Januar 2018 wurden noch die letzten Reste der Makrophytenbestände des Vorjahres als Treibgut erfasst. Im Dezember 2018 handelte es sich wahrscheinlich um Treibgut aus Lenne und Ruhr oberhalb des Stausees, das bei den nieder-



Bild 5.20: Makrophytenfreies Sediment im Hengsteysee im Juni 2018  
 Fig. 5.20: Sediment free of macrophytes in Lake Hengstey in June 2018

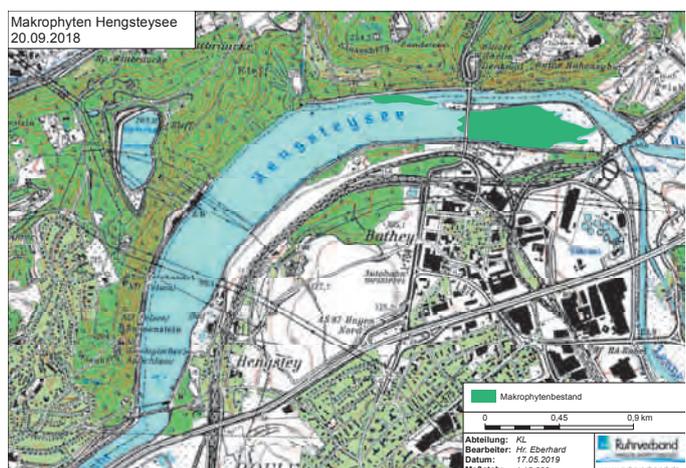
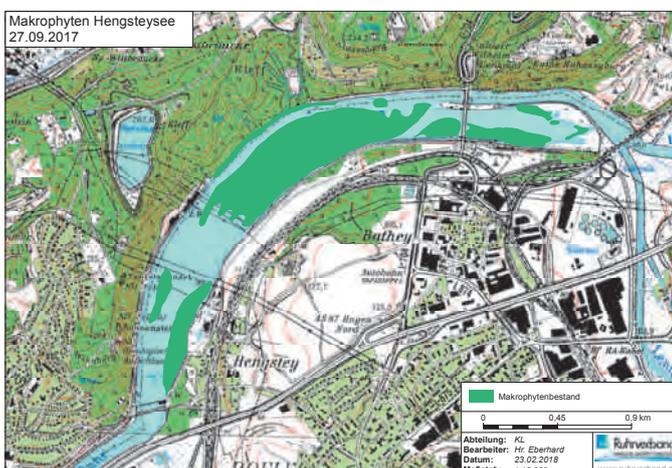


Bild 5.19a und b: Vergleich der Makrophytenflächen im Hengsteysee der Jahre 2017 und 2018  
 Fig. 5.19a und b: Comparison of macrophyte distribution in Lake Hengstey in 2017 and 2018

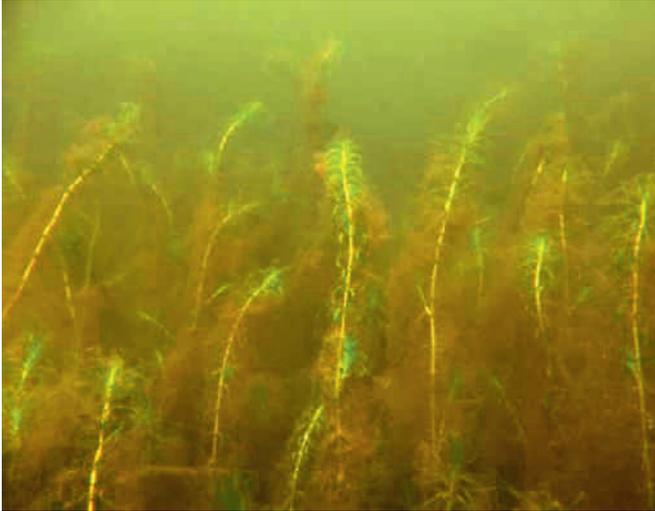


Bild 5.21: Dichte Bestände von *Elodea nuttallii* im Juni 2018  
 Fig. 5.21: Dense growth of *Elodea nuttallii* in June 2018

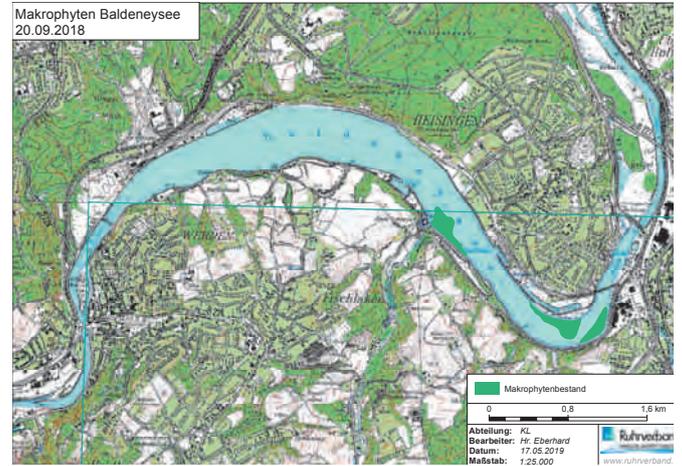


Bild 5.23: Makrophytenflächen im Baldeneysee am 20. September 2018  
 Fig. 5.23: Macrophyte distribution in lake Baldeney on September 20, 2018

schlagsbedingt höheren Abflüssen im Dezember mitgeführt und an der Wehranlage des Hengsteysee zurückgehalten wurde. Makrophyten spielten im Jahr 2018 im Treibgut am Wehr des Hengsteysee keine Rolle.

### Baldeneysee

Während die oberen Ruhrstauseen Harkort und Kemnade seit dem Jahr 2000 nur noch 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 auch im Baldeneysee eine Zunahme der Makrophytenbesiedlung zu beobachten.

Die bei der Luftbildauswertung ermittelte geringe Fläche von 15 ha (Tabelle 5.1), die im Baldeneysee im Jahr 2018 von Makrophyten bestanden war, gibt nicht die tatsächlich bewachsene Fläche wieder, sondern die Restfläche, die trotz intensiver Mahd auf dem Luftbild erkennbar war. Hierbei handelt es sich vor allem um flache Bereiche im Umfeld des Vogelschutzgebiets, in denen nicht gemäht wurde, sowie um einen Bereich östlich des Hafens Scheppen (Bild 5.23). Auf Grund der intensiven Mahd kann die tatsächlich im Jahr 2018 von Makrophyten bestandene Fläche nicht ermittelt werden, da die verbliebenen Restbestände von *Elodea* und weiterer Arten so kurz waren, dass sie über das Luftbild nicht mehr erfasst werden konnten. Ein Vergleich mit den Vorjahren ist daher nicht aussagekräftig.

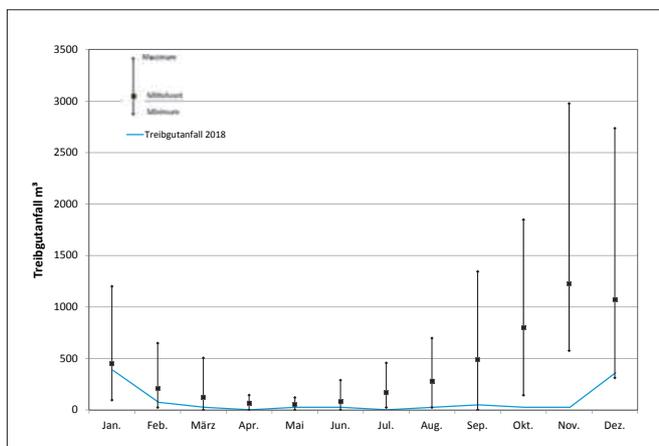


Bild 5.22: Mittelwerte des monatlichen Treibgut anfalls [m<sup>3</sup>] mit Minimum- und Maximum-Werten an der Rechenanlage des Wasserkraftwerks am Hengsteysee im Zeitraum der Jahre 2007 bis 2017 sowie der zeitliche Verlauf der Treibgutmengen für das Jahr 2018  
 Fig. 5.22: Minimum, maximum, and mean amount of floating debris [m<sup>3</sup>] per month at the screening unit of the hydropower plant at Lake Hengstey from 2007 to 2017 and this amount in 2018.

Tabelle 5.2 zeigt die Kennzahlen der Mahd im Kemnader See und Baldeneysee für die letzten drei Jahre. Im Jahr 2018 wurde aus dem Baldeneysee gegenüber dem Vorjahr fast die vierfache Menge an Makrophyten durch Mahd entfernt. Möglich war dies nicht nur durch einen frühen Beginn der Mähseason, sondern vor allem durch den Einsatz von zwei Mähbooten, von denen eines zeitweise im Doppelschicht-Betrieb aktiv war. Insgesamt konnten 762 t Pflanzenmaterial entfernt werden, wobei viele Bereiche während der Vegetationsperiode mehrfach befahren wurden. Alle geplanten Wassersportveranstaltungen konnten hierdurch ohne nennenswerte Beeinträchtigungen durchgeführt werden. Die Gesamtkosten für Mahd und Entsorgung beliefen sich für den Baldeneysee im Jahr 2018 netto auf rund 202.300 €, woran sich die Stadt Essen finanziell beteiligte. Hinzu kamen die Kosten für die Mahd und Mähgutentsorgung am Kemnader See von rund 104.500 €.

Bei den Pflanzenbeständen war wie im Vorjahr wieder *Elodea nuttallii* die dominierende Art, durchmischt mit heimischen Arten wie Wasserstern (*Callitriche obtusangula*), Berchtolds Laichkraut (*Potamogeton berchtoldii*), Ähriges Tausendblatt

Tabelle 5.2: Zusammenstellung von Flächen und Kosten der Mahd im Kemnader Stausee und Baldeneysee in den Jahren 2016 bis 2018  
 Table 5.2: Overview of sections and costs of mowing in Lake Kemnade and Lake Baldeney during the years 2016 to 2018

	Kemnader See			Baldeneysee		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Einsatz	13.07.-12.08.	26.06.-05.09.	13.07.-12.08.	14.06.-26.09.	26.06.-22.09.	12.06. - 30.08
Mähtage	22	40	34	54	50	90
Mähgut [t]	338	680	513	402	200	762
Gesamtkosten netto [€]	101144	152667	104517	111862	131287	202307



Bild 5.24a: Baldeneysee im Bereich des SKS Segelclub im Juni 2018 mit Beständen von Elodea, die die Wasseroberfläche erreichen  
 Fig. 5.24a: The section of the SKS Sailing Club of Lake Baldeney in June 2018 with Elodea reaching the water surface

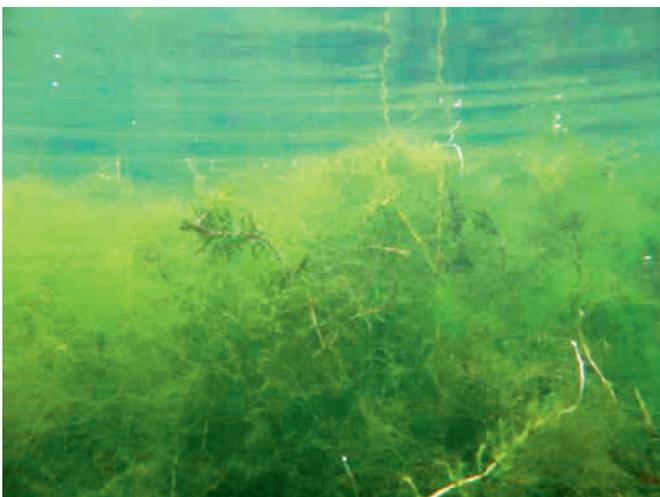


Bild 5.24b: Unterwasseransicht im Baldeneysee im Bereich des SKS Segelclub im Juni 2018. Die Pflanzen von Elodea nuttallii sind dicht mit fädigen Grünalgen überwachsen  
 Fig. 5.24b: Underwater view of the section of the SKS Sailing Club of Lake Baldeney in June 2018. The Elodea nuttallii plants are densely covered with filamentous green algae

(*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*). Im Bereich der Liegeplätze der Seglerkameradschaft Scheppen e.V. (SKS) am Hardenbergufer dominierte im Juni 2018, also vor dem Beginn der Mahd, *Elodea nuttallii* ohne nennenswerte Beimischung anderer Arten und reichte dort zu diesem Zeitpunkt schon bis an die Wasseroberfläche. Oberflächennah waren die *Elodea*-Pflanzen dicht von fädigen Grünalgen überwuchert (Bild 5.24 a und b).

Das Jahr 2018 zeigte wieder, dass die Mahd als einzige derzeit wirksame und zulässige Maßnahme zwar eine weitgehende Sicherstellung der Wassersport- und Freizeitnutzungen ermöglicht. Sie ist in ihrer Wirksamkeit jedoch kostenintensiv und in keiner Weise nachhaltig. Daher hat der Ruhrverband mit Unterstützung des Landes ein dreijähriges Forschungsvorhaben begonnen, in dem innovative und nachhaltiger wirksame Methoden getestet werden sollen, welche die ökologische Qualität des Baldeneysees nicht gefährden, sondern möglichst sogar fördern und dabei gleichzeitig die bestehenden Nutzungen weiterhin erlauben. Zu den Inhalten des Projekts Elodea II – „Erprobung und Bewertung innovativer Methoden zur Eingrenzung des massenhaften Wachstums von *Elodea nuttallii* in den Ruhrstauseen“ - zählen die Ersatzbepflanzung mit Armleuchteralgen, der Einsatz eines Rollenpflückers sowie eine modellgestützte hydraulische Simulation von Strömungskernen. Die Erprobung der geplanten Maßnahmen ist für das Jahr 2019 vorgesehen.

Erste Voruntersuchungen wurden bereits im Herbst 2018 durchgeführt, deren Ziel es war zu testen, welche heimische Armleuchteralgenarten im Baldeneysee angesiedelt werden können. Armleuchteralgen sind niederwüchsige Pflanzen mit einer maximalen Wuchshöhe von ca. 40 bis 50 cm. Arten aus dieser Pflanzengruppe, die anders als *Elodea nuttallii* wintergrün sind, sind potenziell geeignet, als Raumkonkurrenten diese in ihrer Ausdehnung in den Ruhrstauseen zurückzudrängen. Armleuchteralgen erfüllen ökologisch alle positiven Eigenschaften von Makrophyten für die Fischfauna und das Makrozoobenthos. Zudem wird das Vorkommen heimischer, standorttypischer Armleuchteralgen bei der ökologischen Be-



Bild 5.25: Beseitigung der Makrophyten in den Testfeldern des Baldeneysees durch eine Sporttauchgruppe  
 Fig. 5.25: Scuba divers eliminating macrophytes in the test sections of Lake Baldeney

wertung von Gewässern positiv eingestuft. Die erfolgreiche Ansiedlung von Armleuchteralgen kann die sonstigen Nutzungen dauerhaft ermöglichen und gleichzeitig die ökologische Qualität des Gewässers aufwerten. Vergleichbare Ansiedlungsmaßnahmen wurden bereits erfolgreich im Phoenix-See in Dortmund umgesetzt [5.19]. Der Unterschied zum Baldeneysee liegt jedoch darin, dass der Phoenix-See deutlich kleiner und zudem künstlich geschaffen ist und nicht von einem Fluss, wie die Ruhr, durchflossen wird. Daher weist er auch völlig andere aquatische Lebensräume auf, so dass im Baldeneysee getestet werden muss, ob auch hier vergleichbare Erfolge wie in Dortmund erzielt werden können. Zum ist, anders als im Phoenix-See, der zum Zeitpunkt der Ansiedlung von Armleuchteralgen noch makrophytenfrei war, eine Ansiedlung von Armleuchteralgen im Baldeneysee erst möglich, wenn die Ansiedlungsflächen nicht bereits mit *Elodea nuttallii* oder anderen hochwüchsigen Arten bewachsen sind. Daher hat eine Essener Sporttauchergruppe im September 2018 versuchsweise zwei kleine Testfelder durch Ausrupfen von ihrem Bewuchs befreit (Bild 25). Anschließend wurden in diesen Testfeldern zwei verschiedene Armleuchteralgen-Arten, (*Chara hispida* und *Nitellopsis obtusa*) angepflanzt (Bild 26 a und b). Im Folgejahr 2019 soll überprüft werden, ob diese Ansiedlung kleinräumig erfolgreich war und die Pflanzen im Baldeneysee den Winter überdauert haben.

### 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 und 2018 weiter fort. Es konnten auf Basis der Luftbilder keine mit Makrophyten verkrauteten Bereiche mehr detektiert werden. Da eine erneute Zunahme der Makrophytenbestände im Kettwiger See in zukünftigen Jahren jedoch nicht auszuschließen ist (Auswirkung der Invasion der Asiatischen Körbchenmuschel *Corbicula* [5.20]), wird die Entwicklung der Makrophytenbestände in dem untersten der fünf Ruhrstauseen weiterhin kritisch beobachtet.

[5.19] van de Weyer, K., Sümer, G., Hueppe H. & Petruck, A. (2014): Das Konzept PHOENIX See: Nachhaltiges Management von Makrophyten-Massenentwicklungen durch eine Kombination nährstoffarmer Standortbedingungen und Bepflanzung mit Armleuchteralgen. - Korrespondenz Wasserwirtschaft 2014 (7): 23 – 27.

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

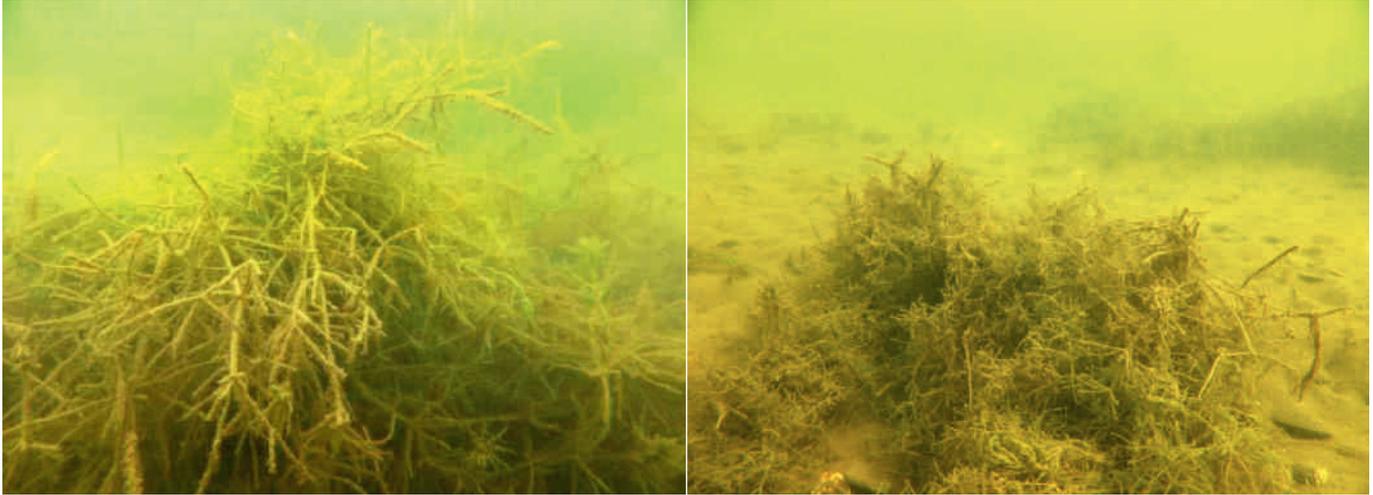


Bild 26 a und b: Die Armleuchteralgen *Nitellopsis obtusa* (links) und *Chara hispida* (rechts) drei Tage nach der Einpflanzung im Baldeneysee (Fotos: van de Weyer, lanaplan)  
 Fig. 26 a and b: *Nitellopsis obtusa* (left) and *Chara hispida* (right) stonewort three days after being planted in Lake Baldeney (photos: van de Weyer, lanaplan)

## Zusammenfassung

Das Jahr 2018 zeichnete sich durch leicht erhöhte Algenkonzentrationen in der unteren Ruhr im Vergleich zu den vier Vorjahren aus. Dennoch blieb die Entwicklung des algivoren (algenfressenden) Zooplanktons weiterhin gering. Insgesamt stellt sich die untere Ruhr mit ihren Stauseen seit nunmehr fünf Jahren als ein phyto- und zooplanktonarmes Gewässer dar. Auch die ungewöhnlich niederschlagsarme und warme Vegetationsperiode im Jahr 2018 änderte dies nicht. Nur das erstmalige Auftreten zweier wärmeliebender und salztoleranter Arten des Phyto- und des Zooplanktons ist Folge der besonderen klimatischen Bedingungen im Jahr 2018.

Als Ursachen für die geringe Dichte von Phyto- und Zooplankton werden seit Jahren 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.

Wie in den letzten acht Jahren wurden die oberen Ruhrstauseen Harkortsee und Kemnader See auch im Jahr 2018 in ihrer Trophie wieder durch Makrophyten dominiert, welche die Wassersportnutzung beeinträchtigten und bei der Entsorgung hohe Kosten verursachten. Ursache waren trotz des kalten Winters 2017/2018 die ansonsten günstigen Bedingungen für ein Makrophytenwachstum, vor allem das erneute Fehlen eines Frühjahrshochwassers. Eine Ausnahme bildete der Hengsteysee, der in diesem Jahr erstmals weitgehend frei von ausgedehnten Makrophytenbeständen blieb, ohne dass eine Ursache hierfür erkennbar war.

Im Baldeneysee konnte durch intensive Mahd verhindert werden, dass Makrophyten großflächig die Wasseroberfläche erreichten und die Wassersportnutzung behinderten. Die tatsächliche Bestandsfläche konnte daher durch Luftbilddauswertung nicht erfasst werden. Nur die ungewöhnlich große Menge entnommenen Mähgutes ist ein Indiz für das Ausmaß des Makrophytenbewuchs im Berichtsjahr.

Im Rahmen des Forschungsprojektes Elodea II wurden im Baldeneysee auf Testfeldern Armleuchteralgen als Raumkonkurrenten gegenüber *Elodea nuttallii* angepflanzt.

## 6 Talsperrenuntersuchungen mit besonderem Blick auf die Biggetalsperre

### Allgemeines

Der Ruhrverband besitzt und bewirtschaftet im Sauerland die Henne-, Möhne-, Sorpe-, Verse-, Fürwigge-, Ennepe-, Bigge- und Listertalsperre. Mit einem Gesamtstauinhalt von 463 Mio. m<sup>3</sup> dienen diese immer mehr der Niedrigwasseraufhöhung, um eine Trinkwassergewinnung durch Grundwasseranreicherung an der Ruhr auch in abflussarmen Zeiten zu gewährleisten. Durch das durch den Klimawandel bedingte Auftreten langer Trockenperioden hat der Wasserzuschuss aus den Talsperren zur Abflusssteuerung der Ruhr in den letzten Jahren deutlich an Bedeutung gewonnen. Dies war im Jahr 2018 in besonderem Maße der Fall (s. Kapitel 1). 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.

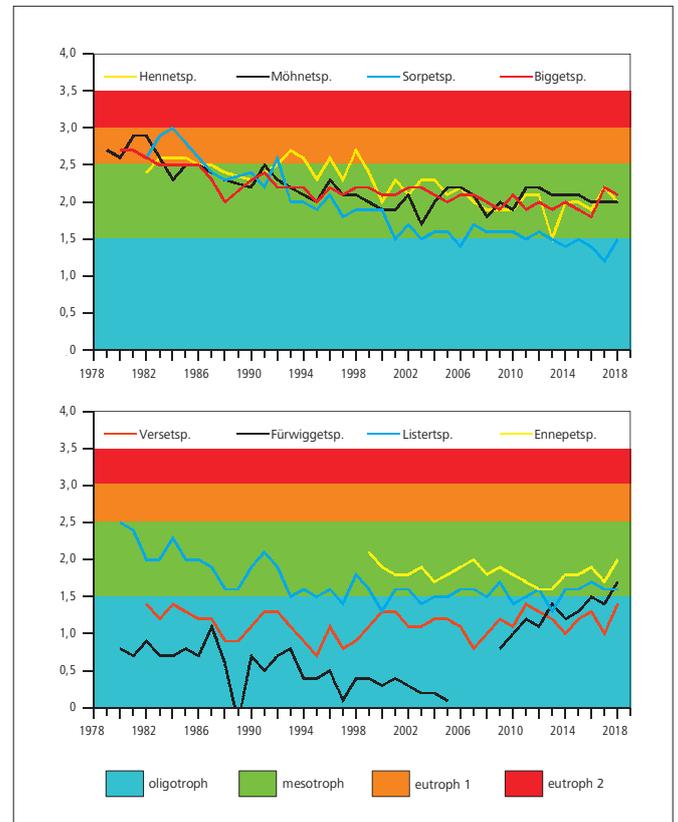


Bild 6.1: Entwicklung der Trophie in den letzten 40 Jahren in den Ruhrverbandstalsperren entsprechend der überarbeiteten Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren (LAWA 2013)  
 Fig. 6.1: Development of the trophic status in the Ruhrverband's reservoirs during the last 40 years according to the revised directive for the trophic classification of reservoirs (LAWA 2013)

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 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].

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 40-jährige Entwicklung der Trophie der Ruhrverbandstalsperren dargestellt.

Die Möhne-, Sorpe- und Biggetalsperre, die sich bis in die 1980er Jahre hinein zeitweise noch als eutrophe Gewässer darstellten, befinden sich seit nunmehr 30 Jahren stabil in einem mesotrophen Zustand. An der Hennetalsperre hat sich dieser Prozess aufgrund massiver Entwicklungen des Cyanobakteriums („Blaualge“) *Planktothrix (Oscillatoria) rubescens* bis Ende der 1990er Jahre verzögert, so dass hier der mesotrophe Zustand seit gut 20 Jahren gegeben ist. Heute spielt diese als mesotrophe Zeigerart eingestufte „Blaualge“ in der Hennetalsperre wie in anderen Talsperren des Ruhrverbands, in denen sie seit mehreren Jahren ebenfalls regelmäßig vorkommt, eine untergeordnete Rolle. Lediglich in der Biggetalsperre wird temporär ein vermehrtes Vorkommen bis hin zum Aufrahmen

dieser Cyanobakterien an der Wasseroberfläche beobachtet. Diese Blaualgenpopulationen zeigten trotz gleicher frühjähriger Phosphorgehalte eine hohe Primärproduktion in der Vegetationsperiode. Die epi-/metalimnische Mineralisierung führte im Jahresverlauf zu kurzgeschlossenen Nährstoffkreisläufen und zu einer Zunahme der Phosphorgehalte in der produktiven Zone der Talsperre, wodurch in der Biggetalsperre die Trophie in den letzten beiden Jahren spürbar anstieg. Die starken Massenentwicklungen, wie sie in den 1990er Jahren in der Hennetalsperre vorhanden waren, traten hier allerdings nicht auf.

Die größte Entwicklung hinsichtlich der Reoligotrophierung erfuhr die Sorpetalsperre. Diese hat schon aufgrund ihrer Beckenmorphologie –ein fast 60 m tiefes U-Tal- gute Voraussetzungen für eine wasserwirtschaftliche Bewirtschaftung. Im Nachgang zur Reduzierung der Phosphoreinträge durch abwassertechnische Maßnahmen hat sich der Trophiegrad tendenziell verbessert. In den Vorjahren war die Sorpetalsperre erfreulicherweise als oligotroph zu bewerten. Im Jahr 2018 wurde in dieser Talsperre durch die ausgedehnte Schönwetterperiode ein Anstieg der sommerlichen Chlorophyll-a- und Phosphorgehalte gemessen, was zu einer merklichen Erhöhung der Trophie führte. Die Bewertung als ein oligotrophes Gewässer blieb jedoch erhalten. Auch die als ein Vorbecken der Biggetalsperre betriebene Listertalsperre, die seit dem Jahr 2000 meist schon ein oligotrophes Gewässer darstellte, bewegt sich seit vier Jahren in dem unteren mesotrophen Bereich. Die Nährstoffsituation in der Listertalsperre blieb dabei in diesem Zeitraum unverändert.

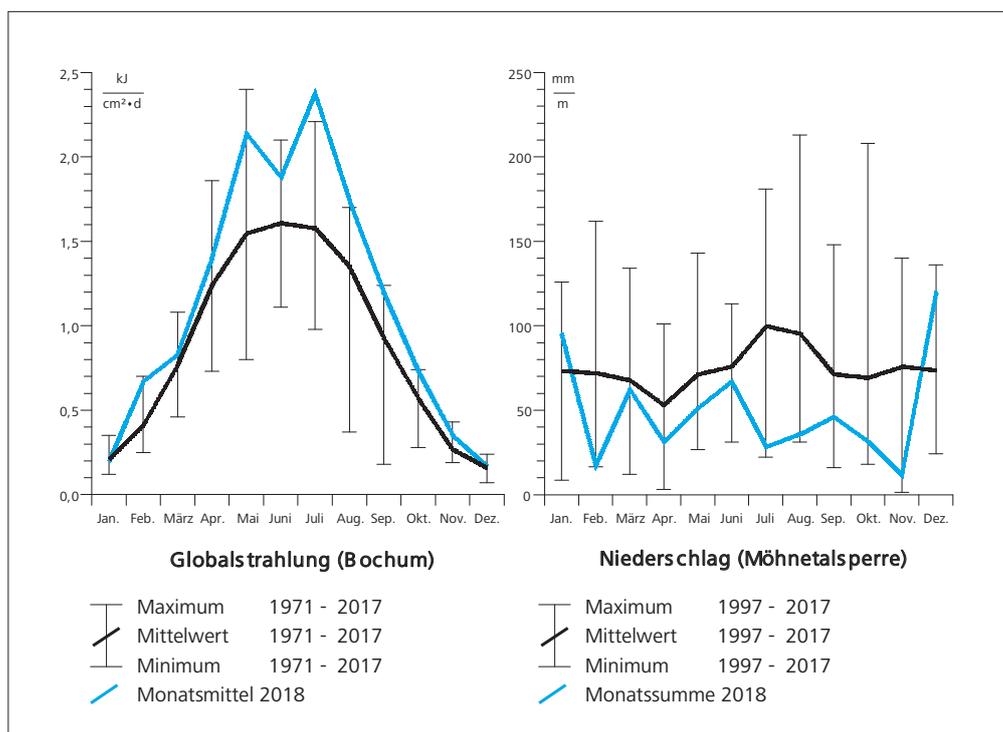


Bild 6.2: Entwicklung von Globalstrahlung (Bochum) und Niederschlag (Möhnetalsperre) im langjährigen Vergleich  
 Fig. 6.2: Long-term comparison of the development of global radiation (Bochum) and precipitation (Möhne Reservoir)

Auf einem etwas höheren Niveau als bei der Listertalsperre stellt sich der Verlauf der Trophie in den letzten 20 Jahren der 1997 vom Ruhrverband übernommenen Ennepetalsperre dar. Hier war bis zum Jahr 2013 eine Tendenz zu einem eher oligotrophen Zustand festzustellen, der sich in den letzten fünf Jahren allerdings nicht weiter fortsetzte. Vielmehr erfolgte in diesem Zeitraum ein Anstieg der Trophie bis in den mittleren mesotrophen Bereich. Der sommerliche Index für den epilimnischen Phosphor-Gehalt erreichte im Jahr 2018 u. a. durch die lange Stagnationsphase und die in Algen inkorporierten Phosphorverbindungen einen vergleichsweise hohen Wert. Dieses war in allen Ruhrverbandstalsperren festzustellen, in etwas größerem Maße in den trophiearmen Gewässern. Während in der Versetalsperre nach wie vor sicher oligotrophe Verhältnisse herrschen, hat sich in der Fürwiggetalsperre der Anstieg der Trophie nach dem Wiedereinstau 2007 weiter fortgesetzt, so dass hier im Jahr 2018 knapp eine mesotrophe Einstufung erfolgt.

Die Analyse der trophischen Verhältnisse zeigt, dass die Ausgangsnährstoffsituation zu Beginn der Vegetationsperiode ebenso wie der Phosphor- und Stickstoffeintrag über die Zuflüsse im Jahr 2018 unauffällig waren und nicht ursächlich für den Anstieg der Primärproduktion und damit einhergehend der Trophie in einigen Ruhrverbandstalsperren sein konnten. Die Gründe sind hier vorrangig in den außergewöhnlichen Witterungsbedingungen zu sehen, wobei die Faktoren Strahlung, Temperatur und ausbleibender Niederschlag sowohl die Fließgewässer als auch die Talsperren, hier insbesondere die thermische Schichtung, stark beeinflussten. Das Bild 6.2 zeigt eindrucksvoll am Beispiel der Möhnetalsperre stellvertretend für die übrigen Talsperren des Sauerlands die besonderen abiotischen Bedingungen im Jahr 2018 im Vergleich zu den langjährigen „normalen“ Verhältnissen bzgl. der Strahlung (Wetterstation Bochum) und des Niederschlags (Möhnetalsperre).

Im Februar waren außergewöhnlich hohe Strahlungsintensitäten und niedrige Niederschlagsmengen vorhanden. Durch den nassen März blieb der Stauinhalt der Möhnetalsperre auf einem hohen Niveau, so dass die im April beginnende Vegetationsperiode mit hydrologisch günstigen Voraussetzungen gestartet ist. Der Mai und die folgenden Monate zeichneten sich ununterbrochen durch eine überdurchschnittliche Strahlung aus, die bis zum November häufig im Bereich der langjährigen Monatsmaxima lag. Insgesamt lag zwischen Mai und November 2018 die Strahlungsdichte 30 % höher als im Durchschnitt dieses Zeitraums in den 47 Jahren. Damit einher gingen ungewöhnlich niedrige Niederschlagsmengen, die nur 50 % der Niederschläge betragen, die in den letzten 21 Jahren im Zeitraum Mai bis November an der Möhnetalsperre üblich waren.

Die genannten Verhältnisse führten dazu, dass ab April der Stauinhalt in der Möhnetalsperre im Jahresverlauf stetig abnahm – von knapp 132 Mio. m<sup>3</sup> Anfang April 2018 um 67 % auf 44 Mio. m<sup>3</sup> Anfang Dezember 2018. Die Wassertiefe an der Hauptprobenahmestelle reduzierte sich in dieser Zeit von 33 m auf 20 m und die Wasserfläche von 10 km<sup>2</sup> um 40 %



Bild 6.3: Trockengefallene Stauwurzel im Hauptbecken der Möhnetalsperre unterhalb der Körbecker Brücke am 4. Dezember 2018  
 Fig. 6.3: Dried-up head of reservoir in the main basin of the Möhne Reservoir downstream of the Körbecke bridge on December 4, 2018

auf 6,2 km<sup>2</sup>. Bild 6.3 vermittelt einen Eindruck, welche Auswirkungen die Trockenheit auf die Stauwurzel der Möhnetalsperre hatte. Die hohe und vor allem lang anhaltende Strahlungsdichte begünstigte an allen Talsperren höhere aber vor allem längere Algenentwicklungen als in den Vorjahren. Die Folge war an der Möhnetalsperre zwar kein Anstieg der Trophie, aber durch die längere Vegetationsperiode ein Anstieg der Gesamtbiomasse an planktischen Algen. Letzteres betraf alle Ruhrverbandstalsperren und führte auch in einigen zu einem Anstieg der Trophie.

Zusammen mit dem geringeren Stauvolumen waren durch diese besonderen Gegebenheiten auch Belastungen der limnischen Verhältnisse in den Talsperren zu beobachten. Die gebildete Biomasse, vor allem das planktische Phyto- und Zooplankton, wird hauptsächlich im Hypolimnion abgebaut. Nun steht durch den geringen Stauinhalt aufgrund der meist rinnenförmigen Talsperrenform dem produktiven Epilimnion ein verhältnismäßig kleines Hypolimnion gegenüber. Die sauerstoffzehrenden Prozesse führen schneller als üblich zu einer Abnahme der Sauerstoffkonzentrationen. Sind zudem leicht

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



Bild 6.4: Möhnetalsperre  
am 4. Dezember 2018  
Fig. 6.4: The Möhne Reservoir on  
December 4, 2018

abbaubare Algen vorhanden, betrifft dies auch den Grenzbe-  
reich zwischen Epi- und Metalimnion, so dass sich im „worst  
case“ dort eine sauerstoffarme oder -freie Schicht ausbilden  
kann. Diese sorgt dafür, dass im Hypolimnion schwimmende  
Fische nicht ins sauerstoffreiche Epilimnion aufsteigen können.

Im Jahr 2018 entwickelte sich wie im letzten Jahr dieses meta-  
limnische Sauerstoffdefizit erwartungsgemäß in der Bigge-,  
Möhne- und Hennetalsperre aber auch erstmalig in der Enne-  
petalsperre. Eine künstliche Anreicherung des Tiefenwassers  
mit Sauerstoff zur Abwendung fischbestandsgefährdender  
Verhältnisse wurde an der Möhne- und auch an der Ennepetalsperre erforderlich. Bei letzterer Talsperre stand das instal-  
lierte Belüftungsaggregat, das mit einem prophylaktischen  
Lufteintrag im Sommer und Herbst Mangan- und Eisenrücklö-  
sung aus dem Sediment minimiert, 2018 wegen einer Revision  
nicht zur Verfügung. Festzuhalten bleibt, dass in allen Talsper-  
ren des Ruhrverbands weder ein Fischsterben noch eine  
nennenswerte Beeinträchtigung der ökologischen Verhältnisse  
zu verzeichnen waren (Bild 6.4). Die besonderen klimatischen  
Bedingungen im Jahr 2018 haben das Ökosystem Talsperre  
durchaus belastet. Dass dieses sich auch gegen Ende des Jah-  
res noch als funktionsfähig erwies, ist vor allem auf eine sehr  
gute Talsperrenbewirtschaftung mit der Berücksichtigung was-  
sermengenwirtschaftlicher, ökologischer und fischereilicher  
Aspekte zurückzuführen. Dieses Zusammenspiel der einzelnen  
Aspekte ist notwendig, um auch langfristig mit den zuneh-  
menden klimatischen Veränderungen intakte und attraktive  
Gewässer zu erhalten.

### Biggetalsperre

Die Biggetalsperre ist mit 171,7 Mio. m<sup>3</sup> Stauraum die größte  
und wasserwirtschaftlich bedeutendste Talsperre im Ruhrein-  
zugsgebiet. Sie wurde 1965 in Betrieb genommen und stellt  
37 % des Gesamtstauraums der Ruhrverbandstalsperren.  
Neben der Sicherung einer Mindestwasserführung in der  
unteren Ruhr sind der Hochwasserschutz und die Energieer-  
zeugung weitere Aufgaben der Biggetalsperre. Die als Vorbe-  
cken betriebene Listertalsperre dient darüber hinaus der  
Trinkwasserversorgung von Attendorn und Olpe. Neben der  
Listertalsperre, deren Einzugsgebiet ca. ein Viertel des Gesamt-  
einzugsgebiets ausmacht, sind an der Biggetalsperre noch vier  
weitere Vorbecken vorhanden. Die Biggetalsperre bietet mit  
ihrer großen Wasserfläche, den zahlreichen Buchten und der  
beträchtlichen Uferlänge Erholungssuchenden viele Freizeit-  
möglichkeiten. Dazu gehören vor allem Baden, Segeln, Surfen,  
Paddeln, Angeln und Ausflüge auf Fahrgastschiffen. Private  
Motorboote mit Verbrennungsmotoren sind auf der Talsperre  
einschließlich der Vorbecken nicht zugelassen. Das Einzugsge-  
biet der Biggetalsperre (einschließlich Listertalsperre) ist zur  
Hälfte bewaldet. Über 40 % werden landwirtschaftlich, vor  
allem als Wiesen und Weiden, genutzt. Die bebaute Fläche  
beträgt rund 8 %.

In der letzten Dekade wurde der mittlere Jahresgesamtzulauf  
zur Bigge-/Listertalsperre von 260 Mio. m<sup>3</sup> des Zeitraums 1981  
bis 2008 in keinem Jahr erreicht (Bild 6.5). Mit durchschnittlich  
206 Mio. m<sup>3</sup> und einem Maximum von 251 Mio. m<sup>3</sup> flossen

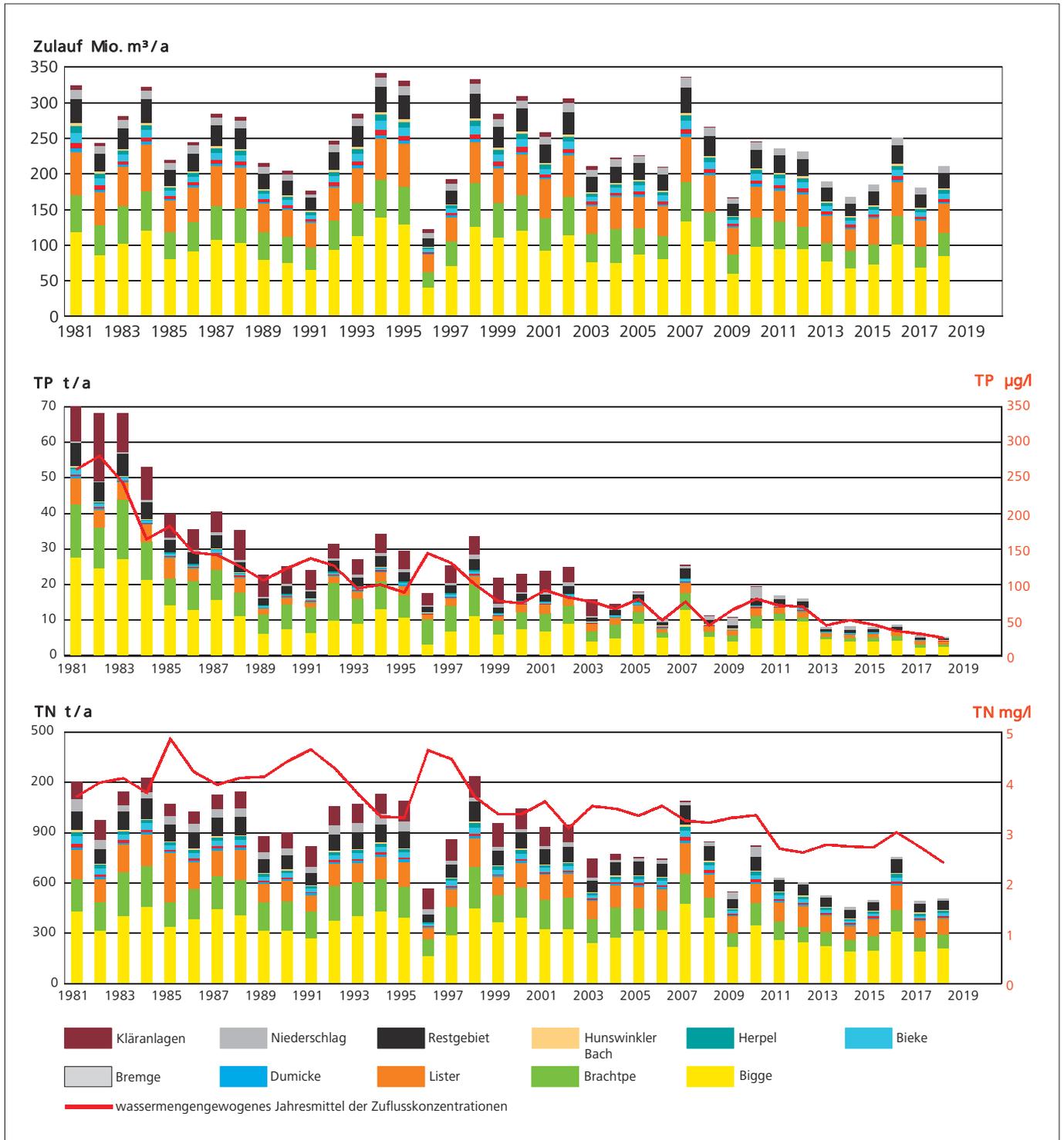


Bild 6.5: Zulauffrachten und wassermengengewichtete Jahresmittel aller untersuchten Zuflusskonzentrationen an der Biggetalsperre in den letzten 40 Jahren

Fig. 6.5: Input loads and flowweighted annual means of analysed inflow concentrations at the Bigge Reservoir during the last 40 years



Bild 6.6: Luftaufnahme der Biggetalsperre  
Fig. 6.6: Aerial photograph of the Bigge Reservoir

der Biggetalsperre (Bild 6.6) in den letzten zehn Jahren nur 80 % der durchschnittlichen Jahreswassermenge der davor liegenden Jahre zu. Die durchschnittlichen Phosphorkonzentrationen in den Zuläufen haben im Laufe der letzten 38 Jahre stetig abgenommen und mit 25 µg/l TP im Jahr 2018 den niedrigsten Wert seit der Inbetriebnahme dieser Talsperre erreicht. Damit einher ging eine Abnahme der eingetragenen Phosphorfracht auf nunmehr 5,28 t/a. Anfang der 1980er Jahre betrug diese noch 50 bis 85 t/a, also etwa das 10- bis 15-Fache des heutigen Eintrags. Wenn auch nicht in dem gleichen Maße aber trotzdem bemerkenswert ist die Abnahme der Stickstoffeinträge in das Talsperrensystem. Hier nahmen im gleichen Zeitraum die mittleren Gesamtstickstoff-Konzentrationen von etwa 4,5 mg/l auf Werte um 2,7 mg/l ab. Dies entspricht einem Rückgang von 40 %. Der jährliche Frachteintrag betrug bis Ende der 1980er Jahre regelmäßig mehr als 1.000 t/a und ist inzwischen auf etwa die Hälfte gesunken. Besonders niedrig waren die Werte, wenn die sommerlichen Starkregenfälle ausblieben und niederschlagsbedingte Einträge von den gedüngten landwirtschaftlich genutzten Flächen kaum stattfanden. Dies bestätigte sich auch 2018.

Das Bild 6.7 zeigt die Verteilung der Phosphor- und Chlorophyll-a-Konzentrationen im Talsperrensystem der Biggetalsperre einschließlich der Zuläufe (nur TP). Es fällt auf, dass schon in den Vorbecken Bremge, Dumicke, Olpe und Kessenhammer trotz geringer Phosphoreinträge eine ausgeprägte Produktion planktischer Algen auftrat. Diese führte zu vergleichsweise hohen mittleren Chlorophyll-a-Konzentrationen zwischen 10 und 24 µg/l. In der als Vorbecken betriebenen Listertalsperre lag diese mit 7 µg/l auf einem geringeren Niveau. Die Zunahme betrug wie bei den anderen Vorbecken auch hier etwa ein Drittel im Vergleich zu den Vorjahren. In den Vorbecken herrschten zwischen Mai und September durchgängig Wassertemperaturen zwischen 18 und 20 °C. Zusammen mit der ho-

hen Strahlung und dem geringen Wasseraustausch bzw. der längeren Aufenthaltszeit in den Sommermonaten konnten so die vergleichsweise geringen Phosphorressourcen für ausgeprägte Algenentwicklungen optimal genutzt werden.

Natürlich bewirkten diese günstigen abiotischen Verhältnisse auch im Hauptbecken der Biggetalsperre eine Zunahme der Primärproduktion. Wie im ebenfalls abflussarmen Vorjahr war an der Hauptprobenahmestelle vor Damm mit durchschnittlich 6,5 µg/l zwar ein geringerer Chlorophyll-a-Gehalt vorhanden, der allerdings auch bis zum Ende der Vegetationsperiode im November Bestand hatte. Das zeigt, dass nicht nur die Nährstoffressourcen die Primärproduktion in einem stehenden Gewässer steuern bzw. limitieren, sondern auch die abiotischen Faktoren Licht, Temperatur und Zeit bei optimalen Bedingungen wie in den letzten beiden Jahren ein Algenwachstum fördern können. Wie an allen Talsperren haben diese Prozesse auf das Unterwasser kaum einen Einfluss, da in dieses das Talsperrenwasser über das Kraftwerk oder den Grundablass gelangt. Das aus dem Hypolimnion stammende Wasser ist aufgrund des fehlenden Lichts deutlich algen- und damit auch nährstoffärmer, so dass sich an der Auslaufkonzentration des Gesamtphosphors kaum etwas geändert hat. Hier spielen eher die niedrigen Sauerstoffgehalte durch die Zunahme von abzubauender Biomasse eine Rolle. Diese Beeinträchtigung ist

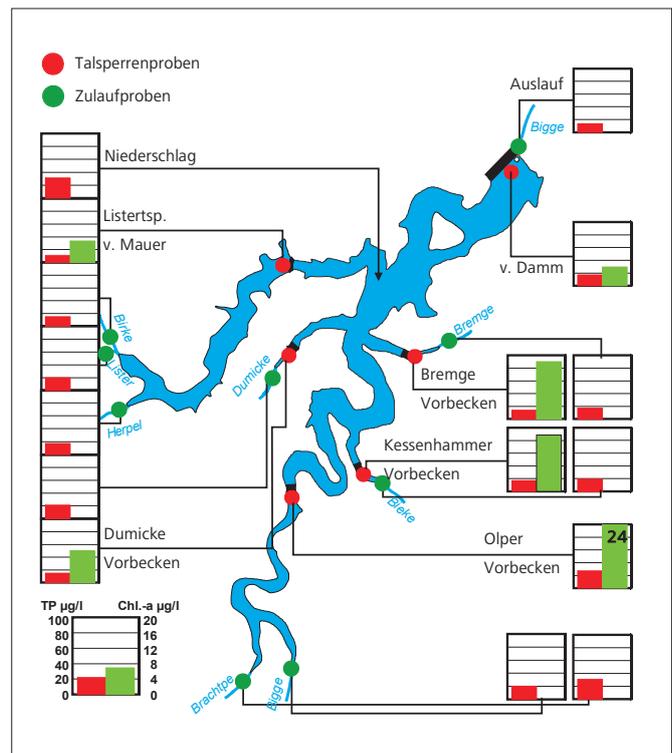


Bild 6.7: Probenahmestellen an der Biggetalsperre mit Phosphor- und Chlorophyll-a-Konzentrationen im Talsperrensystem 2018  
Fig. 6.7: Sampling points at the Bigge Reservoir together with phosphorus and chlorophyll a concentrations in the reservoir system in 2018

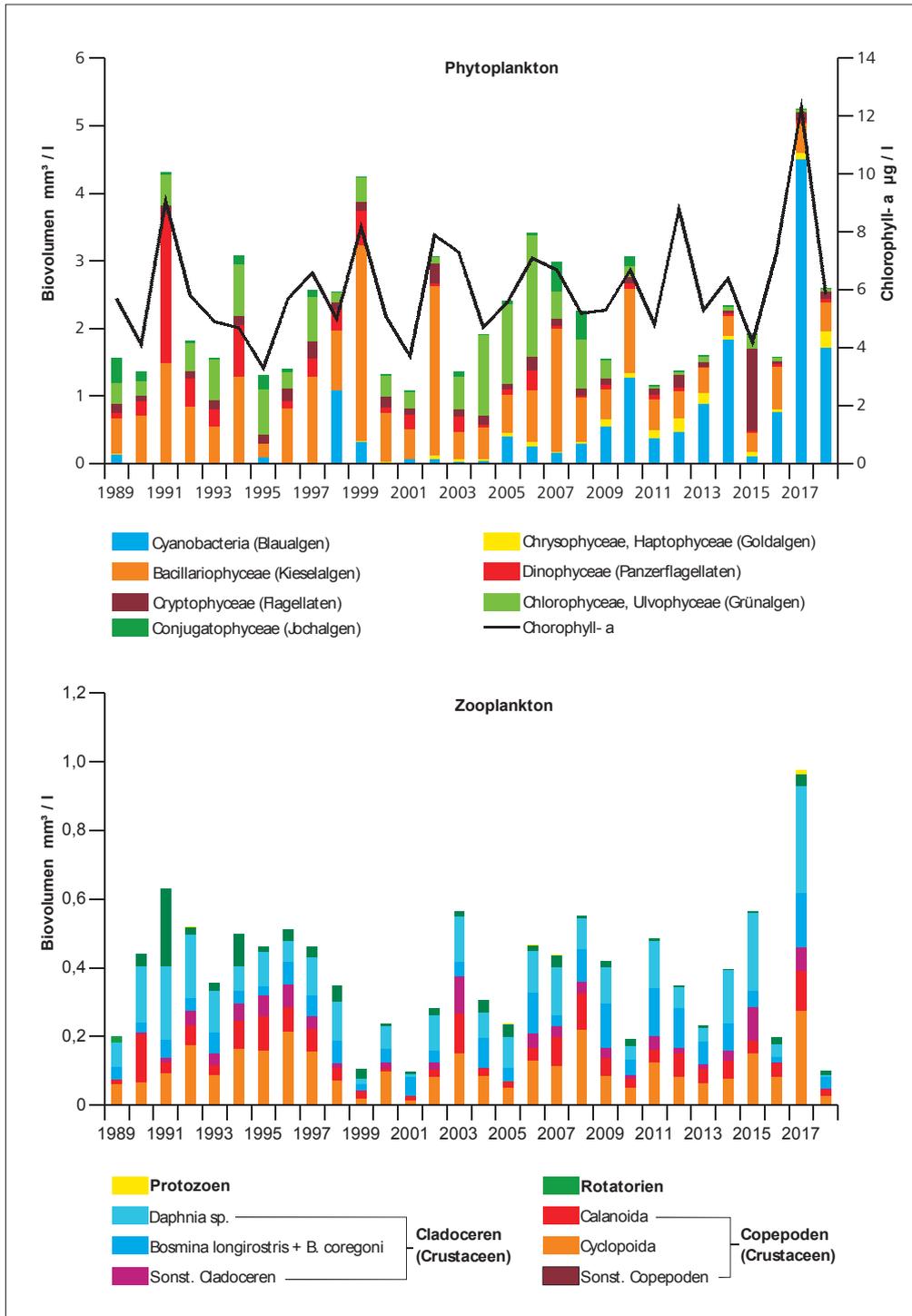


Bild 6.8: Phyto- und Zooplankton an der Probenahmestelle „Biggetalsperre vor Damm“ in den letzten 30 Jahren (Jahresmittel)

Fig. 6.8: Phytoplankton and zooplankton at the sampling point "Bigge Reservoir before the dam" during the last 30 years (annual means)

allerdings schon nach einer kurzen Fließstrecke durch den Zufluss der Ihne und den Sauerstoffeintrag im Tosbecken am Tal-sperrenauslauf nicht mehr vorhanden.

Das unterschiedliche Niveau der Primärproduktion (Bild 6.8) fällt auf, wenn man das aktuelle Jahr mit dem Jahr 2015 ver-gleicht, als aufgrund der Dammsanierung ein ähnlich niedriger

Füllstand in der Biggetalsperre wie 2018 vorhanden war (Bild 6.9). Auch wenn der Sommer 2015, wie in den letzten Jahren immer häufiger, durchaus lange warme und sonnige Perioden aufwies, wurden diese im Jahresverlauf mehrfach unterbro-chen. Im Jahr 2018 waren die Trockenwetterperioden deutlich stabiler und hielten bis in den späten Herbst an. Dadurch löste sich die thermische Schichtung auch erst Ende November auf,

also knapp zwei Monate später als im Jahr 2015. Diese Verhältnisse wirkten sich auch auf die Zusammensetzung des Phytoplanktons aus.

Insgesamt wird das Phytoplankton seit 2005 zunehmend von Cyanobakterien („Blaualgen“) dominiert, hier vor allem durch die Art *Planktothrix rubescens*. Diese an schwache Lichtverhältnisse angepasste Species ist typisch für stabil geschichtete, tiefe Seen mit mesotrophen Verhältnissen, in denen sie sich im Grenzbereich zwischen Epi- und Metalimnion einschichtet. Auch im Jahr 2018 war diese Alge stark vertreten und dominierte im Jahresdurchschnitt mit einem Biovolumen-Anteil von 65 % das Phytoplankton der Biggetalsperre. Im Jahr 2015, einmalig in den letzten 15 Jahren, war im August eine Massenentwicklung von *Cryptomonas marssonii*, einem begeißelten Flagellat, zu beobachten, der im Jahresmittel einen Biovolumenanteil von über 60 % erreichte. Da vom Winter 2014/2015 bis zum Sommer 2016 kaum Blaualgen vorhanden waren, nahm *Cryptomonas marssonii*, ebenfalls ein Schwachlichtspezialist mit der Fähigkeit zur Vertikalwanderung, den Platz von *Planktothrix rubescens* ein. Auf die Trophie wirkte sich das im Jahr 2015 positiv aus, da diese Art bezogen auf das Biovolumen einen viel geringeren Chlorophyll-a-Gehalt und damit auch weniger inkorporierten Phosphor als *Planktothrix rubescens* aufweist.

Neben den Blaualgen waren im Jahr 2018 im Spektrum der Phytoplanktonpopulation vor allem Arten anzutreffen, die auf nährstoffarme Verhältnisse im Gewässer hinweisen. Dazu ge-

hört die Gruppe der Goldalgen (Chrysophyceen), die neben anorganischen Phosphorverbindungen auch organische Verbindungen, wie z. B. Exuate von Bakterien, aufnehmen können und so in nährstoffarmen Gewässern Konkurrenzvorteile haben. Auch die vor allem an der Frühjahrsentwicklung beteiligten Kieselalgen (Bacillariophyceen) und die im Sommerplankton verstärkt vorkommenden Panzerflagellaten (Dinophyceen) zeigen gute trophische Verhältnisse an. Grünalgen (Chlorophyceen), die hauptsächlich bei nährstoffreicheren Bedingungen im Sommer anzutreffen sind, kommen seit etwa zehn Jahren nur noch vereinzelt in der Biggetalsperre vor.

Das mittlere Biovolumen des Zooplanktons spiegelt im Jahr 2018 nicht annähernd die Höhe der Primärproduktion von planktischen Algen wider, sondern erreichte mit knapp 0,1 mm<sup>3</sup>/l den geringsten Wert der letzten 30 Jahre. Bei der jahreszeitlichen Entwicklung des Zooplanktons und damit auch des produzierten Biovolumens spielen das Vorhandensein einer entsprechenden Nahrungsgrundlage, das Temperaturregime, der Fraßdruck durch planktivore Fische und nicht zuletzt auch der Zeitpunkt der Probenahme eine Rolle.

Das Jahr 2018 zeichnete sich durch eine sehr späte Temperaturzunahme im Wasserkörper aus. Mitte April war an der Wasseroberfläche lediglich eine Wassertemperatur von 5,8 °C vorhanden, die dann innerhalb eines Monats um 10 °C anstieg. Zu diesem Zeitpunkt wäre eine Entwicklung von Daphnien bei einer entsprechenden Algenzusammensetzung möglich gewesen. Allerdings war in der ersten Jahreshälfte 2018 das Plank-



Bild 6.9: Hochwasserentlastung der Biggetalsperre in 15 Metern Höhe über dem Wasserspiegel

Fig. 6.9: Spillway of the Bigge Reservoir 15 metres above water level

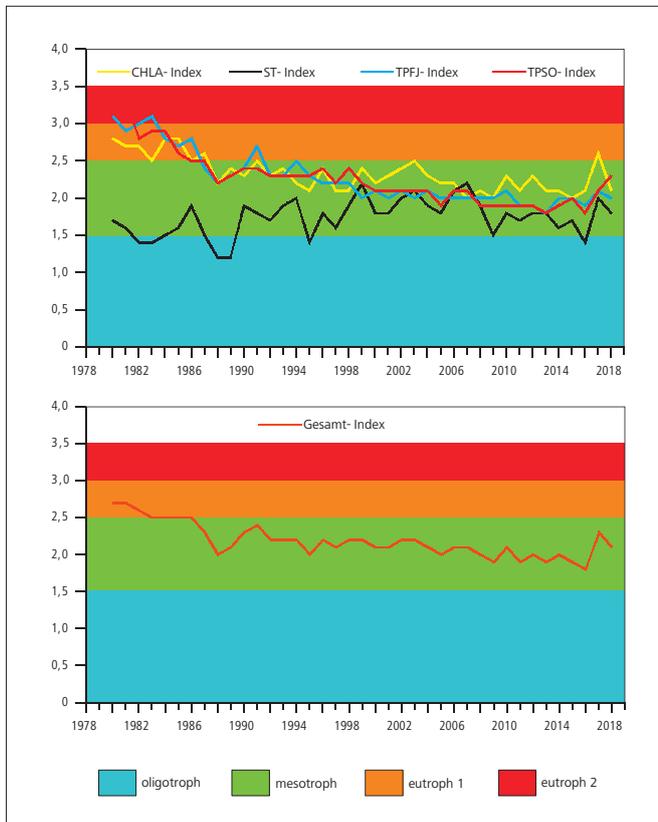


Bild 6.10: Entwicklung der Trophie in den letzten 40 Jahren in der Biggetalsperre entsprechend der überarbeiteten Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren (LAWA 2013) [CHLA: Chlorophyll-a; ST: Sichttiefe; TP: Gesamtphosphor; FJ: Frühjahr; SO: Sommer]

Fig. 6.10: Development of the trophic status during the last 40 years in the Bigge 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]

ton in der Biggetalsperre stark von Blaualgen dominiert. Ein hoher Anteil an Blaualgen hemmt aber die Vermehrung von Daphnien deutlich mehr als die von der zweithäufigsten Species in der Biggetalsperre *Bosmina* [6.4], ebenfalls eine Cladocerenart, die jedoch nur ein Drittel des spezifischen Biovolumens aufweist. Erst in der zweiten Jahreshälfte ging der Blaualgenanteil zurück und der Grünalgenanteil nahm etwas zu, so dass sich Daphnien vermehren konnten, allerdings auf einem insgesamt niedrigen Niveau. Hinzu kam, dass ganzjährig ein erheblicher Fraßdruck durch die Kleine Maräne vorhanden war, die das Zooplankton sofort als Nahrung aufnahmen und dezimierten. Die fehlende Entwicklung des Zooplanktons führte in diesem Jahr dazu, dass sich aufgrund der Nahrungsarmut Hungerformen der Kleinen Maräne ausgebildet hatten. Zu bemerken ist noch, dass im ebenfalls sehr zooplanktonarmen Jahr 2001 ähnliche Verhältnisse vorhanden waren. Dies betraf die Entwicklung der Temperatur sowie die der Zusam-

mensetzung des Phyto- und Zooplanktons. Der auffällig hohe Zooplanktonpeak für das Jahr 2017 rührt von einer einzigen Massenentwicklung des Zooplanktons im August, im übrigen Jahr waren die Verhältnisse ähnlich, wie diese für das Jahr 2018 beschrieben wurden.

Blaualgenvorkommen werden häufig als Indikatoren für eher meso- bis eutrophe Verhältnisse gedeutet, Die schon seit zehn Jahren tendenziell steigenden Vorkommen in der Biggetalsperre sind von der Art *Planktothrix rubescens* dominiert, die als Indikator für oligo- bis mesotrophe Verhältnisse eingestuft ist. Dieses passt auch zu der Trophieklassifikation nach LAWA (2013) für die Biggetalsperre. Diese ergibt mit Ausnahme des Jahres 2017, als in der ersten Jahreshälfte hohe Blaualgenvorkommen und Chlorophyll-a-Gehalte zu verzeichnen waren, ein ähnliches Bild (Bild 6.10), wie es durch *Planktothrix rubescens* angezeigt wird. Der Einzelindex für den Phosphorgehalt im Frühjahr zur Zeit der Volldurchmischung befindet sich schon seit vielen Jahren auf einem konstanten mittleren mesotrophen Niveau, der Index für die Sichttiefe während der Vegetationsphase sogar in einem noch besseren Bereich. Auch wenn der Index für den epilimnischen Chlorophyll-a-Gehalt, der maßgeblich vom Wetter beeinflusst wird, naturgemäß einigen Schwankungen unterliegt, sind hier durchschnittlich mesotrophe Verhältnisse angezeigt. Allerdings weist der Index für den sommerlichen epilimnischen Phosphorgehalt in den letzten Jahren eine steigende Tendenz auf. Dies ist weniger auf den außerordentlich niedrigen Phosphoreintrag zurückzuführen, sondern vielmehr auf die autochthone entstehenden kurzgeschlossenen Nährstoffkreisläufe durch den mikrobiellen Abbau im unteren Epilimnion. Dadurch stehen die freigesetzten Phosphorverbindungen dann für weitere Algenentwicklungen zur Verfügung. Insgesamt kann die Biggetalsperre sicher als ein mesotrophes Gewässer eingestuft werden. Die meteorologischen Bedingungen im Jahr 2018 mit einer sechsmonatigen Periode von Trockenheit, Sonne und Niederschlagsarmut haben gezeigt, dass auch bei außergewöhnlichen Verhältnissen in der größten Talsperre des Ruhrverbands weitestgehend ökologisch intakte Verhältnisse erhalten bleiben.

[6.4] Jiang, X. et.al.: Cyanobacteria alter competitive outcomes between *Daphnia* and *Bosmina* in dependence on environmental conditions. In: Archiv der Hydrobiologie Vol. 184/1 (2014), S. 11–22 Stuttgart, Januar 2014

## 7 Organische Spurenstoffe in der Ruhr

Im Rahmen der Ruhrlängsuntersuchungen wurde das Wasser der Ruhr im Jahr 2018 zwölfmal auf organische Substanzen untersucht. Im Folgenden werden ausgewählte Untersuchungsergebnisse von den zwölf Probenahmestellen im Fließverlauf der Ruhr sowie einer Stelle in der Lenne, kurz vor deren Mündung in die Ruhr, zusammen mit den Werten der wöchentlich beprobten Entnahmestelle in Essen-Rellinghausen betrachtet. Darüber hinaus werden die ab Spätherbst des Jahres 2018 an sechs repräsentativen Probenahmestellen der Längsuntersuchung zusätzlich durchgeführten Untersuchungen mitberücksichtigt (siehe Kapitel 8). Eine Auswahl der insgesamt mehr als 430 untersuchten organischen Substanzen, auf welche die Ruhrwasserproben untersucht wurden, ist in Tabelle 7.1 dargestellt. Der Analysenumfang richtet sich unter anderem 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 verschiedene nicht gesetzlich geregelte Werte wie der gesundheitliche Orientierungswert (GOW) und der Orientierungswert (OW) verwendet, die zwar teilweise für Trinkwasser gelten, hier aber für Gewässer herangezogen werden (siehe Kapitel 2).

### Pharmaka, Diagnostika und deren Metabolite

Arzneimittelrückstände stellen in der aquatischen Umwelt mittlerweile ein bekanntes Thema dar. Wirkstoffe, die für Erhalt und Wiederherstellung der Gesundheit unverzichtbar sind, gehören zu den humantoxikologisch am besten untersuchten Substanzen. Die ökotoxikologischen Folgen der vergleichsweise geringen Belastung der Gewässer mit Stoffen bzw. deren Metaboliten aus der medizinischen Anwendung sind jedoch weitestgehend unerforscht. Denkbar sind insbesondere chronische Schädigungen der aquatischen Biozönose. Um Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit zu haben, werden die in den Gewässern gemessenen Konzentrationen jedoch im Allgemeinen als zu gering angesehen [7.5]. Arzneimittel werden vom menschlichen Organismus häufig nicht oder nur unvollständig abgebaut. Oft entstehen Metabolite, die in einigen Fällen erst die therapeutisch wirksame Form darstellen. Über Ausscheidungen, zum Teil leider aber auch über die unsachgemäße Entsorgung von Medikamenten in Abfluss und Toilette werden diese mit dem Abwasser über die Kanalisation in die Kläranlagen transportiert. Da auch in modernen konventionellen Anlagen nicht immer eine vollständige Elimination möglich ist, gelangen die Wirkstoffe selbst oder ihre Abbauprodukte in die Oberflächengewässer. Arzneimittel aus der intensiven Tierhaltung erreichen meist mit Gülle und Mist landwirtschaftliche Flächen und werden bei Regen-

ereignissen in Gewässer gespült, ohne dass die Möglichkeit besteht, diese zurückzuhalten [7.6].

In Deutschland werden derzeit pro Jahr etwa 8.100 t Wirkstoffe mit einer potenziellen Umweltrelevanz zur Behandlung von Menschen eingesetzt. Zwei Drittel dieser Menge entfielen dabei auf nur 16 verschiedene Wirkstoffe. Darunter befinden sich Arzneimittel wie das Antidiabetikum Metformin, das Analgetikum Diclofenac und der Betablocker Metoprolol [7.5, 7.6].

Arzneimittelrückstände und eine Reihe von Metaboliten nehmen seit einigen Jahren einen festen Platz im Routineuntersuchungsprogramm der Ruhr ein. Zurzeit erfolgt die Analyse von rund 100 Substanzen, die im Jahr 2018 in über 200 Proben der Ruhr bestimmt wurden. Anforderungen für Arzneimittelwirkstoffe sind bisher nicht Bestandteil der OGewV oder der EG-WRRL. Allerdings existieren für einige im Ruhreinzugsgebiet relevante Diagnostika, Arzneimittelwirkstoffe und -metabolite gesetzlich nicht verbindliche Orientierungswerte, die teilweise für Trinkwasser gelten, hier aber auf Gewässer übertragen werden. Zusätzlich können GOW herangezogen werden, deren Unterschreitung einen unbedenklichen, lebenslangen Trinkwassergenuss für Menschen indiziert.

Die zu den Diagnostika gehörenden, in radiologischen Praxen und Krankenhäusern verabreichten iodierten **Röntgenkontrastmittel (RKM)** absorbieren bei entsprechenden Untersuchungen eingesetzte Strahlung stärker als normales Weichteilgewebe und helfen so gezielt, bestimmte Gewebestrukturen sichtbar zu machen. Durchschnittlich erhalten Patienten pro Untersuchung eine Kontrastmitteldosis, die etwa 30 g Iod enthält [7.7]. Aufgrund ihrer Struktur und damit einhergehender durchaus beabsichtigter Eigenschaften werden sie kurz nach

[7.1] Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV). In: Bundesgesetzblatt, 2016, Teil I, Nr. 28, S. 1373 - 1443

[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. In: Amtsblatt der Europäischen Union, 2000, L 327, S. 1 - 72

[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. In: Amtsblatt der Europäischen Union, 2008, L 348, S. 84 - 97

[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. In: Amtsblatt der Europäischen Union, 2013, L 226, S. 1 - 17

[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\\_PresseInfothek/01\\_Fuer-Journalisten\\_Presse/01\\_Pressemitteilungen/05\\_Tierarzneimittel/2017/2017\\_09\\_11\\_pi\\_Antibiotikaabgabemenge2016.html](https://www.bvl.bund.de/DE/08_PresseInfothek/01_Fuer-Journalisten_Presse/01_Pressemitteilungen/05_Tierarzneimittel/2017/2017_09_11_pi_Antibiotikaabgabemenge2016.html), Zugriff 04.04.2019

[7.7] [https://www.kompetenz-wasser.de/wp-content/uploads/2017/05/abschlussbericht\\_rkm-p2.pdf](https://www.kompetenz-wasser.de/wp-content/uploads/2017/05/abschlussbericht_rkm-p2.pdf), Zugriff 12. April 2017

Tabelle 7.1: Ausgewählte organische Einzelverbindungen des Untersuchungsprogramms für das Jahr 2018  
Table 7.1: Selected organic compounds of the investigation program 2018

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

<sup>1</sup> prioritärer Stoff der EG-WRRL

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

<sup>3</sup> Substanz besitzt einen GOW

<sup>4</sup> Substanz besitzt einen OW

der Applikation unverändert und vollständig über die Nieren ausgeschieden und gelangen über die konventionelle Abwasserbehandlung mit dem gereinigten Abwasser in die Oberflächengewässer. Ökotoxikologisch besitzen die Substanzen keine bekannte Relevanz. Eine Akkumulation ist wegen ihrer hohen Polarität nicht zu erwarten [7.8].

Die Ruhr wurde im Berichtszeitraum auf insgesamt sieben iodidierte RKM untersucht. Im Längsverlauf der Ruhr traten bei fünf Verbindungen Befunde ab der dritten Probenahmestelle bei Fluss-km 175,32 auf. Die Amidotrizoesäure- und Iohexol-Konzentrationen nahmen bis Fluss-km 142,25 kontinuierlich zu, um dann vermutlich durch die Zuflüsse von Möhne und Rühr zunächst wieder abzunehmen. Iopromid und Iomeprol erreichten nennenswerte Konzentrationen erst bei Ruhr-km 142,25 (0,13 bzw. 0,37 µg/l). Im weiteren Fließverlauf stiegen die Konzentrationen der genannten RKM mehr oder weniger gleichmäßig bis zum Bereich der unteren Ruhr an. Dort erreichten die Verbindungen ihre jeweiligen maximalen Jahresmittelwerte. Der höchste Wert konnte mit 0,85 µg/l für Iomeprol festgestellt werden, gefolgt von Iohexol und Iopromid mit 0,53 bzw. 0,49 µg/l. Die mittleren Konzentrationen für Amidotrizoesäure und Iopamidol unterschritten an allen Probenahmestellen der Ruhr den jeweils geltenden GOW von 1 µg/l. Verglichen mit dem Vorjahr sind die für die Probenahmestelle Essen-Rellinghausen ermittelten Frachten der fünf betrachteten RKM rückläufig. Die zugehörigen mittleren Konzentrationen nahmen, begründet durch den zeitweise geringen Abfluss im Jahre 2018, zu. Eine Ausnahme bildet Iopamidol, dessen Konzentration von 0,27 auf 0,21 µg/l sank. Die Fracht halbierte sich nahezu von 0,39 auf 0,20 t/a. Im Zeitraum seit dem Jahr 2010 entwickelten sich die Konzentrationen und Frachten der einzelnen Diagnostika in der Ruhr unterschied-

lich, ohne dass ein Trend erkennbar wäre. Auch die Betrachtung der Summe der fünf RKM lässt keine Entwicklung in eine Richtung erkennen (Bild 7.1).

**Metformin** wird zur Behandlung von Diabetes Typ 2 eingesetzt und gehört zu den am häufigsten verschriebenen Wirkstoffen weltweit. In Deutschland werden pro Jahr mehr als 1.000 t verordnet [7.8]. Vom menschlichen Körper wird Metformin vollständig und unverändert ausgeschieden. Das relativ kleine und polare Molekül ist gut wasserlöslich. In Kläranlagen wird Metformin in der Regel zu über 90 % entfernt, wobei die Elimination über den Klärschlamm zu vernachlässigen ist [7.9].

Auf Grund der hohen Verschreibungsmenge fand sich Metformin in der Ruhr ab der dritten Probenahmestelle im Fließverlauf in allen untersuchten Proben in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l. Die maximale mittlere Konzentration wurde im Bereich der unteren Ruhr bei Essen-Werden mit 0,48 µg/l registriert. Dieser Wert gilt in Näherung für alle Probenahmestellen der unteren Ruhr mit Ausnahme der im Mündungsbereich bei Duisburg gelegenen Überwachungsstation. Dort ist die Konzentration mit 0,43 µg/l geringer. An der wöchentlich beprobten Messstelle in Essen-Rellinghausen betrug der Jahresmittelwert 0,47 µg/l und lag damit deutlich niedriger als 2017 mit 0,65 µg/l. Der GOW für Metformin von 1,0 µg/l wurde im Mittel an allen Probenahmestellen sicher eingehalten. Die hier berichteten Werte aus der Ruhr sind vergleichbar mit Gehalten anderer Flüsse in NRW wie Wupper, Lippe oder Rhein [7.10].

Der Hauptmetabolit von Metformin beim Abbau in kommunalen Kläranlagen ist **Guanylarnstoff**, welcher nach Erkenntnissen des Umweltbundesamtes (UBA) von geringer akuter Humantoxizität ist [7.11]. Während sich für die Messstelle Essen-Rellinghausen ein Mittelwert von 2,4 µg/l ergab, lag die im Längsverlauf höchste mittlere Konzentration mit 3,5 µg/l an der Probenahmestelle unterhalb Arnsberg. An der Mündung der Ruhr bei Duisburg war eine durchschnittliche Konzentration von 1,9 µg/l festzustellen. Dass das Konzentrationsmaximum im Jahr 2018 bereits im Oberlauf der Ruhr zu finden war, lag an einigen hohen Messwerten, die dort während der abflussarmen Zeit im November und Anfang Dezember auftraten. Eigentlich ist im Fließverlauf der Ruhr mit steigendem Abwasseranteil eine Erhöhung der Konzentration zu erwarten. Die gegenteilige Beobachtung für Guanylarnstoff könnte auf einen Abbau im Gewässer hindeuten. Unter den regelmäßig bestimmten Spurenstoffen ist Guanylarnstoff mit 3,3 t/a derjenige mit der zweithöchsten Jahresfracht (Bild 7.2), obwohl seit Messbeginn im Jahr 2014 von Jahr zu Jahr ein leichter Rückgang zu beobachten ist (Bild 7.3). Seit 2015 ist dieser Rückgang auch für die Ausgangssubstanz Metformin festzustellen.

Mitte des Jahres 2015 wurde die Substanz **Oxipurinol** Bestandteil des Untersuchungsprogramms des Kooperationslabors. Oxipurinol, selbst kein Arzneimittel, ist der aktive Metabolit des verbreiteten Gichtmittels Allopurinol [7.12]. In der

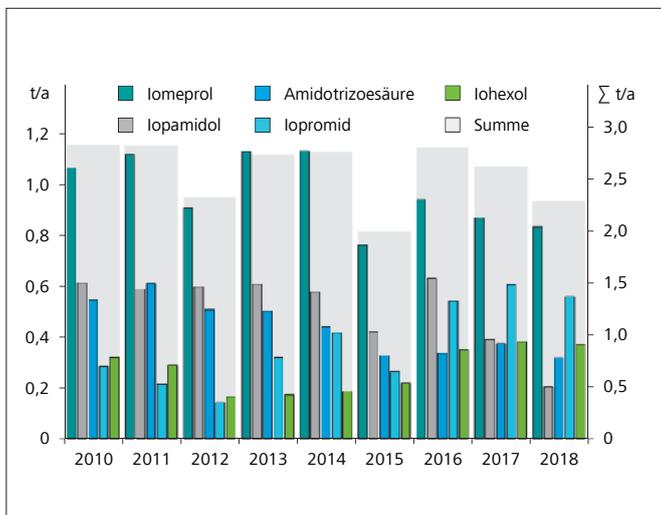


Bild 7.1: Jahresfrachten ausgewählter Röntgenkontrastmittel und ihrer Summe in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen  
 Fig. 7.1: Annual loads of selected x-ray contrast agents and their sum in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen

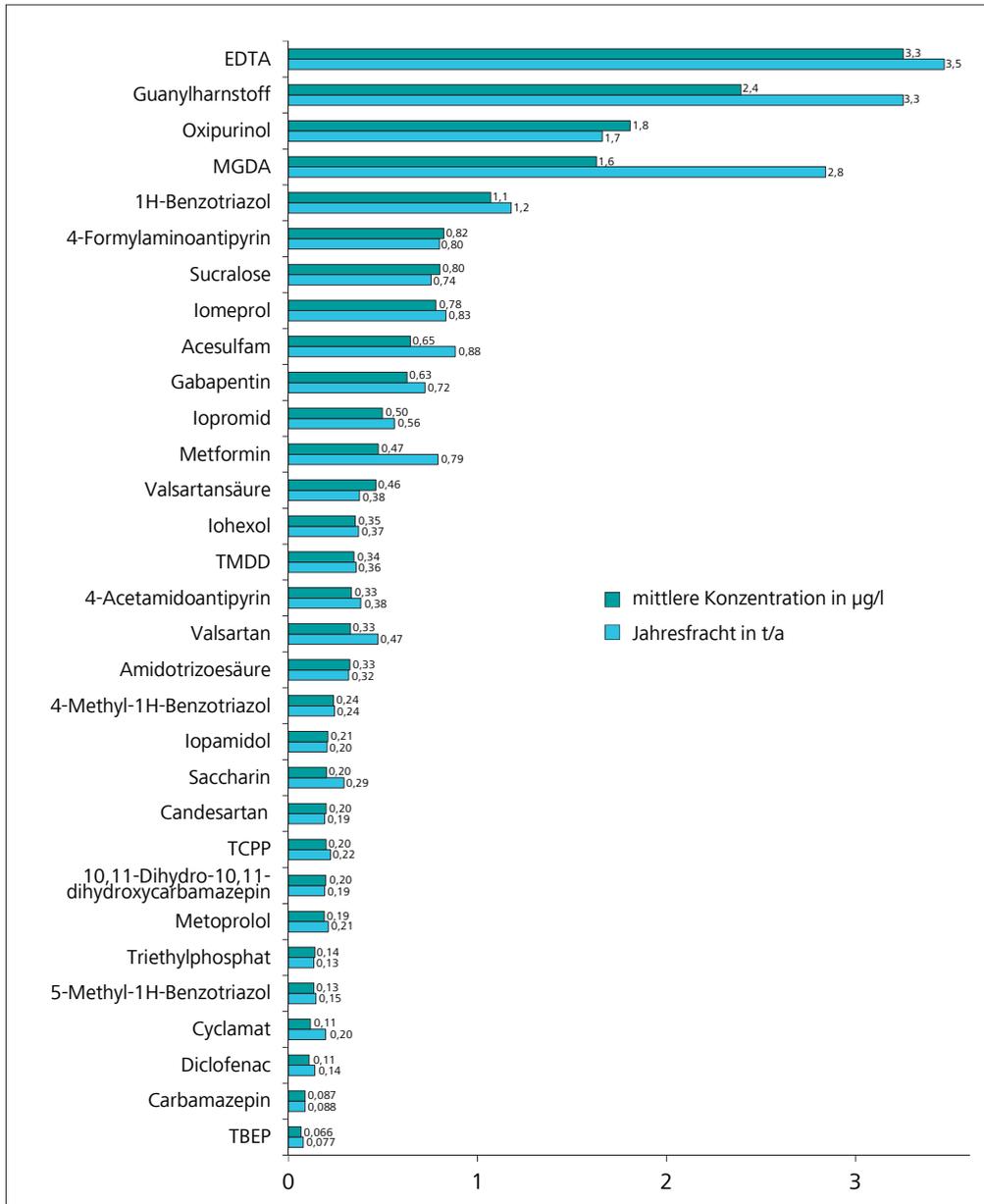


Bild 7.2: Ausgewählte organische Spurenstoffe mit ihren Jahresfrachten und mittleren Konzentrationen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Jahr 2018  
 Fig. 7.2: Selected organic trace substances with their annual loads and mean concentrations in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen 2018

Ruhr stiegen die mittleren Konzentrationen im Fließverlauf an und erreichten mit einem Jahresmittelwert von 2,2 µg/l ihr Maximum bei Duisburg. Damit ist der GOW von 0,3 µg/l dort und an vielen anderen Probenahmestellen der Ruhr deutlich überschritten. Mit 1,7 t/a zählte Oxipurinol zu den Stoffen, die auch im Jahr 2018 eine hohe Fracht in der Ruhr aufwiesen (Bild 7.2).

Der Verbrauch an Schmerzmitteln, sogenannten Analgetika, ist in Deutschland in den vergangenen Jahren stetig gewachsen. So nahm allein im Bereich der gesetzlichen Krankenversicherung (GKV), der in Deutschland fast 72 Millionen Versicherte angehören, die verordnete Menge im Zeitraum zwischen den Jahren 2006 und 2016 um 36 % auf etwa 680 Millionen

[7.8] Mikroschadstoffe in Gewässern, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser, März 2016  
 [7.9] 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  
 [7.10] <http://luadb.lids.nrw.de/LUA/hygon/pegel.php>, Zugriff 15. Februar 2019  
 [7.11] 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  
 [7.12] 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

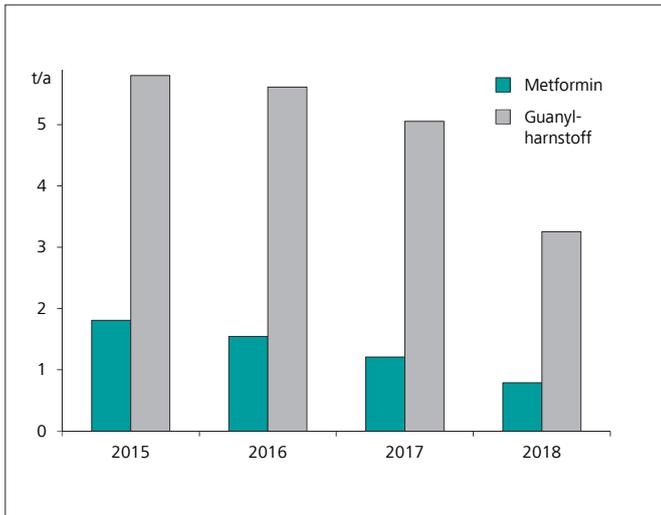


Bild 7.3: Entwicklung der Jahresfrachten von Metformin und Guanylurea in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen  
 Fig. 7.3: Development of annual loads of Metformin and Guanylurea in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen

Tagesdosen (DDD = Defined Daily Dose) zu. Der meist verschriebene Wirkstoff aus dieser Gruppe war im Jahr 2016 das Metamizol [7.13]. Wird die Anzahl der rezeptierten DDD an Metamizol, etwa 200 Millionen, mit der zugehörigen täglichen Dosis, laut Weltgesundheitsorganisation (WHO) 3 g, multipliziert, ergeben sich rund 600 t aus dem Bereich der GKV in Deutschland für das Jahr 2016 [7.14]. Die Substanz ist ein sogenanntes Prodrug und hydrolysiert im Organismus vollständig 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 [7.15]. Die Metaboliten FAA und AAA ließen sich in der Ruhr ab der zweiten Probenahmestelle bei Fluss-km 190,81 in nahezu allen Proben oberhalb ihrer Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l feststellen. Im Bereich der oberen Ruhr nahmen die mittleren Konzentrationen von FAA und AAA im Fließverlauf sukzessive zu, um bei Fluss-km 142,25 ein vorübergehendes Maximum von 0,39 und 0,33 µg/l zu erreichen. Im Bereich der mittleren Ruhr führte der zunehmende Anteil an gereinigtem Abwasser zu einem Anwachsen ihrer Konzentrationen. Weiter flussabwärts, in der unteren Ruhr, stiegen nur die FAA-Konzentrationen weiter an, um an der Probenahmestelle Essen-Werden die maximale mittlere Konzentration von 0,93 µg/l zu erreichen. Der Gehalt des AAA stagnierte in der unteren Ruhr und erreichte ebenfalls bei Essen-Werden ein Maximum von 0,35 µg/l (Bild 7.4). Da sich das Verhältnis der Metabolite, die beide gleichermaßen über das gereinigte Abwasser in die Ruhr gelangen, mit zunehmendem Abwasseranteil nicht ändern sollte, liegt der beschriebene Umstand wahrscheinlich an einem unterschiedlichen Abbau bzw. Sorptionsverhalten der Substanzen im Gewässer. Der GOW von 0,3 µg/l für FAA wird an vielen Probenahmestellen in der Ruhr überschritten. Dieser Umstand ist bei einer ganzen Reihe von Flüssen in NRW wie

Erft, Wupper, Sieg, Lippe oder Ems zu beobachten [7.10]. Die in der Ruhr transportierten Frachten der beiden Metabolite nahmen im Vorjahresvergleich jeweils um etwa 20 % ab.

