

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 4,5 Millionen Menschen im Ruhrgebiet sowie im Münsterland und Sauerland dient, nachhaltig zu schützen.

ISSN 1613-4729



Ruhrgütebericht 2019



c/o
Vereinsitz:
Wasserwerke Westfalen GmbH
Zum Kellerbach 52
58239 Schwerte
Telefon (02304) 95 75-302
Fax (02304) 95 75-333

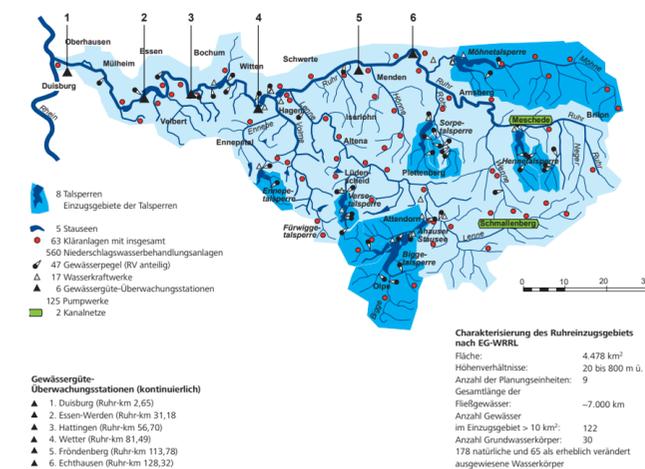
Geschäftsstelle:
GELSENWASSER AG
Willy-Brandt-Allee 26
45891 Gelsenkirchen
Telefon (02 09) 708-274
Fax (02 09) 708-708

www.awwr.de

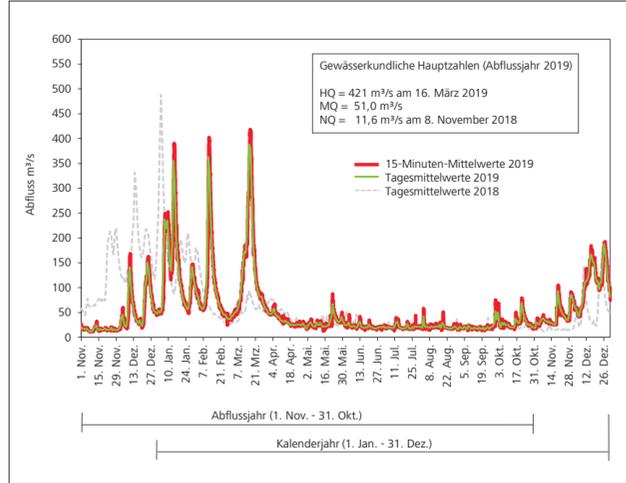


Kronprinzenstraße 37, 45128 Essen
Postfach 10 32 42, 45032 Essen
Telefon (02 01) 1 78-0
Fax (02 01) 1 78-1425
www.ruhrverband.de

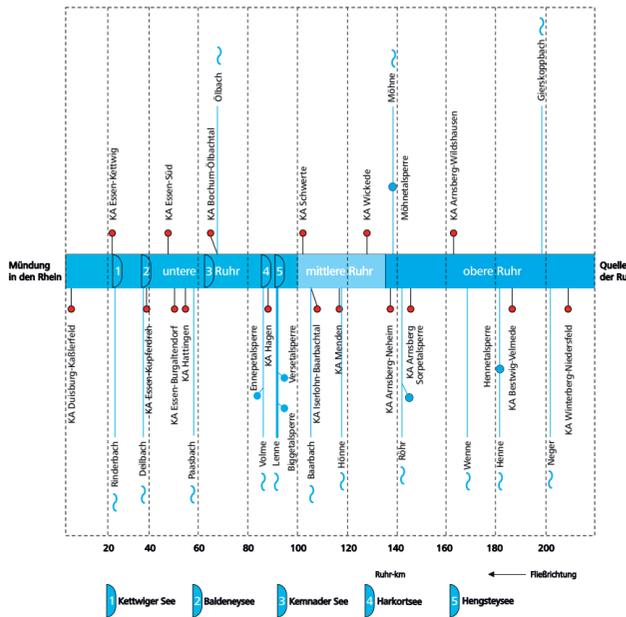
Einzugsgebiet des Ruhrverbands



Ruhrgütebericht 2019

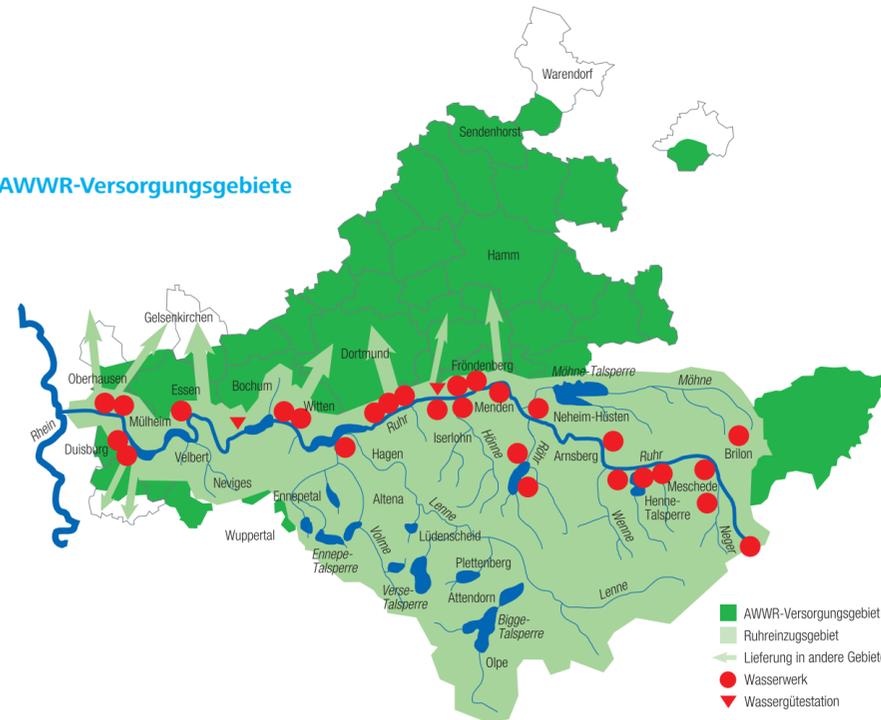


15-Minuten-Mittelwerte und Tagesmittelwerte des Abflusses der Ruhr am Pegel Hattingen/Ruhr im Abfluss- und Kalenderjahr 2019
 Runoff means during 15 minutes and 24 hours at the gauging station Hattingen/Ruhr in the water year and calendar year 2019

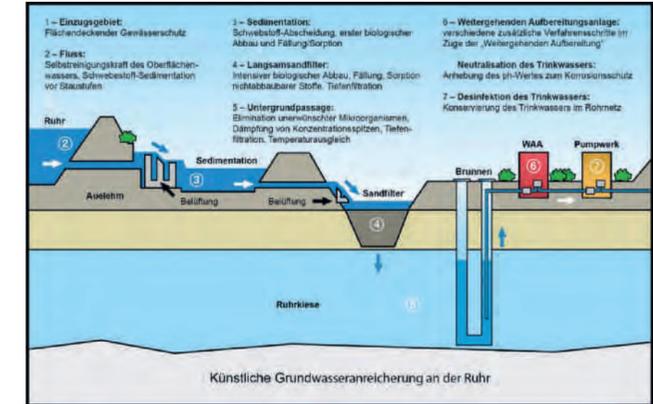


Wir danken
 Dr. Christine Erger (Kapitel 7),
 Danijela Frojn (Kapitel 2, 3, 4, 6, 9),
 Uwe Frost (Kapitel 3, 6, 8, 10, 12),
 Svetlana Graf (Kapitel 13),
 Dr. Christoph Härtel (Kapitel 2, 7),
 Christian Högel (Kapitel „in Kürze“, 9, 10),
 Jens Kaufuss (Kapitel 7),
 Dr. Petra Podraza (Kapitel 4, 5),
 Louisa Rothe, Universität Duisburg-Essen (Kapitel 11),
 Tanja Scheiring (Kapitel 4),
 Axel Sommerfeld (Kapitel 13),
 Dr. Michael Weyand (Kapitel 8, 11) und
 Georg zur Strassen (Kapitel 1, 8)
 als Autorinnen und Autoren sowie allen Beschäftigten des Ruhrverbands,
 die am vorliegenden Ruhrgütebericht mitgewirkt haben.

AWWR-Versorgungsgebiete



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 Ruhrreinzugsgebiet Mitglied dieser Kooperation. Der Landwirt bekundet durch Unterzeichnung seiner 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.

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

Titelbild:
 Das Einzugsgebiet der Volme umfasst zu jeweils rund 42 % Wald- und landwirtschaftliche Flächen sowie zu rund 16 % Siedlungen, Verkehrsflächen, Gewerbe und Industrie. Zum zweiten Mal (nach der Hönne in den Jahren 2017/18) hat der Ruhrverband mit der Volme im Jahr 2019 ein ganzes Gewässereinzugsgebiet systematisch untersucht. Das einjährige physikalisch-chemische Untersuchungsprogramm umfasste 13 Probenahmestellen im Gewässer oberhalb und unterhalb der Kläranlageneinleitungen sowie die Zu- und Abläufe der sechs im Einzugsgebiet liegenden Kläranlagen. Mehr zu den Ergebnissen der Volme-Längsuntersuchung in Kapitel 9.

Bericht des Ruhrverbands	4	Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e. V. (AWWR) im Jahr 2019	148
Vorwort	6	Bericht des Vorsitzenden der AWWR	150
In Kürze	8	15 AWWR-Ausschusstätigkeit	152
1 Wasserführung der Ruhr	16	– Ausschuss Wassergüte	152
2 Grundlagen der Bewertung von Gewässeranalysedaten im Ruhrgütebericht	17	– Ausschuss Wassergewinnung und -aufbereitung	156
3 Physikalisch-chemische Überwachungen der Ruhr	23	– Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit	157
– Messstelle Ruhr bei Essen-Rellinghausen und Gewässerüberwachungsstationen	24	Beiträge aus Wasserwerken und Institutionen	158
– Ergebnisse der wöchentlichen Untersuchungen	29	16 Monitoring organischer Spurenstoffe in der Ruhr	158
– Ruhrlängsuntersuchungen	31	17 Auswirkungen von Trockenperioden auf die Wasserversorgung	170
4 Monitoring gemäß EG-WRRL der Ruhr und ihrer Nebengewässer	39	18 Wasserwende – Leitungs- statt Flaschenwasser	175
– Physikalisch-chemische Untersuchungen gemäß EG-WRRL	39	19 Untersuchungen der Grubenwasserqualität aus Erb- und Wasserlösungsstollen im Einzugsgebiet der unteren Ruhr	177
– Hydrobiologische Untersuchungen gemäß EG-WRRL	53	20 Organisation der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR)	186
5 Trophische Situation in der Ruhr	68	– Mitglieder und ständige Gäste	186
– Planktonuntersuchungen	68	– Kontakte	186
– Makrophytenuntersuchungen	76	– Ausschüsse und Arbeitskreise	187
6 Talsperrenuntersuchungen	85	21 Die AWWR in Zahlen	190
– mit besonderem Blick auf die Sorpetalsperre	85	22 Analysenergebnisse des Ausschusses Wassergüte	191
7 Organische Spurenstoffe in der Ruhr	93	– Ursprung und Verarbeitung der Daten	191
Sonderthemen	109	– Kommentar zu den Untersuchungsergebnissen	195
8 Niedrigwassermanagement beim Ruhrverband	109	Auswahl von Veröffentlichungen	236
– Betrachtungen zur Wasserqualität in den Jahren 2018 und 2019	109		
9 Untersuchungen zur Emissions- und Immissionssituation im Einzugsgebiet der Volme	117		
10 Immissions- und Emissionsbetrachtung bezüglich der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor in der Ruhr	128		
11 Einfluss von Spurenstoffen auf das Makrozoobenthos	135		
12 Registrierte Gewässerverunreinigungen des Jahres 2019	141		
13 Leistungen der Kläranlagen des Ruhrverbands	142		
14 Der Ruhrverband in Zahlen	146		

Contents

Report of the Ruhrverband	4	Association of Ruhr Waterworks (AWWR) in 2019	148
Preface	7	Report of the AWWR Chairman	150
In brief	12	15 Activities of AWWR committees	152
1 Flow of the River Ruhr	16	– Water quality committee	152
2 Basic parameters for the evaluation of analysis data for waters	17	– Water catchment and treatment committee	156
3 Physico-chemical Ruhr water monitoring	23	– Public relations committee	157
– Measuring point Ruhr at Essen-Rellinghausen and water monitoring stations	24	Reports from waterworks and institutions	158
– Results of the weekly Ruhr examinations	29	16 Monitoring of organic trace substances in the Ruhr	158
– Examinations along the Ruhr	31	17 Impact of dry periods on water supply	170
4 Examinations of the Ruhr and its tributaries in line with the European Water Framework Directive	39	18 Turnaround – replacing bottled water by tap water	175
– Physico-chemical examinations	39	19 Examinations of the water quality of mine drainage water from main and deep adits in the lower Ruhr catchment area	177
– Hydrobiological examinations	53	20 Structure of the AWWR	186
5 Trophic situation in the Ruhr	68	– Members and permanent guests	186
– Plankton examination	68	– Contacts	186
– Macrozoobenthos examination	76	– Committees and working groups	187
6 Reservoir examinations with particular regard to the Sorpe Reservoir	85	21 The AWWR – facts and figures	190
7 Organic trace substances in the Ruhr	93	22 Analytical findings of the water quality committee	191
Special topics	109	– Origin and processing of data	191
8 Management of low water levels at the Ruhrverband – observations on water quality in 2018 and 2019	109	– Explanation and annotation	195
9 Examinations on the emission and immission situation in the Volme catchment area	117	Selection of publications	236
10 Evaluation of immission and emission regarding the nutrients nitrogen and phosphorus in the Ruhr	128		
11 Impact of trace substances on the macrozoobenthos	135		
12 Registered cases of water pollution in 2019	141		
13 Performance of the Ruhrverband's sewage treatment plants	142		
14 The Ruhrverband – facts and figures	146		



Die Möhnetalsperre im Herbst 2018. In den letzten Jahren war das Einzugsgebiet der Ruhr immer wieder von mehrmonatigen Trockenperioden betroffen, die vermutlich auch zukünftig das Wettergeschehen bestimmen werden. Wie sich der Ruhrverband auf diese geänderten Randbedingungen vorbereitet, beleuchtet Kapitel 8..



Die Auswirkungen des Klimawandels sind im Einzugsgebiet der Ruhr deutlich zu spüren. Das Abflussjahr 2019 war das elfte Jahr in Folge mit einem Niederschlagsdefizit. Die Talsperren im Ruhreinzugsgebiet wiesen im Dezember 2018 durch die vorangegangene Trockenheit den zweitniedrigsten Füllstand seit dem Jahr 1968 auf. Zwar konnten die Talsperren im Winter 2018/2019 durch ergiebige Regenfälle gut gefüllt werden, doch der trockenste Sommer seit 1927 führte von Mitte Juni bis Ende September 2019 erneut zu einer nahezu unterbrechungsfreien Niedrigwasserphase. Die Stützung der Ruhrwasserführung durch erhöhte Abgaben aus den Talsperren war im Abflussjahr über einen langen Zeitraum erforderlich.

Vor diesem Hintergrund genehmigte das NRW-Umweltministerium die temporäre Reduzierung der Mindestabflüsse an den Pegeln in Villigst und Hattingen. Die Absenkphase wurde durch ein umfassendes Monitoringprogramm der Ruhr begleitet, um Hinweise auf mögliche Veränderungen der Gewässerbeschaffenheit zu erhalten (Kapitel 8). Die Untersuchungen belegen, dass negative Auswirkungen auf die Gewässergüte der Ruhr infolge niedriger Abflusswerte nicht erkennbar sind. Derzeit wird zwischen dem Umweltministerium und dem Ruhrverband über einen größeren Handlungsspielraum bei der Bewirtschaftung der Ruhrabflüsse und der Talsperren diskutiert.

Trotz der vorherrschenden Niedrigwasserführung wurde die Mindestanforderung für die Sauerstoffkonzentration mit Ausnahme von Einzelmessungen im Jahr 2019 im gesamten Ruhrverlauf eingehalten. Die Konzentrationen von BSB₅ und TOC hielten ebenso wie die der Kenngrößen Chlorid, Sulfat, Nitrat-Stickstoff, Ammonium-Stickstoff und ortho-Phosphat-Phosphor durchgehend die Anforderungen ein. Für Ammonium-Stickstoff erfolgte die Bewertung auf den ersten 80 Ruhrkilometern sogar mit „sehr gut“ (Kapitel 3).