**Tramadol**, strukturell verwandt mit Codein und Morphin, wird ebenfalls als Analgetikum eingesetzt. Die Verschreibungsmenge im Bereich der GKV für das Jahr 2016 lag mit etwa 22 t deutlich unter der des Metamizols. Nach Einnahme werden etwa 30 % unverändert, der Rest metabolisiert über den Urin ausgeschieden [7.16]. An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen konnten im Jahr 2018 für Tramadol eine mittlere Konzentration von 0,049 µg/l und für dessen Metabolit Desmethyltramadol von 0,020 µg/l ermittelt werden.

Das Medikament **Diclofenac** gehört zur Gruppe der Schmerzmittel, ist auch rezeptfrei in der Apotheke zu erwerben und wird zusätzlich als Entzündungshemmer bei der Rheumatherapie verschrieben. Es wurde aufgrund potenzieller Umweltrisiken 2015 in die erste EU Watch List aufgenommen. Im Zuge der Überarbeitung im Jahr 2018 konnte es wieder von der Liste entfernt werden, da zwischenzeitlich ausreichend hochwertige Überwachungsdaten vorlagen. Im Anschluss erfolgt gemäß Artikel 16 Absatz 4 der Richtlinie 2000/60/EG, eine Risikobewertung zur Ermittlung prioritärer Stoffe. Im Rahmen dieser ist derzeit die Festlegung einer JD-UQN von 0,05 µg/l für Diclofenac in Diskussion, welche dem gesetzlich nicht verbindlichen gegenwärtigem Orientierungswert entspricht [7.17]. In der Ruhr konnte Diclofenac im Längsverlauf ab der

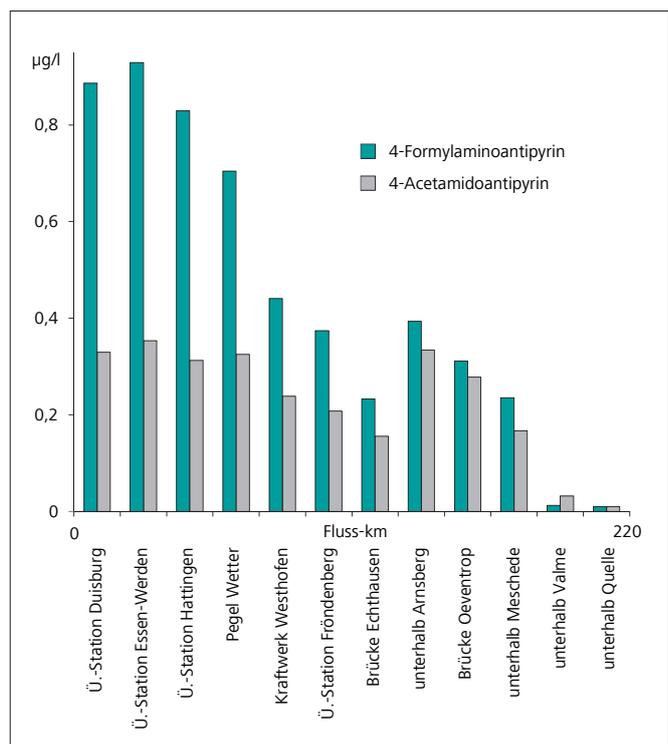


Bild 7.4: Mittlere Konzentrationen von FAA und AAA im Ruhrlängsverlauf  
 Fig. 7.4: Mean concentrations of FAA and AAA along the river Ruhr

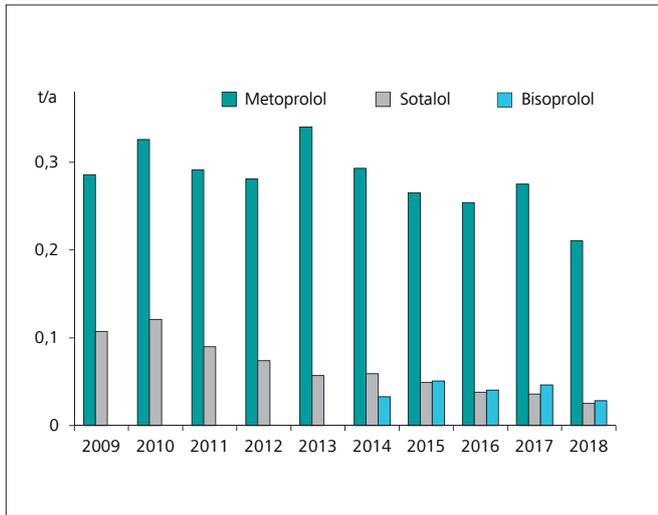


Bild 7.5: Entwicklung der Jahresfrachten ausgewählter Betablocker in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen  
 Fig. 7.5: Development of annual loads of selected beta-blockers in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen

Probenahmestelle unterhalb Meschede in allen untersuchten Proben oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l nachgewiesen werden. Die maximalen mittleren Konzentrationen von bis zu 0,13 µg/l waren im Bereich der unteren Ruhr festzustellen, aber bereits in der oberen Ruhr waren mit Werten um 0,09 µg/l erhöhte Gehalte vorhanden. Die mittleren Konzentrationen von Diclofenac bei Essen-Rellinghausen sind seit rund zehn Jahren vergleichsweise konstant und pendeln um einen Wert von 0,1 µg/l, womit der aktuell angewendete, gesetzlich nicht verbindliche OW überschritten ist.

Arzneimittel zur Behandlung von Hypertonie waren im Jahr 2017 mit 15,5 Milliarden DDD die am häufigsten verordneten im Bereich der GKV [7.13]. Zu dieser Gruppe gehört die Wirkstoffklasse der Sartane, die zu den AT1-Antagonisten zählen und deren Vorkommen anhand von sechs Verbindungen seit einigen Jahren in der Ruhr überwacht wird. Eingenommen als Candesartancilexetil wird **Candesartan** erst im menschlichen Körper gebildet und verlässt den Organismus nahezu unverändert [7.18]. In konventionellen Kläranlagen gilt der Blutdrucksenker als nahezu nicht abbaubar [7.19]. In der Ruhr steigt die Konzentration mit zunehmendem Abwasseranteil bis zur Mündung in Duisburg auf 0,24 µg/l. Zunehmende Verordnungsmengen in Deutschland lassen sich auch an den mittleren Konzentrationen des Wirkstoffs an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen ablesen [7.20]. Dort haben sich die gemessenen Konzentrationen seit 2015 in jedem Jahr erhöht. Rund 57 t **Valsartan** wurden 2016 im Bereich der GKV verschrieben. Im Jahr 2018 betrug seine mittlere Konzentration an der Messstelle Essen-Rellinghausen 0,33 µg/l. Das Abbauprodukt von Valsartan, die **Valsartansäure**, zeigte wie seine Ausgangssubstanz ein nahezu kontinuierliches Anwachsen des Gehaltes mit steigendem Abwasseranteil im Fließverlauf der Ruhr. Die mittlere Konzentration an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen betrug 2018 0,46 µg/l und ist damit höher als im Vor-

jahr. Die zugehörige Fracht lag bei 0,38 t/a. Damit zählte der Metabolit zu den mengenmäßig relevanten organischen Spurenstoffen in der Ruhr (Bild 7.2). Für die drei beschriebenen Substanzen hat das UBA einen GOW von 0,3 µg/l festgelegt. Während Candesartan diesen an allen Probenahmestellen einhält, überschreiten Valsartan und der Metabolit Valsartansäure den Wert im Bereich der unteren Ruhr.

Nachdem der Verbrauch von Medikamenten aus der Gruppe der Betablocker im Bereich der GKV im Jahr 2012 sein Maximum erreichte, sind seitdem sinkende Verschreibungszahlen zu verzeichnen [7.13]. **Metoprolol** war im Jahr 2016 mit rund 130 t mengenmäßig der bedeutendste Betablocker im Bereich der GKV. Die Substanz ist in der Ruhr nach der Probenahmestelle unterhalb Meschede in allen untersuchten Proben nachweisbar und erreichte mit 0,21 µg/l die maximale Durchschnittskonzentration an der Überwachungsstation Duisburg. In den wöchentlich untersuchten Proben der Ruhr in Essen-Rellinghausen lag der Durchschnittswert im Jahr 2018 gegenüber dem Vorjahr leicht höher bei 0,19 µg/l. Der OW von 7,3 µg/l wird sicher eingehalten. **Hydroxymetoprolol**, ein Metabolit des Metoprolols, das vom menschlichen Organismus gebildet wird, ließ sich lediglich in der unteren Ruhr regelmäßig bestimmen. Bei Essen-Rellinghausen konnte es in 42 von 49 untersuchten Proben nachgewiesen werden. Die mittlere Konzentration lag bei 0,017 µg/l. Betrachtet man die von der Ruhr in den letzten zehn Jahren transportierten Frachten einiger Betablocker, so lässt sich deren geringer werdende Relevanz unter den Blutdrucksenkern ablesen. Beispielsweise nahm die Fracht des Wirkstoffs Metoprolol von 0,33 auf 0,21 t/a ab, die von Sotalol fast um ein Fünftel auf 25 kg/a. Für das im Jahr 2014 in den Untersuchungsumfang des Kooperationslabors aufgenommene Bisoprolol zeichnet sich ebenfalls eine sinkende Tendenz ab (Bild 7.5). Nadolol, Timolol und Propanol als weitere Betablocker spielten in der Ruhr, sei es wegen ihrer Verschreibungsmengen oder ihrer Abbaubarkeit, keine Rolle. Die Substanzen konnten in keiner der untersuchten Proben oberhalb ihrer Bestimmungsgrenzen

- [7.13] <http://www.arzneimittel-atlas.de>, Zugriff 27.02.2019 und 01.03.2019
- [7.14] [https://www.whocc.no/atc\\_ddd\\_index](https://www.whocc.no/atc_ddd_index), Zugriff 28. Februar 2019
- [7.15] Reinhardt, N., Jantos, R., Sinning, C., Imming, P.: Metamizol – Renaissance eines Analgetikums. In: Pharmazeutische Zeitung, 2006, 32
- [7.16] Vazzana, M., Andreani, T., Figueiro, 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
- [7.17] Final Draft of EQS Datasheet Diclofenac. German Environment Agency, Stand Juni 2018
- [7.18] <https://www.gelbe-liste.de/wirkstoffe>, Zugriff 01. und 05.03.2019
- [7.19] Sartane (Blutdrucksenker). ECHO-Stoffbericht, Landesamt für Natur und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Juli 2015
- [7.20] <https://www.barmr.de/presse/infotehk/studien-und-reports/arzneimittelreporte/arzneimittelreport2017-121728>, Zugriff 27.03.2019

nachgewiesen werden. Die Substanz Atenolol konnte zwar einige Male detektiert werden, alle Jahresmittelwerte entlang der Fließstrecke lagen 2018 allerdings im Bereich der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l.

Der Wirkstoff mit den meisten verschriebenen Tagesdosen unter den Therapeutika zur Behandlung von Epilepsie war 2016 das **Pregabalin**, von dem etwa 28 t zum Einsatz kamen. Der Wirkstoff unterliegt im menschlichen Organismus so gut wie keiner Metabolisierung [7.18]. Die Substanz konnte im Jahr 2018 im Rahmen der Längsuntersuchungen in der überwiegenden Zahl der 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 0,057 µg/l. Die verschriebene Menge an **Lamotrigin** betrug in etwa die Hälfte derjenigen von Pregabalin. Die Substanz wird zu großen Teilen über Biotransformation in pharmakologisch unwirksame Metabolite umgewandelt [7.18]. Dennoch bewegen sich die Konzentrationen in der unteren Ruhr auf höherem Niveau als diejenigen von Pregabalin. An der Ruhrmündung bei Duisburg konnte die maximale mittlere Konzentration mit 0,14 µg/l bestimmt werden. Daher ist im Fall des Lamotrigin von einer schlechteren Abbaubarkeit in Kläranlagen im Vergleich zum Pregabalin auszugehen. Das Medikament **Gabapentin** gehörte mit einer Verschreibungsmenge im Bereich der GKV von mehr als 80 t im Jahr 2016 zu den mengenmäßig bedeutsamsten Arzneimitteln zur Behandlung von Epilepsie. Der Wirkstoff wird nach der Einnahme fast unverändert ausgeschieden. Sein Abbau in der Umwelt

ist gering [7.21]. Aufgrund dieser Umstände war die Substanz auch im Jahr 2018 in nahezu allen untersuchten Ruhrproben, außer in denen der ersten Probenahmestelle, oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l nachweisbar. Die mittlere Konzentration des Jahres 2018 von 0,63 µg/l in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen war vergleichbar mit der des Vorjahres. Der seit 2014 zu beobachtende Trend der Konzentrationsabnahme ist somit unterbrochen. Dies ist aber eventuell nur dem abflussarmen Jahr 2018 geschuldet. Die bei Essen-Rellinghausen transportierte Fracht des Stoffes betrug im Vergleich zu 2014 nur noch 60 %, gehört mit 0,72 t/a an dieser Stelle allerdings immer noch zu den Substanzen mit einer hohen Jahresfracht (Bild 7.2). Der GOW von 1,0 µg/l wurde eingehalten. Ein weiteres Antiepileptikum ist das **Carbamazepin**, von dem im Bereich der GKV im Jahr 2016 rund 37 t verschrieben wurden. Die mittlere Konzentration in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen betrug im Berichtszeitraum 0,087 µg/l und war damit höher als 2017. Etwa 75 % des Carbamazepins werden im menschlichen Organismus metabolisiert und über die Nieren ausgeschieden [7.18]. Von den sieben bisher identifizierten Metaboliten werden zwei im Wasser der Ruhr analysiert. Der Gehalt des mengenmäßig bedeutendsten Metaboliten 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin stieg ebenso wie die der Ausgangssubstanz an und betrug bei Essen-Rellinghausen 0,20 µg/l. Der OW für Carbamazepin von 0,5 µg/l wurde an allen Probenahmestellen eingehalten, der für den Metaboliten von 0,1 µg/l jedoch nicht. Der GOW von 0,3 µg/l für den Metaboliten und das Carbamazepin selbst wurde an allen Probenahmestellen eingehalten. Betrachtet man die Entwicklung der Fracht beider Substanzen, ist seit dem Jahr 2014

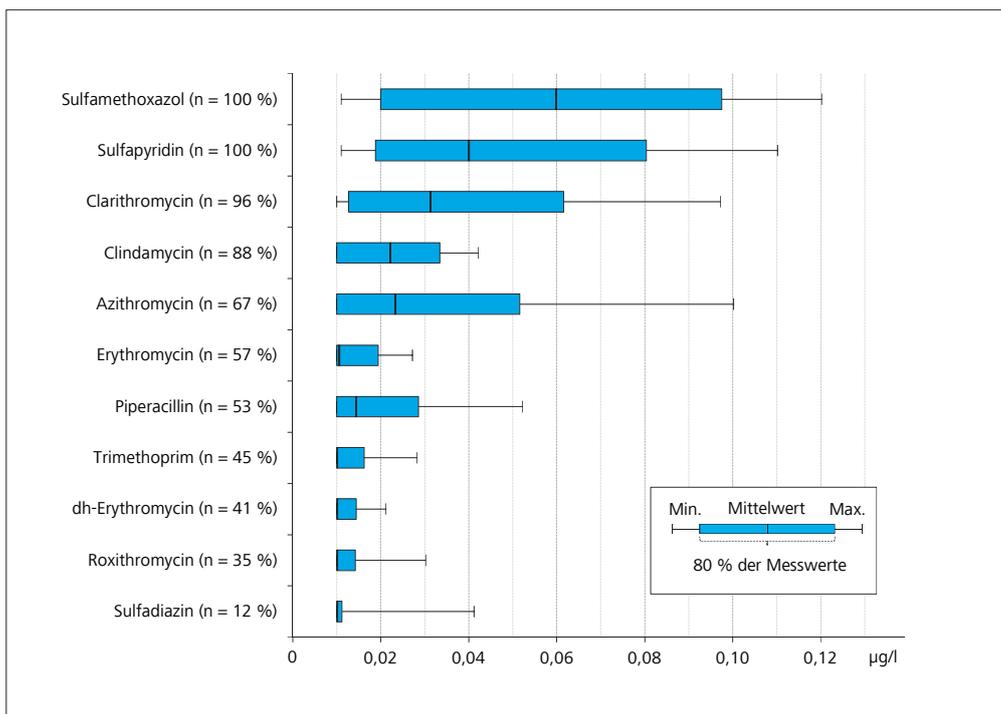


Bild 7.6: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Antibiotika in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde)

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

ein kontinuierlicher Rückgang zu beobachten. Die Analyse des Metaboliten Carbamazepinepoxid lieferte erst in der Region der unteren Ruhr Befunde, die sich im Bereich der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l bewegten.

Das Thema **Antibiotika** und deren Monitoring ist eng mit dem Thema der Antibiotikaresistenzen verknüpft, welches in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen hat (siehe Kapitel 9). Deutlich macht dies unter anderem auch der Durchführungsbeschluss der EU zur Aktualisierung der Watch List im Juni 2018 [7.22]. Dort wird die Aufnahme der Antibiotika Ciprofloxacin und Amoxicilin mit dem europäischen Aktionsplan zur Bekämpfung antimikrobieller Resistenzen begründet. Bereits auf der ersten Watch List und in der geänderten Fassung stehen mit Erythromycin, Clarithromycin und Azithromycin drei weitere Antibiotika aus der Gruppe der Makrolide. Somit befinden sich insgesamt fünf Antibiotika im aktuellen Dokument.

Im Jahr 2018 wurden 22 Antibiotika regelmäßig vom Kooperationslabor in der Ruhr überwacht. Dabei konnte etwa die Hälfte der Substanzen nicht nachgewiesen werden. Für die andere Hälfte sind in Bild 7.6 die Minimal-, die Maximal- und die Durchschnittskonzentrationen an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen dargestellt. Im Vergleich zum Vorjahr sind fast durchweg höhere Maximal- und Durchschnittskonzentrationen bei gleichzeitiger Reduzierung der Jahresfracht festzustellen, was an der besonderen Abflusssituation im Jahr 2018 lag. Der bestehende Orientierungswert für Azithromycin von 0,1 µg/l wurde sogar vom Maximalwert sicher unterschritten. Für Ciprofloxacin wurden im Berichtszeitraum keine Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,03 µg/l gemessen. Amoxicilin wurde ins Substanzspektrum des Kooperationslabors aufgenommen und wird ab dem Jahr 2019 berichtet.

## Süßstoffe

Um Zucker in diversen Lebensmitteln, aber auch beispielsweise in Medikamenten zu substituieren, sind künstliche Süßstoffe in vielen Produkten enthalten. Seit dem Jahr 2012 werden relevante Vertreter dieser Zuckerersatzstoffe regelmäßig in der Ruhr analysiert. Die Substanzen Aspartam, Neohesperidin und Neotam werden im menschlichen Organismus nahezu komplett umgesetzt und sollten daher auch nicht in Abwasser und Oberflächenwasser nachweisbar sein [7.23]. Da auch die langjährigen Untersuchungsergebnisse des Kooperationslabors keine Befunde oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l erbrachten, wurden diese drei Vertreter aus dem Untersuchungsprogramm gestrichen.

Die Süßstoffe Cyclamat, Saccharin, Sucralose und Acesulfam werden im menschlichen Organismus nicht oder nur unwesentlich metabolisiert. Das Verhalten dieser vier Stoffe während der Abwasserbehandlung ist unterschiedlich. Cyclamat und Saccharin gelten als gut abbaubar, **Sucralose** hingegen als relativ persistent [7.23]. Die Konzentrationen von Sucralose im Längsverlauf der Ruhr zeigten eine recht kontinuierliche Zunahme entlang des Fließverlaufs entsprechend dem anstei-

genden Abwasseranteil bis zur Mündung der Ruhr in Duisburg. Der dort bestimmte Mittelwert des Jahres 2018 beträgt 0,98 µg/l. Die Zunahme erfährt nur zwischen den Probenahmestellen unterhalb Arnsberg und Brücke Echthausen, wahrscheinlich durch einen Verdünnungseffekt von Röhre und Möhne, eine kurze Unterbrechung.

**Acesulfam**, das bereits seit 1990 zugelassen ist, wurde in der Vergangenheit in der Literatur als schwer biologisch abbaubar bezeichnet. In den letzten Jahren mehren sich allerdings Anzeichen, dass Acesulfam unter bestimmten Voraussetzungen einem zumindest teilweisen biologischen Abbau in Kläranlagen unterliegt [7.24]. Der Konzentrationsverlauf des Acesulfam in der Ruhr war zunächst vergleichbar mit dem der Sucralose, jedoch stagnierte der Gehalt im Bereich der mittleren Ruhr ab dem Kraftwerk Westhofen und bewegte sich an den folgenden Probenahmestellen um einen Wert von etwa 0,6 µg/l. Die Konzentration der Sucralose hingegen nahm bis zur Mündung weiter zu. Die Verläufe der Gehalte von **Saccharin** und **Cyclamat** verhielten sich analog zu der von Acesulfam, aber auf einem niedrigeren Konzentrationsniveau. Sowohl die mittleren Konzentrationen als auch die Frachten des Acesulfams sind über die letzten Jahre rückläufig. So sank die Fracht von etwa 4 t im Jahr 2012 auf 0,88 t im Berichtsjahr. Für Sucralose, welche in der EU erst seit 2006 zugelassen ist und deren Süßkraft etwa dreimal höher als die von Acesulfam ist, ist ein Anwachsen der Fracht bis zum Jahr 2017 zu beobachten [7.25]. Für das Jahr 2018 ist ein leichter Rückgang auf 0,74 t/a zu verzeichnen, was immer noch das Dreifache der Menge von 2012 darstellt (Bild 7.7).

## Komplexbildner

Die hier betrachteten synthetischen Komplexbildner sind vom Typ der Aminopolycarbonsäuren. Zu dieser Gruppe gehören u. a. EDTA (Ethyldiamintetraessigsäure) und MGDA (Methylglycindiessigsäure). Sie sind Bestandteil von Reinigungs- und

[7.21] 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

[7.22] Durchführungsbeschluss (EU) 2018/840 der Kommission vom 5. Juni 2018 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 und zur Aufhebung des Durchführungsbeschlusses (EU) 2015/495 der Kommission, ausgegeben am 07.06.2018

[7.23] 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

[7.24] Castronovo, S., Wick, A., Scheurer, M., Nödler, K., Schulz, M., Ternes, T. A.: Biodegradation of the artificial sweetener acesulfame in biological wastewater treatment and sandfilters. In: *Water Research*, 2017, 110, S. 342-353

[7.25] <https://www.suessstoffverband.info/wp-content/uploads/2018/02/Suessstoffverband-Infoblatt-Nr.7-Sicherheit.pdf>, Zugriff 05. April 2019

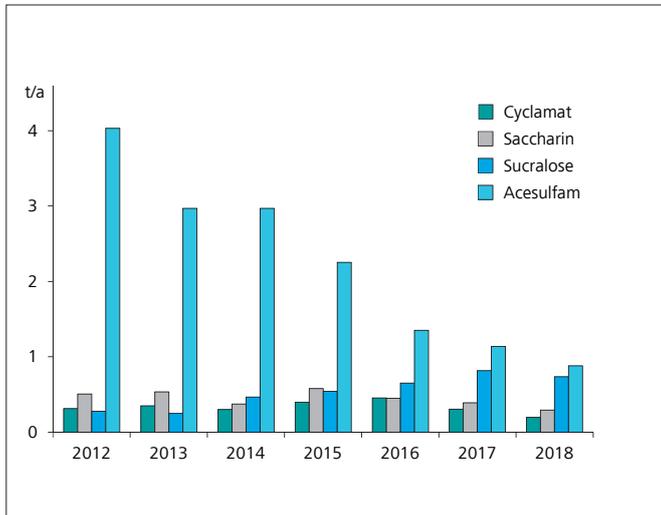


Bild 7.7: Entwicklung der Jahresfrachten von ausgewählten Süßstoffen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen  
 Fig. 7.7: Development of annual loads of selected sweeteners in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen

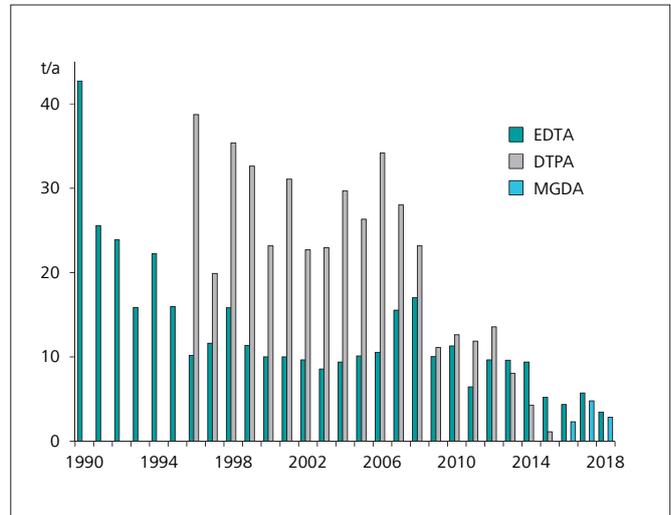


Bild 7.8: Entwicklung der Jahresfrachten von EDTA, DTPA und MGDA in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen  
 Fig. 7.8: Development of annual loads of EDTA, DTPA and MGDA in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen

Waschmitteln und werden auch in privaten Haushalten eingesetzt. In der Industrie finden sie beispielsweise Anwendung in metallverarbeitenden Betrieben bei Reinigungs- oder Produktionsprozessen sowie zur Maskierung unerwünschter und störender Erdalkali-, Metall- und Schwermetall-Kationen in papierproduzierenden Betrieben. 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 [7.26].

Nennenswerte Befunde des Komplexbildners **EDTA**, das seit über 30 Jahren vom Labor des Ruhrverbands untersucht wird, traten in der Ruhr ab der Probenahmestelle unterhalb Meschede bei Fluss-km 175,32 auf. Einen ersten größeren Anstieg erfuhr die Konzentration der Substanz an der nachfolgenden Probenahmestelle etwa 15 km flussabwärts. Die maximale Jahresdurchschnittskonzentration von 4,2 µg/l war wie in den Vorjahren am Pegel Wetter zu verzeichnen. Der gesetzlich nicht verbindliche OW in Höhe von 240 µg/l wird an allen Probenahmestellen in der Ruhr mit deutlichem Abstand eingehalten.

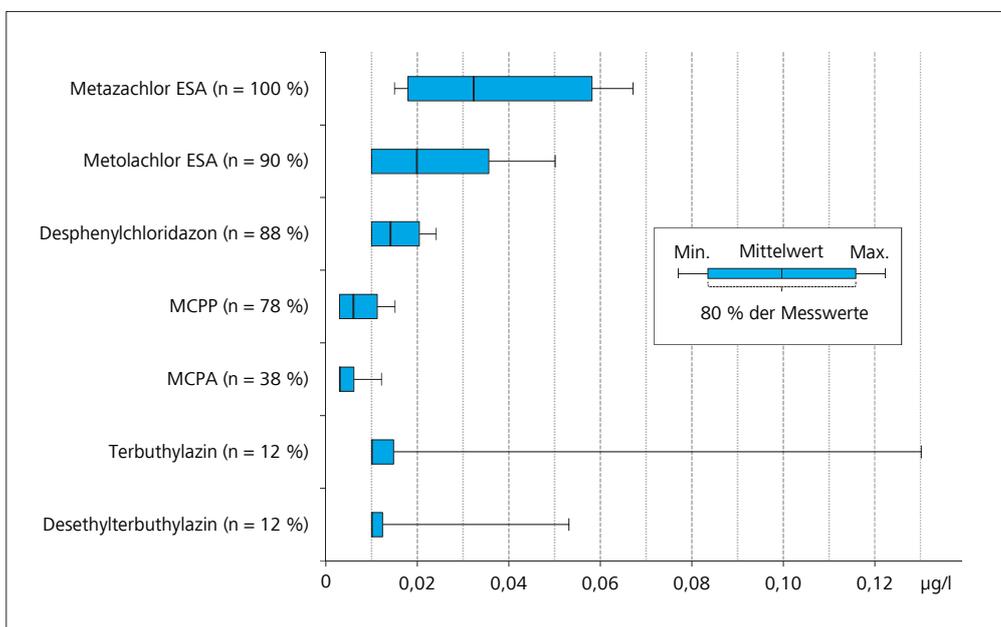


Bild 7.9: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Pestizide und Metabolite in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde)  
 Fig. 7.9: Means, minimum and maximum concentrations of selected pesticides and metabolites in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings)

ten. Auch **MGDA**, welches zum Beispiel in Spülmaschinenreinigern verwendet wird, erreichte mit 2,1 µg/l die maximale Durchschnittskonzentration am Pegel Wetter. In der Ruhr bei Essen-Rellinghausen konnten beide Komplexbildner in allen 125 im Berichtszeitraum untersuchten Proben oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,5 µg/l bestimmt werden. Für EDTA ergab sich mit 3,3 µg/l eine etwas niedrigere mittlere Konzentration als im Vorjahr, die berechnete Fracht an der Stelle betrug 3,5 t/a. Im Vergleich zum Jahr 2008 stellt dies eine Reduktion um nahezu den Faktor fünf da. Auch die mittlere Konzentration und die Jahresfracht von MGDA nahmen im Vergleich zum Jahr 2017 von 2,2 auf 1,6 µg/l bzw. von 4,8 auf 2,8 t/a im Jahr 2018 ab. **DTPA**, das im Jahre 2011 noch mit einer mittleren Konzentration von fast 10 µg/l und einer Fracht von nahezu 12 t in der Ruhr vorkam, konnte im Jahr 2018 bei Essen-Rellinghausen lediglich in 3 von 130 Proben mit Werten über der Bestimmungsgrenze von 0,5 µg/l gemessen werden (Bild 7.8).

### Pestizide und deren Metabolite

Unter dem Begriff Pestizide werden chemische und biologische Substanzen und Produkte zusammengefasst, die ihren Einsatz in der Bekämpfung von pflanzlichen, pilzlichen und tierischen Schädlingen finden. Der ebenfalls häufig verwendete Begriff der Pflanzenschutzmittel (PSM) kann analog verwendet werden, er beschreibt lediglich eine andere Sichtweise auf die verwendeten Verbindungen.

Wie auch in den Jahren zuvor stellen die PSM und deren Metabolite im Kooperationslabor die Gruppe mit den meisten untersuchten Substanzen, was unter anderem auf die hohe Zahl an Verbindungen zurückzuführen ist, die in Deutschland als Pestizide zugelassen sind. 90 % der routinemäßig untersuchten PSM wurden im betrachteten Untersuchungszeitraum nicht oberhalb ihrer jeweiligen Bestimmungsgrenze detektiert. Lediglich sieben Substanzen konnten an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen häufiger als dreimal nachgewiesen werden (Bild 7.9). Metazachlor ESA, Metolachlor ESA, Desphenylchloridazon, MCPP und MCPA traten dabei bereits im Vorjahr in Erscheinung. Für Terbutylazin und Desethylterbutylazin ist im Gegensatz zum Jahr 2017 eine, wenn auch geringe Anzahl an Befunden mit sehr unterschiedlichen Konzentrationen zu konstatieren. Nahezu zeitgleich zum Sofortbericht im Rahmen des Warn- und Informationsdienst Ruhr (WIP) für Terbutylazin wurden in Proben der Ruhrlängsuntersuchung Anfang Juni 2018 erhöhte Konzentrationen von Terbutylazin, Desethylterbutylazin und Metolachlor festgestellt, welche im Folgenden in engeren Zeitintervallen analysiert wurden (Bild 7.10). Desethylterbutylazin ist als Metabolit von Terbutylazin direkt an dessen Konzentration gekoppelt. Die Korrelation zwischen Terbutylazin und Metolachlor deutet darauf hin, dass als Quelle ein Produkt in Frage kommt, welches beide Wirkstoffe enthält. In Deutschland sind nur zwei solcher Produkte zugelassen, welche beide im Maisanbau Anwendung finden [7.27; 7.28]. Verwendet werden sie als Herbizid vor oder nach dem Auflaufen des Mais (Phase, in der der Keimling an der Oberfläche

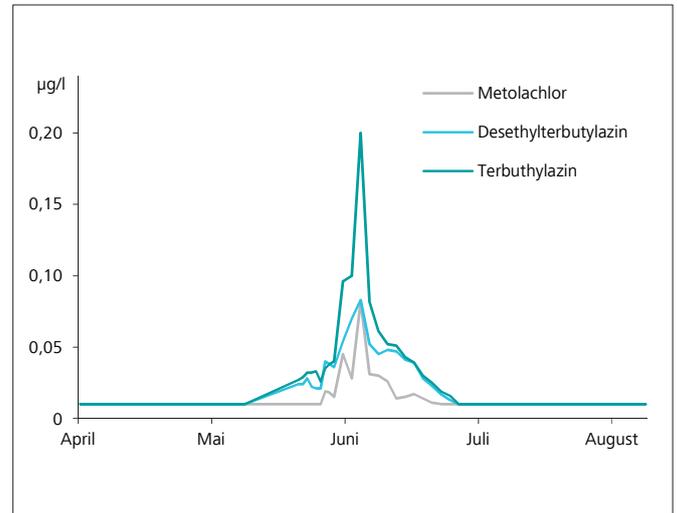


Bild 7.10: Konzentrationsverlauf von Metolachlor, Desethylterbutylazin und Terbutylazin für den Zeitraum April bis August 2018 in der Ruhr bei Essen-Werden  
 Fig. 7.10: Development of concentrations of Metolachlor, Desethyl-terbutylazine and Terbutylazine from April to August 2018 in the river Ruhr at Essen-Werden

sichtbar wird). Der Zeitraum zwischen der Aussaat, die meistens zwischen Mitte April und Mitte Mai erfolgt, und dem Auflaufen ist stark witterungsabhängig und dauert zwei bis fünf Wochen. Die Einträge von Terbutylazin und Metolachlor an mehreren Stellen im Ruhrlängsverlauf (Bild 7.11) deuten auf eine breite Anwendung im Ruhreinzugsgebiet hin. Auf Basis dieser Informationen lassen sich die erhöhten Konzentrationen von Terbutylazin und Metolachlor in der Ruhr auf die Anwendung im Maisanbau zurückführen. Erfreulicherweise unterschritt die 2018 maximal gemessene Konzentration an Terbutylazin mit 0,24 µg/l die geltende UQN von 0,5 µg/l. Bereits in den Vorjahren traten vereinzelt erhöhte Terbutylazinkonzentrationen auf (Bild 7.11). Dass ein deutlicher Anstieg nicht jedes Jahr zu beobachten ist, könnte unter anderem auf die zeitliche Abfolge von Probenahmeterminen der Ruhrlängsuntersuchung, Anwendungszeitpunkt der Pflanzenschutzmittel und nachfolgenden Regenereignissen zurückzuführen sein.

- [7.26] 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
- [7.27] [https://www.bvl.bund.de/DE/04\\_Pflanzenschutzmittel/01\\_Aufgaben/02\\_ZulassungPSM/01\\_ZugelPSM/psm\\_ZugelPSM\\_node.html](https://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/01_Aufgaben/02_ZulassungPSM/01_ZugelPSM/psm_ZugelPSM_node.html)
- [7.28] Schulte, M., Steinheuer, M., Düfer, B., Räder, T.: Was macht(e) Terbutylazin zum Basiswirkstoff der chemischen Unkrautbekämpfung im mitteleuropäischen Maisanbau? Eine Nutzenbetrachtung. 25th German Conference on Weed Biology and Weed Control, Braunschweig, 13-15 März, 2012

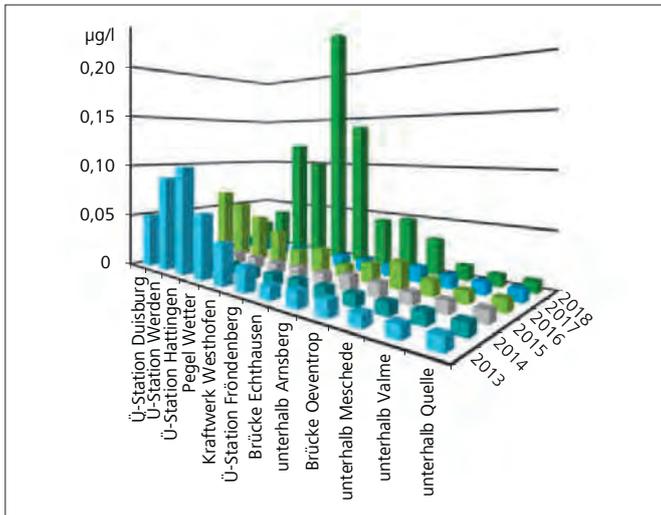


Bild 7.11: Konzentration von Terbutylazine im Ruhrlängsverlauf im Monat Juni der Jahre 2013 bis 2018  
 Fig. 7.11: Concentration of Terbutylazine along the river Ruhr in June 2013 to 2018

Im Juni 2018 erfolgte die Revision der europäischen Watch List [7.22]. Für die Gruppe der PSM ergaben sich keine neu zu überwachenden Substanzen, allerdings wurden für die Gruppe der Neonicotinoide und für Methiocarb die höchstzulässigen Bestimmungsgrenzen abgesenkt. Dementsprechend erfolgte eine Anpassung der im Kooperationslabor verwendeten Methodik.

**Triclosan**

Triclosan wird in Personal Care Produkten, zur Flächen-desinfektion und zur antimikrobiellen Ausrüstung von Textilien verwendet. Als flussgebietspezifischer Schadstoff ist Triclosan Bestandteil der OGewV und besitzt eine JD-UQN von 0,02 µg/l. Dieser Wert leitet sich vom niedrigsten ermittelten NOEC (no observed effect concentration) für Algen unter Einbeziehung eines vorgegebenen Sicherheitsfaktors von 10 ab [7.29]. Wie im Ruhrgütebericht 2015 vermutet, hat sich die Menge an Triclosan in der Ruhr weiter deutlich verringert [7.30]. An der Messstelle Essen-Rellinghausen ließ sich Triclosan zwar in 90 % aller untersuchten Proben nachweisen, die mittlere Konzentration sank im Jahr 2018 allerdings auf 0,003 µg/l, was lediglich ein Fünftel des Wertes aus dem Jahr 2008 ist. Damit werden die JD-UQN sowie die zulässige Höchstkonzentration-UQN (ZHK-UQN) von 0,2 µg/l sicher eingehalten. Dass der abnehmende Trend sich fortsetzt, lassen beispielsweise Pressemitteilungen der BASF erwarten, die einen Produktionsstandort für Triclosan wegen sinkender Nachfrage schließt [7.31].

**Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)**

Die ubiquitär vorkommende, etwa 10.000 Einzelverbindungen umfassende Gruppe der Polyzyklischen Aromatischen Kohlen-

wasserstoffe (PAK) gelangt heutzutage hauptsächlich aus meist privaten Kleinfeuerungsanlagen in die Umwelt. Der Eintrag der PAK, von denen etwa 80 % aus der Atmosphäre stammen, erfolgt überwiegend diffus in die Oberflächengewässer [7.32; 7.33].

Viele PAK sind persistent und bioakkumulierend. Europaweit sind acht PAK mit zum Teil toxischem und krebserregendem Potenzial als prioritär gefährliche Stoffe eingestuft, sieben davon sind mit einer UQN versehen [7.32]. Zusätzlich gilt in Deutschland für Phenanthren eine UQN. Der Ruhrverband bestimmt regelmäßig die sogenannten 16 EPA-PAK, die im Jahr 1977 von der amerikanischen Umweltbehörde, der United States Environmental Protection Agency (US-EPA), als Stellvertretersubstanzen ausgewählt wurden. PAK sind in der gesamten Ruhr nachweisbar. Mit zunehmendem Anteil an gereinigtem Abwasser im Fließverlauf stiegen die Konzentrationen der PAK auch im Jahr 2018 nur leicht an, was ihren überwiegend diffusen Eintrag belegt. Zu den Substanzen mit den höchsten Konzentrationen im Ruhrwasser gehörten Pyren, Phenanthren und Fluoranthren. Letztgenannte Substanz erreichte mit 0,0060 µg/l an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen den höchsten Jahresmittelwert in der Ruhr. Die JD-UQN für Fluoranthren von 0,0063 µg/l wurde für den Berichtszeitraum damit an allen zwölf Probenahmestellen eingehalten. Gleiches gilt für die ZHK-UQN von 0,12 µg/l. Die sehr niedrige JD-UQN in Höhe von 0,00017 µg/l für Benzo[a]pyren wird an einigen Stellen im Fließverlauf der Ruhr nicht eingehalten. Ebenso überschreitet Benzo[g,h,i]perylen zeitgleich mit den höchsten Abflüssen des Jahres 2018 mit einer Konzentration von 0,011 µg/l in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen die ZHK-UQN von 0,0082 µg/l. Wie in den Vorjahren wurden die JD-UQN und ZHK-UQN der anderen PAK eingehalten. Bei Betrachtung der langfristigen Entwicklung der Konzentrationen an PAK in der Ruhr ist nach einer Abnahme in den ersten Jahren des 21. Jahrhunderts eine Stagnation festzustellen, die seit etwa zehn Jahren anhält (Bild 7.12).

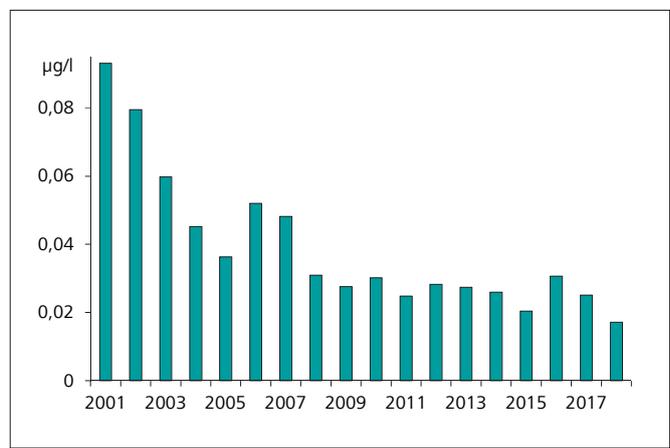


Bild 7.12: Entwicklung der Jahresfracht der PAK in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen  
 Fig. 7.12: Development of annual load of PAH in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen

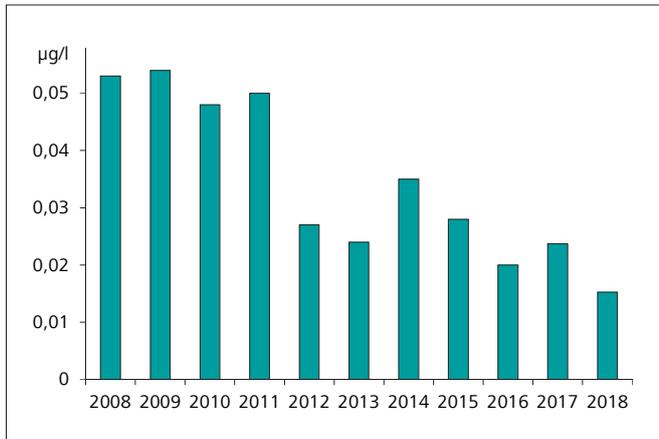


Bild 7.13: Entwicklung der Jahresfracht von Bisphenol A in der Ruhr am Pegel Wetter

Fig. 7.13: Development of annual load of Bisphenol A in the river Ruhr at Pegel Wetter

## Bisphenol A

Bisphenol A (BPA) wird nahezu ausschließlich zur Herstellung von Kunststoffen wie Polycarbonaten und Epoxidharzen verwendet [7.34]. 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 [7.35]. Der Haupteintrag in Oberflächengewässer erfolgt durch Kläranlagen, obwohl es in diesen zu 60 bis 100 % zurückgehalten werden kann [7.36]. Bisphenol A gehört zu den endokrin wirksamen Substanzen, daher trat im Jahr 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 wird beispielsweise ab dem Jahr 2020 verboten sein.

Ab der Probenahmestelle unterhalb Meschede im Bereich der oberen Ruhr war in fast allen Proben ein Befund oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,003 µg/l zu verzeichnen. Wie im Vorjahr wurde am Pegel Wetter bei Fluss-km 80,66 der höchste Jahresmittelwert festgestellt. Mit 0,015 µg/l ist er geringer als im Jahr 2017. Der gesetzlich nicht verbindliche OW von 0,1 µg/l wird sicher eingehalten. In Bild 7.13 sind die jeweiligen Jahresmittelwerte der Probenahmestelle Wetter seit dem Jahr 2008 dargestellt. Erkennbar ist der deutliche Rückgang der Konzentrationen auf weniger als ein Drittel innerhalb von zehn Jahren, der sicherlich auch den oben beschriebenen gesetzlichen Restriktionen zu verdanken ist.

## Benzotriazole

Seit dem Jahr 2010 werden jährlich rund 200 Proben der Ruhr auf Benzotriazole untersucht, deren wichtigsten Verbindungen

das 1H-Benzotriazol und die Tolyltriazole 4-Methyl-1H-Benzotriazol und 5-Methyl-1H-Benzotriazol sind. Die Substanzen werden überwiegend als Korrosionsschutzmittel eingesetzt. Enthalten sind die gut wasserlöslichen und schlecht abbaubaren Verbindungen z. B. in Farben und Lacken, Frostschutz- und Kühlschmierflüssigkeiten sowie in Spülmaschinenreinigern [7.37].

In der Ruhr konnte außer im unmittelbaren Quellbereich bei Fluss-km 217,72 in jeder Probe 1H-Benzotriazol oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l nachgewiesen werden. Ab Fluss-km 142,25 galt dies auch für die beiden Tolyltriazole. Die mittleren Konzentrationen von 1H-Benzotriazol erreichen im Bereich der unteren Ruhr an allen Messstellen einen Wert von knapp über 1 µg/l. Der GOW von 3,0 µg/l wird somit sicher eingehalten. Für die Tolyltriazole ergibt sich ein ähnliches Bild, jedoch auf einem geringeren Konzentrationsniveau. 4-Methyl-1H-Benzotriazol erreicht ein Maximum von 0,26 µg/l und 5-Methyl-1H-Benzotriazol eines von 0,15 µg/l. Die genannten Benzotriazole finden sich in Oberflächengewässern wie Erft, Wupper, Lippe und Rhein in vergleichbaren Konzentrationen wie in der Ruhr [7.10]. Die langfristige Entwicklung der Frachten der drei Stoffe setzt sich, wie bereits im Jahr 2016 berichtet, fort. Während die Frachten der Tolyltriazole weiter tendenziell abnehmen, hält die Stagnation der Fracht von 1H-Benzotriazol seit dem Jahr 2014 an. Alle drei Vertreter gehören nach wie vor zu den Substanzen mit hohen Frachten in der Ruhr (Bild 7.2). Zur Fracht der Ruhr an 1H-Benzotriazol von etwa 1,2 t im Jahr 2018 trug die Lenne etwa zur Hälfte bei. Die Abhängigkeit der Konzentrationen der genannten Substanzen vom Abfluss macht Bild 7.14 deutlich. Aufgetragen sind die Konzentrationen der Substanzen gegen den zugehörigen Abfluss am Pegel Hattingen. Deutlich zu erkennen sind die höheren Konzentrationen bei niedrigeren Abflüssen. Dieser Umstand zeigt den überwiegenden Eintrag der Substanzgruppe in das Gewässer als relativ konstante Fracht über das gereinigte Abwasser. Ein diffuser Anteil ist zu vernachlässigen.

[7.29] LAW A Expertenkreis "Stoffe" Stoffdatenblatt: Triclosan, Stand 17.03.2010

[7.30] Ruhrverband: Organische Mikroverunreinigungen in der Ruhr. In: Ruhr Gütebericht 2015, Essen, S. 62-63

[7.31] <https://www.basf.com/global/de/who-we-are/organization/locations/europe/german-sites/Grenzach/Presse/News-Releases/p-180425.html>

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

[7.33] <https://www.umweltbundesamt.de/dokument/nationale-trendtabellen-fuer-die-deutsche-2>, Zugriff 10. April 2019

[7.34] [www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/dokumente/pm-2018-02\\_bpa.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/dokumente/pm-2018-02_bpa.pdf), Zugriff 08. April 2019

[7.35] 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

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

[7.37] Will, J., Högel, C., Klopp, R.: Vorkommen und Herkunft der Industriechemikalien Benzotriazole und TMDD im Oberflächengewässer und kommunalen Abwasser – Beispiel Ruhr. In: KA Korrespondenz Abwasser, Abfall, 2013, 60 (8), S. 684-690

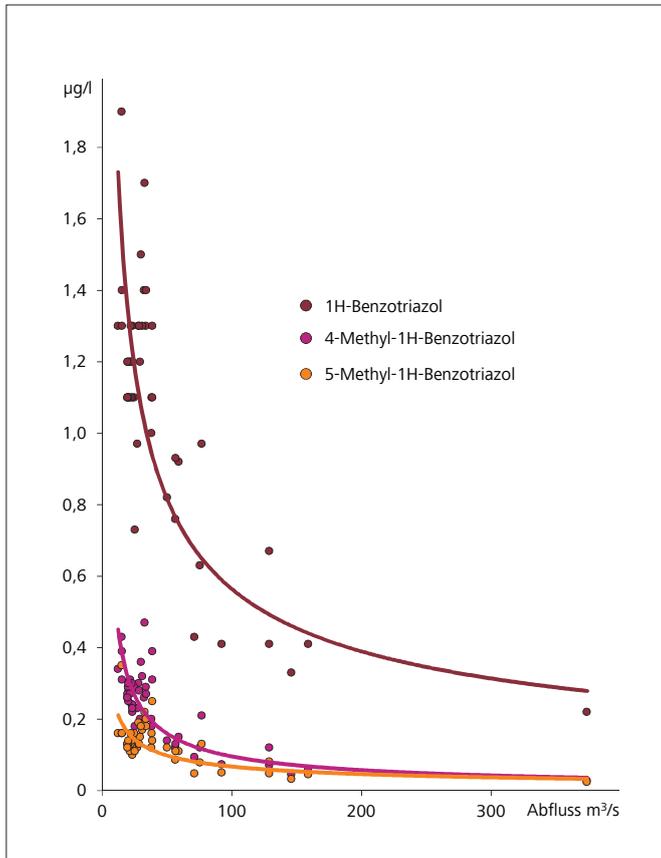


Bild 7.14: Konzentrations-Abfluss-Beziehung ausgewählter Benzotriazole in der Ruhr bei Hattingen

Fig. 7.14: Ratio of concentration and runoff for selected Benzotriazoles in the river Ruhr at Hattingen

## 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 Substituent für organische Lösungsmittel eingesetzt. Unter anderem ist das nicht ionische Tensid Bestandteil von Druckertinten, Farben, Klebstoffen und Zementadditiven.

In der Ruhr war TMDD bereits ab der Probenahmestelle unterhalb Meschede in allen untersuchten Proben oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l nachweisbar. An der im Fließverlauf direkt folgenden Probenahmestelle bei Fluss-km 160,72 erreichte der Jahresmittelwert mit 0,44 µg/l bereits nahezu die maximale mittlere Konzentration von 0,49 µg/l, die wie im Vorjahr bei Fröndenberg im Bereich der mittleren Ruhr bestimmt werden konnte. Dieser Konzentrationsverlauf im Fließweg ist ein recht klarer Hinweis auf die Herkunft der Substanz, die nicht aus häuslichen Abwässern stammt, sondern zu knapp 90 % gewerblich-industrieller Herkunft ist [7.37]. Quellen für das TMDD, das in Kläranlagen eher schlecht zu-

rückgehalten wird, sind im Raum Arnsberg ansässige indirekt einleitende Industriebetriebe. An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen ist gegenüber dem Vorjahr eine deutliche Abnahme der mittleren Konzentration zu beobachten. Der mit jeweils rund 50 Untersuchungen pro Jahr bestimmte Jahresmittelwert halbierte sich im Jahr 2018 im Vergleich zum Vorjahr und betrug 0,34 µg/l. Höhere Konzentrationen bis zum Maximalwert von 0,60 µg/l waren hier in den abflussarmen Monaten Oktober und November 2018 zu beobachten. Die berechnete Fracht an der genannten Probenahmestelle sank von 0,94 t/a im Jahr 2016 auf 0,36 t/a im Jahr 2018. In etwa die Hälfte dieser Menge stammt aus dem Eintrag der Lenne. TMDD gehört damit immer noch zu den Stoffen mit hohen Frachten und Konzentrationen in der Ruhr (Bild 7.2). Die Substanz kann auch in mehreren anderen Flüssen in Nordrhein-Westfalen wie der Wupper, der Sieg und dem Rhein in vergleichbaren Konzentrationen nachgewiesen werden [7.10]. TMDD ist erst in höheren mg/l-Konzentrationen schädlich für im Wasser lebende Tiere, wie Studien u. a. mit Daphnien und Fischen belegen [7.38].

## Moschus-Duftstoffe

Duftstoffe finden sich in vielen Alltagsprodukten wie Reinigungs- und Waschmitteln sowie Personal Care Produkten. Vertreter dieser Substanzgruppe sind Nitro- und Polycyclische Moschus-Duftstoffe. Während die Nitro-Moschus-Verbindungen u. a. aus toxikologischen Gründen mittlerweile keine Verwendung mehr finden, werden die Polycyclischen Moschus-Duftstoffe, von denen **Galaxolide (HHCB)** und **Tonalide (AHTN)** einen Anteil von 95 % ausmachen, nach wie vor in großen Mengen eingesetzt [7.39, 7.40]. Die lipophilen und schwer abbaubaren Duftstoffe gelangen über das gereinigte kommunale Abwasser ins Oberflächenwasser, wobei sie im Allgemeinen zu etwa 80 bis 90 % durch Sorption mit dem Klärschlamm aus dem Abwasser entfernt werden [7.41].

Polycyclische Moschus-Duftstoffe werden vom Labor des Ruhrverbands seit Mitte der 1990er Jahre analysiert [7.42]. Der maximale Jahresmittelwert von HHCB, ermittelt an der Probenahmestelle Kraftwerk Westhofen, betrug 0,059 µg/l. AHTN erreichte die maximale Konzentration von 0,009 µg/l im Bereich der unteren Ruhr. Die OW von 3,5 µg/l für Tonalide und 7 µg/l für Galaxolide werden sicher unterschritten. Die Gehalte sind vergleichbar mit Werten, die zu Beginn des 21. Jahrhunderts in der Ruhr gemessen wurden.

## Flammschutzmittel und Weichmacher

Flammschutzmittel und Weichmacher finden heutzutage in sehr vielen Produkten Verwendung. Neben den positiven Eigenschaften zeigten sich auch bei diesen Substanzen viele negative Auswirkungen auf die Umwelt, weshalb im Laufe der Zeit immer neue Ersatzstoffe entwickelt wurden und werden. Daher sind dem Bereich der Flammschutzmittel und Weichmacher heutzutage eine Vielzahl von Substanzen aus unterschiedlichen Stoffgruppen zuzuordnen.

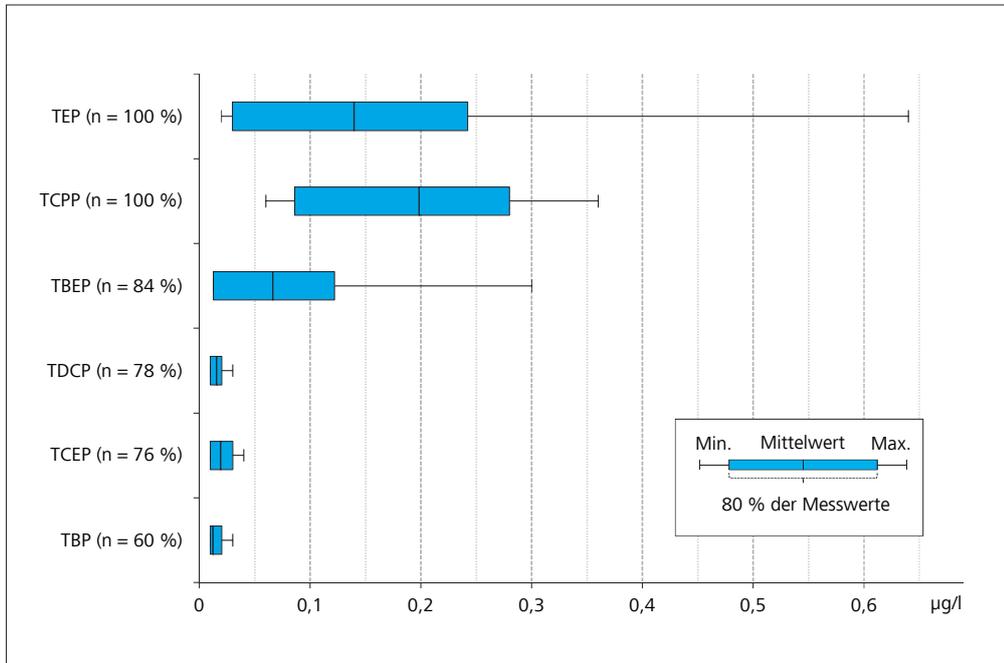


Bild 7.15: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Phosphororganischer Flammschutzmittel in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde)  
 Fig. 7.15: Means, minimum and maximum concentrations of selected phosphorus organic flame retardants in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings)

Aus der Gruppe der **Polychlorierten Biphenyle (PCB)** werden im Kooperationslabor die sechs Hauptvertreter PCB 28, 52, 101, 138, 153 und 180 analysiert. Für diese gilt die JD-UQN von 0,0005 µg/l je Einzelsubstanz gemäß Anlage 6 der OGewV. Wie in den Vorjahren wurden im Jahr 2018 keine Befunde oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,001 µg/l detektiert.

Substanzen aus der Gruppe der **Organophosphate** wurden als Ersatz für die seit 1989 verbotenen PCB entwickelt. Auch bei Verbindungen dieser Gruppe deuten sich schädliche Eigenschaften an. So wurde in Studien durch die Europäische Chemikalienagentur (ECHA) im Jahr 2018 ein Risiko für Kinder durch die Exposition gegenüber Tris(2-chlorethyl)-phosphat (TCEP), Tris(2-chlorisopropyl)phosphat (TCCP) und Tris(1,3-dichlorisopropyl)phosphat (TDCP) ermittelt. Deshalb ist derzeit eine Einschränkung der Verwendung dieser Substanzen in Vorbereitung [7.43].

In der Ruhr werden insgesamt neun Verbindungen aus der Gruppe der Organophosphate routinemäßig in den Ruhrlängsuntersuchungen sowie den wöchentlichen Stichproben der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen analysiert. Dabei wurden sechs Verbindungen regelmäßig oberhalb ihrer jeweiligen Bestimmungsgrenze detektiert (Bild 7.15). TCCP, Triethylphosphat (TEP) und Tris(2-butoxyethyl)phosphat (TBEP) gehören zu den Stoffen mit hohen Frachten in der Ruhr (Bild 7.2). Der GOW von 1,0 µg/l für TCCP wird sicher eingehalten.

Aus der Gruppe der **Phthalate**, die hauptsächlich als Weichmacher in Kunststoffen Verwendung finden, werden in der Ruhr routinemäßig zehn Verbindungen überwacht. Dabei wurden im Jahr 2018 zumeist Werte unterhalb und nur verein-

zelt Werte knapp oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/l gefunden. Die bestehende JD-UQN von 1,3 µg/l für Bis(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP) wurde sicher eingehalten.

### Perfluorierte Tenside (PFT)

Zusammen mit der Gruppe der Perfluorierten Tenside (PFT) werden im Kooperationslabor auch einige als Ersatzstoffe eingesetzte Polyfluorierte Tenside untersucht. Verwendung finden die Substanzen z. B. in der Galvanikindustrie aber auch in Alltagsprodukten, wie wasserabweisender Kleidung.

- [7.38] 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
- [7.39] Lange, C., Kuch, B., Metzger, J. W.: Occurrence and fate of synthetic musk fragrances in a small German river. In: *Journal of Hazardous Materials*, 2015, 282, S. 34-40
- [7.40] Frister, T., Beutel, S.: Moschusduft und Patchouliöl. In: *Chemie in unserer Zeit*, 2015, 49, S. 294-301
- [7.41] Luo, Y., Guo, W., Ngo, H., H., Nghiem, L., D., Hai, F., I., Zhang, J., Liang, S., Wang, X., C.: A review on the occurrence of micropollutants in the aquatic environment and their fate and removal during wastewater treatment. In: *Science of the Total Environment*, 2014, 473-474, S. 619-641
- [7.42] Eschke, H.-D., Traud, J., Dibowski, H.-J.: Untersuchungen zum Vorkommen polycyclischer Moschus-Duftstoffe in verschiedenen Umweltkompartimenten. In: *Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung*, 1994, 6, S. 183-189
- [7.43] <https://echa.europa.eu/de/registry-of-restriction-intentions/-/dislist/details/0b0236e1829a30b8>, Zugriff 01.04.2019

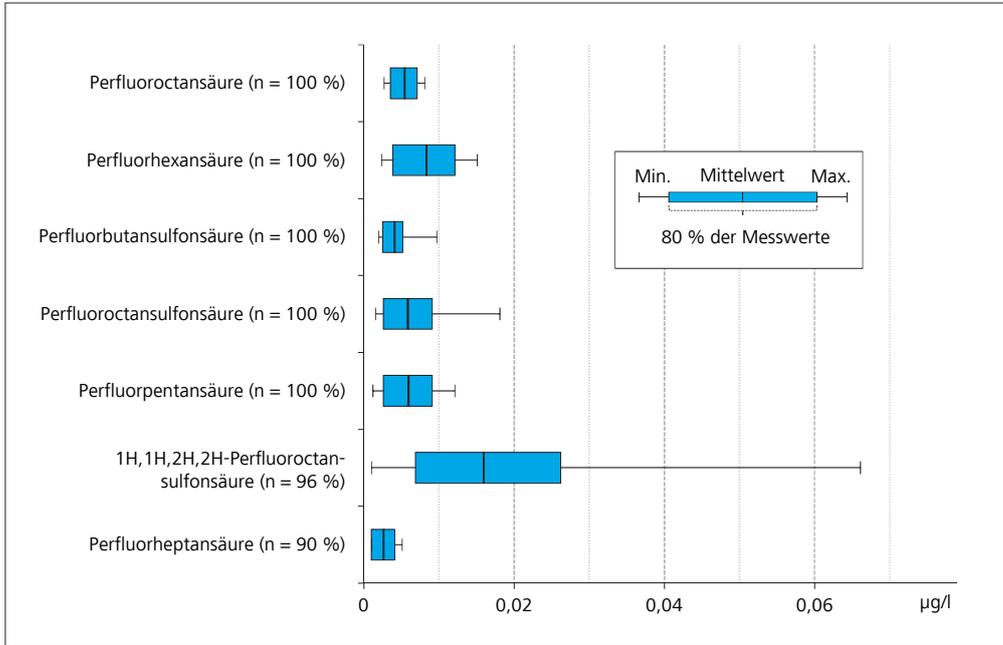


Bild 7.16: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Per- und Polyfluorierter Tenside in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde)

Fig. 7.16: Means, minimum and maximum concentrations of per- and polyfluorinated compounds in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings)

Wie in den letzten Jahren wurden in der Ruhr sieben Substanzen regelmäßig nachgewiesen (Bild 7.16). Die bestehenden UQN, Trinkwasserleit- bzw. GOW-Werte werden dabei bis auf die mit 0,65 ng/l sehr niedrige JD-UQN für Perfluoroctansulfonsäure (PFOS) sicher eingehalten. Im Ruhrlängsverlauf zeigte die Konzentration der als Ersatzstoff eingesetzten

1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonsäure (H4PFOS) wie in den letzten Jahren einen deutlichen Anstieg nach dem Zufluss der Lenne (Bild 7.17). Dieser ist vor allem auf gewerblich bedingte Einträge in die Kläranlagen Rahmedetal, Werdohl und Lenne-stadt-Grevenbrück im Lenneinzugsgebiet zurückzuführen. Werden die Zusammensetzung und die Menge der Kläranlagenemissionen betrachtet, ist zu erkennen, dass sich diese in den letzten Jahren deutlich verändert haben. So betrug im Jahr 2007 die Ablauffracht an PFOS der beiden Kläranlagen Werdohl und Rahmedetal in Summe 140 g/d. Im Jahr 2014 fiel der Wert auf 5,5 g/d, 2018 betrug er nur noch 1,3 g/d. Zeitgleich wurde im Jahr 2014 eine Ablauffracht an H4PFOS von 39 g/d beobachtet, welche im Jahr 2018 auf 49 g/d weiter anstieg. Diese Veränderung zeigt zum einen die Substitution von PFOS durch das polyfluorierte H4PFOS in der Industrie und zum anderen einen Rückgang der Emissionen von Per- und Polyfluorierten Substanzen insgesamt.

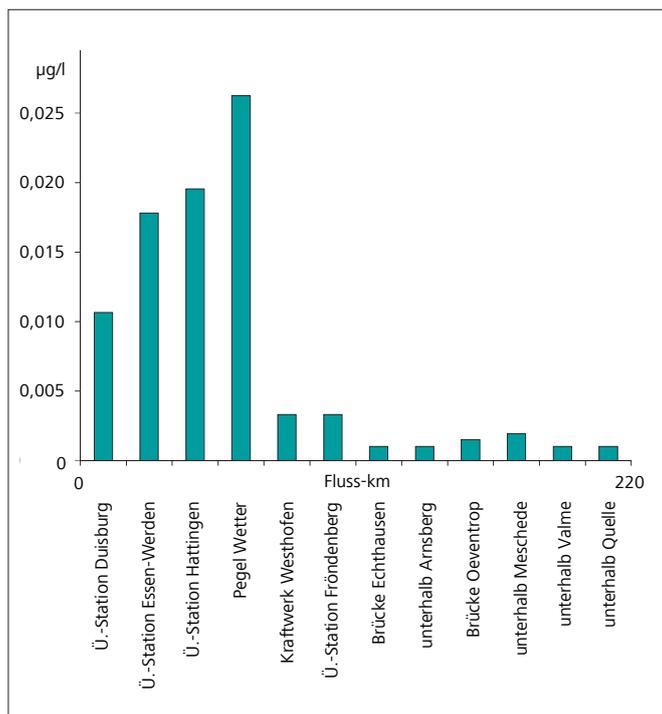


Bild 7.17: Mittlere Konzentration von H4PFOS im Ruhrlängsverlauf  
Fig. 7.17: Mean concentrations of H4PFOS along the river Ruhr

### Zusammenfassung

Neben den zwölf regulären Ruhrlängsuntersuchungen mit ebenso vielen Probenahmestellen im Fließverlauf der Ruhr wurden wöchentlich Untersuchungen an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen durchgeführt. Sämtliche Proben wurden auf mehr als 430 organische Substanzen untersucht, deren Auswahl sich u. a. an der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) und der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) orientiert (Tabelle 7.1). Neben den darin enthaltenen Umweltqualitätsnormen (UQN), werden auch gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) und Orientierungswerte (OW) als zusätzliche für Gewässer nicht gesetzlich verbindliche Qualitätskriterien herangezogen (siehe Kapitel 2). Für die Mehrzahl der Arzneimittel und Diagnostika sowie deren Metabolite werden die Grenzwerte eingehalten (Tabelle 7.2). Eine

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

der Ausnahmen war das Schmerz- und Rheumamittel Diclofenac, dessen GOW, aber nicht dessen OW eingehalten wurde. Die künstlichen Süßstoffe Cyclamat, Saccharin, Sucralose und Acesulfam sowie die Komplexbildner EDTA und MGDA konnten wie in den Vorjahren regelmäßig in der Ruhr nachgewiesen werden. Von den im Untersuchungsprogramm enthaltenen PSM wurden nur sieben mehr als dreimal in den Proben der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen detektiert. Dazu gehörten Terbutylazin und Metolachlor, welche als Herbizide im Maisanbau Anwendung finden. Der antimikrobielle Wirkstoff Triclosan konnte zwar in 90 % der untersuchten Proben an der Messstelle Essen-Rellinghausen nachgewiesen werden, die zulässige Höchstkonzentration-UQN (ZHK-UQN) von 0,2 µg/l wurde jedoch sicher eingehalten. 1H-Benzotriazol, ein Korrosionsschutzmittel, unterschritt den GOW. Die überwiegend diffus eingetragenen PAK, deren Konzentrationen zum Teil die UQN überschreiten, wurden in der gesamten Ruhr detektiert. Neben den bereits erwähnten Substanzen und Substanzgruppen wurden z. B. die Industriechemikalien Bisphenol A und TMDD sowie die Moschus-Duftstoffe, die PFT, die Flammenschutzmittel und die Weichmacher untersucht. Zu den beiden letztgenannten Gruppen gehören Organophosphate und Phthalate, für die zwar zum Teil Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze, jedoch unterhalb der UQN bestimmt wurden (Tabelle 7.2).

Stoffname	JD - UQN µg/l	JD - Ruhr µg/l	ZHK - UQN µg/l	HK - Ruhr µg/l	GOW µg/l	JD - Ruhr µg/l	OW µg/l	JD - Ruhr µg/l
1,2-Dichlorethan	10	< 0,1						
1-Chlor-2-nitrobenzol	10	< 0,02						
1-Chlor-4-nitrobenzol	30	< 0,02						
1H-Benzotriazol					3	1,1		
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				
Amidotrioxoesäure					1	0,33		
Anilin	0,8	< 0,01						
Anthracen	0,1	< 0,001	0,1	0,002				
Azithromycin					0,3	0,02		
Benzo[a]pyren	0,00017	0,002	0,27	0,015				
Benzo[b]fluoranthen			0,017	0,016				
Benzo[g,h,i]perylen			0,0082	0,011				
Benzo[k]fluoranthen			0,017	0,008				
Benzol	10	< 0,1	50	< 0,1				
Bifenox	0,012	< 0,01	0,04	< 0,01				
Bromacil	0,6	< 0,01						
Bromoxynil	0,5	< 0,01						
Candesartan					0,3	0,20		
Carbamazepin					0,3	0,087	0,5	0,087
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						
Clarithromycin							0,1	0,03
DEHP	1,3	< 0,1						
Dichlormethan	20	< 0,1						
Diclofenac					0,3	0,11	0,05	0,11
Diuron	0,2	< 0,01	1,8	0,01				
EDTA							240	3,3
Erythromycin							0,2	0,01
Flufenacet	0,04	< 0,025	0,2	< 0,025	1	< 0,025		
Fluoranthen	0,0063	0,0060	0,12	0,027				
Gabapentin					1	0,63		
Galaxolid							7	0,045
g-PFOS	0,00065	0,006	36	0,018				
H4PFOS					0,1	0,016		
Hexachlorbenzol			0,05	< 0,001				
Hexachlorbutadien			0,6	< 0,1				
Ibuprofen					1	0,012	0,01	0,012
Iopamidol					1	0,21		
Isoproturon	0,3	< 0,01	1	< 0,01				
MCPA	2	0,003						
Mecoprop	0,1	0,006						
Metazachlor	0,4	< 0,01						
Metformin					1	0,47		
Metolachlor	0,2	0,01						
Metoprolol							7,3	0,19
Naphthalin	2	< 0,005	130	0,008				
Nitrobenzol	0,1	< 0,01						
NTA							80	< 0,5
Oxipurinol					0,3	1,8		
Pentachlorphenol	0,4	< 0,1	1	< 0,1				
Phenanthren	0,5	0,0043						
Propiconazol	1	< 0,01						
Sulfamethoxazol							0,6	0,06
TCPP					1	0,2		
Terbutryn	0,065	< 0,01	0,34	0,013				
Terbutylazin	0,5	< 0,01						
Tetrachlorethen	10	< 0,1						
Tetrachlorkohlenstoff	12	< 0,1						
Tonalide							3,5	0,009
Trichlorbenzole	0,4	< 0,3						
Trichlorethylen	10	< 0,1						
Trichlormethan	2,5	< 0,1						
Triclosan	0,02	0,0028	0,2	0,007				
Valsartansäure					0,3	0,46		

= UQN eingehalten  
 = UQN, GOW bzw. OW nicht eingehalten

## 8 Das Trockenjahr 2018 – Überwachung der Wasserqualität und Gewässergüte im Ruhreinzugsgebiet

### Wasserwirtschaftliche Verhältnisse

Von Februar bis November 2018 trat im Verbandsgebiet eine Trockenheit auf, wie sie bisher in ähnlicher Größenordnung nur im extremen Trockenjahr 1959 zu beobachten war. Im Ruhreinzugsgebiet fielen in diesem Zeitraum mit durchschnittlich 46 mm/Monat nur 54 % der mittleren langjährigen Niederschlagsmenge. Diese Trockenheit und die außergewöhnliche sommerliche Hitzeperiode führten zu einer besonderen Beanspruchung des Talsperrensystems im Ruhreinzugsgebiet. Vom 1. Mai bis 1. Dezember 2018 kam es zu einem kontinuierlichen Abstau der Ruhrverbandstalsperren von in Summe 236 Mio. m<sup>3</sup>. Dies entspricht einer mittleren Abgabe von 12,8 m<sup>3</sup>/s. Die Anzahl der zuschusspflichtigen Tage war für diesen Zeitraum sowohl in Hattingen als auch für die Mündung die größte, in Villigst die zweitgrößte seit Einführung des Ruhrverbandsgesetzes (RuhrVG) im Jahr 1990.

Anfang Oktober 2018 war das Talsperrensystem nur noch etwas mehr als zur Hälfte gefüllt (Bild 8.1 und 8.2). Um bei weiter anhaltender Trockenheit den in den Talsperren zur Verfügung stehenden Wasservorrat länger bewirtschaften zu

können, stellte der Ruhrverband am 11. Oktober 2018 bei den Aufsichtsbehörden Anträge auf Absenkung der im RuhrVG und im Plangenehmigungsbescheid der Hennetalsperre festgelegten Grenzwerte zur Mindestwasserführung in der Ruhr. Beiden Anträgen wurde stattgegeben, so dass widerruflich die Grenzwerte in Villigst um 2 m<sup>3</sup>/s, an der unteren Ruhr um 4 m<sup>3</sup>/s und in Oeventrop um 1 m<sup>3</sup>/s reduziert wurden. Da die Trockenheit sich im November unvermindert fortsetzte, ließ das Umweltministerium nach neuerlicher Antragsstellung des Ruhrverbands für den Pegel Villigst eine weitere stufenweise Reduzierung um letztendlich nochmals 1,5 m<sup>3</sup>/s auf dann 5,0 m<sup>3</sup>/s als 5-Tagesmittelwert und 4,0 m<sup>3</sup>/s als Tagesmittelwert zu. Durch die Reduzierung der gesetzlich vorgegebenen Mindestwasserführung konnte der Rückgang der Füllstände in den Talsperren ab Anfang November nachhaltig gebremst werden. Äußerst günstige Niederschlagsverhältnisse von Anfang Dezember 2018 bis Ende Januar 2019 beendeten die Trockenheit und sorgten nicht nur für einen Anstieg des natürlichen Abflusses in der Ruhr und ihren Nebengewässern. Durch die erhöhten Zuflüsse in Verbindung mit den reduzierten Abgaben stiegen nun auch die Talsperrenfüllstände wieder deutlich an. Für die Trinkwassergewinnung aus der Ruhr stand jederzeit Wasser in ausreichender Menge und Qualität zur Verfügung, so dass es zu keinerlei Einschränkungen bei der Trinkwasserversorgung kam. Während der gesamten Zeit der Grenzwertreduzierungen fanden regelmäßige Treffen des Ruhrverbands mit den Aufsichtsbehörden zur Beurteilung der wasserwirtschaftlichen Situation sowie ein intensives Monitoring der Gewässergüte der Ruhr durch den Ruhrverband



Bild 8.1: Abgesenkte Möhnetalsperre – Uferbereich bei Delecke  
Fig. 8.1: Möhne Reservoir with lowered water level – bank area at Delecke



Bild 8.2: Abgesenkte Möhnetalsperre – Pegellatte an der Mauer  
Fig. 8.2: Möhne Reservoir with lowered water level – graduated rod at the dam

statt. Darauf aufbauend wird der Ruhrverband im Jahr 2019 in Zusammenarbeit mit den Aufsichtsbehörden und der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr ein Konzept für das Niedrigwassermanagement der Ruhr erarbeiten, das sowohl wassermengen- als auch wassergütemwirtschaftliche Aspekte betrachtet und eine konkrete Vorgehensweise für zukünftige Niedrigwasserperioden festlegt.

### Intensivierung des Gewässermonitorings der Ruhr

Die Absenkung der Mindestabflüsse im Gewässerabschnitt zwischen Hattingen und der Mündung sowie an den Ruhrpegeln Villigst und Oeventrop, die im Rahmen der Sicherung der Wasservorräte des Ruhrtalsperrensystems ab Ende Oktober bzw. Anfang November zugelassen wurde, war mit einem begleitenden Monitoringprogramm an der Ruhr verbunden. Ab dem 1. November 2018 wurde an sechs Messstellen, die der Ruhrverband routinemäßig bei der monatlichen Ruhrlängsuntersuchung beprobt (Bild 3.6), das Probenahmeintervall auf einen vierzehntägigen Rhythmus intensiviert. Die Auswahl der Messstellen erfolgte mit Blick auf güte- und mengenwirtschaftliche Aspekte. Dazu wurde eine räumlich möglichst gleichmäßige Verteilung unter Berücksichtigung der im Ruhrverlauf zufließenden Nebengewässer und vorhandenen Punktquellen aus Kläranlageneinleitungen angestrebt. Für das intensiviert Monitoring wurden folgende Untersuchungspunkte in der Ruhr festgelegt:

- *Ruhr unterhalb Meschede (Ruhr-km 175,32)*  
Einfluss einer reduzierten Abgabe aus der Möhnetalsperre auf die Ruhr unterhalb der Kläranlage Bestwig-Velmede.
- *Ruhr unterhalb Arnsberg (Ruhr-km 142,25)*  
Feststellung der integrierten Veränderungen auf dem Fließweg der Ruhr durch die Einleitungen aus den beiden größte-

ren Kläranlagen Arnsberg und Arnsberg-Wildhausen vor dem Zulauf der Röhre einschließlich des stützenden Abflusses aus der Sorpetalsperre.

- *Ruhr, Überwachungsstation Fröndenberg, unterhalb Hönnemündung (Ruhr-km 113,78)*  
Bestimmung der Wasserqualität und möglicher Veränderungen durch die nach der letzten Messstelle zufließenden Gewässer Röhre einschließlich des stützenden Abflusses aus der Sorpetalsperre, Möhne einschließlich des stützenden Abflusses aus der Möhnetalsperre und Höhne sowie die punktuellen Einträge aus den größeren Kläranlagen Arnsberg-Neheim und Mendon.
- *Ruhr, Pegel Wetter (Ruhr-km 80,66)*  
Erste Probenahmestelle nach Zulauf von Lenne, dem größten Nebenfluss der Ruhr, und Volme. Hier können alle möglichen Auswirkungen durch die talsperrenbeeinflussten Abflüsse festgestellt werden.
- *Ruhr, Überwachungsstation Hattingen (Ruhr-km 56,70)*  
Erkenntnisse über einen möglichen Einfluss auf die Wasserqualität der Ruhr durch die über den Ölbach eingetragenen Sumpfungswässer aus dem Bergbau mit ihren erhöhten Salzfrachten.
- *Ruhr, Überwachungsstation Duisburg (Ruhr-km 2,65)*  
Gesamtbild der Auswirkungen aller abflussrelevanten Maßnahmen vor Einmündung der Ruhr in den Rhein.

Zur Darlegung der qualitativen Verhältnisse in der Ruhr oberhalb des abflussstützenden Zuflusses der Henne dienten die Ergebnisse der standardmäßigen Erhebungen aus der Ruhrlängsuntersuchung an den Messstellen „unterhalb Quelle“ und „unterhalb Valme“.

Im Zuge des ergänzenden vierzehntägigen Monitorings lag der Untersuchungsfokus der an diesen sechs Messstellen entnommenen Proben insbesondere auf den **allgemeinen Parametern** (Wassertemperatur, Sauerstoff, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Trübung, Abfiltrierbare Stoffe, Bor), den **Summenparametern für die organische Belastung** (CSB, BSB<sub>5</sub>, TOC, DOC), den **Nährstoffen** (Ammonium-N, Nitrat-N, Nitrit-N, organisch-N, Gesamt-Phosphor, ortho-Phosphat-Phosphor) sowie den **Anionen** (Chlorid, Sulfat). Darüber hinaus wurden **Schwermetalle** (Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Zink), **PAK** (Benzo[a]pyren, Benzo[ghi]perylen, Indenol[1,2,3-cd]pyren), **perfluorierte Tenside** (PFOS), **Pflanzenschutzmittel** (Metolachlor, Terbutylazin, Terbutryn, Triclosan), **Arzneimittelwirkstoffe / Diagnostika** (Carbamazepin, Diclofenac, Metoprolol, Sulfamethoxazol, Valsartan, Metformin, Gabapentin, Clarithromycin, Amidotrizoesäure, Iomeprol, Iopamidol) sowie **Komplexbildner** (EDTA, DTPA, MGDA) betrachtet.

Dieses intensiviert Messprogramm hat der Ruhrverband bis zum 31. März 2019 aufrechterhalten, dem Endpunkt der erteilten Genehmigung zur Reduzierung der Grenzwerte an den Gewässerpegeln Hattingen, Villigst und Oeventrop. Die Ergebnisse der innerhalb dieses Zeitraums analysierten Parameter wurden tabellarisch zusammengefasst und sukzessive statistisch aufbereitet. Gemeinsam mit einem kurzen Bericht zur

Bewertung des jeweils aktuellen Zustands erfolgte alle zwei Wochen eine Übermittlung dieser Ergebnisse an das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz. Die jeweiligen Einzelwerte der Beprobungen des Jahres 2018 wurden in den Auswertungen zur physikalisch-chemischen Überwachung der Ruhr (Kapitel 3) sowie der Organischen Spurenstoffe in der Ruhr (Kapitel 7) und deren Bewertung berücksichtigt und werden daher an dieser Stelle nicht explizit dargestellt.

Ökologisch kritische Bedingungen für das Makrozoobenthos und die Fische, die ggf. die Bewertung des ökologischen Zustands oder des ökologischen Potenzials nach EG-WRRL verschlechtern, waren im Trockenjahr 2018 vor allem in den kleinen Zuflüssen zur Ruhr denkbar. Dies gilt in besonderem Maße für Gewässer mit normalerweise dauerhafter Wasserführung, die in den Sommermonaten 2018 erstmalig trockengefallen sind. Hier ist zu beachten, dass diese Gewässer im Rahmen des routinemäßigen Monitorings jeweils im Frühjahr untersucht werden, d. h. die biologischen Untersuchungsergebnisse aus diesem Zeitraum (vgl. Kapitel 4) sind noch nicht durch die warme Trockenphase im Jahr 2018 beeinflusst. Erst die Untersuchungsergebnisse in den Folgejahren werden zeigen, ob die besondere klimatische Situation zu längerfristigen Veränderungen in den Biozönosestrukturen geführt hat. Für große Flüsse wie die Ruhr ist der methodisch vorgegebene Untersuchungszeitraum der Sommer, in dem die Mindestwasserführung der Ruhr noch nicht reduziert war. Zudem ist zu beachten, dass das durch die OGewV gesetzlich vorgegebene Intervall für die Makrozoobenthosuntersuchungen nicht jährlich beträgt, sondern einem Dreijahresintervall unterliegt. Mögliche Effekte des warmen Trockenjahres und des reduzierten Abflusses können also meist erst in den Folgejahren erkannt werden.



Bild 8.3: Messboje mit Einrichtungen zur Stromversorgung und Messwerterfassung vor der Staumauer der Möhnetalsperre  
Fig. 8.3: Detection buoy with electricity supply and measuring equipment in front of the Möhne Reservoir dam

Allerdings führt der Ruhrverband regelmäßige Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons in der Unteren Ruhr durch. Ein Vergleich mit den Vorjahren zeigte für das Jahr 2018 keine erkennbaren Veränderungen in der Planktonstruktur, die durch das Trockenjahr und die ab Oktober 2018 reduzierte Wasserabgabe zu erklären ist (Kapitel 5). Nur das erstmalige Auftreten zweier wärmeliebender und salztoleranter Arten des Phyto- und Zooplanktons kann möglicherweise als Auswirkung des Trockenjahres interpretiert werden. Da beide Arten aber bereits im Sommer, also vor der Reduzierung der Mindestwasserführung, nachgewiesen wurden, ist deren Auftreten vor allem durch die klimatische Situation und nicht durch die angepasste Mengenbewirtschaftung der Ruhr erklärbar.

### Grundlagen und Konzept eines intensivierten Monitorings der Talsperren bei sinkenden Stauinhalten in andauernden Trockenzeiten

Bereits im Verlauf des Jahres 2017 hatte sich der Ruhrverband mit der Frage auseinandergesetzt, ab welchem Füllstand der einzelnen Talsperren aus ökologischer Sicht eine deutliche Beeinträchtigung vor allem der Fischfauna in diesen Wasserkörpern zu erwarten sein dürfte. Dieser ist bei allen fünf größeren Talsperren von Bigge, Möhne, Sorpe, Henne und Ennepe unterschiedlich, bewegt sich im Mittel aber um einen Wert von 25 %. Daher sollte ein Absinken der Füllstände unter diesen Prozentsatz nach Möglichkeit vermieden werden. Diese Ermittlung ökologischer Mindeststauinhalte erfolgte vorrangig mit Blick auf die ungünstigen limnischen Rahmenbedingungen im Sommer mit erhöhten physikalisch-chemischen Prozessen (thermische Schichtung, epilimnische Zirkulation, Sauerstoffzehrung), biologischen Aktivitäten (Photosynthese, Respiration, Mineralisierung) von Phyto- und Zooplankton, Fischen und Mikroorganismen. Darüber hinaus werden damit auch nachteilige Folgen für die Rohwasserqualität zur Trinkwassergewinnung aus Talsperrenwasser vermieden.

Üblicherweise erfolgt im Laufe des Sommerhalbjahrs witterungsbedingt eine Abnahme des Talsperrenvolumens, so dass die Tiefststände in der Regel erst zum Ende des Jahres in den Wintermonaten eintreten. Zu dieser Zeit sind aber auch bei niedrigen Füllständen negative ökologische Folgen nicht zu erwarten, da der Wasserkörper kühl und thermisch ungeschichtet ist, biologische Aktivitäten im Nahrungsnetz in deutlich geringerem Maße stattfinden, und die Auswirkungen auf die physikalisch-chemischen Verhältnisse wie z. B. auf den Sauerstoffhaushalt (sehr) gering sind. Die chemisch-physikalische Überwachung der Talsperren erfolgt in den Wintermonaten zweimal sowohl an der Wasseroberfläche als auch im Auslauf.

Um im Sommerhalbjahr, in dem komplexe biologische Aktivitäten zwischen und innerhalb der einzelnen trophischen Ebenen stattfinden, ökologische Folgen zu vermeiden, ist in dieser Zeit ein Abstau unterhalb des jeweiligen Mindeststauinhalts kritischer zu bewerten. Hinzu kommt, dass sich durch eine Verminderung des Hypolimnionvolumens die kälteliebenden Fische an der tiefsten Stelle der Talsperre konzentrieren, also in

der Nähe von oder vor den Grundablässen bzw. Kraftwerksleitungen. Hier besteht die Gefahr, dass diese bei sich ändernden Abgaben aus der Talsperre mitgerissen und geschädigt werden.

Für die Wasser- und Gewässerqualität kann es zu einer erheblichen Beeinträchtigung führen, wenn sich während der Vegetationsperiode die thermische Schichtung aufgrund abnehmender Wassertiefen auflösen sollte. Die Folgen wären u. a. eine Erwärmung des gesamten Wasserkörpers, kurzgeschlossene Nährstoffkreisläufe, zunehmende Algenentwicklungen, schlechtere Lebensraumqualität für Fische (Nahrungsverfügbarkeit, Stress, Infektionen, Verlust an Laich- und Jungfischhabitaten), hoher Prädationsdruck durch fischfressende Vögel (z. B. Kormorane), aber auch u. U. abnehmende Sauerstoffkonzentrationen über die gesamte Wassersäule. Damit derartige Verhältnisse sich möglichst nicht einstellen, wurden auf Grundlage von Talsperrenform und -tiefe sowie der Trophie und des Fischbestands für die einzelnen Talsperren ökologisch vertretbare Mindestvolumina in der Vegetationsperiode festgelegt. Diese betragen zwischen 15 und 26 % des jeweiligen Gesamtstauinhalts. In diesem Szenario bzw. den ökologischen Folgen konnte nicht berücksichtigt werden, wie sich durch die Auswirkungen geringer Stauinhalte ggf. „nur“ geschwächte Fische in dem folgenden Zeitraum verhalten. Wenn z. B. diese weiteren Stress durch die kalten Wintermonate erfahren, ist dann im Frühjahr während der Laichzeit, der stressreichsten Zeit im Jahr, die Gefahr von Erkrankungen durch Infektionen mit Viren, Bakterien und Pilzen sehr hoch wenn nicht sogar unvermeidbar. Hier wäre die Niedrigwassersituation eine von mehreren stressauslösenden Faktoren.

Bei den jetzigen Vorgaben zur Einhaltung von Mindestabflüssen in der Ruhr an den festgelegten Querschnitten Villigst und Hattingen werden die Talsperren der Nordgruppe hinsichtlich ihrer Zuschusspflicht bei Niedrigwasser stärker belastet als die Talsperren der Südgruppe. Das bedeutet, dass die Henne-, Sorpe- und Möhnetalsperre durch die gesetzliche Abflussvorgabe am Pegel Villigst hinsichtlich der Möglichkeit kritischer limnischer Verhältnisse früher in den Fokus rücken. Die begleitenden Untersuchungen z. B. an der Möhnetalsperre im Herbst 2018, als der Stauinhalt bis auf 33 % zurückgegangen war, zeigten allerdings weder beim Sauerstoff noch den weiteren physikalisch-chemischen Parametern Auffälligkeiten (vgl. Kapitel 6).

Das Phänomen der Ausbildung eines metalimnischen Sauerstoffdefizits, wie es an der Bigge-, Henne- und Möhnetalsperre regelmäßig auftritt, würde sich bei sinkenden Stauinhalten im Sommer wahrscheinlich deutlich verstärken. Mit der ab einem bestimmten Zeitpunkt erforderlichen Tiefenbegasung mit Sauerstoff bestehen hinsichtlich der Berechnung von Zehrungsraten und verbleibendem Sauerstoffvorrat im Tiefenwasser belastbare Erfahrungen, so dass mit dieser Maßnahme einer Entstehung fischbedrohlicher Sauerstoffverhältnisse im Bedarfsfall entgegen gewirkt werden kann. Eine Erhöhung der monatlichen Frequenz für die Bestimmung weiterer physikalisch-chemischer oder biologischer Parameter ist nicht erforderlich.

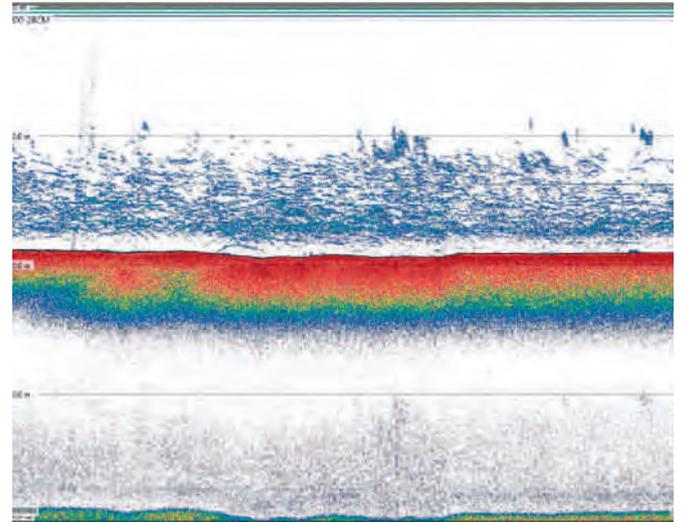


Bild 8.4: Sonarbild des auf der Messboje installierten Echolots vom 16. November 2018 mit dem (bei etwa 19 Metern Wassertiefe) erkennbaren Talboden sowie einer dichten und konzentrierten Schwarmbildung der Fische zwischen 10 und 18 Metern Wassertiefe

Fig. 8.4: Sonar image of the echosounder installed on the detection buoy from November 16, 2018, showing the bottom (around 19 metres deep) as well as a dense and concentrated swarm formation of fish at a water depth of 10 to 18 metres.

Zur zeitnahen Überwachung eines stehenden Gewässers wird seit Ende 2018 als Pilotprojekt eine energetisch autarke Messboje (Bild 8.3) an der tiefsten Stelle der Möhnetalsperre betrieben, die neben der dreimal wöchentlichen Erfassung von Echogrammen (Bild 8.4) täglich ein Tiefenprofil der Parameter Temperatur, Sauerstoff und pH-Wert liefert. Es kann ohne zusätzliche personalintensive Beprobungen des Wasserkörpers in kritischen Zeiten ein erforderlicher Maßnahmenbedarf festgestellt und bei der Durchführung dieser Maßnahmen der Erfolg bewertet werden. Im Winter wird die Boje bei der Gefahr von Eisbildung aus dem Wasser entnommen.

An den anderen Talsperren des Ruhrverbands, an denen diese Technik nicht zur Verfügung steht, ist bei Unterschreitung des jeweiligen ökologischen Mindestvolumens bzw. der Abzeichnung möglicher kritischer Verhältnisse eine Intensivierung der Erstellung von Sauerstoff-/Temperaturprofilen und der monatlichen Routineuntersuchungen vorgesehen. Auch sollte regelmäßig ein Sonarbild erstellt werden, um die o. g. Gefahr zu erkennen und ggf. Maßnahmen ergreifen zu können, damit Fische bei Änderungen der Wasserabgabe aus der Talsperre nicht in die Kraftwerks- bzw. Grundablassleitung gelangen.

Die Folgen einer geschlossenen Eisbildung auch über einen längeren Zeitraum hinsichtlich einer Abnahme des Sauerstoffgehalts sind bei „normalen“ Talsperrenfüllständen vernachlässigbar. Sollten allerdings in dieser Zeit nur die ökologisch vertretbaren Mindeststauinhalte vorhanden sein, gilt es auch hier, die Sauerstoffkonzentrationen im Tiefenwasser (Kraftwerksleitung/Grundablass) zu beobachten.

## Fazit

Mit Blick auf den Anlass des intensivierten physikalisch-chemischen Monitorings – die Erfassung der Auswirkungen reduzierter Abflussverhältnisse in der Ruhr – ist allerdings festzustellen, dass innerhalb dieser fünf Monate witterungsbedingt nur an einem Messtag derartig verringerte Abflüsse vorhanden waren. Dies betrifft den 26. November 2018, an dem beispielsweise für den Pegel Hattingen ein mittlerer Tageswert von 13,8 m<sup>3</sup>/s registriert wurde. Im Vergleich zu den übrigen Messtagen ließ sich allerdings kaum eine ausgeprägte Abweichung von den üblichen Konzentrationswerten für die meisten der analysierten Parameter feststellen. Vielmehr wurden für viele Parameter die maximalen Konzentrationen an anderen Tagen mit höherem als dem üblichen Mindestabfluss ermittelt. Insgesamt ist zu konstatieren, dass auch in den trockensten Monaten des Jahres 2018 die Gewässerqualität der Ruhr nicht beeinträchtigt war – im Gegensatz zu vielen anderen Fließgewässersystemen in Deutschland.

Die Talsperren des Ruhrverbands erwiesen sich auch gegen Ende des Jahres, als sich die Stauinhalte in die Nähe der ökologisch vertretbaren Mindestvolumina bewegten, noch als ein intaktes Ökosystem, das allen Anforderungen wassermengen- und wassergüterwirtschaftlicher Art gerecht wurde.

Hinsichtlich der Gewässerökologie können für das Jahr 2018 noch keine Aussagen über Beeinträchtigungen vorgenommen werden. Festzuhalten ist jedoch, dass zu keinem Zeitpunkt Fischsterben auftraten. Wie sich diese besondere Situation allerdings auf das Makrozoobenthos und die Fischfauna hinsichtlich Reproduktion und Artenzusammensetzung auch über das Jahr 2018 hinweg auswirken wird, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

Der Umgang mit den Folgen der außergewöhnlichen Wetterverhältnisse im Jahr 2018 hat gezeigt, dass durch eine flexible Bewirtschaftung im Einzugsgebiet negative Folgen für die Wasserqualität und die Trinkwassergewinnung vermieden werden konnten. Das wassermengen- und wassergüterwirtschaftliche Management in Zeiten ausgeprägter Trockenheit wird nicht nur den Ruhrverband in den nächsten Jahren beschäftigen. Hier gilt es, gemeinsam mit allen Betroffenen und Entscheidungsträgern ein zukunftsfähiges Konzept zur Bewältigung der anstehenden Veränderungen des Klimas zu entwickeln oder das bestehende Management zu optimieren.

---

## 9 Hygienische Untersuchungen der Ruhr

---

### Die hygienischen Kenngrößen coliforme Bakterien und *Escherichia coli*

Die routinemäßig seit langem etablierten hygienischen Untersuchungen der Ruhr wurden auch im Jahr 2018 fortgesetzt. Sie stützen sich auf die Kenngrößen coliforme Bakterien und *Escherichia coli* (*E. coli*), die beide als Indikatoren für eine fäkale Belastung der Ruhr herangezogen werden. Während das Darmbakterium *Escherichia coli* im Gewässer eindeutig fäkalen Ursprungs ist, gehören zu den coliformen Bakterien neben solchen aus der Familie der den Darm besiedelnden Enterobacteriaceae auch einige Gattungen, die den so genannten „Umweltcoliformen“ zugeordnet werden.

Der Ruhrverband untersucht seit vielen Jahren in Kooperation mit den Wasserwerken der AWWR die Ruhr an ausgewählten Stellen auf coliforme Bakterien. Nach einer Methodenumstellung im Jahr 2012 auf das Colilert®-Verfahren von IDEXX [9.1] wurde die Eignung der Kenngröße coliforme Bakterien für die hygienische Beurteilung der Ruhr in methodischen Untersuchungen des Ruhrverbands und des AWWR-Arbeitskreises Mikrobiologie erneut nachgewiesen [9.2]. Bis zum Jahr 2016 galt für die coliformen Bakterien in der Ruhr ein AWWR-Zielwert. Das als Zielwert für die coliformen Bakterien benannte geometrische Jahresmittel von < 15.000 KBE/100 ml wird seit vielen Jahren deutlich unterschritten [9.3].

Der Nachweis von *E. coli*, den das Colilert®-Verfahren mit nur geringem zusätzlichen Aufwand parallel zum Nachweis der coliformen Bakterien ermöglicht, ergänzt seit dem Jahr 2012 die routinemäßigen hygienischen Untersuchungen der Ruhr. Die dem Colilert®-Verfahren zugrunde liegende Methode, die international genormt wurde, basiert auf spezifischen Enzymreaktionen der nachzuweisenden Bakterien [9.4]. Im miniaturisierten Maßstab wird in 97 Ansätzen auf einer Trägerplatte die spezifische enzymatische Reaktion über eine Gelbfärbung des Nährmediums für die coliformen Bakterien bzw. eine blaue Fluoreszenz für *E. coli* detektiert. Eine statistische Auswertung der Anzahl positiver und negativer Ansätze liefert das Ergebnis als wahrscheinlichste Keimzahl in 100 Millilitern Volumen (Most Probable Number MPN/100 ml).

### Ergebnisse der Messstelle in Essen-Rellinghausen und der Gewässerüberwachungsstationen

Die Tatsache, dass im Einzugsgebiet der Ruhr sowohl intensive landwirtschaftliche Nutzung auf gewässernahen Flächen stattfindet als auch die Notwendigkeit besteht, gereinigte kommunale und industrielle Abwässer aus dicht besiedelten Gebieten abzuleiten, macht Schwankungen der hygienischen Beschaffenheit zu einem Charakteristikum der Ruhr. Die Interpretation von Einzelergebnissen ist nur bedingt möglich, da das Identifizieren der das Ergebnis beeinflussenden Faktoren im Einzelfall

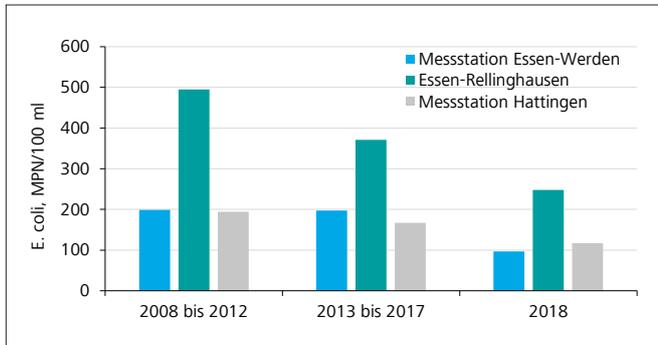


Bild 9.1: Geometrische Mittelwerte für *E. coli* an drei Stellen der unteren Ruhr, berechnet für zwei Fünfjahreszeiträume sowie das Jahr 2018

Fig. 9.1: Geometrical mean values for *E. coli* at three points in the lower Ruhr, calculated for two periods of five years each and for the year 2018

nicht immer gelingt. Aussagekräftiger sind statistische Auswertungen größerer Datenpools und Betrachtungen über längere Zeiträume. Dazu eignet sich z. B. die geometrische Mittelwertbildung, bei der einzelne Ausreißerwerte das Gesamtergebnis vergleichsweise wenig beeinflussen.

Von der Ruhr in Essen-Rellinghausen und den Gewässerüberwachungstationen in Hattingen und Essen-Werden liegen hygienische Daten aus wöchentlichen Untersuchungen vor. Bild 9.1 zeigt für diese Probenahmestellen die geometrischen Mittelwerte für *E. coli*, wobei die Ergebnisse aus zwei Fünfjahreszeiträumen denen aus dem Jahr 2018 gegenübergestellt sind. Es ist ersichtlich, dass die fäkale Belastung der Ruhr an den Messstationen in Hattingen und Essen-Werden deutlich geringer ist als an der Messstelle in Essen-Rellinghausen. Die gute hygienische Beschaffenheit des Ruhrwassers an den beiden Messstationen ist u. a. auf die reduzierte Fließgeschwindigkeit der Ruhr im oberhalb von Hattingen liegenden Kemnader Stausee bzw. im Essener Baldeneysee zurückzuführen. Die verlängerte Aufenthaltszeit in den Stauseen ermöglicht effektiver als in der frei fließenden Ruhr eine Keimreduktion durch UV-Einstrahlung, Abbau, Sedimentation und Fraß (grazing).

Im Essener Stadtgebiet leiten mehrere Niederschlagswasserbehandlungsanlagen in die Ruhr oberhalb der Messstelle in Essen-Rellinghausen ein. Bei starken Niederschlagsereignissen erhöht daher das Mischwasser aus Regenüberlaufbecken und Stauraumkanälen die *E. coli*-Werte, was den vergleichsweise höheren geometrischen Mittelwert zur Folge hat. Gegenüber den gewählten Vergleichszeiträumen (2008 bis 2012 und 2013 bis 2017) sind im Jahr 2018 an allen drei Messstellen deutlich niedrigere Werte für *E. coli* gemessen worden. Das Fehlen von Niederschlägen und Entlastungsereignissen sowie die hohe Intensität der UV-Strahlung haben sich im Jahr 2018 günstig auf die hygienische Beschaffenheit der unteren Ruhr ausgewirkt.

Aus langjährigen Datenreihen geht hervor, dass die hygienische Belastung der unteren Ruhr im Sommer in aller Regel geringer ist als im Winter [9.3]. Das belegen auch die geometrischen Sommer- und Wintermittelwerte für die coliformen Bakterien, die jährlich für acht Stellen entlang der Ruhr berechnet und im AWWR-Teil des Ruhrgüteberichts dokumentiert werden. Die Ursache dieses Jahresgangs wird u. a. in der jahreszeitabhängigen Bedeutung von Regenereignissen gesehen, die im Winter bei fehlender Vegetation stärker über den direkten Oberflächenabfluss zum Keimeintrag in das Gewässer führen können. Des Weiteren ist der Keimreduktion im Gewässer durch die Sonneneinstrahlung (UV) im Sommer ein höheres Gewicht beizumessen als im Winter.

Ausnahmen von diesem üblichen Jahreszeitengang der Belastung mit coliformen Bakterien gab es in den Jahren 2017 und 2018, sowie auch zuvor im Jahr 2014. An der Messstelle in Essen-Rellinghausen lagen die geometrischen Wintermittel in diesen drei Jahren unter den geometrischen Sommermitteln (Tabelle 9.1). Werden die geometrischen Sommer- und Wintermittel allerdings für den strengen Fäkalindikator *E. coli* dargestellt, so ist die Jahreszeitenabhängigkeit der hygienischen Belastung der Ruhr auch für die Jahre 2014, 2017 und 2018 zu bestätigen (Bild 9.2). Welche – auch gegenläufigen – Einflussfaktoren für diese Ergebnisse ausschlaggebend waren, ist

Tabelle 9.1: Geometrische Sommer- und Wintermittel für coliforme Bakterien in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen in den Jahren 2012 bis 2018

Table 9.1: Geometrical summer and winter mean values for coliform bacteria in the Ruhr at Essen-Rellinghausen during the years 2012 to 2018

	Coliforme Bakterien Geom. Wintermittel MPN/ 100 ml	Coliforme Bakterien Geom. Sommermittel MPN/ 100 ml	Faktor
2012	2.640	2.435	1,1
2013	3.243	2.283	1,4
2014	3.543	4.746	0,7
2015	2.814	2.082	1,4
2016	2.305	2.253	1,0
2017	1.578	2.255	0,7
2018	1.454	3.505	0,4

[9.1] Colilert®-18/Quanti-Tray/2000®, IDEXX Laboratories, Inc., Westbrook, Maine 04092, USA

[9.2] Ruhrverband: Nachweisverfahren für coliforme Bakterien. In: Ruhrgütebericht 2013, Essen, S. 144 - 151

[9.3] Ruhrverband: Hygienische Beschaffenheit der Ruhr. In: Ruhrgütebericht 2010, Essen, S. 99 - 105

[9.4] DIN EN ISO 9308-2 (2014): Wasserbeschaffenheit – Zählung von *Escherichia coli* und coliformen Bakterien - Teil 2: Verfahren zur Bestimmung der wahrscheinlichsten Keimzahl

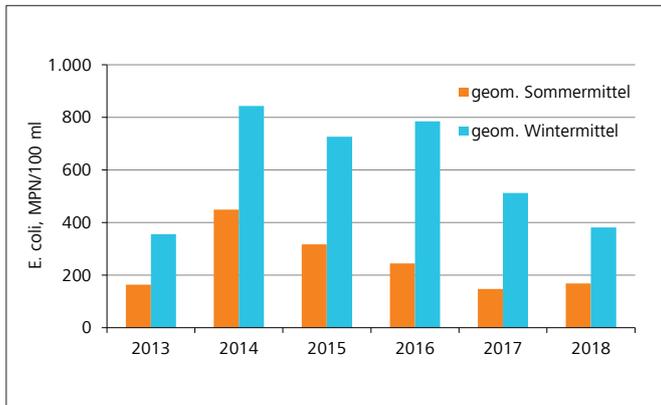


Bild 9.2: Geometrische Sommer- und Wintermittel für *E. coli* in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen in den Jahren 2013 bis 2018  
 Fig. 9.2: Geometrical summer and winter mean values for *E. coli* in the Ruhr at Essen-Rellinghausen in the years 2013 to 2018

nicht hinreichend bekannt. Möglicherweise spielt das Ausbleiben von Winterhochwässern in den Jahren 2017 und 2018 hierbei eine Rolle. Die Sommerwerte könnten durch die geringere Verdünnung bei ausgeprägter Niedrigwasserführung sowie durch die hohen Wassertemperaturen beeinflusst sein. Die umweltcoliformen Bakterien, die nicht zwingend fäkalen Ursprungs sind und dennoch mit als coliforme Bakterien erfasst werden, können u. U. in besonderem Maße von den hohen Wassertemperaturen profitieren und damit die Indikatorfunktion dieser Kenngröße schwächen.

## Ruhrlängsuntersuchungen

Untersuchungen auf coliforme Bakterien und *E. coli* im Längsverlauf der Ruhr fanden auch im Jahr 2018 im monatlichen Rhythmus statt. Nicht selten schwanken die hygienischen Werte einer Ruhrlängsuntersuchung im Vergleich der Messstellen untereinander um bis zu zwei Zehnerpotenzen. Das zeigt, dass lokale Einflüsse auf die hygienische Beschaffenheit der Ruhr kleinräumig wirksam werden, z. B. durch Niederschlagsereignisse, landwirtschaftliche oder öffentliche Nutzungen gewässersnaher Uferflächen oder das Vorkommen von Wasservögeln. Im insgesamt sehr trockenen und warmen Jahr 2018 beeinflusste die letzte Längsuntersuchung, die am 10. Dezember 2018 bei Regenwetter stattfand, die Jahresmittelwerte deutlich. An sechs Stellen der mittleren und unteren Ruhr lagen die Messwerte für *E. coli* an diesem Tag in der Größenordnung von  $10^4$  MPN/100 ml, die sonst in keiner weiteren Probe der Ruhrlängsuntersuchungen des Jahres 2018 erreicht wurde. Mehrheitlich lagen die Ergebnisse der monatlichen Ruhrlängsuntersuchungen 2018 für *E. coli* in der Größenordnung von  $10^1$  bis  $10^2$  MPN/100 ml.

Bild 9.3 zeigt die geometrischen Mittelwerte für *E. coli* an den zwölf Probenahmestellen der monatlichen Ruhrlängsuntersuchungen in den Jahren 2014 bis 2018. Es ist ersichtlich, dass der Belastungsschwerpunkt für *E. coli* im Gewässerabschnitt im Arnsberger Raum zwischen den Ruhrkilometern 175 (unterhalb Meschede) und 160 (Brücke Oeventrop) liegt. Hier weist das Gewässersystem auch aufgrund zahlreicher Zuflüsse eine

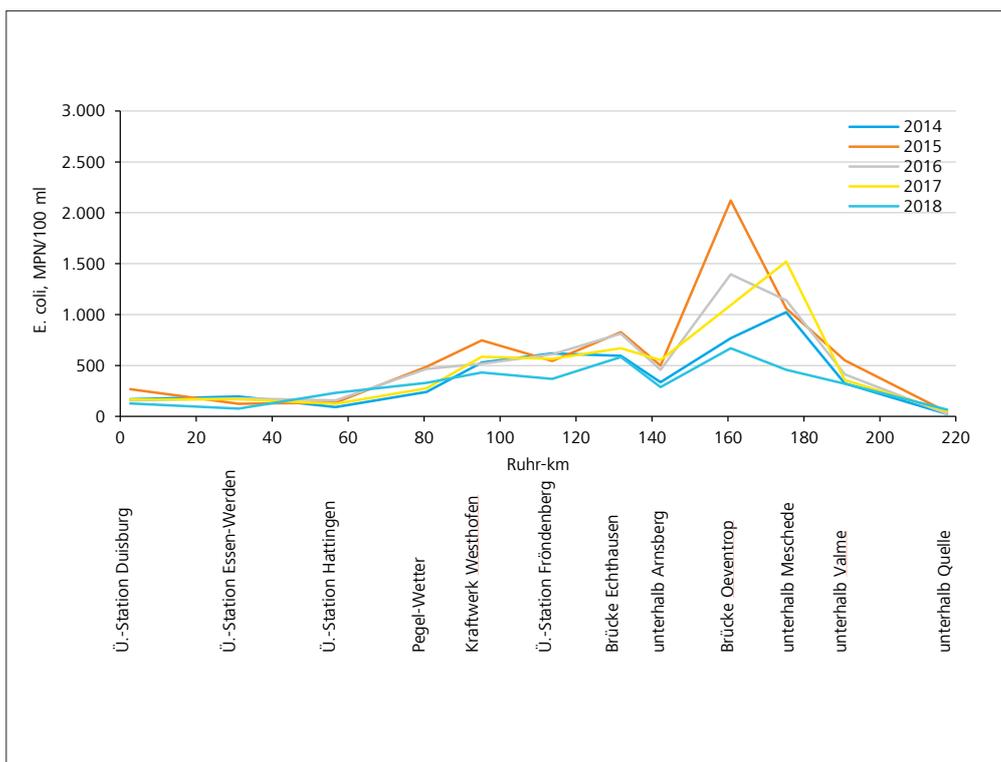


Bild 9.3: Geometrische Mittelwerte für *E. coli* an zwölf Stellen der Ruhr errechnet aus monatlichen Längsuntersuchungen in den Jahren 2014 bis 2018  
 Fig. 9.3: Geometrical mean values for *E. coli* at 12 points in the Ruhr, calculated on the basis of the monthly examinations along the Ruhr during the years 2014 to 2018

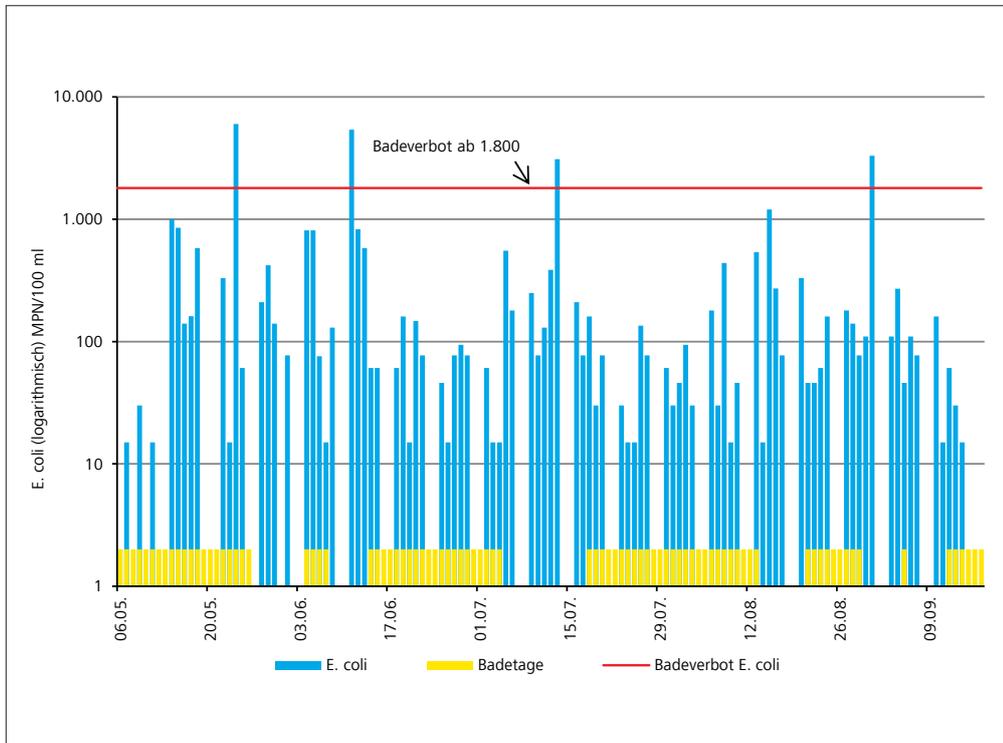


Bild 9.4: Ergebnisse der Badesaison 2018 am Seaside Beach, Baldeneysee – Messwerte für *E. coli*, Überschreitungen und offizielle Badetage  
 Fig. 9.4: Results of the bathing season 2018 at Seaside Beach, Lake Baldeney – values for *E. coli*, exceedances and official bathing days

größere Dynamik auf als in der gestauten und damit vergleichmäßigten unteren Ruhr. Innerhalb der vergangenen fünf Jahre wurde der höchste geometrische Mittelwert für *E. coli* von  $2,1 \times 10^3$  MPN/100 ml im Jahr 2015 an der Brücke Oeventrop in Arnsberg ermittelt. Dies kann u. a. mit ansteigenden Abflüssen im Juli 2015 und der daraus resultierenden erhöhten hygienischen Belastung erklärt werden. Auch die organischen Summenparameter zeigten bei der Ruhrlängsuntersuchung am 6. Juli 2015 hohe Maxima, die auf Sedimentremobilisierung und Abschwemmungen aus der Landschaft zurückgeführt wurden [9.5]. Im Jahr 2018 wurden (wie auch im Jahr 2014) entlang der Ruhr vergleichsweise niedrige *E. coli*-Werte gemessen. In diesen Jahren dokumentieren die Ergebnisse der Längsuntersuchungen eine geringe hygienische Belastung der Ruhr, wie sie bei Trockenheit und intensiver UV-Einstrahlung zu erwarten ist.

### Untersuchungen an der Badestelle Seaside Beach

Die im Jahr 2017 eröffnete Badestelle Seaside Beach am Nordufer des Baldeneysees wurde auch in der Badesaison 2018 fünfmal pro Woche beprobt. Untersuchungen auf *E. coli* und intestinale Enterokokken werden in der Badegewässerverordnung NRW zum Nachweis einer für das Baden geeigneten hygienischen Gewässerqualität gefordert [9.6]. Überschreitungen der in der Badegewässerverordnung NRW genannten Grenzwerte durch kurzfristige Verschmutzungen, die ein vorübergehendes Badeverbot erforderlich machten, wurden im Jahr 2018 für *E. coli* an vier und für die intestinalen Enterokokken (nicht dargestellt) an drei Tagen gemessen (Bild 9.4).

Dem Ruhrverband dienen die zeitdichten Untersuchungen am Seaside Beach im Jahr 2018 insbesondere auch dazu, die Eignung des von der Planungsabteilung des Ruhrverbands zusammen mit dem Institut für Wasserforschung in Mülheim (IWW) und der Stadt Essen weiterentwickelten Frühwarnsystems zur Vorhersage kurzfristiger Verschmutzungen auf der Grundlage von Niederschlagsdaten zu prüfen und Optimierungsmöglichkeiten zu erkennen [9.7; 9.8]. Im sehr trockenen und abflussarmen Sommer 2018 ermöglichte es die gute hygienische Wasserqualität am Seaside Beach an 89 von 135 Tagen zu baden. Diese Gelegenheit nutzten rund 20.000 Badegäste (Bild 9.5).

- [9.5] Ruhrverband: *Physikalisch-chemische Untersuchungen der Ruhr und ihrer Nebengewässer*. In: *Ruhrgütebericht 2015*, Essen, S. 41
- [9.6] *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
- [9.7] Schönfeld, A., Schneider, Y., Mälzer, H.-J., Bachmann-Machnik, A. (2019): *Frühwarnsystem zur Bewirtschaftung von Badestellen in Fließgewässern*. In: *Gewässerschutz - Wasser - Abwasser*, Band 250, Seite 8/1 - 8/15, Aachen
- [9.8] Zander-Hauck, S., Schönfeld, A. (2019): *Baden in der Ruhr*. In: *Wiener Mitteilungen Wasser-Abwasser-Gewässer*, Band 249, Seite 229 - 244, Wien



Bild 9.5: Flussbadestelle Seaside Beach am Baldeneysee  
 Fig. 9.5: River bathing site Seaside Beach at Lake Baldeney

### Multiresistente Bakterien in Gewässern

Zu Beginn des Jahres 2018 erhielt das Thema einer möglichen Belastung der Umwelt durch multiresistente Bakterien große öffentliche Aufmerksamkeit. Anlass war ein Fernsehbeitrag des NDR, in dem über den Nachweis von multiresistenten Bakterien und Antibiotikaresistenzgenen in niedersächsischen Gewässern berichtet worden war. Die Befunde waren als besorgniserregend eingestuft und eine mögliche Gesundheitsgefährdung durch Kontakt mit belasteten Gewässern, z. B. beim Baden, diskutiert worden. Dem Ruhrverband lagen zu diesem Zeitpunkt keine eigenen Erkenntnisse zum Vorkommen von antibiotikaresistenten Bakterien bzw. Antibiotikaresistenzgenen in der Ruhr vor.

In einem ersten orientierenden Untersuchungsprogramm wurden im März und April 2018 im Auftrag des Ruhrverbands Proben aus der Ruhr und aus der Möhnetalsperre durch das Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn hygienisch-mikrobiologisch sowie auf Resistenz gegenüber den vier wichtigsten Antibiotikaklassen untersucht. Die Proben erwiesen sich erfreulicherweise als niedrig belastet. Ein erhöhtes Infektionsrisiko durch antibiotikaresistente Bakterien bei der Nutzung der Ruhr als Badegewässer ist für gesunde Personen nach heutigem Erkenntnisstand nicht zu erwarten.

Inzwischen liegen einige Nachweise von antibiotikaresistenten Bakterien und Resistenzgenen aus verschiedenen Gewässern in NRW vor. Das Badegewässer-Screening des LANUV, bei dem im Sommer 2018 zehn ausgewählte Badegewässer in Nordrhein-Westfalen auf antibiotikaresistente Bakterien und Antibiotikarückstände untersucht wurden, erbrachte mit zwei Einzelbefunden multiresistenter Bakterien in nur geringen

Konzentrationen ein positives Ergebnis [9.9]. Das MULNV sowie die Überwachungsbehörden planen weitere systematische Gewässeruntersuchungen. Das Umweltbundesamt erarbeitete ein Hintergrundpapier [9.10]. Auch die Bundespolitik befasste sich mit der Problematik und veranstaltete im zuständigen Fachausschuss des Bundestags am 13. Juni 2018 eine öffentliche Expertenanhörung. Der Ruhrverband nutzte diese Gelegenheit, seine Positionen vorzutragen, denn als relevante Eintragsquellen stehen neben Kliniken und Betrieben der Viehhaltung und -schlachtung auch kommunale Kläranlagen im Fokus der Diskussion. Kommunale Kläranlagen können jedoch in ihrer jetzigen Ausbaustufe und selbst mit einer zur Elimination von Spurenstoffen ausgelegten vierten Reinigungsstufe keine ausreichende Rückhaltung von antibiotikaresistenten Bakterien und Resistenzgenen erreichen. Eine Hygienisierung des Abwassers, z. B. durch Ultrafiltration, Ozonbehandlung oder UV-Bestrahlung, wäre - sofern politisch gewünscht und gesetzlich verankert - mit hohen Kosten verbunden. Der Ruhrverband befürwortet daher zum Schutz der Oberflächengewässer vor antibiotikaresistenten Bakterien und Resistenzgenen die konsequente Anwendung des Verursacherprinzips, auch über die kommunale Abwasserreinigung hinaus.

[9.9] LANUV (2019): *Badegewässer-Screening. Untersuchungen ausgewählter EG-Badegewässer in Nordrhein-Westfalen auf antibiotikaresistente Bakterien und Antibiotikarückstände.* LANUV-Fachbericht 93, Recklinghausen

[9.10] Umweltbundesamt, Hrsg. (2018): *Antibiotika und Antibiotikaresistenzen in der Umwelt, Hintergrund, Herausforderungen und Handlungsoptionen, Dessau*

## 10 Untersuchungen zur Emissions- und Immissions-situation im Einzugsgebiet der Hönne

Untersuchungen zur Erfassung und Bewertung der Gewässerqualität der Ruhr werden seit vielen Jahren vor allem in Form der Ruhrlängsuntersuchungen und der zeitlich dichten Untersuchungen bei Essen-Rellinghausen durchgeführt (vgl. Kapitel 3). Neben der Ruhr selbst sind aber auch ihre Nebengewässer von Interesse. So erfolgte beispielsweise im Jahr 2014 eine intensive Untersuchung der Lenne nach dem Modell der Ruhrlängsuntersuchung [10.1]. Neben diffusen Einträgen stellen Emissionen aus der Siedlungsentwässerung eine wichtige Einflussgröße für den chemischen aber auch den ökologischen Zustand der aufnehmenden Gewässer dar. Bei den Stoffeinträgen handelt es sich sowohl um die typischen die Trophie und die Saprobie der Gewässer belastenden Kohlenstoff-, Stickstoff- und Phosphorverbindungen als auch um eine Vielzahl organischer Spurenstoffe, welche sich möglicherweise konzentrationsabhängig auf die Gewässerbiozönose auswirken können. Über die Spurenstoffbelastung im Ablauf der Verbandskläranlagen wurde im Ruhrgütebericht bereits in der Vergangenheit berichtet [10.2].

Um detailliertere und gewässerabschnittsspezifische Informationen über die Emissions- und Immissions-situation zu erhalten, eignen sich vor allem kombinierte Untersuchungen von Kläranlagenzu- und -ablauf sowie im Gewässer oberhalb und unterhalb der jeweiligen Kläranlageneinleitung. Solche Untersuchungen ermöglichen Aussagen über die Herkunft von Spuren- und Nährstoffen und deren Bedeutung für den chemischen Gewässerzustand sowie zu eventuellen Auswirkungen auf die ökologische Situation im Gewässer. Darüber hinaus bilden sie die Basis für Stoffflussmodellierungen, welche wiederum als Instrument der Maßnahmenauswahl in der Bewirtschaftungsplanung dienen [10.3]. Im Zusammenhang mit der Verlängerung der wasserrechtlichen Einleitungserlaubnisse von Kläranlagen stellen diese Messprogramme zudem eine wertvolle Bewertungshilfe dar. Gleichzeitige Emissions- und Immissionsuntersuchungen wurden bereits als Bestandteil der integralen Entwässerungsplanung z. B. in den Jahren 2014 und 2015 in den Einzugsgebieten der Kläranlagen Iserlohn-Baarbachtal und Rahmedetal durchgeführt. Mit der Hönne-Längsuntersuchung 2017/2018 wird an sechs Probenahmestellen oberhalb und unterhalb der Kläranlageneinleitungen sowie in den Zu- und Abläufen der vier betroffenen Kläranlagen Neuenrade, Balve, Balve-Binolen und Hemer ein gesamtes Gewässereinzugsgebiet betrachtet.

### Untersuchungsprogramm

Die Hönne entspringt im Märkischen Kreis oberhalb von Neuenrade und mündet nach 33,4 Fließkilometern in Fröndenberg bei km 115,7 in die Ruhr. Das nach dem Fluss benannte

Tabelle 10.1: Landnutzung im Einzugsgebiet der Hönne [10.5, 10.6]  
Table 10.1: Usage of land in the Hönne catchment area [10.5, 10.6]

Gewässername	Hönne	
Gewässerkennzahl	27664	
A <sub>EO</sub> [km <sup>2</sup> ]	261,96	
	A <sub>EO</sub> [km <sup>2</sup> ]	Anteile [%]
Laubwald	19,95	7,6
Nadelwald	56,16	21,4
Mischwald	54,57	20,9
Landwirtschaft	79,02	30,2
Befestigte Flächen, Wohnbaufläche	23,93	9,1
Straßen-, Schienen-, Luftverkehr	12,6	4,8
Industrie und Gewerbefläche	7,35	2,8
Freizeit und Erholungsfläche, Friedhof	3,76	1,4
Tagebau, Grube, Steinbruch, Halde	3,07	1,2
Gewässer	1,55	0,6

Tal ist ein enges Kalksteintal mit hohen Felsen und eins der bedeutenden Karstgebiete in Deutschland. Das Einzugsgebiet (AEO) der Hönne beträgt rund 262 km<sup>2</sup> [10.4] und wird zum größten Teil durch Wald und landwirtschaftliche Flächen geprägt. Die Nutzungsflächen des Einzugsgebiets sind in der Tabelle 10.1 dargestellt. Die Hönne wird von 31 Gewässern gespeist. Zudem leiten die drei Kläranlagen Neuenrade, Balve und Balve-Binolen ihre gereinigten Abwässer direkt in die Hönne. Die Kläranlage Hemer leitet in die Öse ein, welche wiederum bei km 5,5 in die Hönne mündet. Ausgewählte relevante Kenndaten dieser vier Kläranlagen sind in Tabelle 10.2 zusammengefasst.

Die sechs Probenahmestellen im Gewässer liegen jeweils oberhalb und unterhalb der Kläranlagen Neuenrade und Balve bzw. oberhalb und unterhalb des Zuflusses der Öse in die Hönne. Auf Grund der geringen Ausbaugröße und der Immissions-situation wurde die Hönne im direkten Umfeld der Kläranlage Balve-Binolen nicht betrachtet. Die Öse selber wurde

[10.1] Ruhrverband: Ergebnisse der Lennelängsuntersuchungen. In: Ruhrgütebericht 2014, Essen, S. 96-105

[10.2] Ruhrverband: Mikroverunreinigungen im Ablauf kommunaler Kläranlagen. In: Ruhrgütebericht 2011, Essen, S. 92-99

[10.3] Ruhrverband: Stoffflussanalyse und -modellierung von Ruhr und Lenne. In: Ruhrgütebericht 2016, Essen, S. 105-108

[10.4] [https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/pe-stb\\_2016-2021\\_ruhr\\_final.pdf](https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/pe-stb_2016-2021_ruhr_final.pdf), 25.09.2018

[10.5] Teileinzugsgebiete der Gewässer: Gewässerstationierungskarte des Landes Nordrhein-Westfalen (GSK3C, Auflage 30.11.2010)

[10.6] Landnutzungsdaten: Bodenbedeckung (CORINE) Land Cover 2000

Tabelle 10.2: Ausgewählte Kenn-  
daten der Kläranlagen  
im Einzugsgebiet der  
Hönne

Table 10.2: Selected characteristics  
of the sewage  
treatment plants in the  
Hönne catchment area

Kläranlage	Einheit	Neuenrade	Balve	Balve- Binolen	Hemer
Einzugsgebiet	ha	443	551	119	1.299
Ausbaugröße	E	17.500	17.500	3.000	42.000
Einwohner 2017	E	10.127	11.120	2.263	35.514
Abwasseranfall (JAWM) 2017	m <sup>3</sup> /a	3.331.911	2.986.672	273.533	9.265.641
Jahresschmutzwassermenge 2017	m <sup>3</sup> /a	2.258.073	1.941.688	148.886	6.771.910
spez. Schmutzwasseranfall	l/(E·d)	608	475	183	494
Trockenwetterzufluss (Q <sub>T</sub> )	l/s	55	60	2	205
Maximaler Zufluss (Q <sub>max</sub> )	l/s	200	240	40	725
NWBA	n	4	9	2	11
NWBA - Volumen	m <sup>3</sup>	4.580	3.130	980	14.536
Industrieabwasser 2017	m <sup>3</sup> /a	17.995	18.219	-	279.874
Anteil Industrieabwasser an JAWM	%	0,5	0,6	-	3
Betriebe Anhang 40	n	3	-	-	15
Betriebe sonstige	n	2	2	1	7

nicht untersucht, da über die Bilanzierung mit der Kläranlage Hemer sowie über die Untersuchungsstellen in der Hönne eine ausreichende Bewertung möglich sein sollte. Der einzige für die Auswertungen zur Verfügung stehende Pegel – der Pegel Mendен – liegt bei 2,55 km oberhalb der Mündung in die Ruhr und hat einen mittleren Abfluss (MQ) von 3,49 m<sup>3</sup>/s.

Die Gewässeruntersuchungen fanden sechsmal in der Zeit von September 2017 bis Juli 2018 in einem Abstand von acht bzw. neun Wochen statt. Darüber hinaus wurden jeweils datums-  
gleich der Zu- und Ablauf der vier Kläranlagen als 24-Stunden-  
Mischproben beprobt. Die Lage der Probenahmestellen ist in  
Bild 10.1 dargestellt. Das physikalisch-chemische Monitoring-  
programm umfasste die in Tabelle 10.3 aufgeführten Para-  
metergruppen.

Die Befunde im Gewässer werden in erster Linie anhand der  
Umweltqualitätsnormen (UQN) der Anlagen 6 (flussgebiets-  
spezifische Schadstoffe) und 8 (prioritäre Stoffe) sowie der  
Werte der Anlage 7 (allgemeine physikalisch-chemische Quali-  
tätskomponenten) der Oberflächengewässerverordnung [10.8]  
und ergänzend dazu nach den gesetzlich nicht verbindlichen  
Orientierungswerten des Leitfadens „Monitoring Oberflächen-  
gewässer“ des Landes NRW, Anlage D4 [10.9], bewertet  
(vgl. Kapitel 2). Um den entsprechenden Einfluss auf die Ge-  
wässergüte besser zu erkennen, wurden die in den Kläranlage-  
nabläufen ermittelten Werte ebenfalls mit diesen Anforderun-  
gen verglichen. Bei Frachtberechnungen wurden gemäß den  
Vorgaben der Oberflächengewässerverordnung Werte unter-  
halb der Bestimmungsgrenze mit der halben Bestimmung-  
grenze einbezogen. Die Reinigungsleistungen der Kläranlagen  
wurden aus den mittleren Zu- und Abflussfrachten berechnet.  
Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Probenahmen nicht

zeitkorrespondierend durchgeführt wurden. In Tabelle 10.4  
sind für ausgewählte Kenngrößen die mittleren Konzentra-  
tionen in den Kläranlagenabläufen und an den Gewässerprobe-  
nahmestellen und deren Einhaltung der jeweiligen UQN bzw.  
des jeweiligen Orientierungswertes dargestellt.

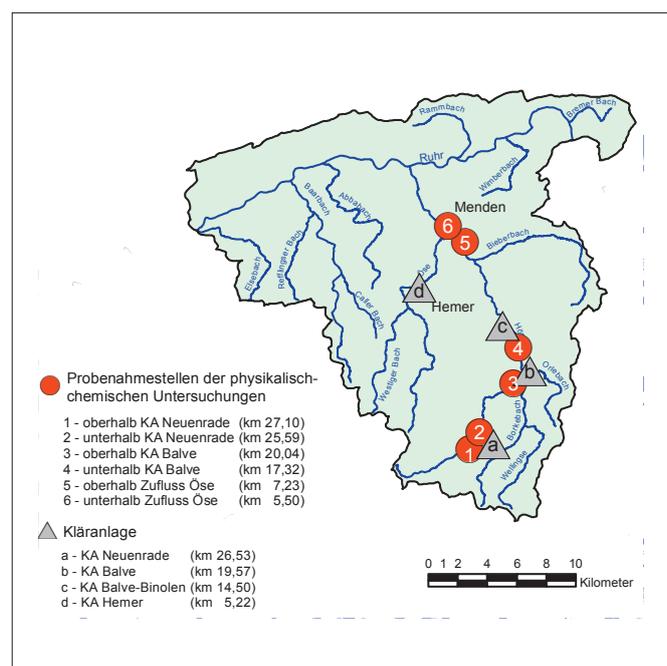


Bild 10.1: Hönne-Längsuntersuchung – Lage der  
Probenahmestellen [10.7]

Fig. 10.1: Examinations along the Hönne – locations  
of the sampling points [10.7]

## Untersuchungsergebnisse Kläranlagen

### Betriebszustand, hydrologische Situation

Die Betriebszustände auf den vier Kläranlagen sind für die Untersuchungstage und auch für die jeweils vorherigen Tage insgesamt als normal zu bezeichnen. An fünf von sechs Probenahmetagen herrschte überwiegend Trockenwetter mit Verhältnissen von Abwassermenge am Untersuchungstag zu mittlerer Schmutzwassermenge ( $Q/Q_t$ ) zwischen 0,5 und 1,5. Eine Ausnahme bildete der 16. Januar 2018, an dem die Abwassermengen in Folge von Regenereignissen mit  $Q/Q_t$ -Werten von 2,7 bis 6,2 deutlich höher lagen. Durch den damit verbundenen Verdünnungseffekt ist im Vergleich zu den anderen Probenahmetagen auch ein insgesamt niedrigeres Konzentrationsniveau für die meisten Kenngrößen zu begründen.

### Kläranlagenzulauf

Im Vergleich zu den Routineuntersuchungen der letzten drei Jahre lag während der Höhne-Längsuntersuchung die Zulaufbelastung der vier Kläranlagen bei den organischen Summenparametern sowie den Nährstoffen jeweils im üblichen Schwankungsbereich, wobei die mittleren Gehalte in etwa die 40- bis 50-Perzentile dieser Routineuntersuchungen abbildeten. Vergleichbares galt für die Schwermetallgehalte. Die einwohnerspezifische Schwermetallbelastung lag erwartungsgemäß bei den beiden gewerblich-industriell beeinflussten Anlagen Neuenrade und vor allem Hemer höher als bei den überwiegend kommunal geprägten Anlagen Balve und Balve-Binolen.

Tabelle 10.3: Höhne-Längsuntersuchung – Parametergruppen des Monitoringprogramms

Table 10.3: Examinations along the Höhne – groups of monitoring programme parameters

Parametergruppe	Anzahl Parameter (vgl. Tab. 7.1)
Basiskenngrößen	12
Nährstoffe	6
Anionen	4
Metalle	28
Komplexbildner	8
Perfluorierte Verbindungen	12
Korrosionsschutzmittel	3
PAK	16
Pestizide und ihre Metabolite	76
Süßstoffe	7
Antibiotika	23
Arzneimittelwirkstoffe und ihre Metabolite	69
Röntgenkontrastmittel	6

Zu den Industriechemikalien mit signifikanten Konzentrationen zählten die Komplexbildner EDTA und MGDA, während PFOS nur im Zulauf der Kläranlage Hemer Positivbefunde aufwies. Erwartungsgemäß wurden für die künstlichen Süßstoffe Acesulfam, Cyclamat und Saccharin Konzentrationen im zweistelligen und für Sucralose im einstelligen Mikrogrammbereich ermittelt. Bei den Pflanzenschutzmitteln wurden nahezu ausschließlich Werte unterhalb der Bestimmungsgrenzen gemessen. Nur für Terbutryn und den Metaboliten des Chloridazons, Desphenylchloridazon, wurden in Balve-Binolen Positivbefunde festgestellt.

Bei den Röntgenkontrastmitteln zeigte vor allem Iomeprol, wahrscheinlich bedingt durch variierende Applikationen, Konzentrationsunterschiede zwischen den vier Kläranlagenzuläufen. Die Belastung durch Arzneimittelwirkstoffe und Antibiotika sowie durch Metabolite dieser Substanzen ergab ein zu erwartendes breites Spektrum hinsichtlich Positivbefunden und Belastungshöhe. Die Konzentrationen und einwohnerspezifischen Frachten der gängigen Indikatorsubstanzen Carbamazepin, Diclofenac, Ibuprofen, Metoprolol, Clarithromycin und Sulfamethoxazol lagen im Mittel in den vier Zuläufen jeweils auf vergleichbarem Niveau, wobei Ibuprofen die höchsten Werte dieser Stoffe aufwies. Die Maximalgehalte aller untersuchten Medikamentenrückstände wurden für das Antidiabetikum Metformin ermittelt.

### Reinigungsleistung der Kläranlagen

Für die abfiltrierbaren Stoffe, die organischen Summenparameter und die Nährstoffe lagen die Reinigungsleistungen während der Untersuchungstage in der Größenordnung der in den Vorjahren durchgeführten Routineuntersuchungen. Allerdings wurden auf der Kläranlage Neuenrade für CSB mit 85 % und für Gesamt-Stickstoff mit 74 % für diese Anlage vergleichsweise niedrige Werte festgestellt. Im Ruhrverbandsvergleich waren die Reinigungsleistungen für Gesamt-Stickstoff mit 50 % auf der Kläranlage Hemer und für Phosphor mit 79 % auf der Kläranlage Balve unterdurchschnittlich, was aber auch auf die vergleichsweise niedrigen Zulaufkonzentrationen zurückzuführen ist.

Die Retentionsraten waren sowohl für die untersuchten Schwermetalle als auch auf den vier Kläranlagen erwartungsgemäß unterschiedlich. Während Kupfer durchgehend zu rund

[10.7] Land NRW (2019) Datenlizenz Deutschland – Namensnennung - Version 2.0 (<https://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>)

[10.8] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung OGWV), 20. Juli 2016

[10.9] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW (Hrsg): Monitoringleitfaden Oberflächengewässer Anlage D4 und D5. Düsseldorf. Zugriff 09. April 2018: <https://www.flussgebiete.nrw.de/monitoring-leitfaden-oberflaechengewaeasser-anlage-d4-7724>

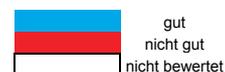
Tabelle 10.4: Höhne-Längsuntersuchung – mittlere Konzentrationen  
 Table 10.4: Examinations along the Höhne – mean concentrations

Parameter	Einheit	Höhne - oh KA Neuenrade	KA Neuenrade - Ablauf	Höhne - uh KA Neuenrade	Höhne - oh KA Balve	KA Balve - Ablauf	Höhne - uh KA Balve	KA Balve - Binolen - Ablauf	Höhne - oh Zufluss Öse	KA Hemer - Ablauf	Höhne - uh Zufluss Öse
Ammonium-Stickstoff	mg/l	0,10	1,1	0,22	0,06	0,73	0,073	0,62	0,04	0,36	0,09
Nitrat-Stickstoff	mg/l	2,6	2,8	4,4	3,9	2,6	4,0	2,7	4,0	7,8	4,3
Nitrit-Stickstoff	mg/l	<0,05	0,18	0,09	<0,05	0,08	<0,05	0,12	<0,05	0,08	<0,05
Phosphor	mg/l	0,03	0,36	0,18	0,09	0,40	0,10	0,35	0,06	0,28	0,10
Orthophosphat-Phosphor	mg/l	0,012	0,27	0,11	0,059	0,40	0,074	0,33	0,032	0,28	0,064
Chlorid	mg/l	24	139	69	39	53	27	70	62	132	67
Sulfat	mg/l	26	42	33	28	36	26	39	31	73	40
Blei (filtriert)	µg/l	<0,1	<1	<0,1	<0,1	<1	<0,1	<1	<0,1	<1	<0,1
Cadmium (filtriert)	µg/l	0,023	<0,05	0,022	0,027	<0,05	0,023	<0,05	0,026	<0,05	0,036
Chrom	µg/l	0,63	<2	0,38	0,67	<2	0,55	<2	0,62	<2	0,79
Cobalt	µg/l	0,21	0,53	0,34	0,28	<0,5	0,24	<0,5	0,25	0,74	0,33
Kupfer	µg/l	4,1	<2	3,3	3,6	2,9	2,3	5,2	1,5	5,8	3,4
Nickel (filtriert)	µg/l	0,54	8,9	4,3	1,8	<2	1,0	<2	0,74	6,5	1,7
Selen (filtriert)	µg/l	<0,5	<2,5	<0,5	<0,5	<2,5	0,61	<2,5	1,0	<2,5	1,2
Zink	µg/l	12	29	16	11	20	9,5	24	11	62	18
EDTA	µg/l	0,7	7,9	4,7	3,0	3,2	1,2	4,8	0,76	8,3	1,9
Perfluorooctansäure	ng/l	1,1	<10	2,2	1,4	<10	1,1	<10	1,1	<10	1,8
Perfluorbutansulfonsäure	ng/l	<1	<10	1,1	<1	<10	<1	<10	<1	<10	1
Perfluorooctansulfonsäure	ng/l	3,6	17	7,1	4,4	<10	1,9	<10	2,1	22	4,7
1H-Benzotriazol	µg/l	0,022	4,0	1,7	0,71	2,8	0,51	4,6	0,16	12	1,4
Benzo(a)anthracen	µg/l	0,001	<0,001	0,001	0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,002
Benzo(a)pyren	µg/l	0,001	<0,001	0,001	0,001	<0,001	0,002	<0,001	0,001	<0,001	0,002
Fluoranthren	µg/l	0,004	0,002	0,003	0,003	0,002	0,004	0,001	0,003	<0,001	0,005
Naphthalin	µg/l	<0,005	0,009	0,006	<0,005	0,009	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	<0,005
Phenanthren	µg/l	0,005	0,006	0,003	0,003	0,008	0,004	0,007	0,003	0,005	0,004
Pyren	µg/l	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001	0,003	<0,001	0,002	<0,001	0,004
Acesulfam	µg/l	0,019	2,3	0,90	0,41	0,83	0,25	4,2	0,146	5,8	1,2
Cyclamat	µg/l	0,011	0,35	0,13	0,12	0,18	0,073	0,57	0,056	0,10	0,18
Saccharin	µg/l	<0,01	8,0	1,6	1,2	0,40	0,466	0,91	0,223	3,3	0,54
Sucralose	µg/l	<0,5	2,5	1,1	0,52	2,0	<0,5	2,8	<0,5	2,0	0,49
Amidotrizoesäure	µg/l	<0,5	0,20	0,079	0,06	0,37	<0,05	1,3	<0,05	0,64	0,106
lomeprol	µg/l	<0,05	0,35	0,22	0,11	0,58	0,135	0,98	<0,05	14	2,6
Iopamidol	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Iopromid	µg/l	<0,05	0,10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,27	0,082
Ioversol	µg/l	<0,05	0,91	0,30	0,056	0,10	<0,05	<0,05	<0,05	0,34	0,071
Atenolol	µg/l	<0,01	0,050	0,016	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	<0,01	0,083	<0,01
Bisoprolol	µg/l	<0,01	0,23	0,097	0,036	0,15	0,030	0,24	<0,01	0,21	0,038
Carbamazepin	µg/l	<0,01	0,20	0,10	0,045	0,19	0,037	0,32	0,016	0,15	0,041
Diazepam	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Diclofenac	µg/l	<0,01	1,3	0,52	0,17	0,82	0,13	2,2	0,039	0,87	0,15
Guanylurea	µg/l	<0,3	15	6,0	1,8	27	2,9	49	0,603	38	5,6
Ibuprofen	µg/l	0,002	0,73	0,18	0,073	0,081	0,035	0,14	0,018	0,046	0,039
Metformin	µg/l	0,055	3,8	1,1	0,67	1,2	0,35	2,4	<0,3	4,1	0,64
Metoprolol	µg/l	<0,01	1,0	0,42	0,16	0,62	0,11	0,95	0,029	0,44	0,093
Nadolol	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Oxazepam	µg/l	<0,01	0,053	0,023	0,011	0,081	0,011	0,093	<0,01	0,052	0,012
Ritalinsäure	µg/l	<0,01	0,082	0,033	0,011	0,021	<0,01	0,037	<0,01	0,046	<0,01
Sotalol	µg/l	<0,01	0,093	0,036	0,012	0,18	0,020	0,11	<0,01	0,035	<0,01
Clarithromycin	µg/l	<0,01	0,14	0,045	0,019	0,18	0,022	0,35	<0,01	0,18	0,025
Sulfamethoxazol	µg/l	<0,01	0,23	0,091	0,050	0,21	0,031	0,59	0,016	0,22	0,040
Trimethoprim	µg/l	<0,01	0,099	0,040	0,013	0,077	<0,01	0,18	<0,01	0,13	0,019
2,4-DP	µg/l	<0,003	0,011	<0,003	<0,003	<0,006	<0,003	0,007	<0,003	<0,006	<0,003
Alachlor	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Atrazin	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Carbendazim	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,10	<0,01	0,014	<0,01
Chloridazon	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Chlortoluron	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Diflufenican	µg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Diuron	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,013	<0,01	0,013	<0,01	<0,01	<0,01
Epoxiconazol	µg/l	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Imidacloprid	µg/l	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	<0,005	0,013	<0,005	0,007	<0,005
Isoproturon	µg/l	<0,01	0,014	<0,01	<0,01	0,018	<0,01	0,15	<0,01	0,012	<0,01
MCPA	µg/l	<0,01	<0,006	<0,003	<0,003	0,076	<0,003	0,009	<0,003	<0,006	<0,003
Mecoprop (MCPP)	µg/l	<0,01	<0,006	0,003	0,004	0,009	<0,003	0,033	<0,003	<0,006	<0,003
Metribuzin	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Propiconazol	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,051	<0,01	<0,01	<0,01
Quinoxifen	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Terbutylazin	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,011	<0,01	0,018	<0,01	<0,01	<0,01
Terbutryn	µg/l	<0,01	0,028	0,013	<0,01	0,023	<0,01	0,058	<0,01	0,017	<0,01

OGewV Anlage 6 und 7  
 Leitfaden NRW (Anl. D4)



OGewV Anlage 8



90 % zurückgehalten wurde, erfuhren vor allem die gelösten Nickelverbindungen lediglich einen geringen Rückhalt bis maximal 20 %.

Aufgrund der unterschiedlichen biologischen Abbaubarkeit waren die hohen Reinigungsleistungen beim MGDA und deutlich niedrigere beim EDTA zu erwarten. Die Retentionsrate der gut an Belebtschlamm adsorbierenden PAK lag für die Summe der 16 untersuchten Verbindungen bei kläranlagenüblichen 83 bis 92 %. Bei den Süßstoffen unterschieden sich die Eliminationsleistungen deutlich. Während Cyclamat und Saccharin zu 90 % und mehr aus dem Abwasser entfernt wurden, lag der Rückhalt für die schwer abbaubare Sucralose mit Ausnahme der Kläranlage Balve-Binolen bei maximal 10 %.

Für die Diagnostika sind wegen ihrer charakteristischen Applikation Reinigungsleistungen vor allem bei nicht zeitkorrespondierend entnommenen Proben nur bedingt auswertbar. Die Entfernungswirkungen für die einzelnen Arzneimittelrückstände fielen sehr unterschiedlich aus. Bei den Substanzen Diclofenac, Sulfamethoxazol, Trimethoprim sowie Carbamazepin, Metoprolol und Clarithromycin lag der Rückhalt überwiegend unter 25 %. Dagegen wurde das biologisch gut abbaubare Ibuprofen im Verlauf des Reinigungsprozesses bis zu 99 % entfernt. Vergleichbar hohe Eliminationsleistungen ergaben sich auch für Metformin. Bei dessen Abbau bildet sich als Hauptmetabolit Guanylarnstoff, so dass für diesen die Ablauffracht deutlich über der Zulaufbelastung lag.

#### *Kläranlagenablauf*

In den Kläranlagenabläufen lagen die Konzentrationen an abfiltrierbaren Stoffen im Mittel im einstelligen Milligrammbe- reich, was auf einen insgesamt geringen Feststoffaustrag hinweist. Die in den wasserrechtlichen Genehmigungsbeschei- den vorgegebenen und für qualifizierte Stichproben gültigen Überwachungswerte wurden auch von den maximalen Ab- laufkonzentrationen der Kenngrößen CSB, BSB<sub>5</sub>, Ammonium- Stickstoff, TIN und Gesamt-Phosphor in den 24-Stunden- Mischproben durchgehend und mit deutlichem Abstand eingehalten. Für potenzielle, gezielte Maßnahmen auf Kläran- lagen zur Einhaltung der Orientierungswerte in den Wasser- körpern stehen zurzeit die Parameter Ammonium-Stickstoff und Phosphor besonders im Fokus. Mit Ausnahme der Kläranlage Neuenrade, für die sich eine Durchschnittskonzent- ration von 1,1 mg/l ergab, lagen die mittleren Gehalte an Ammonium-Stickstoff deutlich unter 1 mg/l und die für Phosphor durchgehend unter 0,5 mg/l.

Die durchschnittlichen Ablaufwerte der Anionen Chlorid und Sulfat waren unauffällig und hielten sogar die Anforderungen für Oberflächengewässer ein. Mit zwei Ausnahmen wurden die Überwachungswerte für Quecksilber, Cadmium, Chrom, Nickel, Blei und Kupfer in den Kläranlagenabläufen auch von den Maximalwerten im Untersuchungszeitraum um minde- stens den Faktor zehn unterschritten. Nur die Höchstwerte für Nickel auf den Kläranlagen Neuenrade und Hemer schöpften

den Überwachungswert bis zu 40 % aus, lagen damit aber sowohl in der homogenisierten als auch in der filtrierten Probe unter der zulässigen Höchstkonzentration für das Gewässer.

Die Konzentrationen der Komplexbildner im gereinigten Ab- wasser waren im Mittel unauffällig. In den Kläranlagen Neuenrade und Hemer überschritten die PFOS-Gehalte im Durchschnitt knapp die Bestimmungsgrenze von 10 ng/l. Die Konzentrationen der künstlichen Süßstoffe lagen in der üblichen Spannbreite der Ruhrverbandskläranlagen. Für die Pflanzenschutzmittel lagen die Gehalte überwiegend unterhalb der Bestimmungsgrenzen. Positivbefunde ergaben sich beispielsweise bei MCPA, Mecoprop, Terbutryn, Carbendazim, Isoproturon und Imidacloprid.

Bei den Röntgenkontrastmitteln wurden signifikante Ablauf- konzentrationen für Amidotrizoesäure, Iomeprol und in Neu- enrade und Hemer auch für Ioversol festgestellt, die erwar- tungsgemäß über den nicht verbindlichen Orientierungswerten für das Gewässer liegen. Als Folge der insgesamt niedrigen Retentionsleistungen wurden für viele Medikamentenrückstän- de signifikante Ablaufkonzentrationen gemessen. Der Ver- gleich der mittleren Konzentrationen mit den für das Gewässer geltenden, nicht verbindlichen Orientierungswerten ergab in allen Kläranlagenabläufen erhöhte Werte für Bisoprolol, Diclo- fenac, Clarithromycin, Sulfamethoxazol und trotz seiner guten Abbaubarkeit für Ibuprofen. Die höchsten Ablaufkonzentri- onen wurden erwartungsgemäß für Guanylarnstoff gemes- sen, für das es aber keine Immissionsanforderungen gibt.

### **Untersuchungsergebnisse Gewässer**

#### *Hydrologische Situation*

Zur Einschätzung der Abflüsse wurde der vom LANUV betriebene Pegel Menden (Hönne-km 2,55) herangezogen (Bild 10.2). Lediglich am 16. Januar.2018 lag der Abfluss mit 6,47 m<sup>3</sup>/s über dem langjährigen mittleren Abfluss von 3,49 m<sup>3</sup>/s. An den weiteren fünf Probenahmetagen herrschten niedrige Abflüsse von 1,25 bis 3,31 m<sup>3</sup>/s. Zum Vergleich lag der mittlere Niedrigabfluss im Jahr 2016 bei 0,70 m<sup>3</sup>/s. Das Wetter war an den Probenahmetagen überwiegend trocken. Stärkerer Regen herrschte lediglich im Januar vor.

#### *Probenahmestelle Hönne oberhalb Kläranlage Neuenrade*

Die erste Probenahmestelle (Hönne-km 27,1) liegt in einem kleinen Wohngebiet, das von landwirtschaftlich genutzten Flächen umgeben ist, ca. 400 m oberhalb der Kläranlage Neuenrade. Der Sauerstoffgehalt unterschritt einmalig am 18. Juli 2018 bei sehr niedrigem Abfluss die Anforderung der OGewV von 7 mg/l. Zudem wurde der Orientierungswert für Kupfer knapp überschritten. Weitere Überschreitungen der Qualitätsanforderungen ergaben sich für die diffus eingetra- genen Stoffe Benzo[a]pyren sowie Pyren und – wie auch an allen folgenden Probenahmestellen- für Perfluorooctansulfon- säure. Darüber hinaus weist die Hönne an dieser Probenahme-

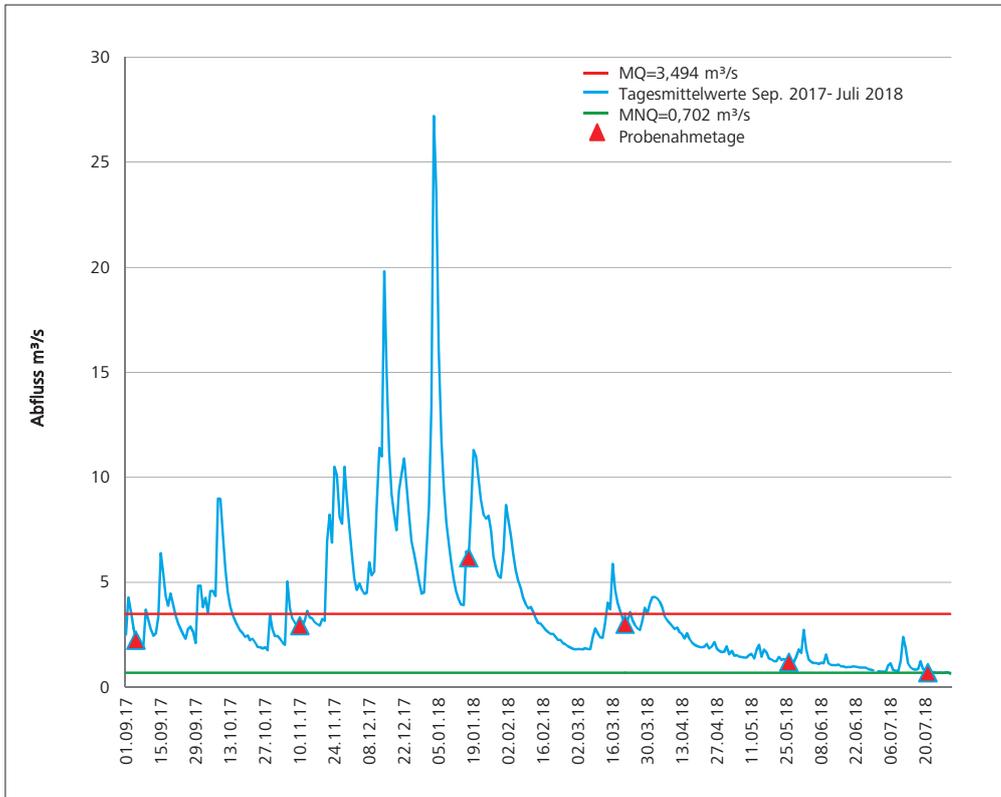


Bild 10.2: Abfluss am Pegel Menden [10.10]  
 Fig. 10.2: Runoff at the gauging station Menden [10.10]

stelle für alle anderen untersuchten Kenngrößen den guten bzw. sehr guten Zustand auf. Die Gehalte für Arzneimittelrückstände sowie Pflanzenschutzmittel lagen dabei sogar überwiegend unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenzen.

#### Probenahmestelle Hönne unterhalb Kläranlage Neuenrade

An der Probenahmestelle unterhalb der Kläranlage Neuenrade (Hönne-km 25,59) wurden bei den Untersuchungen im Vergleich zu der oberhalb gelegenen Probenahmestelle Konzentrationsanstiege für mehrere Parameter festgestellt, die in einigen Fällen auch zu einer Verschlechterung der Bewertung führen. Zu nennen sind dabei vor allem die Nährstoffe Ammonium- und Nitrit-Stickstoff sowie Gesamtphosphor und ortho-Phosphat-Phosphor, für die dieser Gewässerabschnitt nur den mäßigen Zustand erreichte. Weiterhin sind auch Nickel, Zink, die Röntgenkontrastmittel Iomeprol und Ioversol, die Wirkstoffe Diclofenac und Ibuprofen, sowie das Antibiotikum Clarithromycin zu nennen. Die mittlere Kupferkonzentration unterschreitet im Gegensatz zu der oberhalb gelegenen Probenahmestelle den Orientierungswert. Beispiele für Konzentrationsanstiege von Verbindungen ohne Immissionsanforderungen sind Metformin und Guanylarnstoff. Die im Vergleich zur oberhalb gelegenen Probenahmestelle erhöhten Gehalte bei den oben genannten Kenngrößen sind vor allem auf die Emissionen der Kläranlage Neuenrade zurückzuführen. Lediglich die weiterhin bestehende Überschreitung der UQN für Benzo[a]pyren ist durch diffuse Einträge bedingt.

#### Probenahmestelle Hönne oberhalb Kläranlage Balve

Die Probenahmestelle oberhalb der Kläranlage Balve liegt bei Hönne-km 20,04. Der Einfluss der Kläranlage Neuenrade nimmt an dieser Probenahmestelle aufgrund der zunehmenden Verdünnung durch zufließende Nebengewässer deutlich ab. Dies führt für einige der zuvor genannten kläranlagenbürtigen Parameter wieder zu einer Verbesserung der Einstufung. Die Gehalte für die Nährstoffe Ammonium- und Nitrit-Stickstoff sowie Gesamtphosphor und ortho-Phosphat-Phosphor können daher wieder mindestens mit gut bewertet werden. Zudem halten alle Metallkonzentrationen, so auch von Nickel, die Anforderungen an den guten bzw. sehr guten Zustand ein. Allerdings überschreiten auch an dieser Probenahmestelle die Konzentrationen von Perfluorooctansulfonsäure und Benzo[a]pyren die jeweilige UQN der Anlage 8. Knapp verfehlt wird auch der gute Zustand für die Pyrenkonzentration. Die Gehalte der kläranlagenrelevanten Parameter Iomeprol, Diclofenac und Ibuprofen nahmen zwar ab, überschreiten aber dennoch den jeweiligen gesetzlich nicht verbindlichen Orientierungswert. Die Konzentrationen der untersuchten Kenngrößen aus den Gruppen der Antibiotika und Pflanzenschutzmittel halten die jeweiligen Anforderungen dagegen sicher ein.

### Probenahmestelle Hönne unterhalb Kläranlage Balve

Die Probenahmestelle unterhalb der Kläranlage Balve liegt bei Hönne-km 17,32 und somit noch oberhalb der Kläranlage Balve-Binolen. Zu einer einmaligen Überschreitung des pH-Werts kam es am 05. September 2017. Die mittlere Konzentration für ortho-Phosphat-Phosphor lag knapp über dem Orientierungswert von 0,07 mg/l, was zu einer mäßigen Bewertung führt. Die Konzentration des Gesamtphosphors kann dagegen genauso wie die des Ammonium-Stickstoffs mit gut bewertet werden. Für die Gehalte an Nitrat- und Nitrit-Stickstoff ergab sich sogar eine sehr gute Bewertung. Auch an dieser Probenahmestelle sind die Einflüsse aus der Siedlungsentwässerung in Form von Überschreitungen der gesetzlich nicht verbindlichen Orientierungswerte von lomeprol, Diclofenac, Ibuprofen sowie Clarithromycin zu erkennen. Jedoch macht sich der Einfluss der Kläranlage Balve auf das Gewässer im Vergleich zur Kläranlage Neuenrade nicht so stark bemerkbar, da die Verdünnung in der Hönne unterhalb der Kläranlage Balve deutlich höher ist und zudem die Ablauffrachten dieser Kläranlage zum Teil niedriger liegen als in Neuenrade. Die Auswirkungen der Emissionen aus der für 3.000 Einwohnerwerte ausgebauten Kläranlage Balve-Binolen auf die Immissionsituation ist vernachlässigbar.

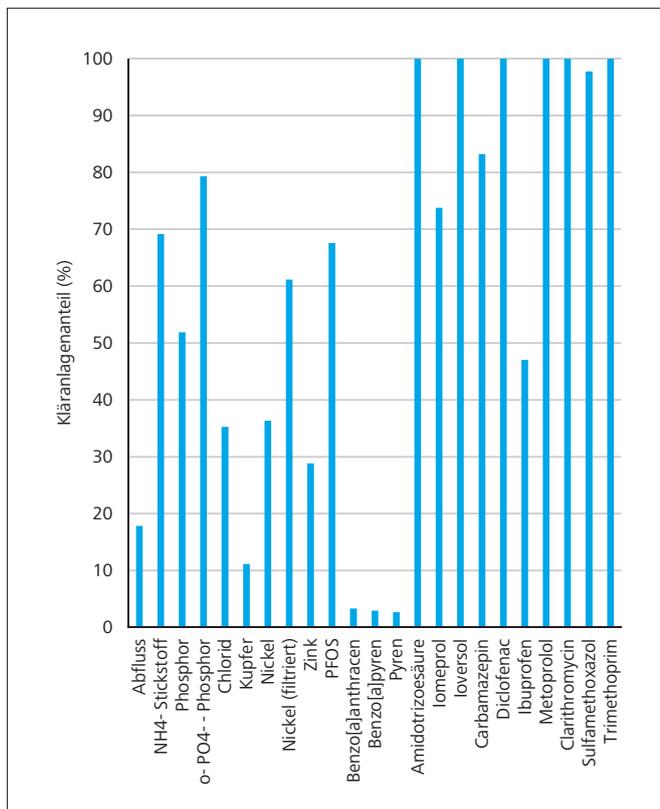


Bild 10.3: Anteil der Emission der vier Kläranlagen an der Immission in der Hönne bei Menden

Fig. 10.3: Share of immission in the Hönne at Menden accounted for by the emissions of four sewage treatment plants

### Probenahmestelle Hönne oberhalb Zufluss Öse

Von der Probenahmestelle unterhalb der Kläranlage Balve bis zur Probenahmestelle Hönne oberhalb Zufluss Öse bei Hönne-km 7,2 nahmen die Konzentrationen wie erwartet für die Kläranlagenrelevanten Parameter durch Verdünnungseffekte wieder ab. Die Konzentrationen der Nährstoffe, vor allem Ammonium-Stickstoff und Phosphor, hielten den guten bzw. sehr guten Zustand sicher ein. Für die Mehrheit der untersuchten Spurenstoffe, wie z.B. aus der Gruppe der Pflanzenschutzmittel, lagen die Konzentrationen unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenzen. An dieser Stelle überschritten lediglich die Konzentrationen von Perfluorooctansulfonsäure und Benzo[a]pyren die UQN und von Ibuprofen den gesetzlich nicht verbindlichen Orientierungswert.

### Probenahmestelle Hönne unterhalb Zufluss Öse

Die Probenahmestelle Hönne unterhalb Zufluss Öse liegt bei Hönne-km 5,5. In die Öse leitet die Kläranlage Hemer ein. Somit sollte durch die Untersuchungen an dieser Stelle auch der Einfluss dieser Kläranlage auf die Gewässerqualität der Hönne erfasst werden. Die Konzentrationen von Ammonium-Stickstoff und Gesamtphosphor hielten in dem untersuchten Gewässerabschnitt trotz der Einleitungen aus der Siedlungsentwässerung den guten Zustand ein. Der Anstieg des Zinkgehalts ist vornehmlich auf die Kläranlagenemission aber wahrscheinlich auch auf den Austrag von Verkehrsflächen zurückzuführen. Aus der Gruppe der diffus eingetragenen PAK wurden die Parameter Benzo[a]anthracen, Benzo[a]pyren und Pyren mit erhöhten Gehalten nachgewiesen. Bei den Röntgenkontrastmitteln lagen die Konzentrationen für Amidotrizoesäure und lomeprol im Gegensatz zu der Probenahmestelle oberhalb des Zuflusses der Öse über den gesetzlich nicht verbindlichen Orientierungswerten. Für die meisten Arzneimittel ergaben sich Positivbefunde, wobei die Gehalte für Diclofenac und Ibuprofen mit mäßig bewertet werden. Zudem wird für das Antibiotikum Clarithromycin die Anforderung an den guten Zustand verfehlt.

### Vergleich von Emission und Immission

In Bild 10.3 sind die mittlere Anteile der aufsummierten Emissionen aus den vier Kläranlagen an den Immissionen in der Hönne unterhalb des Zuflusses der Öse ohne Berücksichtigung von Sedimentation, Remobilisierung oder Abbaureaktionen für ausgewählte Kenngrößen dargestellt. Es ist zu berücksichtigen, dass die Proben im Kläranlagenablauf als 24-Stunden-Mischproben genommen wurden, während es sich im Falle der Gewässerproben um Stichproben handelt, was auch zu rechnerischen Anteilen über 100 % führen kann.

[10.10] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (Fachbereich 51: Hydrologie und Messnetzzentrale), 01.10.2018

Die Kläranlagenabläufe wiesen in Summe an den Probenahmetagen einen mittleren Anteil am Abfluss in der Hönne unterhalb des Zuflusses der Öse von 18 % auf. Bei den Medikamentenrückständen und PFOS (Kläranlage Hemer) stellt die Kläranlagenemission den dominierenden Anteil an der Immission in der Hönne dar. Beim Phosphor liegt der Kläranlagenanteil beim ortho-Phosphat-Phosphor mit etwa 79 % höher als beim Gesamtphosphor mit knapp 52 %. Für Ammonium-Stickstoff errechnet sich ein kläranlagenbürtiger Anteil von 69 %. Die Schwermetallanteile der Kläranlagen fallen unterschiedlich aus. Zu erwarten war dabei der relativ hohe Wert von 61 % beim überwiegend aus gewerblich-industriellen Quellen stammenden Nickel (filtriert). Bei den PAK spielt die Kläranlagenemission mit knapp 6 % dagegen nur eine untergeordnete Rolle. Hier sind vorrangige Ursachen die atmosphärische Deposition und/oder der Eintrag von Verkehrsflächen. Im Vergleich der Kläranlagen untereinander weist die Kläranlage Hemer für die meisten Kenngrößen die höchsten Frachtanteile auf, gefolgt von der Kläranlage Neuenrade. Die Emissionsanteile der Kläranlage Balve-Binolen sind dagegen fast vernachlässigbar.

## Fazit

Die Hönne-Längsuntersuchung fand in der Zeit von September 2017 bis Juli 2018 an sechs Stellen im Gewässer sowie im Zu- und Ablauf der vier einleitenden Kläranlagen überwiegend bei Trockenwetterverhältnissen, aber auch einmalig bei einem erhöhten Abfluss statt. Bei insgesamt unauffälligen Betriebszuständen der Kläranlagen lagen die Zulaufbelastungen und die Ablaufwerte bezüglich der organischen Kenngrößen, der Nährstoffe und der Schwermetalle im üblichen Rahmen der vorangegangenen Routineuntersuchungen. Die in den wasserrechtlichen Genehmigungsbescheiden vorgegebenen Überwachungswerte wurden auch von den in den Abläufen gemessenen Maximalkonzentrationen mit großem Sicherheitsabstand eingehalten.

Im Gewässer war die Einhaltung der UQN-Werte der Anlagen 6 und 8 der Oberflächengewässerverordnung weitgehend gegeben. Auch bei den gesetzlich nicht verbindlich geregelten Stoffen werden die Orientierungswerte überwiegend eingehalten. Die festgestellten Konzentrationsanstiege in der Hönne an den Probenahmestellen unterhalb der Kläranlagen sind mit Ausnahme der diffus eingetragenen PAK überwiegend auf die Einleitungen der gereinigten Abwässer der vier Kläranlagen zurückzuführen. Dies gilt für die Schwermetalle ebenso wie für einige Röntgenkontrastmittel und eine Anzahl von Arzneimittelrückständen.

Zu nennen sind vor allem aber Ammonium-Stickstoff und Phosphor, die für potenzielle gezielte Maßnahmen auf Kläranlagen als Beitrag zur Einhaltung der Orientierungswerte in den Wasserkörpern zurzeit besonders im Fokus stehen. Die Untersuchungsergebnisse verdeutlichen hierbei, dass durch Einleitungen aus der Siedlungsentwässerung verursachte Überschreitungen der Orientierungswerte für die Nährstoffe in der

Hönne nur unterhalb der Kläranlage Neuenrade gegeben sind (Bild 10.4). Daher sind gezielte Maßnahmen vorrangig für diese Kläranlage in Betracht zu ziehen. Möglichkeiten sind hierbei der verbesserte Rückhalt von partikulärem Phosphor oder die Optimierung der Phosphatfällung und verfahrenstechnische Optimierungen wie die Etablierung einer vorgeschalteten Denitrifikation und eines Druckbelüftungssystems zur Verbesserung der Stickstoffelimination.

Im Jahr 2019 werden zur detaillierten Erfassung und Bewertung der Emissions- und Immissionsituation eines Einzugsgebietes kombinierte Untersuchungen im Gewässer und der im Gebiet befindlichen Kläranlagen nach dem Muster der Hönne-Längsuntersuchung im Längsverlauf der Volme durchgeführt.

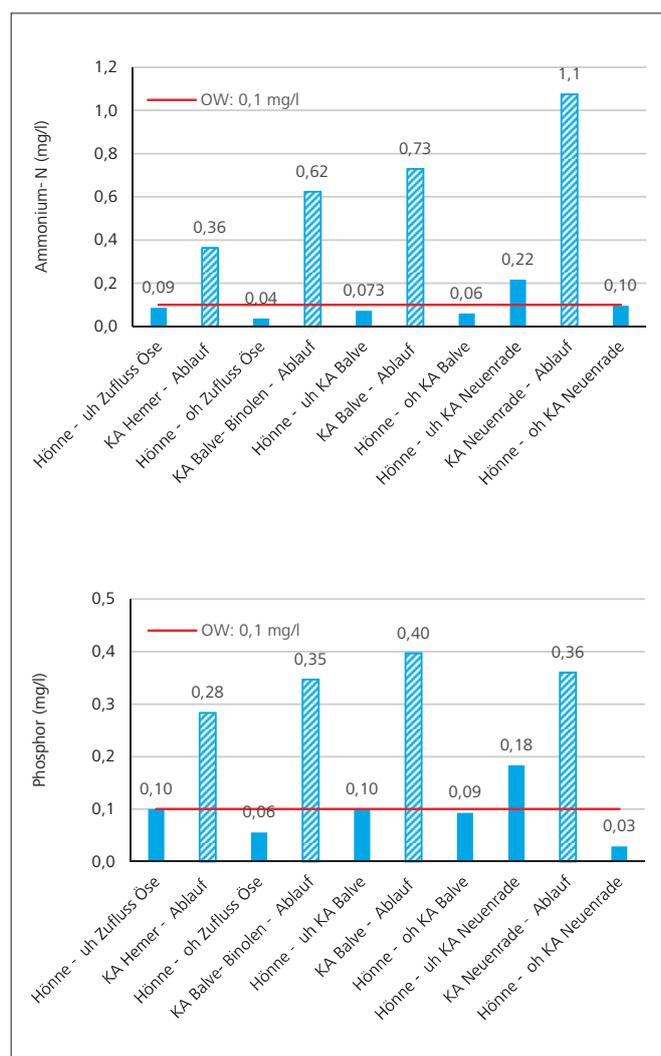


Bild 10.4: Hönne-Längsuntersuchung – mittlere Nährstoffkonzentrationen  
 Fig. 10.4: Examinations along the Hönne – mean concentration of nutrients

---

## 11 Ergebnisse des Projekts „Essen macht's klar“

---

### Medikamentenrückstände im Wasserkreislauf

Weltweit werden große und zunehmende Mengen an Arzneimitteln verbraucht [11.1]. Nach der Verabreichung werden die Wirkstoffe nicht vollständig vom Patienten metabolisiert, sondern teilweise unverändert ausgeschieden [11.2]. So können die Rückstände in den Wasserkreislauf gelangen und werden in Oberflächengewässern, im Grundwasser und teilweise im Trinkwasser nachgewiesen [11.3].