Seit 1990 hat sich die Nährstoffbelastung der Gewässer im Ruhreinzugsgebiet erheblich verbessert. Die Verringerung der Stickstoff- und Phosphorfrachten ist auf die Steigerung der Nährstoffelimination in den Kläranlagen zurückzuführen (Kapitel 13). In kleineren Nebengewässern bei ungünstigen Mischungsverhältnissen von Kläranlagenablauf zu Abfluss im Gewässer sind durch Optimierung der Verfahrenstechnik ausgewählter Kläranlagen noch weitere Verbesserungen erzielt worden (Kapitel 10).

Im Jahr 2019 wiesen 88 von 92 Stellen, die an der Ruhr und ihren Nebengewässern gemäß EG-WRRL gewässerökologisch untersucht wurden, einen „guten“ oder „sehr guten“ saprobiellen Zustand auf. Die Bewertungen der Gewässerstrukturen anhand der biologischen Qualitätskomponenten weisen allerdings bei 53 % der im Zeitraum 2014 bis 2019 im Einzugsgebiet der Ruhr untersuchten Probenahmestellen einen defizitären Zustand und zeigen damit weiteren Handlungsbedarf auf. Ursachen sind vielfach die nutzungsbedingten Veränderungen von Sohle, Ufer und Umfeld mit Auswirkungen auf die Gewässerzönosen (Kapitel 4).

Die oberen Ruhrstauseen Harkortsee und Kemnader See waren wie in den letzten zwölf Jahren von massivem Wasserpflanzenwachstum betroffen. Die Wasserpflanzenbestände im Baldeneysee waren im Jahr 2019 weniger dicht. Im Rahmen des Forschungsprojektes Elodea II wurden im Baldeneysee auf Testfeldern erneut Armleuchteralgen als Raumkonkurrenten von *Elodea nuttallii* angepflanzt. Die weitere Entwicklung der Armleuchteralgen im Jahr 2020 wird im Rahmen des Forschungsprojekts kontrolliert (Kapitel 5).

Im Jahr 2019 wurden in der Ruhr mehr als 440 organische Spurenstoffe routinemäßig untersucht. Nur in wenigen Fällen überschritten die nachgewiesenen Pharmaka, Diagnostika oder deren Metabolite die jeweiligen Zielwerte. Von den untersuchten Pflanzenschutzmitteln und -metaboliten konnte nur ein geringer Anteil oberhalb der Bestimmungsgrenzen detektiert werden. Die für einige Stoffe bestehenden Grenzwerte der hormonell wirksamen Substanzen wie Bisphenol A und F, der Nonyl- und Octylphenole sowie der Steroidhormone und Phthalate wurden eingehalten. Dies trifft auch auf die analysierten Flammenschutzmittel, Weichmacher, polybromierten Diphenylether, kurzkettigen Chloralkane und Organophosphate zu. Für die perfluorierten Tenside (PFT) konnten bis auf das PFOS mit der sehr niedrigen Umweltqualitätsnorm alle Grenzwerte sicher eingehalten werden. Beim Eintrag von Spurenstoffen sollte das oberste Ziel sein, die Einträge an der Quelle zu verhindern und die Hersteller in die Verantwortung zu nehmen (Kapitel 7).

Im aktuellen Berichtsjahr sind dem Ruhrverband und den ansässigen Wasserwerken zwei als relevant einzustufende Gewässerverunreinigungen gemeldet worden. Im Mai wurden im Baldeneysee im Bereich des Hafens Scheppen Einträge von Ölen oder Kraftstoffen und im Oktober bei Essen-Werden im Bereich der Brehminsel tote Weißfische festgestellt. Ursache war eine kurzzeitige sauerstoffarme Situation in Folge eines geringen Wasseraustauschs. Beide Ereignisse führten nicht zu nachhaltigen Gewässerschäden (Kapitel 12).

Allen Akteuren der Wasserwirtschaft an der Ruhr danken wir für ihre stetigen Bemühungen zur Verbesserung der Ruhrwasserqualität. Den Leserinnen und Lesern des 47. Ruhrgüterberichts wünschen wir eine anregende Lektüre.

Essen, im Juli 2020



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



Prof. Dr.-Ing.
Norbert Jardin

The impact of climate change can strongly be felt in the Ruhr catchment area. The runoff year was the 11th year in a row with a lack of rain. In December 2018, the second lowest water level since 1968 was recorded in the reservoirs of the Ruhr catchment area due to the previous drought. In winter 2018/2019, the reservoirs could be well filled thanks to abundant rain, but the driest summer since 1927 from mid-June to late September 2019 caused an almost uninterrupted period of low water levels. The reservoirs had to support the flow in the Ruhr with higher releases of water over a long period of time this year.

Against this background, North Rhine-Westphalia's Ministry for Environment authorized a temporary reduction of the minimum runoff at the gauging stations Villigst and Hattingen. This period of lower runoff was accompanied by a comprehensive Ruhr monitoring programme to detect potential changes of the water condition (chapter 8). The investigations show that adverse impacts on the water quality of the Ruhr due to lower runoff values cannot be observed. The Ministry of Environment and the Ruhrverband are currently discussing a larger room for manoeuvre for the management of the Ruhr's runoff and the reservoirs.

Despite the prevalent low water levels, the minimum requirement regarding the oxygen concentration was met along the full course of the Ruhr in 2019 with the exception of individual values. The concentrations of BOD₅ und TOC met the criteria, and so did the parameters chloride, sulphate, nitrate nitrogen, ammonium nitrogen and orthophosphate-phosphorus in all instances. Ammonium nitrogen even reached a "high" status along the first 80 kilometres of the Ruhr (chapter 3).

The nutrient load in the waters of the Ruhr catchment area has significantly improved since 1990. Lower nitrogen and phosphorus loads can be attributed to a more thorough nutrient elimination at the sewage treatment plants (chapter 13). Further improvements have been reached by optimizing the process technology at selected sewage treatment plants in smaller tributaries with adverse mixing ratios between sewage treatment plant outlet and runoff (chapter 10).

In the hydroecological examinations along the Ruhr and its tributaries, 88 out of 92 sampling points achieved "good" or "high" results in terms of their sabrobic condition in 2019. The assessment of water structures regarding their biological quality components, however, reveals deficits at 53% of the sampling points monitored between 2014 and 2019 in the Ruhr catchment area and thus the need for further action. These deficits are often caused by modifications of the bed, the banks and the surroundings of the river to enable specific uses, impacting the waters' biocoenoses (chapter 4).

The Ruhr's upstream impounding lakes Harkort and Kemnade have been affected by enormous water plant growth, just like during the past 12 years. The water plants in Lake Baldeney were of lower density in 2019. As part of the research project Elodea II, stonewort was once again planted in test sections of Lake Baldeney to compete for space with *Elodea nuttallii*. The further development of stonewort will be monitored during 2020 as part of the research project (chapter 5).

More than 440 organic trace substances in the Ruhr were subject to routine investigations in 2019. The documented pharmaceuticals, diagnostic agents or their metabolites exceeded the respective target values only in a few cases. Only a small part of the crop protection products and metabolites were detected in amounts above the respective limits of quantification. The limits valid for some of the substances affecting the endocrine system, like bisphenol A and F, nonylphenol and octylphenol as well as steroid hormones and phthalates were met. This also applies to the investigated flame retardants, plasticisers, polybrominated diphenylethers, short chain chlorinated paraffins and organophosphates. For perfluorinated compounds (PFC), all limits were safely met apart from the very low Environmental Quality Standard for PFOS. When it comes to the input of trace substances, the highest priority should be to prevent the input at the source and to make sure that producers live up to their responsibility.

Two incidents of water pollution categorized as relevant were reported to the Ruhrverband and the local waterworks during the reporting year. In May, contaminations with oil and fuel were documented near the Scheppen harbour in Lake Baldeney and, in October, dead minnows were found in the Ruhr at Essen-Werden near the Brehm island. The deaths were caused by a short-term lack of oxygen due to limited water exchange. Both incidents did not lead to sustained damages to the waters (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 47th 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. Wie im Vorjahr gab es im Winterhalbjahr des Abflussjahres 2019 Hochwasserereignisse, bei denen die Hochwassermeldegrenze an der unteren Ruhr überschritten worden ist. Diese konnten zum Wiedereinstau der Talsperren im Ruhreinzugsgebiet genutzt werden, die durch die vorangegangene Trockenheit im Dezember 2018 den zweitniedrigsten Füllstand seit dem Jahr 1968 aufwiesen. Der höchste Abfluss wurde am Pegel Hattingen am 16. März 2019 mit $HQ_{2019} = 421 \text{ m}^3/\text{s}$ gemessen. Eine nahezu unterbrechungsfreie Niedrigwasserphase gab es von Mitte Juni bis Ende September 2019. Der Sommer 2019 war der trockenste seit dem Jahr 1927. Eine Stützung der Ruhrwasserführung durch erhöhte Abgaben aus den Talsperren war auch in diesem Abflussjahr über einen langen Zeitraum erforderlich. Dabei entsprach die Summe der zuschusspflichtigen Tage an den beiden Kontrollquerschnitten Willigst und Ruhrmündung der zweitgrößten Anzahl in einem Abflussjahr seit Novellierung der Vorgaben im Ruhrverbandsgesetz im Jahr 1990. Das Abflussjahr 2019 war bei einem $MQ_{2019} = 51,0 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Hattingen das elfte Abflussjahr in Folge mit einem Niederschlagsdefizit.

Grundlagen der Bewertung von Gewässeranalysedaten im Ruhrgütebericht

Die Untersuchungsergebnisse im Gewässer werden hinsichtlich der chemischen Qualitätskomponenten im Ruhrgütebericht in erster Linie anhand der Umweltqualitätsnormen (UQN) der Anlagen 6 (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 sind 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 Ruhrgüte-

bericht wird ausschließlich die bestuntersuchte biologische Qualitätskomponente „Makrozoobenthos“ dargestellt, welche über die entsprechenden Module Aussagen zur saprobiologischen Wasserqualität (Saprobie), zum strukturellen Zustand (Allgemeine Degradation) und zur Versauerung eines Fließgewässers ermöglicht. Neben der Bewertung des ökologischen Zustands für die „natürlichen Wasserkörper“ (NWB) ist mittlerweile auch die Bewertung des ökologischen Potenzials für „erheblich veränderte Wasserkörper“ (Heavily Modified Water Body (HMWB)) möglich. Die ab dem Jahr 2015 untersuchten Probenahmestellen in HMWB werden daher mit ihrem ökologischen Potenzial bewertet. Probenahmestellen in kleineren Gewässern ohne Wasserkörperzuweisung werden unabhängig von dem Grad der hydromorphologischen Degradation 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 ermöglichen repräsentative Aussagen über räumliche und zeitliche Aspekte der Wasserbeschaffenheit. Zusätzliche Erkenntnisse ergeben sich durch kontinuierlich anfallende Messergebnisse der Gewässerüberwachungsstationen.

Mit Ausnahme von Einzelmessungen an drei Messstellen im Juni bzw. September wurde im Berichtsjahr die Mindestanforderung für die Sauerstoffkonzentration im gesamten Ruhrverlauf eingehalten. Der in der OGewV vorgeschriebene pH-Wert wurde an zwei Stellen in der oberen Ruhr sowie auf den letzten Flusskilometern mehrfach überschritten – in der Regel durch eine hohe Primärproduktion. Die Konzentrationen von BSB_5 und TOC hielten ebenso wie die der Kenngrößen Chlorid, Sulfat, Nitrat-Stickstoff, Ammonium-Stickstoff und ortho-Phosphat-Phosphor durchgehend sowie die von Gesamtphosphor mit zwei Ausnahmen die jeweiligen Anforderungen 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 UQN für den guten chemischen Zustand. Für das gesetzlich nicht verbindlich geregelte Chrom sowie die flussgebietspezifischen Schadstoffe Silber, Selen und Thallium erfolgte die Einstufung in den sehr guten bzw. guten Zustand, während sich für Zink mit Ausnahme einer und für Kupfer von drei Probenahmestellen eine mäßige Bewertung ergab. In beiden Fällen ist eine Verschärfung des Qualitätskriteriums zu berücksichtigen.

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 neun Planungseinheiten insgesamt 73 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 rund 95 % der Messstellen eingehalten werden. An 18 % der Probenahmestellen wurde die Wassertemperatur und an 32 % der Stellen der Sauerstoffgehalt mit „mäßig“ bewertet. Die Nährstoffbelastung lag auf höherem Niveau als in den Vorjahren, wobei aber fast 90 % der gemessenen Ammonium-Stickstoff- und Phosphor-Konzentrationen die Anforderungen einhielten. Die Konzentrationen von Kupfer und Zink verfehlten an 83 bzw. 40 % der Probenahmestellen den guten Zustand. Die Metalle Eisen, Silber, Thallium, Nickel und Cadmium sowie das Halbmetall Selen konnten zu 95 % und mehr mit „gut“ oder „sehr 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 2019 können 88 von 92 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 234 Probenahmestellen, entsprechend 47 % der im Zeitraum 2014 bis 2019 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.

Trophische Situation in der Ruhr

Das Jahr 2019 zeichnete sich durch im Vergleich zum Vorjahr wieder rückläufige Algenkonzentrationen in der unteren Ruhr aus. Damit war das algivore Zooplankton nahrungslimitiert und in seinen Dichten weiterhin gering. Insgesamt stellt sich die untere Ruhr mit ihren Stauseen seit nunmehr sechs Jahren als ein planktonarmes Gewässer dar. Auch die ungewöhnlich niederschlagsarme und warme Vegetationsperiode im Jahr 2019 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 Körbchenmuscheln der Gattung *Corbicula* angesehen.

Wie in den letzten zwölf Jahren wurden die oberen Ruhrstauseen Harkortsee und Kemnader See im Jahr 2019 in ihrer Trophie durch Makrophyten dominiert. Auch der Baldeneysee war lokal mit Makrophyten bewachsen. Da anders als in den Vorjahren zu Anfang des Jahres 2019 drei Hochwässer hydraulisch wirksam wurden und Restbestände von Pflanzen zum Teil ausspülten oder übersandeten, waren die Bestände weniger dicht. Eine Ausnahme von der Makrophytendominanz bildete der Hengsteysee, der in den letzten beiden Jahren ohne erkennbare Ursachen weitgehend frei von ausgedehnten Makrophytenbeständen blieb. Im Rahmen des Forschungsprojektes Elodea II wurden im Jahr 2019 im Baldeneysee auf Testfeldern erneut Armleuchteralgen als Raumkonkurrenten von *Elodea nuttallii* angepflanzt. Die Anpflanzungen aus dem Vorjahr hatten überdauert, bis im Spätsommer die Bestände dicht mit fädigen Grünalgen überwachsen wurden. Die weitere Entwicklung der Armleuchteralgen im Jahr 2020 wird im Rahmen des Forschungsprojekts kontrolliert.

Talsperrenuntersuchungen mit besonderem Blick auf die Sorpetalsperre

Die acht Ruhrverbandstalsperren dienen vor allem der Niedrigwasseraufhöhung und dem Hochwasserschutz in abflussreichen Zeiten. Durch das in Folge des Klimawandels bedingte Auftreten langer Trockenperioden hat der Wasserzuschuss aus den Talsperren zur Abflusssteuerung der Ruhr in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen. Zur Beurteilung ihres chemischen und ökologischen 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- und Biggetalsperre befinden sich seit nunmehr 30 Jahren und die Hennetalsperre seit gut 20 Jahren stabil in einem mesotrophen Zustand. In der Ennepetalsperre herrschten im Jahr 2019 mittlere mesotrophe Verhältnisse. Die Listertalsperre bewegt sich wie die Sorpetalsperre im Grenzbereich zwischen Meso- und Oligotrophie. Während in der Versetalsperre weiterhin sicher oligotrophe Verhältnisse herrschen, ist in der Fürwiggetalsperre nach dem Wiedereinstau im Jahr 2007 ein Anstieg der Trophie in den oligotroph-mesotrophen Grenzbereich zu erkennen. Zum Schutz des Fischbestandes wurde an der Hennetalsperre für fünf und an der Ennepetalsperre für vier Wochen eine Tiefenwasserbegasung mit Sauerstoff durchgeführt.

Die Sorpetalsperre ergänzt als Überjahresspeicher die anderen Ruhrverbandstalsperren bei der Sicherung der Wasserversorgung und dient zudem auch der lokalen Trinkwasser- und Energiegewinnung, aber auch dem Wassersport. Im Vergleich zu den 1980er Jahren sind die Phosphor- und Stickstoffeinträge in diese Talsperre um rund 85 bzw. etwa 50 % gesunken. Die geringen Phosphoreinträge limitieren die Primärproduktion

durch Planktonalgen seit etwa acht Jahren auf einem sehr niedrigen Niveau. Die niedrigen Chlorophyll-a-Gehalte indizierten im Jahr 2019 oligotrophe Verhältnisse. Die Kieselalgen stellen die dominierende Algengruppen in der Sorpetalsperre dar, gefolgt von den Flagellaten. Die Zusammensetzung des Phytoplanktons ist typisch für ökologisch intakte, nährstoffarme Seen oder Talsperren. Das Biovolumen des Zooplanktons hat seit den 1980er Jahren um rund 90 % abgenommen, wobei Daphnien mittlerweile die häufigsten Zooplankter darstellen.