Nach Angaben des Sachverständigenrats für Umweltfragen sind in Deutschland ca. 9.450 Arzneimittelpräparate mit rund 3.000 verschiedenen Wirkstoffen als Humanpharmaka zugelassen [11.4], von denen etwa 111 Wirkstoffe aufgrund der Verkaufsmengen und anderer Kriterien als potenziell umweltrelevant eingestuft werden. Die Konzentrationen von Arzneimittelrückständen, die im Trinkwasser nachgewiesen werden, sind sehr gering und nach dem derzeitigen Stand der Kenntnisse nicht schädlich für den Menschen [11.5]. Aber es gibt Bedenken über mögliche Wechselwirkungen zwischen Arzneimitteln und anderen Schadstoffen in Gewässern [11.6] sowie über ökotoxikologische Wirkungen bestimmter Wirkstoffgruppen wie Hormone [11.7] und von Einzelsubstanzen wie Diclofenac [11.8]. Aus diesem Grund wurden Diclofenac, 17alpha-Ethinylestradiol und 17beta-Estradiol von der EU-Kommission als prioritäre Stoffe vorgeschlagen [11.9]. Diese Wirkstoffe sowie die Makrolid-Antibiotika Erythromycin, Clarithromycin und Azithromycin stehen seit 2015 auf einer Beobachtungsliste mit der Verpflichtung aller EU-Mitgliedstaaten ihre Relevanz für ihre Gewässer zu überprüfen [11.10]. Neben diesen toxikologischen Aspekten hat Wasser als Inbegriff von Reinheit und Reinlichkeit einen besonderen emotionalen und kulturellen Wert und bedarf damit auch jenseits direkter möglicher Folgen von stofflicher Exposition für Mensch und Umwelt eines besonderen Schutzes.

Der Eintrag von Veterinärpharmaka erfolgt diffus über die Ausbringung von Wirtschaftsdüngern aus dem Einsatz in der landwirtschaftlichen Tiermast [11.11] und betrifft damit andere Handlungsträger als im kommunalen Umfeld. Der Gesetz- und Verordnungsgeber sollte gerade in diesem Bereich dem Verursacherprinzip mehr Geltung verschaffen.

Neben Haushalten als diffuse Eintragsquellen von häufig verwendeten Humanpharmaka wurden Krankenhäuser als Punktquellen vor allem für bestimmte Wirkstoffe [11.12] und antibiotikaresistente Bakterien [11.13] diskutiert. Weitergehende Bilanzierungen [11.14] konnten zeigen, dass dies aber nur in Ausnahmefällen unter bestimmten Rahmenbedingungen insbesondere lokal von großer Relevanz ist. Handlungskonzepte müssen auch andere Ansätze verfolgen. Das richtige Verhalten

der Bevölkerung, der Ärzteschaft und den Apotheken kann bei der Verringerung der Einträge und der richtigen Entsorgung von Arzneimitteln eine bedeutende Rolle spielen.

### Ansätze zur Verminderung der Einträge

Konventionelle Kläranlagen wurden vor allem für die Entfernung von abbaubaren organischen Stoffen und Nährstoffen aus dem Abwasser entwickelt. Kläranlagen mit Stickstoffelimination können auch abbaubare Arzneimittelwirkstoffe effizient eliminieren [11.15], was zu einer Verringerung der Gesamtbe-

- 
- [11.1] Ternes T.A., Joss A.: *Human Pharmaceuticals, Hormones and Fragrances. The Challenge of Micropollutants in Urban Water Management*, IWA Publishing 2006
  - [11.2] Liernert J., Bürki T., Escher B.I.: *Reducing micropollutants with source control: substance flow analysis of 212 pharmaceuticals in faeces and urine. Water Sci. Technol.* 55 (5), S. 87–96., 2007
  - [11.3] LANUV NRW: *Eintrag von Arzneimitteln und deren Verhalten und Verbleib in der Umwelt - Literaturstudie*. In: *Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV NRW), Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW)*, 2007
  - [11.4] SRU Sachverständigenrat für Umweltfragen: *Arzneimittel in der Umwelt. Aktuelle Stellungnahme*, 2007
  - [11.5] Bull R. J.; Crook J.; Whittaker M.; Cotruvo J. A.: *Therapeutic dose as the point of departure in assessing potential health hazards from drugs in drinking water and recycled municipal wastewater. Regulatory Toxicology and Pharmacology* 60, S. 1–19, 2011
  - [11.6] Altenburger R., Walter H., Grote M.: *What contributes to the combined effect of a complex mixture? Environmental Science & Technology* 38 (23), S. 6353–6362, 2004
  - [11.7] Kidd K.A., Blanchfield P.J., Mills K.H., Palace V.P., Evans R.E., Lazorchak J.M. and R.W. Flick: *Collapse of a fish population after exposure to synthetic oestrogen. Proceedings of the National Academy of Sciences PNAS*, Vol. 104, No. 21, S. 8897–8901, 2007
  - [11.8] Oaks J.L., Gilbert M., Virani M., Watson R.T., Meteyer C.U., Rideout B.A., Shivaprasad H.L., Ahmed S., Chaudry M.J.I., Khan A.A.: *Diclofenac residues as the cause of vulture population decline in Pakistan. Nature* 427, S. 630–633, 2004
  - [11.9] European Commission: *Proposal for a directive of the European parliament and of the council amending directives 2000/60/EC and 2008/105/EC as regards priority substances in the field of water policy. COM(2011) 876 final*, 2012
  - [11.10] European Commission: *Commission implementing decision (EU) 2015/495 of 20 March 2015 establishing a watch list of substances for Union-wide monitoring in the field of water policy pursuant to Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council. Official Journal of the European Union, L 78/40, 24.3.2015*
  - [11.11] Bund/Länderausschuss für Chemikaliensicherheit: *Arzneimittel in der Umwelt. Auswertung der Untersuchungsergebnisse. Hamburg: Institut für Hygiene und Umwelt*, 2003
  - [11.12] Kümmerer K.: *Drugs in the environment: emission of drugs, diagnostic aids and disinfectants into wastewater by hospitals in relation to other sources - a review. Chemosphere*, 45(6-7), S. 957–969, 2001
  - [11.13] Schwartz T., Kohnen W.: *Antibiotikaresistenzen in Abwasser: Nachweis und Vermeidung der Verbreitung. GWV Wasser, Abwasser*, 148, Nr.12, S. 886–891, 2007
  - [11.14] Schuster A., Hädrich C., Kümmerer K.: *Flows of active pharmaceutical ingredients originating from health care practices on a local, regional, and nationwide level in Germany – Is hospital effluent treatment an effective approach for risk reduction?, Water Air Soil Poll: Focus* 8, S. 457–471, 2008
  - [11.15] Clara M., Kreuzinger N., Strenn B., Gans O., Kroiss H.: *The solid retention time—a suitable design parameter to evaluate the capacity of wastewater treatment plants to remove micropollutants, Water Res.* 39, S. 97–106, 2005

lastung mit Mikroverunreinigungen beiträgt. Hingegen können persistente Pharmaka in nährstoffelimierenden Kläranlagen kaum zielgerichtet aus dem Abwasser entfernt werden [11.16].

In Deutschland und auf europäischer Ebene bestehen für Arzneimittelrückstände derzeit keine Grenzwerte für Abwasserleitungen bzw. verbindliche Qualitätsziele für Gewässer. Dennoch wird aus Vorsorge- und Besorgnisgründen über Optionen zur Reduzierung der Arzneimittelinträge in die Gewässer diskutiert. Dabei stehen die Erfassung der möglichen Emissionsquellen und die Vermeidung bzw. Verminderung der Emissionen aus diesen Quellen im Mittelpunkt, einschließlich geeigneter Techniken zur Elimination der betreffenden Substanzen bei der Abwasserreinigung oder der Trinkwasseraufbereitung [11.17].

Zur Schließung von Wissenslücken bezüglich Eignung, Betriebssicherheit, Kosten und anderen Randbedingungen wurden bzw. werden derzeit verschiedene großmaßstäbliche Anlagen auf kommunalen Kläranlagen zur Elimination von Mikroverunreinigungen in der Schweiz, in Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen betrieben und untersucht (siehe verschiedene Vorhaben des Umweltministeriums NRW, z.B. [www.spurenstoffe.net](http://www.spurenstoffe.net); [www.masterplan-wasser.nrw.de/tatenbank/forschungsprojekte/](http://www.masterplan-wasser.nrw.de/tatenbank/forschungsprojekte/)).

Im Sinne des Multibarrierenprinzips und aus Gründen der Nachhaltigkeit von Lösungen muss die Vermeidungsstrategie an der Quelle eine wichtige Rolle spielen, insbesondere wenn die umweltrelevanten Substanzen durch den Technikeinsatz allein nur unzureichend eliminiert werden können. In den Handlungsempfehlungen des nationalen Stakeholder-Dialogs zu Spurenstoffen wird die Sensibilisierung der Bevölkerung als wichtige Maßnahme zur Minderung von Spurenstoffen im Wasserkreislauf aufgeführt [11.18]. Gleiches gilt für die nationale Strategie der Schweiz [11.19] und für die Strategie der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins [11.20]. Durch eine gezielte Öffentlichkeitsarbeit könnte das breite Bewusstsein für das Thema erhöht werden. Empirische Studien ergaben, dass zum Teil größere Mengen an Altmedikamenten unsachgerecht entsorgt werden [11.21]. Daher sind zusätzlich aufklärende Maßnahmen wie Verbraucherinformationen über die „richtige“ Entsorgung von Altmedikamenten angebracht.

Auch eine Bewusstseinssteigerung zur Anpassung der Verschreibungspraxis, indem bei gleicher Indikation vorzugsweise umweltfreundliche Medikamente verschrieben werden, kann zur Minderung der Emissionen führen. Schlüsselemente dieser Vorgehensweise sind eine entsprechende Klassifikation der Wirkstoffe und eine angepasste Information bzw. Weiterbildung von Ärzten und Apothekern (siehe Schwedisches Umweltklassifikationssystem, [www.fass.se](http://www.fass.se), <http://www.janus-info.se/In-English/>).

## Vorgehensweise und Umsetzung des Projekts

Im Rahmen des Projekts „Sensibilisierung zur Minderung von Medikamentenrückständen im Wasserkreislauf – SensiMED“ wurde zu Beginn der Projektarbeit für öffentlichkeitsrelevante Kampagnen die Initiative „Essen macht’s klar – Weniger Medikamente im Abwasser“ entwickelt. Die Zielsetzung des Projekts war, die Bevölkerung und alle relevanten Akteure in der Stadt Essen durch gezielte Kommunikations- und Bildungsmaßnahmen für die Minderung von Medikamentenrückständen im Wasserkreislauf zu sensibilisieren. Der Betrachtungsrahmen war dabei der gesamte Wasserkreislauf. Gefördert wurde das Projekt durch das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Projektpartner waren die Stadt Essen, die Emscher-Genossenschaft und der Ruhrverband. Darüber hinaus erfolgte eine Kooperation mit überregional tätigen Institutionen wie dem Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW, der kasernenärztlichen Vereinigung Nordrhein, dem Apothekerverband Essen/Mühlheim/Oberhausen e.V. und sonstigen Verbänden. Eine solche Zusammenarbeit hatte den Vorteil, dass auf die Erfahrungen von bereits etablierten Netzwerken aufgebaut werden konnte. Ferner konnten auch die Kommunikationsinstrumente und -ressourcen dieser Institutionen zusätzlich genutzt werden.

Bei der Umsetzung des Projekts konnte zwar auf Erfahrungen und Materialien des Projektes „Den Spurenstoffen auf der Spur in Dülmen – DSADS“ [11.22] zurückgegriffen werden. Aufgrund der städtischen Dimension und vor dem Hintergrund



Bild 11.1: Organisation des Projekts „Essen macht’s klar“  
Fig. 11.1: Project organisation for “Essen macht’s klar”  
(Essen makes it clear)



Bild 11.2: Zeitstrahl zum Projektablauf  
Fig. 11.2: Project schedule

einer Übertragbarkeit in der Fläche mussten die dortigen Kommunikationskonzepte sowie die Maßnahmen und Materialien weiterentwickelt werden.

Im Projekt wurden vier Module bearbeitet: „Breite Kommunikation“, „Institutionelle Verankerung“, „Bildung“, „Wirkungsabschätzung“ (Bild 11.1). Die Leitung des Projektes erfolgte durch ein Koordinationsteam bestehend aus jeweils einem Vertreter der Stadt Essen, der Emschergenossenschaft und des Ruhrverbands. Die Federführung lag bei der Emschergenossenschaft.

#### Breite Kommunikation

Im Folgenden wird das eigens für „Essen macht’s klar“ konzipierte Kommunikationskonzept erläutert sowie einzelne ausgewählte Sensibilisierungsaktivitäten beschrieben. Alle Sensibilisierungsaktivitäten wurden durch professionelle Öffentlichkeits- und Pressearbeit unterstützt. Der zeitliche Ablauf der Kommunikationsmaßnahmen ist in Bild 11.2 dargestellt.

Als zentrale Informationsplattform für das Projekt wurde eine multimediale Internetseite eingerichtet ([www.machts-klar.de](http://www.machts-klar.de)). Mit diesem Internetauftritt sollten in erster Linie die Essener Bürgerinnen und Bürger erreicht werden, um die Wirkung der Sensibilisierungskampagne zu unterstützen. Entsprechend bietet die Internetseite eine übersichtliche, allgemeinverständliche Einführung in das Thema „Arzneistoffe im Wasserkreislauf“, sowie konkrete Hinweise, wie Arztpraxen und Apotheken und die Bevölkerung dazu beitragen können, den Eintrag von Arzneistoffen in den Wasserkreislauf zu verringern oder zu vermeiden.

Im News-Bereich wurde tagesaktuell über Aktionen des Projekts berichtet und wissenswerte Neuigkeiten zum Thema veröffentlicht.

Breitere Bevölkerungsschichten wurden insbesondere durch drei Kampagnen erreicht. Die erste, im September 2017 gestartete Kampagne, richtete sich in erster Linie an die Ärzte-

- [11.16] Joss A., Siegrist H., Ternes T.A.: Are we about to upgrade wastewater treatment for removing organic micropollutants?, *Water Science and Technology* 57 (2), S. 251-255, 2008
- [11.17] Bergmann, A.; Mälzer, H.-J.; Pinnekamp, J.: Möglichkeiten zur Senkung des Anteils organischer Spurenstoffe durch zusätzliche Behandlungsstufen auf kommunalen Kläranlagen am Beispiel der Ruhr. *Gewässerschutz - Wasser - Abwasser* 217, S. 10/1-10/11, 2009
- [11.18] Hillenbrand, T.; Tettenborn, F.; Bloser, M.: Policy-Paper Empfehlungen des Stakeholder-Dialogs »Spurenstoffstrategie des Bundes« an die Politik zur Reduktion von Spurenstoffeinträgen in die Gewässer, BMUB/UBA (Hrsg.), 2017
- [11.19] Gälli R., Ort C., Schärer M. (2009). Mikroverunreinigungen in den Gewässern. Bewertung und Reduktion der Schadstoffbelastung aus der Siedlungsentswässerung. *Umwelt-Wissen Nr. 0917*. Bundesamt für Umwelt, Bern, 2009
- [11.20] IKSR: Strategie Mikroverunreinigungen - Strategie für die Siedlungs- und Industrieabwässer, Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) (Hrsg.), Bericht Nr. 181, 2010
- [11.21] ISOE (Hrsg.): Humanarzneimittelstoffe: Handlungsmöglichkeiten zur Verringerung von Gewässerbelastungen. Eine Handreichung für die Praxis. Frankfurt/M.: Institut für sozialökologische Forschung (ISOE), 2008
- [11.22] Lippeverband: Den Spurenstoffen auf der Spur in Dülmen - Herkunftsanalyse und Sensibilisierung zur Vermeidung des Eintrages von Spurenstoffen in Dülmen, Abschlussbericht des F&E-Vorhabens, gerichtet an das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV), AZ 500-8657198/0001.F, 2016



Bild 11.3: Plakatmotiv der ersten Kampagne  
 Fig. 11.3: Poster design of the first campaign

und Apothekerschaft und deren Patientinnen und Patienten. Alle Arztpraxen und Apotheken in der Stadt Essen wurden dazu angeschrieben und mit einem Informationspaket bestehend aus Flyern, passenden Aufstellern sowie unterschiedlichen Plakatmotiven versorgt (Bild 11.3). 105 der 134 Essener Apotheken und zahlreiche Arztpraxen haben sich an dieser Aktion beteiligt. Die zweite Kampagne wurde im Rahmen einer Medikamentensammelaktion gestartet, an der sich 90 Apotheken mit großem Erfolg beteiligt haben. Die Kampagnenmotive wurden als Postkarten, Plakat- und Buswerbung eingesetzt (Bild 11.4). Zielgruppe des dritten Kampagnenflights waren Seniorinnen und Senioren sowie Alten- und Pflegeeinrichtungen. Neben zahlreichen Vorträgen wurden in den Einrichtungen Plakatmotive aufgehängt. Zudem wurden die Motive der dritten Kampagne auch auf Großwerbeflächen im Stadtgebiet plakatiert. In Spots, die bei Radio Essen geschaltet wurden, klärte die Sympathiefigur „Oma Klara“ über die richtige Entsorgung von Medikamentenresten oder die Anwendung von Schmerzsalben auf, zusätzlich wurde eine Informationshotline geschaltet (Bild 11.5).

In Ergänzung zu den Kampagnen präsentierte sich das Projekt bei zahlreichen öffentlichkeitswirksamen Veranstaltungen u.a. im Rahmen „Essen – Grüne Hauptstadt Europas“. Hier sind zu nennen:

- Informationsstand auf dem Feierabendmarkt am Weberplatz
- Essen macht's klar im Rahmen der Diskussionsveranstaltungen „Meine Flüsse“ unter dem Titel „Begehrt und verklärt. Das Lebenselixier Wasser: Eine Stadt, zwei Flüsse, ein globales Thema!“ luden am 13. Juli 2017 Oberbürgermeister Thomas Kufen und Simone Raskob zur Podiumsdiskussion „Meine Flüsse“ ein.
- Essen macht's klar auf dem 1. Essener Gesundheitstag am 29. August 2017 im Grugapark
- Essen macht's klar bei der ExtraSchicht am 30. Juni 2018. Das Künstlerpaar des Caracho Event Theaters nutzten als Hausmeister und Putzfrau für „Essen macht's klar“ einen Shuttlebus zwischen den Veranstaltungsorten als Bühne, um über das Thema und die Probleme der medikamentösen Spurenstoffe aufzuklären.
- Infostand auf dem Aktionstag „Barrierefrei“ in Altenessen am 10. Juli 2018
- Tag der älteren Generation auf dem Kennedy-Platz am 19. September 2018
- Informations- und Mitmachstand bei der Wissensnacht Ruhr am 28. September 2018 im Haus der Technik in Essen und im Archäologiemuseum in Herne. Hier wurden zahlreiche Kinder- und Jugendliche zur aktiven Mitwirkung an ausgewählten Versuchsstationen aus dem Schulbildungsmaterial und der dazugehörigen Wasserbox animiert.



Bild 11.4: Buswerbung während der zweiten Kampagne  
 Fig. 11.4: Bus advertisements during the second campaign



Bild 11.5: Plakatmotiv „Oma Klara“ der dritten Kampagne  
 Fig. 11.5: Poster design „Oma Klara“ during the third campaign

- Information des Arbeitskreises Ökologie. Der Arbeitskreis Ökologie setzt sich aus Vertretern der verschiedenen Kliniken und Krankenhäuser in Essen und Umgebung zusammen (Universitätsklinikum Essen, Kliniken Essen Mitte, katholische Kliniken Essen, LVR-Kliniken, Alfried-Krupp-Krankenhaus, katholische Kliniken Ruhrhalbinsel und dem evangelischen Krankenhaus Mülheim).
- „Essen macht’s klar“ im Seniorenbeirat
- Caritasverband für das Bistum Essen e.V.
- Senioren- und Pflegeeinrichtungen
- Arbeiterwohlfahrt Kreisverband Essen e.V.
- Vorstellung von „Essen macht’s klar“ bei den Ortsgruppenleitern der Seniorenclubs
- Vortragsreihen in den Wohnanlagen für Seniorinnen und Senioren des Arbeiterwohlfahrtverbandes (AWO). Im Jahr 2018 war die primäre Zielgruppe der dritten Kampagne der Initiative die Seniorinnen und Senioren der Stadt Essen und der Bereich der Pflege. Seitens des Projekt-Teams wurden Vortragsreihen über „Essen macht’s klar“ in den Senioren-Wohnanlagen des Arbeiterwohlfahrtverbandes der Stadt Essen angeboten.

### Institutionelle Verankerung

Bei der institutionellen Verankerung war das Hauptziel die dauerhafte Etablierung eines Diskussionsprozesses mit relevanten Schlüsselakteuren und Gruppen in der Stadt. Daher wurde direkt zu Anfang das Projekt „Essen macht’s klar“ organisatorisch breit aufgestellt, um als „Initiative“ einen wirk-samen Unterstützerkreis zu entwickeln. Der Kreis der Unter-stützer setzte sich aus drei Schirmherren, 24 Beiratsmitgliedern inklusive einer Beiratsvorsitzenden sowie rund 200 aktiven Unterstützern zusammen.

Für eine starke Außenwirkung, Signalgebung und politische Repräsentation wurde eine Schirmherrschaft bestehend aus den drei Führungspersönlichkeiten des Projektkonsor-tiums übernommen. Seitens der Stadt Essen wurde der Oberbürgermeister Thomas Kufen als Schirmherr in das Projekt eingebunden. Die Vertretung des Ruhrverbands wurde von Prof. Dr.-Ing. Norbert Jardin übernommen und für die Emschergenossenschaft übernahm Prof. Dr. Uli Paetzel die Schirmherrschaft.

In der Auftaktveranstaltung des Projekts wurde ein projektbe-gleitender Beirat konstituiert, der eine wichtige Schnittstelle zu den Akteuren darstellte. Durch die gemeinsame Einbindung der Akteure aus Wasserwirtschaft, Medizin, Bildung und Pfl-ege sowie Kooperation mit etablierten Netzwerken sollte die Nutzung bereits bestehender Kommunikationsinstrumente und -ressourcen sowie eine nachhaltige Verankerung der Sensibilisierung zu dem Thema ermöglicht werden. Für den aus 21 Einrichtungen und 24 Personen bestehenden Beirat, der das Projekt mit medizinischer, umweltmedizinischer, poli-tischer, pädagogischer und sozialer Expertise fachlich begleitet hat, wurde als Vorsitzende Doris Schönwald, Apothekerin und Vorstandsmitglied des Apothekerverbands Essen/Mülheim/ Oberhausen e.V., ernannt.

Ferner wurde in der Auftaktveranstaltung der „Kreis der Unter-stützer“ gegründet. Der Kreis der Unterstützer wurde zusätz-lich mit einer Gruppe aktiver Unterstützer mit ca. 200 Vertre-tern von Institutionen und Einzelpersonen, darunter unter anderem ApothekerInnen, ÄrztInnen, LehrerInnen, die sich engagieren wollten, verstärkt.

### Bildung

Die Entwicklung von Bildungskonzepten und -maßnahmen für verschiedene Zielgruppen war ein wesentlicher Schwerpunkt der Projektarbeit. Das Engagement in Bildung und Ausbildung wirkt sich zwar meist eher langfristig aus, hat aber den Vorteil, sich nachhaltig im Gedächtnis zu verankern. Folgende Ziel-gruppen wurden bei der Entwicklung von Lehr- und Fortbil-dungsmodulen berücksichtigt:

- Initiierung von Lehrveranstaltungen in Schulen, gemeinnützigen öffentlichen Einrichtungen zur Erwachsenen- und Weiterbildung (Volkshochschulen)
- Aus- und Weiterbildung von MedizinerInnen, ApothekerInnen, Klinikverwaltungspersonal und weiteren im Gesundheitswesen tätigen Personen (Gesundheitsmanagement, Medizinpädagogik, etc.)
- Fortbildung von Beschäftigten in Pflegeeinrichtungen und ambulanten Pflegediensten sowie pharmazeutisch-technischen AssistentInnen (PTAs)

Für Schulen, universitäre Bildung und berufliche Weiterbildung wurde ein Bildungsmodul zusammengestellt. Gemeinsam mit dem Fachgebiet Biologiedidaktik an der Universität Duisburg-Essen entstanden zehn „Forscherboxen“ für Lehrerinnen und Lehrer, welche diese kostenfrei seit Ende 2017 für den eigenen Unterricht ausleihen können. Das Fortbildungsangebot zum Umgang mit der Spurenstoffbox haben bislang ca. 50 Lehrerinnen und Lehrer genutzt und sehr positiv bewertet (Materialien und Spurenstoffbox unter [spurenstoffe.eglv.de](http://spurenstoffe.eglv.de)).

In Kooperation zwischen der Ehrenamt Agentur, der VHS Essen, der Universität Duisburg-Essen und „Essen macht's klar“ wurde ein Fortbildungsprogramm zu ehrenamtlichen „WasserbotschafterInnen“ entwickelt, das weiterhin fortgesetzt wird. Interessierten Bürgerinnen und Bürgern wurden für einen umweltbewussten Umgang mit Medikamenten sensibilisiert. Den Teilnehmerinnen und Teilnehmern wurde eine fachliche Einführung zum Thema gegeben, die durch praktische Umsetzungen mittels der Spurenstoffbox „Auf Spurensuche – Medikamente und andere Stoffe im Wasser“ veranschaulicht wurden. Neben den fachlichen Kenntnissen erhielten die Bürgerinnen und Bürger zudem Hinweise zur Umsetzung und Vermittlung des Themas zum Beispiel in Schulen, KiTas, Anwohnergruppen und Ferienfreizeiten.

Die Biologiedidaktik Berlin und München haben Interesse geäußert, die Spurenstoffbox in ihrer Lehrerbildung einsetzen zu wollen. Zudem soll es eine Kooperation mit der Verbraucherzentrale Düsseldorf zum überregionalen Einsatz (Multiplikation durch weitere bundesweite Verbraucherzentralen) der Spurenstoffbox in Schulen und weiteren Lernangeboten (z. B. Ferienprogramme) geben.

Dem Institut für Pharmakologie der Universität Duisburg-Essen wurden Unterlagen für eine Lehrinheit zu den Umweltauswirkungen beim Einsatz von Medikamenten zur Verfügung gestellt. Diese Inhalte sollen in den regulären Vorlesungsbetrieb aufgenommen werden. Zur festen Verankerung derartiger Lehrinhalte in die Curricula zur Ausbildung von MedizinerInnen und ApothekerInnen sollten in der weiteren Abfolge die Bildungs- und Forschungsministerien eingebunden werden.

Für die Aus- und Weiterbildung im Pflegebereich wurden gemeinsam mit dem Steinbeis Transfer Institut NRW Bildungs-

bausteine und -hefte für Pflegekräfte zum Umgang mit und zur Entsorgung von Medikamenten konzipiert und an Pflegeschulen in der Stadt Essen implementiert.

### *Wirkungsabschätzung*

Im Rahmen der Evaluation sollte aufgezeigt werden, ob die Sensibilisierungskampagne „Essen macht's klar“ die gewünschte Wirkung auf die Bevölkerung in Essen hatte und wenn ja, wie diese Wirkung zu quantifizieren ist, um den Erfolg der Kampagne zu bemessen. Die im Mai 2017 durchgeführte Repräsentativbefragung der Bevölkerung in Essen und Köln (je 1000 Befragte) ermittelte den Status Quo hinsichtlich des vorhandenen Wissensstandes in Bezug auf Medikamentenrückstände als Gefahrenquelle für unser Trinkwasser und die Sensibilität der Bevölkerung für dieses Thema. Darüber hinaus wurde die Bedeutung lokaler Gewässer, die Einstellung zu Ärzten und Apotheken, der aktuelle Medikamentengebrauch und die aktuelle Entsorgungspraxis von Medikamentenresten erhoben. Abschließend wurde noch abgefragt, welche Handlungsmöglichkeiten es gibt und welche Rolle der Verbraucher aus Sicht der Bevölkerung in diesem Kontext einnimmt. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind im Abschlussbericht des Projekts detailliert dargestellt.

Bei der parallel durchgeführten Repräsentativbefragung in Köln ging es in erster Linie um die Gewinnung einer Kontrollgruppe, mit Hilfe derer sich kampagnenunabhängige Effekte – bspw. durch die öffentliche Berichterstattung – quantifizieren lassen. Tatsächlich war das Thema Wasserqualität im Evaluationszeitraum häufig Gegenstand der öffentlichen Berichterstattung. Dabei ging es zwar vornehmlich um die Belastung durch Mikroplastik und Nitrat, dennoch bringt es der Bevölkerung das Thema Wasserqualität ins Bewusstsein und sorgt damit für eine höhere Sensibilität. Diese Effekte zu bemessen war die Aufgabe der Kontrollgruppe. Gegebenenfalls aufgetretene Effekte wurden quantifiziert und die Essener Ergebnisse um diese bereinigt. Köln wurde ausgewählt, da es sich dabei um eine, hinsichtlich Größe und Lage, vergleichbare Stadt handelt. Die zweite Messung zur Wirkungsabschätzung fand im November 2018 statt. Bei beiden Befragungen wurden in jeder Stadt jeweils 1.000 Interviews realisiert. Die Befragungen waren als Telefonbefragung angelegt (CATI – Computer Assisted Telephone Interview), mit einer durchschnittlichen Dauer von 15 Minuten. Die Stichprobenziehung erfolgte anhand des anerkannten Gabler-Häder-Verfahrens zur Generierung repräsentativer Bevölkerungsstichproben.

Kernthemen der Sensibilisierungskampagne waren die verantwortungsvolle Verwendung von Medikamenten und die korrekte Entsorgung von Medikamenten über die Restmülltonne. Daraus folgend wurden im Rahmen der Wiederholungsmessung sechs Thesen geprüft, um den Erfolg der Kampagne zu quantifizieren:

**These 1: Durch die Kampagne steigt das Wissen um Belastungen aus Medikamentenrückständen in der Bevölkerung.**

Die Befragten wurden ohne Vorgabe von Antwortmöglichkeiten nach Verunreinigungen und Belastungen des Wassers gefragt. 28,5 % nennen im Jahr 2018 spontan Medikamentenrückstände und damit 20,7 % mehr als noch im Jahr 2017. Mit einer statistischen Sicherheit von 95 % ist diese Veränderung signifikant (Bild 11.6). Da auch in Köln mit 12,4 % eine signifikante Steigerung gemessen wurde, muss dieser – als kampagnenunabhängig einzustufender Effekt – vom Essener Ergebnis abgezogen werden. Der Kampagneneffekt liegt dann bei einer Steigerung zwischen mindestens 5,9 % und maximal 10,7 %.

Ebenfalls ist die Wahrnehmung des Themas in der Bevölkerung innerhalb des letzten Jahres deutlich gestiegen. 67,0 % geben im Jahr 2018 an, im letzten Jahr von der Wasserbelastung durch Medikamentenrückstände gehört zu haben. Das

bedeutet eine statistisch signifikante Steigerung um 26,7 % zum Vorjahr. In Köln konnte keine signifikante Steigerung gemessen werden, daher muss das Essener Ergebnis in diesem Punkt nicht bereinigt werden (Bild 11.7).

Zusammenfassend kann die Sensibilisierungskampagne hinsichtlich der Steigerung des Wissensstandes der Bevölkerung in Bezug auf Belastungen durch Medikamentenrückstände als voller Erfolg bewertet werden.

**These 2: Die Kampagne wurde in den relevanten Medien wahrgenommen.**

Zur Überprüfung dieser These wurden die Probanden ungestützt gefragt, in welchen Medien sie über das Thema Medikamentenrückstände im Wasser etwas gehört, gesehen oder gelesen haben. Berücksichtigt man die Veränderung zwischen der Messung in den Jahren 2017 und 2018, stellt sich das Medienranking wie folgt dar:

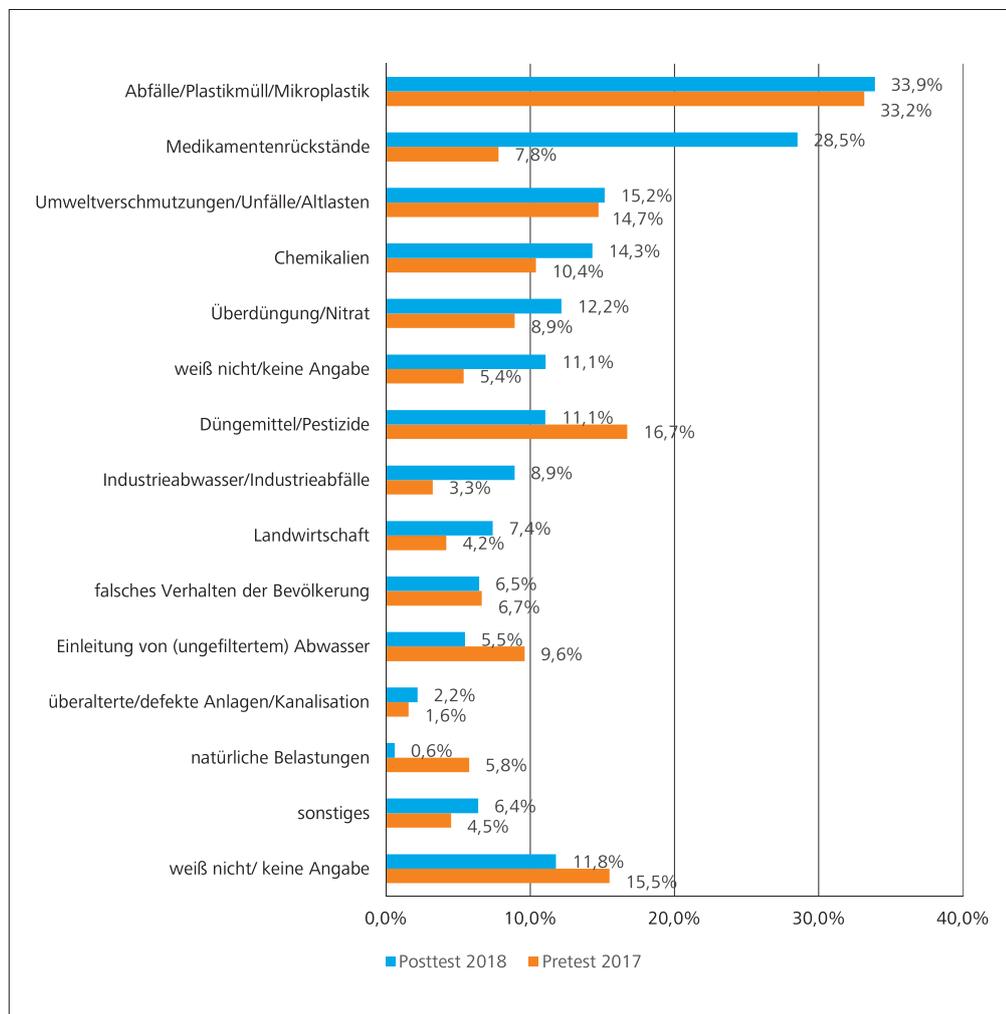


Bild 11.6: Medikamentenrückstände als Ursache für Verunreinigungen und Belastungen des Wassers – alle Nennungen  
Fig. 11.6: Pharmaceutical residues causing contaminations and loads in the water – all mentions

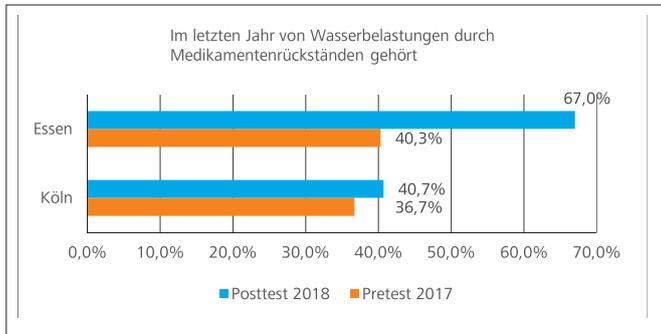


Bild 11.7: Wahrnehmung des Themas Wasserbelastung durch Medikamentenrückstände innerhalb des letzten Jahres  
 Fig. 11.7: Awareness for the issue of water loads caused by pharmaceutical residues during the past years

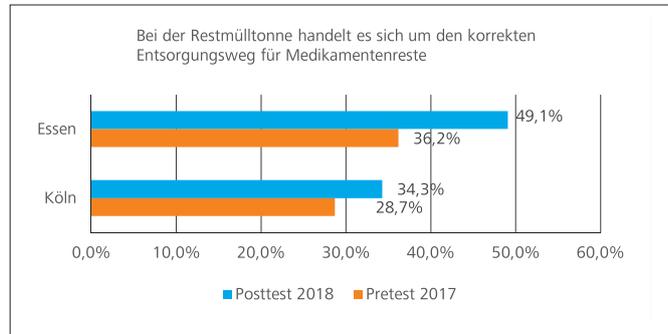


Bild 11.8: Bekanntheitsgrad des korrekten Entsorgungsweges für Medikamentenreste  
 Fig. 11.8: Level of awareness for the right way of disposing drugs

- Artikel/Berichterstattung in Tageszeitung (+25,7 %)
- Plakate/Broschüren/Flyer beim Arzt oder in der Apotheke (+16,1 %)
- Berichterstattung im Fernsehen (+11,5 %)
- Berichterstattung im Radio (+10,4 %)
- Freunde/Verwandte/Kollegen (+8,6 %)
- Artikel/Berichterstattung in Wochenzeitungen (+7,0 %)
- Internet (+6,0 %)
- Veranstaltungen (+4,7 %)

Die besonders starken Wahrnehmungsquellen „Artikel/Berichterstattung in Tageszeitungen“ und „Berichterstattung im Fernsehen“ belegen die hohe Bedeutung einer intensiven Öffentlichkeitsarbeit. Dass über die Kampagne berichtet wurde ist zumindest genauso wichtig, wie der Einsatz werblicher Elemente, wie bspw. Plakate oder Flyer in Arztpraxen und Apotheken. Im Fazit ist festzuhalten, dass die Kampagne von der allgemein in der Öffentlichkeit gestiegenen medialen Präsenz des Themas Wasserbelastung profitiert hat. Der Vergleich der durchweg signifikanten Essener Steigerungsraten mit den nicht-signifikanten Kölner Steigerungsraten belegt den Erfolg der Essener Kampagne.

**These 3: Durch die Kampagne steigt die Kenntnis des korrekten und umweltgerechten Entsorgungsweges (Restmülltonne).**

Im Jahr 2017 wusste nur ein Drittel der Essener Bevölkerung, dass die Restmülltonne der umweltgerechte und korrekte Entsorgungsweg für Altmedikamente ist, 2018 waren es 50 % der Bevölkerung. Die Steigerung um 12,9 % ist statistisch signifikant und in hohem Maße auf die Kampagne und das Informationsverhalten der ÄrztInnen und ApothekerInnen zurückzuführen (Bild 11.8). Soziodemografisch kann sich die Gruppe der 14- bis 17-Jährigen positiv abheben. 72,2 % dieser Gruppe geben an, dass es sich bei der Restmülltonne um den korrekten Entsorgungsweg für Medikamentenreste handelt. Dieser Unterschied ist sowohl zum Durchschnitt als auch zu den übrigen Altersklassen statistisch signifikant. Das Ziel, den

korrekten Entsorgungsweg für Medikamentenreste durch die Sensibilisierungskampagne bekannter zu machen, wurde voll erreicht.

**These 4: Durch die Kampagne tritt eine Verhaltensänderung bei der Entsorgung (Nutzung der Restmülltonne) ein.**

Nicht nur die Kenntnis des richtigen Entsorgungsweges ist gestiegen, sondern der korrekte Weg wird auch von mehr Personen genutzt. Damit zeigt sich, dass die Kampagne tatsächlich auch eine Verhaltensänderung in der Bevölkerung bewirken konnte: Im Jahr 2017 haben 34,6 % ihre Altmedikamente in der Restmülltonne entsorgt, 2018 sind dies 42,0 %. Die Steigerung um 7,4 % ist statistisch signifikant und mit hoher Wahrscheinlichkeit auch größtenteils auf die Kampagne zurückzuführen. In Köln konnte kein signifikanter Anstieg gemessen werden, daher ist von keinem kampagnenunabhängigen Effekt auszugehen. Gestützt wird diese These darüber hinaus durch die Wichtigkeit ausgesuchter Handlungsmöglichkeiten aus Sicht der Essener Bevölkerung. So wird die korrekte Entsorgung von Medikamenten als stärkster Hebel gesehen, wenn es um Handlungsmöglichkeiten zum Schutz der Gewässer und somit auch des Trinkwassers geht. Neben der generell hohen Bedeutung zeigt sich auch eine signifikante Veränderung zwischen Pre- und Posttest: Hielten 2017 noch 86,5 % diesen Aspekt für sehr wichtig, waren es 2018 sogar 94,0 %. Diese Steigerung um 7,5 % ist mit einer statistischen Sicherheit von 95 % signifikant. Als zweitwichtigster Aspekt wird die Herstellung umweltfreundlicher und biologisch abbaubarer Medikamente durch die Pharmaindustrie genannt (Bild 11.9).

**These 5: Durch die Kampagne sinkt der Konsum von Medikamenten (sowohl tägliche als auch sporadische Einnahme, Schmerzmittel und Schmerzsalben)**

In Bezug auf die tägliche Einnahme von Medikamenten zeigt sich in Essen ein Rückgang um 6,7 % von 2017 nach 2018. Gaben 2017 noch 53,5 % an, täglich Medikamente zu consu-

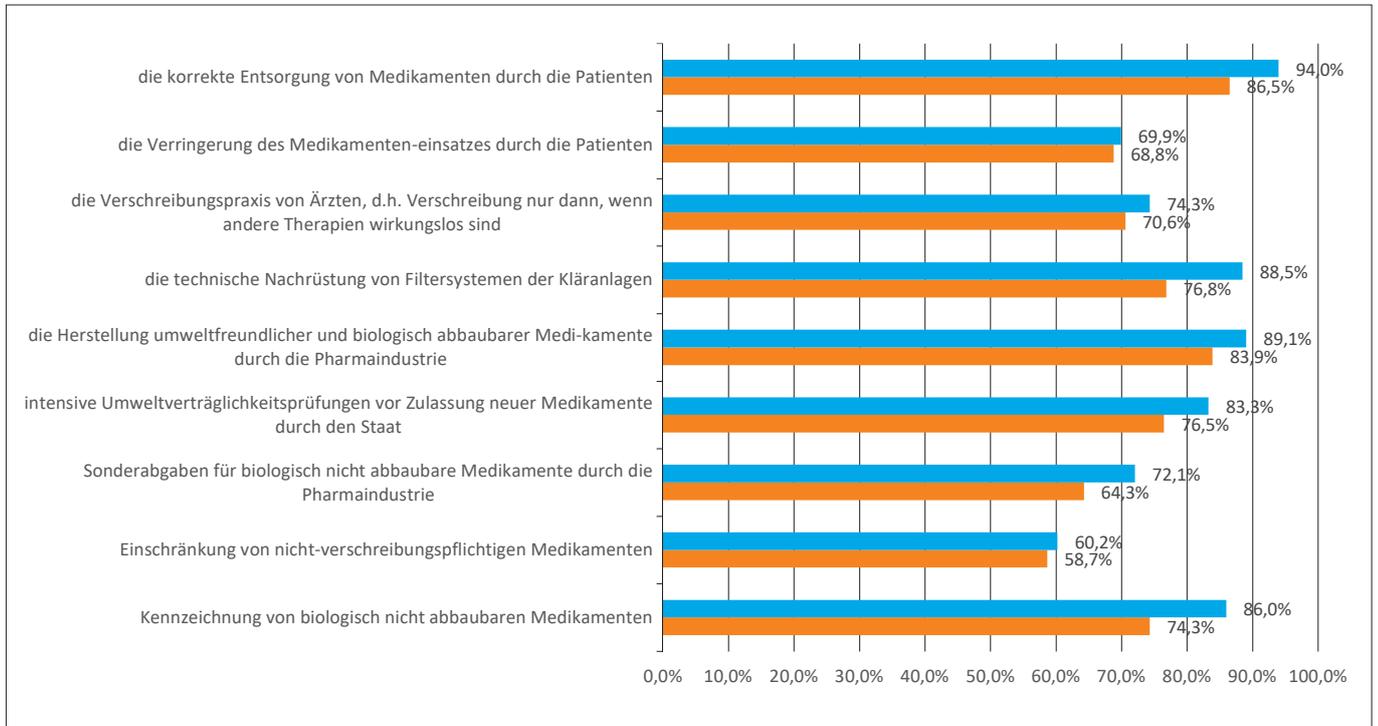


Bild 11.9: Wichtigkeit ausgesuchter Handlungsmöglichkeiten  
Fig. 11.9: Importance of selected options for action

mieren, waren es 2018 nur noch 46,8 %. Der Rückgang um 6,7 % ist mit einer statistischen Sicherheit von 95 % signifikant. Auch die sporadische Medikamenteneinnahme ist statistisch signifikant rückläufig: 5,6 % weniger Essener haben im letzten Quartal gelegentlich Medikamente eingenommen, z.B. bei kurzzeitigen Beschwerden wie Kopfschmerzen.

Mit Blick auf die verwendeten Medikamente zeigt sich ein statistisch signifikanter Rückgang bei der Einnahme von Schmerzmitteln. 2017 konsumierten noch 49,1 % der EssenerInnen Schmerzmittel, 2018 verringert sich dieser Anteil um 6,2 % auf 42,9 %. Eine ähnliche Entwicklung wie bei den Schmerzmitteln, allerdings deutlich stärker, verzeichnet die Verwendung von schmerzstillenden Salben: 2017 verwendeten 32,4 % der Essener Bevölkerung schmerzstillende Salben, 2018 waren es nur noch 23,0%. Der Rückgang um 9,4 % ist ebenfalls statistisch signifikant (Bild 11.10). Schmerzstillende Salben werden am häufigsten in der Altersklasse der 18- bis 29-Jährigen verwendet. Ferner konnte festgestellt werden, dass der Anteil der Essener, die glauben, dass Medikamente der Umwelt durch Entsorgung und Ausscheidung keinen nennenswerten Schaden zufügen, gesunken ist (-3,3 %).

Zusammenfassend bestätigt sich der Erfolg der Kampagne im Hinblick auf ein verändertes Verhalten in Bezug auf die Einnahme von Medikamenten, aber auch in Bezug auf eine veränderte Einstellung zu Medikamenten.

**These 6: Durch die Kampagne werden Arztpraxen und Apotheken als zentrale Akteure im Gesundheitswesen bei der Aufklärung der Bevölkerung bestätigt.**

ÄrztInnen können als zentrale Akteure im Rahmen der Kampagne „Essen macht’s klar“ bestätigt werden: statistisch signifikante 6,5 % mehr Essener Personen geben an, dass sie von ihrer ÄrztIn nicht-medikamentöse Behandlungsalternativen empfohlen bekommen haben. Darüber hinaus sind 35,1 % von ihrer ÄrztIn über die Entsorgung und den umweltfreund-

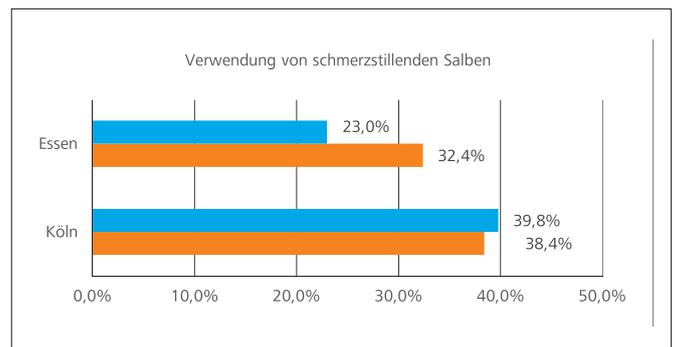


Bild 11.10: Verwendung von schmerzstillenden Salben  
Fig. 11.10: Usage of analgesic ointments

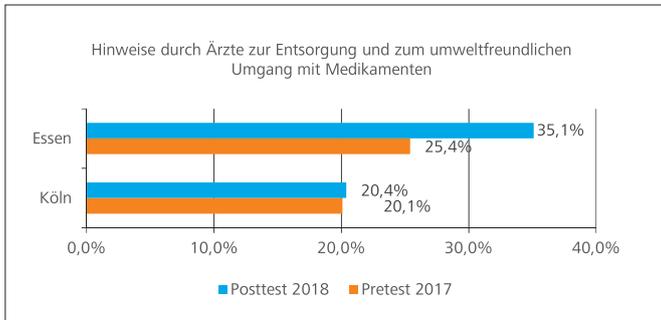


Bild 11.11: Erfahrungen mit Ärzten  
Fig. 11.11: Experiences with doctors

lichen Umgang mit Medikamenten informiert worden. Das sind 9,7 % mehr als im Jahr 2017. Auch hierbei handelt es sich um ein statistisch signifikantes Ergebnis (Bild 11.11).

Auch die Apotheken können als zentrale Akteure im Rahmen der Kampagne „Essen macht’s klar“ bestätigt werden: im Jahr 2017 waren es nur 9,1% der Essener Bevölkerung, die von ihrer Apotheke über nicht-medikamentöse Behandlungsalternativen informiert wurden. Nach Durchführung der Kampagne ist dieser Anteil im Jahr 2018 auf 16,2% angestiegen und mit einer Differenz von 7,1% statistisch signifikant. Ebenfalls hoch signifikant ist die Veränderung in Bezug auf das Informationsverhalten der Apotheken hinsichtlich der korrekten Entsorgung von Medikamenten: 46,0% und damit 18,9% mehr Essener Personen geben an, von ihrer Apotheke schon einmal über die korrekte Entsorgung von Medikamenten informiert worden zu sein.

Ärzte und Apotheken sind die zentralen Akteure, wenn es um die Beratung der PatientInnen geht. Durch ihren vertrauensvollen Zugang ermöglichen sie in hohem Maße, den Informationsstand zu erhöhen und gleichzeitig zu einer Verhaltensänderung beizutragen.

## Zusammenfassung

Die Evaluation der Kampagnenmaßnahme der Initiative „Essen macht’s klar“ durch die sozial-empirischen Untersuchungen zeigt, dass die Zielsetzungen des Projekts erreicht wurden. Die vielfältigen Bildungsmaßnahmen, die öffentlichkeitswirksamen Werbekampagnen, die zahlreichen Veranstaltungen und Vorträge, die institutionelle Verankerung waren erfolgreich. Das Bewusstsein und die Einstellung der Bevölkerung zu den Themen Medikamentenbelastung im Wasser und verantwortungsvoller Umgang mit Medikamenten konnte soweit verändert werden, dass bei der Medikamentenverwendung und -entsorgung sogar Verhaltensänderungen herbeigeführt wurden. Beispielsweise ist die Verwendung von schmerzstillenden Salben im Jahr 2018 um 9,4 % gegenüber dem Vorjahr zurückgegangen. Die Ergebnisse der quantitativen Befragung belegen, dass mit der Ärzteschaft und den Apotheken auf die richtigen lokalen Multiplikatoren gesetzt wurde.

Bei der Meilensteinveranstaltung im Juli 2019 zum Abschluss des Förderprojektes „SensiMED“ mit der Initiative „Essen macht’s klar“ wurde die langfristige institutionelle Verankerung dieses Themas in Essen in einer Absichtserklärung festgehalten – „Essen macht’s klar 2019+“. Dabei verständigten sich die bisherigen Projektpartner und viele der mitwirkenden Unterstützer mit ihrer Unterschrift auf eine weitere Zusammenarbeit unter der künftigen Federführung der Stadt Essen. Die Gemeinde Nordkirchen startet im Herbst 2019 den Rollout der Sensibilisierungskampagne als „Nordkirchen macht’s klar“. Wichtig bleibt nunmehr diese positive Entwicklung fortzusetzen und weitere Nachahmer für Sensibilisierungskampagnen zu gewinnen. Das erarbeitete Vorgehensmodell sowie das Kampagnenmaterial einschließlich der Webseite [www.machts-klar.de](http://www.machts-klar.de) steht weiteren Städten kostenlos zur Verfügung.

## Danksagung

Der Emschergenossenschaft, vertreten durch Dr. Issa Nafu (als Projektleiter) und Andrea Holte, sei an dieser Stelle für das hervorragende Projektmanagement und die gute Zusammenarbeit herzlich gedankt. Dank gebührt auch der Stadt Essen, im Projekt vertreten durch Barbara Löer, sowie dem großen Netzwerk der Unterstützerinnen und Unterstützern und den beauftragten Firmen für die engagierte Projektarbeit. Ohne den Fördermittelgeber, das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, wäre das Projekt nicht realisierbar gewesen – auch dafür einen herzlichen Dank.

## 12 Registrierte Gewässerverunreinigungen

Im Kalenderjahr 2018 ist dem Ruhrverband bzw. den an der Ruhr ansässigen Wasserwerken erfreulicherweise nur eine als relevant einzustufende Gewässerverunreinigung gemeldet worden. Mit Ausnahme des Nachweises einer (noch) unbekanntes Substanz sind Ereignisse, bei denen es sich lediglich um vorsorgliche Meldungen handelte, sowie offensichtliche Bagatelldfälle bei der Berichterstattung nicht berücksichtigt.

Seit dem 12. Juli 2018 berichtet das LANUV über Befunde von Spuren eines bislang unbekanntes Isomergemischs im Unterlauf der Ruhr, dessen Identifikation bisher noch nicht erfolgt ist. Untersuchungen zur Ermittlung der Quelle wurden angestoßen, gestalten sich aber wegen fehlender Informationen über die Substanz als sehr schwierig.

Am 29. August 2018 wurde der Ruhrverband von einem Taucher über eine größere Anzahl toter junger Karpfen im Uferbereich des Baldeneysees informiert. Bereits das äußere Erscheinungsbild der Fische und die Tatsache, dass lediglich eine Art befallen war, hatten Anlass zu der Vermutung gegeben, dass es sich um eine Infektion handelte. Die toten Karpfen waren mit dem Koi-Herpes-Virus infiziert und sind an den Krankheitsfolgen gestorben, wie durch den Fischgesundheitsdienst des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) in Kirchhundem-Albaum mittels genetischer Verfahren festgestellt wurde. Die Erkrankung der Fische wurde durch die Schwächung des Immunsystems als Folge der lang anhaltenden warmen Wassertemperaturen begünstigt. Wie das Virus in den Baldeneysee eingetragen wurde, ist nicht bekannt. Fischbesatzmaßnahmen mit Karpfen durch den Fischereiverein Essen scheidet aus, da diese Fischart bereits seit fünf Jahren nicht mehr besetzt worden ist. Denkbar sind andere Infektionswege, zum Beispiel durch Auswilderung von Zierfischen oder die Verbreitung durch Wasservögel.

Wichtig für den Angelsport und die vielfältigen Freizeitnutzungen des Baldeneysees ist, dass das Virus für den Menschen ungefährlich ist. Schwimmen und sonstiger Hautkontakt durch Wassersport sind unbedenklich. Dies gilt auch für den Verzehr geangelter Karpfen. Selbst wenn diese möglicherweise Träger des Virus sein sollten, sind sie als Speisefische für den Menschen geeignet. Angelausrüstungen sollten nach der Benutzung allerdings sorgfältig getrocknet werden, um die Verbreitung der nur wenige Stunden bei Trockenheit überlebenden Viren auf andere Gewässer zu verhindern. Bis auf weiteres werden die Angler am Baldeneysee gebeten, Karpfen intensiv zu beangeln. Mit dieser Maßnahme soll der Karpfenbestand ausgedünnt und somit die Infektionskette unterbrochen werden. Der Fischereiverein Essen und die Ruhrfischereigenossenschaft werden in festgelegten Abständen gefangene Karpfen beim Fischgesundheitsdienst des LANUV untersuchen lassen, um die Entwicklung des Infektionsgrades zu beobachten.

## 13 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 2018 rund 311 Mio. m<sup>3</sup> Abwasser gereinigt. Dies entspricht einem Jahresmittelwert von 9,9 m<sup>3</sup>/s und liegt ca. 18 % unter dem Vorjahreswert. Ein Anteil von 66 % dieser Menge entfällt auf die Jahresschmutzwassermenge (einschließlich Fremdwasser) mit rd. 220 Mio. m<sup>3</sup>. 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 13.1 dargestellt, dem auch der spezifische Abwasseranfall zu entnehmen ist. Die wichtigsten Kennzahlen für die Verbandskläranlagen sind der Tabelle 13.1 zu entnehmen.

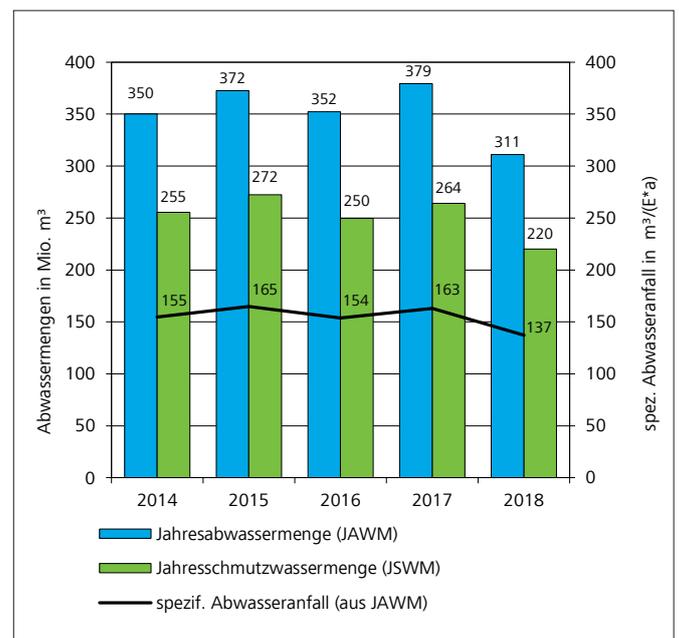


Bild 13.1: Abwassermengen und spezifischer Abwasseranfall der Ruhrverbandskläranlagen von 2014 bis 2018

Fig. 13.1: Sewage volumes and specific sewage loads at the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2014 to 2018

Tabelle 13.1: Kennzahlen der Ruhrverbandskläranlagen für das Jahr 2018

Table 13.1: Parameters of the Ruhrverband's sewage treatment plants in 2018

Anzahl Kläranlagen	64
Jahresabwassermenge	311 Mio. m <sup>3</sup>
Jahresschmutzwassermenge	220 Mio. m <sup>3</sup>
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	1,4
85-Perzentil der Einwohnerbelastung (Bezug: 120 g CSB / (E*d))	2,9 Mio. E
Spezifischer Abwasseranfall (Bezug: mittlere CSB-Belastung)	137 m <sup>3</sup> /(E*a)
Spezifischer Stromverbrauch (Bezug: mittlere CSB-Belastung)	36,3 kWh/(E*a)

Analog zu den Berechnungen der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), die einen bundesweiten Leistungsvergleich aller Kläranlagen veröffentlicht [13.1], wird alljährlich der aktuelle Stand der Reinigungsleistung der Verbandskläranlagen ermittelt. Grundlage der Leistungszahlen bilden die mittleren Konzentrationen im Zulauf und Ablauf der Kläranlagen hinsichtlich der Kenngrößen Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB), Gesamtphosphor (TP) sowie Ammoniumstickstoff (NH<sub>4</sub>-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 13.2 enthält die frachtgewichteten Zu- und Ablaufkonzentrationen im Abwasser.

Tabelle 13.2: Mittlere Konzentrationen im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen im Jahr 2018

Table 13.2: Average concentrations in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants in 2018

	Zulauf	Ablauf
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB <sub>5</sub> )	112 mg/l	3,6 mg/l
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	318 mg/l	19,6 mg/l
Ammonium-Stickstoff (NH <sub>4</sub> -N)		1,0 mg/l
Anorganisch gebundener Stickstoff (TIN)		5,9 mg/l
Gesamtstickstoff (TN)	31,4 mg/l	6,9 mg/l
Gesamtphosphor (TP)	4,8 mg/l	0,4 mg/l

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 mikrobiologischen Bedingungen bei niedrigen Temperaturen lediglich für Abwassertemperaturen über 12 °C. Zusätzlich zu den Überwachungswerten werden für einige Kläranlagen mit immissionsbedingten erhöhten Anforderungen an das aufzunehmende Gewässer Betriebsmittelwerte für einzelne Parameter mit den Behörden auf Grundlage von im Gewässer zu erwartenden Konzentrationen unterhalb der Einleitungsstelle vereinbart. Die Reinigungsleistung befindet sich seit Jahren gleichbleibend auf einem hohen Niveau und konnte für den Parameter Gesamtstickstoff (TN) noch gesteigert werden. Bild 13.2 zeigt die Ergebnisse für die wesentlichen Parameter.

Die Zulaufkonzentrationen sind teilweise bedingt durch den Fremdwasseranteil, der für eine deutliche Verdünnung des Abwassers sorgt und auch bei niedrigen Ablaufkonzentrationen zu einem geringeren Wirkungsgrad führt. Im Vergleich liegt der spezifische Abwasseranfall mit 137 m<sup>3</sup> je Einwohnerwert (E) und Jahr beim Ruhrverband um 67 % über dem bundesweiten Wert (DWA) von 82 m<sup>3</sup>/(E\*a) [13.1]. Der Ruhrverband bemüht sich in Zusammenarbeit mit den beteiligten Kommunen auf vielfältige Weise um eine Reduzierung der Fremdwasserbelastungen.

Den Verbandskläranlagen wurde eine Gesamtzulauffracht über 98 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-Zulaufbe-

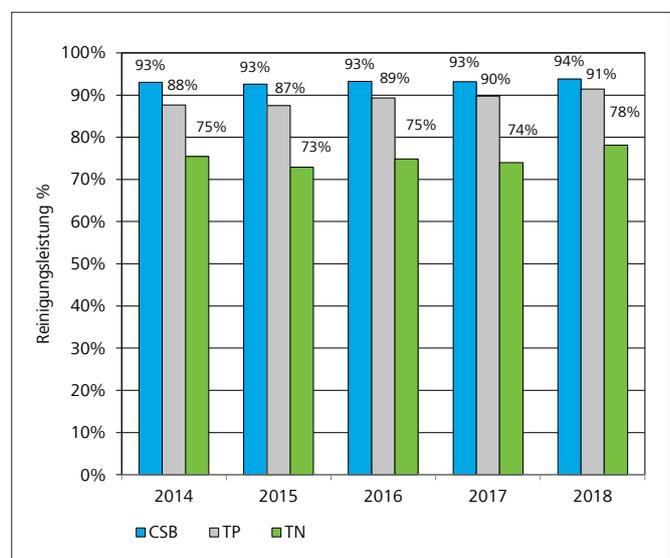


Bild 13.2: Entwicklung der Reinigungsleistung der Ruhrverbandskläranlagen von 2014 bis 2018

Fig. 13.2: Development of the treatment performance of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2014 to 2018

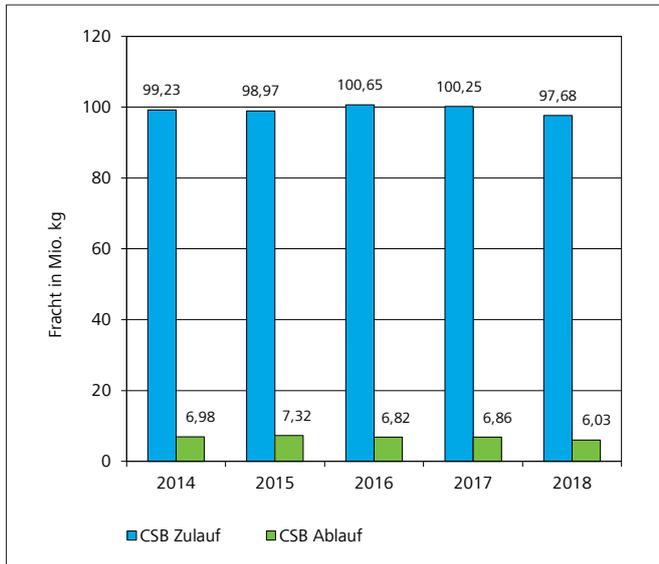


Bild 13.3: Jahresfrachten CSB im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen von 2014 bis 2018  
 Fig. 13.3: Annual loads of COD in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2014 to 2018

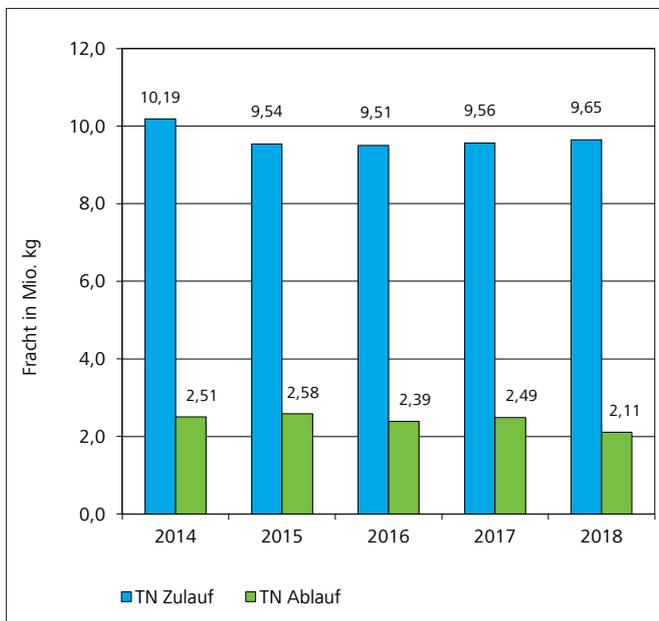


Bild 13.4: Jahresfrachten Gesamtstickstoff im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen von 2014 bis 2018  
 Fig. 13.4: Annual loads of total nitrogen in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2014 to 2018

lastung betrug 2,9 Mio. E, dem beim Ruhrverband eine Behandlungskapazität von rd. 3,2 Mio. E gegenüber steht. Im Mittel weist eine Ruhrverbandskläranlage eine Ausbaugröße von 49.759 E auf. An die Ruhrverbandsanlagen angeschlossen sind rd. 2,0 Mio. EinwohnerInnen. Die zeitliche Entwicklung der Gesamtfrachten für die Kenngrößen CSB, Gesamtstickstoff

und Gesamtphosphor zeigen die Bilder 13.3, 13.4 und 13.5. Die Ablauffrachten für CSB, Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor sind deutlich gesunken. Neben der geringeren Wassermenge zeigen hier die eingeleiteten Optimierungsmaßnahmen auf den Kläranlagen ihre Wirkung.

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 gleichgeblieben. Insgesamt mussten 37.207 t Trockenmasse in Verbrennungsanlagen entsorgt werden.

Bild 13.6 zeigt die angefallenen Reststoffmengen an stabilisiertem Schlamm, Rechen- und Sandfanggut. Daneben sind die angelieferten Mengen an Küchen- und Speiseabfällen sowie 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.

[13.1] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA): 30. Leistungsvergleich kommunaler Kläranlagen (KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 2018(65) Nr. 10 S. 885 - 892)

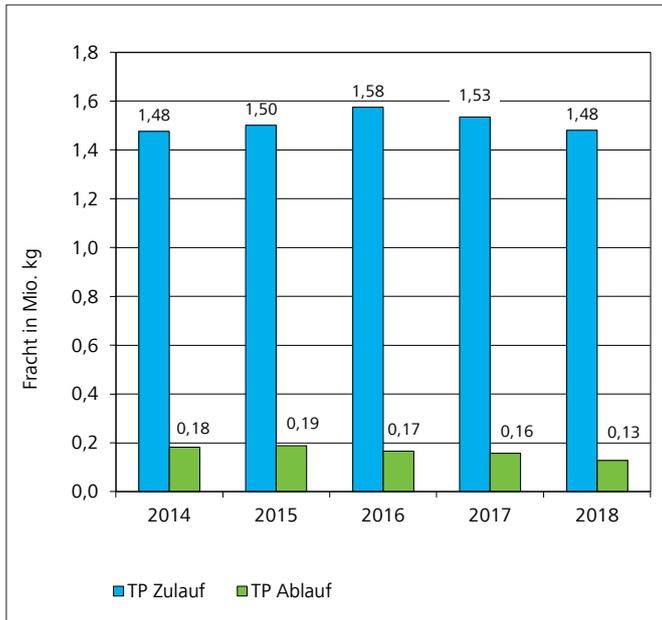


Bild 13.5: Jahresfrachten Gesamtphosphor im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen von 2014 bis 2018  
 Fig. 13.5: Annual loads of total phosphorus in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2014 to 2018

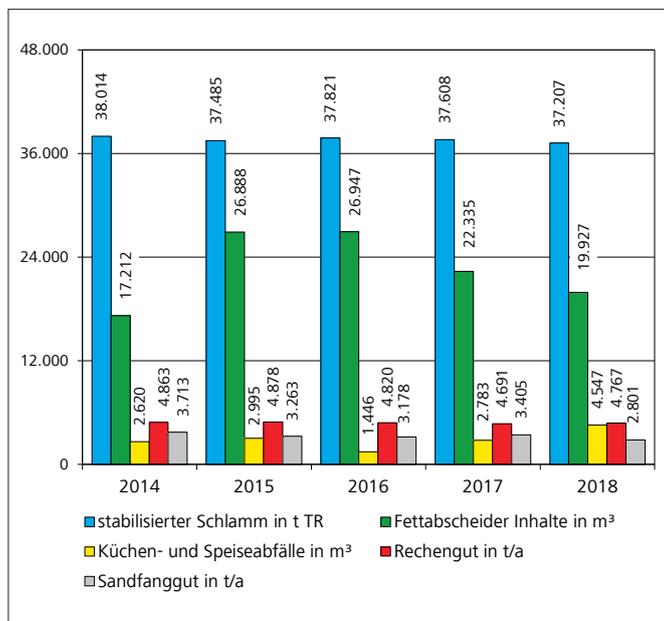


Bild 13.6: Reststoffmengen und angelieferte Co-Substrate für die Jahre 2014 bis 2018  
 Fig. 13.6: Residue volumes and supplied co-substrates from 2014 to 2018

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 Energien, 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 Fettabscheidern zusammen mit den angefallenen Klärschlämmen behandelt. Bild 13.7 zeigt die zeitliche Entwicklung der Klärgasverwertung über die vergangenen fünf Jahre.

Eine weitere Energiequelle wurde durch die Aufstellung von insgesamt elf Photovoltaikanlagen (PV) erschlossen, die im Jahr 2018 insgesamt rd. 1,1 Mio. kWh Strom erzeugt haben. Von dem in drei eigenen Wasserkraftanlagen (WK) erzeugten Strom konnten 2018 0,88 Mio. kWh auf Kläranlagen genutzt werden.

Durch diese Maßnahmen konnte im Vergleich zum Vorjahr der Strombezug von Energieversorgungsunternehmen (EVU) absolut um 1,5 Mio. kWh gesenkt werden. Seit 2006 ist der Strombezug mit 34 Mio. kWh um mehr als die Hälfte reduziert worden. Der Gesamtstromverbrauch der Kläranlagen verringerte sich zum Vorjahr um 0,9 % auf 82,2 Mio. kWh/a. Die BHKW liefern dabei 43,8 Mio. kWh/a und damit 53,2 % des erforderlichen Stroms. Die zeitliche Entwicklung bei Verbrauch, Bezug und Erzeugung von Strom beim Ruhrverband zeigt Bild 13.8. 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 6,6 Mio. kWh/a. Aus dem Gesamtstromverbrauch ergibt sich über die mittlere CSB-Belastung ein spezifischer Stromverbrauch für die Kläranlagen des Ruhrverbands von derzeit 36,3 kWh je Einwohner und Jahr.

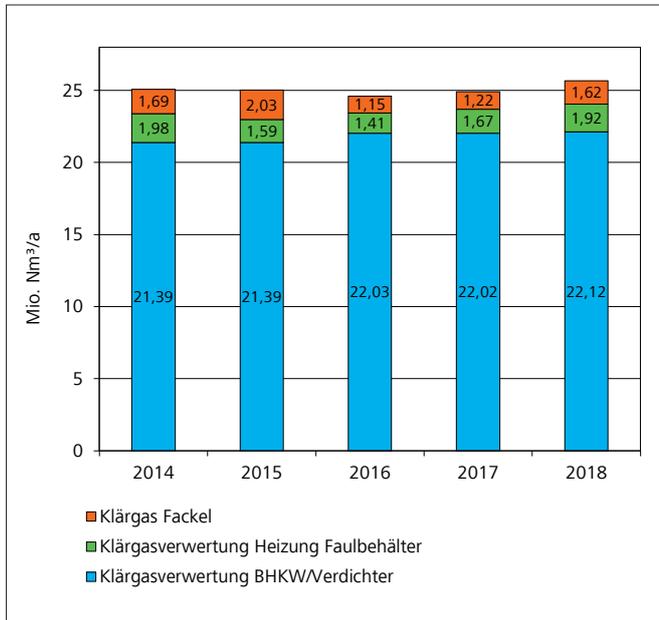


Bild 13.7: Klärgasverwertung auf den Ruhrverbandskläranlagen von 2014 bis 2018  
 Fig. 13.7: Sewage gas utilisation at the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2014 to 2018

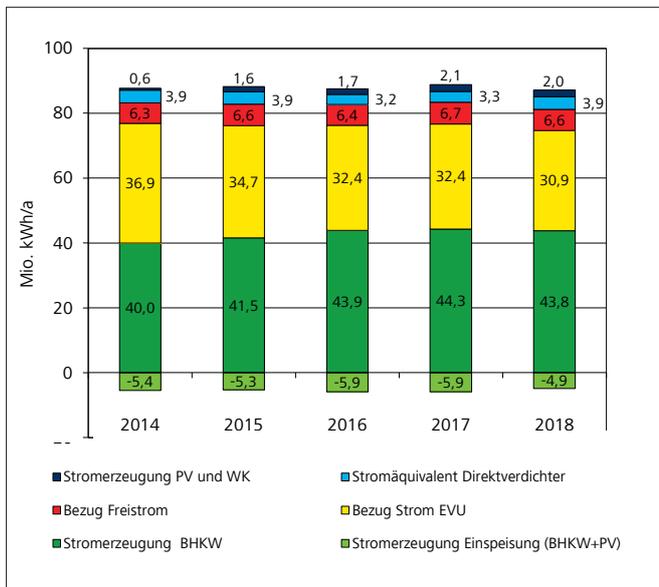
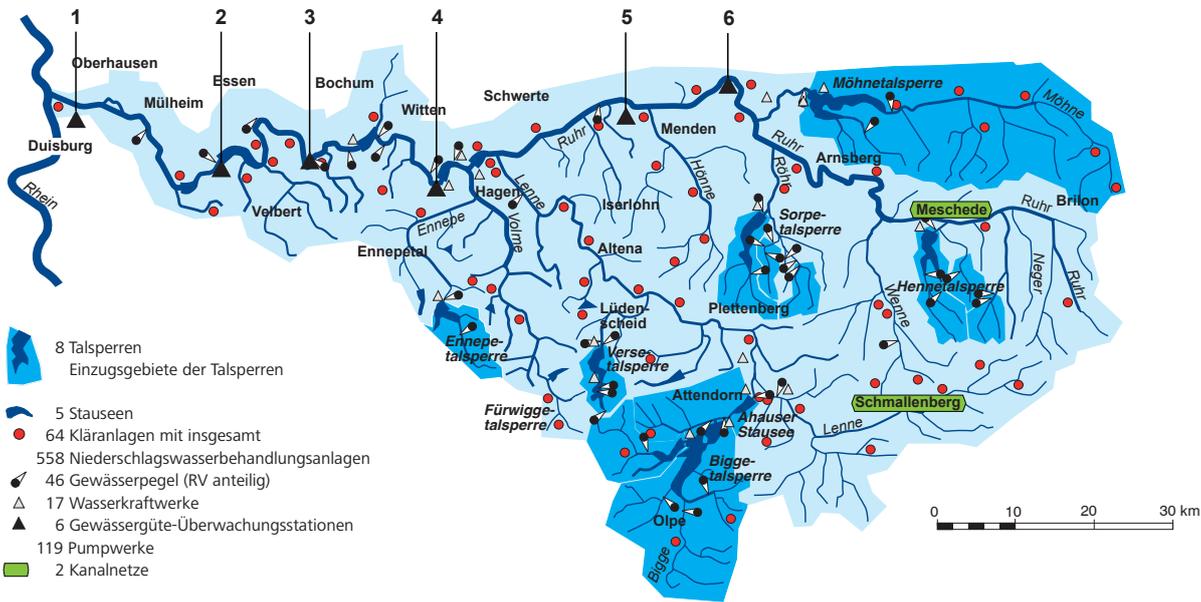


Bild 13.8: Energieeinsatz auf den Ruhrverbandskläranlagen von 2014 bis 2018  
 Fig. 13.8: Energy data from the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2014 to 2018

# Der Ruhrverband in Zahlen



## Gewässergüte-Überwachungsstationen (kontinuierlich)

- ▲ 1. Duisburg (Ruhr-km 2,65)
- ▲ 2. Essen-Werden (Ruhr-km 31,18)
- ▲ 3. Hattingen (Ruhr-km 56,70)
- ▲ 4. Wetter (Ruhr-km 81,49)
- ▲ 5. Fröndenberg (Ruhr-km 113,78)
- ▲ 6. Echthausen (Ruhr-km 128,32)

## Charakterisierung des Ruhreinzugsgebiets nach EG-WRRL

Fläche:	4.478 km <sup>2</sup>
Höhenverhältnisse:	20 bis 800 m ü. NN
Anzahl der Planungseinheiten:	9
Gesamtlänge der Fließgewässer:	~7.000 km
Anzahl Gewässer im Einzugsgebiet > 10 km <sup>2</sup> :	122
Anzahl Grundwasserkörper:	30
178 natürliche und 65 als erheblich verändert ausgewiesene Wasserkörper	

## BETRIEBSANLAGEN

### Bereich Wassergütwirtschaft

Kläranlagen	64
Niederschlagswasserbehandlungsanlagen	558
Stauseen	5
Pumpwerke	119
Wasserkraftwerke	7

### Bereich Wassermengenwirtschaft

Talsperren	8
Gesamtstauraum (in Millionen m <sup>3</sup> )	462,9
Rückpumpwerke	5
Wasserkraftwerke	10

## MITGLIEDER

Mitglieder insgesamt	559
----------------------	-----

## BESCHÄFTIGTE

MitarbeiterInnen in Vollzeitäquivalenten	940
--	-----

## FINANZEN JAHRESABSCHLUSS 2018

Anlagevermögen zu AHK	3.317,4 Millionen Euro
Umsatz	278,9 Millionen Euro
davon Verbandsbeiträge	255,3 Millionen Euro
Eigenkapitalquote	34,8 Prozent
Investitionen	20,5 Millionen Euro

## LEISTUNGEN DER WASSERGÜTEWIRTSCHAFT

Abwasserentsorgung eines Gebietes mit \_\_\_\_\_ 2,05 Millionen EinwohnerInnen \*  
Anschlussgrad \_\_\_\_\_ rd. 99,25 Prozent \*  
Gesamtkapazität der 64 Kläranlagen \_\_\_\_\_ 3,187 Millionen Einwohnerwerte (E)  
Gesamtabwasservolumen  
(einschließlich Niederschlagswasser) \_\_\_\_\_ 311 Millionen m<sup>3</sup>/Jahr

### Ablaufwerte des gereinigten Abwassers (mengengewichtete Mittelwerte)

Biochemischer Sauerstoffbedarf (ATH-BSB<sub>5</sub>) \_\_\_\_\_ 3,6 mg/l  
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) \_\_\_\_\_ 19,6 mg/l  
Ammonium-Stickstoff (NH<sub>4</sub>-N) \_\_\_\_\_ 1,0 mg/l  
Stickstoff (N<sub>anorganisch</sub>) \_\_\_\_\_ 5,9 mg/l  
Stickstoff (N<sub>gesamt</sub>) \_\_\_\_\_ 6,9 mg/l  
Phosphor (P<sub>gesamt</sub>) \_\_\_\_\_ 0,4 mg/l  
Klärschlammbehandlung  
entsorgte Trockenmasse \_\_\_\_\_ 36.517 t<sub>TM</sub>/Jahr

\* 30. Juni 2018

## LEISTUNGEN DER WASSERMENGENWIRTSCHAFT

Sicherung der Wasserversorgung  
eines Gebiets mit \_\_\_\_\_ 4,6 Millionen EinwohnerInnen  
bei einer Entnahme für die Versorgung  
innerhalb des Ruhreinzugsgebiets von \_\_\_\_\_ 197 Millionen m<sup>3</sup> Wasser  
bei einer Entnahme für die Versorgung  
außerhalb des Ruhreinzugsgebiets  
(einschließlich aller Wasserverluste) von \_\_\_\_\_ 210 Millionen m<sup>3</sup> Wasser  
Schutz vor Hochwasser und Wassermangel  
(bezogen auf die Ruhrmündung)  
durch Verringerung des Maximalabflusses von \_\_\_\_\_ 571 auf 540 m<sup>3</sup>/s  
durch Erhöhung des Minimalabflusses von \_\_\_\_\_ 0,0 auf 15,4 m<sup>3</sup>/s

## SONSTIGE LEISTUNGEN

### Qualitätsüberwachung und Beratung

Probenahmen mit insgesamt \_\_\_\_\_ 217.000 Bestimmungen

### Stromerzeugung

LLK-Biggegruppe \_\_\_\_\_ 26,3 Millionen kWh  
LLK-Nordgruppe \_\_\_\_\_ 23,3 Millionen kWh  
Ruhrverbands-Stauseen \_\_\_\_\_ 64,2 Millionen kWh  
Blockheizkraftwerke auf Kläranlagen \_\_\_\_\_ 43,8 Millionen kWh  
Photovoltaikanlagen auf Kläranlagen \_\_\_\_\_ 1,1 Millionen kWh  
Stromerzeugung insgesamt \_\_\_\_\_ 158,7 Millionen kWh

### Forstwirtschaft und Fischerei

Aufforstungsfläche \_\_\_\_\_ 32 Hektar  
Fischereierlaubnisscheine \_\_\_\_\_ 5.512 Stück

Stand: 31. Dezember 2018

## Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e. V. (AWWR) im Jahr 2018



*Für den Eigenverbrauch genutzte Energie aus Photovoltaik wird im Wasserwerksbetrieb zukünftig ein Thema sein.  
Hier das Wasserwerk Echthausen der Wasserwerke Westfalen GmbH, auf deren 2.200 m<sup>2</sup> großer Dachfläche  
der „Weitergehenden Aufbereitungsanlage“ eine 376 kW<sub>p</sub>-PV-Anlage errichtet wird.  
Das Pumpwerk ist bereits mit einer 31 kW<sub>p</sub>-PV-Anlage ausgestattet.*





*Dipl.- Ing. Roland Rütter*

Ein guter Einstieg, mit Menschen ins Gespräch zu kommen, ist, mit ihnen über das Wetter zu reden. Oft bilden sich darüber schnell Brücken, die vom Smalltalk zu interessanten und essentiellen Themen führen:

Das Wetter des Jahres 2018 ist jedem von uns wahrscheinlich noch in deutlicher Erinnerung. Ob wir das außergewöhnliche Frühjahr, den Jahrhundertssommer und den goldenen Herbst beispielsweise als Geschenk in Form eines gesteigerten Freizeitwertes oder als Belastung für Mensch, Tier, Pflanze und Umwelt wahrgenommen haben, ist individuell und sehr unterschiedlich.

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) belegt in seinem Jahresrückblick vom 02.01.2019, dass 2018 mit einer Mitteltemperatur von 10,5 °C das bisher wärmste in Deutschland beobachtete Jahr seit 1881, dem Beginn regelmäßiger Aufzeichnungen, war. Die Publikation des DWD hebt die lang anhaltende Trockenheit von Februar bis November und die außergewöhnliche Kombination aus hohen Temperaturen und geringen Niederschlägen besonders hervor. Auch für die Sonnenscheindauer wurde ein neuer Rekord ausgerufen. Erst der Dezember beendete mit überdurchschnittlich hohen Niederschlägen die lang anhaltende Trockenheit.

Das Ruhreinzugsgebiet und die Ruhr, die Rohwasser für die Trinkwasserversorgung von circa 4,5 Mio. Menschen liefert, erlebten 2018 ebenfalls meteorologische und wasserwirtschaftliche Rekorde, die sich in die Beobachtungen des DWD einreihen lassen. Der vorliegende Berichtsteil des Ruhrverbands zeigt auf, dass das Jahr 2018 eine Reihe von spürbaren und messbaren Veränderungen weiter fortsetzt.

Es klingt und ist positiv: Die Wasserwerke an der Ruhr konnten auch 2018 jederzeit Menschen, Kommunen, Gewerbe und Industrie mit einwandfreiem Trinkwasser von hoher Qualität beliefern. Grundlage dafür waren die Talsperren des Ruhrverbands, die auch in diesem Extremjahr für eine stets ausreichende Rohwasserversorgung sorgten.

Dennoch: Die Klimadaten der letzten Jahre machen klar, dass Extreme sich zur neuen Normalität entwickeln und Gespräche zum Wetter weit über Smalltalk hinaus geführt werden müssen. Die Phasen von Trockenheit und Niederschlägen dauern deutlich länger an. Die Zeiten, die es zukünftig aus den Speichern zu überbrücken gilt, erfordern eine Anpassung des Niedrigwassermanagements der Talsperren, auch im Ruhreinzugsgebiet.

Aus diesem Grund hat die AWWR bereits im Dezember 2018 mit Vertretern des nordrhein-westfälischen Umweltministeriums und des Ruhrverbands erste Gespräche zum zukünftigen Niedrigwassermanagement geführt, die im Laufe des Jahres 2019 intensiviert werden. Den Beteiligten ist bewusst, dass lang anhaltende Dürrephasen wie im Jahr 2018 sicher beherrscht werden können, jedoch für den Fall eines nachfolgenden trockenen Winterhalbjahres ohne Auffüllung der Stauräume die Ausfallwahrscheinlichkeit steigt. Daher ist die konkrete vorrangige Zielstellung aus Sicht der Trinkwasserversorgung, durch maßvolle, aber effektive Anpassung des Niedrigwassermanagements die Ausfallsicherheit zu erhöhen. Denn: Im Rahmen einer zukunftsfähigen Versorgungssicherheit und prioritären Daseinsvorsorge geht es an dieser Stelle um die Sicherstellung des Rohwasserdargebotes für die Trinkwasserversorgung von gut einem Viertel der Bevölkerung Nordrhein-Westfalens.

Neben dem Blick auf die Wetterkarte und dem Einsatz zur Anpassung des Niedrigwassermanagements hat die AWWR das Thema Ruhr-Wassergüte auch 2018 natürlich nicht aus dem Fokus gelassen. Das Bestreben, den Rohstoff für die Trinkwasserversorgung aus möglichst unbelasteter Quelle zu schöpfen, ist legitime Grundhaltung der Wasserversorgung. Wie nachfolgend berichtet, wurde von unseren Mitgliedsunternehmen auch 2018 das Monitoring-Programm fortgeführt, welches 68 relevante Spurenstoffe aus den Einträgen der Landwirtschaft sowie industriellen und kommunalen Abwässern entlang der Ruhr verfolgt. Auch die langjährigen Ruhr-Längsuntersuchungen wurden fortgeführt, die für nahezu 100 relevante Parameter den Zustand der Ruhr wiedergeben.