Organische Spurenstoffe in der Ruhr

Im Jahr 2019 wurden in der Ruhr mehr als 440 zu den organischen Spurenstoffen zählende Substanzen - wie Flammenschutzmittel, Komplexbildner, Weichmacher, Industriechemikalien, Pestizide, Diagnostika und Medikamente sowie teilweise deren Abbauprodukte - routinemäßig untersucht. Ergänzend zu den zwölf Messstellen der monatlichen Ruhrlängsuntersuchung wurden wöchentlich Wasserproben von der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen untersucht. Nur in wenigen Fällen überschritten die nachgewiesenen Pharmaka, Diagnostika oder deren Metaboliten die jeweiligen Grenz- bzw. Zielwerte. Die untersuchten Süßstoffe und die Komplexbildner EDTA und MGDA wurden regelmäßig in der Ruhr nachgewiesen, wobei der OW für EDTA sicher eingehalten wurde. Erneut wurde nur ein geringer Anteil der untersuchten Pflanzenschutzmittel und -metabolite oberhalb ihrer jeweiligen Bestimmungsgrenzen detektiert. Die Konzentration der Industriechemikalie Triclosan hat sich weiter deutlich verringert und die UQN wurde an allen Messstellen sicher eingehalten. PAK waren in niedrigen Konzentrationen, die teilweise die UQN überschritten, über den gesamten Verlauf der Ruhr nachweisbar. Ebenso wurde das Korrosionsschutzmittel 1H-Benzotriazol nachgewiesen, dessen GOW unterschritten wurde. Zu den untersuchten, hormonell wirksamen Substanzen gehörten u. a. die Bisphenole A und F, die Nonyl- und Octylphenole sowie die Steroidhormone und Phthalate, deren Grenzwerte, sofern vorhanden, eingehalten wurden. Dies trifft auch auf die analysierten Flammenschutzmittel, Weichmacher, polybromierten Diphenylether, die kurzketigen Chloralkane und die Organophosphate zu. Für die PFT konnten bis auf die sehr niedrige UQN von PFOS alle Grenzwerte sicher eingehalten werden.

Niedrigwassermanagement beim Ruhrverband – Betrachtungen zu der Wasserqualität in den Jahren 2018 und 2019

Die in den Jahren 2018 und 2019 eingetretene Situation einer lang andauernden Trockenwetterperiode mit einer damit verbundenen außergewöhnlichen Beanspruchung des Talsperrenverbundsystems stellt für den Ruhrverband eine besondere Herausforderung dar. Dies ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die in den letzten Jahren offenkundig gewordenen klimatischen Veränderungen zurückzuführen, die vermutlich auch zukünftig das Wettergeschehen bestimmen werden. Daher wird sich der Ruhrverband auf diese geänderten Randbedin-

gungen ausrichten müssen. In Abstimmung mit den Aufsichtsbehörden wurde ein intensiviertes Monitoring der Ruhr durchgeführt, um Hinweise auf mögliche Veränderungen der Gewässerbeschaffenheit zu erhalten. Gleichzeitig wurden die aus der Vergangenheit vorliegenden Gütedaten einer speziellen Analyse zur Detektion vorliegender Abfluss-Konzentrationsbeziehungen unterzogen. Im Ergebnis dieser Betrachtungen sind negative Auswirkungen auf die Gewässergüte der Ruhr infolge von niedrigen Abflusswerten bislang nicht erkennbar. Für die Zustandsbewertung eines Gewässers ist auch die Analyse gewässerökologischer Daten von Bedeutung. Da die Reaktion der tierischen und pflanzlichen Organismen auf sich ändernde Rahmenbedingungen erst mit einer zeitlichen Verzögerung erkennbar wird, ist eine genaue Betrachtung der im Jahr 2019 entnommenen Proben hinsichtlich der biologischen Qualitätskomponenten angezeigt. Hierzu liegt bislang noch keine vollständige Bewertung vor. Auf Basis dieser durchgeführten Aktivitäten sieht sich der Ruhrverband gut gerüstet, den Herausforderungen der potenziellen Auswirkungen abgeenkter Abflussgrenzwerte zu begegnen.

Untersuchungen zur Emissions- und Immissions-situation im Einzugsgebiet der Volme

Kombinierte Untersuchungen von Kläranlagenzu- und -ablauf sowie im Gewässer oberhalb und unterhalb der jeweiligen Einleitung liefern detaillierte und gewässerabschnittsspezifische Informationen über die Emissions- und Immissions-situation und 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 Volme-Längsuntersuchung fand in der Zeit von Februar bis November 2019 an dreizehn Stellen im Gewässer und im Zu- und Ablauf der sechs einleitenden Kläranlagen statt. Die Zulaufbelastung und die Ablaufwerte der Kläranlagen lagen bezüglich der organischen Substanzen und der Nährstoffe insgesamt auf für die jeweiligen Anlagen üblichem Niveau, wobei die vorgegebenen Überwachungswerte mit großem Sicherheitsabstand eingehalten wurden. Im Gewässer war die Einhaltung der UQN-Werte der OGewV weitgehend gegeben. Die gesetzlich nicht verbindlich geregelten Stoffe hielten die Orientierungswerte überwiegend ein. Die Konzentrationsanstiege in der Volme an den Probenahmestellen unterhalb der Kläranlagen sind mit Ausnahme der diffus eingetragenen PAK überwiegend auf die Einleitungen der gereinigten Abwässer der Kläranlagen zurückzuführen, wobei deren Einfluss vor allem bei Trockenwetter gegeben ist. Zu nennen sind vor allem Ammonium-Stickstoff und Phosphor, die für potenzielle Maßnahmen auf Kläranlagen als Beitrag zur Einhaltung der Orientierungswerte in den Wasserkörpern besonders im Fokus stehen. Auf den betroffenen Anlagen sind umfangreiche Maßnahmen zur Optimierung der vorhandenen Verfahrenstechnik geplant. Nach deren Umsetzung ist von einer Verringerung der Ablaufkonzentrationen und daraus resultierend der Gehalte im Gewässer auszugehen.

Immissions- und Emissionsbetrachtung bezüglich der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor in der Ruhr

Zwischen 1990 und 2019 hat sich die Immissionssituation im Gewässer bezüglich der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor erheblich verbessert. Die Verringerung der transportierten Frachten ist im engen Zusammenhang mit einer drastischen Reduzierung der kläranlagenbezogenen Emission zu sehen, welche wiederum auf die optimierte Nährstoffelimination auf den Kläranlagen zurückzuführen ist. Der Einfluss der Kläranlagenemission auf die Immission ist vor allem bei niedrigen Abflüssen gegeben, während bei hohen Abflüssen diffuse Quellen einen zunehmenden Einfluss haben. Der Anteil der Punktquellen an der Gesamtemission ist im betrachteten Zeitraum beim Stickstoff von 41 auf 21 % und beim Phosphor von 78 auf 54 % gesunken. In der Ruhr wurden die Orientierungswerte für Ammonium-Stickstoff und Gesamtphosphor im Jahr 2019 an den meisten Untersuchungsstellen eingehalten. In den Nebengewässern wirken sich die Kläranlagenemissionen auch in Abhängigkeit von den vorhandenen Mischungsverhältnissen von Kläranlagenablauf zu Abfluss im Gewässer unterschiedlich auf die Immission aus. Sofern erforderlich sollen durch die Optimierung der Verfahrenstechnik auf ausgewählten Kläranlagen eine Reduzierung der Konzentrationen im Kläranlagenablauf und die Einhaltung der Orientierungswerte im Gewässer erreicht werden. Von den im 4. Monitoringzyklus nach EG-WRRL untersuchten 243 Wasserkörpern halten jeweils rund 90 % die Qualitätsziele für mindestens den guten Zustand für Ammonium-Stickstoff und Gesamtphosphor ein.

Einfluss von Spurenstoffen auf das Makrozoobenthos

Durch Langzeittests im Rahmen eines von der DBU geförderten Forschungsprojekts mit der Universität Duisburg-Essen wird der Effekt einer weitergehenden Abwasserreinigung durch Ozonung auf das Makrozoobenthos abgeschätzt. Dabei soll geklärt werden, ob und inwiefern sich Spurenstoffe negativ auf die untersuchten Organismen auswirken und ob etwaige vorhandene Effekte durch die Ozonbehandlung reduziert werden. Hierzu sind auf der Kläranlage Schwerte zwischen den beiden Nachklärbecken sechs Fließrinnen errichtet worden, von denen jeweils zwei mit konventionell gereinigtem Abwasser, mit ozoniertem Abwasser und mit Flusswasser aus der Ruhr (als Kontrollmedium) beschickt werden. Dieser experimentelle Ansatz ermöglicht eine parallele Untersuchung der Auswirkungen unterschiedlich gereinigter Abwässer auf die Organismen unter ansonsten vergleichbaren Bedingungen. Erwartungsgemäß ergibt sich eine deutliche Reduktion der Spurenstoffkonzentrationen im ozonierten Abwasser im Vergleich zum konventionell behandelten Abwasser. Zunächst durchgeführte Versuche mit unverdünntem Abwasser offenbaren eine gegenüber dem Ruhrwasser erhöhte Mortalitätsrate. Eine Verdünnung der Abwässer mildert diese negativen Auswirkungen auf das Überleben deutlich ab, sodass die Mortalitätsraten nun größtenteils auf Kontrollniveau sinken. Ergänzend vorgenommene Analysen auf Ebene von Biomarkern befinden sich noch in Bearbeitung. Eine Fortführung der Ver-

suche mit verdünntem Abwasser ist im Jahr 2020 vorgesehen, um die bisherigen Ergebnisse zu validieren und die daraus erlangten Erkenntnisse auf eine breitere Datenbasis zu stellen.

Registrierte Gewässerverunreinigungen

Im Kalenderjahr 2019 sind dem Ruhrverband bzw. den ansässigen Wasserwerken nur zwei als relevant einzustufende Vorfälle gemeldet worden. Im Mai wurden im Baldeneysee im Bereich des Hafens Scheppen Schlieren an der Wasseroberfläche beobachtet, die durch Öle/Kraftstoffe verursacht wurden. Im Oktober wurden bei Essen-Werden im Bereich der Brehmsinsel tote Weißfische festgestellt. Ursache war eine kurzzeitige sauerstoffarme Situation in Folge eines geringen Wasseraustauschs in Verbindung mit geringer Sauerstoffproduktion durch Wasserpflanzen oder Algen und wegen des Eintrags organischer Materialien über Bäume, Vögel und Brot.

Leistungen der Kläranlagen des Ruhrverbands

Bei einem Anschlussgrad von 99 % der Einwohner im Ruhreinzugsgebiet wurden auf den Verbandskläranlagen im Jahr 2019 rund 359 Mio. m³ Abwasser gereinigt, wovon 72 % auf die Jahresschmutzwassermenge und 28 % auf das mitbehandelte Niederschlagswasser entfielen. Den Kläranlagen wurde eine Gesamtzulaufmenge von 96 Mio. kg CSB zugeführt, woraus sich als mittlere Belastung 2,2 Mio. Einwohnerwerte errechnen. Die Ablaufqualität des gereinigten Abwassers ist bei einem seit Jahren gleichbleibend hohen Niveau der Reinigungsleistung ausgezeichnet. Die Ablaufkonzentrationen unterschreiten die in den behördlichen Bescheiden geforderten Konzentrationen teilweise deutlich. 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 in Genehmigungsbescheiden festgelegten Betriebsmittelwerte wurden im Jahr 2019 auf allen Kläranlagen eingehalten.

Durch die Abwasserreinigung entstehen Reststoffe wie Rechengut, Sandfanggut und Klärschlamm. Im Berichtsjahr mussten 37.111 t Schlamm-trockenmasse in Verbrennungsanlagen entsorgt werden. Die angelieferten Mengen an Fettabscheiderinhalten sowie die Küchen- und Speiseabfälle für die Co-Vergärung betragen 21.480 m³. 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. Der Strombezug von Energieversorgungsunternehmen auf Kläranlagen konnte trotz gestiegener Abwassermengen annähernd auf Vorjahresniveau gehalten werden. Der Gesamtstromverbrauch der Kläranlagen lag bei 82,1 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. Like in 2018, incidents of flooding were recorded in the winter season of the runoff year 2019, exceeding the reporting limit for floods in the lower Ruhr. They could be used to fill up the reservoirs in the Ruhr catchment area, which were at their lowest water level since 1968 due to the dry period in December 2018. The highest runoff at the Hattingen gauging station was recorded on March 16, 2019, at $HQ_{2019} = 421 \text{ m}^3/\text{s}$. An almost uninterrupted phase of low runoff occurred from mid-June to late September 2019. Summer 2019 was the driest summer since 1927. This year again, the reservoirs had to support the flow in the Ruhr with higher releases of water over a long period of time. The total amount of days on which the reservoirs had to supply water at the two control cross sections Villigst and the Ruhr's mouth was the second highest number ever recorded during a runoff year since the regulations were revised when the Ruhrverband act entered into force in 1990. With an $MQ_{2019} = 51.0 \text{ m}^3/\text{s}$ at the Hattingen gauging station, the runoff year 2019 became the 11th runoff year in a row with a deficit of rain.

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, appendix D4, 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 stipulates 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 that are not categorized as certain water bodies will be evaluated based on the worst-case principle in terms of their ecological condition, regardless of the degree of their hydromorphological degradation.

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 weakly at six sampling points in the Ruhr since 1965. 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 three measuring sites in June and September respectively, the required minimum oxygen concentration could be achieved along the entire course of the Ruhr during the reporting year. The pH-value stipulated in the Water Surface Regulation was exceeded at two locations in the upper Ruhr and several times along the last kilometres of the river – usually due to high primary production. The concentrations of BOD₅ und TOC met the criteria, and so did the parameters chloride, sulphate, 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. Chrome, for which no legally binding requirements apply, and the river basin-specific contaminants silver, selenium and thallium reached a "high" or "good" status, while zinc and copper were classified as "moderate" with the exception of one and three sampling points respectively. In both cases, it has to be taken into account that the quality criteria have been tightened.

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 73 waters in nine 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 around 90% of the measuring sites. A “moderate” result was achieved at 18% of the sampling points for the water temperature and at 32% for the oxygen level. The nutrient load was higher than in the years before, but almost 90% of the concentrations measured for ammonium nitrogen and phosphorus met the requirements. The concentrations for copper and zinc were unable to achieve a “good” status at 83% and 40% of the sampling points respectively. The metals iron, silver, thallium, nickel and cadmium as well as the metalloid selenium could be classified as “good” or “high” at 95% or more of the sampling points. Since 2007, the water condition in the Ruhr catchment area has been determined through the operative water monitoring required by the European Water Framework Directive – with the cooperation of the Ruhrverband – and visualized through maps of the ecological water condition. In the hydroecological examinations along the Ruhr and its tributaries, 88 out of 92 sampling points achieved “good” or “high” results in terms of their sabrobic condition in 2019. The results were varied for the module general degradation. The upper reaches of the Ruhr, which are fully classified as NWB, mostly achieved “good” results. Along the course of the Ruhr, however, structural deficits increasingly appear. In total, 234 of the sampling points – corresponding to 47% of all sampling points monitored in the Ruhr catchment area between 2014 and 2019 – achieved a “good” or “high” status or a good or even better ecological potential. The documented deficits at more than half of the sampling points are mostly accounted for by modified water structures due to specific uses.

Trophic situation in the Ruhr

In comparison to the previous year, 2019 was characterized by decreasing algae concentrations in the lower Ruhr. Algalivorous zooplankton was therefore food-limited and still of lower population density. All in all, the lower Ruhr and its impounding lakes have qualified as waters with low plankton levels for six years now. The warm vegetation period with its low levels of precipitation in 2019 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 algalivorous Asian clams of the *Corbicula* species are being considered as possible causes.

Just like during the past 12 years, the trophic situation of the Ruhr’s upstream impounding lakes Harkort and Kemnade was dominated by macrophytes in 2019. Lake Baldeney was also locally vegetated with macrophytes. In contrast to the years before, however, three incidents of flooding had an hydraulic impact at the beginning of 2019 and remainders of plants were partly washed away or covered by sand. The vegetation was therefore less dense. Lake Hengstey was an exemption to the macrophyte-dominated situations. For no clear reason there was no extended macrophyte vegetation during the past two years. As part of the research project Elodea II, stonewort was once again planted in test sections of Lake Baldeney in 2019 to compete for space with *Elodea nuttallii*. The plants cultivated during the previous year survived until they were densely covered by green thread algae in late summer. The further development of stonewort will be monitored during 2020 as part of the research project.