Trinkwasser muss stets einwandfrei sein. Ein hoher Anspruch, der in Deutschland mit dem Multi-Barrieren-Prinzip realisiert und sichergestellt wird. Es beginnt mit dem konsequenten Schutz der Trink- und Rohwasserressourcen in den Einzugs- und Schutzgebieten sowie einer entsprechenden Überwachung. Es setzt sich, auf Basis der anerkannten Regeln der Technik, über die Gewinnung, Aufbereitung, Speicherung, den Transport und die Verteilung fort und endet mit der Entnahme in der vom Endkunden betriebenen Hausinstallation. Auf diesem Weg investieren die Wasserwerke an der Ruhr sowohl in den Erhalt ihrer leistungsfähigen Werke und deren Effizienzsteigerung als auch in weitergehende Aufbereitungsstufen nach dem Vorsorgeprinzip. Bisher wurden 17 der 22 auch zukünftig betriebenen Wasserwerke mit neuer aufwändiger

Technik ergänzt. Im Bereich der mittleren Ruhr befinden sich in fünf Wasserwerken weitergehende Aufbereitungsstufen in der Planung bzw. in der baulichen Umsetzung. Über die Fertigstellungen wird in den nächsten Ruhrgüteberichten zu lesen sein.

Ein weiteres wichtiges Thema, mit dem sich auch die Mitgliedsunternehmen der AWWR beschäftigen, ist die Energiewende. So plant derzeit die Wasserwerke Westfalen GmbH den Ausbau ihrer regenerativen Energieerzeugung durch Photovoltaik und berichtet im nachgeschalteten Berichtsteil umfassend über den Sachstand und die bisherigen Erfahrungen.

2018 endete nach über 200 Jahren der aktive Steinkohlenbergbau an der Ruhr. Zugleich stellt dieser Meilenstein den Beginn der Nachbergbauzeit dar. Neben der aktuellen Diskussion zur Änderung der Grubenwasserhaltungen der Ruhrkohle AG wurden bisher die Grubenwassereinleitungen des Altbergbaus über Erbstollen aus dem 18. und 19. Jahrhundert im Ruhreinzugsgebiet nur wenig beachtet. Für die AWWR Grund genug, sich mit dem Thema Entwässerung aus Erbstollen zu befassen und zunächst den derzeitigen Zustand zu dokumentieren. Eine erste Ausarbeitung können Sie in diesem Ruhrgütebericht lesen.

Mit dem am 1. Januar 2019 erfolgten Beitritt der Stadtwerke Winterberg AöR ist die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr nun durchgängig von der Quelle bis zur Mündung vertreten. Die AWWR begrüßt ihr neues Mitglied sehr herzlich, welches sich Ihnen im nachfolgenden Berichtsteil vorstellt.

Im Namen der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr bedanke ich mich bei Ihnen für Ihr Interesse an unseren Anliegen und Berichten und versichere Ihnen, dass wir auch zukünftig aktiv für Ihr Wasser aus dem Ruhrtal tätig sind.

Hagen, im Juni 2019

Dipl.-Ing. Roland Rüther  
Mark-E Aktiengesellschaft  
Vorsitzender des Präsidiums der Arbeitsgemeinschaft  
der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR)

---

## 15 AWWR-Ausschusstätigkeit

---

### Ausschuss Wassergüte

*Obmann: Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte*

---

Im Jahr 2018 traf sich der Fachausschuss Wassergüte der AWWR zu den beiden regulären Sitzungsterminen im Wasserwerk Hengstey der Mark-E und im Wasserwerk Styrum in Mülheim zur 101. und 102. Sitzung. In den Sitzungen wurden die aktuellen Themen der Wassergüte an der Ruhr durch die Fachleute aus den Wasserversorgungsunternehmen sowie den beiden Untersuchungslaboren (Hygiene-Institut des Ruhrgebiets Gelsenkirchen, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH), dem Institut für Wasserforschung GmbH und dem Ruhrverband beraten (siehe Mitglieder Ausschuss Wassergüte).

Dem Ausschuss sind die Arbeitskreise „Anorganische Spurenanalytik“, „Organische Spurenanalytik“ und „Mikrobiologie“ zugeordnet, die die Kompetenz des Ausschusses durch ihre vertiefte fachliche Beratung in den entsprechenden Fachgebieten absichern. Zusätzlich ist die Kooperation Landwirtschaft / Wasserwirtschaft an der Ruhr im Ausschuss eingebunden. Die Vertretung der Kooperation im Ausschuss unterstützt bei Fragen zur landwirtschaftlichen Bewirtschaftung im Ruhreinzugsgebiet.

Zum Ende des Jahres 2017 schied Jörg Kriegsmann vom Verbund-Wasserwerk Witten durch seinen Wechsel in den Ruhestand aus dem Arbeitskreis Mikrobiologie aus, in dem er sich über viele Jahre mit seiner mikrobiologischen Expertise engagiert hat. Auch bei der Gründung einer Arbeitsgruppe zum Austausch von Fragen zur Qualitätssicherung und Akkreditierung war er beteiligt, die sich aus den Laboren der AWWR gebildet hat und inzwischen im DVGW weitergeführt wird. Ulrich Schulte verabschiedete sich im Jahr 2018 als Laborleiter des VWW-Witten in den Ruhestand. Nachdem er bis 2004 für die AVU im Ausschuss Wassergüte aktiv war, hat er seine Kompetenz seither als Stellvertreter im Ausschuss Wassergüte auch in den letzten Jahren mit eingebracht und durch seine Aufgabe in der ATT als Leiter des Analytikkreises neue Impulse für die Wassergüte gegeben. Für dieses Engagement möchte sich der Ausschuss Wassergüte sehr herzlich bei beiden Kollegen bedanken und wünscht ihnen einen gesunden und erfüllten Ruhestand.

Weiterhin hat Thomas Lottes seine Vertretung für das Labor vom VWW-Witten im Jahr 2018 aus privaten Gründen abgegeben, wird sich aber weiterhin um die Aufgaben im Labor kümmern. Auch ihm möchte der Ausschuss für die langjährige Zusammenarbeit herzlich danken. Zum Ende November 2018 schied ebenfalls Dr. Mathias Schöpel von der Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH (RWW) mit dem Übergang in den Ruhestand aus dem Ausschuss aus. Dr. Schöpel gehörte dem Ausschuss Wassergüte seit 2004 als Mitglied an, übernahm in den letzten Jahren auch die Stellvertretung des Obmanns. Durch sein Engagement in weiteren Verbänden wie der ARW (Arbeitsgemeinschaft Rheinwasserwerke) und der AWHs (Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke Halterner Sande) sicherte Dr. Schöpel den Informationsaustausch über Wasserthemen unter den Verbänden. Dr. Schöpel hat darüber hinaus viele Themen im Ausschuss angeregt und durch seine fachliche Kompetenz die Themen im Ausschuss maßgeblich vorangetrieben und bereichert. Auch über seinen Ruhestand hinaus engagiert sich Dr. Schöpel noch im Bereich der AWWR. Der Ausschuss dankt Dr. Schöpel sehr für sein Engagement und die sehr konstruktive Mitarbeit und wünscht ihm einen guten Start in seine neue Lebensphase.

Für die vorgenannten Kollegen traten in die Gremien der AWWR die Nachfolger aus den Unternehmen ein: Für VWW unterstützt Antje Wygoda den Arbeitskreis Mikrobiologie, die Laborleitung und die Mitgliedschaft im Ausschuss Wassergüte in Witten hat 2018 Henrike Kreft übernommen und für Dr. Schöpel konnte der Ausschuss Dr. Anne Heyer von RWW als neues Mitglied begrüßen.

Der Ausschuss Wassergüte der AWWR zählt zu seinen fortlaufenden Aufgaben 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
- 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 2018:
    - 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-Mitglieder bei Behördenterminen
- Erarbeitung von Fachbeiträgen zur Ruhr- und Trinkwassergüte, z.B. für den Ruhrgütebericht
- Inhaltliche Unterstützung bei der Verbesserung des Internet-Auftrittes der AWWR
- Unterstützung beim Ausbau einer verbesserten Kommunikation bei Ausschuss-übergreifenden Themen innerhalb der AWWR: Benennung und Präsentation vorhandener Kompetenzen

Die im Ausschuss Wassergüte zusätzlich bearbeiteten wechselnden Fragestellungen, die vor allem durch aktuelle Ereignisse bestimmt werden, umfassten im Jahr 2018 die folgenden Themen:

- Überarbeitung des Untersuchungsumfangs und der Messstellen für die Ruhrlängsuntersuchungen ab 2019
- Auswertung der Untersuchungen der AWWR auf Sulfamid-säure (Amidosulfonsäure)
- Weiterführung und Auswertung des Sondermonitoring zu Chrom-Spezies in der Ruhr
- Erörterung des Themas Mikroplastik und die Relevanz des Mikroplastiks für die Wassergewinnung
- Diskussion über Multiresistente Bakterien in Oberflächengewässern und ihre Relevanz für die Wassergewinnung
- Information zur Untersuchung der Ruhr auf Hormone und ihr Verhalten in der Trinkwasseraufbereitung
- Beratung und Förderung des neuen Förderbausteins für AwSV-Anlagen in Wasserschutz-zonen durch die Kooperation Landwirtschaft / Wasserwirtschaft
- Diskussion über die Niederschlagsentwicklung und Abflusssituation in der Ruhr, vor allem im Bereich des Zuflusses aus den Stauseen der Nordgruppe des Ruhrverbandes

- Informationen zu den Entwürfen der EU-Trinkwasser-richtlinie und den Stellungnahmen durch die Wasserwirtschaftsverbände
- Vorplanung einer Untersuchung zur Virenelimination in der Wasseraufbereitung am Beispiel von humanen Adenoviren mit Vergleich zu den Indikatoren Coliphagen
- Erörterung der Einleitung von Grubenwässern aus den Erbstollen des Altbergbaus an der Ruhr

Auch 2018 lag der Schwerpunkt der Ausschussarbeit auf der Bewertung der Wasserqualität der Ruhr aus den unterschiedlichen Monitoringprogrammen. Durch die zeitdichten Untersuchungen der Ruhr durch die Wasserversorger und den Ruhrverband werden die allgemeinen chemischen Wasserparameter überprüft. Darüber hinaus zeigen die Messungen bei den Längsuntersuchungen die Entwicklung über den Verlauf des Flusses. Die Werte werden durch das von den Wasserversorgern beauftragte Hygieneinstitut und den Ruhrverbandes bereitgestellt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden am Ende dieses Ruhrgüteberichts diskutiert. Zusätzlich werden ausgewählte Spurenstoffe im AWWR-Monitoring an vier Terminen im gesamten Ruhrverlauf nachgewiesen. Ein Bericht nach zehn Jahren dieses Monitoringprogrammes ist ebenfalls in diesem Ruhrgütebericht enthalten.

Die Sonderuntersuchung auf Sulfamidsäure (Amidosulfonsäure) wurde ausgewertet: hier konnten deutliche Schwankungen in den Konzentrationen in der Ruhr nachgewiesen werden. Trotz der hohen Schwankungsbreite ist eine Überschreitung des Leitwertes für diese Substanz nicht zu befürchten, da die gemessenen Konzentrationen einen deutlichen Abstand zu dem Leitwert besitzen.

Als neues Thema wurde die Einleitung des Grubenwassers aus dem Altbergbau über die Erbstollen erörtert. Über die Qualität sind nur wenige aktuelle Daten vorhanden. Die vorliegenden Daten zeigen, dass es trotz der vorhandenen Frachten an Metallen bisher zu keiner nachhaltigen Beeinflussung der Qualität des Ruhrwassers gekommen ist. Das Thema wird in diesem Ruhrgütebericht ebenfalls in einem eigenen Artikel vorgestellt.

## **Arbeitskreis Allgemeine und anorganische Analytik**

*Obmann: Dr. Georg Böer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte*

Dem Arbeitskreis gehören acht Labormitglieder von AWWR-Unternehmen oder beteiligten Laboratorien an. Als Gast nimmt seit 2017 auch das Bergische Wasser- und Umweltlabor (bwl) teil, damit dem Arbeitskreis die Teilnehmerbasis für die vierteljährlichen Vergleichsanalysen erhalten bleibt.

Das jährliche Treffen hat am 7. März 2019 stattgefunden. Im Erfahrungsaustausch werden dabei neben Erfahrungen mit neu angeschafften Geräten, geplanten oder anstehenden Änderungen im Gerätepark oder Tipps für den Betrieb weitere wichtige, labortypische Themen angesprochen, die sich aus aktuellen Fragestellungen ergeben. Aus der Besprechung der zurückliegenden Vergleichsanalysen des Vorjahres werden ggf. Veränderungen diskutiert und festgelegt.

### *Erfahrungsaustausch*

Im Erfahrungsaustausch wurden verschiedene Themen besprochen.

- Anforderungen der Akkreditierung nach der neuen DIN 17025: 2018, z.B. Sicherstellung der Unparteilichkeit u.a. der Probenahme, nach dem kommenden DVGW-Merkblatt zur Sensorik, woraus sich Veränderungen in der regelmäßigen Prüfung des Geruchsempfindens der Testpersonen ergeben werden.
- Themen der LIMS-Auswahl und -Nutzung, wie Planung einer mobilen Datenerfassung bei der Probenahme (digitales Probenahmeprotokoll) im LIMS-System oder über die eigene Programmierung.
- QM-Themen wie Pipettenprüfung auf Dichtheit, oder eine Software zur QM-Dokumentenlenkung
- Automation im Labor, wie Einsatz von Laborrobotern zur Messung von täglich 100 / 200 Proben (für pH, Leitfähigkeit, Säurekapazität, Trübung).
- Austausch zu Erfahrungen mit neuen ICP – OES- und ICP-MS-Systemen eines Herstellers, zum Schutz von Messgeräten (ICP-MS) bei Schwankungen oder Ausfall der Stromversorgung.
- Informationsweitergabe zu Methoden für die Bestimmung von Mikroplastik, zu Radioaktivitätsmessungen im Trinkwasser, von Radon-Belastungen am Arbeitsplatz und von bestimmten Wasserwerksrückständen aufgrund der Strahlenschutz-VO

### *Ergebnisse aus den Vergleichsanalysen (VA)*

Die Vergleichbarkeit der Labore in den VA sind insgesamt als gut zu bezeichnen. Vereinzelt treten Abweichungen z.B. bei den Parametern Aluminium, Eisen, DOC und Trübung auf. Dies lässt sich größtenteils auf Inhomogenitäten bei der realen Ruhrwasserprobe zurückführen.

Die Dotierung für Nitrit, Ammonium und Gesamt-P nach Filtration soll weiterhin in der Größenordnung wie bisher vorgenommen werden.

Zu der neu eingeführten, zweimal jährlich geplanten Sonderprobe „Abfiltrierbare Stoffe“ gab es Abstimmungsbedarf (Festlegung der Ergebnisangabe in mg/l, des Probenvolumens auf ca. 250 ml, Konzentrationsbereich in der Probe einstellen, dass mind. 50 mg Auswaage bei 100 ml Probenvolumen möglich sind).

Die VA der Sonderparameter wie z.B. AOX und abfiltrierbare Stoffe wird als sehr sinnvoll als Ersatz / Ergänzung für Ringversuche erachtet.

## **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 2018 einmal im April des Jahres getagt. Eine wichtige Aufgabe des Arbeitskreises ist der Informationsaustausch zwischen den beteiligten Laboren, vor allem im Hinblick auf neueste Entwicklungen und Probleme im Bereich organische Spurenanalytik. Ziel ist es unter anderem die Vergleichbarkeit von Analyseergebnissen aus den Laboren zu erreichen.

Inzwischen kann man davon ausgehen, dass die LC-MS (Flüssigchromatographie mit massenspektrometrischem Detektor) als Analysetechnik zu einer Routineanwendung in den Laboren geworden ist. Die meisten Labore verfügen bereits über mehr als ein Gerät sowie das notwendige fachkundige Personal und setzen diese Technik erfolgreich zur Bestimmung diverser Parametergruppen ein. Neuer und damit ein aktuelles Thema für den Erfahrungsaustausch ist zurzeit noch der Einsatz von LC-MS-Geräten die mit einem TOF- (Time of Flight)-Massenspektrometer bzw. einer Orbitrap als Detektor arbeiten. Diese Messtechnik ist notwendig, wenn Wasser mit einer Non-Target-Analytik untersucht werden soll. Hier ist es mit sehr viel analytischem Aufwand möglich, noch unbekannt Substanzen bei der Untersuchung von Wasserproben aufzuspüren. Weiter verbreitet ist jedoch die Nutzung dieser Analysetechnik für die Suspected-Target-Analytik, mit der bestimmte Substanzgruppen halbquantitativ in Wasserproben untersucht werden.

Die Durchführung von Vergleichsuntersuchungen innerhalb des Arbeitskreises ist ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit. Lange Zeit wurden hier zweimal jährlich für vier bis fünf Parametergruppen (PAK, PSM, LHKW, Komplexbildner, PFC) Proben durch Arbeitskreismitglieder verschickt und von allen untersucht. Über die Jahre wurde eine sehr gute Vergleichbarkeit der Ergebnisse aus den verschiedenen Laboren erreicht.

Die Zahl der Vergleichsuntersuchungen in den gut eingeübten Verfahren wurde reduziert. Dafür werden wechselnd und in jeder Sitzung neu diskutiert Vergleichsuntersuchungen für neue Parametergruppen aufgenommen. So wurde z.B. im Jahr 2018 von den Laboren für die Bestimmung von Benzotriazolen, Süßstoffen und nicht relevanten Metaboliten von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen gezeigt, dass die Messverfahren gut beherrscht werden und vergleichbare Ergebnisse erzielt werden.

Auch der allgemeine Erfahrungsaustausch zwischen den Laboren ist für die Teilnehmer immer wieder wichtig. So zeigt sich, dass die Beherrschung der neuesten Messtechniken auch seitens der Hersteller oft noch Probleme bereitet. Dadurch verzögert sich häufig die Etablierung dieser Geräte und Methoden. Ebenso war ein Thema die Zuverlässigkeit von kommerziell angebotenen, häufig auch zertifizierten Standardsubstanzen. Hier kommt es immer wieder zu Abweichungen, so dass eine Kontrolle der gelieferten Produkte unbedingt notwendig ist.

### **Arbeitskreis Mikrobiologie**

*Obmann: Bernd Lange, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, Mülheim*

Vor 31 Jahren ist der Arbeitskreis „Mikrobiologie“ unter der damaligen Bezeichnung „Qualitätssicherung bakteriologischer Untersuchungen“ gegründet worden. Der damalige Arbeitsauftrag des Arbeitskreises war es, festzustellen, „ob die Methoden der bakteriologischen Analyse, so wie sie in den einzelnen Institutionen angewendet werden, zu quasi denselben Ergebnissen führen oder ob ein Angleichen der Methoden notwendig ist, um zu untereinander vergleichbaren Ergebnissen zu kommen“. Dies ist auch heute noch eine der Hauptaufgaben des Arbeitskreises Mikrobiologie.

Zur Erfüllung dieser Aufgabe werden regelmäßig Vergleichsuntersuchungen zu den einzelnen mikrobiologischen Nachweisverfahren durchgeführt und es erfolgt ein kontinuierlicher Informationsaustausch zur Umsetzung aktueller Regelwerke und Anforderungen sowie über aktuelle Probleme.

Im Jahr 2018 wurde jeweils im Februar und im November eine Vergleichsuntersuchung zum Nachweis von E. coli und coliformen Bakterien mit Hilfe unterschiedlicher Nachweisverfahren durchgeführt. Verglichen wurden hierbei jeweils das Membranfiltrationsverfahren auf chromogenem Coliformen Agar (CCA) nach DIN EN ISO 9308-1 mit der MPN-Methode nach DIN EN ISO 9308-2 (Colilert-Verfahren).

Es zeigte sich, dass die Auswertung der Ansätze auf dem CCA sehr schwierig war, da in den untersuchten Ruhrwasserproben deutlich mehr Aeromonaden vorhanden waren als coliforme Bakterien. Diese erscheinen auf dem CCA genau wie die coliformen Bakterien als rote oder rosa Kolonie und können erst über die positive Oxidase-Reaktion von den Coliformen abgegrenzt werden. Dadurch bedingt, dass die Aeromonaden-Konzentrationen in den untersuchten Ruhrwasserproben deutlich höher waren als die der Coliformen, hatte die Auswahl der Kolonien, die für den Oxidase-Test verwendet wurden, einen sehr großen Einfluss auf das Endergebnis. Die relative Standardabweichung lag daher bei der Bestimmung der Coliformen-Konzentrationen mit über 70 % deutlich über der Standardabweichung des Colilert-Verfahrens (16,5 %).

In der DIN EN ISO 9308-1 wird zum Anwendungsbereich der Norm auch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass „Aufgrund der geringen Selektivität des Agars zur Primäranreicherung die Begleitflora eine verlässliche Zählung von E. coli und coliformen Bakterien stören kann, z. B. in Oberflächenwässern oder Wasser aus oberflächennahen Brunnen. Dieses Verfahren ist für solche Wasserarten nicht geeignet“. Das Verfahren wird daher auch überwiegend zur Überwachung der Trinkwasserqualität angewendet. Die Daten zur Überprüfung der Ruhrwassergüte werden von den Laboratorien des AWWR fast ausschließlich mit Hilfe des Colilert-Verfahrens nach DIN EN ISO 9308-2 erhoben. Die mit diesem Verfahren erhobenen Daten wiesen bei beiden Vergleichsuntersuchungen eine hohe Übereinstimmung bei den einzelnen Laboratorien auf.

Ein weiterer Schwerpunkt war die Bestimmung der Leistungsmerkmale bei der Einführung neuer quantitativer mikrobiologischer Verfahren (Verifizierung). Die entsprechende DIN EN ISO 13843 „Wasserbeschaffenheit - Anforderungen zur Bestimmung von Leistungsmerkmalen von quantitativen mikrobiologischen Verfahren“ wurde im März 2018 veröffentlicht und muss seitdem von jedem akkreditierten Labor bei der Einführung neuer Verfahren angewendet werden. Da gemäß Trinkwasserverordnung in allen Untersuchungsstellen das Verfahren zur Legionellenanalytik spätestens Ende Februar 2019 an die neue Fassung der ISO 11731 „Wasserbeschaffenheit – Zählung von Legionellen“ angepasst werden musste, wurde die Frage der Verifizierung dieses Verfahrens für alle Laboratorien gleichzeitig relevant. Innerhalb des Arbeitskreises Mikrobiologie gab es hierzu viele hilfreiche Diskussionen und Anregungen.

---

## Ausschuss Wassergewinnung und -aufbereitung

*Obmann: Andreas Lütz, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen*

---

Im Jahr 2018 wurden zwei Sitzungen des Ausschusses Wassergewinnung und -aufbereitung abgehalten. Die Sitzung am 21. März 2018 fand im Wasserwerk Kettwig der RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH statt. Am 7. November 2018 trat der Ausschuss zu seiner zweiten Sitzung bei den Stadtwerken Brilon im Hotel am Kurpark zusammen. Die personelle Zusammensetzung des Ausschusses hat sich 2018 verändert. Hartmut Insel geht in den Ruhestand und sein Nachfolger Dr. Michael Plath übernimmt auch seinen Platz im Ausschuss. Weiterhin übernimmt Stephan Willmes von den Stadtwerken Bochum die Nachfolge von Dr. Peter Kappler. Neu im Arbeitskreis vertreten sind die Stadtwerke Essen, vertreten durch Petra Scholten.

### *Revision der EG-Trinkwasserrichtlinie*

Auf der Frühjahrssitzung wurde der Legislativvorschlag der EU-Kommission zur EG Trinkwasserrichtlinie vorgestellt. Der Vorschlag wurde im Februar 2018 vorgelegt. Acht grundlegende Änderungen können benannt werden. Diese werden zum Teil von den Wasserversorgern unterstützt, zum Teil aber auch abgelehnt. Ende April hat der DVGW die eingegangenen Rückmeldungen in einer Stellungnahme mit 40 Änderungsanträgen zusammengefasst. Im Oktober 2018 hat sich die EU-Kommission hierzu geäußert. Sie folgt in den meisten Punkten den Vorschlägen der Branche, so dass eine deutliche Verbesserung des ersten Entwurfs erreicht werden konnte. Von einer Weiterbearbeitung des Themas ist erst nach der Neuwahl des Europäischen Parlamentes im Mai 2019 auszugehen.

### *Betriebserfahrungen und Erkenntnisse aus dem Trockenjahr 2018*

Auf der Herbstsitzung im November wurde intensiv über die niedrigen Talsperrenstände und die sich daraus ergebenden Fragestellungen diskutiert. Themen waren die unterdurchschnittlichen Niederschläge seit Februar 2018, die Reduzierung des Mindestabflusses und die Möglichkeit des Baus neuer Talsperren.

Auch die Auswirkungen der Trockenheit auf den Betrieb der Wasserversorgungsanlagen wurden intensiv diskutiert. Im Sauerland wurden Engpässe im Wasserdargebot festgestellt; Quellen, wie auch Grundwasserleiter, waren nicht mehr so ergiebig. Zum Teil wurden technische Maßnahmen umgesetzt, um zum Beispiel für ein weiteres Absinken der Talsperrenstände gerüstet zu sein. Es wurde aber auch thematisiert, dass die Reserven und Redundanzen der Anlagen- und Fördertechnik zum Teil komplett ausgeschöpft werden mussten, um die entsprechende Nachfrage zu decken.

### *Berichte aus den Mitgliedsunternehmen*

Die Erweiterung und Ertüchtigung der Ruhrwasserwerke um verschiedene verfahrenstechnische Anlagen sowie der Neubau von Aufbereitungsanlagen wurden im Jahr 2018 weitergeführt und im Ausschuss vorgestellt.

### *Weitere Themenschwerpunkte*

Weiterhin wurden im Ausschuss viele unterschiedliche Themen angesprochen. Zu nennen sind hier die Musterschutzgebietsverordnung, die 2019 Thema werden wird, oder die aufkeimende Diskussion zu multiresistenten Keimen, die von den an der Ruhr eingesetzten Aufbereitungsstufen zurückgehalten werden. Im Berichtsjahr haben sich keine relevanten Unfälle an der Ruhr ereignet, die einer weiteren Aufarbeitung bedürft hätten. Allerdings sind mehrere Meldungen zu einer bislang unbekanntem Substanz aufgelaufen. Der Verursacher konnte bisher nicht ermittelt werden.

---

## Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit

Obfrau: Tanja Vock, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte

---

Der 13-köpfige Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit traf sich 2018 zu drei Arbeitssitzungen: am 24. Januar im Wasserwerk Hengstey (Mark-E), am 8. Mai bei den Stadtwerken Menden und am 1. Oktober beim Ruhrverband. An der ersten Sitzung nahm der zu der Zeit neue Vorsitzende der AWWR, Roland Rüther, teil, um sich den Ausschussmitgliedern vorzustellen und die Zielsetzungen der AWWR für 2018 vorzustellen. Diese wurden in der Runde diskutiert. Auch zukünftige Kommunikationsstrategien und Informationstransfer wurden intensiv besprochen.

In allen Sitzungen wurden wie gewohnt die aktuellen öffentlichkeitswirksamen Themen sowohl allgemeiner Natur als auch Aktuelles aus den einzelnen Unternehmen erörtert. Besonderer Fokus wurde in der dritten Sitzung auf das Thema Niedrigwassermanagement gelegt.

Zum Ende des Jahres 2017 schied Felix Wirtz von der GELSENWASSER AG aufgrund seines Wechsels als Geschäftsführer zur Gelsenwasser-Stiftung nach 17 Jahren aus dem Ausschuss aus. Für sein mehr als langjähriges Engagement möchte sich der Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit an dieser Stelle noch einmal herzlich bedanken und ihm alles Gute für die Zukunft wünschen. Für ihn durfte der Ausschuss den neuen Unternehmenssprecher von Gelsenwasser, Bernd Hartung, als Mitglied begrüßen.

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 der AWWR-Beiträge zum Ruhrgütebericht
- Vorbereitung der AWWR-Themen und Unterlagen für die Pressekonferenz zum Ruhrgütebericht sowie Teilnahme an der Pressekonferenz
- Bearbeitung von Presseanfragen
- Bearbeitung von Sprachregelungen und ggfs. Krisenkommunikation
- Öffentlichkeitswirksame Außendarstellung der AWWR und ihrer Tätigkeiten
- Austausch zu öffentlichkeitsrelevanten Themen der Mitgliedsunternehmen
- Aktualisierung und Weiterentwicklung des öffentlichen AWWR-Internetauftritts (nicht des Mitgliederbereichs)

## Presseaktivitäten

Im letzten Jahr gab es immer mal wieder Presseanfragen zum Thema Mikroplastik. Während der Sommermonate erkundigte sich die Presse regelmäßig nach der Versorgungssicherheit in der Trinkwassererzeugung. Eine neue Welle an Presseanfragen zu diesem vorrangigen Thema des Jahres 2018 kam nach Bekanntmachung der Reduzierung des Mindestabflusses in der Ruhr sowie zum vierten Quartal des Jahres, als die Trockenheit immer noch über den Herbst hinaus anhielt. Zu dieser Zeit wurde eine Sprachregelung „Abfluss Ruhr“ für alle Mitgliedsunternehmen erarbeitet. Der Sender 3sat beschäftigte sich daraufhin für seine Wissenschaftsdoku mit dem Einfluss des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft und drehte dazu u.a. beim Ruhrverband und bei Wasserwerke Westfalen.

## Pressekonferenz zum Ruhrgütebericht 2018

In der alljährlichen gemeinsamen Pressekonferenz zur Vorstellung des Ruhrgüteberichts informierten der Ruhrverband und die AWWR über ihre Schwerpunktthemen. Die Pressekonferenz fand am 11. September 2018 beim Ruhrverband in Essen statt. Von Seiten der AWWR nahmen teil der Vorsitzende Roland Rüther, der Geschäftsführer Ulrich Peterwitz, der Obmann des Ausschusses Wassergüte Dr. Henning Schünke sowie die Obfrau des Ausschusses Öffentlichkeitsarbeit Tanja Vock.

Zu den vorgestellten Themen gehörten die Herausforderungen durch die langanhaltende Hitzeperiode für die Wasserwirtschaft sowie Spurenstoffe in der Ruhr mit Hinweis auf das Verursacherprinzip, die sowohl seitens Ruhrverband als auch seitens AWWR erörtert wurden.

Des Weiteren stellte die AWWR die „weitergehende Trinkwasseraufbereitung“ des Verbund-Wasserwerks Witten und des Wasserwerks Witten von Wasserwerke Westfalen vor und nahm das 70-jährige Bestehen der AWWR zum Anlass, den Pressevertretern die Arbeitsgemeinschaft mit all ihren Zielsetzungen und den im Laufe der Zeit verbuchten Erfolgen vorzustellen. Der Ruhrverband berichtete noch über die allgemeine wasserwirtschaftliche Entwicklung und den ökologischen Zustand der Ruhr wie auch über das Baden in der Ruhr am Seaside Beach (Baldeneysee).

Die teilnehmenden Pressevertreter kamen von Bild Ruhrgebiet, WAZ, WDR Studio Essen, Radio Essen/Bochum, dpa Essen und vom Vulkan-Verlag. Die Presseberichterstattung war rundum positiv. Es wurde umfangreich über die positive Bilanz der Wasserqualität – sogar in Zeiten der Hitzewelle des trockensten Sommers seit neun Jahren –, über die Vermeidung von Spurenstoffen an der Quelle, über das Projekt MERK’MAL und über die Ergänzung der Wasseraufbereitung durch weitere technische Verfahrensschritte aus Vorsorgegründen berichtet.

## Beiträge aus Wasserwerken und Institutionen

### 16 Organische Spurenstoffe in der Ruhr – Fortsetzung des Monitorings der AWWR

Christian Skark, Institut für Wasserforschung GmbH, Dortmund

Mit 4 weiteren Probenahmen wurde das Monitoring der AWWR auf 62 organische Spurenstoffe im Oberflächenwasser der Ruhr im Jahr 2018 fortgeführt. Mit dieser Durchführung des Monitorings über 10 Jahren werden 42 Probenahmen erreicht, die in die Auswertung einbezogen werden. Somit wird der Vorbericht über den Zeitraum 2008 bis 2017 (38 Probenahmen [16.1]) fortgeschrieben. Während dieser zehnjährigen Laufzeit wurde das Untersuchungsspektrum von anfänglich 33 Substanzen in mehreren Schritten auf 62 Substanzen erweitert. 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 2 Substanzen).

#### Probenahmeorte und Untersuchungsmethoden

An 9 Probenahmestellen längs der Ruhr werden alle 3 Monate Stichproben entnommen. Die Probenahmestellen an der Ruhr entsprechen den Rohwasserentnahmeorten der beteiligten Wasserwerke (WGA, Tabelle 16.1). Dies schließt weiterhin die Probenahmestelle in Bochum-Stiepel ein, obwohl dort die Trinkwassergewinnung im November 2015 eingestellt wurde.

Die einzelnen Probenahmestellen repräsentieren unterschiedliche Anteile des ca. 4.500 km<sup>2</sup> großen Einzugsgebiets der Ruhr (zwischen 400 km<sup>2</sup> in Meschede und 4.400 km<sup>2</sup> 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 16.2 gibt das Untersuchungsspektrum von 60 Substanzen sowie deren Bestimmungsgrenzen (BG) für eine sichere Quantifizierung in den Wasserproben wieder. Für Stoffe, die bereits seit 2008 analysiert werden, ergeben sich mit dem Jahr 2018 jeweils 377 Einzelanalysen. Bereits in den Jahren 2011 und 2012 erfolgte eine Erweiterung des Untersuchungsumfangs um insgesamt 9 Verbindungen ([b] Perfluorheptansulfonat, Tetrahydropolyfluorooctansulfonat H<sub>4</sub>PFOS, [a] Hydropolyfluorheptanoat, Clofibrinsäure, Phenazon, Propyphenazon, Codein, Diazepam und Primidon). Für die Substanzen [a] und [b] liegen der Auswertung geringere Anzahlen an Untersuchungen zugrunde ([a] n = 251, [b] n = 269). Die Erweiterung

Tabelle 16.1: Lage der Probenahmestellen für Oberflächenwasser der Ruhr. MQ – durchschnittlicher Abfluss, Gewässerstationierung [16.2]. Pegel Oeventrop steht im Jahr 2018 nicht zur Verfügung

Table 16.1: Sampling sites for the surface water in the river Ruhr. MQ – mean run-off, water stationing [16.2] Sampling site Oeventrop is not available in 2018

Ort	Probenahmestelle	Probe-	Abfluss- pegel	Abfluss	Einzugsgebiet	MQ	MQ (07/2008 - 12/2018)	MQ
		nahme		Fluss-km		langjährig		(2018)
				Fluss-km	[km <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]
Meschede	Mengesohl	183,7	Meschede 1	179,4	426	9,1	7,5	5,7
Arnsberg	Langel	163,8	Oeventrop [1]	159,5	760	14,9	12,4	-
Wickede	Echthausen	128,3	Bachum	133,8	1.530	27,1	22,1	18,4
Fröndenberg	Warmen	121,2	Fröndenberg	109,3	1.914	-	-	-
Schwerte	Westhofen	95,2	Villigst	100,2	2.013	28,8	24,5	21,2
Hagen	Hengstey	88,8	Wetter	79,8	3.908	67,6	55,7	46,3
Bochum	Stiepel	62,7	Hattingen	56,0	4.118	70,6	59,3	48,7
Essen	Spiek	44,1	Werden	29,0	4.337	79,5	60,8	52,1
Mülheim	Styrum-Ost	11,3	Mülheim	13,2	4.420	76,3	63,8	51,4

Tabelle 16.2: 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 Carbonsäuren, RKM – Röntgenkontrastmittel, VP – Veterinärpharmaka. Grün – Anteil der Untersuchungen über der BG < 10 %, hellgelb – Anteil der Untersuchungen mit Positivbefund > 90 %, Anzahl aller Untersuchungen n = 377 (außer [b] PFHpS und H<sub>4</sub>PFOS n = 269; [a] HPFHFA, Clofibrinsäure, Phenazon, Propyphenazon, Codein, Diazepam und Primidon n = 251; orange PFPS, PFNS, PFDS, Propanol, Sulfadiazin, Sulfamerazin, Sulfamethazin, Guanylarnstoff, Metformin, Gabapentin, Pregabalin, Ranitidin, Tramadol, Oxazepam, Oxcarbazepin, Naproxen, FAA, AAA n = 144)

Table 16.2: 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 > LQ exceeds 90 % of all samples, number of samples n = 377 (except [b] PFHpS and H<sub>4</sub>PFOS n = 269; [a] HPFHFA, Clofibrinsäure, Phenazon, Propyphenazon, Codein, Diazepam and Primidon n = 251; orange PFPS, PFNS, PFDS, Propanol, Sulfadiazin, Sulfamerazin, Sulfamethazin, Guanylarnstoff, Metformin, Gabapentin, Pregabalin, Ranitidin, Tramadol, Oxazepam, Oxcarbazepin, Naproxen, FAA, AAA n = 144)

Lfd. Nr.	Substanz	Kurzzeichen	Stoffgruppe	CAS-RN	Anteil Positivbefunde [%]	BG [µg/L]
1	Tributylphosphat	TBP	FSM	126-73-8	35	0,010
2	Trisphenylphosphat	TPP	FSM	115-86-6	6	0,010
3	Tris-(2-Chlorethyl)-phosphat	TCEP	FSM	115-96-8	84	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	86	0,010
7	Perfluorooctanoat	g-PFOA	PFC	335-67-1	55	0,010
8	Perfluorooctansulfonat	g-PFOS	PFC	1763-23-1	40	0,010
9	Perfluorbutanoat	PFBA	PFC	375-22-4	29	0,010
10	Perfluorpentanoat	PFPA	PFC	2706-30-3	23	0,010
11	Perfluorhexanoat	PFHxA	PFC	307-24-4	20	0,010
12	Perfluorheptanoat	PFHpA [b]	PFC	375-85-9	2	0,010
13	Perfluorononanoat	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	26	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	HPFHFA [a]	PFC	-	0	0,010
22	H <sub>4</sub> -Polyfluorooctansulfonat	H4PFOS [b]	PFC	27619-97-2	25	0,025

[16.1] Skark, C.: Organische Spurenstoffe in der Ruhr - Fortsetzung des Monitorings der AWWR.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2017.- Schwerte, Essen, 141-153 (2018).

[16.2] 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 16.2: Untersuchte Stoffe im AWWR-Monitoring „Organische Spurenstoffe in der Ruhr“ (Forts.; Abkürzungen vgl. S. 145)  
 Table 16.2: Analysed substances in the scope of the AWWR-Monitoring "Trace organics in the river Ruhr" (cont.; abbreviations cf. p. 145) ]

Lfd. Nr.	Substanz	Kurzzeichen	Stoffgruppe	CAS-RN	Positivbefunde [%]	BG [µg/L]
23	Atenolol		HP	29122-68-7	10	0,025
24	Bezafibrat		HP	41859-67-0	50	0,025
25	Carbamazepin		HP	298-46-4	87	0,025
26	Diclofenac		HP	15307-86-5	92	0,025
27	Ibuprofen		HP	15687-27-1	21	0,025
28	Metoprolol		HP	51384-51-1	97	0,025
29	Sotalol		HP	3930-20-9	70	0,025
30	Propanolol		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	79	0,025
33	Sulfapyridin		HP-AB	144-83-2	58	0,025
34	Trimetoprim		HP/VP-AB	738-70-5	4	0,025
35	Sulfadiazin		HP/VP-AB	68-35-9	3	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	7	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	38	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	99	0,025
47	Pregabalin		HP	148553-50-8	58	0,025
48	Ranitidin		HP	66357-35-5	22	0,025
49	Tramadol		HP	27203-92-5	53	0,025
50	Oxazepam		HP	604-75-1	11	0,025
51	Oxcarbazepin		HP	28721-07-5	4	0,025
52	Naproxen		HP	22204-53-1	32	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	84	0,050
56	Iohexol		RKM	66108-95-0	60	0,050
57	Iomeprol		RKM	78649-41-9	72	0,050
58	Iopamidol		RKM	60166-93-0	76	0,050
59	Iopromid		RKM	73334-07-3	65	0,050
60	Ioxithalaminsäure		RKM	28179-44-4	5	0,050

des Untersuchungsspektrums im Jahr 2015 umfasste insgesamt 18 Substanzen (3 perfluorierte Sulfonate: Perfluorpen-tansulfonat PFPS, Perfluoronansulfonat PFNS Perfluorde-cansulfonat PFDS; 15 Pharmaka: 3 Sulfonamid-Antibiotika Sulfadiazin, Sulfamerazin und Sulfamethazin sowie Gaba-pentin, Metformin, Naproxen, Oxazepam, Oxcarbazepin, Pregabalin, Propanolol, Ranitidin, Tramadol; 3 Metabolite: Guanylarnstoff, N-Formyl-Aminoantipyrin [FAA] und N-Acetyl-Aminoantipyrin [AAA]). Für diese 18 zusätzlichen Analyte ergeben sich für die Jahre 2015 bis 2018 jeweils 144 Einzelanalysen ( $n = 9 \times 16$ ). Im Jahr 2017 werden 2 weitere Pharma-ka in die Untersuchung aufgenommen: das Antiepileptikum Lamotrigin sowie das Antidepressivum Venlafloxin, für die jeweils 72 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 42 Beprobungen an den 9 Probenahmestellen. Aufgrund eines hochwasserbedingten Probenausfalls im Januar 2012 summiert sich dies zu 377 Proben für den Zeitraum von 2008 bis 2018. In Tabelle 16.2 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 9 PFC, 5 Antibiotika, 7 weitere Pharmaka, ein FSM sowie ein RKM. Dies schließt auch 3 PFC, 3 Antibiotika und 2 Pharmaka ein, die erst in 2015 in die Untersuchung aufgenommen wurden. In mindestens 90 % der Untersuchungen werden 3 Substanzen des ursprünglichen Stoffspektrums über der BG detektiert (in mindestens 340 der 377 Untersuchungen). Darunter fallen 1 FSM und die Arzneimittel Diclofenac und Metoprolol.

Bei den Substanzen, die 2011 oder 2012 in die Untersuchung aufgenommen wurden, zeigen sich nur für Tetrahydropolyfluor-octansulfonat ( $H_4$ PFOS) und Primidon öfter Positivbefunde. Von den 2015 aufgenommenen Untersuchungsparametern werden 5 Substanzen in mehr als 90 % der Untersuchungen über der BG gefunden (in mindestens 130 der 144 Untersuchungen). Es handelt sich dabei um Gabapentin, Metformin und die Metabolite Guanylarnstoff, FAA und AAA.

Die beiden Psychopharmaka, die im Jahr 2017 in die Untersuchung integriert wurden, zeigen unterschiedliche Befunde: Lamotrigin wird in 62 der 72 Untersuchungen oberhalb der BG von  $0,025 \mu\text{g/L}$  gefunden, während Venlafloxin bislang nicht über der BG von  $0,05 \mu\text{g/L}$  detektiert wird.

## Konzentrationsbetrachtungen

Tabelle 16.3 gibt einen Überblick zu Konzentrationsgrößen ausgewählter Substanzen. Dabei werden 24 Stoffe gezeigt, bei denen in mehr als 20 % der Analysen seit 2008 (mindestens 76 Positivbefunde von  $n = 377$ ) Befunde über der BG festgestellt wurden. Zusätzlich sind Ergebnisse für Stoffe mit einer geringeren Analysenhäufigkeit,  $H_4$ PFOS ( $n = 269$ ) und Primidon ( $n = 251$ ) wiedergegeben. Bei der Berechnung der statistischen Kennwerte gehen Gehalte unter der Bestimmungsgrenze 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 TCPD sowie 3 RKM liegen bereits die Medianwerte über  $0,1 \mu\text{g/L}$ . Maximale Konzentrationen über  $0,5 \mu\text{g/L}$  treten in der Regel nur für Röntgenkontrastmittel auf. Für 9 Substanzen liegen noch die Median-Konzentrationen unter der BG (6 PFC, darunter auch PFOS und  $H_4$ PFOS, 2 Pharmaka, 1 FSM). Für Ibuprofen, PFPA und PFHxA ist dies auch für den 75-Perzentilwert der Fall. Somit liegen von 16 untersuchten PFC lediglich bei einer Verbindung, PFOA, in mehr als 50 % der Untersuchungen die Konzentrationen knapp über der Bestimmungsgrenze (Medianwert von  $0,011 \mu\text{g/L}$ ).

In Tabelle 16.4 sind die Ergebnisse für die Stoffe mit mehr als 20 % Befunden über der BG zusammengestellt, die 2015 in die Untersuchung aufgenommen wurden ( $n = 144$ ). Für Gabapentin, Metformin und die Metabolite Guanylarnstoff, FAA und AAA lassen sich Mediankonzentrationen deutlich über  $0,1 \mu\text{g/L}$  ermitteln. Lamotrigin tritt mit einer Mediankonzentration von  $0,067 \mu\text{g/L}$  und einem Maximalwert von  $0,210 \mu\text{g/L}$  im Ruhrwasser auf.

Bezogen auf die Probenahmeorte werden in Tabelle 16.5 die Medianwerte von 21 Stoffen mit mehr als 20 % Positivbefunden wiedergegeben. Ibuprofen und 4 PFC (PFPA, PFHxA, g-PFBS und  $H_4$ PFOS) treten örtlich und zeitlich so vereinzelt auf, dass für keine Probenahmestelle Mediangehalte über der BG ermittelt werden können. Die Anzahl der Parameter, die Mediankonzentrationen über  $0,1 \mu\text{g/L}$  zeigen, nimmt ruhrabwärts zu. In Meschede wird Diclofenac mit einem Medianwert von  $0,1 \mu\text{g/L}$  bestimmt, um im weiteren Ruhrverlauf wieder abzunehmen. Nur in Schwerte wird dann noch ein Medianwert  $> 0,1 \mu\text{g/L}$  für Diclofenac ermittelt, während dieser Wert insbesondere nach der Lennemündung deutlich abnimmt. In Wickedede liegen im Mittel nur 2 RKM (Amidotrizoesäure, Iopami-

Tabelle 16.3: Ergebnisübersicht aller Analysen für Stoffe mit Anteilen von Positivbefunden über 20 %. Q – Perzentil, sonstige Abkürzungen vgl. Tabelle 16.2. n = 377; H<sub>4</sub>PFOS n = 269; Primidon n = 251. 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 16.3: Overview of analytical results for substances with a ratio of results above BG greater than 20 %. Q – percentile, other abbreviations cf. table 16.2. 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	0,016	< BG	0,013	0,034	0,552
2	TCEP	0,014	0,039	0,026	0,045	0,084	0,415
3	TCPP	0,059	0,129	0,112	0,185	0,250	0,669
4	TBEP	0,020	0,050	0,044	0,071	0,101	0,278
5	TDCPP	< BG	0,024	0,020	0,028	0,042	0,329
6	g-PFOA	< BG	0,014	0,011	0,017	0,029	0,093
7	g-PFOS	< BG	0,012	< BG	0,013	0,025	0,091
8	PFBA	< BG	< BG	< BG	0,010	0,017	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	0,011	< BG	0,010	0,023	0,250
12	H <sub>4</sub> PFOS	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,077
13	Bezafibrat	< BG	0,030	0,025	0,044	0,061	0,089
14	Carbamazepin	0,036	0,065	0,060	0,089	0,120	0,190
15	Diclofenac	0,042	0,082	0,071	0,110	0,150	0,490
16	Ibuprofen	< BG	< BG	< BG	< BG	0,033	0,080
17	Metoprolol	0,074	0,139	0,120	0,190	0,250	0,460
18	Sotalol	< BG	0,042	0,036	0,060	0,080	0,150
19	Sulfamethoxazol	0,028	0,049	0,044	0,066	0,089	0,140
20	Sulfapyridin	< BG	0,030	0,029	0,043	0,054	0,130
21	Primidon	< BG	< BG	< BG	0,028	0,037	0,079
22	Amidotrioesäure	0,088	0,266	0,240	0,390	0,530	0,830
23	Iohexol	< BG	0,168	0,079	0,250	0,440	1,400
24	Iomeprol	< BG	0,380	0,210	0,610	1,000	2,000
25	Iopamidol	0,052	0,447	0,390	0,680	0,974	2,300
26	Iopromid	< BG	0,147	0,094	0,190	0,344	1,100

do) und der Beta-Blocker Metoprolol über 0,1 µg/l, während in Fröndenberg auch TCPP und Iomeprol im Mittel in dieser Höhe gefunden werden. Bis nach Mülheim treten mit einem weiteren Pharmakon, Carbamazepin, und 2 weiteren RKM insgesamt 8 Verbindungen mit Medianwerten über 0,1 µg/L auf.

Bei den perfluorierten Verbindungen werden an keiner Probenahmestelle Mediangehalte über 0,02 µg/L gefunden. Perfluorooctanoat (PFOA) und Perfluorbutanoat (PFBA) kann unterhalb der Lennemündung im Mittel nur unter der Bestimmungsgrenze detektiert werden (Tabelle 16.5). Perfluorooctansulfonat (PFOS) tritt im Mittel nur ab Schwerte über der BG auf. PFBA wird oberhalb der Lennemündung im Mittel nur in der Größenordnung der BG und an 3 Probenahmestellen nachgewiesen.

Wie auch in den Vorjahren seit 2012 unterschreiten in den 4 Untersuchungen des Jahres 2018 die maximale Summenkonzentration aller 16 analysierten PFC den Wert von 0,1 µg/L. Lediglich in den Probenahmestellen Hagen und Bochum werden in jeweils einer Probe PFC-Summenkonzentrationen über 0,03 µg/L gefunden. Die Anzahl von Proben ohne jeglichen Nachweis für PFC liegt wie auch schon in den Vorjahren im Jahr 2018 bei mehr als 50 % der Einzelproben (19 von 36). Lediglich in Meschede treten in allen 4 Proben des Jahres 2018 geringe Gehalte an PFOA (< 0,02 µg/L) auf. An allen anderen Probenahmestellen zeigt mindestens 1 Probe im Lauf des Jahres 2018 keinen Nachweis von PFC, in Arnsberg sind dies sogar alle 4 Proben. Für alle 9 Proben, in denen PFOA gefunden wird, ist diese Substanz der einzige Befund für PFC (4 x Meschede, je 2 x in Wickede und Schwerte, 1 x Frönden-

Tabelle 16.4: 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 16.2, n = 144. 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 16.4: 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 16.2. 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	Guanylarnstoff	1,600	3,311	3,000	4,800	5,600	13,000
2	Metformin	0,410	0,823	0,690	0,983	1,800	2,600
3	Gabapentin	0,220	0,419	0,380	0,595	0,778	1,100
4	Pregabalin	< BG	0,034	0,031	0,047	0,070	0,100
5	Ranitidin	< BG	< BG	< BG	< BG	0,035	0,100
6	Tramadol	< BG	0,029	0,027	0,038	0,058	0,087
7	Naproxen	< BG	< BG	< BG	0,027	0,036	0,120
8	FAA	0,148	0,327	0,285	0,463	0,630	1,100
9	AAA	0,158	0,235	0,230	0,293	0,367	0,650

Tabelle 16.5: Ergebnisübersicht der Mediangehalte [µg/L] in den einzelnen Probenahmestellen (k = 42, Essen k = 41). Abkürzungen vgl. Tabelle 16.2. 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 16.5: Median concentrations [µg/L] in every sampling point (k = 42). Abbreviations cf. table 16.2. Green: concentration < LQ, 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	0,013	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG
TCEP	0,015	0,018	0,019	0,019	0,040	0,027	0,033	0,042	0,028
TCPP	0,040	0,036	0,083	0,134	0,120	0,123	0,184	0,176	0,185
TBEP	<BG	<BG	0,044	0,050	0,059	0,047	0,046	0,061	0,059
TDCPP	0,022	0,019	0,019	0,017	0,021	0,015	0,023	0,027	0,025
g-PFOA	0,019	0,011	0,012	0,013	0,011	<BG	<BG	<BG	<BG
g-PFOS	<BG	<BG	<BG	<BG	0,011	0,013	0,010	0,012	0,012
PFBA	<BG	<BG	0,010	0,010	0,010	<BG	<BG	<BG	<BG
Bezafibrat	<BG	<BG	<BG	<BG	0,035	0,030	0,045	0,046	0,041
Carbamazepin	0,032	0,026	0,050	0,049	0,064	0,072	0,091	0,096	0,110
Diclofenac	0,100	0,034	0,065	0,063	0,115	0,062	0,082	0,084	0,089
Metoprolol	0,075	0,041	0,110	0,110	0,145	0,110	0,200	0,210	0,220
Sotalol	0,035	<BG	0,039	0,035	0,041	0,032	0,037	0,046	0,052
Sulfamethoxazol	0,036	<BG	0,033	0,031	0,055	0,044	0,063	0,071	0,078
Sulfapyridin	<BG	<BG	0,027	<BG	0,050	0,032	0,040	0,039	0,029
Primidon	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	0,027	0,030	0,034
Amidotrizoensäure	<BG	<BG	0,185	0,190	0,265	0,300	0,400	0,430	0,490
Iohexol	<BG	<BG	<BG	0,062	0,060	0,099	0,240	0,210	0,485
Iomeprol	<BG	<BG	0,087	0,105	0,280	0,340	0,950	0,800	0,725
Iopamidol	<BG	<BG	0,595	0,660	0,580	0,370	0,390	0,430	0,625
Iopromid	<BG	<BG	0,057	0,080	0,080	0,170	0,260	0,230	0,210

Tabelle 16.6: Ergebnisübersicht der Mediangehalte [ $\mu\text{g/L}$ ] in den einzelnen Probenahmestellen, Monitoringbeginn 2015 ( $k = 16$ ). Abkürzungen vgl. Tabelle 16.2. Grün: Konzentration < BG, grau:  $0,09 \mu\text{g/L} < \text{Konzentration} \leq 0,1 \mu\text{g/L}$ , gelb:  $0,1 \mu\text{g/L} < \text{Konzentration} \leq 0,5 \mu\text{g/L}$ , orange:  $0,5 \mu\text{g/L} < \text{Konzentration} \leq 1 \mu\text{g/L}$ , rot:  $1 \mu\text{g/L} < \text{Konzentration}$ . Werte < BG werden für die Berechnung mit  $0,5 * \text{BG}$  angesetzt  
 Table 16.6: Median concentrations [ $\mu\text{g/L}$ ] in every sampling point, start of monitoring 2015 ( $k = 16$ ). Abbreviations cf. table 16.2. Green: concentration < LQ, grey:  $0,09 \mu\text{g/L} < \text{concentration} \leq 0,1 \mu\text{g/L}$ , yellow:  $0,1 \mu\text{g/L} < \text{concentration} \leq 0,5 \mu\text{g/L}$ , orange:  $0,5 \mu\text{g/L} < \text{concentration} \leq 1 \mu\text{g/L}$ , 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	1,500	3,500	3,600	5,250	3,050	3,950	4,300	2,300
Metformin	0,570	0,355	0,495	0,555	0,650	0,835	0,840	0,905	0,835
Gabapentin	0,250	0,125	0,270	0,305	0,415	0,460	0,635	0,730	0,735
Pregabalin	<BG	<BG	<BG	<BG	0,047	0,034	0,045	0,038	0,043
Tramadol	<BG	<BG	<BG	<BG	0,036	0,029	0,040	0,049	0,039
FAA	0,140	0,078	0,220	0,205	0,380	0,325	0,490	0,505	0,545
AAA	0,185	0,100	0,200	0,190	0,245	0,250	0,280	0,275	0,280

berg). PFOS,  $\text{H}_4\text{PFOS}$  und PFOA treten jeweils lediglich einmal in Schwerte (23.04.18), Hagen (23.04.18) und Bochum (22.10.18) auf. In der letztgenannten Probe finden sich zusätzlich PFHxA und PFHpA, die darüber hinaus in weiteren 5 Proben (Hagen, Bochum, Essen, Mülheim) bzw. 3 Proben (Essen, Mülheim) nachgewiesen werden. 10 der untersuchten 16 PFC-Verbindungen werden in keiner Probe über der BG festgestellt, darunter auch PFBA und PFBS. Diese kurzkettigen Ersatzstoffe für PFOA und PFOS werden also nicht im Oberflächenwasser der Ruhr angetroffen, anders als dies Befunde für den Rhein aus den 2000er Jahren annehmen ließen [16.3]. Die Befunde von PFC der letzten beiden Jahre zeigen ein wesentlich geringeres Auftreten dieser Stoffe in der Ruhr als dies zu Beginn des Monitorings in den Jahren 2008 bis 2010 der Fall war.

Bei den RKM sind Amidotrizoesäure und Iopamidol bereits ab Wickede mit Mediankonzentrationen über  $0,1 \mu\text{g/L}$  zu finden (Tabelle 16.5). Oberhalb von Wickede liegen mittlere RKM-Konzentrationen unter der Bestimmungsgrenze. Gleichwohl treten im Jahr 2018 in einzelnen Proben auch in Meschede und Arnsberg RKM (5 der 6 untersuchten Stoffe) über der BG auf. Iodierte Röntgenkontrastmittel nehmen im Ruhrverlauf in ihrer Konzentration zu. So liegen ab Bochum mittlere Konzentrationen von 5 RKM über  $0,1 \mu\text{g/L}$ . Wie in den Vorjahren werden auch 2018 vereinzelt RKM mit Konzentrationen von  $1 \mu\text{g/L}$  und mehr im Oberflächenwasser gefunden. Dies betrifft Iomeprol (4 Proben, Wickede, Schwerte, Bochum, Essen). In 15 der 36 Einzelproben des Jahres 2018 werden RKM-Summenkonzentrationen über  $1 \mu\text{g/L}$  festgestellt. Dieser Befund tritt 2018 seltener als 2017 auf.

Bei den seit längerer Zeit untersuchten Pharmaka werden für 3 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  $0,1 \mu\text{g/L}$  und darüber aufweisen (Tabelle 16.5). Im Jahr 2018 zeigen die 3 vorgenannten Verbindungen in dieser Untergruppe der untersuchten Phar-

maka die meisten Befunde > BG. Metoprolol wird in 15 Proben mit Gehalten von  $0,1 \mu\text{g/L}$  und darüber gefunden (Maximalwert  $0,35 \mu\text{g/L}$ ). Diclofenac wird in 7 Proben über  $0,1 \mu\text{g/L}$  (Maximalgehalt  $0,49 \mu\text{g/L}$ ) nachgewiesen. Beide Maxima treten abweichend von dem in früheren Jahren festgestellten Muster im Oktober in Meschede auf. Dies kann als Folge der anhaltend niedrigen Abflüsse in der Ruhr im Herbst 2018 angesehen werden. Carbamazepin wird 4 mal über  $0,1 \mu\text{g/L}$  (Maximalgehalt  $0,11 \mu\text{g/L}$  im Juli in Mülheim und im Oktober in Meschede) detektiert.

Weitere Schmerzmittel und krampflösende Wirkstoffe wie Pregabalin, Tramadol, Ibuprofen, Primidon, Phenazon werden in vergleichsweise geringem Umfang über der BG nachgewiesen und die analysierten Gehalte liegen durchweg unter  $0,1 \mu\text{g/L}$ .

Für einige Pharmaka (z.B. Metoprolol) und Röntgenkontrastmittel (z.B. Iopamidol) wirkt der Lennezfluss zunächst konzentrationsmindernd. Der Wiederanstieg der mittleren Konzentrationen im weiteren Ruhrverlauf zeigt jedoch neue, zusätzliche Einträge an (Tabelle 16.5).

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 16.6 zusammengestellt. Das Antidiabetikum Metformin, der Krampflöser Gabapentin sowie die Arzneimittel-Metabolite Guanylharnstoff, FAA und AAA treten bereits in Meschede an der oberen Ruhr 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  $5,3 \mu\text{g/L}$  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

Tabelle 16.7: Zusammenstellung von gesundheitlichen Orientierungswerten (GOW) und Leitwerten (LW) zur Bewertung von Stoffen im Trinkwasser. Abkürzungen vgl. Tabelle 16.2, n.v. – nicht vorhanden

Table 16.7: Health oriented values (GOW) and guidance values (LW) for the assessment of substances occurring in drinking water. Abbreviations cf. table 16.2. 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 [µg/L]	LW [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 <sub>4</sub> PFOS	0,1	n.v.
Carbamazepin	0,3	3
Clofibrat	3	n.v.
Diclofenac	0,3	1,75
FAA	0,3	n.v.
Gabapentin	1	n.v.
Guanylarnstoff	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.

bis nach Mülheim erhalten bleibt. Im Jahr 2018 werden in der Regel Guanylarnstoff-Konzentrationen in der Ruhr über 0,1 µg/L gefunden, aber abweichend von den Vorjahren wird lediglich in 19 von 36 Proben ein Gehalt über 1 µg/L ermittelt. Einmalig wird in Meschede im Oktober ein Gehalt über 10 µg/L festgestellt. Als Quelle für die Guanylarnstoff-Gehalte im Oberflächenwasser werden neben dem Abbau von Metformin unter anderem Transformationsprodukte aus der Landwirtschaft sowie der Papier- und Textilindustrie diskutiert [16.4 bis 16.7]. Für Metformin liegen die Mediankonzentrationen für den gesamten Ruhrverlauf zwischen ca. 0,35 und 0,9 µg/L (Tabelle 16.6). Im Jahr 2018 wird im Vergleich zu den Vorjahren ein niedrigeres Konzentrationsniveau gefunden [16.1]. Der Maximalwert beträgt 0,75 µg/L in Mülheim (April 2018). Ähnlich wie in den Vorjahren werden auch 2018 beständig Metformin-Gehalte über 0,1 µg/L detektiert.

Median-Gehalte von Gabapentin zeigen längs des Verlaufs der Ruhr eine weitgehend beständige Zunahme zwischen 0,25 und 0,73 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 2018 wird Gabapentin zumeist mit Konzentrationen über 0,1 µg/L gefunden (34 von 36 Proben). In Meschede wird 2018 der Maximalgehalt von 1,1 µg/L und zugleich der einzige Wert über 1 µg/L festgestellt (Oktober).

Der Metamizol-Metabolit FAA zeigt im Ruhrverlauf mittlere Gehalte zwischen 0,08 und 0,55 µg/L (Tabelle 16.6). Im Jahr 2018 tritt FAA in 31 von 36 Proben mit Gehalten über 0,1 µg/L in der Ruhr auf. Erstmals werden Werte über 1 µg/L beobachtet. Die Maxima treten im Oktober in Meschede und Bochum mit 1,1 µg/L auf. Mediangehalte des Metamizol-Metaboliten AAA liegen im Ruhrverlauf zwischen 0,1 und 0,28 µg/L und damit in der Größenordnung des Vorjahres (Tabelle 16.6). In den Proben des Jahres 2018 werden AAA-Gehalte zwischen 0,057 und 0,65 µg/L gefunden, wobei in 31 von 36 Proben die Konzentration 0,1 µg/L erreicht oder überschreitet. Das Maximum wird wiederum in Meschede im

- [16.3] Lange, F. T.; Schmidt, C. K.; Brauch, H.-J.: Perfluorierte Tenside: Der PFOS (Perfluorooctansulfonat)-Ersatzstoff PFBS (Perfluorbutansulfonat) beeinflusst zunehmend die Rohwasserqualität von Rheinwasserwerken.- *gwj - Wasser, Abwasser*, 148 (7/8) 510-516 (2007).
- [16.4] 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)
- [16.5] Hallinger, S.; Wallnöfer, P. R.; Goldbach, H.; Amberger, A.: Several aspects of bacterial dicyandiamide degradation.- *Naturwissenschaften* 77, 332-334 (1990)
- [16.6] 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. *UBA-Texte* 46/2011, 195 S. (2011)
- [16.7] ter Laak, T.; Baken, K.: The occurrence, fate and ecological and human health risks of metformin and guanyurea in the water cycle - A literature review.- *KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein*, 24 S. (2014)

Oktober 2018 analysiert. Lamotrigin, das seit 2017 untersucht wurde, tritt an allen Probenahmestellen auf. In den Proben vom Januar 2018 wird der Stoff im Ruhrverlauf in keiner Probe gefunden. Der Maximalgehalt von 0,21 µg/L wird in Meschede im Juli festgestellt.

In den Jahren 2007 bis 2018 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 [16.8 bis 16.13]. Dies kann vor allem für die Pharmaka Carbamazepin, Diclofenac und Metoprolol sowie das Flammenschutzmittel TCPP gelten, die in der hier beschriebenen Fundhäufigkeit und Konzentrationshöhe über die letzten 10 Jahre ein sehr ähnliches Muster geben. 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 zurückgeführt [16.12]. In früheren Veröffentlichungen beschriebene PFC-Gehalte werden deshalb in der Ruhr heute nicht mehr erreicht [16.12, 16.13].

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 [16.14 bis 16.16]. Eine Zusammenstellung der entsprechenden GOW und LW für die betrachteten Substanzen gibt Tabelle 16.7. 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 für die Trinkwassergewinnung an.

Im Jahr 2018 werden die GOW und LW bereits im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser für die meisten Untersuchungsparameter mit Ausnahme von Diclofenac, Gabapentin, Guanlylharnstoff und FAA unterschritten. Diclofenac und Gabapentin treten jeweils einmal über dem GOW von 0,3 µg/L bzw. 1 µg/L

Tabelle 16.8: Ergebnisübersicht der Mediane von Tagesfrachten [g/d]. Abkürzungen vgl. Tabelle 16.2. Zeitraum 2008-2018. 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 16.8: Median of daily loads [g/d]. Abbreviations cf. table 16.2. Time period 2008-2018. 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

Stoff	Probenahmestelle							
	Meschede	Arnsberg	Wickede	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
TCEP	4	8	28	53	77	146	137	97
TCPP	15	21	111	142	391	525	565	621
TBEP			65	92	142	174	172	189
TDCPP	8	11	20	26	41	75	72	73
g-PFOA	9	7	18	14				
g-PFOS				11	32	42	33	30
PFBA			12	8				
H <sub>4</sub> PFOS					55	28		26
Bezafibrat				36	67	138	136	127
Carbamazepin	12	11	64	73	193	277	265	320
Diclofenac	37	22	85	127	200	283	297	380
Metoprolol	29	26	146	170	350	628	638	763
Sotalol	10		53	44	61	136	144	147
Sulfamethoxazol	12		41	59	118	205	202	235
Sulfapyridin			28	58	81	117	103	80
Primidon				10		67	73	92
Amidotrizoessäure			224	305	866	1.240	1.227	1.517
Iohexol			28	61	337	799	731	1.468
Iomeprol			110	315	1.037	2.446	2.650	2.722
Iopamidol			852	611	1.142	1.386	1.357	1.980
Iopromid			56	96	485	788	723	766

auf (Meschede, Oktober 2018). Die Oberflächenwasserkonzentration von Guanylarnstoff überschreitet häufig 1 µg/L. Entsprechend wird der GOW 19 Mal überschritten, wovon jede Probenahmestelle mindestens 1 Mal betroffen ist. FAA tritt im Jahr 2018 18 Mal über der Konzentration von 0,3 µg/L auf (7 Probenahmestellen, nicht in Arnsberg und Fröndenberg). Die Überschreitungen der GOW für Metformin und Iopamidol im Jahr 2017 werden 2018 nicht mehr beobachtet. Auch Gehalte über den GOW im Oberflächenwasser werden im Laufe der Wasseraufbereitung 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 [16.17].

Die gesundheitlichen Orientierungs- und Leitwerte wurden für per- und polyfluorierte Verbindungen im Oberflächenwasser im Jahr 2018 maximal zu 37 % für eine Einzelsubstanz (H<sub>4</sub>PFOS) erreicht. Der maximale Bewertungsquotient für die Summe aller PFC lag 2018 bei 0,37 und damit deutlich niedriger als in den Vorjahren (Summenbildung in Anlehnung an TRGS 402 [16.18]).

Für Carbamazepin wurde für die Oberflächenwasserkonzentration im Jahr 2017 ein maximaler Bewertungsquotient (GOW) von 0,37 erreicht. Als maximaler Bewertungsquotient für Lamotrigin wurde ein Wert von 0,7 ermittelt. Der entsprechende Wert für das Flammschutzmittel TCPP lag ebenfalls bei 0,7.

### Abflussbetrachtung

Für die Betrachtung des Ruhrabflusses an den Probenahmestellen werden Abflusspegel einbezogen, die in der Nähe der Probenahmestellen liegen. Die Abflusspegel liegen zwischen 2 und 15 km von den Probenahmestellen entfernt (Tabelle 16.1). Als mittlerer Abstand lässt sich eine Entfernung von 6,5 km bestimmen. Der Pegel Oeventrop, maßgeblich für Frachtberechnungen am Probenahmeort Arnsberg, steht im Jahr 2018 ebenso wenig zur Verfügung wie der Pegel Fröndenberg bereits während der letzten 10 Jahre. Die mittleren Abflüsse im gesamten Probenahmezeitraum zwischen Juli 2008 und Dezember 2018 fallen niedriger aus als die langjährigen Mittelwerte. Die mittleren Abflüsse im Jahr 2018 fallen deutlich geringer aus als der 10,5-jährige Mittelwert.

Die Tagesabflüsse an den Probenahmetagen im Jahr 2018 betragen zwischen 19 und 235 % des langjährigen mittleren Abflusses (MQ) an den berücksichtigten Pegeln. Dabei ist die Probenahme im Januar 2018 durch ein Hochwasser gekennzeichnet, so dass erstmals seit 2012 die langjährigen MQ deutlich überschritten werden. Im Mittel werden an diesem Probenahmetag 210 % des langjährigen MQ festgestellt. Durch die trockenen Witterungsverhältnisse im weiteren Verlauf des Jahres 2018 werden im Mittel an den Probenahmetagen jedoch nur 38 % des langjährigen MQ beobachtet. Bei niedrigen Abflüssen in der Ruhr wird die Beschaffenheit des Oberflächen-

wassers 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. Dies zeigt sich bei der Probenahme im Januar 2018, bei der trotz Hochwassers noch PFOA in Ruhr bei Meschede nachweisbar ist. An den weiteren Probenahmetagen im Jahr 2018 macht sich auch in Meschede der niedrige Ruhrabfluss bemerkbar. Insbesondere im Oktober 2018 werden viele Maximal-Konzentrationen einzelner Untersuchungsparameter für 2018 in Meschede festgestellt. Mit Blick auf alle Probenahmestellen und die Probenahmen bei Trockenwetterabflüssen kann jedoch zusammenfassend festgehalten werden, dass sich die Muster des Auftretens der untersuchten Stoffe sowohl hinsichtlich ihrer Konzentrationshöhe als auch hinsichtlich ihrer Auftretenshäufigkeit nicht grundlegend von den Vorjahren unterscheidet.

- 
- [16.8] Zullei-Seibert, N.; Schöpel, M.; Strücker, G.: Stoffspuren in der Ruhr – Ergebnisse aus den Wasserversorgungsunternehmen zu Arzneimitteln und Flammschutzmitteln.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2007.- Gevelsberg, Essen, 148-159 (2008).
- [16.9] Ruhrverband: Organische Mikroverunreinigungen in der Ruhr. in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2016.- Schwerte, Essen, 83-98 (2017).
- [16.10] Ruhrverband: Organische Spurenstoffe in der Ruhr. in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2017.- Schwerte, Essen, 86-99 (2018).
- [16.11] LANUV (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen): HYGON (Hydrologische Rohdaten Online). Messwerte der Station Fröndenberg; [http://luadb.it.nrw.de/LUA/hygon/pegel.php?guete=tabelle&messstellen\\_nr=004108](http://luadb.it.nrw.de/LUA/hygon/pegel.php?guete=tabelle&messstellen_nr=004108). Abgerufen: 03.04.2019.
- [16.12] Ruhrverband: Die PFT-Situation im Jahr 2009. in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2009.- Schwerte, Essen, 91-98 (2010).
- [16.13] LANUV (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen): Verbreitung von PFT in der Umwelt. LANUV-Fachbericht 34, Recklinghausen, 115 S. (2011).
- [16.14] 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](http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwassertoxikologie/grenzwerte_leitwerte.pdf) (2011)
- [16.15] Umweltbundesamt: Liste der nach GOW bewerteten Stoffe – Stand März 2019; [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/liste\\_der\\_nach\\_gow\\_bewerteten\\_stoffe\\_201903.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/liste_der_nach_gow_bewerteten_stoffe_201903.pdf). Abgerufen: 03.06.2019.
- [16.16] Umweltbundesamt: Fortschreibung der vorläufigen Bewertung von per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC) im Trinkwasser. Bundesgesundheitsblatt, 60 (3), 350-352 (2017).
- [16.17] Wasserwerke Westfalen: Trinkwasseranalyse - Stand April 2018; <http://www.wasserwerke-westfalen.de/wasser/trinkwasserqualitaet/>. Abgerufen: 07.04.2019.
- [16.18] TRGS (Technische Regeln für Gefahrstoffe): TRGS 402 – Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition.- GMBL. 2010 (12), 231-253 (2010).

## 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 16.8 und 16.9). Bei der Berechnung der Tagesfrachten werden Konzentrationsbefunde < BG nicht berücksichtigt.

Im Mittel lagen und liegen die Tagesfrachten einzelner Verbindungen, die bereits seit 2008 untersucht werden, in den oberstromigen Messstellen - Meschede und Arnsberg - unter 40 g/d. Mit der Erweiterung des Untersuchungsspektrums im Jahr 2015 werden jedoch für einige Arzneimittel und Metabolite auch hier höhere mittlere Tagesfrachten beobachtet (Tabelle 16.9). 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 28 relevanten Stoffen.

Außer für verschiedene RKM werden mittlere Tagesfrachten über 1 kg/d für Metformin, Guanylharnstoff, Gabapentin und FAA gefunden. Bereits in Meschede und Wickede werden im Mittel mehr als 1 kg/d an Guanylharnstoff beobachtet. In Hagen treten lomeprol, Iopamidol, Metformin und Gabapentin in dieser Klasse hinzu (Tabellen 16.8 und 16.9).

Im Gegensatz dazu liegen mittlere Tagesfrachten für einzelne PFC – wenn sie überhaupt ermittelbar sind – deutlich unter 100 g/d.

Aus den jährlichen 4 Probenahmen und den ermittelten Tagesfrachten kann der Transport während des gesamten Jahres geschätzt werden. In den Bildern 16.1 und 16.2 werden die geschätzten Jahresfrachten für ausgewählte Stoffe in Schwerte und Mülheim und die Jahre 2009 und 2018 miteinander

verglichen. Für die PFC werden die Summen der geschätzten Jahresfrachten für alle in den jeweiligen Jahren untersuchten Einzelsubstanzen dargestellt (Bild 16.1). Obwohl die Zahl der untersuchten Parameter in dieser Gruppe von 10 im Jahr 2009 auf 16 im Jahr 2018 zugenommen hat, sinken die ermittelten Frachten zwischen 2009 und 2018 auf ca. 3 kg/a in Schwerte und Mülheim (Abnahme um mehr als 95 %).

Für das Flammenschutzmittel 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 2018 bedeutende Veränderungen zu beobachten sind (Bild 16.1). Bei langjährig untersuchten Pharmaka ist 2018 eine Zunahme von etwa 10 bis 60 kg/a in Schwerte auf ca. 40 bis 230 kg/a in Mülheim zu beobachten (Bild 16.1).

Von den Stoffen, die im Jahr 2015 in das Monitoring aufgenommen wurden, fällt Guanylharnstoff mit einer abgeschätzten Jahresfracht über 1 t/a auf (Bild 16.2). 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 2018 deutlich ansteigt. In Mülheim werden 2018 wie schon im Vorjahr 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 2018 Jahresfrachten zwischen rund 20 und 160 kg/a abgeschätzt, während in Mülheim zwischen ca. 340 und 930 kg/a auftreten (Bild 16.2). Für Schwerte sinkt die Spanne für 2018 gegenüber 2017. In der Summe aller untersuchten RKM werden in Schwerte im Jahr 2018 mit ca. 350 kg/a geringere Mengen als im Jahr 2009 mit einer Fracht von ca. 530 kg/a ermittelt. Für Mülheim wird im Vergleich der Jahre eine Abnahme von ca. 3,5 auf 2,7 t/a festgestellt.

Tabelle 16.9: Ergebnisübersicht der Mediane-Tagesfrachten [g/d] für relevante Substanzen, die ab dem Jahr 2015 in das Monitoring eingebunden sind. Abkürzungen vgl. Tabelle 16.2. 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 16.9: Median of daily loads [g/d] for substances, which are surveyed first in 2015. Abbreviations cf. table 16.2.

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

Stoff	Probenahmestelle							
	Meschede	Arnsberg	Wickede	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
Guanylharnstoff	1.101	648	3.940	5.320	9.761	10.928	10.581	7.237
Metformin	173	163	506	761	2.527	2.338	2.578	2.554
Gabapentin	81	62	356	494	1.110	1.784	1.747	2.018
Pregabalin			17	63	110	136	142	144
Tramadol				36	71	124	112	116
FAA	48	31	222	397	826	1.500	1.522	1.565
AAA	70	44	221	306	708	792	782	729

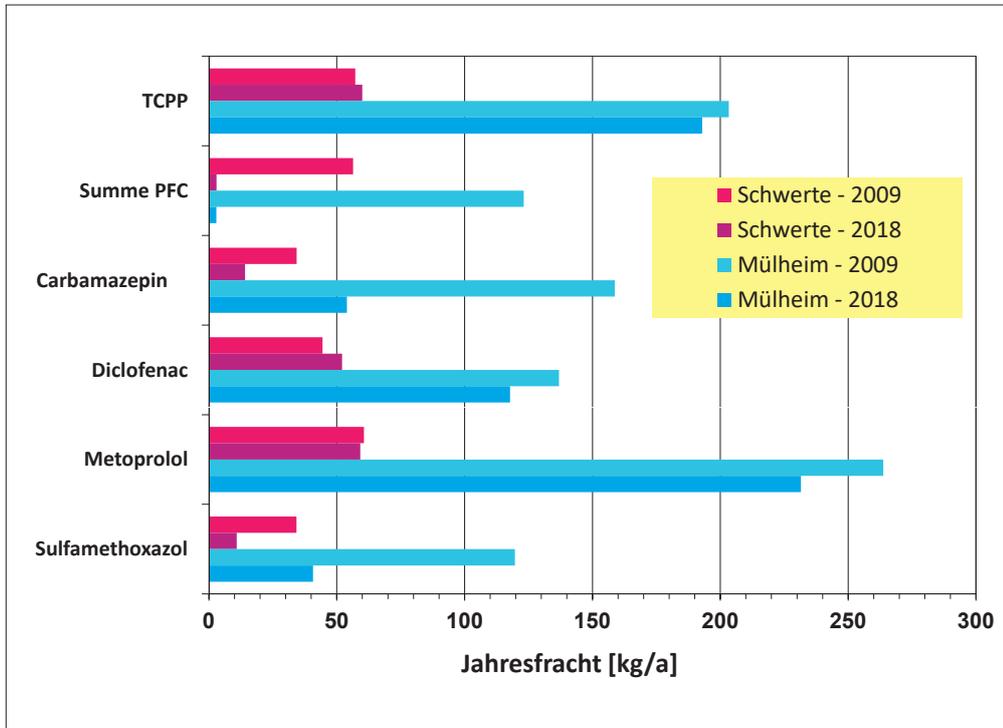


Bild 16.1: Geschätzte Jahresfrachten ausgewählter Verbindungen im Oberflächenwasser der Ruhr im Vergleich der Jahre 2009 und 2018 und der Probenahmestellen Schwerte und Mülheim

Fig. 16.1: Estimated annual loads for selected substances in comparison between 2009 and 2018 and between the sampling points Schwerte and Mülheim

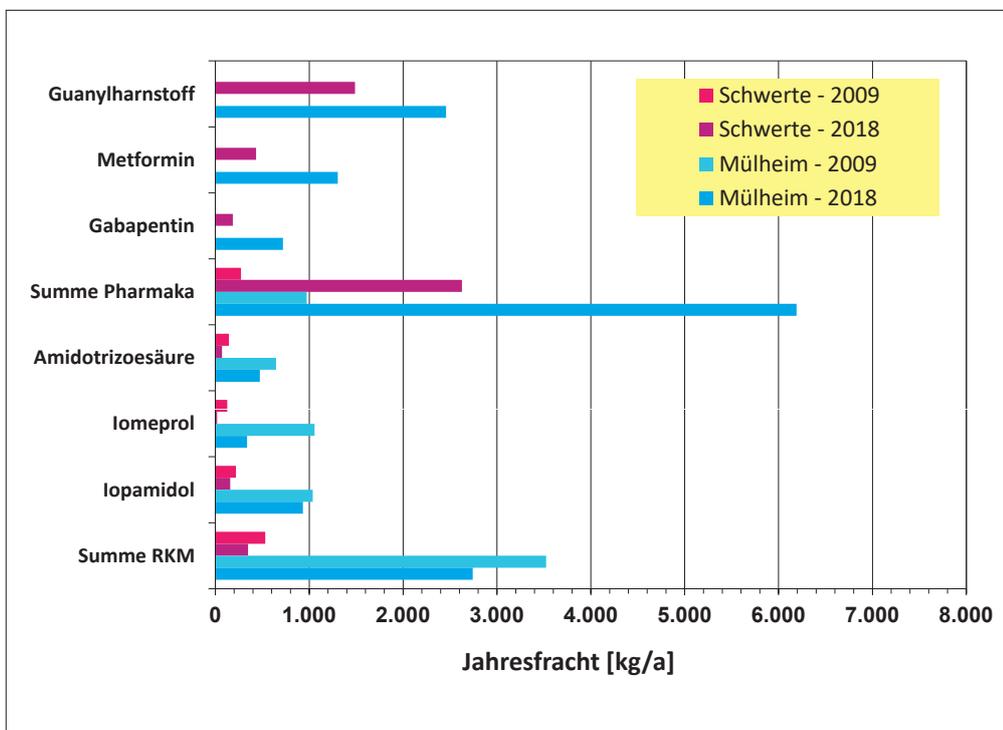


Bild 16.2: Geschätzte Jahresfrachten ausgewählter Verbindungen im Oberflächenwasser der Ruhr im Vergleich der Jahre 2009 und 2018 und der Probenahmestellen Schwerte und Mülheim. Gabapentin, Metformin und Guanylharnstoff wurden 2009 nicht untersucht, Summe Pharmaka beruht 2009 auf 11 und 2018 auf 34 untersuchten Parametern

Fig. 16.2: Estimated annual loads for selected substances in comparison between 2009 and 2018 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 34 analysed parameters in 2018

## Zusammenfassung

Mit den Proben im Jahr 2018 wurde im Monitoring auf organische Spurenstoffe das Oberflächenwasser der Ruhr an 9 Probenahmestellen insgesamt 42 Mal (in Essen 41 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 2 Arzneistoffe zusätzlich aufgenommen.

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 2018 werden lediglich bei den Pharmaka Diclofenac und Gabapentin sowie den Arzneimittel-Metaboliten Guanylarnstoff und FAA 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 TCPP, 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 2018 sind bei Flammschutzmitteln, Röntgenkontrastmittel und vielen untersuchten Pharmaka sowohl hinsichtlich der Auftretenshäufigkeit als auch hinsichtlich der gefundenen Konzentrationshöhen einander ähnlich. Für viele PFC werden dagegen ab 2012 in immer geringerem Maße Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/L festgestellt. Die Summe aller 16 untersuchter PFC unterschreitet im Jahr 2018 in allen Proben 0,04 µg/L. In 19 der 36 Proben kann keine PFC-Verbindungen über den jeweiligen Bestimmungsgrenzen gefunden werden. Das Vorkommen von PFC in der Ruhr kann somit im Jahr 2018 im Vergleich zu den Jahren 2008 bis 2010 als unauffällig angesehen werden.

Unter den 2015 in das Monitoring aufgenommenen Stoffen fallen vor allem Metformin, Gabapentin und die Metabolite Guanylarnstoff, FAA und AAA mit Konzentrationen auf, die häufig den Wert von 0,1 µg/L übersteigen. Der Arzneiwirkstoff Lamotrigin, der ab 2017 untersucht wird, zeigt manchmal Gehalte über 0,1 µg/L.

Während im Jahr 2018 bei der Januar-Probenahme in der Ruhr Hochwasser auftritt, sind alle weiteren Probenahmen durch unterdurchschnittliche Abflüsse gekennzeichnet (im Oktober ca. 20 bis 40 % des langjährigen MQ). Dies hat zur Folge, dass viele Maximal-Konzentrationen des Jahres 2018 in der Oktober-Probenahme und bereits in Probenahmestelle Meschede an der oberen Ruhr auftreten. Dennoch verbleiben die Konzentrationen aller Parameter an allen Probenahmestellen in ähnlichen Größenordnungen wie in den Vorjahren.

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, Wickede und Schwerte für den Arzneimittel-Metaboliten Guanylarnstoff und unterhalb der Lennemündung ab Hagen zusätzlich für die Pharmaka Metformin und Gabapentin sowie die RKM Lomeprol und Iopamidol beobachtet. Ab Bochum treten das RKM Amidotrizoesäure und der Metabolit N-Formylaminoantipyrin (FAA) in dieser Klasse hinzu. Die Schätzungen der Jahresfrachten an den Probenahmeorten ergeben 2018 für alle untersuchten PFC Summen-Werte zwischen 2 und 15 kg/a. Im Jahr 2018 werden für alle Flammschutzmittel Jahresfrachten zwischen 30 und 730 kg/a ermittelt, während die Jahresfrachten für alle untersuchten Pharmaka mit Werten zwischen 0,8 und ca. 6,8 t/a abgeschätzt werden (jeweils als Summen-Werte für die Stoffgruppen).

---

## 17 Herausforderungen in der Wasserversorgung während der Trockenphase 2018

*Robert Dietrich, Hochsauerlandwasser GmbH;  
Ulrich Peterwitz, Gelsenwasser AG;  
Dr. Michael Plath, RWW Rheinisch-Westfälische  
Wasserwerksgesellschaft mbH*

---

Der ungewöhnliche Witterungsverlauf des letzten Jahres hat der Wasserversorgung im Ruhreinzugsgebiet besondere Leistungen abverlangt. Parallel zu den ab Februar 2018 bis in den November 2018 unterdurchschnittlichen Niederschlägen sanken auch der Abfluss in der Ruhr sowie die Füllstände der Talsperren im Ruhreinzugsgebiet. Die Extremwerte der Trockenjahre 1959 und 1976 wurden zwar nicht erreicht, dennoch waren die Stauhöhen in den Talsperren des Ruhrverbands deutlich niedriger als im langjährigen Mittel. Insbesondere die Nordgruppe hatte deutlich niedrigere Füllstände als im Durchschnitt. Die trockene Witterung ging insbesondere in den Monaten Juli und August 2018 mit einer großen Hitze einher, in der sowohl Tarif- als auch Großkunden einen hohen Wasserbedarf hatten. So stieg der personenbezogene Verbrauch im letzten Jahr wieder an, nachdem in den Jahrzehnten zuvor eher ein stetiger Rückgang zu beobachten war. Für Deutschland betrug dieser Wert im Jahr 2018 127 Liter pro Kopf und Tag. Auch die Mitgliedsunternehmen der AWWR hatten Ende 2018 mit einem Wasserabsatz von in Summe 238. Mio. m<sup>3</sup> den höchsten Wert der letzten fünf Jahre zu verzeichnen.