Reservoir examinations focusing on the Sorpe 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. As climate change causes long periods of dry weather, the water supplied by the reservoirs in order to regulate the Ruhr’s flow has increased in importance during the past few years. Limnological examinations of the bodies of water are carried out to determine their chemical and ecological 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 and Bigge reservoirs have been reaching a stable level in the mesotrophic range for 30 years now and the Henne reservoir for over 20 years. The Ennepe reservoir showed mean mesotrophic conditions in 2019. The Sorpe and the Lister reservoirs were on the threshold between mesotrophic and oligotrophic conditions. While oligotrophic conditions continued in the Verse reservoir, the Fürwigge reservoir saw a rise in the trophic level into the area between oligotrophic and mesotrophic after being filled up again in 2007. To protect the fish fauna, the deep water of the Henne reservoir was supplied with oxygen during five weeks and of the Ennepe reservoir for four weeks.

As a carry-over storage, the Sorpe reservoir complements the other reservoirs of the Ruhrverband in securing water supply. It also generates drinking water and energy and enables water sports activities. Compared to the 1980s, the input of phosphorus and nitrogen has declined by around 85 % and 50 % respectively in this reservoir. Low phosphorus inputs have been keeping primary production by plankton algae on a very low level for about eight years now. The low chlorophyll a concentrations suggest oligotrophic conditions in 2019. Diatoms constitute the dominating group of algae in the Sorpe reservoir, followed by flagellates. The composition of phytoplank-

ton is typical for ecologically intact lakes or reservoirs with low nutrient levels. The zooplankton biovolume has decreased by around 90% since the 1980s and daphnia meanwhile represent the most abundant zooplankton species.

Organic trace substances in the Ruhr

In 2019, more than 440 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. In addition to the 12 measuring points of the monthly examinations along the Ruhr, water samples from the sampling point Essen-Rellinghausen were analysed every week. The documented pharmaceuticals, diagnostic agents or their metabolites exceeded the respective limits or target values only in a few cases. The monitored sweeteners and complexing agents EDTA and MGDA were regularly recorded in the Ruhr, while the reference value for EDTA was safely met. Once again, only a small part of the crop protection products and metabolites were detected in amounts above the respective limits of quantification. The concentration of the industrial chemical Triclosan has continued to decline and the EQS was met at all measuring points. PAH have been documented along the entire course of the Ruhr in low concentrations, which partially exceeded the EQS. The anticorrosive 1H-Benzotriazole was also found in the water, in concentrations below its health reference value. Bisphenol A and F, Nonylphenol and Octylphenol as well as steroid hormones and phthalates were among the substances affecting the endocrine system, for which the limits were met if concentrations were found. This also applies to the investigated flame retardants, plasticisers, polybrominated diphenylethers, short chain chlorinated paraffins and organophosphates. Polychlorinated biphenyls constituted an exception. For PFC, all limits were safely met apart from the very low EQS for PFOS.

Management of low water levels at the Ruhrverband – observations on water quality in 2018 and 2019

2018 and 2019 were characterized by long periods of dry weather, putting extraordinary pressure on the reservoir system and constituting a major challenge for the Ruhrverband. It is very likely that these weather conditions can be attributed to the climate change we have seen during recent years, which will probably also affect the weather conditions in the future. This is why the Ruhrverband will have to adapt its operations to changed framework conditions. In alignment with the supervisory authorities, a thorough monitoring of the Ruhr has been carried out to reveal possible changes in the water condition. At the same time, the quality data from previous investigations has been subject to a special analysis to detect potential relations between runoff and concentrations.

So far, this analysis has not shown any negative impact on the water quality in the Ruhr due to low runoff values. The analysis of hydroecological data is also important to assess the conditions of waters. As the response of animal and plant organisms to changing framework conditions can only be observed with delay, the samples taken in 2019 to assess the biological quality components have to undergo a thorough analysis. A complete evaluation is still pending. On the basis of these research activities, the Ruhrverband is well positioned to respond to the challenges that may arise due to potential effects of lowered runoff limits.

Examinations on the emission and immission situation in the Volme 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 provide detailed and water section specific information on the emission and immission situation and thus insight into the origin of trace substances and nutrients and their role for the chemical water condition as well as potential effects on the ecological situation of the water. The examinations along the Volme took place between February and November 2019 at 13 locations in the water and at the inlets and outlets of the six sewage treatment plants. Regarding organic substances and nutrients, the inlet and outlet loads of the sewage treatment plants were on a level expected for the respective facilities. The stipulated monitoring values were safely met. The UQN laid down in the Surface Water Regulation were mostly met. This was also the case for the reference values for substances to which no legally binding threshold values apply. With the exception of PAH which enter the river from diffuse sources, the increased concentrations in the Volme that were measured at the sampling points downstream of the sewage treatment plants can be attributed to the inflow of treated wastewater from the sewage treatment plants. This impact, however, is especially strong during dry weather. Ammonium nitrogen and phosphorus should be mentioned here in particular as a focus of potential measures at sewage treatment plants to contribute to meeting the reference values in the bodies of water. Comprehensive measures have been planned for the affected plants to optimize the existing process technology. Once these measures have been implemented, the concentrations in the outlet and the resulting loads in the water are supposed to decline.

Evaluation of immission and emission regarding the nutrients nitrogen and phosphorus in the Ruhr

The immission situation of the water regarding the nutrients nitrogen and phosphorus has significantly improved between 1990 and 2019. The lower loads carried by the river can be seen in close connection with the drastic reduction of emissions from sewage treatment plants, which in turn can be attributed to an optimised nutrient elimination at the plants. The impact of sewage treatment plant emissions on the immission is especially relevant in times of low runoff, while the impact of diffuse sources increases with high runoffs. Regarding the total emission, the share of point sources has declined to from 41% to 21% for nitrogen and from 78% to 54% for phosphorus during the period monitored. At most of the sampling points, the reference values for ammonium nitrogen and total phosphorus were met during 2019. In the tributaries, the impact of sewage treatment plant emissions on the immission also varies with the water's mixing ratio of sewage treatment plant outlet and runoff. If necessary, the concentrations in the sewage treatment plant outlet water should be reduced by optimizing the process technology at selected plants in order to meet the reference values in the water. Out of the 243 bodies of water investigated during the 4th monitoring cycle based on the European Water Framework Directive, around 90% meet the quality targets to achieve at least a "good" status for ammonium nitrogen and phosphorus.

Impact of trace substances on the macrozoobenthos

Long-term tests as part of a research project with the University of Duisburg-Essen, funded by the German Federal Environmental Foundation (DBU), have been designed to assess the impact of an extended wastewater treatment through ozonation on the macrozoobenthos. The goal is to investigate if and in how far trace substances adversely affect the organisms monitored and whether potential effects can be reduced through ozonation. To this aim, six flow channels have been installed between the two secondary clarifiers of the sewage treatment plant Schwerte. Two of them carry wastewater treated conventionally, two ozonated wastewater and two river water from the Ruhr (as a control scenario). This experimental approach allows for a parallel investigation of the effects of differently treated wastewater on the organisms under otherwise comparable conditions. As expected, the test revealed a significant reduction of the concentrations of trace substances in ozonated wastewater compared to wastewater treated conventionally. Initial tests with undiluted wastewater showed a higher mortality rate compared to tests with water from the Ruhr. Diluting the wastewater significantly reduces the adverse effects on survival, causing mortality rates to mostly fall to the level in the control scenario. Additional analysis on the level of biomarkers are still being evaluated. It is planned to continue the tests with diluted wastewater in 2020 in order to validate the results and to provide a broader basis of data for the insights gained.

Registered cases of water pollution

In 2019, only two incidents of water pollution categorized as relevant were reported to the Ruhrverband and the local waterworks. In May, streaks of oil/fuel appeared on the water surface near the Scheppen harbour in Lake Baldeney. In October, dead minnows were found in the Ruhr at Essen-Werden near the Brehm island. The deaths were caused by a short-term lack of oxygen due to limited water exchange in combination with low oxygen production by water plants or algae and due to an input of organic material from trees, birds and bread.

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 359 million m³ of wastewater in 2019, with 72% accounted for by wastewater and 28% by stormwater, which is also being treated in the plants' facilities. The Ruhrverband's sewage treatment plants received around 96 million kg of COD, equivalent to a mean load of 2.2 million PTs. The water quality in the outlet is excellent due to the high level of treatment over several years. In part, the outlet concentrations significantly undercut the concentrations called for by official notifications. 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. The operational mean values defined in the permits were met at all sewage treatment plants in 2019.

Sewage treatment generates residues such as screenings, grit chamber trappings and sewage sludge. In the reporting year, 37,111 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 21,480 m³. In order to reduce energy consumption, a total of 52 combined heat and power units are being operated at the 30 sewage treatment plants. Another energy source could be tapped through the 11 photovoltaic systems installed so far. The amount of energy that the plants had to purchase from utility providers could be kept close to last year's level despite the increased amounts of wastewater volumes. Total energy consumption of the plants amounted to 82.1 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 2019 (1. November 2018 bis 31. Oktober 2019) dargestellt. Ergänzend sind die gewässerkundlichen Hauptzahlen und zum Vergleich die Tagesmittelwerte des vorangegangenen Abflussjahres aufgeführt. Wie im Vorjahr gab es im Winterhalbjahr des Abflussjahres 2019 Hochwasserereignisse, bei denen die Hochwassermedegrenze an der unteren Ruhr (Bezugspegel Wetter/Ruhr: Meldegrenze 410 cm, entspricht 300 m³/s) überschritten worden ist. Diese konnten zum Wiedereinstau der Talsperren im Ruhreinzugsgebiet genutzt werden, die durch die vorangegangene Trockenheit und die infolgedessen sehr hohe Beanspru-

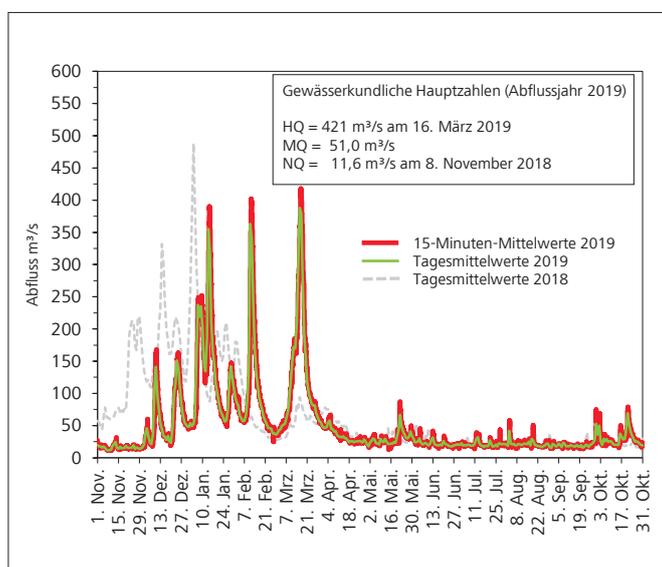


Bild 1.1: 15-Minuten-Mittelwerte und Tagesmittelwerte am Pegel Hattingen/Ruhr im Abflussjahr 2019

Fig. 1.1: Runoff means during 15 minutes and 24 hours at the gauging station Hattingen/Ruhr in the water year 2019

chung zur Niedrigwasseraufhöhung Anfang Dezember 2018 den zweitniedrigsten Füllstand zu dieser Jahreszeit seit vollständiger wasserwirtschaftlicher Verfügbarkeit des Talsperrensystems einschließlich der Biggetalsperre im Abflussjahr 1968 aufwies. Eine nahezu unterbrechungsfreie Niedrigwasserphase gab es von Mitte Juni bis Ende September. Insgesamt gesehen war das Winterhalbjahr abflussärmer als im Vorjahr, das Abflussvolumen im Sommerhalbjahr lag nahezu auf Vorjahresniveau.

Im Zeitraum von Mitte Januar bis Mitte März 2019 gab es im Abstand von jeweils etwa vier Wochen drei nahezu gleichgroße Hochwasserereignisse, bei denen die Hochwassermedegrenzen an Ruhr, Lenne und Volme überschritten wurde. Beim dritten Ereignis wurde am Pegel Hattingen am 16. März 2019 mit $HQ_{2019} = 421 \text{ m}^3/\text{s}$ (Tagesmittelwert 388 m³/s) der höchste Abfluss im Abflussjahr 2019 registriert.

Das Abflussjahr 2019 war im Vergleich zum langjährigen Mittel das elfte Abflussjahr in Folge mit einem Niederschlagsdefizit. Fünf Monate des Abflussjahres 2019 wiesen einen Niederschlagsüberschuss auf, die anderen sieben hingegen ein Niederschlagsdefizit. Im Sommer 2019 (Juni bis August) fiel nur gut die Hälfte des langjährigen durchschnittlichen Niederschlags. So war der Sommer sogar noch leicht trockener als im Jahr 2018 und damit der trockenste seit dem Jahr 1927. Daher dauerte das im Vorjahr entstandene erhebliche Niederschlagsdefizit weiterhin an. Die Folgen waren eine verminderte Bodenfeuchte mit erneut großflächig außergewöhnlichen Dürreverhältnissen und dadurch bedingt eine reduzierte Abflussbildung. Eine Stützung der Ruhrwasserführung durch erhöhte Abgaben aus den Talsperren war im Abflussjahr 2019 von Beginn an bis Anfang Dezember sowohl in Villigst als auch an der Mündung nahezu durchgängig erforderlich. Nach der Aufstauphase in den Talsperren setzte in Villigst wieder ab Ende April und an der Mündung zunächst vereinzelt erst ab Mitte Mai Zuschusspflicht ein. Insgesamt war in Villigst an 178 Tagen, an der Mündung an 135 Tagen Zuschusspflicht aus den Talsperren erforderlich. Dies sind in Villigst 62 % und an der Mündung sogar 129 % mehr als im Durchschnitt der Jahre 1991/2018. An beiden Kontrollquerschnitten ist dies die zweitgrößte Anzahl zuschusspflichtiger Tage in einem Abflussjahr seit Novellierung der Vorgaben im Ruhrverbandsgesetz im Jahr 1990. Der niedrigste Tagesmittelwert des Abflusses im Abflussjahr 2019 wurde am Pegel Hattingen am 8. November 2018 mit $NQ_{2019} = 11,6 \text{ m}^3/\text{s}$ registriert.

Der mittlere Abfluss am Pegel Hattingen im Abflussjahr 2019 berechnet sich zu $MQ_{2019} = 51,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Er liegt damit um gut 26 % unter dem langjährigen mittleren Abfluss von $MQ_{1968-2018} = 69,2 \text{ m}^3/\text{s}$ und um 14,5 m³/s unter dem Vorjahreswert. Das Sommerhalbjahr 2019 weist den drittniedrigsten mittleren Abfluss seit dem Jahr 1968 auf, nur im Vorjahr und im Abflussjahr 1976 gab es noch kleinere. Der Abfluss ist im Durchschnitt der langjährigen Betrachtung zu

69 % auf das Winterhalbjahr und 31 % auf das Sommerhalbjahr verteilt. Im Abflussjahr 2019 ergab sich aufgrund des erneut trockenen Sommerhalbjahres eine Verschiebung zum Winterhalbjahr hin (76 % zu 24 %).

Eine ausführliche Beschreibung der Wassermengenwirtschaftlichen Gegebenheiten des jeweiligen Abflussjahres findet sich in dem jährlich erscheinenden Bericht Ruhrwassermenge [1.1].

[1.1] <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-WRRL) [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

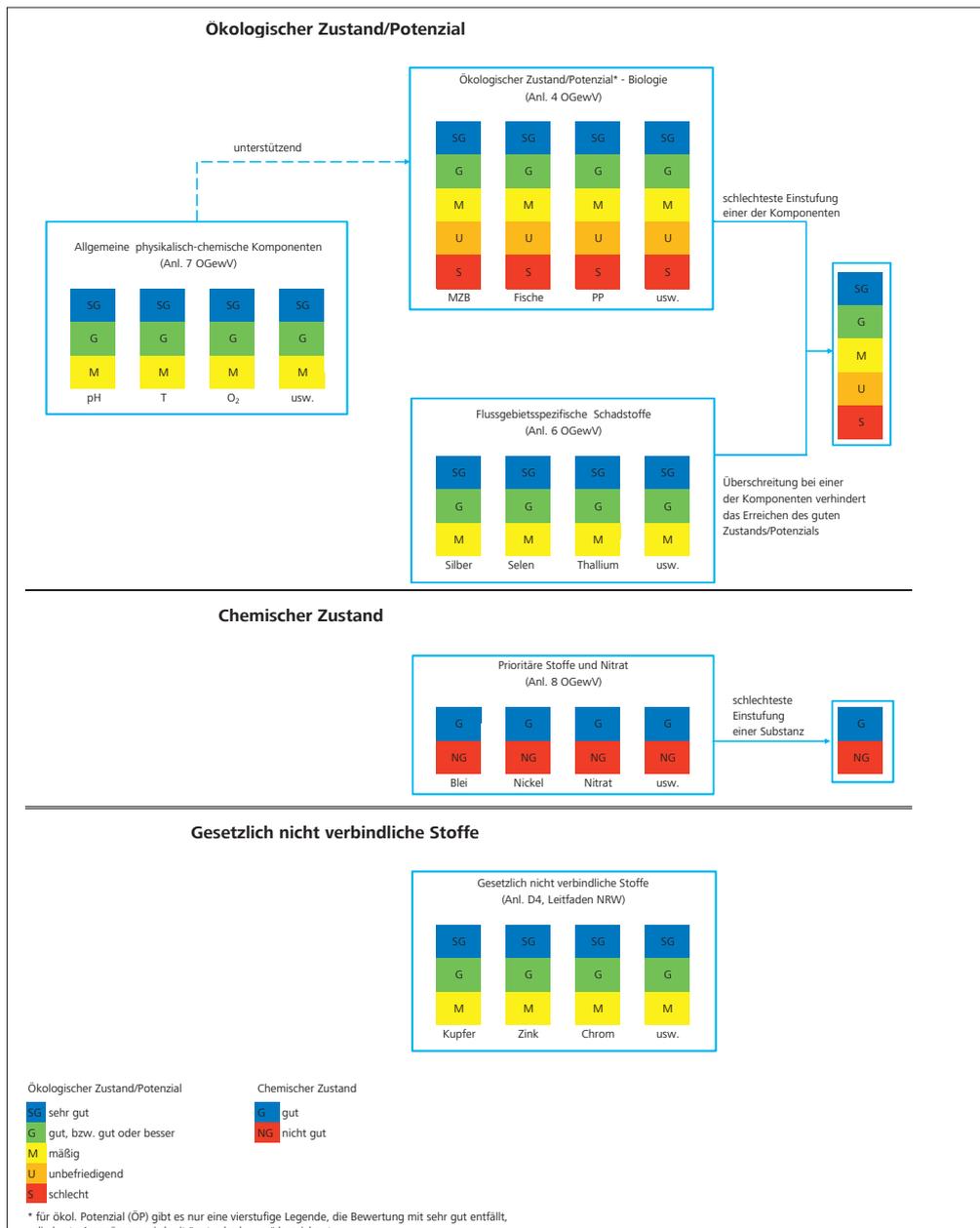


Bild 2.1: Gesamtbeurteilung des ökologischen und chemischen Zustands/Potenzials überarbeitet nach [2.9]

Fig. 2.1: Overall evaluation of the ecological and chemical status/potential, revised according to [2.9]

aber auch allgemeine physikalisch-chemische Parameter und eine Vielzahl sogenannter flussgebietsspezifischer Schadstoffe in diesen Bewertungsprozess ein. Zur Überführung dieser Vorgaben in nationales Recht hat Deutschland die Oberflächengewässerverordnung (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. In diesem Kapitel werden die darin enthaltenen Bestimmungen sowie weitere relevante Vorgaben für die Beurteilung der biologischen und chemischen Komponenten zusammenfassend dargelegt.

Chemische Qualitätskomponenten

Tabelle 2.1: Auszug aus Anlage 8 der OGewV, UQN zur Beurteilung des chemischen Zustands (prioritäre Stoffe und Nitrat) [2.3]
Table 2.1: Abstract from appendix 8 of the Surface Water Regulation (OGewV), 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 ³	0,27 ³	5 ⁵
Benzo[b]fluoranthen	–	0,017 ³	6 ⁵
Benzo[ghi]perylen	–	0,0082 ³	6 ⁵
Benzo[k]fluoranthen	–	0,017 ³	6 ⁵
Benzol	10	50	–
Bis(2-ethylhexyl)phthalat	1,3	–	–
Blei	1,2 ^{1,3}	14 ³	–
Bromierte Diphenylether	–	0,14 ³	0,0085 ⁵
C10-13 Chloralkane	0,4	1,4	–
Cadmium ² gelöst	≤ 0,08 (Klasse 1) 0,08 (Klasse 2) 0,09 (Klasse 3) 0,15 (Klasse 4) 0,25 (Klasse 5)	≤ 0,45 (Klasse 1) 0,45 (Klasse 2) 0,6 (Klasse 3) 0,9 (Klasse 4) 1,5 (Klasse 5)	–
Dioxine und dioxinähnliche Verbindungen	–	nicht anwendbar	0,0065 ⁵ TEQ ⁷
Fluoranthen	0,0063 ³	0,12 ³	30 ⁵
Naphthalin	2 ³	130 ³	–
Nickel	4 ^{1,3}	34 ³	–
Nitrat	50000	–	–
Nonylphenol	0,3	2	–
PFOS	0,00065 ⁴	36 ⁴	9,1 ⁵
Quecksilber	–	0,07	20 ⁶
Trichlorethen	10	–	–
Trichlormethan	2,5	–	–

Die Befunde im Gewässer werden im Ruhrgütebericht in erster Linie anhand der Umweltqualitätsnormen (UQN) der Anlagen 6 „flussgebietsspezifische Schadstoffe“ und 8 „Beurteilung des chemischen Zustands“ sowie der Werte der Anlage 7 „allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten“ der OGewV bewertet. Ergänzend dazu erfolgt ein Vergleich mit den gesetzlich nicht verbindlichen Beurteilungswerten des Leitfadens „Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW, die in der darin enthaltenen Anlage D4 [2.4, 2.5] aufgeführt sind sowie den gesundheitlichen Orientierungswerten (GOW) des Umweltbundesamts (UBA) [2.6]. Berücksichtigt sind in der Anlage D4 Orientierungswerte (OW), die auf Basis ökotoxikologischer Studien abgeleitet wurden und Parameter aus der Trinkwasserverordnung –TrinkwV [2.7]. 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 polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK), Anthracen, Benzo[a]pyren, Benzo[b]fluoranthen, Benzo[ghi]perylen und Benzo[k]fluoranthen. 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 [2.8].

Bild 2.1 zeigt eine Übersicht über die Gesamtbeurteilung des ökologischen und chemischen Zustands bzw. Potenzials [2.9].

gut nicht gut

¹ Die UQN bezieht sich auf bioverfügbare Konzentrationen

² Abhängig von der Wasserhärteklasse

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

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

⁵ primäres Schutzziel: menschliche Gesundheit

⁶ primäres Schutzziel: fischfressende Tiere

⁷ Toxizitätsäquivalente nach den Toxizitätsäquivalenzfaktoren der WHO von 2005

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 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.

Flussgebietspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Zustands

In Tabelle 2.2 sind die Umweltqualitätsnormen für die im Ruhreinzugsgebiet relevanten flussgebietspezifischen Schadstoffe zusammengefasst. Für die Einstufung in den sehr guten Zustand (blaue Kennzeichnung) muss die Konzentration bei synthetischen Schadstoffen unterhalb der Nachweisgrenze bzw. bei nicht synthetischen Schadstoffen im Bereich der Hin-

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

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

UQN für flussgebietspezifische Schadstoffe	
Stoffname	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 ²
Phenanthren	0,5
Selen ¹	3
Silber ¹	0,02
Thallium ¹	0,2

sehr gut gut mäßig

¹ Die UQN bezieht sich auf die gelöste Phase einer Wasserprobe

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

tergrundkonzentration liegen. Der gute Zustand (grüne Kennzeichnung) ist erreicht, wenn der sehr gute Zustand verfehlt, aber die jeweilige UQN nicht überschritten ist. Bei einer Überschreitung der UQN kann der ökologische Zustand bzw. das ökologische Potenzial höchstens als „mäßig“ eingestuft werden (gelbe Kennzeichnung). Die UQN für Selen, Silber und Thallium beziehen sich auf den gelösten Anteil, der nach Filtration (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) be-

[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

[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 08. April 2020:

[2.5] vorläufige, aktualisierte Version der D4 Liste, Juli 2019. Persönliche Korrespondenz mit dem LANUV August 2019

[2.6] Umweltbundesamt: Liste der nach GOW bewerteten Stoffe von März 2019, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/liste_der_nach_gow_bewerteten_stoffe_201903-1.pdf, Zugriff 08. April 2020

[2.7] Verordnung zur Neuordnung trinkwasserrechtlicher Vorschriften (TrinkwV). In: Bundesgesetzblatt, 2018, Teil I, Nr. 2, S. 99 - 114

[2.8] 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.

[2.9] MKULNV: Bewirtschaftungsplan 2016-2021 für die nordrhein-westfälischen Anteile von Rhein, Weser, Ems und Maas – Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Dezember 2015, https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/bwp-nrw_2016-2021_final.pdf, Zugriff: 07. April 2020

Tabelle 2.3: Aktuelle sowie vorherige Grenzwerte von ausgewählten Stoffen der Anlage D4, Leitfaden „Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW [2.4]
 Table 2.3: Latest and previous limit values of 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 (Stand Mai 2019) µg/l	Orientierungswert (Stand August 2019) µg/l
Arsen	1	1,3
Barium	60	60
Beryllium	0,1	0,1
Bor	100	100
Chrom*	10	3,4
Kobalt	0,9	0,9
Kupfer*	4	1,1
Molybdän	7	7
Uran	2	0,44
Vanadium	2,4	2,4
Zink*	14	10,9
Pyren	0,0023	0,0023
Ibuprofen	0,01	0,01
Diclofenac	0,05	0,05
Erythromycin	0,2	0,2
Clarithromycin	0,1	0,1
Azithromycin	-	0,019
Sotalol	0,1	0,1
Iopamidol	0,1	0,1
Iopromid	0,1	0,1
Amidotrizoensäure	0,1	0,1
Metoprolol	7,3	8,6
EDTA	240	2200
Bisphenol A	0,1	0,1

sehr gut gut mäßig

*zur Bewertung wird das 50 Perzentil herangezogen

deutet. Die Überschreitung des Orientierungswerts und der daraus folgende bestenfalls mäßige ökologische Zustand wird gelb gekennzeichnet. Mitte des Jahres 2019 hat das LANUV die Anlage D4 überarbeitet. Dabei wurden 80 Substanzen neu aufgenommen sowie bestehende Vorgaben für 14 Substanzen ent- und für 29 verschärft. Diese Änderungen führen dazu, dass aktuelle Auswertungen teilweise nicht mehr ohne weiteres mit zurückliegenden verglichen werden können, da unterschiedliche Bewertungskriterien verwendet wurden. Tabelle 2.3 listet die aktuellen sowie die vorher gültigen Grenzwerte für eine Auswahl der im Ruhreinzugsgebiet relevanten gesetzlich nicht geregelten Parameter der Anlage D4 auf. Die aufgeführten Parameter werden anhand der Jahresmittelwerte beurteilt. Zur Einstufung der Metalle Chrom, Kupfer und Zink werden die jeweiligen 50-Perzentile herangezogen.

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
Amidotrizoensäure	1,0
Azithromycin	0,3
Benzotriazol	3,0
Carbamazepin	0,3
Gabapentin	1,0
1H,1H,2H,2H-Perfluorooctansulfonsäure (H4PFOS)	0,1
Iopamidol	1,0
Metazachlor ESA	3,0
Metformin	1,0
Metolachlor ESA	3,0
Valsartansäure	0,3

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“ (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 Gewässergüte und der Strukturgüte hinaus. Zur differenzierten Be-

Tabelle 2.5: Qualitätsklassen des Moduls Saprobie nach PERLODES für die im Ruhreinzugsgebiet vorkommenden Gewässertypen mit den zugehörigen allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten der OGweV, 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 (OGweV), appendix 7, requirements on the good ecological status and the good ecological potential respectively, for all types of waters found in the Ruhr catchment area

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

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

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

*** = ohne Nitrifikationshemmung

wertung 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 Ruhr Gütebericht 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 organisches 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 [2.10]. Die aktuelle Version 4 bzw. 4.0.4 ermöglicht neben der Bewertung des ökologischen Zu-

stands für die „natürlichen Wasserkörper“ auch die Bewertung des ökologischen Potenzials für die „erheblich veränderten Wasserkörper“ (Heavily Modified Water Body = HMWB).

In den Ruhrgüteberichten erfolgt seit dem Jahr 2007 die Darstellung der Bewertung des ökologischen Zustands an den untersuchten Probenahmestellen auf der Grundlage des PERLODES-Verfahrens unter Berücksichtigung der jeweiligen Software-Updates. Um jedoch eine maximale Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse zu gewährleisten, wurden beim Ruhrverband die Ergebnisse bis zum Jahr 2011 (Ende des 2. Operativen Monitoringzyklus nach EG-WRRL) mit der ASTERICS-Version 3.1.1 berechnet. Für den 3. Monitoringzyklus der Jahre 2012 bis 2014 erfolgte die Berechnung auf Basis der Version 3.3.1 (vgl. [2.11]). 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 [2.12]. 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 [2.13]. 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 Multimetric Index – verrechnet, aus dem sich die Qualitätsklasse der Allgemeinen Degradation ergibt. Die zur Beurtei-

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

lung dieses Moduls festgelegten Klassengrenzen des Multimetric Indexes sind in Tabelle 2.6 dargestellt. Sie gelten sowohl für den ökologischen Zustand als auch für das ökologische Potenzial.

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

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

Tabelle 2.7: Liste der im Ruhreinzugsgebiet relevanten HMWB-Fallgruppen, verändert aus [2.9]

Table 2.7: List of HMWB categories relevant in the Ruhr catchment area, revised from [2.9]

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

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. Für die Bewertung der HMWB-Wasserkörper, die keiner HMWB-Fallgruppe zugeordnet werden können, sondern für die eine „Einzelfallbetrachtung“ (EFB) notwendig ist, hat das Land NRW ein Projekt initiiert, in dem die landesweite Vorgehensweise für alle HMWB-Einzelfallbetrachtungen festgelegt werden soll. Obwohl der Abschlussbericht für das Projekt noch nicht vorliegt ist die Vorgehensweise für das Ruhreinzugsgebiet mit dem Ruhrverband abgestimmt und auch bereits in der Datenbank ELWAS WEB mit den Bewertungsergebnissen umgesetzt worden. Daher wurden auch für den aktuellen Ruhrgütebericht die Monitoringstellen in HMWB mit Einzelfallbetrachtung in ihrem ökologischen Potenzial nach diesem neuen Verfahren bewertet. Somit können erstmals alle ab dem Jahr 2015 untersuchten Probenahmestellen in HMWB nach ihrem ökologischen Potenzial bewertet und kartographisch dargestellt werden. 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 km², daher nach EG-WRRL 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.

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

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

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

[2.14] <https://www.flussgebiete.nrw.de/monitoringleitfaden-oberflaechengewaeser-anlage-d4-7724>, Zugriff 08. April 2020

3 Physikalisch-chemische Überwachungen der Ruhr

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

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Untersuchungen der Ruhr an der Probenahmestelle in Essen-Rellinghausen („Zornige Ameise“), noch oberhalb des Baldeneysees, dargestellt, die seit über 90 Jahren dreimal wöchentlich auf eine Vielzahl von Parametern untersucht wird. Darüber hinaus werden die Nährstoffkonzentrationen und die organische Belastung an sechs Probenahmestellen der Ruhr erläutert. Dieses Untersuchungsprogramm mit wöchentlicher Probenahme 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 größere Rolle spielte. Ab dem Jahr 2017 wurde 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 zum Teil erheblichen Schwankungen unterliegen, wenn sauerstoffproduzierende (Photosynthese) und -verbrauchende Vorgänge (Atmung, Biomasseabbau) die O₂-Konzentrationen, den pH-Wert und sonstige Größen 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 2019 (01. November 2018 bis 31. Oktober 2019) 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, 3.4] und ggf. der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) [3.5] erfolgen zusammenfassend am Ende dieses Kapitels und beziehen sich auf das Kalenderjahr 2019. 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 2019 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, vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV), von der

Tabelle 3.1: Monats-, Halbjahres- und Jahres-Mittelwerte verschiedener Kenngrößen der Ruhr bei Essen-Rellinghausen, Probenahmestelle "Zornige Ameise", Abflussjahr 2019

Table 3.1: Monthly, biannual and annual averages of several parameters for the Ruhr at Essen-Rellinghausen, sampling point "Zornige Ameise", water year 2019