Der Spitzentag für die Wasserabgabe der AWWR-Mitgliedsunternehmen war der 3. August 2018 mit einer Tagessumme von 914 Tsd. m<sup>3</sup> Trinkwasser, was einem Spitzenfaktor von ca. 1,4 gegenüber dem Mittelwert entspricht.

Deutlich zu spüren waren die Auswirkungen der Trockenphase 2018 vor allem an der Ruhr oberhalb der Hennemündung. Hier ging der von Talsperren unbeeinflusste natürliche Abfluss der Ruhr sehr stark zurück. So konnten im östlich der Stadt Meschede gelegenen Wasserwerk „Mengesohl“ durch die Hochsauerlandwasser GmbH im Herbst 2018 nur noch rund 70 bis 80 % der sonst üblichen Rohwassermengen aus dem Ruhrtal gefördert und aufbereitet werden. Wenige Kilometer unterhalb stellte sich die Situation durch den Einfluss der Hennetalsperre bereits entspannter dar.

Auch die Eigenschaften des Ruhrwassers oberhalb der Mündung der Henne in die Ruhr veränderten sich in dieser Zeit. Das Vorkommen und die Konzentration von Spurenstoffen stiegen mit abnehmendem Abfluss im Vorfluter an. Sorgen bezüglich der Trinkwasserqualität gab es allerdings nicht. Sollte ein unerwünschter Inhaltsstoff überhaupt über die Uferfiltration ins Grundwasser gelangen, würde er über die Membranfiltration (Ultrafiltration) bzw. über die Aktivkohlefiltration im Wasserwerk „Mengesohl“ zurückgehalten.

Um den gesteigerten eigenen Wasserbedarf, aber auch den von höher gelegenen Kommunen im Hochsauerlandkreis zu decken, griffen die Hochsauerlandwasser GmbH und die Stadtwerke Sundern im zweiten Halbjahr 2018 vermehrt auf ihre Direktentnahmen aus der Henne- und der Sorpetalsperre



Bild 17.1: Hennetalsperre im Spätsommer 2018  
Fig. 17.1: Henne reservoir in late summer, 2018



Bild 17.2: Installation einer Bypass-Leitung im Grundablassbauwerk der Hennetalsperre  
 Fig. 17.2: Installation of a bypass in the bottom outlet of the Henne Reservoir

zurück. Das in den Wasserwerken „Hennese“ und „Langscheid“ aufbereitete Trinkwasser wurde über das Verbundleitungsnetz des Wasserverbandes Hochsauerland zum Teil bis in die Hochlagen des Hochsauerlandkreises gefördert.

Mit abnehmendem Stauinhalt der Ruhrverbandstalsperren (Bild 17.1) wuchs bei der Hochsauerlandwasser GmbH die Sorge, dass ab einem „kritischen“ Wasserspiegel der Hennetalsperre (300 m über NHN) der Talsperrenvordruck nicht mehr ausreichen würde, um die maximale Rohwassermenge im freien Gefälle in das 276 m über NHN gelegene Wasserwerk „Hennese“ zu leiten. Da Anfang Oktober 2018 überhaupt noch nicht absehbar war, wie sich die meteorologische bzw. die wasserwirtschaftliche Situation weiterentwickeln würde und die Talsperrenwasserstände sich quasi im „Sinkflug“ befanden, entschied man sich nach Abstimmung mit dem Ruhrverband, kurzfristig im linken Grundablassbauwerk (Wasserkraftwerk) der Hennetalsperre eine Druckerhöhungsanlage im Bypass zur Entnahmeleitung zu installieren (Bild 17.2). Dazu wurde in kürzester Zeit eine geeignete Pumpe beschafft und hydraulisch wie elektrisch angeschlossen (Bild 17.3).

Nahezu zeitgleich wurde der im Plangenehmigungsbescheid für die Hennetalsperre festgesetzte Mindestabfluss der Ruhr am Pegel Oeventrop durch Verfügung der Bezirksregierung Arnsberg von 2,5 m<sup>3</sup>/s auf 1,5 m<sup>3</sup>/s herabgesetzt. Aufgrund dessen blieb der Talsperrenwasserstand (306 m über NHN) bei einem Reststauinhalt von rund 35 % (13,5 Mio. m<sup>3</sup>) annähernd gleich. Somit war ein Betrieb der Druckerhöhungsanlage nicht notwendig. Sollte es dennoch zukünftig zu „kritischen“ Wasserständen in der Hennetalsperre kommen, stünde in diesen Fällen dem Wasserwerk „Hennese“ die volle Rohwassermenge zur Verfügung.

Mit der Trockenphase waren teils direkte betriebliche Maßnahmen verbunden. So wurde bei vielen Versorgern die Behälterbewirtschaftung angepasst. Speziell in den Abendstunden kam

es zu kurzzeitigen Förderspitzen, für die entsprechende vorbereitende Maßnahmen getroffen werden mussten. An wenigen Tagen traten zum Beispiel in einigen der von RWW versorgten Zonen für etwa 2 Stunden Abgabespitzen auf, die nochmal ca. 10 % über den Vortageswerten lagen. Hier musste dementsprechend reagiert werden. In den Nachtstunden sank die Abgabe dann zum großen Teil auf das Nachtniveau, welches auch im Winter normal ist. Somit mussten einige Anlagenteile große Betriebsbereiche über den Tagesverlauf abdecken. Als weitere betriebliche Herausforderung stellte sich auch die Temperatur heraus, speziell bei Trafoanlagen kam es zu Problemen der Überhitzung. Mit zusätzlichen Lüftern und Ventilatoren konnte hier zumeist Abhilfe geschaffen werden.

In der Trockenphase gab es einen intensiven Kontakt mit dem Umweltministerium und dem Ruhrverband, um sich stetig über den aktuellen Zustand auszutauschen. Im Vordergrund standen insbesondere während der Reduzierung des Mindestabflusses in der Ruhr durch den Ruhrverband zwei Fragen. Zunächst die Frage ob es Mengeneinschränkungen bei den Wasserentnahmen der Wasserwerke aus der Ruhr geben wird. Die zweite Frage war, ob Veränderungen der Wassergüte in der Ruhr sich möglicherweise auf die Rohwasserqualität in den Wasserwerken auswirken können. Im Rückblick auf das Jahr 2018 stand den Wasserwerken an der Ruhr stets genügend Wasser für die Versorgung der Bevölkerung zur Verfügung. Auch bei reduziertem Mindestabfluss kam es zu keinen Einschränkungen bei der Entnahme. Die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser in ausreichender Menge und einwandfreier Qualität war zu jeder Zeit sichergestellt.

Es ist angesichts der bekannten Klimaprognosen davon auszugehen, dass das Jahr 2018 nicht das letzte Jahr mit extremen Witterungsereignissen gewesen ist. Eine der wichtigsten Aufgaben der Zukunft ist daher, durch ein angepasstes Niedrigwasser- und Talsperrenmanagement an der Ruhr für eine ausreichende Wasserverfügbarkeit für die Trinkwasserversorgung zu sorgen. Hierzu gibt es keine tragfähigen Alternativen.



Bild 17.3: Einbau einer Druckerhöhungspumpe im Grundablassbauwerk der Hennetalsperre  
 Fig. 17.3: Installation of a pressure-boosting pump in the bottom outlet of the Henne Reservoir

## 18 Ausweitung der Möglichkeiten von Photovoltaik zur Eigennutzung in Wasserwerken

*Bernd Heinz, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte*

### Hintergrund

Die Energiewende ist eine herausfordernde Aufgabe für eine CO<sub>2</sub>-arme Stromerzeugung in der Zukunft. Der gesellschaftliche Konsens für einen Umbau von Stromerzeugung, Netzausbau und Wirtschaftlichkeit unter dezentraler Maxime ist vorhanden. Nach dem Atomausstieg sind das Energieland NRW und das Ruhrgebiet mit vielen Kraftwerken vom Ausstieg aus der Kohleverstromung besonders betroffen. Für die sichere Wasserversorgung aus der Ressource Ruhr ist eine zuverlässige und wirtschaftliche Stromversorgung unerlässlich. Elektrische Energie wird an 365 Tagen im Jahr zur Aufbereitung und zum Transport des Trinkwassers in die Versorgungsgebiete für ca. 4,5 Mio. Menschen benötigt.

Die ersten Wasserwerke an der Ruhr, wie z.B. das Werk in Schwerte-Villigst der Wasserwerke Westfalen GmbH (WWW), nutzten aus Kohle gewonnenen Dampf zum Pumpen des Trinkwassers über die Ruhrhöhenzüge nach Dortmund. Anfang des letzten Jahrhunderts wurden etliche Wehranlagen an der Ruhr errichtet. Neben einem kontinuierlichen Stauziel als

pumpfreier Zulauf für die Wassergewinnungsanlagen wurden Wasserkraftanlagen zur Stromerzeugung oder für den direkten Pumpenantrieb errichtet (Bild 18.1). Seitdem hat die regenerative Stromerzeugung an der Ruhr eine lange Tradition.

WWW nutzt an fünf Standorten mit 6,9 MW installierter Leistung die potentielle Energie der Ruhr zur Stromerzeugung. Durch kontinuierliche Optimierungen der Anlagen konnten Verfügbarkeit, Wirkungsgrade und Niedrigwasserfähigkeit ausgebaut werden. Das Unternehmen erzeugt physikalisch über 50 % seines benötigten Strombedarfs selbst durch Wasserkraft. Mittlerweile sind die Wasserkraftpotenziale an der Ruhr ausgeschöpft. Seit 2009 werden mehrere PV-Dachanlagen nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) mit insgesamt 141 kW Spitzenleistung und rd. 119.000 kWh/a auf den Bestandsgebäuden betrieben (Bild 18.2).

### Aktuelle Entwicklungen

Neben dem Kohleausstieg und der politisch forcierten Zunahme von regenerativer Energieerzeugung eröffnen wirtschaftliche und technische Entwicklungen neue Chancen für die Wasserwerke an der Ruhr. Die Förderung über das Erneuerbaren-Energien-Gesetz entwickelt sich von der finanziellen Förderung hin zu wettbewerblichen Anreizen. Erneuerbare sollen ganz ohne Förderungen (EEG-Umlage im Strompreis) eigenständig am Markt bestehen können. Durch technisch-wirtschaftliche Fortschritte ist bei ersten Windkraft- und Solarprojekten die Marktpreisparität, d.h. eine Wirtschaftlichkeit ohne



*Bild 18.1: Die Wasserkraftanlage in Schwerte-Westhofen erzeugt seit fast 100 Jahren regenerativen Strom zur Eigennutzung.*

*Fig. 18.1: The hydropower plant in Schwerte-Westhofen has been generating renewable electricity for its own use for almost 100 years.*



*Bild 18.2: Bestehende EEG-Dachanlage im Wasserwerk Hengsen (Werkstatt- und Lagergebäude)*

*Fig. 18.2: Existing EEG facility on the roof of the Hengsen waterworks (workshop and storage building)*

EEG-Förderung, erreicht. Technologisch sind PV-Module langlebig, ausgereift und ohne wassergefährdende Stoffe verfügbar. Freiflächenanlagen haben ihre Tauglichkeit und Umweltverträglichkeit bewiesen. Die fortentwickelte Stromspeichertechnologie bietet künftig weitere Möglichkeiten für eine ganztägige Solarstromversorgung. Hinzu kommt die zunehmende Nutzung der E-Mobilität auch im Wasserwerksbetrieb.

### **Trend Eigenverbrauchsnutzung statt EEG-Einspeisung**

Bei der ortsnahen Photovoltaik-Technologie nimmt die Eigenverbrauchsnutzung des erzeugten Stroms bei Neuanlagen seit kurzem zu. Statt ins öffentliche Netz einzuspeisen, wird der

PV-Strom selbst genutzt und ersetzt Teile des Bezugsstroms. Steigende Strompreise und sinkende Investitionskosten steigern die Attraktivität bei guten Standort- und Verbrauchsbedingungen.

Der Aufbau einer biomassebasierten Stromerzeugung ist aus Aspekten der Ökologie (u.a. Monokulturen, Wasserschutz) und der Konkurrenz zur Nahrungsproduktion nicht anzustreben. Eine ortsnahe Windkraftherzeugung besitzt aktuell hohe Genehmigungshürden. Daher geht WWW konkret den Aufbau einer signifikanten PV-Eigenerzeugung an.

Vorteile von PV im Wasserwerk:

- Kalkulierbarer Strombedarf mit Sommermehrbedarf
- Komplett CO<sub>2</sub> freie Strommenge
- Örtlicher Beitrag zum Klimaschutz
- Ortsnahe Erzeugung und Verbrauch (keine Netzverluste)
- Entlastung der öffentlichen Stromnetze
- Betrieb durch vorhandenes Personal
- Wirtschaftlichkeit gegenüber Fremdstrombezug
- Stabile Gesteungskosten statt schwankender Einkaufspreise
- Wertschöpfung bleibt vor Ort
- Einbindung in das Energiemanagement und optimierte Pumpenfahrweise
- Ausgereifte Technologie

### **Strategie zu Dach- und Freiflächenanlagen bei WWW**

Mit der Errichtung von PV-Dachanlagen und Freiflächenanlagen auf Betriebsgeländen im Ruhrtal kann eine bedeutende Strommenge künftig selbst erzeugt und ohne Netzverlust direkt im Trinkwasserprozess genutzt werden. Als Pilotanlage



*Bild 18.3: Dachfläche der Weitergehenden Aufbereitungsanlage im Wasserwerk Echthausen*

*Fig. 18.3: Roof surface of the extended treatment facility of the waterworks Echthausen*



Bild 18.4: Luftbild des Wasserwerksgeländes in Wickede-Echthausen (Potenzialflächen)  
 Fig. 18.4: Aerial view of the waterworks premises in Wickede-Echthausen (areas for potential use)

wird das Gebäudedach der Weitergehenden Wasseraufbereitungsanlage im Wasserwerk Echthausen in Wickede mit einer 376 kW<sub>p</sub>-PV-Anlage ausgerüstet (Bild 18.3). Damit sind jährlich ca. 350.000 kWh erzeugbar. WWW plant weiterhin die sich zz. in Errichtung/Planung befindlichen Aufbereitungsanlagen an den Standorten Westhofen, Hengsen und Halingen mit einer PV-Dachanlage auszurüsten. Damit wären dann alle Dachflächenpotenziale ausgenutzt.

Einen noch wesentlich größeren Energiegewinn erbrächten PV-Freiflächenanlagen im Wasserwerksgebiet. Diese Flächen besitzen primär Schutzcharakter für die Trinkwasserproduktion und werden weder landwirtschaftlich noch wirtschaftlich genutzt. WWW besitzt etliche Potenzialflächen für Anlagen bis zu 4.000 kW<sub>p</sub> (Bild 18.4). Der Genehmigungsprozess für Freiflächenanlagen ist aufwändig und unter Berücksichtigung des Wasserschutzes Neuland. Ziel von WWW ist es, die Genehmigungsreife für eine erste Freiflächenanlage im Ruhrtal zu erlangen. Zum Erhalt des Gewässerschutzes sind PV-Anlagen in Wasserwerken ausschließlich als Eigenanlagen zu errichten und zu betreiben.

Perspektivisch könnten ca. 4,5 Mio. kWh/a bzw. über 10 % des jährlichen Strombedarfs von Wasserwerke Westfalen über eigene PV-Anlagen erzeugt werden. Damit sind Investitionen im mittleren einstelligen Millionenbereich verbunden.

### Fazit

Trinkwasser an der Ruhr und Photovoltaik ergänzen sich hervorragend und tragen zum zukunftsfähigen Umbau unserer Energieversorgung sowie zur klimafesten Trinkwasserproduktion an der Ruhr bei. Mit PV ist der eigenerzeugte regenerative Stromanteil nennenswert ausbaubar. Die schon ökologisch orientierte Trinkwasserproduktion an der Ruhr wird nachhaltiger und unabhängiger vom klassischen Strommix. Mit Freiflächenanlagen in Wasserschutzgebieten wird Neuland betreten. Die guten Voraussetzungen und ein verantwortungsvoller Umgang mit den Schutzziele der Trinkwasserproduktion ergeben eine ideale Kombination für Umwelt und Mensch.

## 19 Betrachtung der möglichen Auswirkungen der Grubenwasser-einleitungen aus Erb- und Wasserlösungsstollen des Altbergbaus auf die Wassergüte der unteren Ruhr

Dr. Mathias Schöpel, Bochum (vormals RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr)

### Einleitung

Weitgehend unbekannt und auch in der aktuellen Diskussion zur Änderung der Grubenwasserhaltungen der Ruhrkohle AG nicht berücksichtigt sind bisher die Auswirkungen der Grubenwassereinleitungen des Altbergbaus auf Steinkohle im Ruhreinzugsgebiet. Hierbei handelt es sich um Grubenwässer, die bis heute an diversen Stellen der unteren Ruhr existieren und auch in der Zukunft fortbestehen werden. Errichtet wurden von den damaligen Bergbaubetreibern vor allem horizontale Wasserlösungsstollen, die vorrangig der Ableitung von Grubenwasser dienten und bis heute teilweise noch aktiv sind. Von Bedeutung sind hier insbesondere die zwischen Wetter und Essen gelegenen Erb- und Wasserlösungsstollen-Anlagen, die hauptsächlich im 18. und 19. Jahrhundert angelegt wurden.

Der vorliegende Beitrag ist eine erste Literatur- und Datenrecherche von veröffentlichten Daten zum Thema Erb- und Wasserlösungsstollen und zu möglichen Auswirkungen der Grubenwässer auf die Wasserqualität der Ruhr. In den nächsten Jahren beabsichtigt die AWWR daher weitergehende Untersu-

chungen zu diesem Thema, um den Istzustand zu dokumentieren und zukünftig auftretende Veränderungen der Grubenwasserqualität der Erb- und Wasserlösungsstollen rechtzeitig zu erkennen.

### Erb- und Wasserlösungsstollen und ihre Bedeutung für den Altbergbau

Der Steinkohlenbergbau im Ruhrrevier begann schon vor über 600 Jahren im Ruhrtal und den Seitentälern, wo die flözführenden Schichten des Oberkarbons unmittelbar an der Erdoberfläche anstehen und die Kohle mit einfachen technischen Mitteln gewonnen werden konnte [19.1 bis 19.3]. Der Abbau erfolgte zunächst mittels Gräben oder Pingen, die beginnend vom Talgrund bergaufwärts gegraben wurden. Das anfallende Niederschlags- und Grundwasser floss hierbei oberflächlich ab und gelangte über Bäche in die Ruhr. Um auch tiefere Bereiche der Kohlenflöze zu erreichen, wurden kreisrunde Löcher (Pütt) bis auf den Grundwasserspiegel niedergebracht oder auch erste einfache Stollen angelegt. Bei dieser, auch als Kohlengräberei bezeichneten Abbauform, handelte es sich zumeist um Kleinzechen, wobei das anstehende Grundwasser die Abbautiefe der Kohlenflöze begrenzte. Nur im geringen Umfang wurde damals das anfallende Sicker- und Grundwasser mittels Wasserziehen gehoben oder über Entwässerungsgräben (Röschen) abgeleitet.

Ab Ende des 15. Jahrhunderts wurde der Stollenbergbau an der Ruhr eingeführt (Bild 19.1), wo vom Talgrund aus Stollen in die anstehenden Kohlenflöze – später auch rechtwinklig zum Streichen der Flöze – aufgeföhren wurden. Diese mit einem leichten Gefälle versehenen Stollen dienten nicht nur dem Kohlenabbau und Transport sondern auch zur Ableitung des anfallenden Grubenwassers.

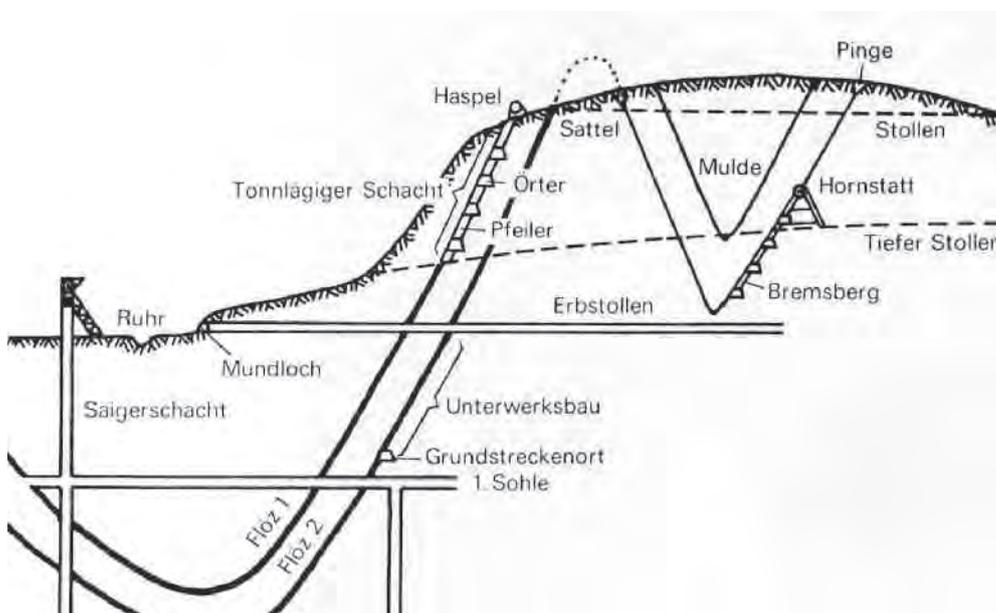


Bild 19.1: Die Entwicklung des Steinkohlenbergbaus vom Pingenbau zum Tiefbau (aus Pfläging 1987)  
Fig. 19.1: Development of black coal mining from open digging to deep mining (taken from Pfläging 1987)



Bild 19.2: Mundloch (links) und Einmündung in die Ruhr (rechts) des St. Johannes Erbstollens in Witten-Bommern (Schöpel Oktober 2018)  
 Fig. 19.2: Adit opening (left) and flow into the Ruhr (right) of the St. Johannes main adit in Witten-Bommern (Schöpel October 2018)

Anfang des 18. Jahrhunderts wurden erste Erbstollenanlagen mit dem vorrangigen Ziel errichtet, das Grubenwasser möglichst vieler angeschlossener Zechen aufzunehmen und abzuleiten. Daneben dienten sie häufig aber auch der Zu- und Abfuhr von Frisch- und Grubenluft (Bewetterung) sowie dem Personen- und Materialtransport. Den Eigentümern der Erbstollen standen feste Abgaben der Bergwerksbetreiber zu, wovon er den Vortrieb und die Unterhaltung der Erbstollenanlagen bezahlen musste.

Unterhalb des Erbstollenniveaus war der so genannte Unterwerksbau auf Kohle meist nur unter erheblichem technischen und finanziellen Aufwand z. B. durch Pumpenkünste möglich. Fortschritt brachte hier die Erfindung der Dampfmaschinen, die im Ruhrbergbau erstmalig Anfang des 19. Jahrhunderts zur Wasserhaltung eingeführt wurden, so dass sich entlang der Ruhr erste Tiefbauzechen entwickelten und Kohlenflöze unterhalb der Ruhrtalsole abgebaut werden konnten. Mit der Nordwanderung des Bergbaus erfolgte nach und nach die Stilllegung der Zechenanlagen an der Ruhr (z. B. 1966 Zeche Alte Haase in Sprockhövel).

### Datenrecherche Erb- und Wasserlösungsstollen

Für die heute noch vorhandenen Einleitungen von Grubenwasser aus den Erb- und Wasserlösungsstollen des Altbergbaus existieren keine wasserrechtlichen Genehmigungen mit Regelungen zu den Einleitungsmengen oder zur Wasserqualität. Zudem gibt es nur wenige veröffentlichte Daten zu diesen Anlagen des Altbergbaus, so dass über die Auswirkungen der Einleitungen in die Ruhr bzw. ihrer Nebenbäche wenig be-

kannt ist [19.4 bis 19.8]. Nach aktuellen Untersuchungen der Technischen Hochschule Georg Agricola (THGA) in Bochum sind im Bereich der unteren Ruhr bisher 110 Anlagen erfasst, von denen etwa 50 % noch heute Grubenwasser führen.

Die Erb- und Wasserlösungsstollen wurden zwar in der Vergangenheit meist von den Bergbaubetreibern aufgegeben, erfüllen aber bis heute dennoch ihren ursprünglichen Zweck, wie z. B. der St. Johannes Erbstollen in Witten (Bild 19.2). Andere Anlagen mit ihren Mundlöchern sind dagegen häufig verschüttet bzw. verrohrt und im Gelände kaum erkennbar oder auffindbar. Typisch für die meisten Austrittsstellen sind dort vorhandene rötliche Ausfällungen von Eisenhydroxiden. Gespeist werden die Grubenwässer durch den versickernden Anteil der Niederschläge, die nach meist kurzen Verweilzeiten in den Wasserlösungsstollen anfallen.

- [19.1] Pfläging, K.: *Die Wiege des Ruhrkohlenbergbaus, Geschichte der Zechen im südlichen Revier* - Verlag Glückauf GmbH, 1987, Essen
- [19.2] Telsemeyer, I. (Hrsg.): *Zeche Nachtigall - Museumsführer*, Westermann Druck, 2005, Zwickau
- [19.3] <http://www.ruhrkohlenrevier.de/stollen.html>
- [19.4] Hahne; C, Schmidt, R.: *Die Geologie des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes*, Verlag Glückauf GmbH, 1982, Essen
- [19.5] Geol. Landesamt NRW: *Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25.000 - Blatt 4510 Witten*, 1980, Krefeld
- [19.6] Geol. Landesamt NRW: *Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25.0000 - Blatt 4509 Bochum*, 1988, Krefeld
- [19.7] Wedewardt, M.: *Hydrochemie und Genese der Tiefenwässer im Ruhr-Revier*, DMT-Berichte aus Forschung und Entwicklung 39, 1995, Bochum
- [19.8] Wisotzky, F.: *Angewandte Grundwasserchemie, Hydrogeologie und hydrochemische Modellierung*, Springer-Verlag, 2011, Berlin Heidelberg

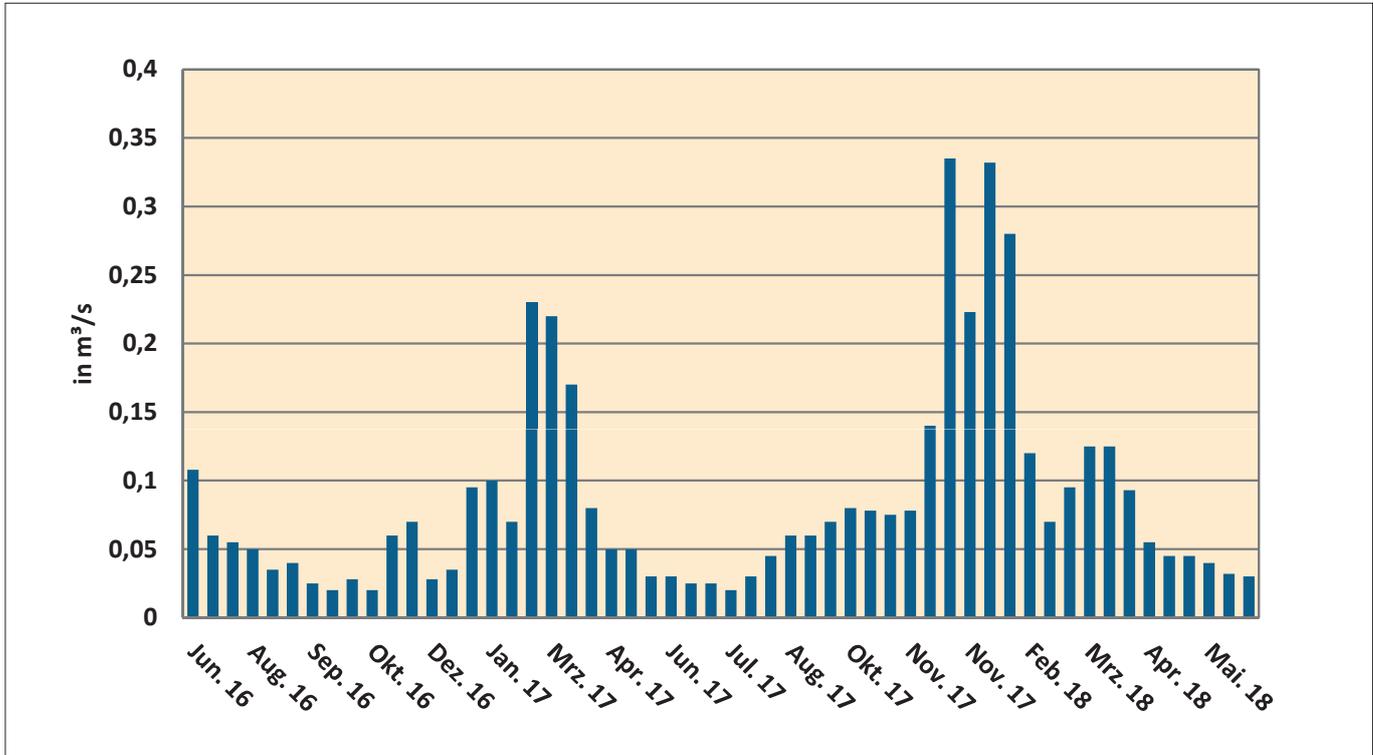


Bild 19.3: Entwicklung der Ablaufmenge eines Erbstollens  
 Fig. 19.3: Development of the water volumes of a main adit

Da eine starke Abhängigkeit zu Niederschlagsereignissen gegeben ist, nehmen die Grubenwasserabflüsse generell in der Winterzeit zu, während im Herbst bedingt durch die Sommer-trockenheit meist niedrige Abflüsse auftreten. Beispielhaft ist in Bild 19.3 das Ablaufverhalten eines Erbstollens dargestellt, bei dem im Mittel ca. 2,8 Mio. m<sup>3</sup> Grubenwasser jährlich anfallen. Es können temporär aber auch extreme Wasseraustritte aus den Stollen durch Freispülen von untertägigen Verbruchstellen erfolgen.

Die für diesen Beitrag ausgewerteten Qualitätsdaten weisen unterschiedliche Untersuchungsumfänge und Bestimmungsverfahren auf, wobei insbesondere die Bestimmungen des Parameters pH-Wert als Maß der Versauerung des Grubenwassers sowohl vor Ort bei den Probenahmen als auch im Labor durchgeführt wurden. Die angewandten Untersuchungsverfahren sind insbesondere bei den älteren Daten nur bedingt angegeben und nachvollziehbar.

Tabelle 19.1: Ausgewertete Daten zu den Erb- und Wasserlösungsstollen  
 Table 19.1: Evaluated data on the main and deep adits

Lagedaten und Abflusswerte Erb- und Wasserlösungsstollen								
Erbstollen/Stollen	UTM Geodaten (Mundloch)		Höhenlage in mNHN	Örtlichkeit	Gesamtlänge in m	errichtet Jahr	Minimalwert l/s	Maximalwert l/s
	N-Wert	E-Wert						
Franziska Erbstollen	56 98942	3 84269	82	Witten	4.000	1772-1855	47,8	207
St. Johannes Erbstollen	56 97996	3 81873	86	Witten	8.500	1767-1887	15	131
Vereinigungsstollen	56 98195	3 82076	90	Witten	375	1803	1,26	14,4
Schlebuscher Erbstollen	56 94445	3 86458	101	Wetter	12.360	1765-1865	114,2	234
Ver. Gibraltar Erbstollen	56 98181	3 78854	76	Bochum	2.000	1830	keine Messwerte	
Edeltraut Erbstollen	56 93211	3 77152	137	Sprockhövel	1.100	1858-1865	30	325
Stollen von Braut	56 92750	3 75850	122	Sprockhövel	600	1858-1875		15

Tabelle 19.2: Wasserqualität der Erb- und Wasserlösungsstollen im Vergleich zu Zielwerten für Fließgewässer und Grenzwerten des Trinkwassers  
 Table 19.2: Water quality in the main and deep adits compared to the target values for flowing waters and the threshold values for drinking

Vergleich der Qualität der Grubenwässer mit Ziel- und Grenzwerten							
Parameter	Dimension	Erb- und Wasserlösungsstollen Ruhrrevier				Zielwert Europ. Fließgew. Memorandum 2013	Grenzwert Trinkwasser (TrinkwV)
		Minimalwert	Maximalwert	Mittelwert	Mittelwert FHGA [15]		
Wassertemperatur bei Probenahme	°C	10,0	16,2	12,6	13,0	25,0	
pH-Wert bei Probenahme		6,5	7,5	6,96	7,58	7 - 9	6,5 - 9,5
Sauerstoff bei Probenahme	mg/l	1,3	7,5	4,7		>8	
Leitfähigkeit 25 °C	µS/cm	545	1432	843	853	700	2170
Natrium	mg/l	11,5	190	62	66		200
Calcium	mg/l	46	119	70	75		
Magnesium	mg/l	22	78	35	28		
Eisen	mg/l	0,014	27	3,8	2,2		0,2
Mangan	mg/l	0,049	1,2	0,53	0,48		0,05
Chlorid	mg/l	16	64	28	46	100	
Sulfat	mg/l	67	360	175	144	100	250
Hydrogenkarbonat	mg/l	188	570	306	288		
Nitrat	mg/l	0,25	19,2	3,2	4,1	25	50
Ammonium	mg/l	0,03	0,39	0,19		0,3	0,5
DOC	mg/l	0,7	1,4	1		3	
			= unauffällige Werte			= erhöhte Werte	

Es wurden die hydrochemischen Daten und Abflussmessungen von folgenden sieben Erb- und Wasserlösungsstollen herangezogen (Tabelle 19.1):

Aufgrund der Tatsache, dass nur an wenigen Anlagen Daten zu kontinuierlichen oder auch zu einzelnen Abflussmessungen vorliegen, ist eine mengenmäßige Abschätzung der aus Erb- und Wasserlösungsstollen in die Ruhr bzw. ihrer Nebenbäche zufließenden Grubenwässer derzeit kaum möglich. Die Tatsache, dass die Summe der Maximalwerte der in Tabelle 19.1 genannten Anlagen knapp 29 Mio. m<sup>3</sup> beträgt, zeigt aber, dass diese Einleitungsmengen nicht unbedeutend sind. Die Gesamtmenge aller Einleitungen an der unteren Ruhr dürfte jährlich im Mittel bei 25 Mio. m<sup>3</sup>/a liegen.

### Hydrochemische Reaktionen im Untergrund

Bei den Grubenwässern aus dem Altbergbau handelt es sich um Grundwässer meteorischen Ursprungs, die bei der Versickerung der Niederschlagswässer in den Untergrund bzw. in die alten Grubenbauten oder Gesteinsklüften des oberflächennahen Steinkohlenbergbaus eingedrungen sind. Bei dem Kontakt des mit Luftsauerstoff gesättigten Niederschlagswassers mit Mineralien des Oberkarbons kommt es hierbei zu folgenden geochemischen Reaktionen:

- Lösung
- Ionenaustausch
- Oxidation
- Pufferreaktion

Bei den Oxidationsprozessen erlangt insbesondere die Oxidation des im Steinkohlegebirge vorhandenen Minerals Pyrit (FeS<sub>2</sub>) große Bedeutung. In den oberflächennahen Zonen aber auch in den durch den ehemaligen Bergbau bis heute belüfteten Grubenbereichen herrschen in Folge des Zutritts von Sauerstoff aus der Atmosphäre überwiegend aerobe Bedingungen vor, wo unter Reaktion des sauerstoffhaltigen Sickerwassers verstärkt Oxidationsprozesse ablaufen und die Zusammensetzung der Grund- und Grubenwässer über längere Zeiträume hinweg maßgeblich bestimmen.

Die Pyritoxidation läuft in mehreren Reaktionsschritten ab und hat die Freisetzung von Sulfat, gelöstem Eisen<sup>2+</sup>- und H<sup>+</sup>-Ionen zur Folge. Die H<sup>+</sup>-Ionen können langfristig eine Versauerung der Grubenwässer bewirken, soweit diese durch geochemische Folgereaktionen der Wässer mit anderen Mineralien im Gestein nicht abgepuffert werden. Daneben spielen auch Ionenaustauschvorgänge eine bedeutende Rolle bei der Zusammensetzung der Grubenwässer.

## Auswirkungen des Altbergbaus auf die Wasserqualität der Ruhr

In Tabelle 19.2 sind die ausgewerteten 31 Analysen der Erb- und Wasserlösungsstollen mit ihren Minimal-, Maximal- und Mittelwerten der wichtigsten anorganischen Parameter aufgeführt [19.9 und 19.10]. Zum Vergleich sind außerdem die von der THGA veröffentlichten Mittelwerte [19.9] genannt. Demnach handelt es sich um typische erdalkalische (Calcium und Magnesium) Wässer mit teilweise erhöhten Natrium-Gehalten, die bei den Anionen wechselnde Hydrogenkarbonat- und Sulfat-Gehalte aufweisen können. Im Gegensatz zu den Grubenwassereinleitungen der Ruhrkohle AG sind die Grubenwässer der Erb- und Wasserlösungsstollen erheblich salzärmer, erkennbar an den niedrigen Chlorid-Gehalten der Wässer, die im Mittel aller Stollen bei etwa 28 mg/l liegen. Typisch sind außerdem deutlich erhöhte Eisen- und Mangan-Gehalte, teilweise niedrige Sauerstoff-Gehalte sowie leicht erniedrigte pH-Werte. Eine generelle Versauerung der Wässer aus dem Altbergbau ist nicht zu erkennen.

Für die Bewertung der Wasserqualität der aus Erb- und Wasserlösungsstollen stammenden Grubenwässer wurden in der Tabelle 19.2 außerdem die Zielwerte des Europäischen Fließgewässermemorandums [19.11] sowie die entsprechenden Grenzwerte der gültigen TrinkwV [19.12] herangezogen. Demnach überschreiten die Grubenwässer bei den Parametern pH-Wert, Leitfähigkeit, Sauerstoff, Sulfat und Ammonium teilweise die Zielwerte des Europäischen Fließgewässermemorandums. Zwar sind in diesem Memorandum für Eisen und Mangan keine Zielwerte genannt, jedoch werden die Grenzwerte für Trinkwasser bei beiden Parametern z. T. deutlich überschritten. Insbesondere das Eisen wird nach dem Austritt am Mundloch sofort ausgefällt und hat damit nur eine eng begrenzte Auswirkung auf die Wasserqualität der Ruhr und ihrer Nebenbäche.

Wegen des hohen Gesamtabflusses der Ruhr von durchschnittlich 2,55 Mrd. m<sup>3</sup> pro Jahr und der damit verbundenen Verdünnung haben die Grubenwässer keine Auswirkungen auf die Ruhrwasserqualität insgesamt bzw. auf die Trinkwasserversorgung an der Ruhr. Lokale Einflüsse auf die Gewässer direkt an der Einleitestelle sind aber nicht auszuschließen. Die Auswertung der Literaturangaben ist der Anlass, die Erkenntnisse in der Zukunft durch eigene Wasseruntersuchungen zu erweitern.

[19.9] Melchers, C., Michel, I., Goerke-Mallet, P., Welz, A.: *Erste Bestandsaufnahme wasserführender Stollen an der Ruhr*, 15. Altbergbau-Kolloquium in Leoben, Wagner Digitaldruck und Medien GmbH, 2015, Nossen

[19.10] Melchers, C., Michel, I., Hoppe, U., Isaac, M., Goerke-Mallet, P.: *Methoden zur Ermittlung eines Einzugsgebietes wasserführender Stollen am Beispiel des Franziska Erbstillens in Witten*, 16. Altbergbau-Kolloquium in Goslar, 2016, Goslar

[19.11] IAWR, RIWA, AWE, IAWD, AWWR: *Europäisches Fließgewässermemorandum zur Sicherheit der Trinkwassergewinnung*, 2013

[19.12] Bundesministerium für Gesundheit: *Trinkwasserverordnung 2001 in der Fassung vom 09.01.2018, BGB*

---

## 20 Das neue Mitgliedsunternehmen Stadtwerke Winterberg stellt sich vor

Henrik Weiß, Stadtwerke Winterberg AöR

---

Mit Wirkung zum 1. Januar 2019 ist die Stadtwerke Winterberg AöR der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr beigetreten. Hierdurch besteht für Winterberg die Möglichkeit, vom technischen und wissenschaftlichen Austausch der Mitgliedsunternehmen untereinander zu profitieren. Mit diesem Beitritt sind nunmehr Wasserversorgungsunternehmen von der Quelle bis zur Mündung der Ruhr in der Gemeinschaft vertreten.

Die Stadt Winterberg hat derzeit ca. 15.000 Einwohner mit Haupt- und Nebensitz und ist mit über einer Million Gästeübernachtungen das touristische Zentrum im Hochsauerland (Bild 20.1). Neben drei Ferienparks werden in Winterberg viele Hotels, Pensionen, Gasthöfe und Ferienwohnungen betrieben. Die Stadt Winterberg hat eine Fläche von 148 km<sup>2</sup> und mit 86 Einwohnern pro Quadratkilometer eine eher geringe Einwohnerdichte. Sie hat seit der Gemeindegebietsreform 1975 neben der Kernstadt 14 weitere Stadtteile und liegt in einer Mittelgebirgslandschaft, in der das Rothaargebirge im Mittel 800 m üNN als beherrschender Höhenzug mit seiner geographischen Bezeichnung „Hochsauerland“ der Region seinen Namen gegeben hat. Die beiden Erhebungen „Kahler Asten“ und „Langenberg“ stellen die Eckpfeiler der Mittelgebirgslandschaft dar und bilden gleichzeitig die Wasserscheide zwischen Rhein und Weser. Die Topografie der Region gleicht einer typischen Mittelgebirgslandschaft der Sauerlandhöhen mit den tief eingeschnittenen Tälern der Hauptgewässer Orke und Helde, die beide in die Weser münden, und den flachen Talmulden der Ruhr, die in den Rhein mündet. Die bebauten Flächen verteilen sich auf die Höhenzüge, auf die Täler und auch auf die Flanken der verschiedenen Gewässer.

Zum 1. Januar 2007 gründete die Stadt Winterberg aus den Eigenbetrieben Wasserwerk und Abwasserwerk die Stadtwerke Winterberg Anstalt öffentlichen Rechts, kurz AöR. Die Stadtwerke Winterberg AöR verstehen sich mit ihren 20 Mitarbeitern als kundenorientierter Service- und Dienstleistungsbetrieb, der sich den hohen, insbesondere gesetzlichen Anforderungen stellt. Der Schutz des Winterberger Grundwassers ist hierbei ein besonderes Anliegen. Auch zukünftig soll die Versorgung mit qualitativ stets einwandfreiem Trinkwasser aus dem heimischen Wasserdargebot erfolgen. Dafür ist u. a. eine funktionierende Abwasserentsorgung unabdingbar, deren Betrieb durch ständige Instandhaltung und Erneuerung der Anlagen gesichert wird.

Das Versorgungsgebiet setzt sich aus insgesamt 14 verschiedenen Ortsteilen zusammen. Zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung im Versorgungsbereich werden insgesamt 17 Hochbehälter zur Wasserspeicherung mit insgesamt



Bild 20.1: Stadt Winterberg  
Fig. 20.1: City of Winterberg

10.265 m<sup>3</sup> Speichervolumen und vier Pumpwerke zur Wasserbeförderung betrieben. Von den insgesamt 49 für die Rohwasserförderung zur Verfügung stehenden Wassergewinnungsanlagen mit Quellen und Tiefenbrunnen im Versorgungsbereich, werden derzeit 41 Anlagen betrieben. Die Stadtwerke Winterberg verfügen über ein insgesamt 325 km langes, leistungsfähiges Versorgungs- und Verbundnetz für die Trinkwasserversorgung. Hiervon entfallen ca. 240 km auf die Hauptversorgungsleitungen. Über dieses Verbundnetz werden alle Stadtteile der Stadt Winterberg versorgt, mit Ausnahme eines Ortsteils, dessen Versorgung durch eine Wasserinteressengemeinschaft erfolgt. Im Spitzenfall werden die 15.000 Bürger der Stadt sowie ungefähr 10.000 Gäste mit Trinkwasser beliefert. Hierfür werden rund 950.000 m<sup>3</sup> Wasser pro Jahr gefördert und aufbereitet. Nochmals rd. 260.000 m<sup>3</sup> werden an die Nachbarkommunen verkauft.

Um die Qualität des Trinkwassers immer und jederzeit zu gewährleisten, investierten die Stadtwerke 900.000 € in neue Ultrafiltrationsanlagen, bisher in den Hochbehältern Bremberg und Hackelberg (Bild 20.2). Ziel der Ultrafiltrationsanlagen ist eine zusätzliche Absicherung der Trinkwasserqualität. Die Ultrafiltration ist ein Filter mit ultrafeinen Poren (ca. 15 millionstel Millimeter). Bakterien, Viren und Parasiten werden ohne Zusatz von Chemie durch einen Filtrationsvorgang aus dem Was-

ser entfernt. Die Filter werden durch eine automatische Steuerung der Anlage regelmäßig selbsttätig gespült. Die Anlagen sind ein weiterer wichtiger Baustein im Sinne eines Multi-barrierenprinzips, um unser wichtigstes Lebensmittel noch weiter zu schützen. Zukünftig sind in diesem sowie im kommenden Jahr noch insgesamt zwei weitere Anlagen geplant.



Bild 20.2: Neue Membranfilteranlage (Ultrafiltration) im Hochbehälter Bremberg  
Fig. 20.2: New membrane filter (ultrafiltration) in the elevated tank Bremberg

---

## 21 Organisation der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR)

Stand 31. Dezember 2018

---

---

### Präsidium

*Vorsitzender: Roland Rüter, Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen*

*stellv. Vorsitzender: Robert Dietrich, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede*

---

*Robert Dietrich, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede*  
*Klaus Döhmen, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten*  
*Bernd Heinz, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte (ab 24.11.2018)*  
*Roland Rüter, Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen*  
*Dr. Franz-Josef Schulte, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr*  
*Helmut Sommer, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte (bis 23.11.2018)*

---

---

### Mitglieder

*Klaus Döhmen, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten*  
*Robert Dietrich, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede*  
*Peter Flosbach, Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH*  
*Bernd Heinz, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte (ab 24.11.2018)*  
*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 Rüter, Mark-E AG, Hagen*  
*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 (bis 23.11.2018)*  
*Dietmar Spohn, Stadtwerke Bochum GmbH*  
*Dr. Dirk Waider, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen*

---

---

### Ständige Gäste

*Christine Elhaus, Bezirksregierung Arnsberg*  
*Prof. Dr.-Ing. Norbet Jardin, Ruhrverband, Essen*  
*Gerhard Odenkirchen, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW, Düsseldorf*  
*Heidmarie 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. Bernhard Schaefer,, BDEW Landesgruppe NRW, Düsseldorf*

---

---

### Kontakte

#### **Sitz der Arbeitsgemeinschaft:**

AWWR Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V.  
Zum Kellerbach 52  
58239 Schwerte

#### **Geschäftsstelle:**

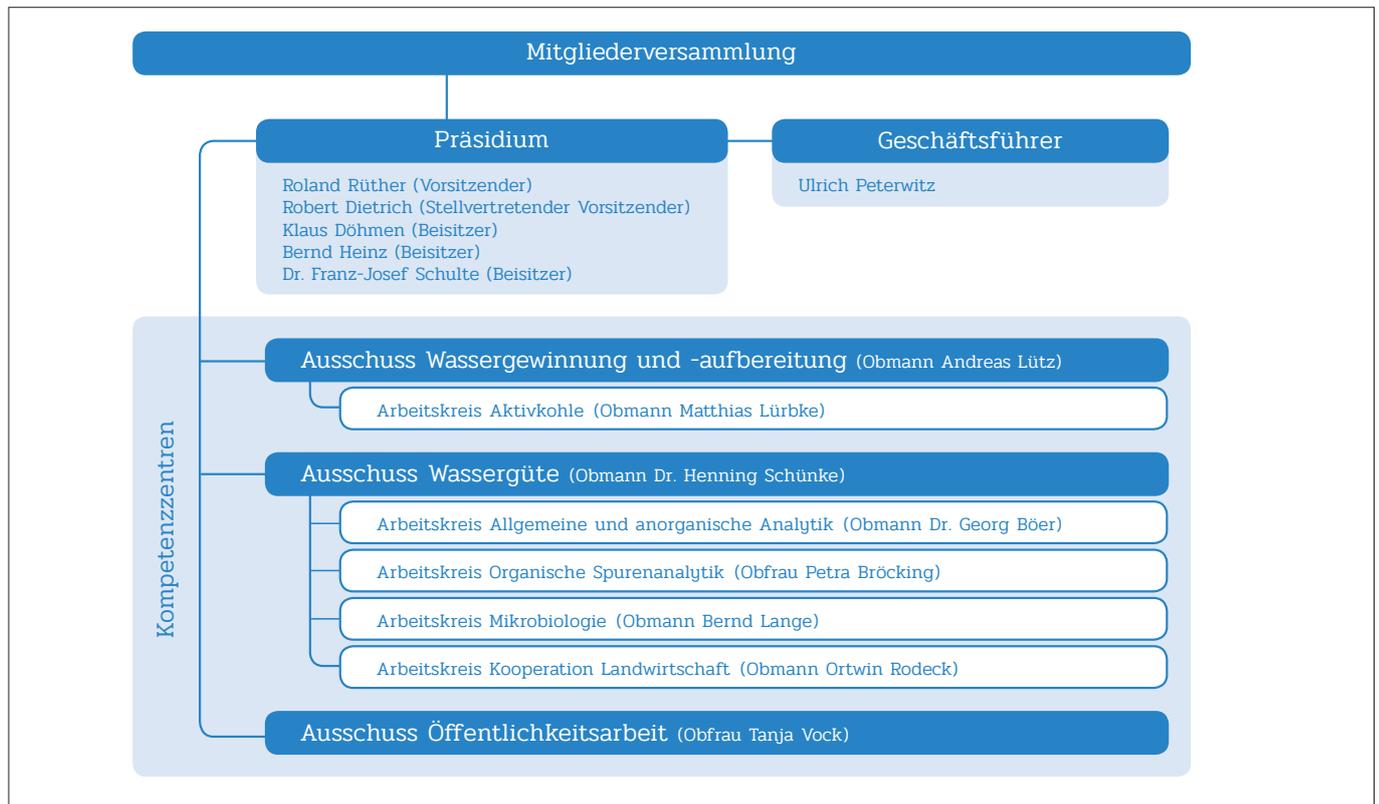
AWWR Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V.  
c/o Gelsenwasser AG  
Geschäftsführer Dipl.-Geol. Ulrich Peterwitz  
Willy-Brandt-Allee 26  
45891 Gelsenkirchen  
Tel.: 0209 708-274  
E-Mail: [ulrich.peterwitz@gelsenwasser.de](mailto:ulrich.peterwitz@gelsenwasser.de)

#### **Pressestelle:**

AWWR Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V.  
Pressesprecherin Tanja Vock  
Zum Kellerbach 52  
58239 Schwerte  
Tel.: 02304 9575-204  
E-Mail: [tanja.vock@wasserwerke-westfalen.de](mailto:tanja.vock@wasserwerke-westfalen.de)

---

## Ausschüsse und Arbeitskreise 2018



### 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

Dr. Anne Heyer, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim (ab Dezember 2018)

Henrike Kreft, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten (ab September 2018)

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 (bis August 2018)

Monika Raabe, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Hagen

Ortwin Rodeck, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen

Dr. Mathias Schöpel, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim (bis November 2018)

Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Ulrich Schulte-Ebbert, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte

Christian Skark, Institut für Wasserforschung GmbH, Dortmund

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 Klaprat, 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*

*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*  
*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 Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr (bis 21.3.2018)*  
*Peter Klein, Ruhrverband, Essen*  
*Volker Kretschmer, Stadtwerke Fröndenberg GmbH, Fröndenberg*  
*Thomas Kroll, Stadtwerke Arnsberg GmbH & Co KG, Arnsberg*  
*Matthias Lürbke, Stadtwerke Menden GmbH, Menden*  
*Andreas Lütz, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen*  
*Dr. Michael Plath, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim (ab 21.3.2018)*  
*Dieter Schick, Stadtwerke Hamm GmbH, Hamm*  
*Petra Scholten, Stadtwerke Essen AG, Essen*  
*Jürgen Schwarberg, Stadtwerke Sundern, Sundern*  
*Priv. Doz. Dr. Georg-Joachim Tuschewitzki, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen*  
*Stephan Willmes, Stadtwerke Bochum GmbH, Bochum*

## **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*

*Ulrich Schulte, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten*

*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*

*Bernd Hartung, GELSENWASSER AG, Gelsenkirchen*

*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*

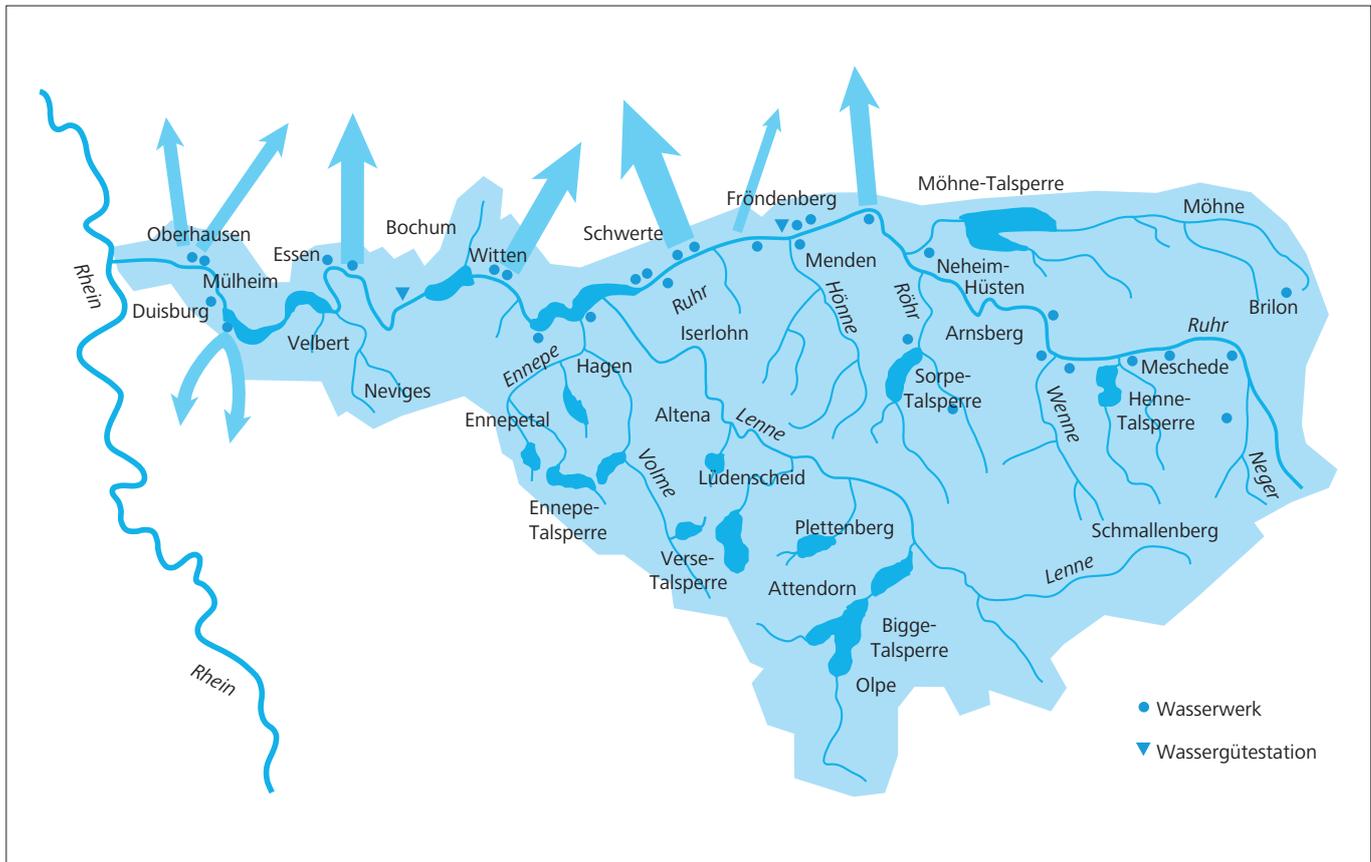
*Markus Rüdell, Ruhrverband, Essen*

*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*

## 22 Die AWWR in Zahlen



Mitglieder der AWWR	Anzahl der Wasserwerke	Gesamt-Wasserförderung
Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH	siehe WWW	ca. 238 Mio. m <sup>3</sup> /a
Gelsenwasser AG	siehe WGE	
Hochsauerlandwasser GmbH	5	
Mark-E Aktiengesellschaft	1	
RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH	3	
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 den Ruhrlängsuntersuchungen im Ruhrgütebericht 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 vergleichend 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, an der die Gewässer in die Ruhr münden. In Tabelle 23.3 sind die Mittelwerte für 41 untersuchte Kenngrößen in den acht Nebenflüssen/-bächen der Ruhr aufgeführt.

Für die Ruhr galten seit 2005 bis zum Jahr 2016 gesonderte Zielwerte, die von der AWWR als 90-Perzentile festgelegt wurden. Nur für die coliformen Bakterien wurde als Zielwert das geometrische Jahresmittel zu Grunde gelegt. Durch den 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 in 2018 nachgewiesenen Überschreitungen der im Europäischen Fließgewässermemorandums geltenden Zielwerte zusammengefasst.

Eine Zusammenfassung und Auswertung der untersuchten Pflanzenschutzmittel erfolgt gesondert in Tabelle 23.5.

### 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 wider. Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden mit dem Betrag der Bestimmungsgrenze in den

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 <sup>3</sup> /s
Winter / Hygiene-Institut (HYG)	05.02.2018	123,0
Frühjahr / Ruhrverband (RV)	12./13./15.03.2018	60,8
Sommer / Hygiene-Institut (HYG)	06.08.2018	20,6
Herbst / Ruhrverband (RV)	22./23./24.10.2018	21,0

Tabelle 23.2: Übersicht über die Messstellen und die untersuchenden Laboratorien  
 Table 23.32: 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 Kernade
(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				

Grafiken berücksichtigt und sind durch das Symbol „\*“ kenntlich gemacht. Die senkrecht verlaufenden gestrichelten Linien kennzeichnen die Lage der Probenahmestellen. Die Abkürzungen 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 Parameterrittelwerten 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

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	Ölbach	Volme	Lenne	Baarbach	Hönne	Möhne	Röhr
Wassertemperatur	° C	23,24	67,35	87,67	92,72	106,96	116,58	137,35	141,83
pH-Wert		8,35	7,85	8,15	8,00	7,60	8,30	8,05	7,90
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	796	3070	452	347	1084	735	373	287
Trübung	FNU	27,9	5,2	4,1	2,6	3,9	3,6	1,7	4,9
Spektr. Absorptionskoeff. bei 254 nm	1/m	9,8	9,0	6,3	4,1	14,4	3,8	8,4	3,4
Spektr. Absorptionskoeff. bei 436 nm	1/m	0,70	0,60	0,50	0,30	0,95	0,25	0,35	0,20
Biochem. Sauerstoffbedarf in 5 Tagen	mg/l	4,0	2,7	< 3,0	< 3,0	2,5	1,3	1,1	1,2
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	mg/l	27,2	25,2	7,0	< 5,0	21,6	5,2	7,4	4,4
Gelöster organ. gebund. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	4,2	4,9	3,4	2,2	7,2	1,7	3,6	1,9
Gelöster Sauerstoff	mg/l	11,1	8,6	11,5	11,5	9,6	11,3	11,0	11,8
Chlorophyll-a	µg/l	33,5	61,0	25,0	28,0	8,0	2,0	< 1,0	3,5
Gesamter gelöster Phosphor als PO4	mg/l	0,43	0,39	0,33	0,10	0,58	0,17	< 0,1	< 0,1
Borat-Bor	mg/l	0,08	0,44	0,07	< 0,05	0,23	0,20	0,02	0,02
Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)	µg/l	6,0	4,2	< 2,0	< 2,0	18,5	1,5	< 0,5	< 0,5
Nitrilotriessigsäure (NTA)	µg/l	< 1,0	< 2,5	< 2,0	< 2,0	< 2,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Diethylenitrilotripentaessigsäure (DTPA)	µg/l	< 2,0	< 5,0	< 1,0	< 1,0	< 5,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Ammonium	mg/l	0,02	0,48	0,05	0,03	0,19	< 0,1	0,01	0,03
Nitrat	mg/l	27,0	5,8	13,1	10,2	22,4	20,5	6,3	10,2
Nitrit	mg/l	0,07	0,28	0,05	0,04	0,64	0,04	< 0,03	< 0,03
Organisch gebundener Stickstoff	mg/l	0,99	0,43	< 0,40	0,44	1,25	0,28	0,29	0,22
Mangan	µg/l	84	125	69	15	59	19	18	39
Gelöstes Mangan	µg/l	17	110	< 10	< 10	41	< 10	< 10	< 10
Eisen	mg/l	0,94	0,26	0,24	0,10	0,33	0,14	0,05	0,27
Gelöstes Eisen	mg/l	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	< 0,01	0,02	< 0,01
Natrium	mg/l	66	590	37	23	100	55	28	10
Kalium	mg/l	12,0	21,5	5,6	3,1	20,5	5,8	2,7	1,8
Magnesium	mg/l	13,0	29,5	6,6	6,9	11,0	7,9	5,6	5,8
Calcium	mg/l	69	82	37	35	89	86	38	41
Barium	µg/l	17	590	< 50	< 50	16	43	23	27
Kupfer	µg/l	146,3	1,9	4,2	2,4	7,2	3,3	1,3	1,8
Nickel	µg/l	14,5	4,2	3,0	2,1	15,5	1,8	2,2	1,9
Chrom	µg/l	2,9	0,7	< 0,5	< 0,5	2,0	0,7	< 0,5	0,6
Zink	µg/l	131	13	21	20	130	16	2	6
Blei	µg/l	13,6	0,4	< 1,0	< 1,0	1,2	0,7	< 0,1	1,5
Cadmium	µg/l	0,23	0,05	0,13	< 0,10	0,10	< 0,10	0,02	0,03
Chlorid	mg/l	103	693	54	41	161	89	38	15
Sulfat	mg/l	62	95	46	26	90	45	24	29
Fluorid	mg/l	0,17	0,20	0,08	0,06	0,18	0,07	0,07	< 0,05
Polycyclische arom. Kohlenwasserstoffe	ng/l	5	8	5	3	2	3	0	1
Adsorb. org. geb. Halogene (AOX)	µg/l	16	20	< 10	< 10	13	< 10	8	< 5
Coliforme Bakterien	1/100 ml	15949	8497	4748	1214	17698	1316	301	1542

durch den Ruhrverband bis zu 131 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.

Die Analysenergebnisse wurden zu statistischen Parametern wie Mittel-, Extrem- und Perzentilwerten verdichtet und sind nachfolgend in einer kombinierten 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 Messda-

tum 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 die Zielwerte des Fließgewässermemorandums als Maximalwerte herangezogen.

Tabelle 23.4: Zielwerte für die Qualität des Ruhrwassers mit Überschreitungen im Jahr 2018  
 Table 23.4: Target values for the quality of Ruhr water and exceedings in 2018

Kenngröße		Einheit	Zielwert Europäisches Fließgewässer Memorandum 2013	Trinkwasser- Grenzwert (TrinkwV. 2001) (informativ)	Überschreitungen der Zielwerte Eur. Fließgewässer- Memorandum
Cadmium	Cd	µg/l	-	5	-
Nickel	Ni	µg/l	-	20	-
Ammonium	NH <sub>4</sub>	mg/l	0,3	0,5	3 (von 450 Proben)
Nitrat	NO <sub>3</sub>	mg/l	25	50	keine
Phosphat gesamt gelöst	PO <sub>4</sub>	mg/l	-	-	-
Gelöster organisch gebundener Kohlenstoff	DOC	mg/l	3	-	129 (von 476 Proben)
Tetrachlorethen		µg/l	0,1	10 für die Summe aus beiden	keine
Trichlorethen		µg/l	0,1		keine
Diethyltrinitrilopentaessigsäure	DTPA	µg/l	1	-	3 (von 194 Proben) < 2 <sup>3)</sup>
Ethylendinitrilotetraessigsäure	EDTA	µg/l	1	-	215 (von 242 Proben)
Nitriлотriessigsäure	NTA	µg/l	1	-	2 (von 242 Proben)
PSM <sup>1)</sup>		ng/l	100	100	keine
Coliforme Bakterien		100 ml <sup>-1</sup>	-	0	-
Zusätzliche Parameter					
Elektrische Leitfähigkeit	LF	µS/cm	700	2170	2 (von 470 Proben)
pH-Wert			7 – 9	6,5 – 9,5	keine
Temperatur	T	°C	25	-	3 (von 530 Proben)
Sauerstoff	O <sub>2</sub>	mg/l	> 8	-	62 (von 462 Proben)
Chlorid	Cl	mg/l	100	-	2 (von 450 Proben)
Sulfat	SO <sub>4</sub>	mg/l	100	250	keine
Fluorid	F	mg/l	1,0	1,0	keine

<sup>1)</sup> Organisch-chemische Stoffe zur Pflanzenbehandlung und Schädlingsbekämpfung.

<sup>2)</sup> Zielwerte als geometrisches Jahresmittel.

<sup>3)</sup> Bestimmungsgrenze liegt über dem Zielwert des Fließgewässermemorandums.

## 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 festgelegt, sowie für die Summe der Einzelsubstanzen oberhalb der Bestimmungsgrenze einen Wert von 500 ng/l.

Im Rahmen der Längsuntersuchungen und zeitlich dichten Ruhrüberwachung wurden 2018 knapp 4.900 Bestimmungen von Pflanzenschutzmitteln durchgeführt. Von den 43 untersuchten PSM wurden für sieben Verbindungen Werte im Arbeitsbereich der Analyseverfahren gemessen. Alle übrigen Messwerte lagen unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Erstmals wurden für Terbutylazin, Metolachlor und MCPA Messwerte oberhalb des Trinkwassergrenzwertes von 100 ng/l nachgewiesen (210 ng/l, 110 ng/l und 130 ng/l). 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 fließen wie in den Vorjahren in die Tätigkeit der von den Wasserversorgungsunternehmen finanzierten Berater ein und werden im Beirat der Kooperation diskutiert.

## Kommentierung der Ergebnisse 2018

**Niederschläge und Abfluss:** Das Jahr 2018 war nach einem feuchten Januar im weiteren Jahresverlauf durch sehr geringe Niederschläge charakterisiert, die in keinem der folgenden Monate die langjährigen Mittelwerte nur annähernd erreichten. Für das Einzugsgebiet der Ruhr wurden insgesamt bei den Niederschlägen etwas über 70 % des langjährigen Mittels erreicht und damit zum wiederholten Mal sehr niedrige Werte gemessen, die auch im Vergleich zu den vorangehenden trockenen Jahren noch geringer ausfielen (2013: 71 %, 2014: 75 %, 2015: 90 %, 2016: 81 %, 2017: 91 %; Quelle: DGJ-Seite Ruhrverband). Dem starken Niederschlag im Januar mit gut 50 % über dem Mittel folgten in den weiteren Monaten nur geringe Niederschläge bis in den November hinein, der mit 10 mm Niederschlag nur etwas über 22 % des durchschnittlichen Mittels erreichte und damit der trockenste Monat im Jahr 2018 war.

Der Abfluss der Ruhr folgte dem Verlauf der Niederschläge: während des Januars wurde die Abflussspitze des Jahres erreicht. Nach dem hohen Spitzenabfluss, der am Pegel Hattingen 513 m<sup>3</sup>/s erreichte und damit im Bereich des Hochwasserabflusses lag, kamen im weiteren Verlauf des Januars und Anfang Februar mittlere Abflüsse vor, die bis in den April weiter abnahmen, aber noch im Bereich der üblichen Schwankungen lagen. Im weiteren Jahresgang nahmen die Abflüsse weiter ab und erreichten in den mittleren Abflüssen meist nicht einmal die Mittelwerte für die Niedrigwasserabflüsse. Vor allem für die Nordgruppe machte diese Situation eine Stützung des Abflusses durch die Talsperren erforderlich. Auf Grund der niedrigen Niederschläge wirkte sich die Stützung stark auf die Stauinhalte der Talsperren aus. Um eine weitere Absenkung in den Talsperren einzuschränken, wurde deshalb im Laufe des Jahres 2018 für die Nordgruppe der Abfluss reduziert. Erst mit den Niederschlägen im Dezember traten erneut nennenswerte Abflüsse in der Ruhr auf, die eine weitere Stützung des Abflusses nicht mehr nötig machten. Wie üblich wird der Ruhrabfluss am Pegel Hattingen als ergänzende Information zur Einordnung der Konzentrationen an Wasserinhaltsstoffen in den Abbildungen 23.9 bis 23.32 mit aufgeführt.

**Temperaturen:** Neben der großen Trockenheit war das Jahr 2018 durch hohe Temperaturen charakterisiert, die sich entsprechend auch auf die Wassertemperaturen auswirkten. Bei einem normalen Jahresgang wurden deshalb im Jahresverlauf höhere Temperaturen erreicht, als dies in den Vorjahren der Fall war. Deshalb wiesen die Wassertemperaturen in der Ruhr 2018 einen frühen Anstieg ab dem März auf und erreichten ihr Maximum am Ende Juli bis Anfang August. Neben den höheren Temperaturen dürfte auch der reduzierte Abfluss mit dafür verantwortlich sein, dass in 2018 die maximalen Temperaturen nicht an allen Messstellen unter der 25 °C-Marke blieben (Bild 23.9). Ab Essen wurden im Unterlauf der Ruhr Temperaturen von teilweise über 26 °C gemessen. Auch aus den 90-Perzentilwerten konnten die um etwa 2 °C höheren Temperaturen im Vergleich zum Vorjahr abgelesen werden. Vor allem die Sommeruntersuchung im Ruhrlängsprofil, die am 6. August 2018 stattfand, zeigte ebenfalls die erhöhten Temperaturen ab Essen, aber auch den kontinuierlichen Anstieg der Temperatur über den Ruhrverlauf (Bild 23.1).

**Leitfähigkeit und Salze:** Neben den Temperaturen hängen die Leitfähigkeit und die Salze auf Grund des Verdünnungseffekts direkt mit den Abflüssen zusammen. Die Korrelation konnte auch für das Jahr 2018 festgestellt werden: zu Beginn des Jahres wurden bei den erhöhten Abflüssen die Minima für die Leitfähigkeit gefunden (Bild 23.10). Ab dem April war als Folge des reduzierten Abflusses eine Zunahme der Leitfä-

higkeit zu verzeichnen, die sich durch die weiteren Einleitungen besonders an der unteren Ruhr auswirkte. So wurden ab Essen zum Ende der Trockenphase Anfang Dezember die höchsten Werte für die Leitfähigkeit ermittelt, die auch die Zielwerte des Fließgewässermemorandums überschritten, während im oberen und mittleren Lauf der Ruhr die Werte erhöht waren, aber noch unterhalb der Zielwerte lagen. Eine Abnahme der Leitfähigkeit unter den Zielwert konnte in der unteren Ruhr erst nach den einsetzenden Niederschlägen im Dezember gemessen werden.

Diese Befunde konnten durch die Ruhrlängsuntersuchung ebenfalls gestützt werden: hier war die Zunahme über den Fließweg der Ruhr besonders in der Herbstmessung deutlich, mit einem erheblichen Sprung nach dem Zufluss des Ölbachs in Bochum. Dies bestätigte die gleiche Tendenz, die bereits im Sommer bei der Längsuntersuchung abgelesen werden konnte (Bild 23.1).

Als wichtige Komponente, die die Leitfähigkeit bestimmt, wurde das Chlorid als Salzfracht untersucht: Die Konzentrationen des Chlorids weisen einen parallelen Verlauf zur Leitfähigkeit auf. Auch für das Chlorid wurde durch die zunehmende Einleitung bei der reduzierten Verdünnung im Trockenjahr 2018 ab Essen der Zielwert des Gewässermemorandums überschritten (Bild 23.11). Die Konzentrationen für Chlorid korrelierten 2018 über den gesamten Ruhrverlauf mit den niederschlagsabhängigen Abflüssen. Aus den 90-Perzentilwerten kann aber abgelesen werden, dass die Belastung nur in den Spitzenwerten erreicht wird und nicht als Grundlast in dieser Höhe vorhanden ist.

Auch für das Chlorid konnte in den Längsuntersuchungen der Befund aus der zeitdichten Untersuchung bestätigt werden (Bild 23.6). Ein besonders drastischer Anstieg der Konzentrationen ist hier ebenfalls in Bochum ab dem Zufluss des Ölbachs nachweisbar. Parallel konnte auch das Kation Natrium in der Längsuntersuchung mit einem Anstieg an dieser Untersuchungsstelle gefunden werden. Dieser Konzentrationsprung nach dem Ölbach-Zufluss ist auch bei anderen Ionen aus der Längsuntersuchung nachzuvollziehen, besonders drastisch beim Barium (Bild 23.6).

**Trübung:** Die Trübung in der Ruhr wird vor allem durch die Mobilisierung von Sedimenten bei Hochwasserereignissen verursacht. In den zeitdichten Untersuchungen sind die höchsten Trübungswerte entsprechend zu den Zeiten mit erhöhtem Abfluss messbar (Bild 23.12). Die Höchstwerte traten mit den erhöhten Niederschlägen im Januar auf, aber auch im Dezember konnte ein Ereignis gemessen werden. Kleinere Anstiege sind vor allem auf lokale Ereignisse zurück zu führen, die hier nicht betrachtet werden können.

In den Längsuntersuchungen konnte keine einheitliche Aussage aus den Trübungen abgelesen werden: die höchsten Werte traten in der Frühjahrsmessung auf, die zum Teil auf eine Algenentwicklung zurückgeführt werden könnten, wenn sie nach den Stauhaltungen gemessen wurden (Bild 23.1).

**Chlorophyll, Sauerstoff und pH-Werte:** Chlorophyll-a (Chl-a) wird als Größe für das Auftreten von pelagischen Algen bestimmt (Bild 23.13). Wie in den vorangehenden Jahren wurden durch Chl-a vor allem im April und Mai Algenentwicklungen nachgewiesen, die am stärksten in Essen und am Hengsteysee ausgeprägt waren, wie in Bereichen nach den Stauanlagen. Die Konzentrationen an Chl-a waren gegenüber dem Vorjahr nochmals etwas erhöht, blieben aber auch 2018 noch unter den Werten früherer Jahre.

Bei den Ruhrlängsuntersuchungen zeigte sich ein deutlich anderes Bild: hier waren durch die Probenahmedaten die Konzentrationen deutlich geringer und vor allem im oberen und mittleren Ruhrbereich nachzuweisen. Dies dürfte auf die frühe Probenahme im März zurückzuführen sein, die deutlich vor der höchsten Algenentwicklung in den Staubereichen lag (Bild 23.1).

Durch das Wachstum der Algen werden im aquatischen Lebensraum weitere Parameter beeinflusst: die Bindung von Kohlensäure bei der Photosynthese bewirkt eine Erhöhung des pH-Wertes im Wasser. Dieser Effekt kann nur sehr schwach im unteren und mittleren Ruhrverlauf zu den Zeiten des maximalen Chlorophyllgehaltes abgelesen werden. Ein ausgeprägter Verlauf des pH-Wertes in Abhängigkeit des Wachstums trat nicht auf (Bild 23.14).

Als Nebenprodukt der Primärproduktion durch Algen wird als weiterer Parameter Sauerstoff freigesetzt, so dass es zu einer Anreicherung in der Wasserphase kommen kann (Bild 23.15). Auch bei dem gelösten Sauerstoff war keine starke Erhöhung durch das Algenwachstum nachzuweisen, allerdings waren die gleichen Tendenzen wie beim pH-Wert aufzufinden.

Zusätzlich zur Freisetzung von Sauerstoff durch Algen in die Wasserphase wird der Gehalt an gelösten Gasen vor allem durch die Löslichkeit in Abhängigkeit von der Temperatur bestimmt. Im Jahr 2018 war durch den reduzierten Abfluss ein weiterer Faktor gegeben, der die Temperaturen des Wassers beeinflusste, da der reduzierte Abfluss zu einer Aufheizung mit beitrug. Weitere Faktoren, die den Sauerstoffgehalt eines Gewässers beeinflussen, sind die organischen Kohlenstoffe, die zu einem späteren Zeitpunkt besprochen werden. Insgesamt unterlag die Konzentration des gelösten Sauerstoffs einer größeren Schwankungsbreite als in den Vorjahren, da durch die hohen Temperaturen und die niedrigen Abflüsse eine deutliche erhöhte Temperatur vorlag, die zu geringeren Sauerstoffgehalten führte. Ab dem Bereich der mittleren Ruhr könnte auch die

Zehrung des Sauerstoffs durch den Abbau von Biomasse aus der Primärproduktion mit für die niedrigen Werte des Sauerstoffs verantwortlich sein, da hier auch das höchste Algenwachstum nachgewiesen wurde. Der Sauerstoffgehalt nahm durch die Einflüsse deutlich bis unter den Zielwert des Fließgewässermemorandums ab, blieb jedoch auch im unteren Ruhrverlauf noch über der kritischen Marke für Fische von 4 mg/L.

Auch in den Längsuntersuchungen konnte für die Sauerstoffkonzentration im Ruhrverlauf in der Sommeruntersuchung die geringste Konzentration durch die temperaturbedingte Löslichkeit nachgewiesen werden. Es wurden aber keine Zusammenhänge mit dem Algenwachstum aufgezeigt (Bild 23.2).

In den Längsuntersuchungen wurden weder für die pH-Werte noch für den Sauerstoff Minima oder Maxima gefunden. Bei den pH-Werten lagen die größten Schwankungen in der Frühjahrsuntersuchung vor, allerdings korrelierte der höchste pH-Wert nicht mit dem Algenwachstum anhand des Chlorophyllgehaltes. Bei den Sauerstoffgehalten (Bild 23.2) in den Längsuntersuchungen wurden für alle vier Messzeitpunkte weitgehend ausgeglichene Konzentrationen bestimmt, die vor allem mit den Temperaturen korrelierten (Bild 23.1).

#### **Nährstoffe, UV-Absorption und gebundener Kohlenstoff:**

Bestimmend für ein Wachstum sind die Nährstoffe Stickstoff und Phosphat, die sowohl das Wachstum von Algen, als auch als Nährstoffe für Kulturpflanzen in den Kreislauf eingebracht werden können. Bei den Stickstoffen wurde für das Ammonium keine Korrelation zu den Wachstumsphasen der Algen oder den Nutzpflanzenbau festgestellt (Bild 23.16). Über den Verlauf der Ruhr trat kein eindeutiger Trend für diesen Nährstoff auf. Einzelne Spitzen dürften in lokalen Ereignissen begründet sein.

Auch in den Längsuntersuchungen wurden für das Ammonium nur niedrige Werte nachgewiesen (Bild 23.3). Einzig ein Wert mit dem Einfluss des Rinderbaches zeigte bei der Sommeruntersuchung einen erhöhten Wert, der wohl aus dem Einfluss der Vorflut herrühren dürfte.

Für das Nitrat als weitere Stickstoffquelle war in der zeitdichten Untersuchung, wie in den Vorjahren, keine Abnahme der Konzentration in der Ruhr zu Zeiten des Algenwachstums nachzuweisen (Bild 23.17). Hier dürfte die Freisetzung aus den Düngemaßnahmen den Effekt einer Zehrung des in der Wasserphase vorkommenden Nitrats überdecken. Im späten Frühjahr und Sommer trat beim Nitrat eine leichte Abnahme auf, während im Herbst eine höhere Konzentration aus der Freisetzung nach der Vegetationsphase und Ernte gemessen werden konnte.

Vergleichsdaten aus der Ruhrlängsuntersuchung zeigen diese Niveaus in den vier Messreihen für diesen Parameter ebenfalls auf. Neben Ammonium und Nitrat wurden in der Ruhrlängsuntersuchung zusätzlich das Nitrit und der gebundene Stickstoff bestimmt (Bild 23.3). Während das Nitrit in der Längsuntersuchung eine Erhöhung der Konzentration aus der Freisetzung sowohl nach der Düngung im Frühjahr als auch nach der Vegetationsphase in der Ruhr aufweist, konnte für den gebundenen Stickstoff kein Trend im Ruhr- oder Jahresverlauf nachgewiesen werden.

Als weiterer Nährstoff, der das Algenwachstum maßgeblich beeinflussen kann, wurde das Phosphat untersucht (Bild 23.18). Auf Grund seiner Bindung im Boden ist eine direkte Freisetzung aus der landwirtschaftlichen Tätigkeit für diesen Nährstoff nicht zu erwarten, wenn nicht eine direkte Abschwemmung erfolgt. Für die Konzentration des Phosphates konnte durch das etwas erhöhte Algenwachstum ein zehrender Effekt in der Wasserphase aufgezeigt werden. Bis zum Ende des nachgewiesenen Algenwachstums wurde das Phosphat nur in geringen Konzentrationen über den gesamten Verlauf der Ruhr nachgewiesen. Nach dem Ende des Algenwachstums – Anfang Mai - waren dagegen im mittleren und unteren Ruhrabschnitt, der das höchste Algenwachstum anhand der Chlorophyllmessungen aufwies, erhöhte Phosphatgehalte nachweisbar. Diese erhöhten Phosphatkonzentrationen blieben bis zum Jahresende erhalten.

Für die Ruhrlängsuntersuchung liegen beim Phosphat nur zwei Messreihen für das Frühjahr und den Herbst vor (Bild 23.3). Bei der Messreihe aus dem Frühjahr war wie in den zeitdichten Untersuchungen ein niedrigeres Konzentrationsniveau auffindbar. In der Messung aus den Herbstlagen war die Konzentrationen durchgehend höher. Vor allem am Oberlauf der Ruhr traten hier vor dem Zustrom der Möhne im Bereich von Arnsberg deutlich erhöhte Konzentrationen an Phosphat auf. Dieser Konzentrationssprung wurde bisher in den Längsuntersuchungen nicht gefunden und sollte in den weiteren Jahren beobachtet werden.

Die biologische Aktivität durch Primärproduktion und Destruktion von biologischem Material bewirkt neben der Zehrung und Freisetzung von Nährstoffen und Gasen auch den Aufbau bzw. Abbau von organischem Kohlenstoff (Bild 23.19). Bei der Untersuchung der gelösten Kohlenstoffverbindungen wurden nur geringe Veränderungen sichtbar: die Streubreite der Werte lag zwischen 1 und 6,5 mg/l, wobei die Medianwerte

zwischen 2,6 und 3,1 mg/l lagen und einen weitgehend ausgeglichenes Niveau in der Ruhr zeigen. Im Jahresverlauf lagen die niedrigsten Werte im Frühjahr und stiegen ab dem Frühsommer leicht an. Die Spitzenwerte waren durch Einzelwerte charakterisiert, die nicht auf eine dauerhafte Belastung hindeuten. Trotz des ausgeglichenen Verlaufs wurden dadurch aber die Zielwerte aus dem Fließgewässermemorandum überschritten.

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 beim gelösten Kohlenstoff keine Beeinflussung nachzuweisen (Bild 23.19). 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.

Neben dem direkten Nachweis von Kohlenstoffen lassen sich die Gehalte auch durch die UV-Adsorption nachweisen, die eine deutlich höhere Sensitivität besitzt (Bild 23.20). Auch bei dieser Untersuchung konnte der jahreszeitliche Verlauf mit etwas reduzierten Gehalten zum Beginn und einer leichten Zunahme zum Jahresende nachgewiesen werden. Die UV-Messung zeigte ein weitgehend ausgeglichenes Bild. Die Nachweise mit den Spitzenwerten sind auch bei diesem Parameter auf einmalige Messungen beschränkt, die parallel zu den DOC-Werten lagen. Die in den Längsuntersuchungen gemessenen Adsorptionen bestätigen ebenfalls den beschriebenen Verlauf: durch die höhere Sensitivität wird hier allerdings die Abstufung zwischen den Messungen etwas deutlicher: die geringsten Adsorptionen zeigten sich im Winter, gefolgt vom Frühjahr, Sommer und dem Herbst mit den höchsten Adsorptionen, die auf eine Freisetzung von Kohlenstoffen am Ende der Vegetationsphase hindeuten bzw. auf die höheren Gehalte nach der Reduktion des Ruhrabflusses. Dies konnte vor allem durch den starken Anstieg der Adsorption nach dem Zufluss des Ölbaches in Bochum gezeigt werden (Bild 23.2).

Dies entspricht dem Zyklus der pflanzlichen Produktion. Ein weiterer Faktor könnten im Jahr 2018 aber auch die reduzierten Abflüsse sein, die einen solchen Konzentrationsverlauf bewirkt haben könnten.

Ein ähnlicher Verlauf wird auch mit der Messung der Farbe erhalten, die jedoch deutlich geringere Adsorptionen aufweist (Bild 23.21). In der Längsuntersuchung trat bei der Farbmessung ein Anstieg bei der Herbstmessung nach dem Zulauf der Volme auf, der zuvor noch nicht beobachtet werden konnte (Bild 23.2).

Neben den in beiden Untersuchungen bestimmten Parametern wurden in der Längsuntersuchung noch der Biologische und Chemische Sauerstoffbedarf ermittelt, der Informationen über die Abbaubarkeit liefert (Bild 23.2). Im Gegensatz zum gebundenen Kohlenstoff ist die Abbaubarkeit bei der Frühjahrs- und Sommeruntersuchung am höchsten.

**Metalle:** Für die Metalle wurden unterschiedliche Bestimmungsgrenzen von den Laboren verwendet. So konnten für Cadmium (Bild 23.22) nur bei der niedrigsten Bestimmungsgrenze in Essen-Rellinghausen Werte nachgewiesen werden. Die hier gefundenen Konzentrationen lagen bei den übrigen Messstellen unterhalb der Bestimmungsgrenzen (Medianwert 0,05 µg/l). Auch bei Chrom (Bild 23.23) wurden mit Ausnahme der Probestelle Essen nur wenige Werte oberhalb der Bestimmungsgrenzen ermittelt (Medianwert 0,5 µg/l). An den übrigen Messstellen wurden nur vereinzelt Werte gemessen, die keine statistische Auswertung zuließen. Für beide Metalle traten die Spitzen durch die Remobilisierung bei den höchsten Abflüssen im Januar auf.

Die Analysen von Nickel (Bild 23.24) zeigten ein ähnliches Bild: in Essen konnte mit niedriger Bestimmungsgrenze ein durchgehender Verlauf ermittelt werden mit den höchsten Werten zur Zeit des höchsten Abflusses. Eine weitere Spitze trat mit einem einmaligen Nachweis im Herbst auf. Für die übrigen Messstellen konnte ebenfalls die Remobilisierung im Januar am Oberlauf gezeigt werden.