	Abfluss am Pegel Hattingen m³/s	Wasser- tempe- ratur °C	pH- Wert (Me- dian)	Elektr. Leit- fähig- keit µS/cm	Abfiltr. Stoffe mg/l	Abfiltr. Stoffe Glüh- rück- stand mg/l	Sauerstoff Gehalt mg/l	Sätti- gungs- index %	BSB ₅ gesamt mg/l	Chem. Sauer- stoff- bedarf CSB gesamt mg/l	TOC mg/l	DOC mg/l	Absorp- tions- koeffi- zient 254 nm m ⁻¹	Ammo- nium- Stick- stoff mg/l	Nitrat- Stick- stoff mg/l	Gesamt- Phos- phor mg/l	o-Phos- phat- Phos- phor mg/l
November 2018	16,0	8,1	7,9	625	1,3	0,7	11,0	93	1,2	9,8	3,9	3,4	8,2	0,04	2,3	0,10	0,06
Dezember 2018	61,0	7,3	7,9	487	3,1	2,1	11,5	96	1,7	7,4	3,6	3,2	7,7	0,08	3,1	0,11	0,07
Januar 2019	133	5,7	7,8	340	17,0	11,8	12,4	99	2,0	9,3	4,1	2,3	5,2	0,08	3,4	0,13	0,05
Februar 2019	101	6,4	7,8	397	9,0	6,8	12,2	99	1,8	7,0	3,4	1,8	4,7	0,08	3,4	0,09	0,04
März 2019	124	8,1	7,8	365	7,0	5,3	11,7	100	1,5	7,5	3,0	2,2	5,0	0,06	3,1	0,10	0,04
April 2019	33,5	12,3	8,4	489	3,4	1,8	11,2	104	2,1	8,5	3,4	2,5	5,3	0,03	2,4	0,07	0,02
Mai 2019	29,9	14,8	7,9	523	5,0	3,1	9,5	94	1,4	9,9	3,8	2,9	6,5	0,06	2,3	0,07	0,04
Juni 2019	21,9	21,9	7,8	539	2,9	1,9	7,8	89	1,0	11,7	3,5	3,1	7,0	0,05	1,8	0,09	0,06
Juli 2019	20,7	21,8	8,0	573	1,6	1,0	7,7	88	0,7	12,3	3,9	3,4	7,6	0,03	1,5	0,10	0,06
August 2019	21,1	21,2	7,9	530	1,3	0,7	7,8	88	0,7	8,5	3,9	3,2	7,5	0,04	1,6	0,11	0,06
September 2019	20,4	17,9	7,9	583	2,1	1,1	8,4	88	0,7	10,4	3,9	3,1	7,4	0,04	1,7	0,08	0,05
Oktober 2019	30,1	13,9	7,9	475	2,4	1,4	9,6	93	0,8	11,8	3,5	2,5	7,5	0,06	2,4	0,10	0,07
Winterhalbjahr	78,3	8,0	7,9	447	7,1	5,2	11,7	99	1,7	8,3	3,6	2,5	5,9	0,06	2,9	0,10	0,05
Sommerhalbjahr	24,0	18,6	7,9	538	2,5	1,6	8,5	90	0,9	10,8	3,8	3,1	7,3	0,04	1,9	0,09	0,06
Abflussjahr 2019	51,0	13,5	7,9	495	4,7	3,3	10,0	94	1,3	9,6	3,7	2,8	6,6	0,05	2,4	0,10	0,05
Kalenderjahr 2019	56,2	13,6	7,9	472	5,2	3,5	10,0	94	1,3	9,6	3,6	2,7	6,4	0,05	2,4	0,09	0,05
Abflussjahr 2018	65,7	13,9	7,9	475	6,4	4,4	10,0	94	1,5	9,8	3,7	2,9	6,6	0,05	2,3	0,09	0,05

Tabelle 3.2: Monats- und Halbjahres-Mittelwerte verschiedener Kenngrößen der Ruhr bei Essen-Rellinghausen, Probenahmestelle "Zornige Ameise", Abflussjahr 2019

Table 3.2: Monthly and biannual averages of several parameters for the Ruhr at Essen-Rellinghausen, sampling point "Zornige Ameise", water year 2019

	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 2018	85	44	0,11	0,11	0,41	0,04	2,4	< 0,4	2,6	12	0,12	26	9	3,7	0,10	
Dezember 2018	62	39	0,09	0,08	0,51	0,05	2,3	0,6	2,4	14	0,18	28	6	3,4	0,07	
Januar 2019	33	30	0,07	< 0,03	3,6	0,13	3,5	1,6	4,7	41	0,85	77	< 4	1,7	0,03	
Februar 2019	44	33	0,07	< 0,03	1,7	0,08	2,9	1,1	3,1	28	0,44	51	5	1,8	0,04	
März 2019	36	33	0,08	< 0,03	1,2	0,06	2,5	0,8	2,8	23	0,32	45	5	1,9	0,04	3
April 2019	53	42	0,09	0,08	0,40	0,04	2,0	< 0,4	2,3	10	0,11	36	7	2,6	0,06	17
Mai 2019	60	42	0,09	0,08	0,72	0,05	2,6	0,5	3,3	14	0,18	48	8	2,1	0,08	10
Juni 2019	69	41	0,10	0,08	0,59	0,05	2,3	< 0,4	3,7	10	0,13	34	7	2,3	0,08	2
Juli 2019	76	41	0,11	0,10	0,56	0,04	2,5	< 0,3	3,4	10	0,10	28	9	3,3	0,09	2
August 2019	71	39	0,11	0,09	0,34	0,04	2,4	< 0,3	2,5	8	0,08	26	7	3,3	0,08	1
September 2019	84	41	0,11	0,12	0,45	0,03	2,2	< 0,3	2,5	8	0,10	37	8	3,2	0,09	2
Oktober 2019	58	37	0,10	0,06	0,46	0,03	2,2	< 0,3	2,4	8	0,11	34	7	3,0	0,07	< 1
Winterhalbjahr	52	37	0,08	0,06	1,4	0,07	2,6	0,8	3,0	22	0,35	45	6	2,4	0,06	10
Sommerhalbjahr	70	40	0,10	0,09	0,52	0,04	2,4	< 0,4	2,9	10	0,12	35	8	2,9	0,08	3
Abflussjahr 2019	61	39	0,09	0,07	0,92	0,05	2,5	0,6	3,0	16	0,23	40	7	2,7	0,07	5
Kalenderjahr 2019	57	38	0,09	0,07	1,0	0,06	2,4	0,5	2,8	16	0,25	43	7	2,5	0,07	5
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

Bezirksregierung Arnsberg sowie von der Westfälischen Wasser- und Umweltanalytik GmbH (WWU) zum Teil gemeinsam betrieben. Weiterhin beteiligt sich die AWWR an den Betriebskosten der Gewässergüte-Überwachungsstation Hattingen. Die Gewässergüte-Überwachungsstationen mit den dazugehörigen Ausstattungen zeigt die Tabelle 3.3.

Allgemeine Kenngrößen

Im Berichtszeitraum betrug der mittlere Abfluss am Pegel Hattingen 51,0 m³/s. Die mittleren Monatsabflüsse von Januar bis März 2019 lagen auf dem Niveau der entsprechenden mittleren Monatsabflüsse der langjährigen Aufzeichnungen. Das Maximum von 388 m³/s als Tagesmittelwert trat am 16. März 2019 auf. Im verbleibenden Abflussjahr blieben die mittleren Monatsabflüsse weit unter den entsprechenden Werten der letzten 15 Jahre. Das Tagesminimum von 11,6 m³/s trat im auffallend abflussarmen November 2018 auf. Während für das Sommerhalbjahr mit 24,0 m³/s der gleiche niedrige mittlere Abfluss wie im Abflussjahr 2018 erreicht wurde, lag der Abfluss im Winterhalbjahr mit 78,3 m³/s um rund 28 % unter dem Vorjahreswert.

Die mittleren **Wassertemperaturen** des Winterhalbjahrs 2018/2019 blieben unter 10 °C und bewegten sich auf dem Niveau der letzten 15 Jahre. Das Tagesminimum mit 2,5 °C wurde Ende Januar 2019 gemessen. Wie im Jahr 2018 kam es auch im Berichtszeitraum aufgrund des ungewöhnlich heißen Sommers vor allem in den Monaten Juni, Juli und August an fast allen Probenahmetagen zu Wassertemperaturen von über 20 °C. Das Tagesmaximum wurde mit 26,0 °C am 26. Juni 2019 gemessen.

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

[3.3] Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW (Hrsg.): Leitfaden Monitoring Oberflächengewässer, <https://www.flussgebiete.nrw.de/node/7423>, Zugriff 08. April 2020:

[3.4] Vorläufige, aktualisierte Version der D4 Liste, Juli 2019. Persönliche Korrespondenz mit dem LANUV August 2019

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

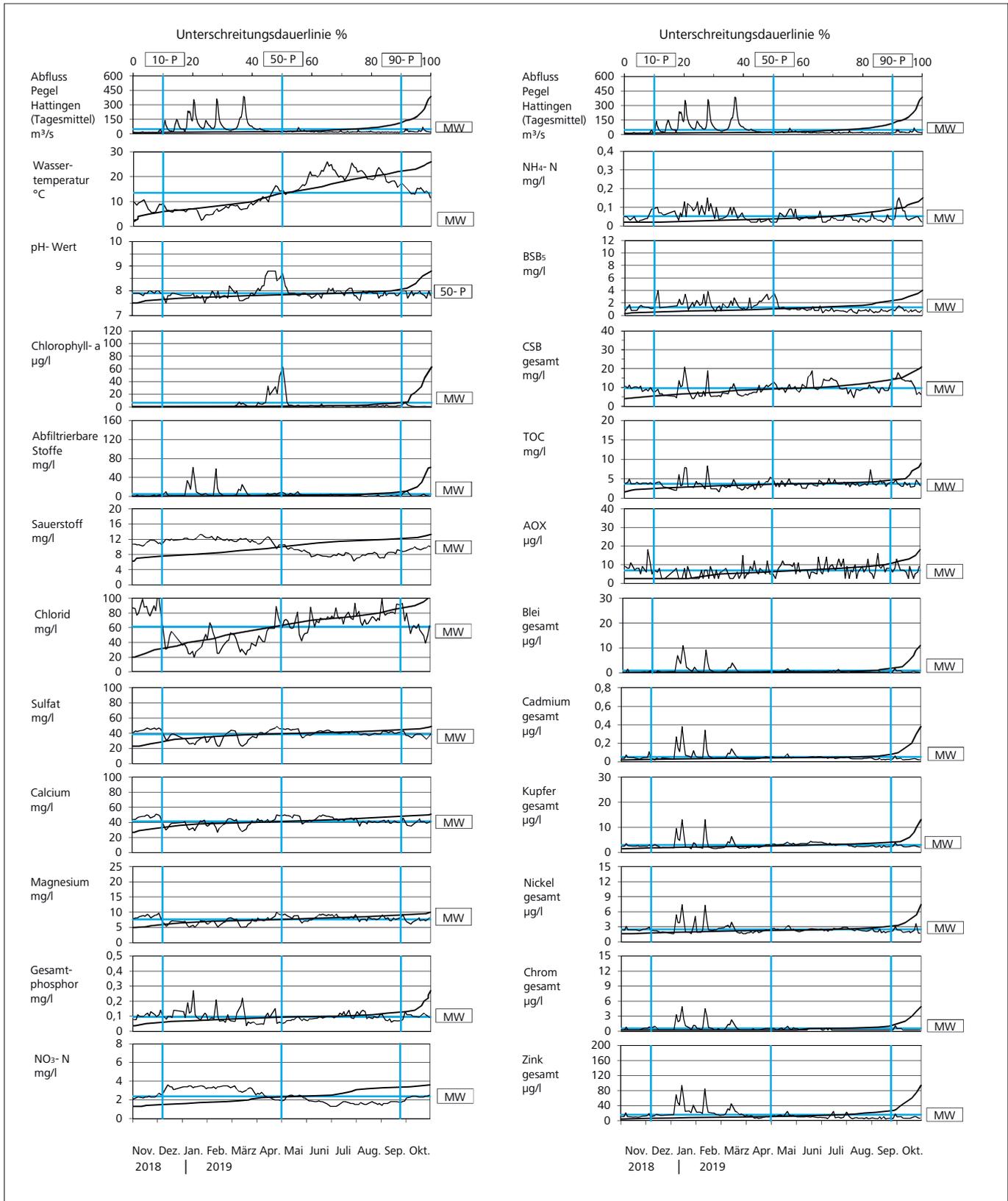


Bild 3.1: Ganglinien und Unterschreitungsdauerlinien verschiedener Kenngrößen, Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Abflussjahr 2019
 Fig. 3.1: Time-variation curves and curves showing the durations below limit for selected parameters, Ruhr at Essen-Rellinghausen in the water year 2019

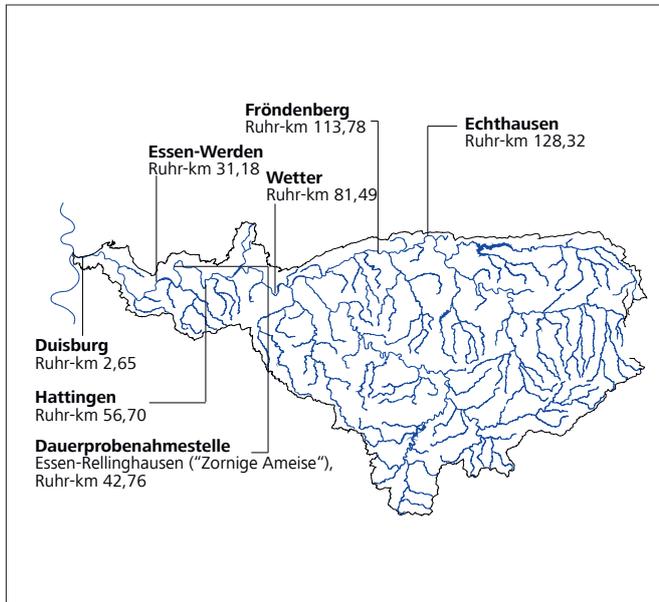


Bild 3.2: Lage der Gewässerüberwachungsstationen an der Ruhr
 Fig. 3.2: Location of water quality monitoring stations along the Ruhr

Im April 2019 stieg der pH-Wert bei abflussarmen und strahlungsreichen Bedingungen auf das Maximum von pH 8,8 und lag damit im Vorjahresvergleich um pH 0,2 niedriger. Das Minimum wies einen pH-Wert von 7,5 auf. Der Spitzenwert für **Chlorophyll-a** wurde im Mai 2019 mit 64 µg/l erreicht und blieb damit deutlich unter dem Vorjahreswert von 108 µg/l, lag aber wieder in der Größenordnung der Jahre 2016 und 2017. 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 61,3 mg/l und 62 FNU wurden im Januar bzw. Februar 2019 gemessen. Wie auf die Trübung wirkt sich das Abflussgeschehen auch entscheidend auf die **Elektrische Leitfähigkeit** (nicht grafisch dargestellt) aus. Nach der über Monate andauernden Trockenperiode im Jahr 2018 lag der Spitzenwert der Elektrischen Leitfähigkeit am 03. Dezember 2018 mit 755 µS/cm bei Abflüssen um 40 m³/s. Trotz dieser hohen Werte entsprach die mittlere Elektrische Leitfähigkeit aber etwa dem Vorjahreswert. Das Minimum von 259 µS/cm wurde am 16. Januar 2019 bei einem Abfluss von 212 m³/s gemessen.

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 reduziert (siehe Kapitel 5). Sowohl hohe Übersättigungen im

Tabelle 3.3: Einrichtungen der Gewässergüte-Überwachungsstationen an der Ruhr
 Table 3.3: Facilities at the water quality monitoring stations along the Ruhr

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

Ruhrwasser als auch für die aquatische Fauna lebensbedrohliche Sauerstoffmangelsituationen, die früher die Belüftung der Ruhr erforderlich machten, gehören heutzutage der Vergangenheit an.

Die prozentuale Verteilung der Sauerstoffwerte im Abflussjahr 2019 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.

Die Löslichkeit des Sauerstoffs im Wasser nimmt mit steigender Wassertemperatur ab. So kam es ähnlich wie im Jahr 2018 auch in diesem Jahr aufgrund der langanhaltenden sommerlichen Verhältnisse und der höheren Wassertemperaturen an allen vier Gewässergüte-Überwachungsstationen von Mai

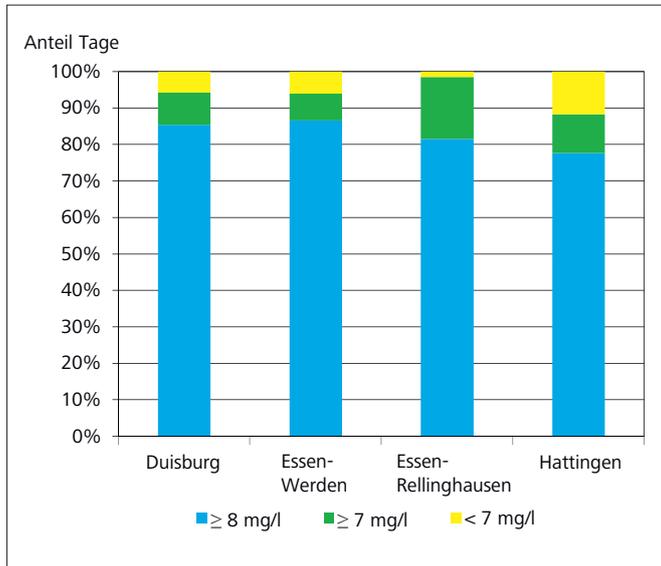


Bild 3.3: Zeitliche Verteilung der Sauerstoffgehalte in der unteren Ruhr, Abflussjahr 2019
 Fig. 3.3: Temporal distribution of oxygen levels in the lower Ruhr, water year 2019

bis September zu niedrigeren Sauerstoffkonzentrationen als in den vorherigen Sommerhalbjahren. Allerdings waren diese mit Ausnahme der Gewässergüte-Überwachungsstation Essen-Werden höher als im Jahr 2018. Die prozentualen Anteile der Messwerte mit Konzentrationen unterhalb von 7 mg/l Sauerstoff lagen an den Messstationen Duisburg, Essen-Werden und -Rellinghausen zwischen 1,5 und 6,0 %. Zwischen Mai und Juli war die Gewässergüte-Überwachungsstation Hattingen wegen eines Pumpenausfalls nicht im Betrieb. In den übrigen Monaten lagen 12 % der Werte unterhalb von 7 mg/l Sauerstoff. An dieser Messstation wurde am 08. September 2019 auch das Minimum aller Sauerstoffmessungen mit 4,0 mg/l Sauerstoff registriert.

Mineralische Inhaltsstoffe

Aufgrund der außerordentlich niedrigen mittleren Abflüsse im Jahr 2018, die sich bis in die Wintermonate hielten, waren die Gehalte von **Chlorid** und **Sulfat** vor allem in den Monaten November und Dezember 2018 im Vergleich zu den Vorjahren deutlich angestiegen. Für Chlorid wurden Anfang Dezember 2018 Werte bis 110 mg/l gemessen. Die Höchstkonzentration von 49 mg/l Sulfat trat aber erst im Frühjahr 2019 bei ebenfalls niedrigen Abflüssen auf. Die diesjährigen Durchschnittskonzentrationen betragen 61 mg/l Chlorid bzw. 39 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 Abflussschehen beeinflusst. So waren die Konzentrationen im Jahresdurchschnitt mit 42 mg/l Ca und 7,6 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 wiederholt 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.

Der mittlere Gehalt für **Gesamt-Phosphor (TP)** betrug 0,1 mg/l und lag damit auf gleichem Niveau wie in den letzten beiden Jahren. Die höchste Konzentration von 0,27 mg/l trat während erhöhter Abflüsse und einer damit einhergehenden Zunahme suspendierter Abschwemmungen am 14. Januar 2019 auf. Der Anteil an **ortho-Phosphat-Phosphor (o-PO₄-P)** lag an diesem Tag bei 19 %. Werte über 0,1 mg/l TP wurden auch mehrfach im Juli und August 2019 in Folge von niedrigen Abflüssen gemessen. Im Durchschnitt betrug die Konzentration wie im Vorjahr 0,05 mg/l.

Wie im vorangegangenen Abflussjahr lag der mittlere **Nitrat-Stickstoffgehalt (NO₃-N)** mit 2,4 mg/l unter dem langjährigen Mittel von 2,5 mg/l. Gehalte bis zu 3,6 mg/l traten im Winterhalbjahr bei Wassertemperaturen 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 im Juli 2019 mit 1,3 mg/l gemessen.

Das niedrige Konzentrationsniveau für **Ammonium-Stickstoff (NH₄-N)** der letzten Jahre wurde mit einem mittleren Gehalt von 0,05 mg/l auch im Abflussjahr 2019 bestätigt. Nur Anfang Oktober traten nach einem kurzen Gewitter wie auch in den kälteren Wintermonaten erhöhte Konzentrationen bis zu 0,15 mg/l auf.

Organische Summenparameter

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

Aufgrund nur weniger Perioden mit nennenswerten Abflussanstiegen, die zu Remobilisierungsprozessen und erhöhten Einträgen von biochemisch abbaubarem Material führten, blieb der **BSB₅ (ohne ATH)** im Winterhalbjahr mit im Mittel 1,7 mg/l unter dem Vorjahreswert. Im Sommerhalbjahr stieg der BSB₅ lediglich während des Frühjahrsmaximums der Algenentwicklung im April/Mai bis auf 4,0 mg/l an. Das Sommer- und das Jahresmittel erreichten mit Werten von 0,9 bzw. 1,3 mg/l die niedrigen Gehalte aus dem Jahr 2015.

Die Spitzenwerte für den **Chemischen Sauerstoffbedarf** von 20,9 mg/l und den **Gesamten Organisch Gebundenen Kohlenstoff** von 8,3 mg/l wurden nach Abflussanstiegen im Januar bzw. Februar 2019 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 April 2019 höhere Werte für den TOC-Gehalt beobachtet wurden. Die mittleren Konzentrationen im Abflussjahr von 3,7 mg/l TOC haben sich aber im Vergleich zu den beiden Vorjahren 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 2019 zwischen < 5 und 18 µg/l. Der Mittelwert für AOX lag in diesem Zeitraum mit 7 µg/l knapp über dem Vorjahreswert.

Schwermetalle

Schwermetallbelastungen der Gewässer haben unterschiedliche Ursachen wie Auswaschungen, Abtrag natürlich vorkommender Gesteine und Böden oder 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 11 µg/l in der unfiltrierten Probe und von 0,31 µg/l in der filtrierten Probe im Januar 2019 bei Abflussanstiegen auf. Die Durchschnittswerte von 0,92 µg/l Pb_{ges.} und 0,11 µg/l Pb_{filtr.} in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen lagen auf dem Niveau der Vorjahre.

Auch die **Cadmiumkonzentrationen** zeigten eine Abflussabhängigkeit. So lag Mitte Januar bei erhöhtem Abfluss eine Maximalkonzentration von 0,39 µg/l Cd_{ges.} vor. Für den gelö-

ten Anteil wurde aber die Höchstkonzentration von 0,06 µg/l Cd_{filtr.} am 26. April 2019 bei niedrigen Abflüssen gemessen. Die dazugehörigen arithmetischen Mittel betragen 0,03 µg/l Cd_{filtr.} und 0,05 µg/l Cd_{ges.}

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. Im Berichtszeitraum erreichte der Kupfergehalt mit einem Durchschnittswert von 3,0 µg/l den niedrigsten Wert der letzten 15 Jahre. Das Maximum von 13 µg/l wurde im Januar und Februar 2019 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 auch für Nickelgesamt aufgrund von Sedimentremobilisierung die Höchstgehalte bei abflussreichen Verhältnissen im Januar 2019 auf. Das Maximum für die filtrierte Probe lag aber bei mittleren Abflüssen mit 2,8 µg/l vor. Die Durchschnittswerte lagen mit 2,5 µg/l Ni_{ges.} und 2,1 µg/l Ni_{filtr.} wie in den Vorjahren auf einem sehr niedrigen Niveau.

Der **Chromgehalt** spielt in der Ruhr seit vielen Jahren keine große Rolle mehr. Aufgrund hoher Abflüsse wurde auch für Chrom die höchste Konzentration von 4,9 µg/l am 14. Januar 2019 registriert. Der Durchschnittswert betrug 0,6 µg/l und war somit vergleichbar mit den niedrigen Werten aus den letzten beiden Abflussjahren.

Quecksilber (nicht grafisch dargestellt) ist im Einzugsgebiet der Ruhr in der Wasserphase ohne Bedeutung. Die höchste Konzentration von 0,01 µg/l wurde bei Abflussanstiegen Mitte März und Anfang Oktober 2019 gemessen. Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze für Quecksilber von 0,005 µg/l lagen lediglich in 12 % der untersuchten 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 abflussreichen Monaten auf. So wurde für Zink der Maximalwert von 94 µg/l aufgrund von Sedimentremobilisierungsprozessen Mitte Januar 2019 gemessen. Die Durchschnittskonzentration lag mit 16 µg/l wie in den Vorjahren auf einem sehr niedrigen Niveau.

Ergebnisse der wöchentlichen Ruhruntersuchungen

Das Bild 3.4 zeigt die Summenhäufigkeitskurven der Untersuchungsergebnisse relevanter Parameter für die organische Belastung (CSB) und die Nährstoffbelastung (NH₄-N, TP) an den sechs Probenahmestellen an der Ruhr von Arnsberg-Wildshau-

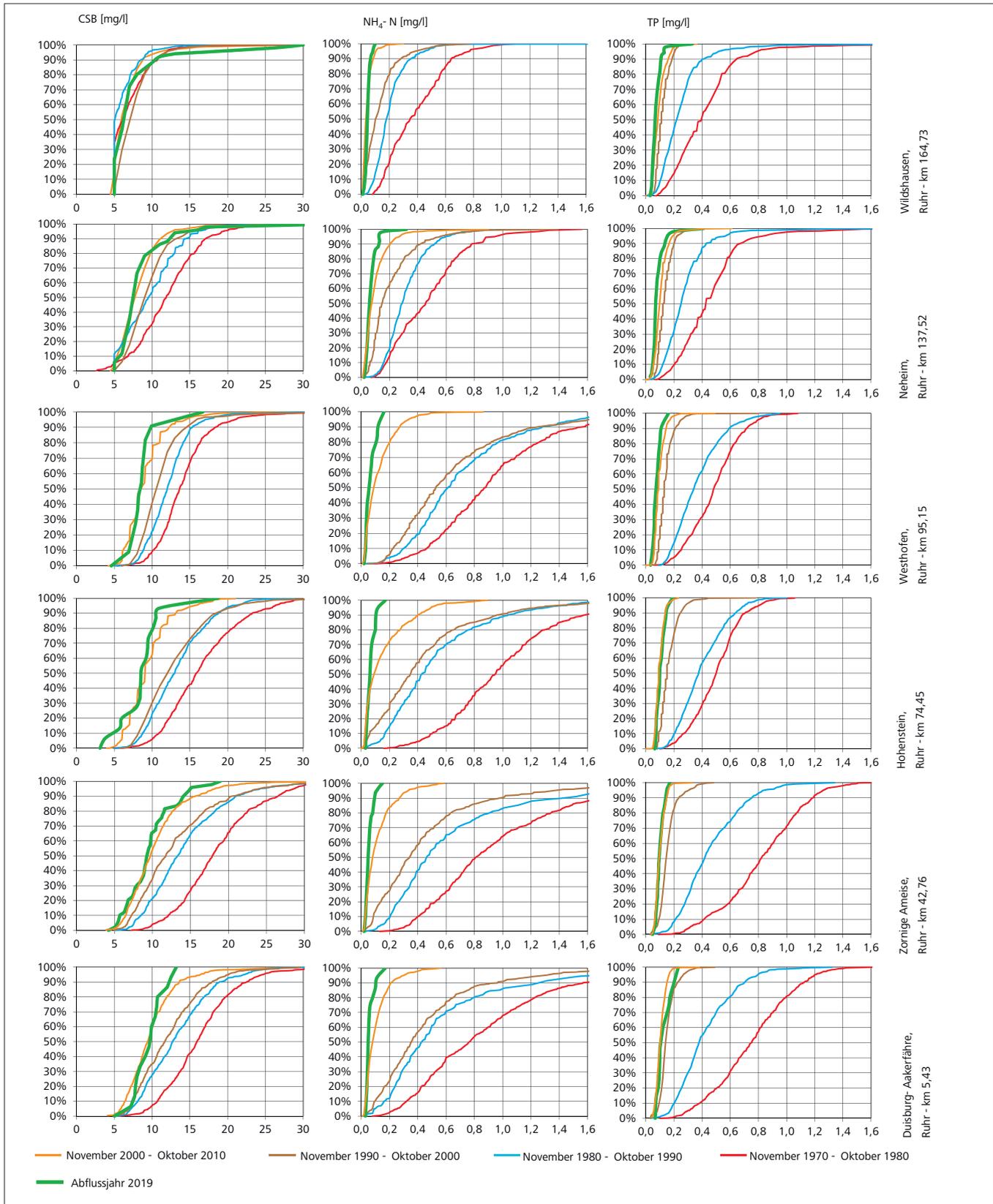


Bild 3.4: Ruhrwasserbeschaffenheit nach den Ergebnissen der wöchentlichen Ruhruntersuchung, dargestellt als Summenhäufigkeiten
 Fig. 3.4: Ruhr water condition according to the results of weekly examinations, shown as cumulative frequencies

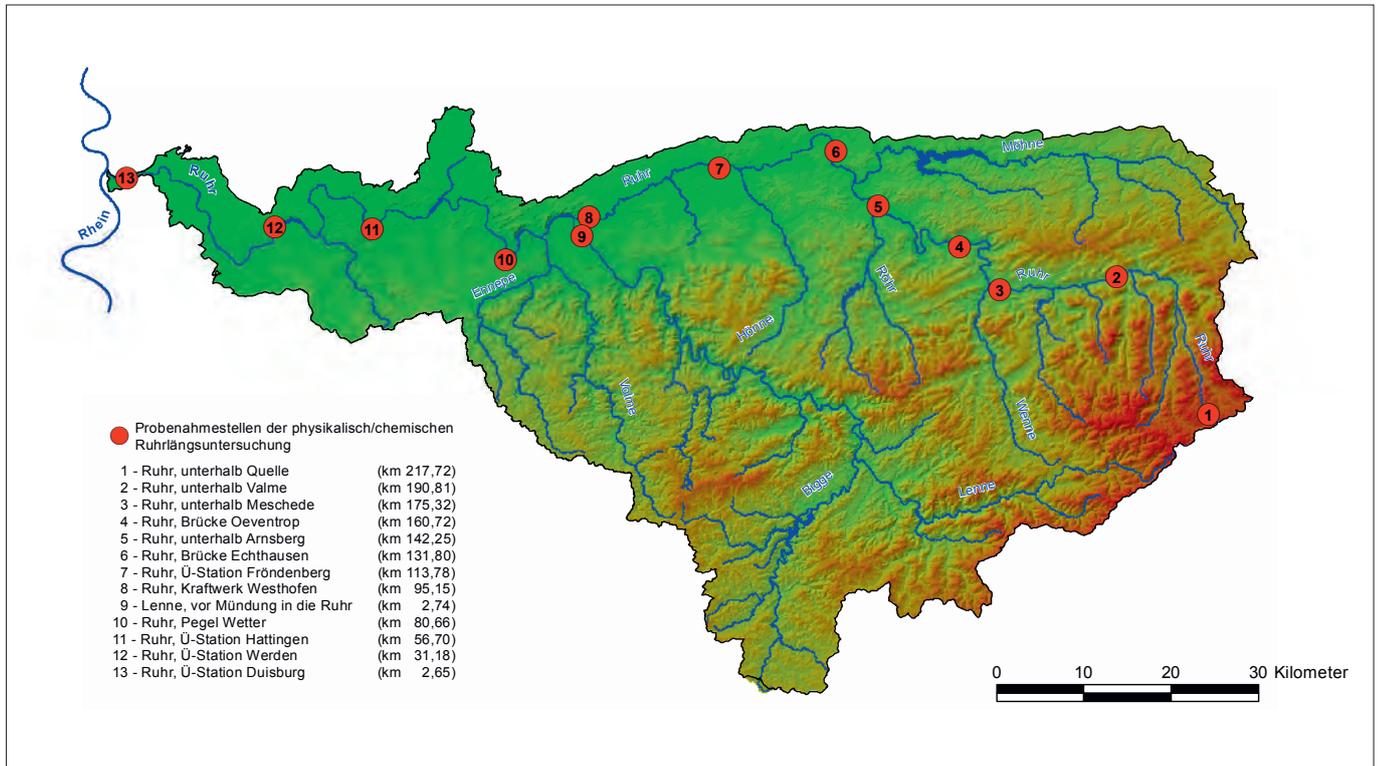


Bild 3.5: Geografische Lage der zwölf Probenahmestellen der Ruhrlängsuntersuchungen. Quelle: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2008

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

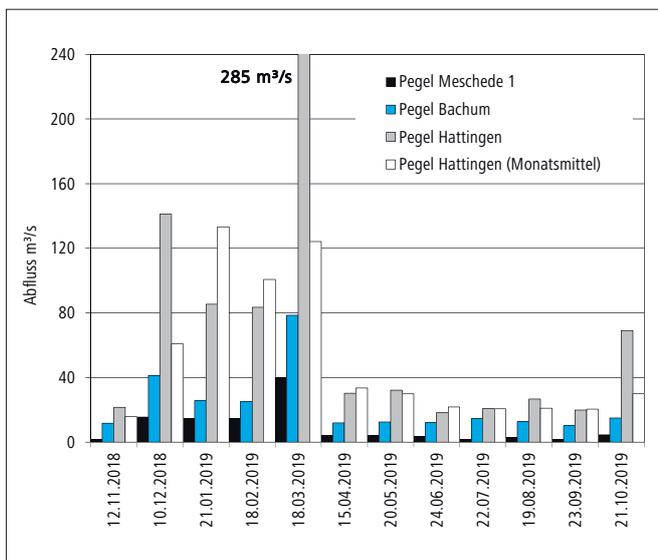


Bild 3.6: Abflüsse an den Pegeln Meschede 1, Bachum und Hattingen an den Probenahmestellen des Abflussjahres 2019 (Tagesmittelwerte)

Fig. 3.6: Ruhr runoff at the gauging stations Meschede, Bachum and Hattingen at the sampling points of 2019 (daily means)

sen 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 Ruhr deutlich vermindert hat. Das Jahr 2019 war wie das Jahr zuvor eines der abflussärmsten mit langen Niedrigwasserphasen und eines der wärmsten seit der Wetteraufzeichnung, was vor allem im Ober- und Mittellauf der Ruhr (Wildshausen, Arnsberg-Neheim) zu höheren CSB-Konzentrationen im Vorjahresvergleich führte. Am 14. Januar 2019 wurde bei starkem Regen ein Spitzenwert von 30 bzw. 34 mg/l erreicht. Ab Westhofen war dieser Anstieg allerdings nicht mehr festzustellen. Die Konzentrationen von Ammonium-Stickstoff zeigten im gesamten Fließverlauf ähnliche Werte wie in den Vorjahren. Allerdings wurden im Unterlauf der Ruhr (Duisburg-Aakerfähre) sowohl im Winter- als auch im Sommerhalbjahr höhere Phosphorgehalte mit Konzentrationen bis zu 0,23 mg/l gemessen.