Das gelöste Mangan zeigt einen deutlich anderen Konzentrationsverlauf (Bild 23.25): hier wurden an der mittleren Ruhr vor allem in den Sommermonaten Spitzenwerte gemessen, die nicht auf eine Remobilisierung zurückgeführt werden können.

Bei der Längsuntersuchung der Metalle (Bild 23.4) war vor allem ein Eintrag in Essen bei der Herbstmessung für die Metalle Cadmium, Chrom, Kupfer, Blei und Zink auffällig, der zuvor so nicht beobachtet werden konnte. Eine weitere Auffälligkeit gab es bei den gelösten Metallen Eisen und Mangan in der Sommer- und Winteruntersuchung an der Volmемündung (Bild 23.5).

Ein Einfluss der verminderten Abflüsse auf die Metalle wurde anhand der Messungen nicht ersichtlich.

**Anthropogene Spurenstoffe:** Von den Spurenstoffen sind im Ruhrmonitoring nur wenige Parameter enthalten, da diese Stoffe in einem Sondermonitoring untersucht werden. Als Summenparameter für organische Halogenverbindungen sind die AOX (adsorbierbare-organische-Halogene) enthalten (Bild 23.26). Auch dieser Parameter wurde mit unterschiedlichen Bestimmungsgrenzen ausgewertet. Vor allem an der Messstelle Essen-Rellinghausen wurde mit der niedrigeren Grenze von 5 µg/l ein Medianwert von 7 µg/l bestimmt, sowie ein Spitzenwert von 18 µg/l. Weitere Befunde lagen in der oberen Ruhr, wo zwischen Juni und Oktober erhöhte Werte erfasst wurden. Auch an der unteren Ruhr wurde scheinbar ein Anstieg im November gemessen. Mit Hilfe der Längsuntersuchungen konnten diese Befunde bestätigt werden (Bild 23.7): sowohl in der Sommer- als auch in der Herbstmessung, die beide durch niedrige Wasserführungen charakterisiert waren, war ein Anstieg ab Bochum festzustellen. Ein Zusammenhang mit der niedrigen Wasserführung kann hier nicht ausgeschlossen werden.

Die kurzkettigen Chlorkohlenwasserstoffe Tetrachlorethen (Bild 23.27) und Trichlorethen (Bild 23.28) lagen in allen Messungen unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Eine typische Belastung im Bereich der organischen Spurenstoffe tritt seit Jahren durch die Komplexbildner auf. Von dieser Stoffgruppe werden drei Komponenten erfasst – DTPA, EDTA und NTA. Das DTPA (Diethylenetriaminpentaessigsäure) ist die Komponente mit den höchsten Abnahmen in den letzten Jahren. Dieser Komplexbildner, der durch die industrielle Einleitung in Hagen verursacht wurde, ist seit Jahren rückläufig. Im Jahr 2018 wurde jedoch an zwei Untersuchungsterminen in Essen diese Komponente nochmals mit niedrigen Konzentrationen gefunden (Bild 23.29).

Neben der industriellen Komponente tritt sowohl als Abbauprodukt aber auch als eigener Komplexbildner das EDTA (Ethyldiamintetraessigsäure) in vielen Proben in der Ruhr auf (Bild 23.30). Auch hier waren in den Vorjahren deutliche Rückgänge zu verzeichnen, die sich im Jahresgang besonders hinter der Einleitung in Hagen eindeutig nachvollziehen ließen. In 2018 wurden die niedrigsten Konzentrationen im Januar bei den hohen Abflüssen gemessen. Auf Grund der niedrigen Wasserführung stiegen die Gehalte im Jahresgang an und erreichten an der oberen Ruhr Werte bis 4 µg/l mit einem weiteren Anstieg, wie dies für einen diffusen Eintrag charakteristisch

ist. Bedingt durch die niedrigen Abflüsse stiegen 2018 die Medianwerte gegenüber 2017 deutlich an und lagen im oberen Ruhrabschnitt mit 1,7 bis 2,8 µg/l über den Zielwerten des Fließgewässermemorandums. Hinter der Punktquelle war bei den Werten eine deutliche Zunahme festzustellen. Die Maximalwerte erreichten hier 13,0 und 22,2 µg/l.

Als dritter Komplexbildner wurde die Nitroloessigsäure (NTA) analysiert, die auf Grund ihrer Abbaubarkeit bisher nicht mit nennenswerten Konzentrationen auftrat (Bild 23.31). Für das Jahr 2018 wurden allerdings vor Hagen bereits Einzelwerte zum Ende des Jahres dieses Komplexbildners gefunden, die geringfügig über dem Zielwert lagen. Auch an der Messstelle Essen wurden mit einer niedrigeren Bestimmungsgrenze vereinzelt Nachweise erhalten, die aber den Zielwert von 1 µg/l nicht überstiegen.

Auch in der Ruhrlängsuntersuchung konnten die vorgenannten Befunde bestätigt werden (Bild 23.7): der industrielle Komplexbildner DTPA wurde in der Messkampagne aus dem Herbst nicht nachgewiesen. Das EDTA war über den gesamten Ruhrverlauf nachweisbar, zeigte aber besonders nach der Einleitung in Hagen erhöhte Werte und das NTA war in der Frühjahrs- und Herbstmessung an mehreren Stellen mit geringen Gehalten auffällig.

Trotz der insgesamt positiven Entwicklung bei den Komplexbildnern ist eine weitere Reduktion dieser Stoffgruppe notwendig und vor allem für die Punktquelle in Hagen zu fordern.

**Gewässerhygiene:** Die mikrobiologisch-hygienische Beurteilung der Ruhr erfolgt anhand der coliformen Bakterien (Bild 23.32). Die Ergebnisse für die coliformen Bakterien unterliegen meist hohen Schwankungen, da sie durch lokale Ereignisse im Einzugsgebiet der Messstellen durch einen erhöhten Durchsatz der Kläranlagen oder durch Abschlänge von Mischwasser z.T. unzureichend geklärt in die Ruhr entlassen werden. Trotz des geringen Abflusses, der für das Jahr 2018 charakteristisch war, wurden über den gesamten Ruhrverlauf unregelmäßig Spitzen bei den Coliformen-Zahlen nachgewiesen. Dabei waren wie in den früheren Jahren die Schwankungen in den Ruhrabschnitten größer, die oberhalb der Stauhaltungen lagen. Im mittleren Ruhrabschnitt zwischen Hengstey und Essen wurden im Jahr 2018 nur geringe Belastungen mit Coliformen Bakterien nachgewiesen.

Auch in den Ruhrlängsuntersuchungen des Frühjahrs und Herbsts liegen Ergebnisse vor, die im oberen Ruhrabschnitt die Beobachtungen der zeitdichten Analysen bestätigen, aber auch für den Abschnitt ab Hattingen deutliche Schwankungen nachwiesen (Bild 23.1).

**Pflanzenschutzmittel:** Für die Untersuchung auf Pflanzenschutzmittel (PSM) wurden 2018 knapp 4.900 Analysen vorgenommen. In 53 Analysen konnten für sieben Wirkstoffe Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden (Tabelle 23.5). Nach dem Anstieg der Nachweise in 2017 wurde damit ein deutlicher Rückgang festgestellt. Bei zwei Wirkstoffen – 2,4-D und Propiconazol – waren nur in vereinzelten Proben aufgetreten. Für das Propiconazol wurde dabei der halbe Grenzwert überschritten, das 2,4-D war dagegen nur in Spuren messbar.

Wie in den Vorjahren stellte das MCPA (2-Methyl-4-chlorphenoxyessigsäure) mit 32 Funden das am häufigsten nachgewiesene Herbizid dar. Das im Jahr 2017 oft nachgewiesene Quinmerac (7-Chlor-3-methyl-8-chinolincarbonsäure) wurde dagegen nur fünf Mal über der Bestimmungsgrenze gemessen. Für das MCPA wurde bei einer Messung sogar der Zielwert des Gewässer Memorandums überschritten. Weitere Überschreitungen des Grenzwertes von 100 ng/l wurden für das Metolachlor und das Terbutylazin festgestellt. Für Terbutylazin wurde einmalig der Zielwert sogar um mehr als das Doppelte überschritten. Zusätzlich zu dem Wirkstoffnachweis wurde auch der Metabolit des Terbutylazins, das Desethylterbutylazin erstmals häufiger nachgewiesen. In der Summe traten damit für den Wirkstoff/Metaboliten elf Nachweise auf. Mit den drei letztgenannten Herbiziden traten die Wirkstoffe aus dem Maisanbau im Jahr 2018 deutlich verstärkt auf. Weiterhin am häufigsten wurde das MCPA mit einer breiten Anwendung gefunden.

**Nebengewässer:** Neben der Ruhr wird vom Ruhrverband der Zufluss aus den acht wichtigsten Nebengewässern an vier Terminen untersucht, um die Qualität des zufließenden Wassers zu erheben. Die Ergebnisse werden als Mittelwerte ausgewertet und in Tabelle 23.3 zusammengefasst. Für sechs ausgewählte Parameter werden die Ergebnisse in Bild 23.8 im Vergleich zu den Messwerten aus der Ruhr im Mündungsbecken dargestellt. Aus den Graphiken können die Unterschiede der Belastungen der Nebengewässer abgelesen werden, die als Vorfluter fungieren und damit ihr Einfluss auf die Ruhr abgeschätzt werden.

Die Ergebnisse aus Tabelle 23.3 weisen auf hohe Belastungen in den besonders stark mit Abwasser belasteten Nebengewässern Baarbach, Ölbach und Rinderbach hin. Die Belastung an der Mündung der Lenne wird durch die hier dargestellten Werte nicht erfasst, da die Untersuchungsstelle oberhalb der Einleitungsstelle der Kläranlage liegt.

Wie in den Vorjahren sind auch in 2018 vor allem der Ölbach und der Baarbach bei verschiedenen Markern für häusliche Abwässer auffällig (Chemischer Sauerstoffbedarf - CSB, Gelöster organisch-gebundener Kohlenstoff - DOC, Phosphat - PO<sub>4</sub>, Bor - B, Nitrat - NO<sub>3</sub>, Fluorid - F und Coliforme Bakterien), aber auch weitere Marker weisen auf eine industrielle Einleitung hin, die vor allem durch Metalle (Mangan - Mn, Eisen - Fe, Kupfer - Cu, Nickel - Ni), aber auch anhand des Komplexbildners EDTA nachgewiesen werden können. Wie bei den letzten Untersuchungen fielen im Ölbach die sehr hohen Salzfrachten auf, die eine entsprechende Leitfähigkeit bedingen und auf die Einleitung von Grubenwasser der Zeche Robert Müser zurückzuführen sind. Neben den Salzen sind im Ölbach weitere Marker für den hohen Abwassereinfluss vorhanden: CSB, DOC, B und AOX. Überraschend ist hier vor allem der hohe Anteil reduzierter Stickstoffverbindungen (Ammonium, Nitrit) trotz einer ausreichenden Sauerstoffsättigung. Eine toxikologische Relevanz für die ebenfalls hohen Bariumgehalte sollte durch Bestimmung der vorliegenden Bariumverbindungen abgeklärt werden. Hintergrund dieser Ammonium- und Nitritlast dürfte eine industrielle Einleitung sein, die in der biologischen Stufe der Kläranlage nicht beseitigt werden kann. Beide Konzentrationsbereiche sind für Fische toxisch. Neben den industriellen Anteilen sind auch häusliche Abwässer in der Belastung erkennbar, da hier die Coliformen Bakterien mit erhöhten Koloniezahlen nachweisbar waren.

Eine ähnliche Belastung liegt auch im Baarbach vor: ohne die extrem hohen Salzfrachten aus dem Bergbau im Ölbach wurden im Baarbach trotzdem hohe Leitfähigkeiten nachgewiesen, deren Quelle nicht klar ist. Außerdem wurde hier die höchste Belastung mit dem Komplexbildner EDTA nachgewiesen. Weitere Belastungen rühren aus den Metallen (Ni, Zn) her und sehr hohen Belastungen durch Coliforme Bakterien.

Als weiteres Nebengewässer weist auch der Rinderbach in einzelnen Parametern erhöhte Belastungen auf: neben dem erhöhten CSB lagen hier vor allem hohe Werte bei Metallen vor (Kupfer, Nickel, Zink). Auch der hygienische Zustand ist bei dem Rinderbach durch die Coliformen Bakterien nicht als gut einzustufen.

Im Bild 23.8 werden in diesem Bericht die Konzentrationen für die Parameter CSB, Barium, Nickel, Zink, Chlorid und Coliforme Bakterien im Zufluss zur Ruhr den Werten der Ruhr an der Einleitungsstelle gegenübergestellt. Auch aus dieser Darstellung wird die hohe Last an CSB für die drei Gewässer Baarbach, Ölbach und Rinderbach deutlich. Außerdem wird die besondere Belastung des Ölbachs durch das Barium und Chlorid durch die Graphik gut veranschaulicht. Auf Grund der toxikologischen Relevanz von wasserlöslichen Bariumverbindungen sollte durch eine Bestimmung des vorhandenen Bariums die toxikologische Relevanz für die Ruhr geklärt werden.

Neben den hohen Werten für den CSB lagen beim Baarbach vor allem die Konzentrationen an Nickel und Zink deutlich über dem Gehalt der Ruhr und deuten auf den Einfluss von industriellen Einleitungen hin. Auch der Einfluss Siedlungswasser kann hier anhand der Coliformen Bakterien aufgezeigt werden.

Für den Rinderbach kann durch die graphische Darstellung ebenfalls eine Belastung mit Metallen und Coliformen Bakterien dargestellt werden.

**Zielwerte:** Für 2018 wurde zum zweiten Mal ausschließlich das Europäische Fließgewässermemorandum für die Bewertung der Wasserqualität herangezogen. Zum Teil wurden die Überschreitungen der Zielwerte bereits bei den einzelnen Parametern besprochen.

In Tabelle 23.4 wurden die Ergebnisse aus dem Ruhrmonitoring anhand des Erreichens der Zielwerte aus dem Gewässermemorandum bewertet. Neben den Zielwerten aus dem Memorandum werden die Grenzwerte aus der Trinkwasserverordnung informativ mit aufgeführt. Die Bewertung durch das Fließgewässermemorandum erfolgt anhand der Maximalwerte, anstelle der für die Ruhr bisher genutzten Bewertung anhand der 90-Perzentilwerte.

Bei den Zielwerten wurde in drei Einzelfällen der Gehalt von Ammonium überschritten. Eine dauerhafte Belastung konnte hier aber nicht abgelesen werden, da die Überschreitungen als Einzelereignisse unabhängig von den vorherrschenden Verhältnissen auftraten (Bild 23.16). Ein anderes Bild stellt sich bei den gemessenen organischen Kohlenstoffen dar: dieser Zielwert wurde an allen Messstellen der Ruhr überschritten. Dabei lagen die Medianwerte überwiegend unter dem Zielwert von 3 mg/l. Auf Grund der nahezu ausgeglichenen Gehalte im gesamten Ruhrverlauf können diese Messwerte nicht auf einen Eintrag und die Anreicherung zurückgeführt werden (Bild 23.19). Wie im vergangenen Jahr deutet dies auf eine Grundbelastung hin, die eine Bewertung über diesen Zielwert fragwürdig erscheinen lässt. Die Beurteilung der Zielerreichung bei dem Komplexbildner DTPA ist auf Grund der höheren Bestimmungsgrenze für die obere und mittlere Ruhr nicht möglich. Einzig am Unterlauf wurde mit dem Zielwert bestimmt. Hier wurde bei drei Messungen der Zielwert überschritten (Bild 23.29). Für das EDTA wurde über den gesamten Ruhrverlauf eine Überschreitung festgestellt, die sich selbst in den Medianwerten schon ergeben hat, so dass durch diffusen Eintrag oder eine Quelle oberhalb der ersten Messstelle der Eintrag die Zielwerte bereits überschreiten ließ (Bild 23.30). Für das NTA wurde eine einmalige Überschreitung an zwei benachbarten Probeorten zu einem Zeitpunkt festgestellt, so dass auf einen einmaligen Eintrag zurückgeschlossen werden kann (Bild 23.31). Bei den Pflanzenschutzmitteln wurden für drei Mittel in insgesamt sechs Proben Überschreitungen des Zielwertes nachgewiesen. Ein solcher Nachweis trat in der

Ruhr bisher erstmalig auf und könnte mit den geringen Abflüssen in Zusammenhang stehen (Tabelle 23.5). Die weitere Entwicklung im Bereich der PSM sollte detailliert ausgewertet werden, da hier erstmalig Pestizide aus dem Maisanbau verstärkt nachgewiesen wurden. Bei den weiteren Parametern sind die Überschreitungen vermutlich auf die Abflusssituation im Jahr 2018 zurückzuführen, bei der vereinzelt die Temperatur, die Leitfähigkeit und die Chloridkonzentrationen überschritten wurden. Bei der Unterschreitung des Sauerstoffgehaltes von 8 mg/l ist auch ein Zusammenhang mit der Abflusssituation und den erhöhten Temperaturen naheliegend. Ein kritischer Werte für die Fischpopulation wurde jedoch nicht unterschritten (Bild 23.15).

### Zusammenfassung

Auf Grund der klimatischen Situation im Jahr 2018 traten erneut niedrige Abflüsse in der Ruhr auf, die auf Grund der niedrigen Wasserführung zum Teil zu erhöhten Stoffkonzentrationen geführt haben. Trotz der angespannten Abflusssituation lagen die meisten Werte auf einem mit den Vorjahren vergleichbaren Niveau und zeigten keine kritischen Anstiege bei den Konzentrationen.

Bei den Komplexbildnern wurden durch die niedrigen Abflüsse höhere Konzentrationen nachgewiesen, die vor allem aber im oberen Ruhrabschnitt auffindbar waren. Ab der Punktquelle in Hagen lagen die Konzentrationen dagegen unter denen des Vorjahres und zeigten eine weiter positive Tendenz für diesen Eintrag. Trotzdem weisen die Werte für EDTA auch 2018 einen starken Konzentrationssprung durch die Einleitung auf. Weitere Bemühungen zur Reduktion der Emissionen, vor allem von EDTA, sollten an dieser Quelle angestrebt werden, aber auch die Einträge oberhalb der ersten Messung in Echthausen sollten mit beobachtet werden.

Bei den Pflanzenschutzmitteln waren wieder geringere Nachweishäufigkeiten zu beobachten. Weiterhin führen die Nachweise von MCPA die Statistik an, allerdings waren im Jahr 2018 vor allem Maisherbizide für Nachweise über den Zielwerten verantwortlich. Der vorjährige Anstieg der Quinmerac-Nachweise hat sich nicht bestätigt. Die Überschreitung der Zielwerte des Fließgewässer-Memorandums sollten kritisch beobachtet werden, um ggf. Gegenmaßnahmen einleiten zu können.

Die Belastungen der Nebengewässer zeigten weiterhin auffällige Befunde. So konnte für die Komplexbildner neben der Lenne auch der Baarbach als Quelle identifiziert werden. Kritisch sind auch die Zuflüsse aus den stark abwasserbelasteten Nebengewässern Ölbach und Rinderbach zu bewerten, in denen zum Teil toxisch relevante Stoffkonzentrationen nachgewiesen wurden.

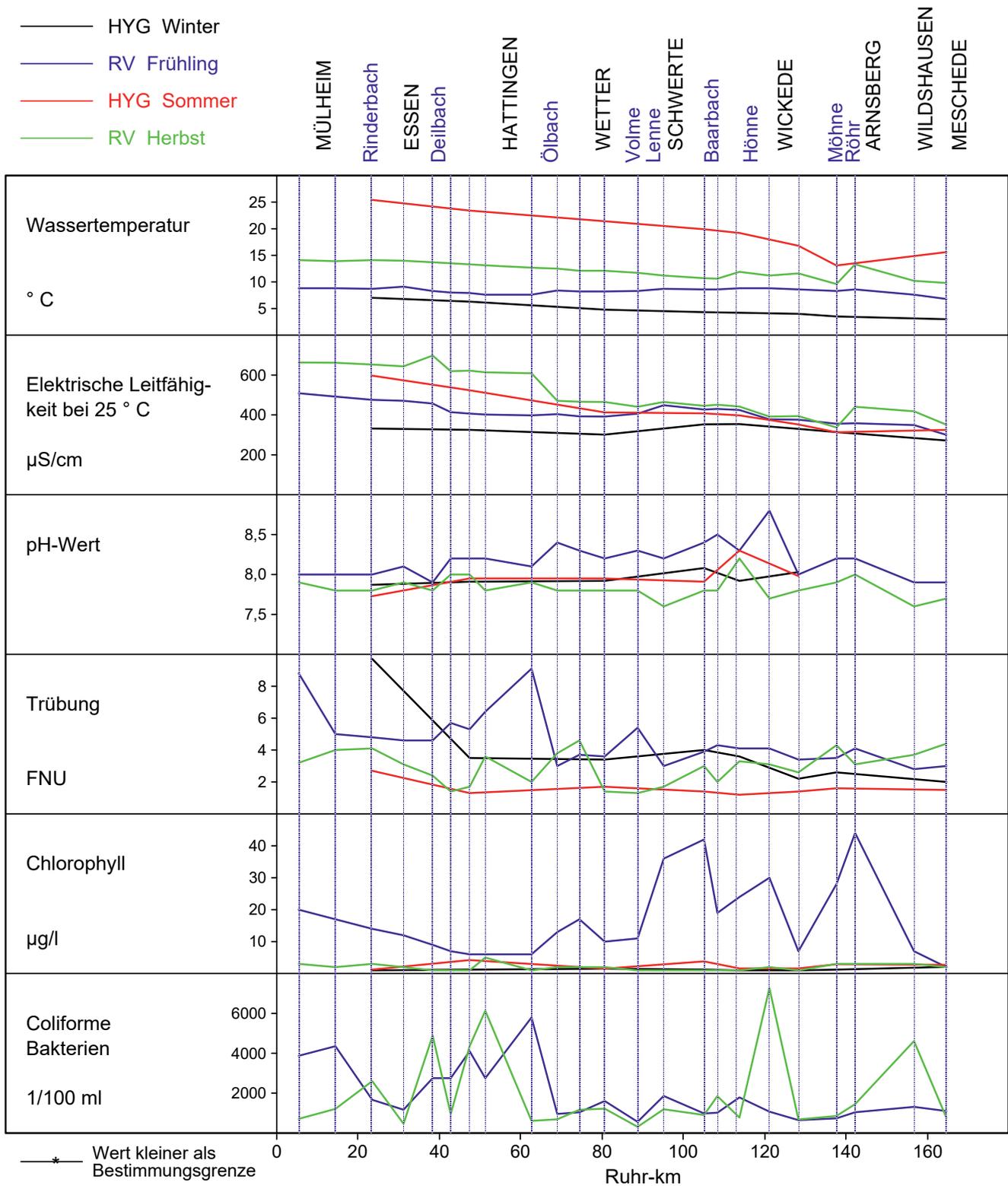


Bild 23.1: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“  
 Fig. 23.1: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

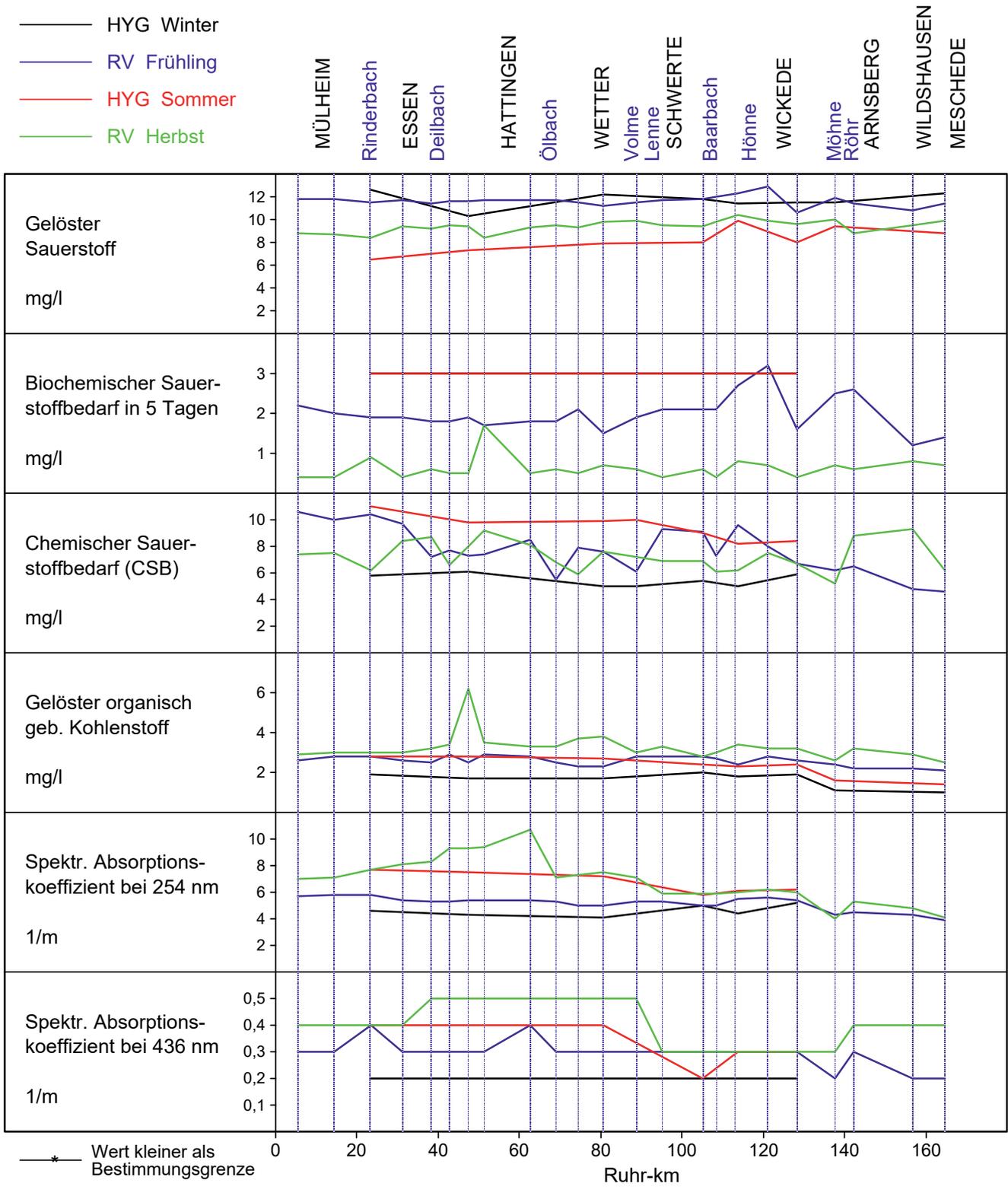


Bild 23.2: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“  
 Fig. 23.2: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

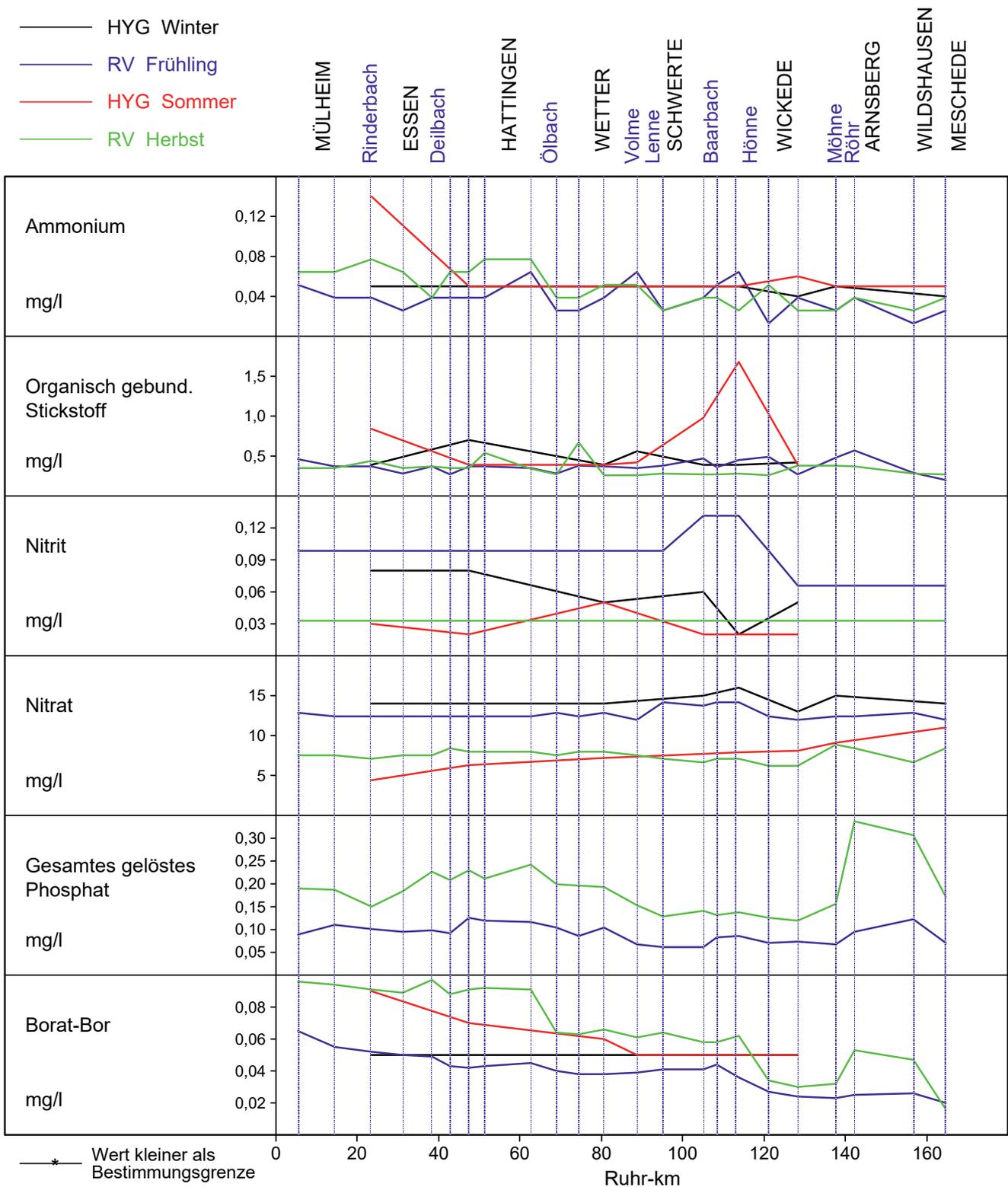


Bild 23.3: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“  
 Fig. 23.3: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

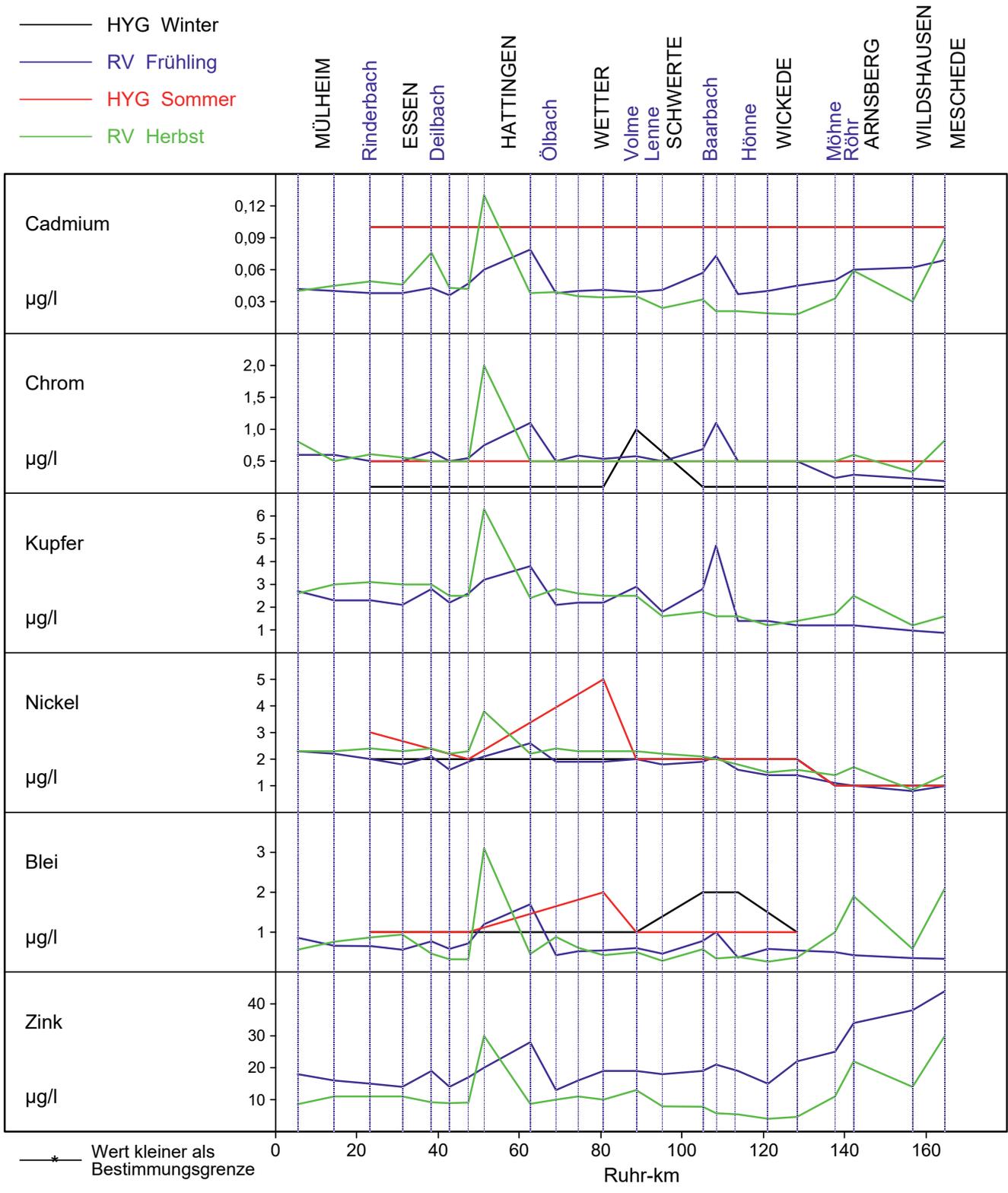


Bild 23.4: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“  
 Fig. 23.4: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

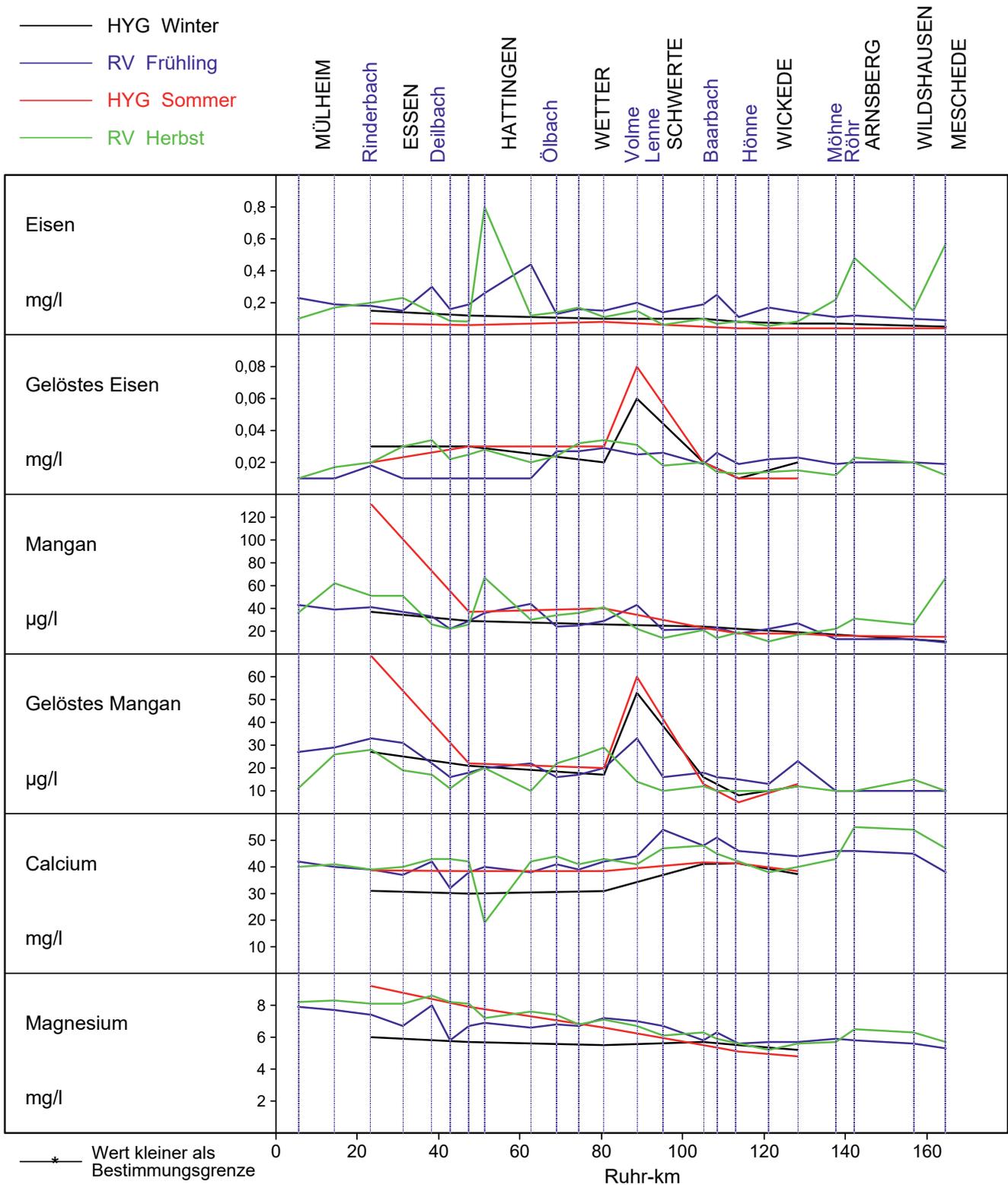


Bild 23.5: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“  
 Fig. 23.5: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

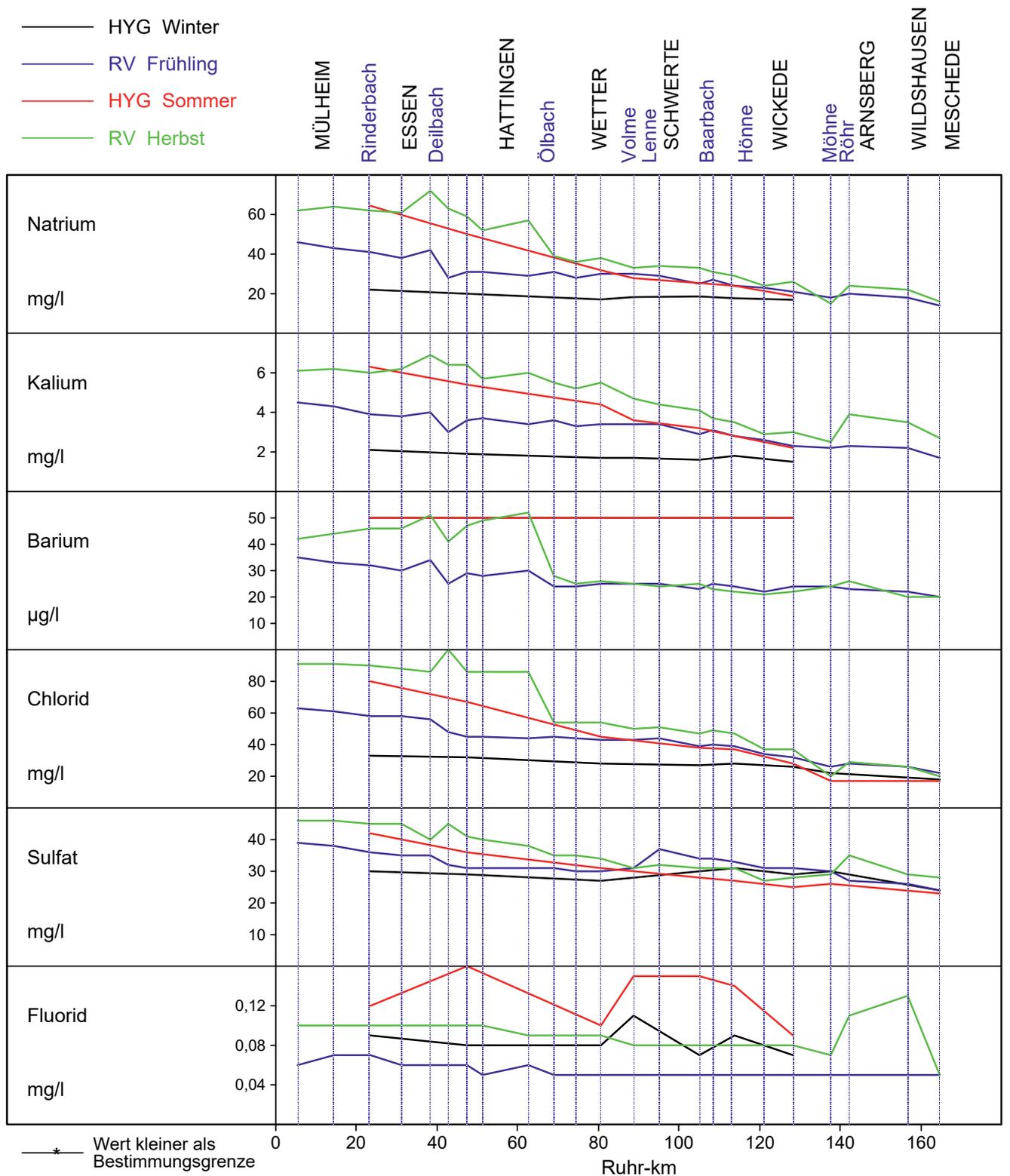


Bild 23.6: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“  
 Fig. 23.6: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

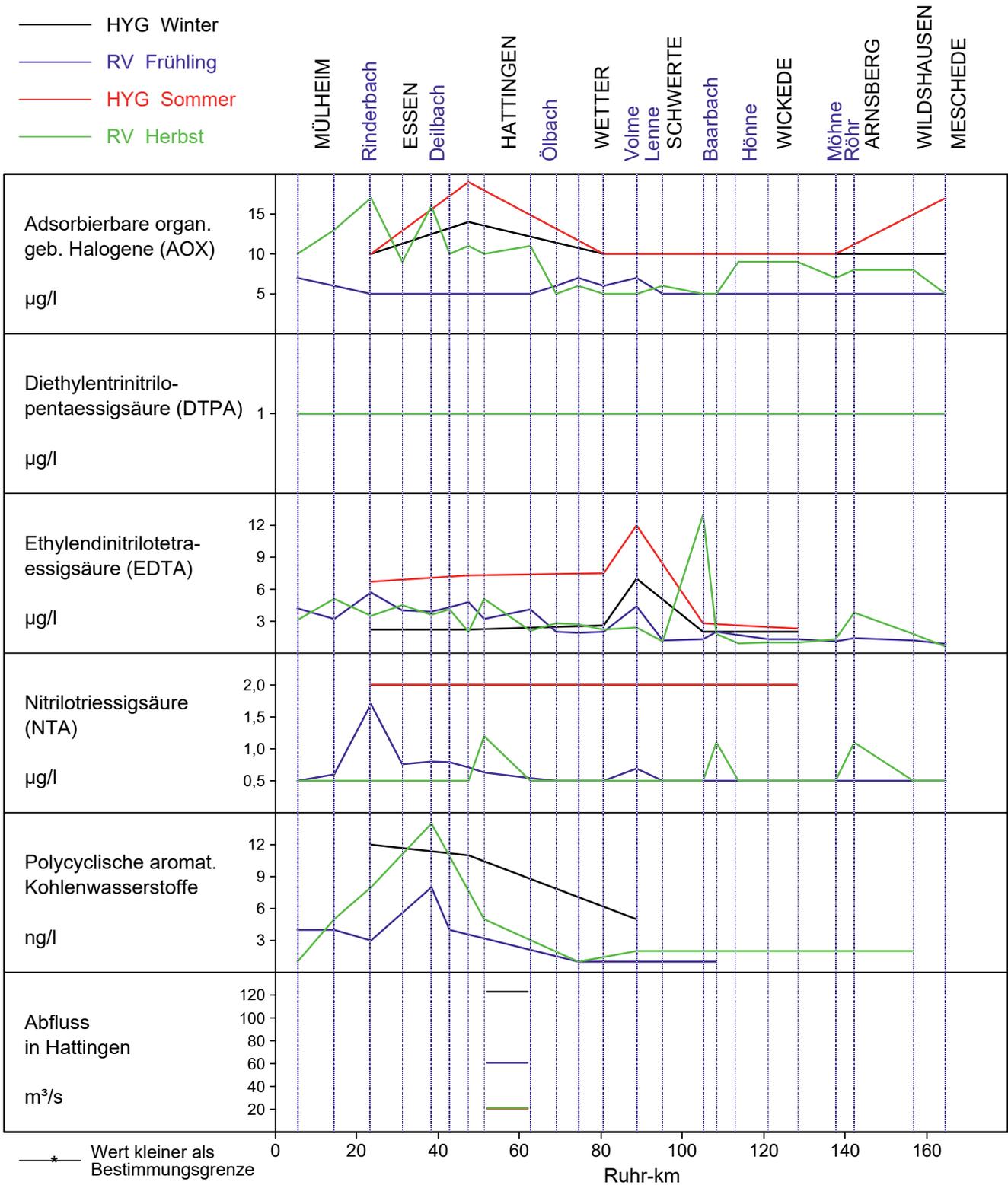


Bild 23.7: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“  
 Fig. 23.7: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

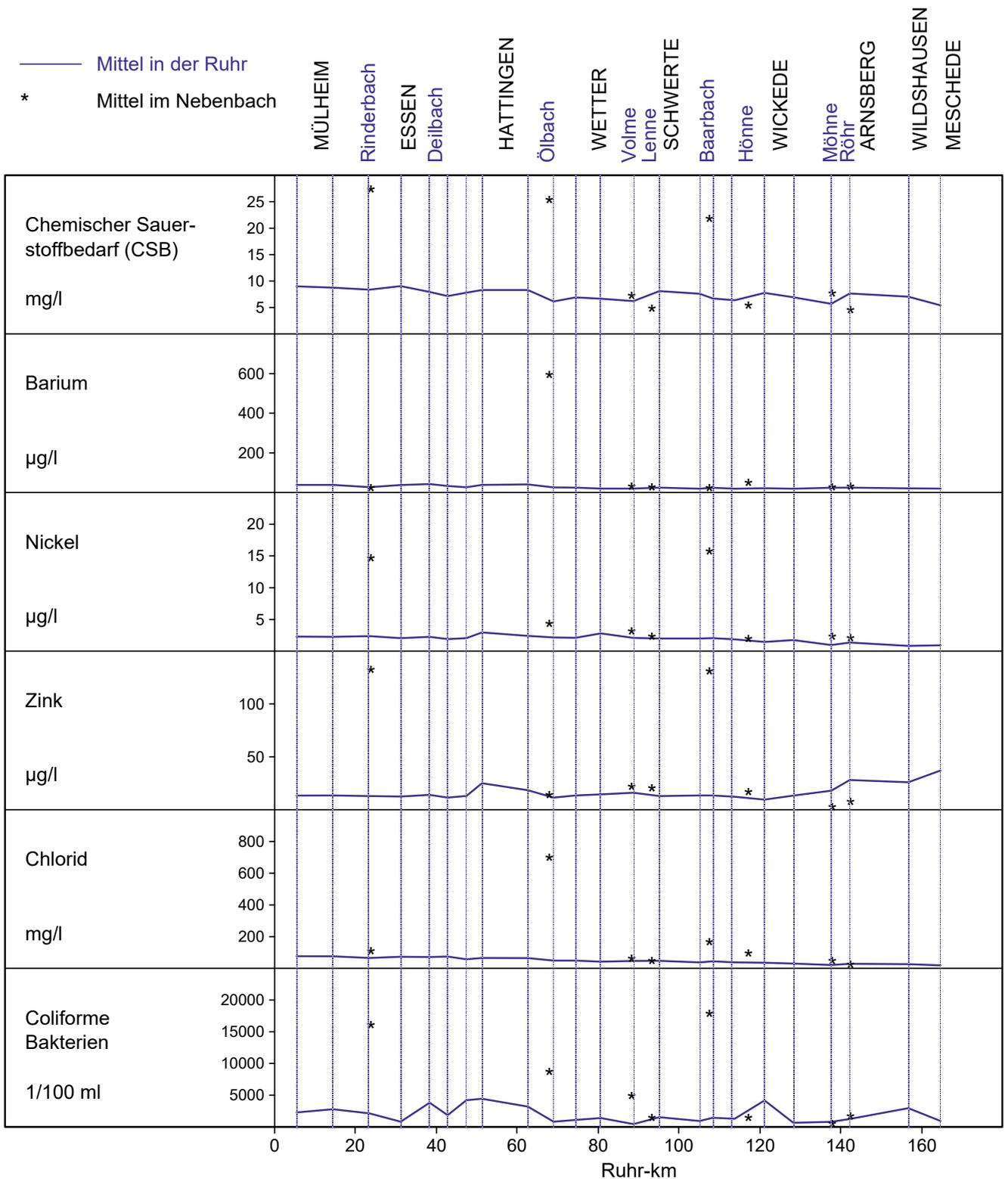


Bild 23.8: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr und ihrer Nebenbachmündungen anhand von sechs ausgesuchten Gütemerkmalen  
 Fig. 23.8: Water condition of the Ruhr and its tributaries at their inflows indicated by six selected parameters

Kenngröße: Wassertemperatur  
 Zielwert: 25 °C

Einheit: °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

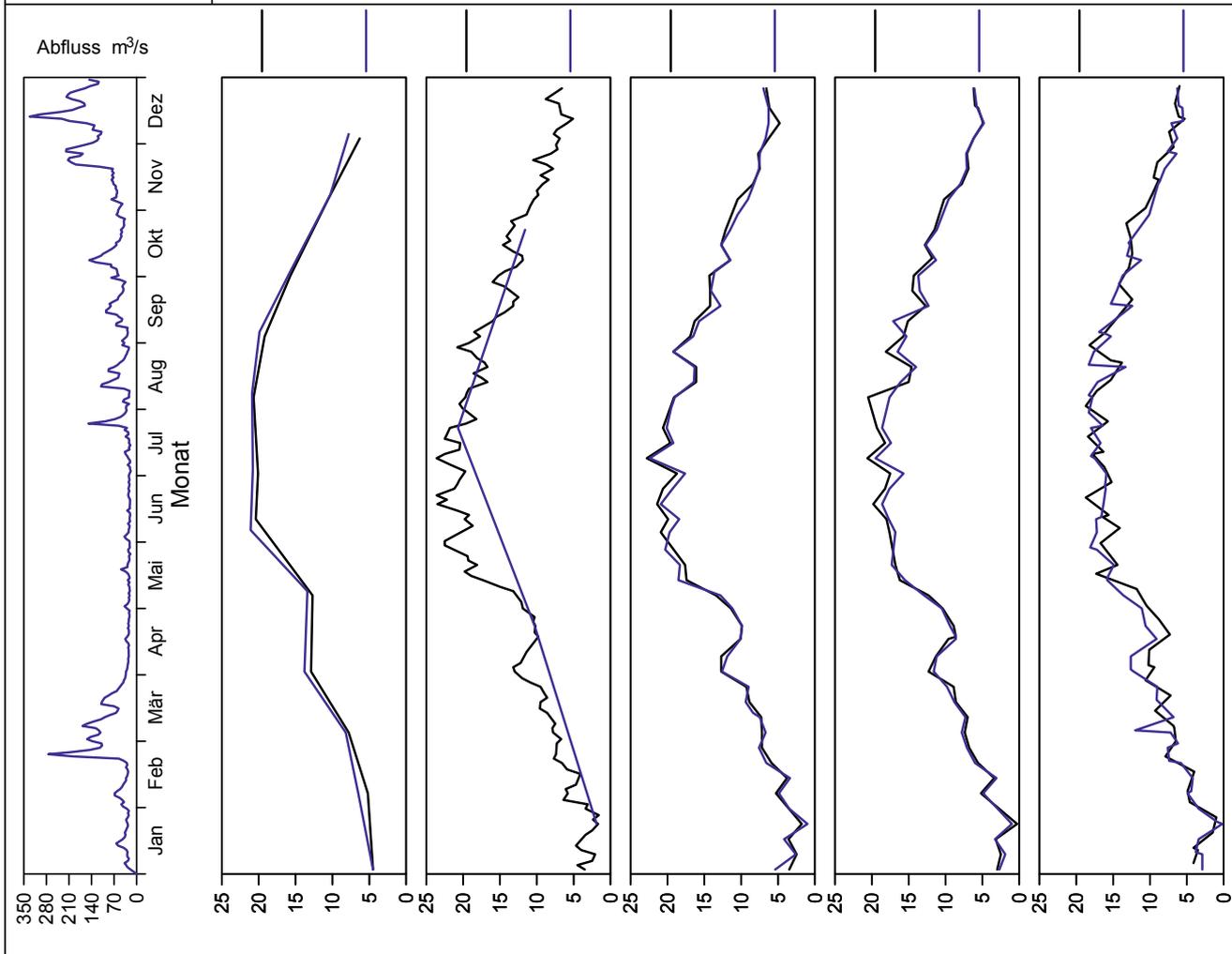


Bild 23.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 23.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Elektrische Leitfähigkeit bei 25 ° C

Einheit:  $\mu\text{S}/\text{cm}$

Zielwert: 700  $\mu\text{S}/\text{cm}$

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	12	12	131		50	52	57	54	55	47
Arith. Jahresmittel	540	544	509		412	403	435	419	381	374
Geom. Jahresmittel	524	528	499		407	398	432	416	379	372
Geom. Sommermittel	550	536	523		411	412	440	424	388	377
Geom. Wintermittel	499	520	465		403	384	426	410	369	368
Maximalwert	678	<b>756</b>	<b>755</b>		532	506	505	502	438	448
Datum des Max.	03.12	05.12	03.12		26.11	19.02	03.12	26.11	13.09	03.12
90-Perzentil	655	624	605		477	463	487	467	414	403
50-Perzentil	585	582	541		426	416	447	430	392	387
10-Perzentil	343	347	363		336	321	361	352	328	330
Minimalwert	296	319	254		253	249	318	308	261	274
Datum des Min.	08.01	10.01	05.01		02.01	08.01	02.01	02.01	04.01	10.12

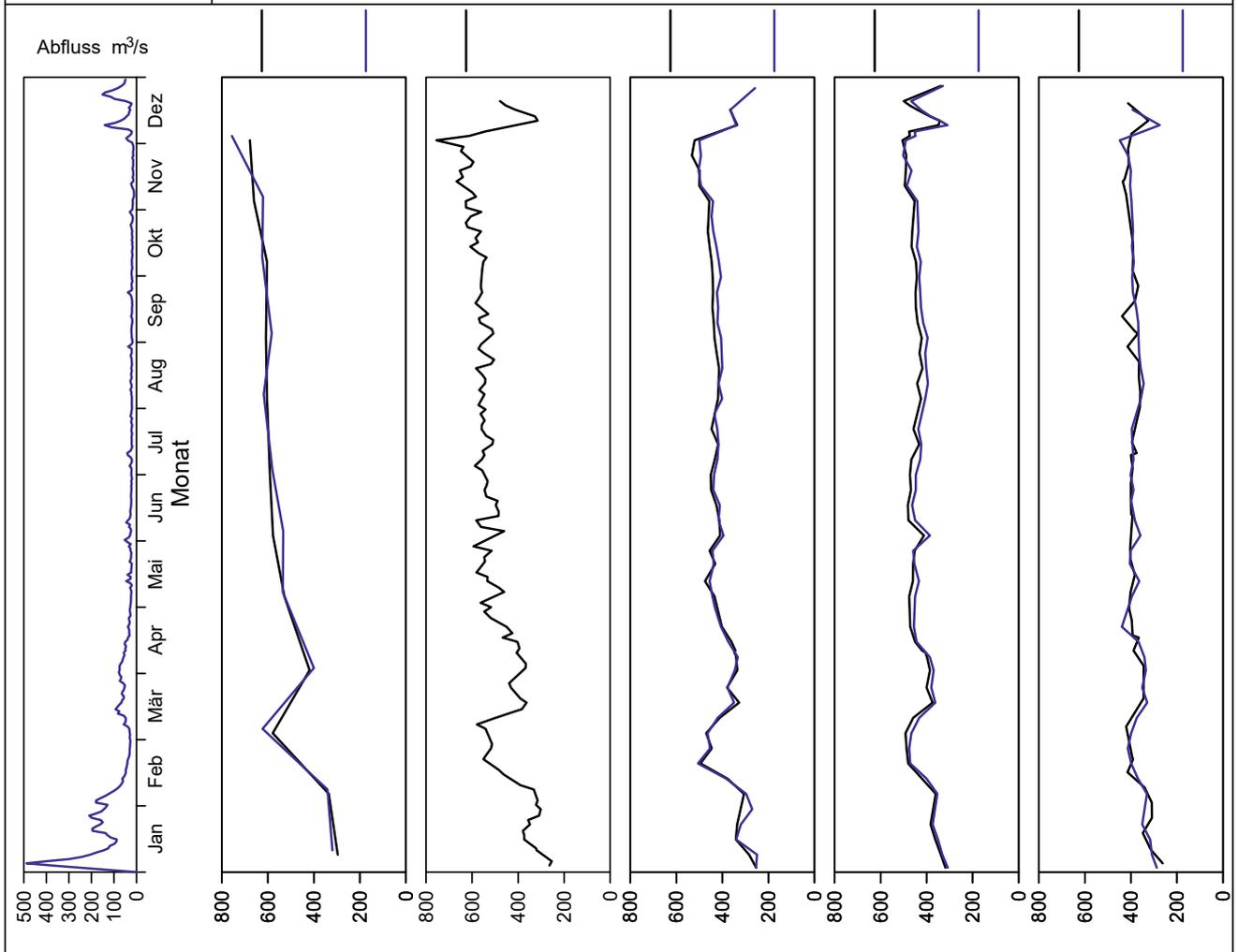


Bild 23.10: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 23.10: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	131		47	52	47	47	55	47
Arith. Jahresmittel	66	70	62		45	42	43	39	32	32
Geom. Jahresmittel	62	64	59		43	40	42	38	32	31
Geom. Sommermittel	67	68	64		45	42	43	40	33	31
Geom. Wintermittel	57	60	53		42	38	40	37	30	31
Maximalwert	93	<b>114</b>	<b>110</b>		64	61	61	62	52	47
Datum des Max.	Mehrere	05.12	03.12		03.12	19.02	03.12	03.12	13.09	03.12
90-Perzentil	92	87	81		57	52	53	48	40	39
50-Perzentil	71	76	66		47	43	44	41	32	32
10-Perzentil	34	31	34		32	27	30	28	22	24
Minimalwert	23	26	19		21	19	22	21	17	18
Datum des Min.	08.01	10.01	05.01		08.01	27.12	02.01	02.01	04.01	10.12

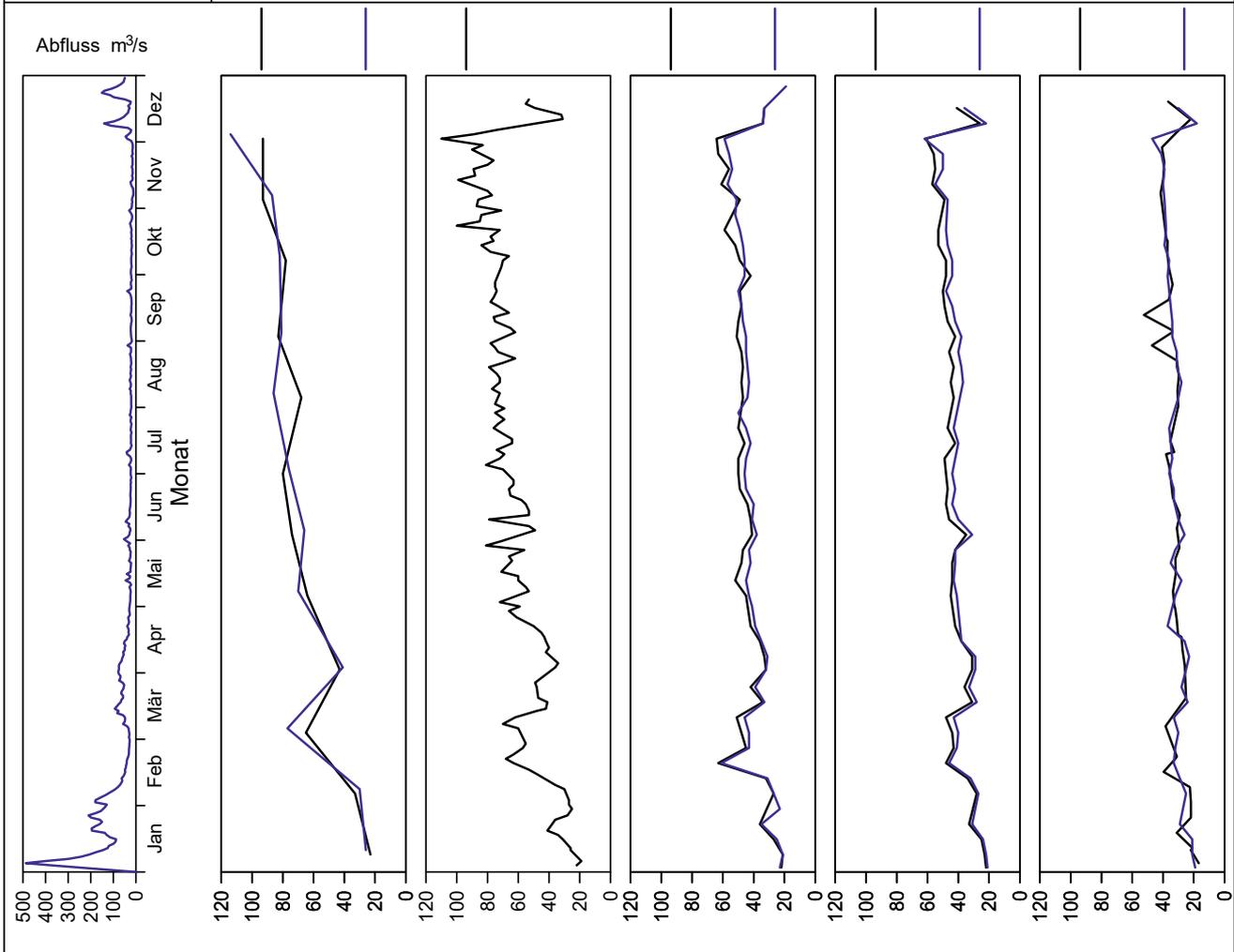


Bild 23.11: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
Fig. 23.11: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	131		24	52	24	24	55	36
Arith. Jahresmittel	3,5	3,7	5,7		3,0	3,9	4,8	4,6	6,4	2,9
Geom. Jahresmittel	2,9	3,5	4,0		2,4	3,4	3,0	2,8	2,9	2,0
Geom. Sommermittel	2,5	4,1	4,1		2,5	3,4	2,9	3,1	2,7	1,9
Geom. Wintermittel	3,3	3,1	3,8		2,3	3,3	3,1	2,5	3,1	2,0
Maximalwert	11,1	6,1	90,0		16,0	13,5	38,0	35,0	159,0	20,2
Datum des Max.	08.01	10.01	05.01		02.01	08.01	10.12	10.12	04.01	02.01
90-Perzentil	4,8	4,6	9,5		3,6	7,0	6,4	8,2	7,9	4,9
50-Perzentil	2,5	3,7	3,3		2,4	3,1	2,6	2,2	2,2	1,6
10-Perzentil	1,7	2,5	1,8		1,3	1,8	1,1	1,2	1,2	1,1
Minimalwert	1,3	1,7	1,2		1,1	1,3	1,0	0,8	0,9	0,7
Datum des Min.	03.09	07.11	09.11		19.11	22.10	08.10	26.11	21.03	05.11

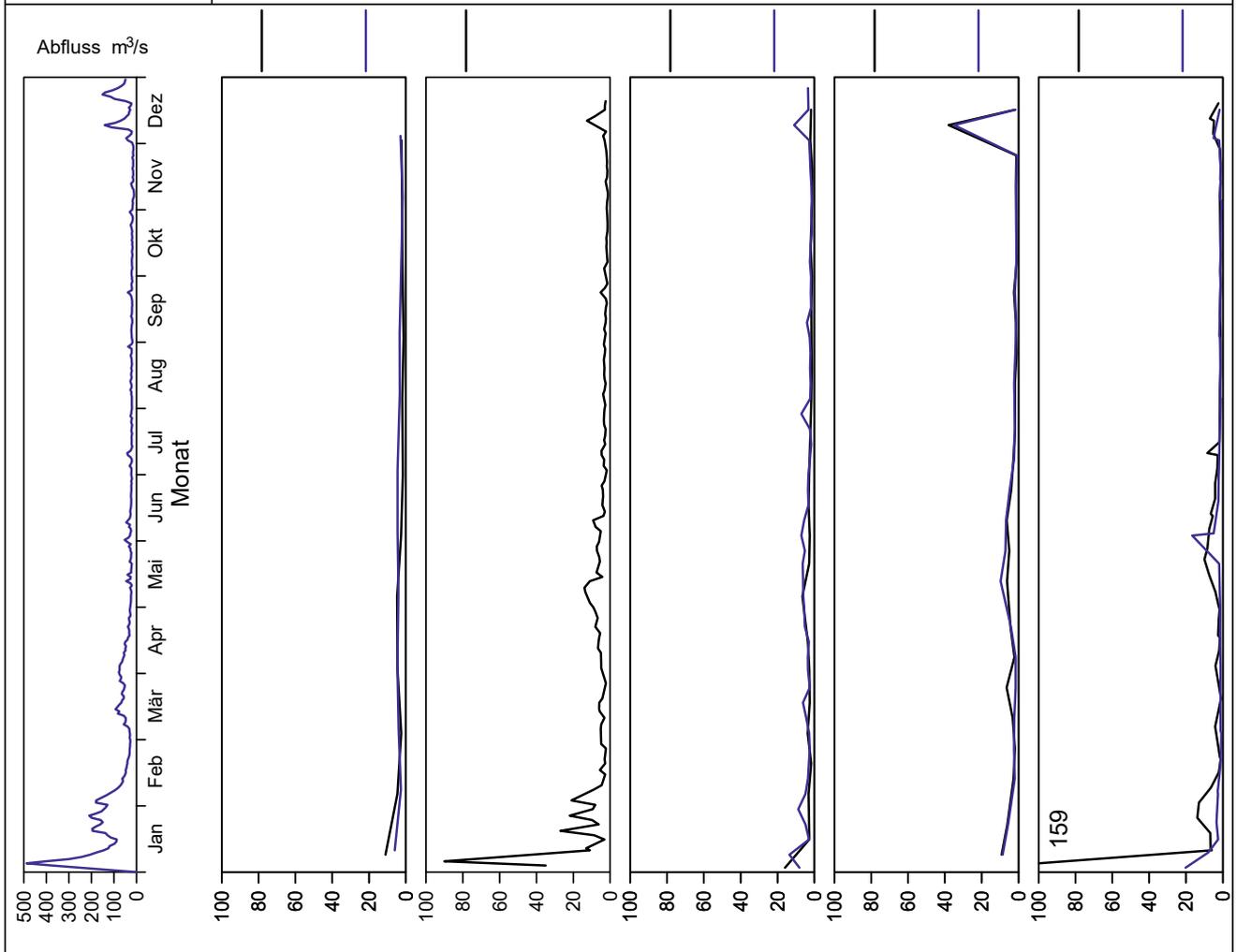


Bild 23.12: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 23.12: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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			88		24	52	24	24	18	35
Arith. Jahresmittel			8,2		< 5,0	5,1	< 5,0	< 5,0	2,7	< 5,0
Geom. Jahresmittel			2,7		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	1,9	< 5,0
Geom. Sommermittel			2,9		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	3,5	< 5,0
Geom. Wintermittel			2,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	1,1	< 5,0
Maximalwert			108,0		21,5	37,9	18,7	7,6	9,9	16,0
Datum des Max.			09.05		23.04	07.05	07.05	07.05	18.04	08.10
90-Perzentil			22,0		7,8	11,7	9,7	< 5,0	4,7	7,8
50-Perzentil			2,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	2,2	< 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

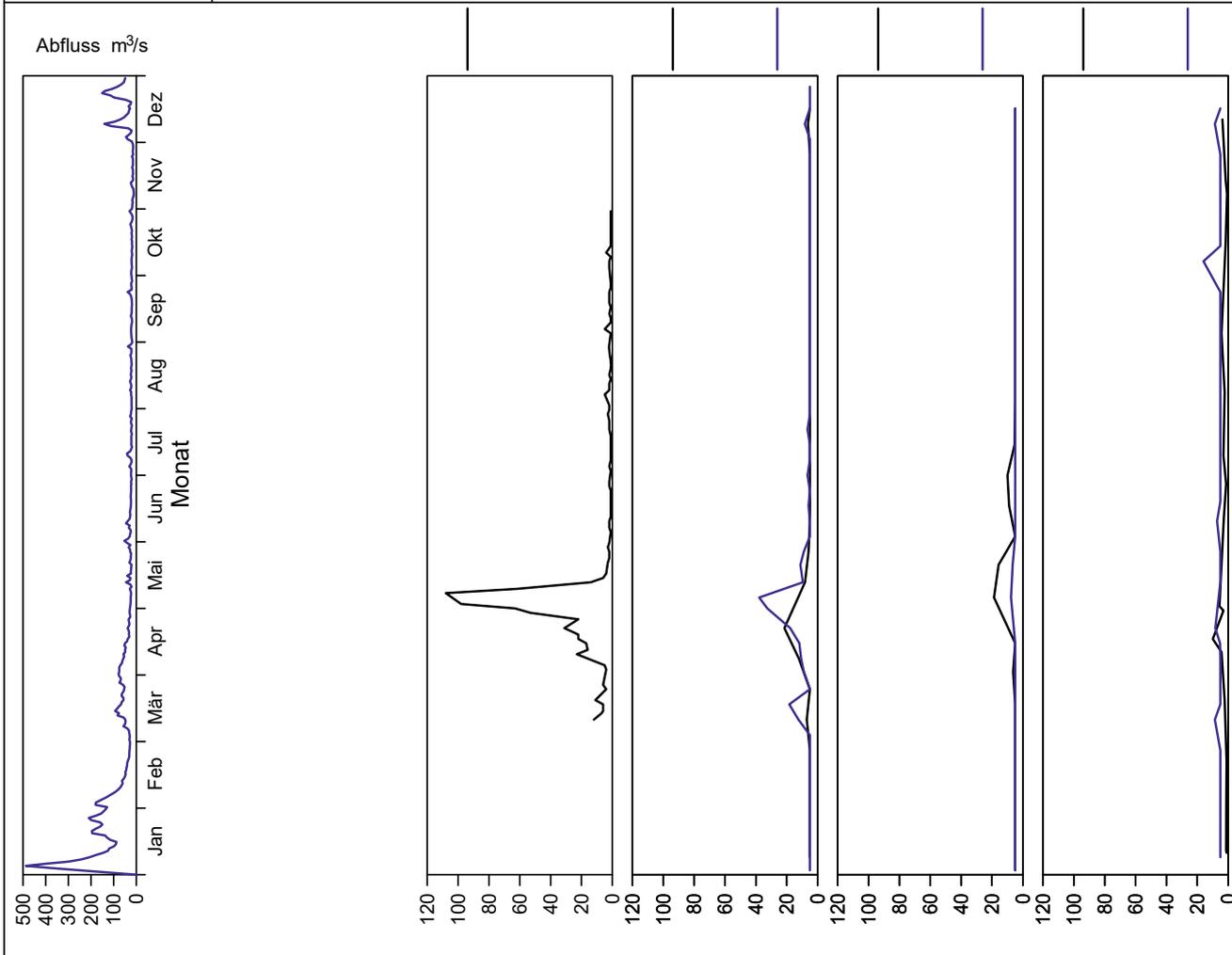


Bild 23.13: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 23.13: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	131		50	52	57	54	55	59
Arith. Jahresmittel	7,79	7,76	7,92		7,88	7,83	7,92	8,01	7,92	7,99
Geom. Jahresmittel	7,78	7,75	7,92		7,88	7,83	7,92	8,01	7,92	7,99
Geom. Sommermittel	7,81	7,77	7,91		7,90	7,85	7,92	8,01	7,93	7,96
Geom. Wintermittel	7,75	7,74	7,94		7,86	7,81	7,92	8,00	7,91	8,02
Maximalwert	8,36	8,32	9,00		8,79	8,57	8,17	8,35	8,34	8,31
Datum des Max.	07.05	04.07	09.05		07.05	07.05	12.03	16.04	18.04	05.03
90-Perzentil	8,02	8,05	8,20		8,10	8,06	8,05	8,13	8,06	8,15
50-Perzentil	7,75	7,73	7,90		7,84	7,82	7,92	8,00	7,89	7,98
10-Perzentil	7,64	7,61	7,70		7,72	7,58	7,79	7,90	7,81	7,85
Minimalwert	7,31	7,15	7,50		7,54	7,19	7,64	7,81	7,75	7,67
Datum des Min.	04.06	06.06	Mehrere		22.05	30.07	04.06	04.06	09.08	14.05

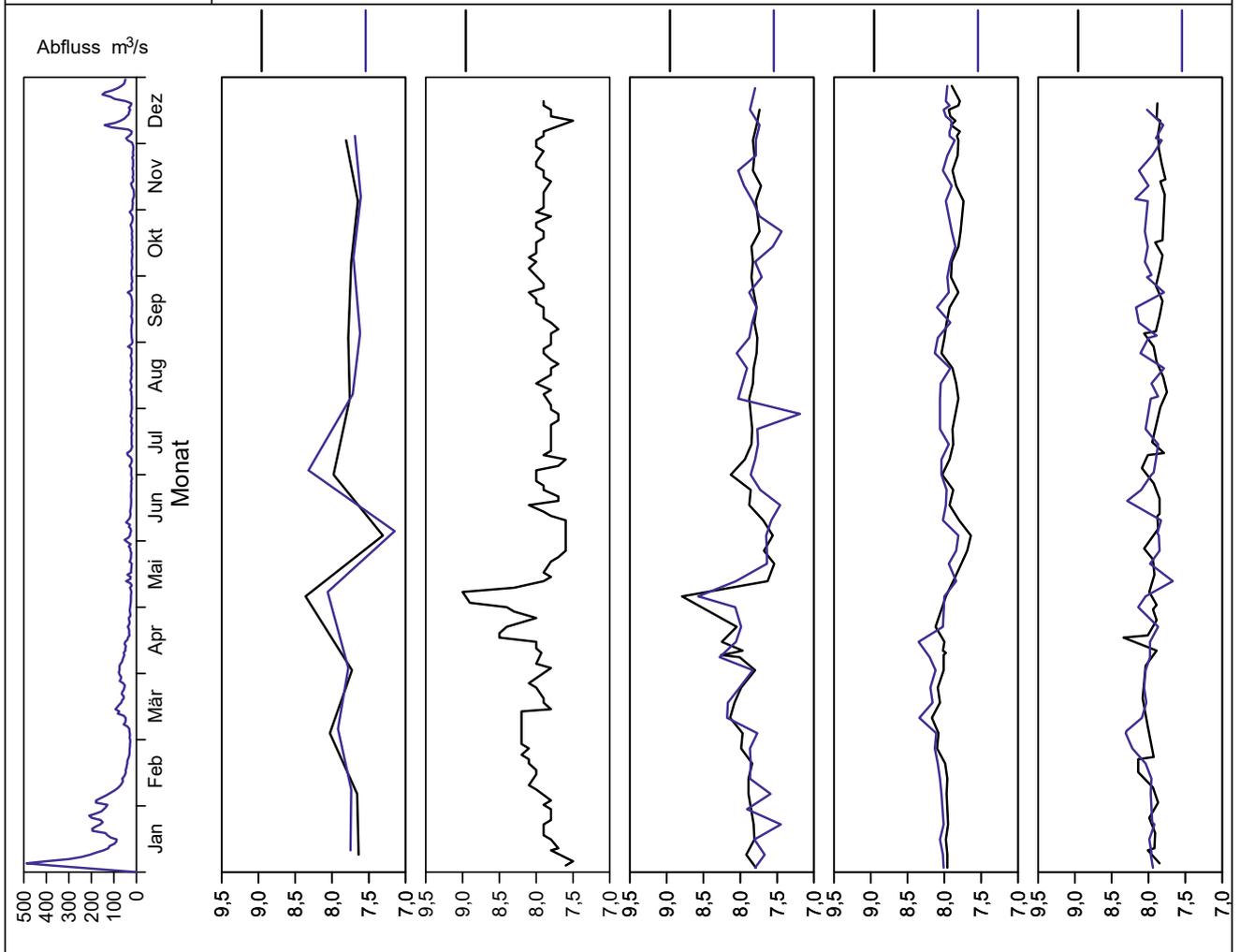


Bild 23.14: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
Fig. 23.14: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gelöster Sauerstoff  
 Zielwert: >8 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	131		47	52	47	47	55	59
Arith. Jahresmittel	9,7	9,3	9,9		9,5	9,9	10,8	11,2	10,1	10,4
Geom. Jahresmittel	9,3	9,0	9,7		9,3	9,8	10,6	11,0	10,0	10,3
Geom. Sommermittel	8,0	7,7	8,3		8,3	8,7	9,5	10,0	9,2	9,1
Geom. Wintermittel	10,9	10,5	11,4		10,5	11,0	11,9	12,2	11,1	11,5
Maximalwert	13,3	13,7	14,2		14,0	13,2	14,5	14,5	13,6	14,5
Datum des Max.	05.03	07.03	28.02		03.04	05.03	26.02	19.03	21.02	26.02
90-Perzentil	12,3	11,4	12,7		12,2	11,9	13,1	13,6	12,2	12,8
50-Perzentil	9,4	9,4	10,2		9,2	10,0	10,2	10,2	9,6	10,0
10-Perzentil	7,1	7,0	7,3		7,2	8,0	8,9	9,3	8,6	8,6
Minimalwert	<b>4,3</b>	<b>4,5</b>	<b>6,5</b>		<b>5,8</b>	<b>6,7</b>	<b>7,8</b>	9,0	<b>7,9</b>	<b>7,4</b>
Datum des Min.	04.06	06.06	08.06		04.06	30.07	04.06	14.05	13.06	14.05

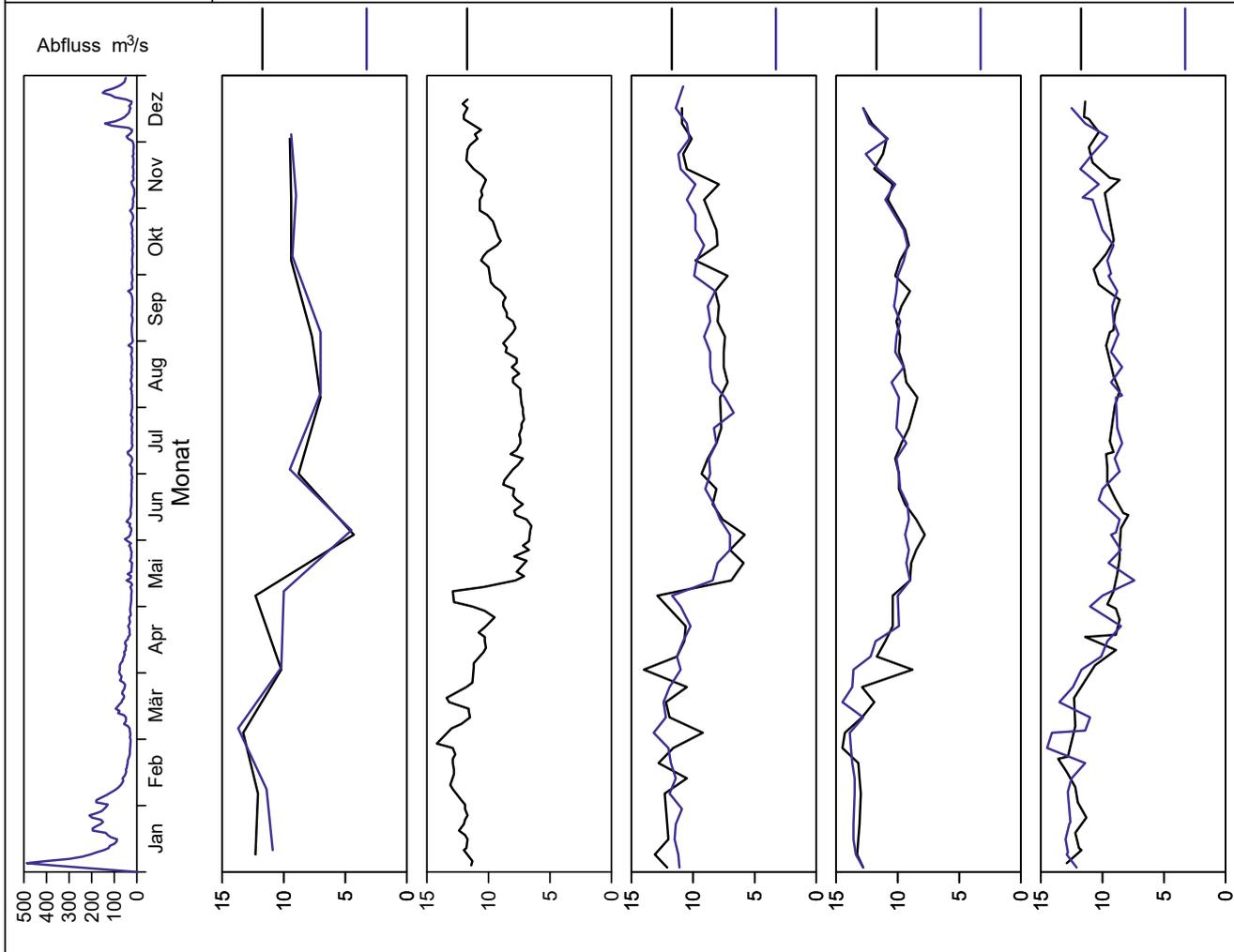


Bild 23.15: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 23.15: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Ammonium  
Zielwert: 0.3 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	131		47	52	47	47	55	47
Arith. Jahresmittel	0,05	0,07	0,06		< 0,05	0,09	0,06	0,06	< 0,05	0,05
Geom. Jahresmittel	0,03	0,06	0,05		< 0,05	0,08	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Geom. Sommermittel	0,03	0,07	0,05		< 0,05	0,08	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Geom. Wintermittel	0,04	0,04	0,06		< 0,05	0,08	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Maximalwert	0,14	0,17	0,21		0,21	0,24	<b>0,59</b>	0,29	0,17	<b>0,39</b>
Datum des Max.	03.12	05.12	19.01		10.12	10.12	24.09	14.05	12.07	14.05
90-Perzentil	0,10	0,11	0,09		0,08	0,11	0,11	0,13	0,09	0,10
50-Perzentil	0,04	0,06	0,05		< 0,05	0,08	< 0,05	0,05	< 0,05	< 0,05
10-Perzentil	< 0,02	0,04	0,03		< 0,05	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Minimalwert	< 0,02	< 0,02	< 0,01		< 0,05	0,02	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Datum des Min.	Mehrere	07.03	02.05		Mehrere	02.05	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

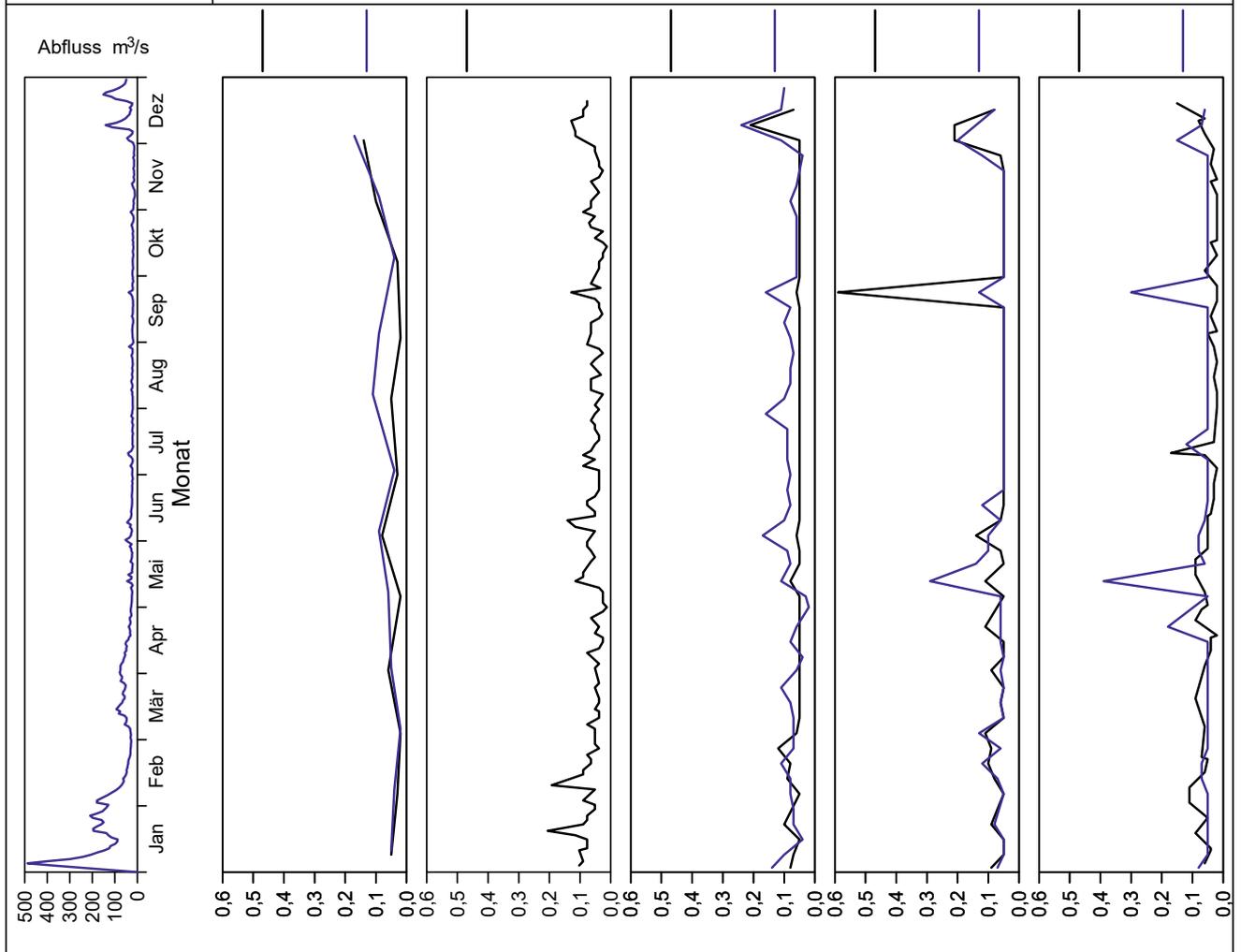


Bild 23.16: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
Fig. 23.16: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	131		47	52	47	47	55	47
Arith. Jahresmittel	9	10	10		11	10	11	11	10	10
Geom. Jahresmittel	9	9	10		10	10	11	11	9	10
Geom. Sommermittel	7	7	8		9	9	10	10	9	9
Geom. Wintermittel	11	11	11		11	11	12	11	10	10
Maximalwert	14	14	16		16	15	17	17	16	15
Datum des Max.	05.03	07.03	14.12		05.03	05.03	26.02	26.02	12.12	10.12
90-Perzentil	13	13	14		14	14	15	15	13	13
50-Perzentil	9	9	9		10	10	11	11	10	9
10-Perzentil	7	5	7		8	8	8	8	6	7
Minimalwert	4	5	6		7	8	8	7	6	6
Datum des Min.	06.08	04.07	08.08		06.08	23.07	Mehrere	22.10	18.10	19.11

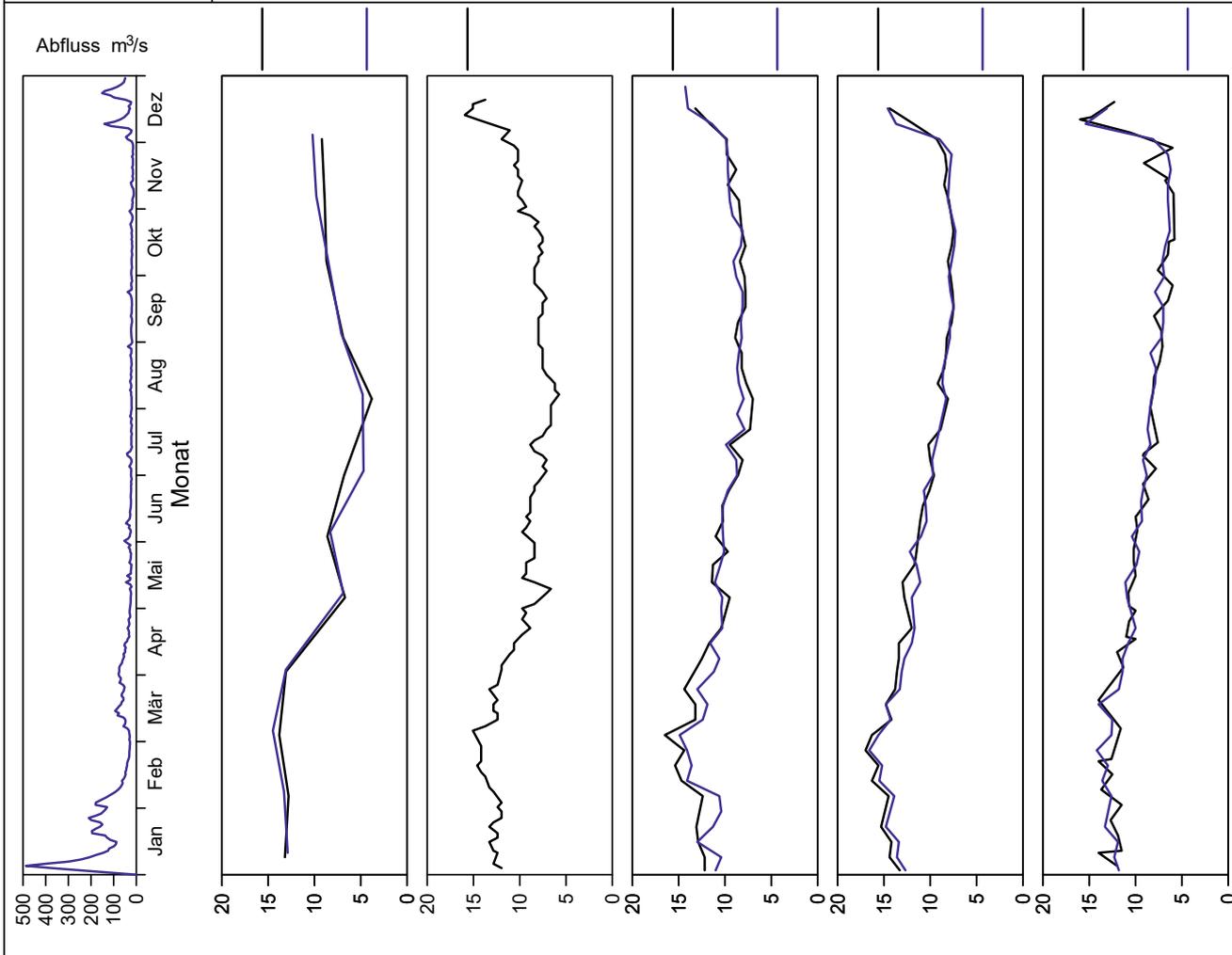


Bild 23.17: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
Fig. 23.17: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	131		47	52	47	47	44	47
Arith. Jahresmittel	< 0,30	< 0,30	0,20		0,18	0,16	0,13	0,11	0,14	0,11
Geom. Jahresmittel	< 0,30	< 0,30	0,18		0,17	0,15	0,12	0,10	0,13	0,10
Geom. Sommermittel	< 0,30	< 0,30	0,19		0,16	0,15	0,12	0,10	0,11	0,10
Geom. Wintermittel	< 0,30	< 0,30	0,16		0,17	0,15	0,12	0,11	0,14	0,10
Maximalwert	0,50	0,40	0,40		0,43	0,28	0,31	0,28	0,42	0,25
Datum des Max.	04.06	Mehrere	Mehrere		08.10	10.12	04.06	04.06	22.11	Mehrere
90-Perzentil	< 0,30	0,39	0,31		0,25	0,23	0,19	0,18	0,19	0,18
50-Perzentil	< 0,30	< 0,30	0,22		0,18	0,16	0,12	0,09	0,12	0,09
10-Perzentil	< 0,30	< 0,30	0,09		0,09	0,09	0,09	0,06	0,07	0,06
Minimalwert	< 0,30	< 0,30	< 0,06		0,06	0,07	0,06	0,03	0,06	0,06
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere	09.04	12.03	13.08	05.07	Mehrere

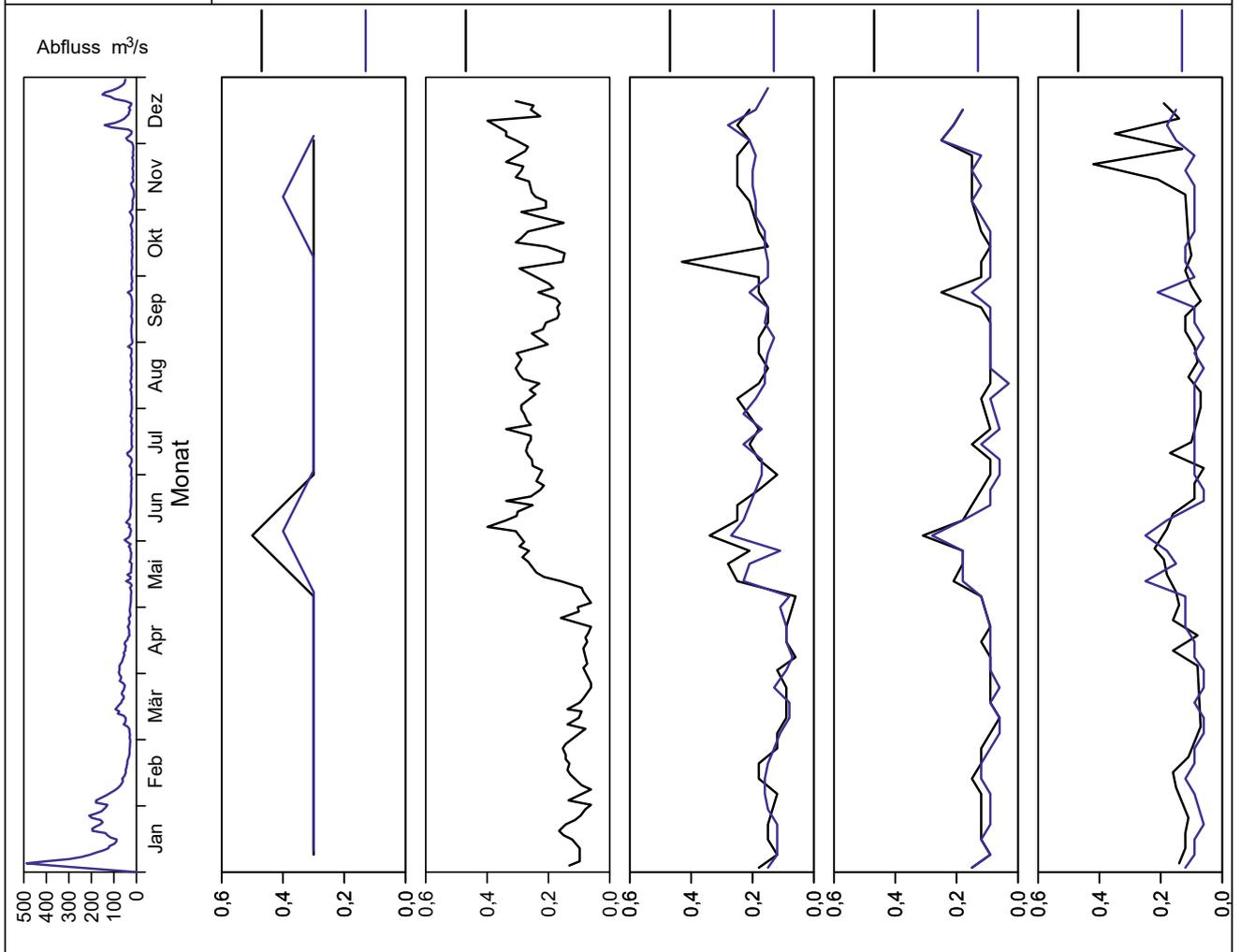


Bild 23.18: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 23.18: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gelöster organisch gebundener Kohlenstoff (DOC) Einheit: mg/l  
 Zielwert: 3 mg/l (wenn nicht geogen 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	131		47	52	54	54	55	59
Arith. Jahresmittel	2,6	2,9	3,0		2,7	2,5	2,7	2,6	2,6	2,8
Geom. Jahresmittel	2,6	2,7	3,0		2,6	2,4	2,7	2,6	2,6	2,7
Geom. Sommermittel	2,8	2,8	3,2		2,9	2,7	2,8	2,8	2,8	2,8
Geom. Wintermittel	2,3	2,6	2,6		2,4	2,1	2,6	2,5	2,4	2,7
Maximalwert	<b>3,2</b>	<b>6,1</b>	<b>4,3</b>		<b>3,7</b>	<b>3,2</b>	<b>5,6</b>	<b>4,4</b>	<b>3,8</b>	<b>6,5</b>
Datum des Max.	04.06	07.11	Mehrere		23.07	Mehrere	10.12	10.12	13.06	10.12
90-Perzentil	3,1	3,3	3,7		3,3	3,1	3,2	3,1	3,1	3,5
50-Perzentil	2,9	2,9	3,1		2,8	2,7	2,7	2,6	2,7	2,7
10-Perzentil	1,8	1,8	2,1		2,0	1,7	2,3	2,1	2,0	2,2
Minimalwert	1,6	1,6	1,6		1,7	1,0	2,0	1,7	1,6	1,6
Datum des Min.	05.02	07.02	Mehrere		15.01	26.03	28.12	28.12	08.02	19.03

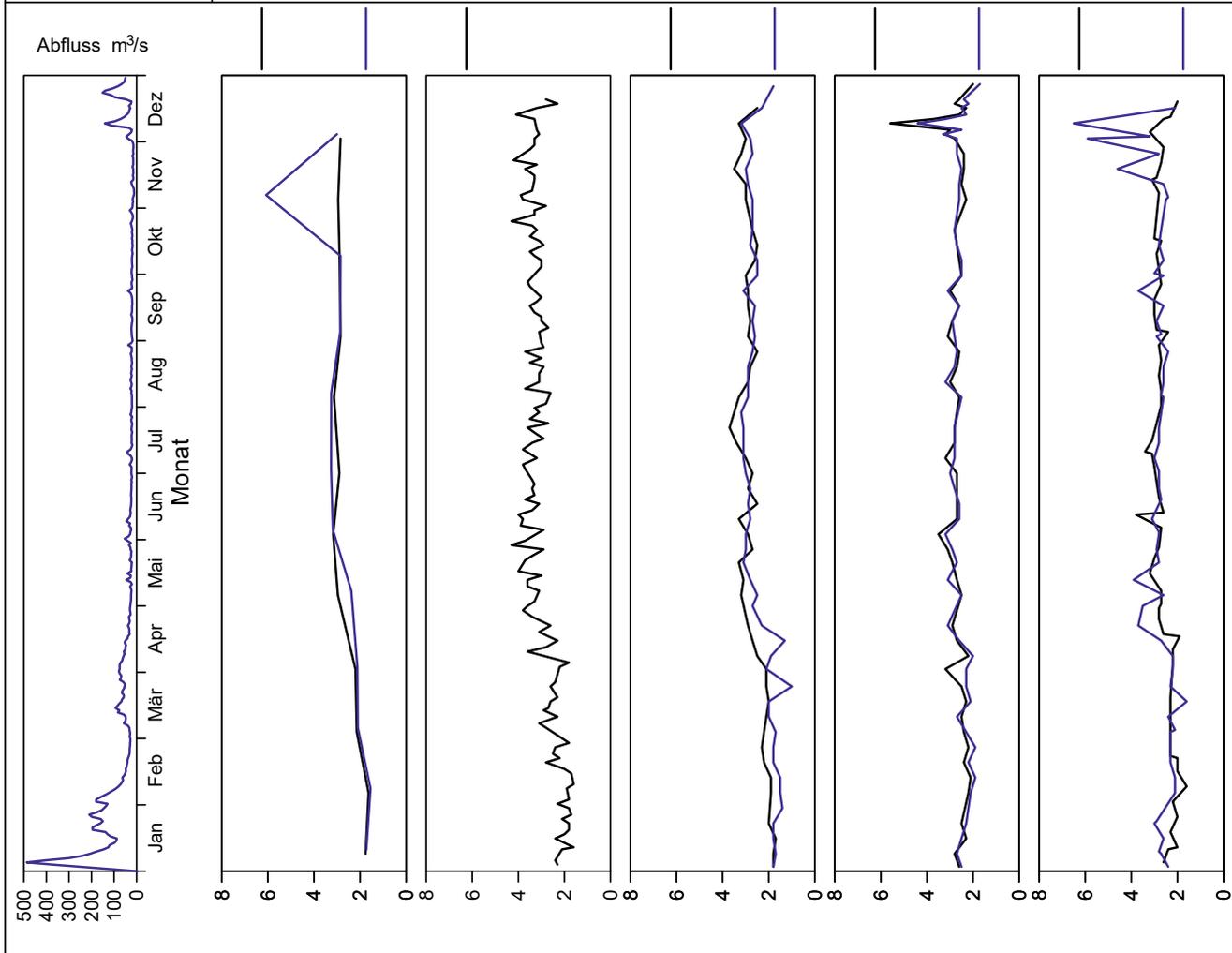


Bild 23.19: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 23.19: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	131		47	52	54	54	44	59
Arith. Jahresmittel	6,5	6,4	6,9		6,7	6,6	6,1	6,0	6,5	6,3
Geom. Jahresmittel	6,3	6,2	6,7		6,5	6,5	6,0	5,8	6,4	6,1
Geom. Sommermittel	7,1	6,7	7,2		7,2	7,1	6,5	6,4	6,7	6,5
Geom. Wintermittel	5,7	5,8	6,2		5,8	5,9	5,7	5,4	6,1	5,8
Maximalwert	8,4	8,2	10,6		8,7	9,6	10,0	12,5	9,0	13,3
Datum des Max.	04.06	06.06	11.07		16.07	10.12	10.12	10.12	06.12	10.12
90-Perzentil	7,8	7,8	8,9		8,1	8,2	7,3	7,1	7,7	7,5
50-Perzentil	7,0	7,0	7,3		7,3	7,0	6,0	6,0	6,4	6,1
10-Perzentil	4,7	4,7	4,5		4,6	4,7	5,0	4,6	5,4	4,8
Minimalwert	4,4	4,2	2,3		4,0	4,1	4,3	1,7	4,4	2,2
Datum des Min.	05.02	07.02	26.03		Mehrere	Mehrere	Mehrere	15.01	08.02	07.08

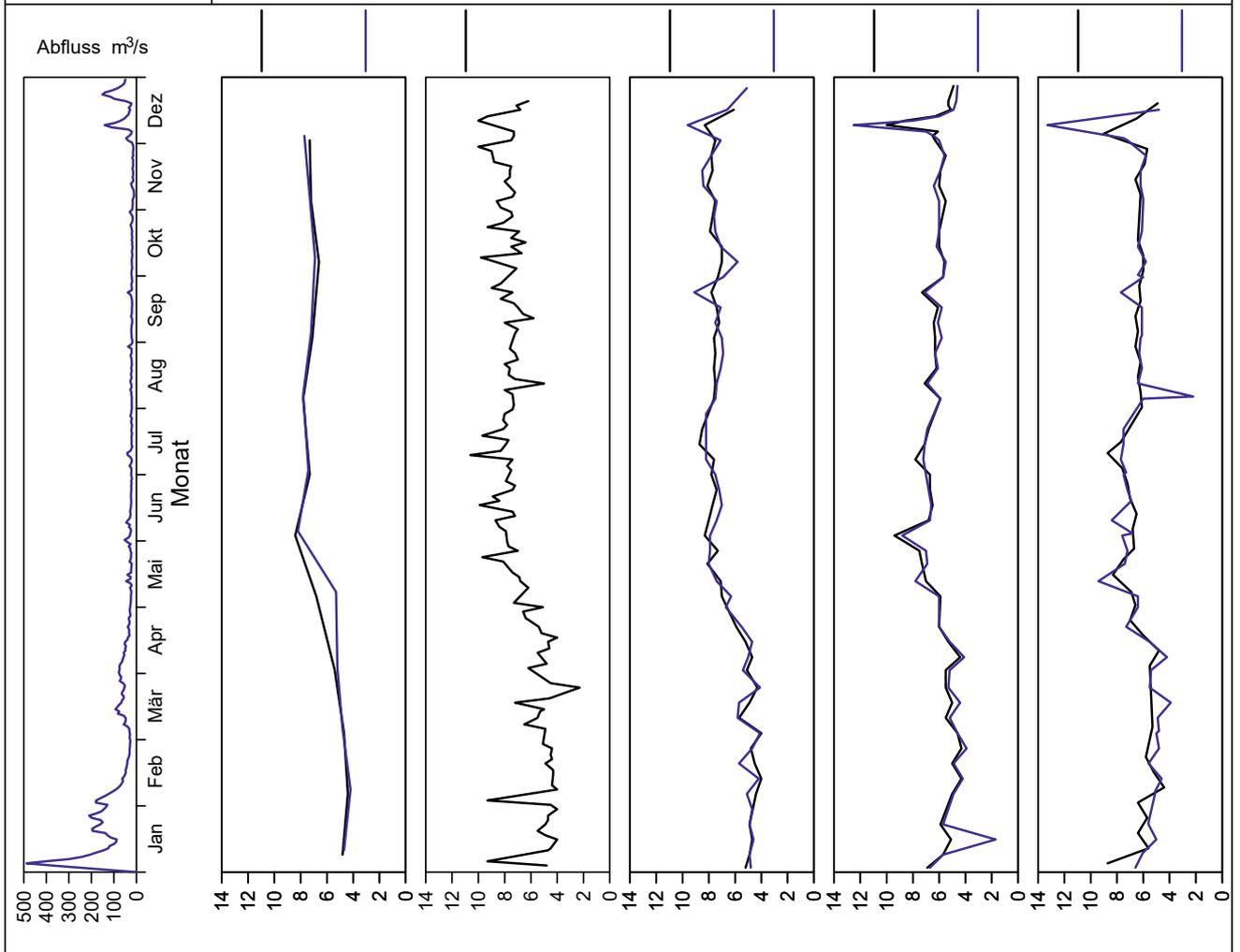


Bild 23.20: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 23.20: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	12	12	131		4	52	4	4	44	4
Arith. Jahresmittel	0,39	0,38	0,40		0,42	0,43	0,35	0,32	0,37	0,32
Geom. Jahresmittel	0,38	0,36	0,38		0,40	0,41	0,35	0,32	0,36	0,32
Geom. Sommermittel	0,45	0,40	0,41		0,50	0,45	0,40	0,35	0,38	0,35
Geom. Wintermittel	0,32	0,33	0,35		0,32	0,38	0,30	0,30	0,34	0,30
Maximalwert	0,50	0,50	0,70		0,50	0,70	0,40	0,40	0,70	0,40
Datum des Max.	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	22.05	06.12	22.05
90-Perzentil	0,50	0,50	0,50		0,50	0,50	0,40	0,37	0,47	0,37
50-Perzentil	0,40	0,40	0,40		0,50	0,40	0,35	0,30	0,40	0,30
10-Perzentil	0,30	0,21	0,20		0,29	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Minimalwert	0,20	0,20	0,10		0,20	0,20	0,30	0,30	0,20	0,30
Datum des Min.	05.02	Mehrere	03.12		19.02	Mehrere	Mehrere	Mehrere	08.02	Mehrere

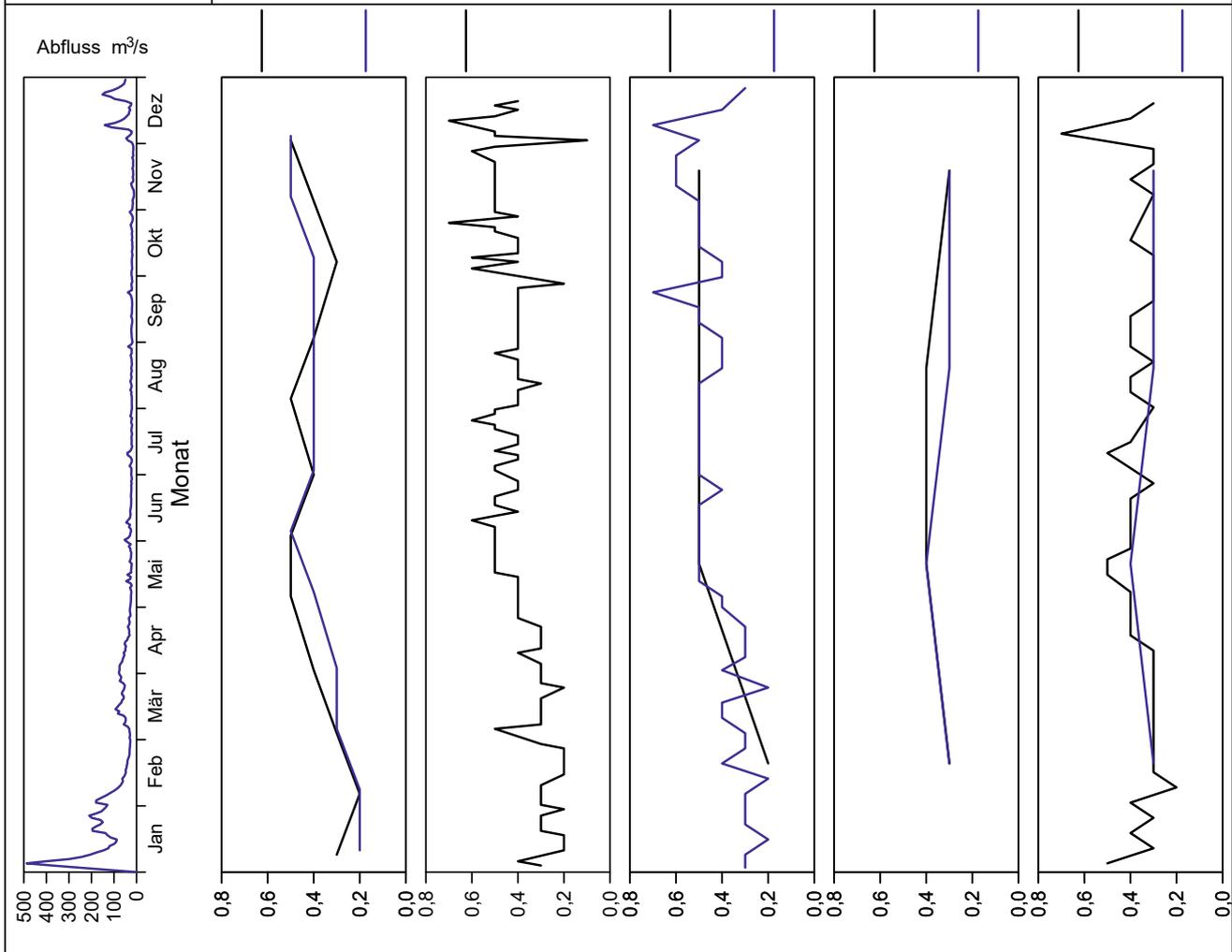


Bild 23.21: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 23.21: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Cadmium  
Zielwert:

Einheit: µg/l

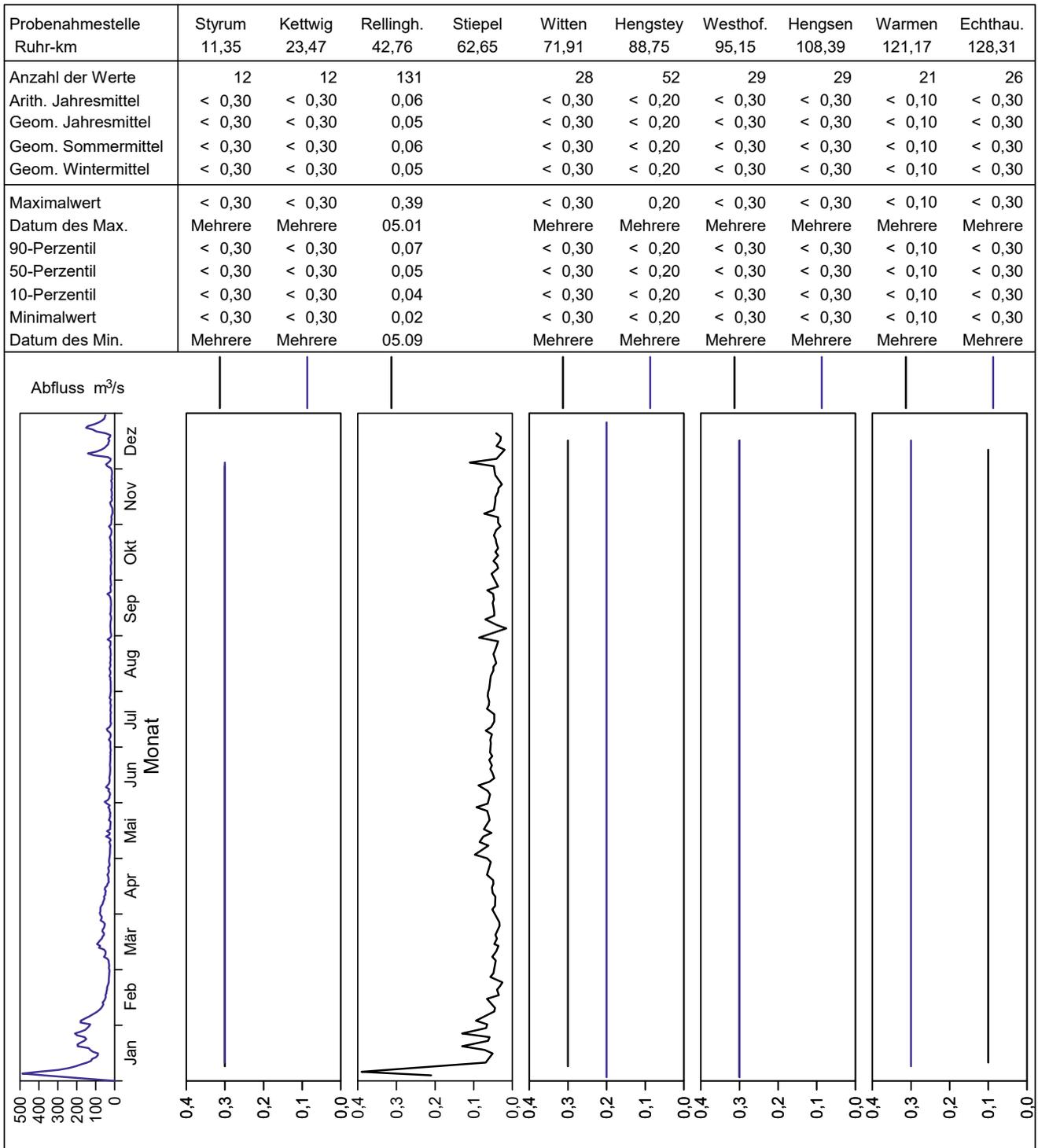


Bild 23.22: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
Fig. 23.22: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	131		28	52	29	29	21	26
Arith. Jahresmittel	< 1,0	< 1,0	0,5		< 2,0	< 1,0	< 2,0	< 2,0	< 0,5	< 2,0
Geom. Jahresmittel	< 1,0	< 1,0	< 0,5		< 2,0	< 1,0	< 2,0	< 2,0	< 0,5	< 2,0
Geom. Sommermittel	< 1,0	< 1,0	< 0,5		< 2,0	< 1,0	< 2,0	< 2,0	< 0,5	< 2,0
Geom. Wintermittel	< 1,0	< 1,0	< 0,5		< 2,0	< 1,0	< 2,0	< 2,0	< 0,5	< 2,0
Maximalwert	1,0	< 1,0	4,6		< 2,0	2,1	3,0	2,0	< 0,5	< 2,0
Datum des Max.	08.01	Mehrere	05.01		Mehrere	Mehrere	17.12	02.01	18.04	Mehrere
90-Perzentil	< 1,0	< 1,0	0,9		< 2,0	1,2	< 2,0	< 2,0	< 0,5	< 2,0
50-Perzentil	< 1,0	< 1,0	0,5		< 2,0	< 1,0	< 2,0	< 2,0	< 0,5	< 2,0
10-Perzentil	< 1,0	< 1,0	< 0,5		< 2,0	< 1,0	< 2,0	< 2,0	< 0,5	< 2,0
Minimalwert	< 1,0	< 1,0	< 0,5		< 2,0	< 1,0	< 2,0	< 2,0	< 0,5	< 2,0
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

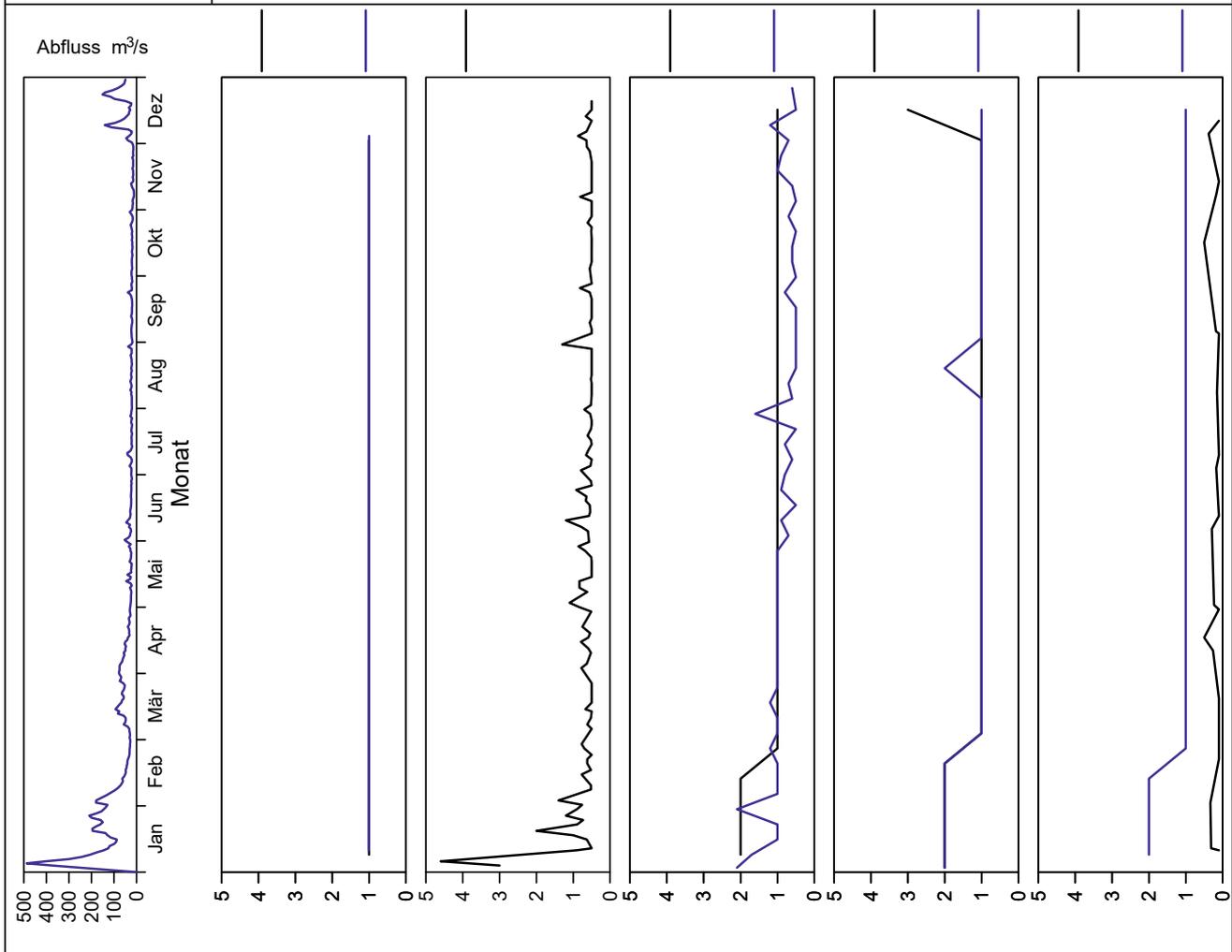


Bild 23.23: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 23.23: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Nickel  
Zielwert:

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	12	12	131		31	52	32	29	21	26
Arith. Jahresmittel	2,7	2,8	2,6		2,3	2,9	< 2,0	< 2,0	1,8	< 2,0
Geom. Jahresmittel	2,6	2,7	2,4		< 2,0	2,8	< 2,0	< 2,0	1,6	< 2,0
Geom. Sommermittel	2,6	2,9	2,5		2,3	2,8	< 2,0	< 2,0	1,7	< 2,0
Geom. Wintermittel	2,6	2,4	2,4		< 2,0	2,7	< 2,0	< 2,0	1,5	< 2,0
Maximalwert	3,0	4,0	9,0		5,0	5,1	7,0	7,0	5,0	3,0
Datum des Max.	Mehrere	06.06	10.10		Mehrere	08.01	17.12	03.12	10.01	Mehrere
90-Perzentil	3,0	3,0	3,3		5,0	4,0	3,0	2,2	2,0	2,0
50-Perzentil	3,0	3,0	2,3		2,0	3,0	2,0	2,0	1,9	< 2,0
10-Perzentil	2,0	2,0	2,0		< 2,0	2,0	< 2,0	< 2,0	1,0	< 2,0
Minimalwert	2,0	2,0	1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	05.09		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	01.02	Mehrere

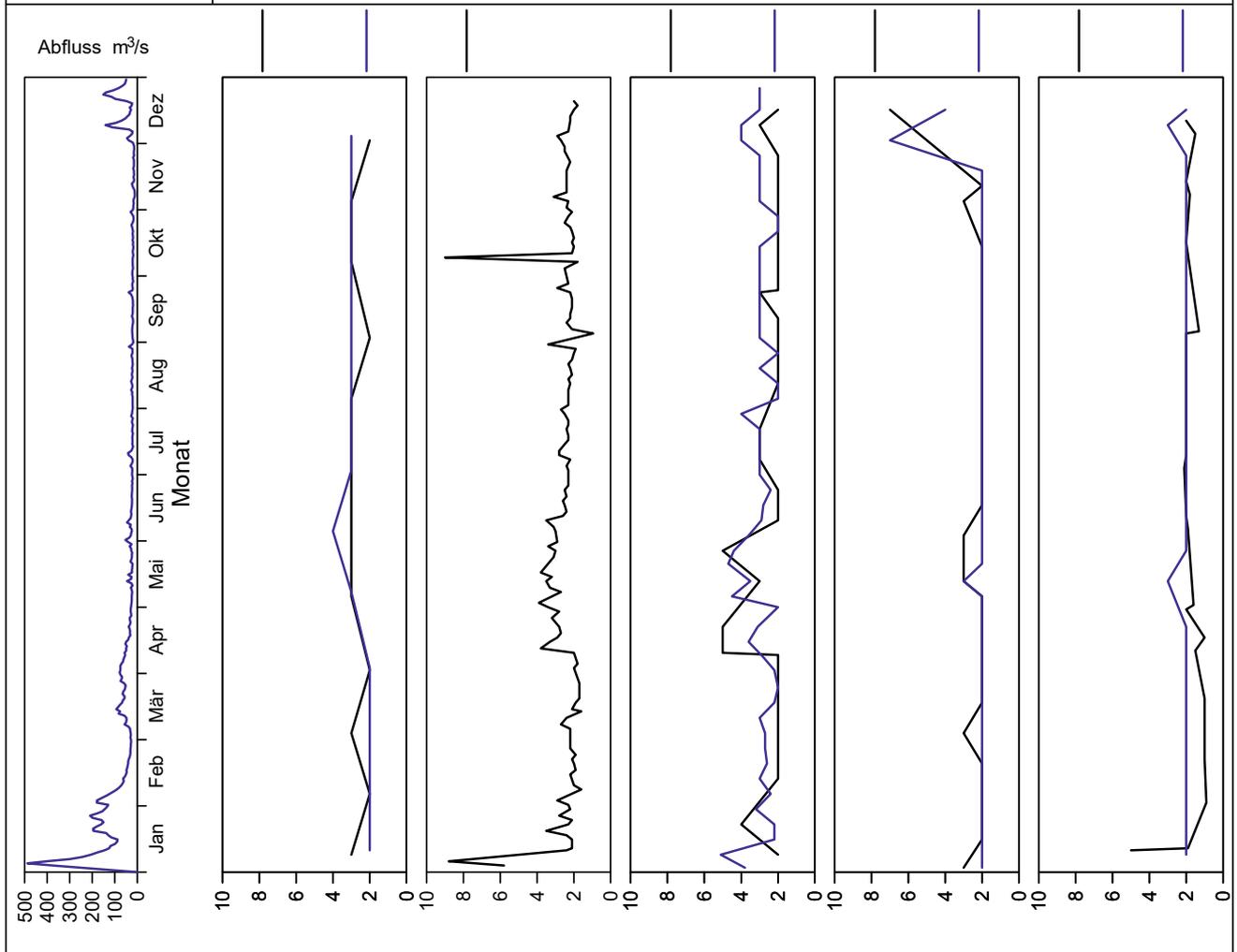


Bild 23.24: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
Fig. 23.24: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	12	12	131		47	52	47	47	22	47
Arith. Jahresmittel	32	29	17		16	33	15	9	15	11
Geom. Jahresmittel	23	22	15		15	28	8	6	14	9
Geom. Sommermittel	15	17	14		12	30	4	4	14	8
Geom. Wintermittel	34	28	15		18	26	17	9	13	10
Maximalwert	68	50	41		33	110	93	23	26	41
Datum des Max.	04.06	07.03	18.05		22.05	30.07	05.11	26.02	Mehrere	22.05
90-Perzentil	65	48	29		24	53	23	17	24	19
50-Perzentil	26	30	16		16	30	12	7	13	10
10-Perzentil	8	7	10		8	15	< 2	< 2	8	6
Minimalwert	1	2	< 10		3	< 10	< 2	< 2	8	< 2
Datum des Min.	07.05	04.07	Mehrere		Mehrere	23.04	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

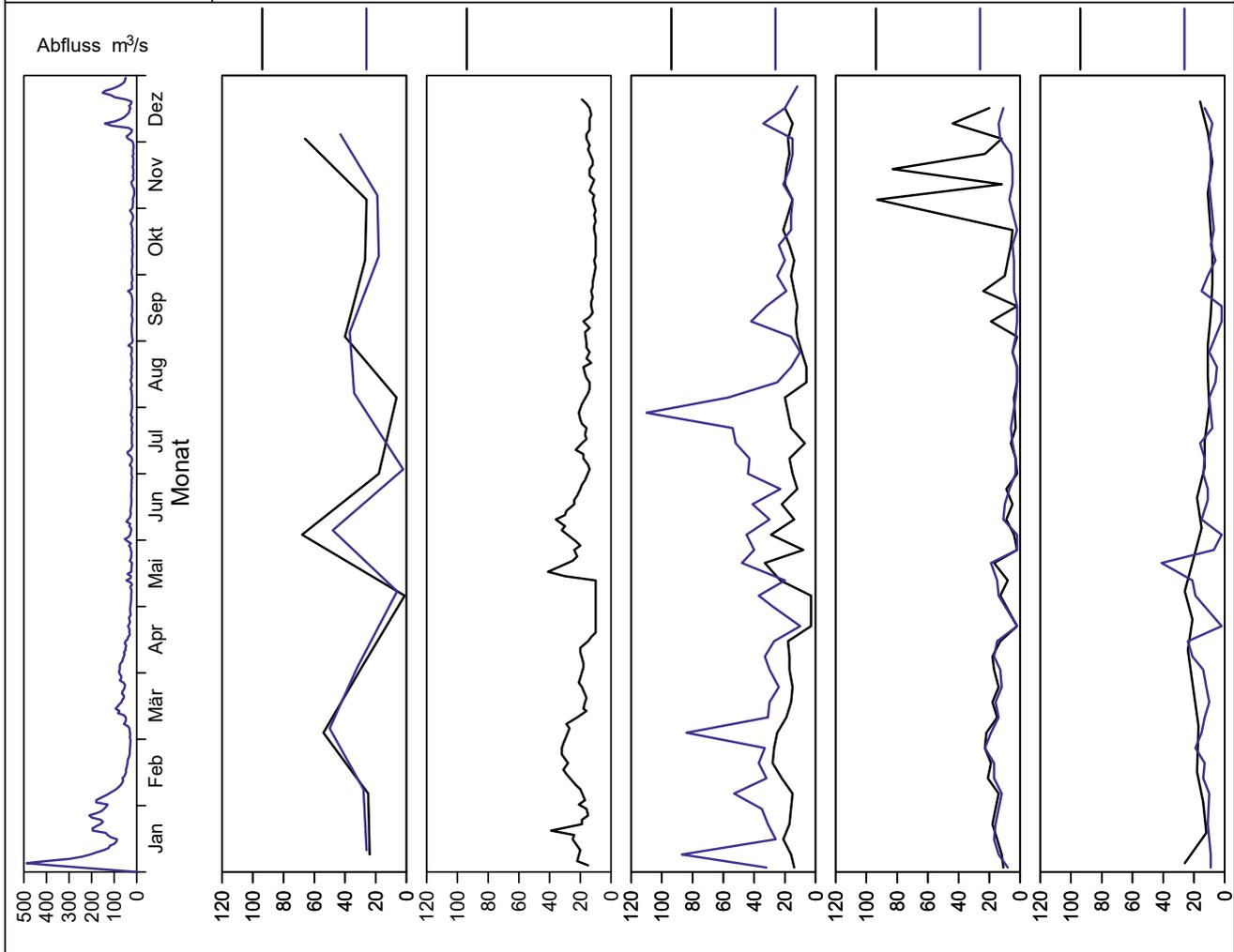


Bild 23.25: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 23.25: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX) Einheit: µg/l

Zielwert:

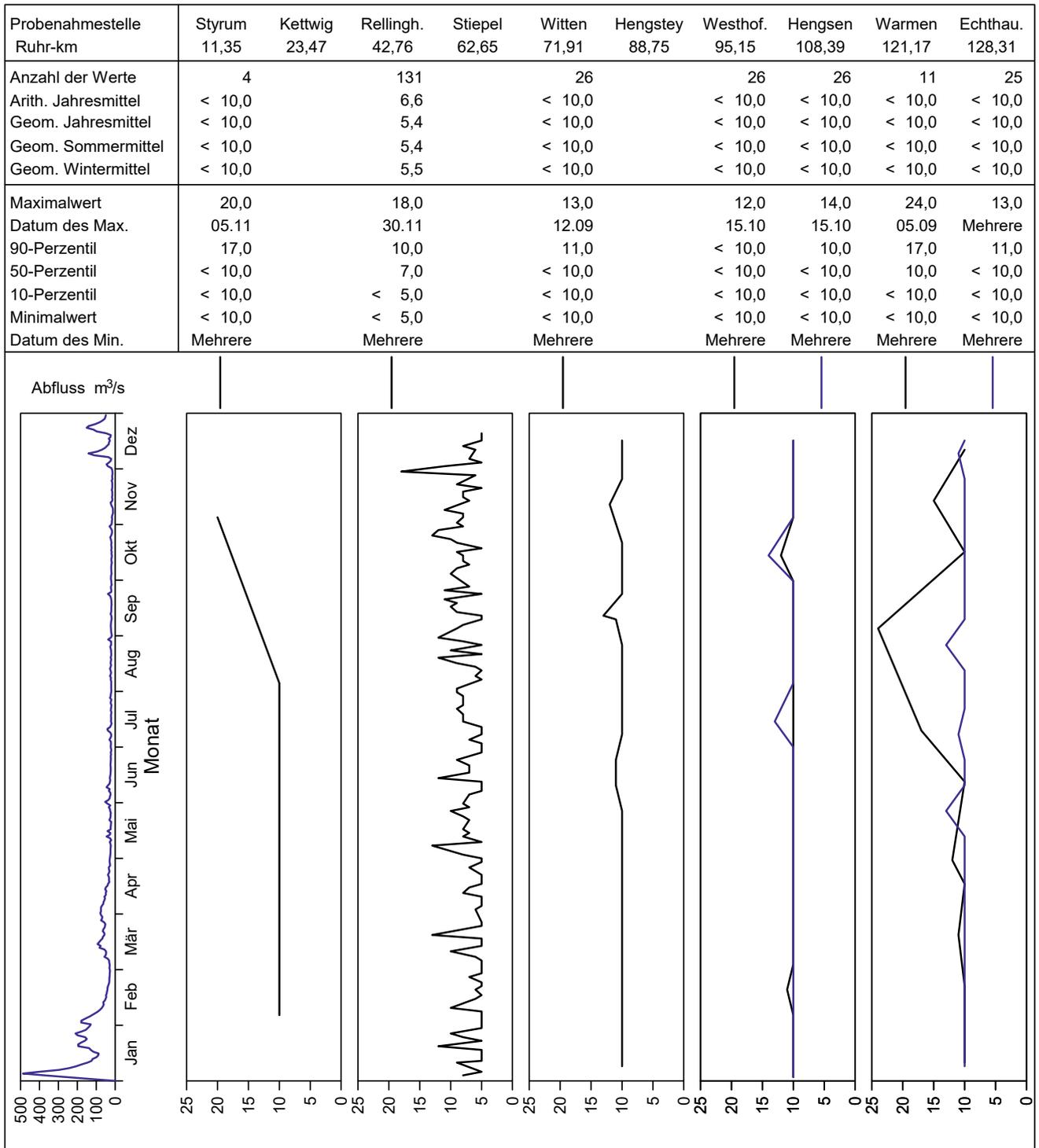


Bild 23.26: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 23.26: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	4				26	51	26	26	11	26
Arith. Jahresmittel	< 0,10				< 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	< 0,10
Geom. Sommermittel	< 0,10				< 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	< 0,10
Maximalwert	< 0,10				0,10	< 0,10	0,10	0,10	0,10	< 0,10
Datum des Max.	Mehrere				08.01	Mehrere	Mehrere	Mehrere	10.01	Mehrere
90-Perzentil	< 0,10				< 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	< 0,10
10-Perzentil	< 0,10				< 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	< 0,10
Datum des Min.	Mehrere				Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

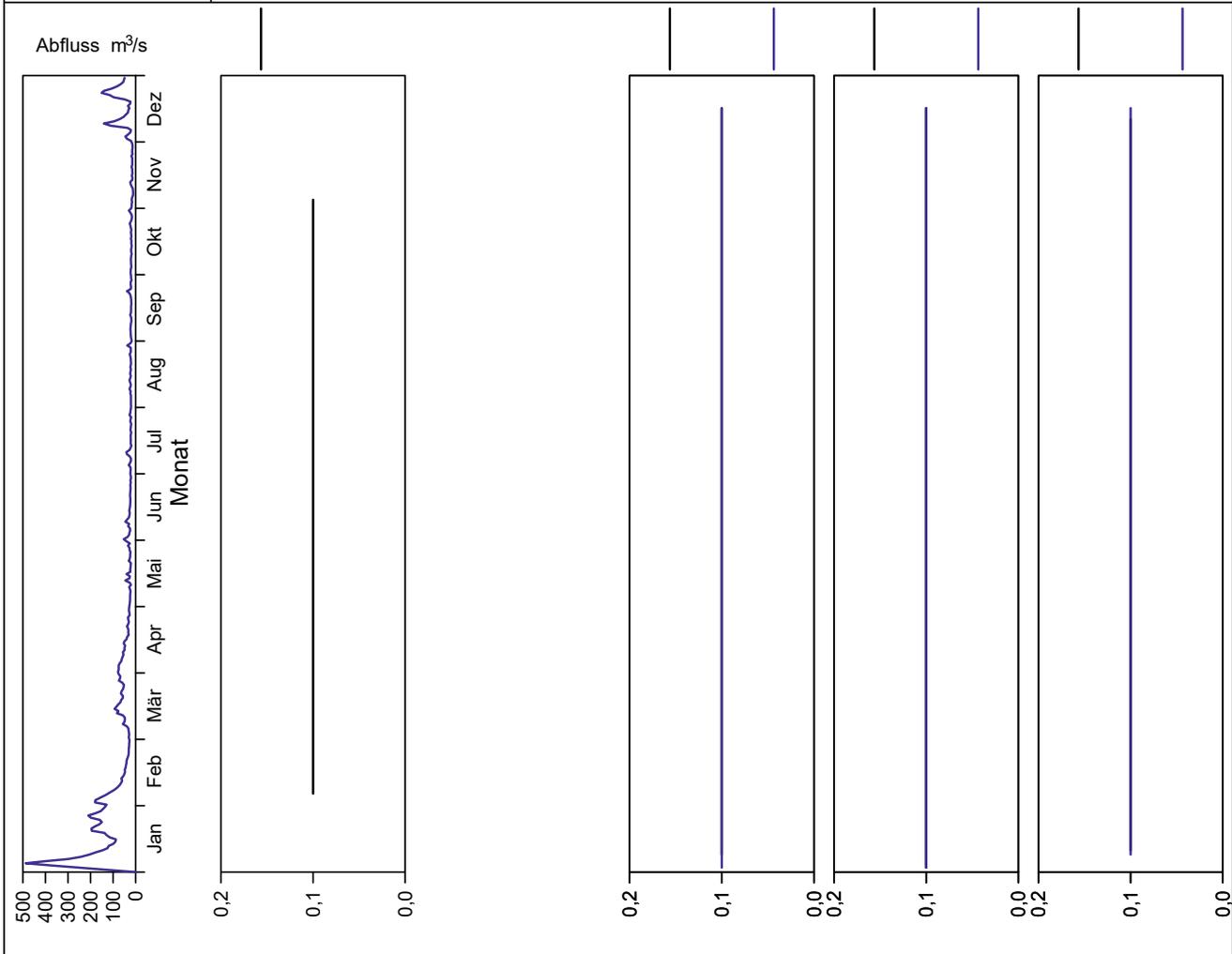


Bild 23.27: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 23.27: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Trichlorethen  
 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	4				26	51	26	26	11	26
Arith. Jahresmittel	< 0,10				< 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	< 0,10
Geom. Sommermittel	< 0,10				< 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	< 0,10
Maximalwert	< 0,10				< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Datum des Max.	Mehrere				Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere
90-Perzentil	< 0,10				< 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	< 0,10
10-Perzentil	< 0,10				< 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	< 0,10
Datum des Min.	Mehrere				Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

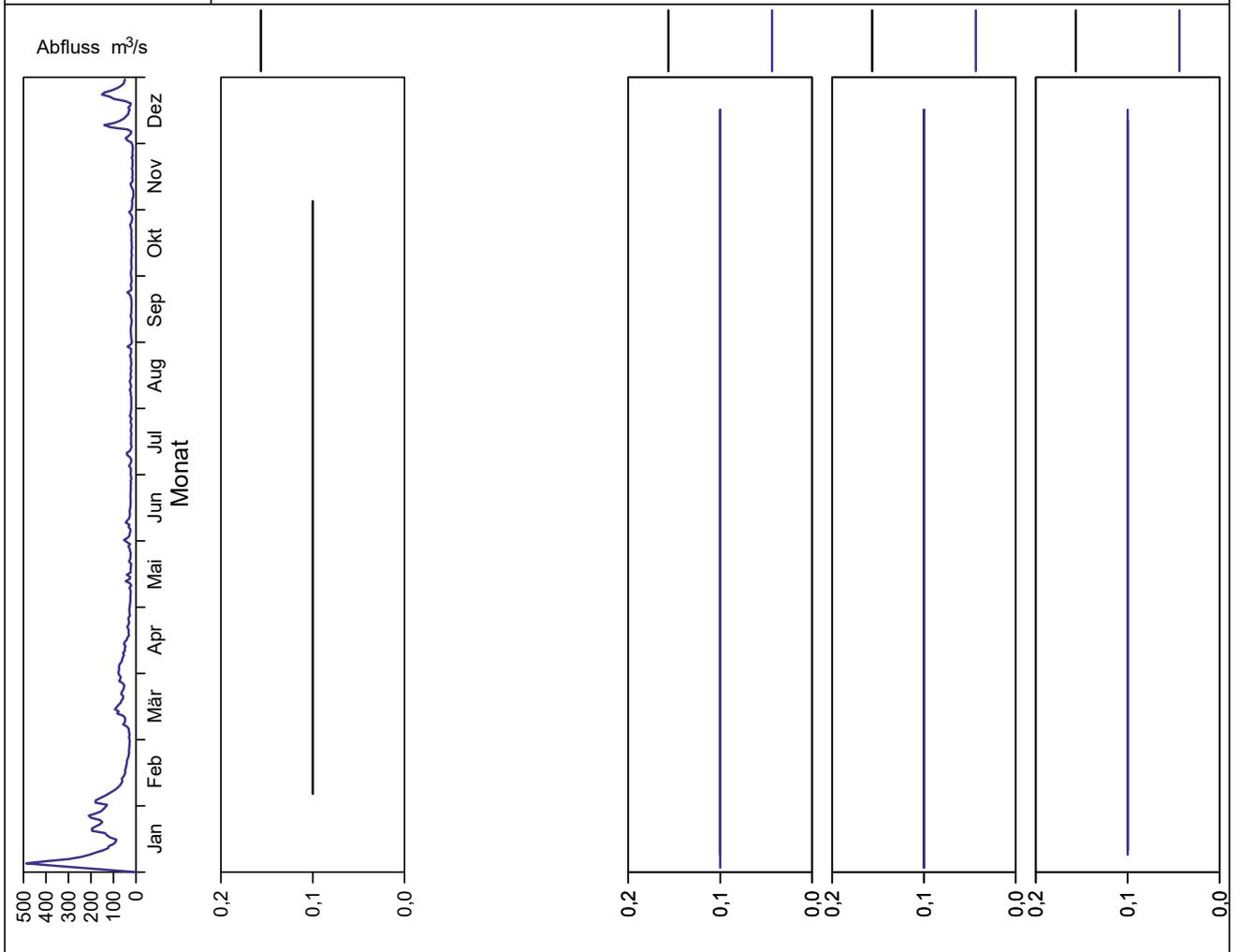


Bild 23.28: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 23.28: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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		130		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		<b>2,2</b>		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Datum des Max.	Mehrere		17.01		Mehrere	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

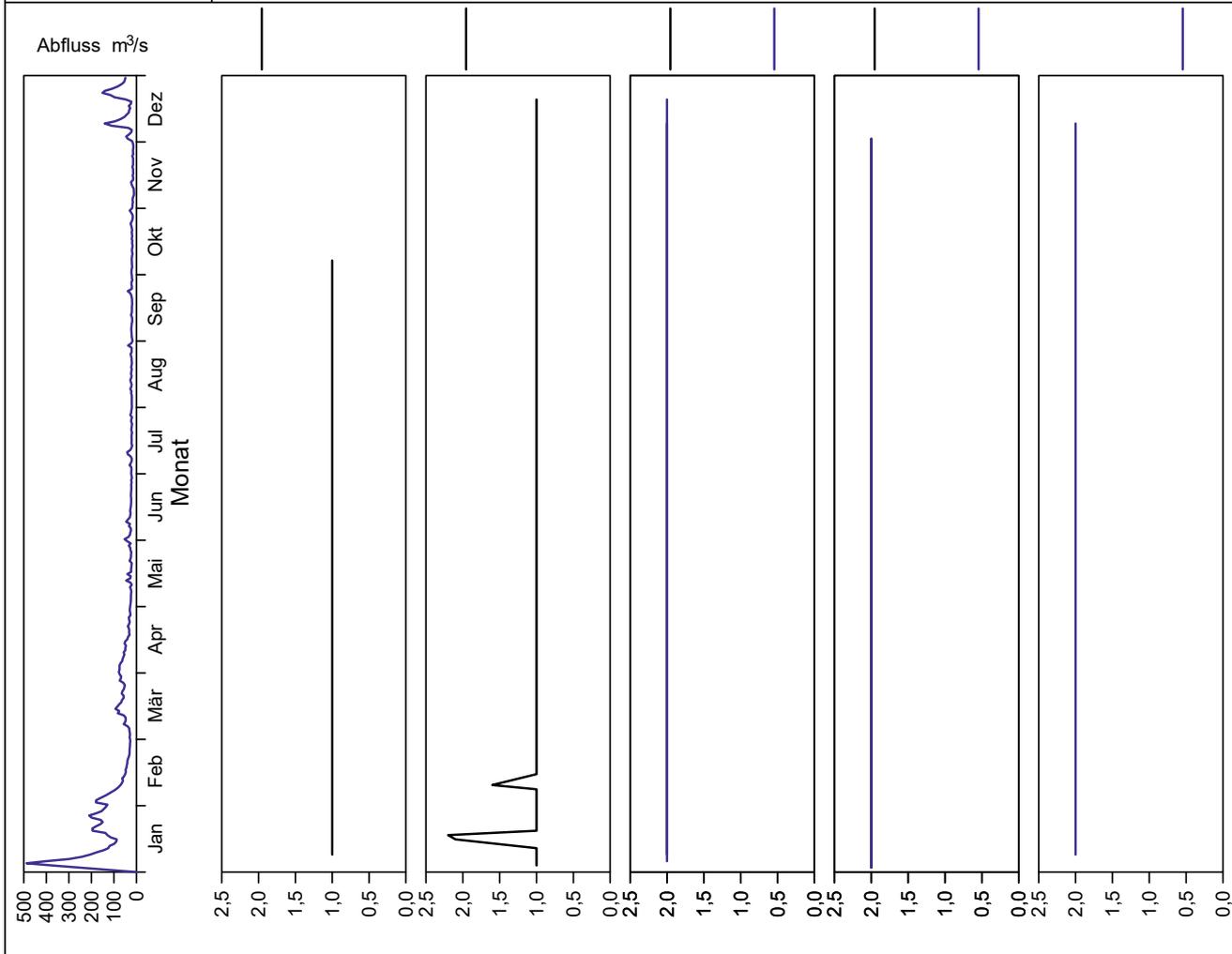


Bild 23.29: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 23.29: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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		130		24	12	24	24		24
Arith. Jahresmittel	2,4		3,3		5,6	6,4	2,7	2,0		1,7
Geom. Jahresmittel	1,2		2,9		3,9	5,1	1,9	1,4		1,3
Geom. Sommermittel	1,0		3,3		4,9	6,4	2,1	1,3		1,3
Geom. Wintermittel	1,3		2,3		3,1	4,1	1,7	1,4		1,3
Maximalwert	<b>5,6</b>		<b>8,7</b>		<b>22,2</b>	<b>13,0</b>	<b>8,6</b>	<b>7,0</b>		<b>4,0</b>
Datum des Max.	08.10		25.07		23.07	21.12	03.12	03.12		Mehrere
90-Perzentil	5,0		5,1		9,8	10,8	4,5	3,6		3,5
50-Perzentil	2,0		3,1		4,8	6,6	2,8	2,0		1,7
10-Perzentil	< 1,0		1,5		1,7	2,3	< 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		03.01		Mehrere	05.01	Mehrere	Mehrere		Mehrere

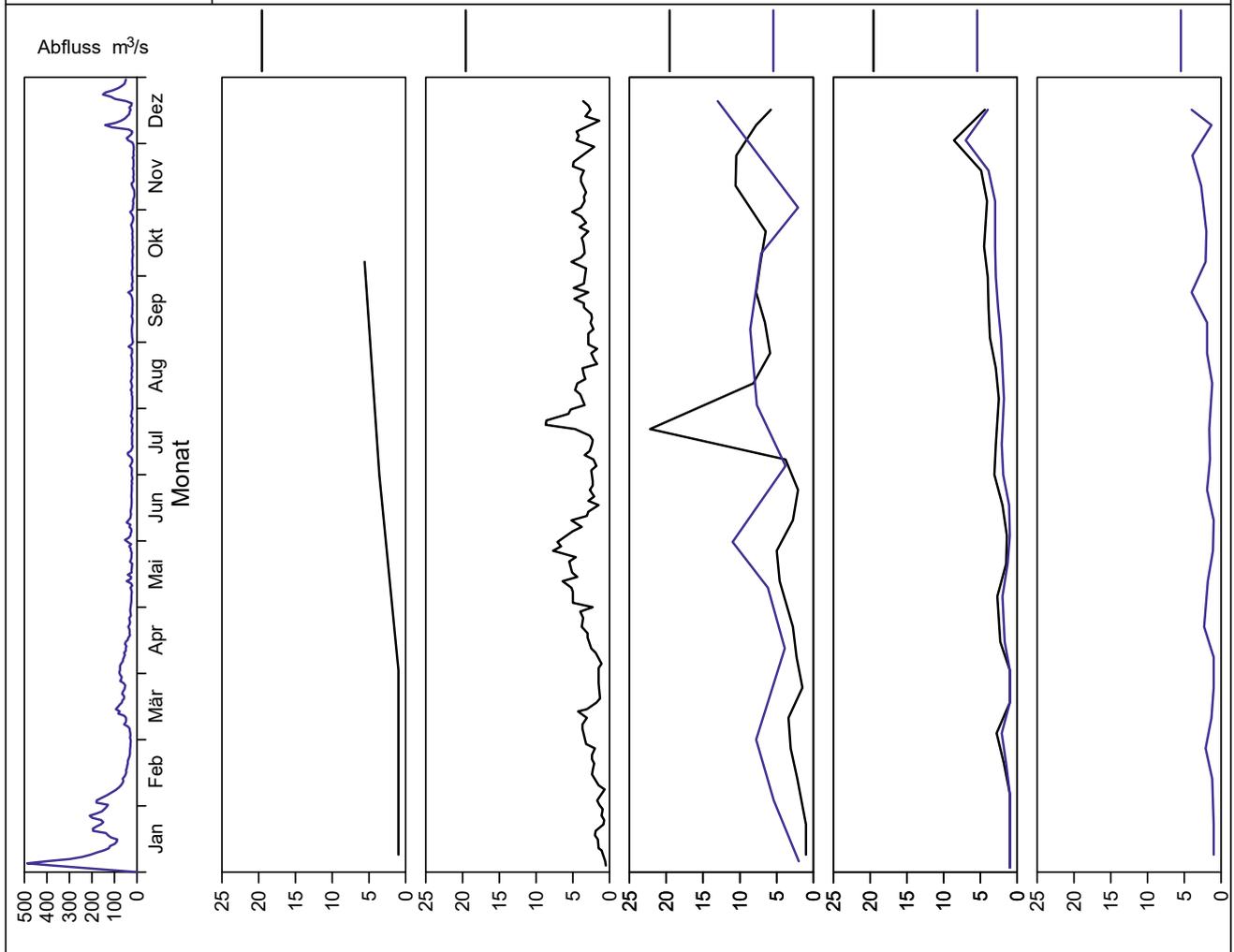


Bild 23.30: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 23.30: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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		130		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	< 1,0		1,0		< 1,0	< 2,0	<b>1,3</b>	<b>1,7</b>		< 1,0
Datum des Max.	08.01		08.10		Mehrere	Mehrere	03.12	03.12		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

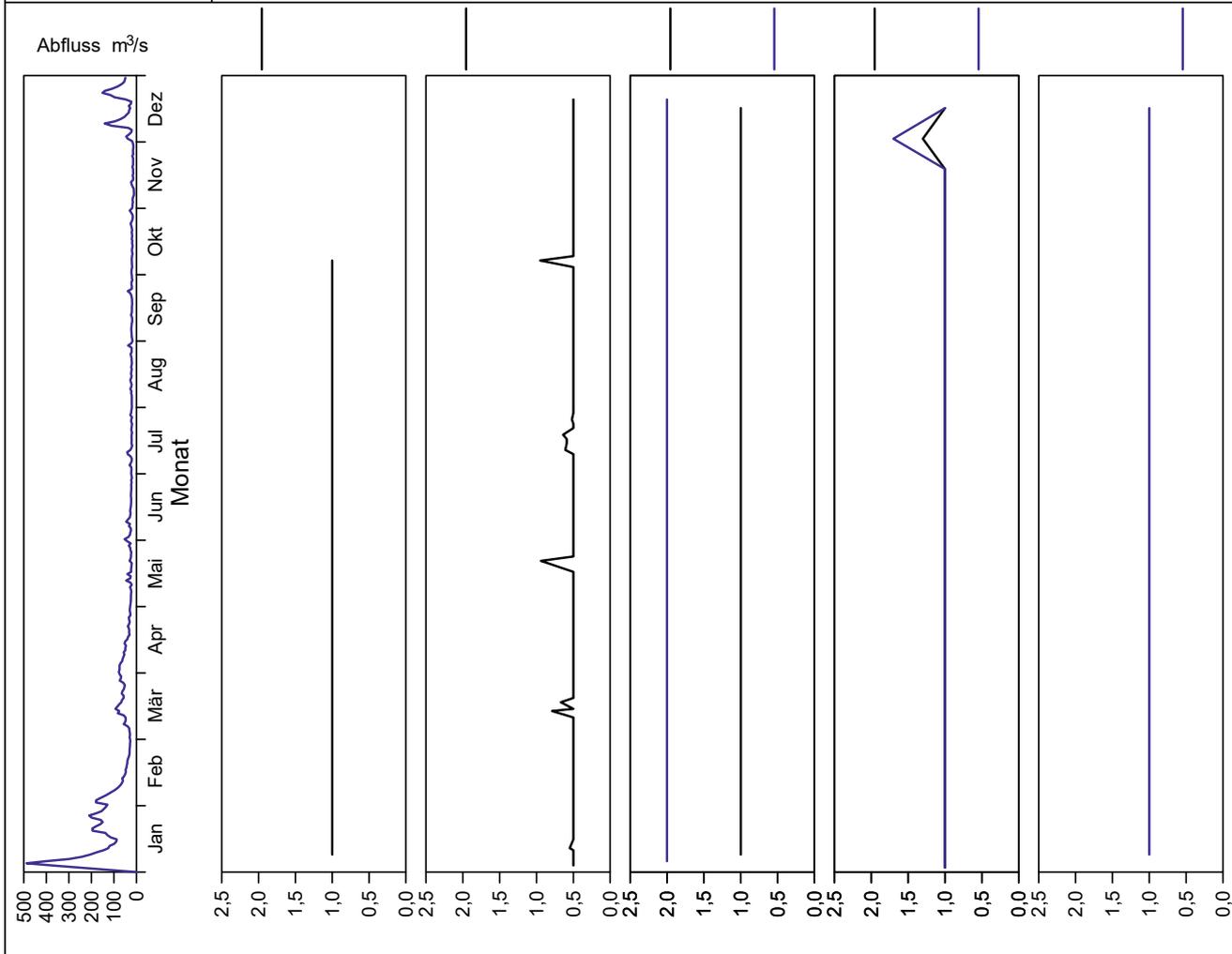


Bild 23.31: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 23.31: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Coliforme Bakterien  
Zielwert:

Einheit: 1/100 ml

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	48		51	52	43	44	47	52
Arith. Jahresmittel	5890	6189	3794		4877	4720	10908	8428	1986	9168
Geom. Jahresmittel	2884	1550	2288		2363	1366	3606	3042	1325	2723
Geom. Sommermittel	3058	3135	3505		2954	870	3056	3175	1242	3270
Geom. Wintermittel	2719	766	1494		1874	2146	4063	2954	1456	2268
Maximalwert	24200	48400	24196		52000	69000	140000	65000	10462	140000
Datum des Max.	06.08	08.08	24.09		02.01	10.12	24.09	14.05	25.01	24.09
90-Perzentil	18824	8806	7990		14000	13600	14600	24400	4456	28500
50-Perzentil	2320	1610	2282		2000	960	2600	2450	1081	2100
10-Perzentil	851	191	661		700	371	1000	670	475	596
Minimalwert	480	134	313		260	190	170	270	278	120
Datum des Min.	05.03	10.10	26.03		05.11	07.05	17.12	17.12	19.04	17.12

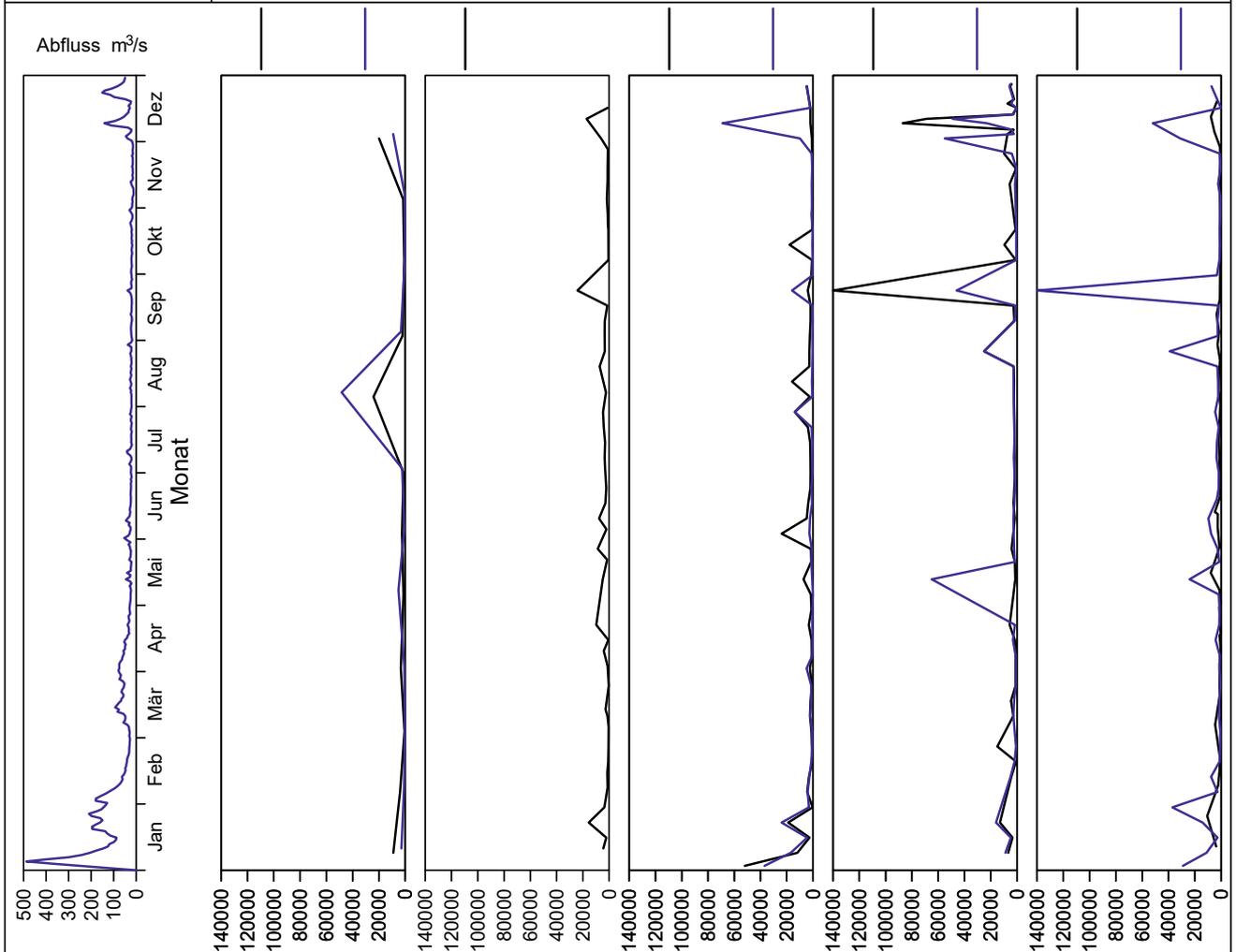


Bild 23.32: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
Fig. 23.32: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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

Kenngroße	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 %	Maximalwert ng/l
Atrazin	93	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Bentazon	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Bifenox	95	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Bromoxynil	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Carbetamid	112	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	99	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Chlortoluron	94	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Clodinafop	93	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Clopyralid	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 100
2,4-D	187	1	0,5	0	0,0	0	0,0	6
Desethylatrazin	93	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Desethylterbuthylazin	94	4	4,3	0	0,0	2	2,1	70
Desisopropylatrazin	4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Desmedipham	114	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Dichlorprop	94	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Diflufenikan	93	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Dimefuron	112	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Diuron	94	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Epoxiconazol	68	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Ethofumesat	75	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Fenpropimorph	68	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Flufenacet	206	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Fluroxypyr	187	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 100
Flurtamone	112	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Hexazinon	187	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Ioxynil	187	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Isoproturon	94	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
MCPA	188	32	17,0	1	0,5	1	0,5	130
Mecoprop	94	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Metamitron	93	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Metazachlor	94	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Methabenzthiazuron	112	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Metolachlor	94	3	3,2	2	2,1	2	2,1	110
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	187	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Propiconazol	68	1	1,5	0	0,0	1	1,5	54
Quinmerac	188	5	2,7	0	0,0	0	0,0	31
Simazin	93	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Tebuconazol	68	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Terbuthylazin	97	7	7,2	3	3,1	4	4,1	210

**Bachmann-Machnik, A., Dittmer, U., Schönfeld, A.:**

„Using Precipitation and Combined Sewer Overflow Data for Predicting Short-Term Hygienic Contaminations in Bathing Waters – A Data Analysis“

Vortrag auf der 11. International Conference on Urban Drainage Modelling, 23.-26.9.2018, Palermo/Italien (Poster)

**Beier, M., Schneider, Y.:**

„Phosphorus Removal and Recovery in Focus of a Holistic Wastewater. Treatment of the Future“

In: Schaum, C. (Ed.), Phosphorus: Polluter and Resource of the Future – Removal and Recovery from Wastewater, IWA Publishing, London 2018

**Bettzieche, V., et al.:**

„Damage identification using inverse analysis in coupled thermo-hydro-mechanical problems applied to masonry dams“  
„Schadenserkennung mittels inverser Analyse bei gekoppelten thermo-hydro-mechanischen Problemen von Bruchsteinstaumauern“

Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, Volume 42, Issue 2, 10 February 2018

**Bettzieche, V., et al.:**

„Uncertainty Assessment in the Results of Inverse Problems: Applied to Damage Detection in Masonry Dams“

„Beurteilung der Unsicherheit von Ergebnissen inverser Probleme: Anwendung auf die Schadenserkennung bei Bruchsteinstaumauern“

International Journal of Reliability and Safety, Vol. 12, Nos. 1/2, 2018

**Bettzieche, V.:**

„Kostengünstiger Hochwasserrückhalt an Straßen- und Wegedämmen?“

„Cost-effective flood retention at road dams?“

IFAT 26.07.2018, München

**Bettzieche, V.:**

„Zuverlässigkeitsnachweise für kleine Staudämme“

„Stability assesement of small dams“

BEW-Seminar Überwachung kleiner Stauanlagen, 25.6.2018, Essen

**Demisch, G.:**

„Plausibilitätsprüfung und dynamische Alarmierung automatischer Messdaten in der GeODin-Datenbank“

„Plausibility check and dynamical alarm of automatically collected measurements in the GeODin database“

WasserWirtschaft, 108. Jahrgang, Heft 10/2018, S. 30-33

**Bäumer, A.:**

„INTEGRATED ASSET MANAGEMENT beim Ruhrverband – der (mühsame) Weg zu einer strukturierten Reinvestitionsplanung“

„INTEGRATED ASSET MANAGEMENT as an Approach to Structured Future (Re)Investments“

Tagungsband zum 36. Bochumer Workshop, 20.9.2018

**Bäumer, A.:**

„Anwendung der Kosten-Leistungsrechnung in der Abwasserwirtschaft“

„Application of Activity-Based Costing in the Wastewater Industry“

Tagungsband zum Wasser-Wirtschaftskurs Q/2 in Göttingen, 7.11.2018

**Hoffmann, A., Kühlmann, M.:**

„Qualitätssicherung bei Planung und Bau von Fischaufstiegsanlagen“

„Quality assurance at the design and construction of an upstream fish pass“

Vortrag auf dem BEW-Seminar Fischdurchgängigkeit, 13.9.2018, Essen

**Kühlmann, M.:**

„Die Bedeutung regionaler Besatzfische und Empfehlungen zum Fischbesatz“

„The importance of regional fishes and recommendations for fish stocking“

Vortrag auf dem LFV-Fischerei-Stammtisch, 5.12.2018, Lemgo

**Jardin, N.:**

„Erfordernis einer weitergehenden Abwasserbehandlung – Perspektiven und Erfahrungen eines Wasserverbandes“

„Advanced wastewater treatment – Perspectives and experiences of a water utility“

In: Institut IWAR der TU Darmstadt (Hrsg.): Trends und Herausforderungen der weitergehenden Abwasserbehandlung, Band 255, 76–91, Darmstadt, Institut IWAR der TU Darmstadt

**Jardin, N.; Bäumer, A.:**

„Systematisches Reinvestitionsmanagement – Entwicklung eines Integrated Asset Management (IAM) beim Ruhrverband“

„Systematic management of reinvestments – Development of an Integrated Asset Management (IAM) at Ruhrverband“

In: Pinnekamp, J. (Hrsg.): 52. Essener Tagung für Wasser- und Abfallwirtschaft, Gewässerschutz, Wasser, Abwasser, Band 250, 17/1 - 17/13, Aachen, Gesellschaft zur Förderung der Siedlungswasserwirtschaft an der RWTH Aachen

**Jardin, N.:**

„Auswirkungen des neuen DWA-Merkblattes M 229 auf Planung, Ausschreibung, Ausführung und Betrieb von Belüftungssystemen“

„Effects of the new DWA standard M 229 on planning, tendering, construction and operation of aeration systems“

In: Institut IWAR der TU Darmstadt (Hrsg.): Planung und Betrieb von Belüftungssystemen im In- und Ausland, 21–35, Darmstadt, Institut IWAR der TU Darmstadt

**Jardin, N.:**

„Erfordernis einer weitergehenden Abwasserbehandlung – Perspektiven und Erfahrungen eines Wasserverbandes“  
“Advanced wastewater treatment – Perspectives and experiences of a water utility”  
90. Darmstädter Abwasserseminar, 31.01.2019, Darmstadt (s. auch Veröffentlichung)

**Jardin, N.:**

„Systematisches Reinvestitionsmanagement – Entwicklung eines Integrated Asset Management (IAM) beim Ruhrverband“  
“Systematic management of reinvestments – Development of an Integrated Asset Management (IAM) at Ruhrverband”  
52. Essener Tagung für Wasser- und Abfallwirtschaft, 20.03.2019, Aachen. (s. auch Veröffentlichung)

**Jardin, N.:**

„Digitalisierung als Mittel zum effizienten Management der wasserwirtschaftlichen Infrastruktur“  
“Digitization for efficient management of the water infrastructure”  
Forum Ruhrverband 2018, 21.06.2018, Essen

**Jardin, N.:**

„Umbau von Kläranlagen zur Deammonifikation“  
“Upgrading of wastewater treatment plants with deammonification”  
Technische Innovationen bei der Abwasserreinigung:  
50 Jahre Oswald Schulze-Stiftung, 27.09.2018, Münster

**Jardin, N.:**

“Energy management at wastewater treatment plants – Procedure and experiences at Ruhrverband”  
„Energiemanagement auf Kläranlagen – Vorgehen und Erfahrungen des Ruhrverbands“  
Wasser-Symposium Minnesota/Nordrhein-Westfalen, 25.10.2018, Essen.

**Jardin, N.:**

„Abwasserzusammensetzung und erforderliche Grundlagen-ermittlung zur Bemessung“  
“Wastewater composition and basic determination required for dimensioning”  
WasserWirtschafts-Kurs Q/2: Kommunale Abwasserbehandlung, 07.11.2018, Göttingen

**Schnatmann, C.:**

„Sicherer Betrieb von Faulgasanlagen“  
“Safety operation of digester gas plants”  
DWA-Seminar, 24./25.4.2018, Dortmund

**Schneider, Y. et al:**

„Phosphor: Von der Rückgewinnung zum Recycling“  
“Phosphorus: From Recovery to Recycling”  
Dritter Arbeitsbericht der DWA-Arbeitsgruppe KEK-1.1 ,  
in: KA – Korrespondenz Abwasser, Abfall, Heft: Nr. 8,  
August 2018, S. 710-717

**Schönfeld, A., Schneider, Y., Riechel, M., Seis, W., Matzinger, A., Rouault, P.:**

„Modellierung der Mischwassereinträge als Grundlage für die Maßnahmenplanung“  
Vortrag auf der FLUSSHYGIENE Abschlussveranstaltung, 26.11.2018, Berlin (Poster)

**Schönfeld, A., Seis, W., Faber, M., Weise, L., Selinka, H.-C., Mälzer, H.-J.:**

„Eintragspfad“  
Vortrag auf dem Bund-Länder-Workshop im Rahmen von FLUSSHYGIENE, 8.3.2018, Düsseldorf

**Weyand, M., Niemann, A.:**

„Einfluss dynamischer Prozesse auf die Fließgewässerbewertung gemäß WRRL – Ansprüche der Biologie an die hydraulischen Bedingungen“  
“Influence of dynamic processes on the evaluation of river status according to the requirements of the water framework directive – demands of biology on the hydraulic conditions”  
KW Korrespondenz Wasserwirtschaft, 11. Jahrgang, Heft 12/2018, Seite 723 bis 726, ISSN 1865-9926

**Weyand, M.:**

„Hydromorphologie – unterschätzte Einflussgröße bei der Gewässerentwicklung?“  
“Hydromorphology – underestimated as a factor involved at the development of rivers?”  
Vortrag auf dem 49. IWASA Naturnahe Gewässerentwicklung, 10./11.1.2019, Aachen

**Weyand, M., Rullich, L.:**

“River rehabilitation in urban areas – restrictions, possibilities and positive results”  
„Gewässerumgestaltungen in urban geprägten Regionen – Restriktionen, Chancen und positive Ergebnisse”  
Water Supply, Volume 19, Issue 3/2019, pp. 944 bis 951, ISSN 1606-9749

**Weißbach, M., Drewes, J. E., Koch, K.:**

“Application of the oxidation reduction potential for process control and monitoring nitrite in a Coupled Aerobic-anoxic Nitrous Decomposition Operation (CANDO)”  
„Anwendung des Redoxpotentials zur Prozesskontrolle und der online-Überwachung von Nitrit im Coupled Aerobic-anoxic Nitrous Decomposition Operation Prozess”  
Chemical Engineering Journal, 343, 484-491 (2018)

**Weißbach, M., Gossler, F., Drewes, J. E., Koch, K.:**

“Separation of nitrous oxide from aqueous solutions applying a micro porous hollow fiber membrane contactor for energy recovery”  
„Separation von Lachgas aus wässrigen Lösungen mittels porösen Hohlfasergasmembranen zur Energierückgewinnung”  
Separation and Purification Technology, 195, 271-280 (2018)

**Weißbach, M., Thiel, P., Drewes, J. E., Koch, K.:**

“Nitrogen removal and intentional nitrous oxide production from reject water in a coupled nitrification/nitrous denitrification system under real feed-stream conditions”

„Stickstoffelimination durch gezielte Lachgasproduktion aus Realabwässern in einem Nitrifikation/Nitrous Denitrifikation-Verfahren“

Bioresource Technology, 255, 58-66 (2018)

**Weißbach, M.:**

“Technical implementation and development of control strategies for the integration of the Coupled Aerobic-anoxic Nitrous Decomposition Operation (CANDO) into wastewater treatment schemes for simultaneous nitrogen removal and energy recovery from nitrogen”

„Technische Implementation und Entwicklung von Kontrollstrategien für die Anwendung des Coupled Aerobic-anoxic Nitrous Decomposition Operation Prozesses (CANDO) in der kommunalen Abwasserbehandlung zur simultanen Stickstoffelimination und Energierückgewinnung über Stickstoff“

Dissertation, Technische Universität München, 2018

**Wilde, J.:**

„Vorausschauendes Asset Controlling mittels Allgemeiner Rentenbarwertfaktoren – Dargestellt am Beispiel der Wasserwirtschaft“

“Anticipatory Asset Controlling using Generalized Annuity Factors – Illustrated by the Example of Water Management”

CONTROLLING – Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung, 30(1), 2018, S.11-20, doi.org/10.15358/0935-0381-2018-1-11

**Wilde, J.:**

“Generalization of the Annuity Factor”

„Verallgemeinerung des Rentenbarwertfaktors“

Accounting and Finance Research, Vol 7., No. 2; 2018 S. 83-95, doi.org/10.5430/afr.v7n2p83

**Wilde, J.:**

„Kurzvorstellung des Allgemeinen Rentenbarwertfaktors und seiner Einsatzmöglichkeiten u.a. im ALM“

“Introduction of the Generalized Annuity Factor and its Application especially on ALM”

Vortrag vor den Vorständen der betrieblichen und überbetrieblichen Pensionskassen, Essen, 23.11.2018

**Wilde, J.:**

„Übernahme von kommunalen Kanalnetzen durch Wasserverbände und ihre Finanzierung“

“Acquisition of Municipal Sewer Networks by Water Associations and their Financing”

Vortrag vor den Vorständen der betrieblichen und überbetrieblichen Pensionskassen, Essen, 23.11.2018

**Zander-Hauck, S., Schönfeld, A.:**

„Baden in der Ruhr“

“Bathing in the river Ruhr”

Vortrag anlässlich des ÖWAV-Seminars „Weitergehende Abwasserreinigung“ am 26./27.2.2019, Wien/Österreich, veröffentlicht in: Wiener Mitteilungen Wasser-Abwasser-Gewässer, Band 249, S. 229 – 244, Wien 2019

**Zur Strassen, G., Weyand, M.:**

„Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft an der Ruhr – Das Trockenjahr 2018“

“Effects of climate change on the water management in the Ruhr river basins – the dry year 2018”

Vortrag auf dem 19. IFWW Fachkolloquium, 16.5.2019, Haltern



**bvdm.**

Nachdruck – aus auszugsweise –  
nur mit Quellenangabe gestattet.