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.

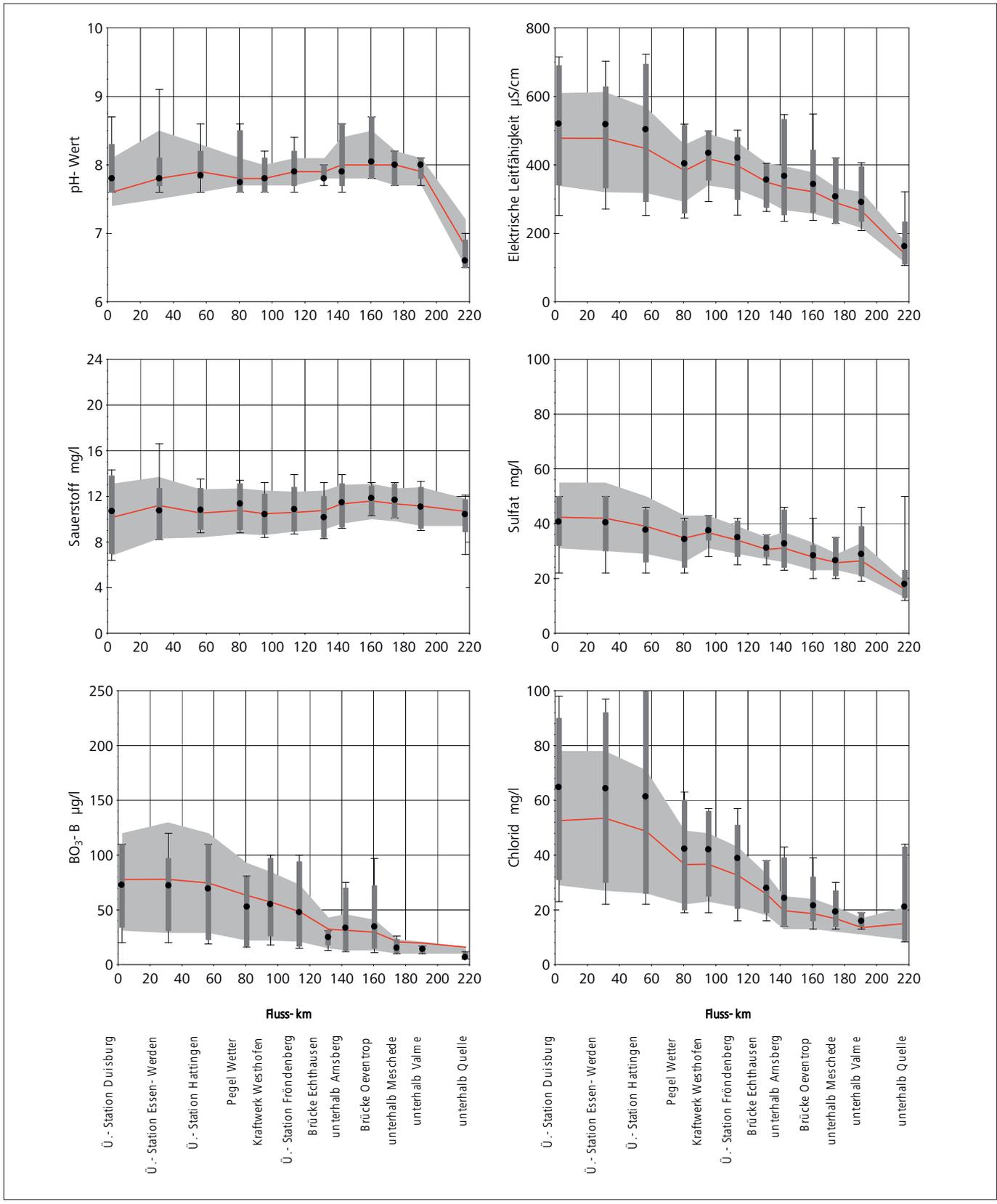


Bild 3.7: Ruhrlängsuntersuchungen im Abflussjahr 2019, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen
 Fig. 3.7: Examinations along the Ruhr during the runoff year 2019, statistical data of selected parameters

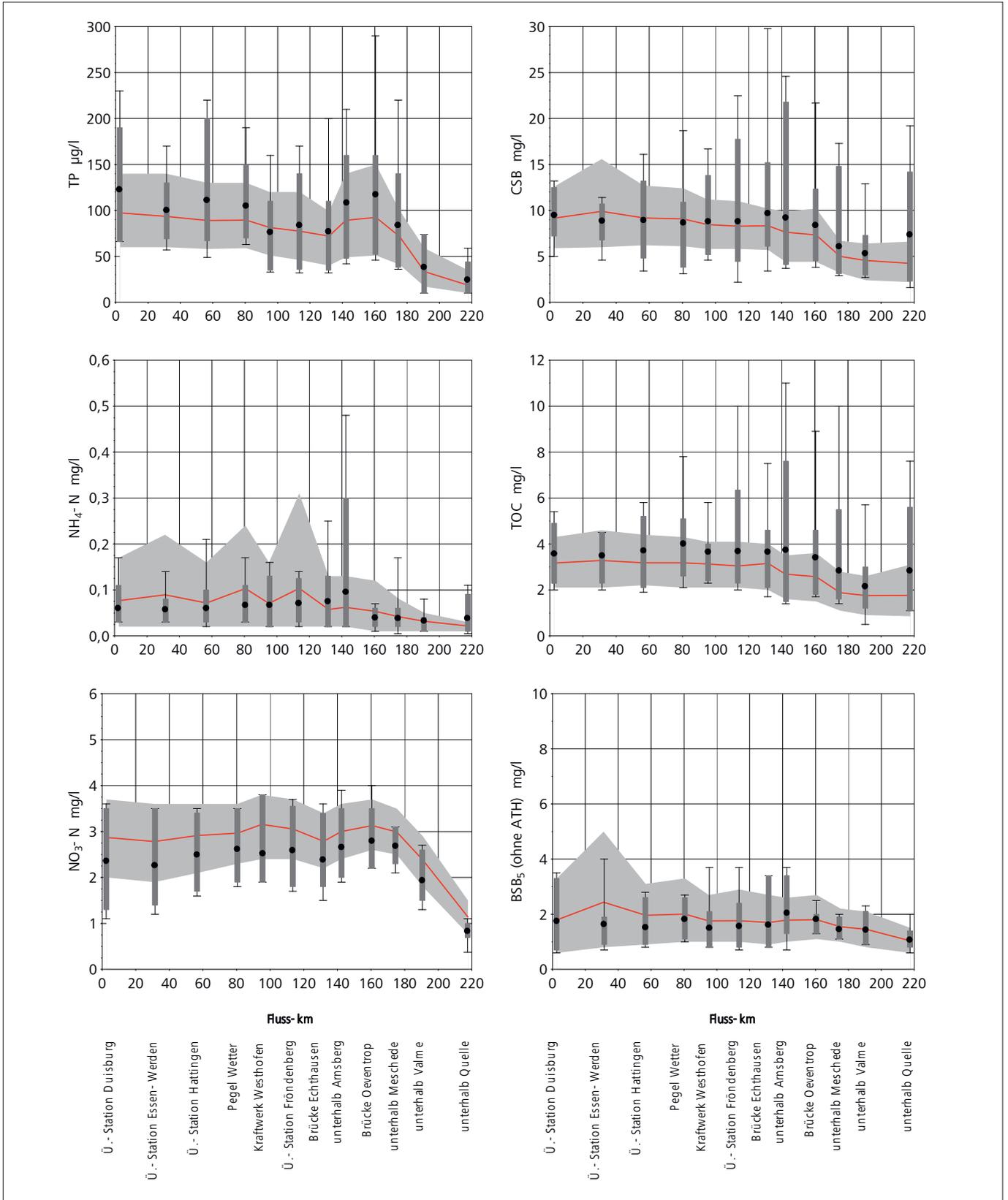


Bild 3.7: Ruhrlängsuntersuchungen im Abflussjahr 2019, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen
 Fig. 3.7: Examinations along the Ruhr during the runoff year 2019, statistical data of selected parameters

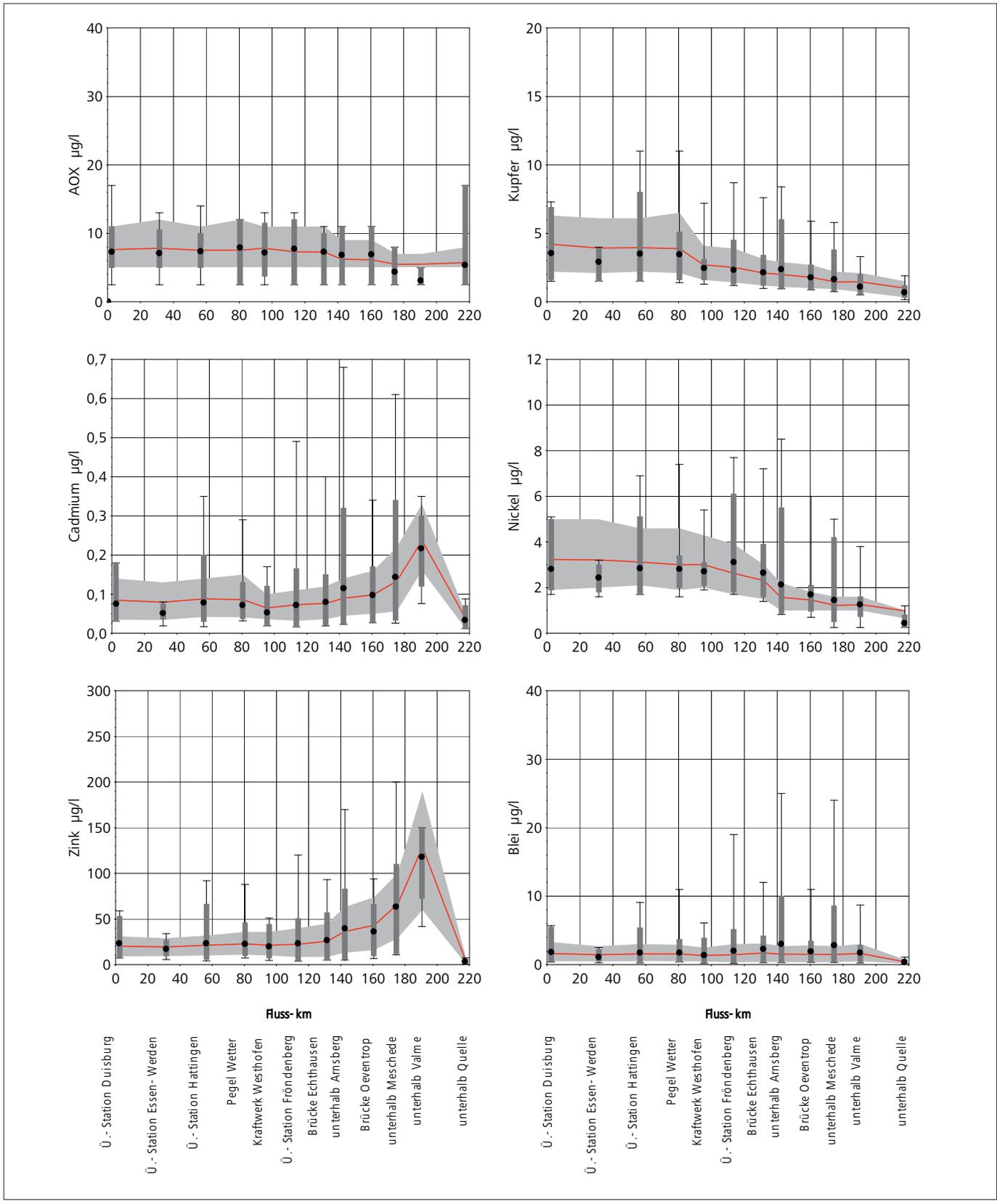


Bild 3.7: Ruhrlängsuntersuchungen im Abflussjahr 2019, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen
 Fig. 3.7: Examinations along the Ruhr during the runoff year 2019, statistical data of selected parameters

Drei weitere Messstellen liegen auf der Strecke von der Möhнемündung bis zur Wehranlage des Harkortsees. Im Abschnitt bis zur Mündung in den Rhein befinden sich die restlichen vier Probenahmestellen. 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 [3.6].

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 2019 dargestellt. Der mittlere Abfluss am Pegel Hattingen an den Untersuchungstagen lag im Abflussjahr 40 % über dem Jahresmittelwert an diesem Pegel. Hohe Abweichungen von 130 % vom durchschnittlichen Monatsmittel waren bei den Probenahmen im Dezember 2018 sowie im März und Oktober 2019 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 2019 und die Jahre 2002 bis 2018 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 2019 entsprechen den Endpunkten der Linien. Die grauen Säulen repräsentieren den Bereich zwischen den 10- und 90-Perzentilen des Jahres 2019. Das arithmetische Mittel (2019) wird durch den schwarzen Punkt abgebildet.

Allgemeine physikalisch-chemische Kenngrößen

Die Mediane der **pH-Werte** im Jahr 2019 lagen im Vergleich zum Jahr 2018 mit Ausnahme an der Probenahmestelle unterhalb Valme auf einem ähnlichen Niveau. Während der Phytoplanktonentwicklung traten im April im Unterlauf der Ruhr erhöhte Werte bis pH 9,1 auf. Die erhöhten pH-Werte bis zu einem Maximum von pH 8,7 im Oberlauf zwischen Oeventrop und Arnsberg sind dagegen nicht auf das Vorkommen von Planktonalgen zurückzuführen. Vielmehr waren es hier bentische Wasserpflanzen, die bei Niedrigwasser im flachen Bachbett große Bestände bildeten.

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 Pegel Wetter 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. Aufgrund der langandauernden Niedrigwasserverhältnisse, die sowohl im November und Dezember 2018 als auch zwischen den Monaten April und Oktober 2019 vorlagen, traten höhere Durchschnittswerte der Elektrischen Leitfä-

higkeit als im vorherigen Abflussjahr auf. Der Spitzenwert von 723 $\mu\text{S}/\text{cm}$ wurde im Dezember 2018 an der Überwachungsstation Hattingen bei einem Abfluss von 38,5 m^3/s verzeichnet.

Sauerstoffhaushalt

Die mittleren Sauerstoffkonzentrationen lagen an den Messstellen unterhalb Quelle, an der Brücke Echthausen und an der Gewässerüberwachungsstation Essen-Werden unter den durchschnittlichen Konzentrationen der langjährigen Betrachtung (Jahre 2002 bis 2018). Die Streuung der Einzelmesswerte sowie die der 10- und 90-Perzentile war im Vergleich zum Vorjahr kleiner. Sauerstoffgehalte unterhalb von 7 bzw. 8 mg/l wurden lediglich an den Probenahmestellen unterhalb Quelle und der Überwachungsstation Duisburg im Sommerhalbjahr 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 mit zunehmender Fließstrecke zu.

In der oberen und mittleren Ruhr lagen aufgrund der andauernden Niedrigwasserphase bis Dezember 2018 und im gesamten Sommerhalbjahr 2019 die mittleren Gehalte für **Sulfat** über denen der langjährigen Betrachtung von 2002 bis 2018. Werte über 50 mg/l wurden im November 2018 unterhalb der Quelle sowie an den beiden Überwachungsstationen Essen-Werden und Duisburg im November 2018 und im Mai 2019 registriert. Einen noch deutlicheren Einfluss hatten die niedrigen Abflüsse und die damit einhergehende geringere Verdünnung auf **Chlorid**. In der gesamten Ruhr lagen die mittleren Konzentrationen über denen der Vorjahre. Das Maximum von 100 mg/l wurde im November und im Dezember 2018 an der Überwachungsstation Hattingen gemessen.

Die Maximalkonzentrationen der Anionen **Fluorid** und **Bromid** betragen wie in den letzten Jahren 0,13 mg/l bzw. 0,15 mg/l (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

[3.6] 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)

gesamten Fließweg nahezu kontinuierlich an. Mit Maximalwerten bis 120 µg/l liegen die Gehalte auf einem höheren Niveau als im Vorjahr, dennoch wird in der Ruhr, wie schon in den letzten Jahren, ein insgesamt sehr niedriges Konzentrationsniveau erreicht. Dies zeigen auch die Mittelwerte von 10 („unterhalb Quelle“) bis 73 µg/l („Überwachungsstation Duisburg“).

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 Gesamtphosphor, 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 2019 im gesamten Fließverlauf der Ruhr auf einem höheren Niveau als in den letzten Jahren. Im Vorjahresvergleich lagen auch die 90-Perzentile und die lokalen Maximalkonzentrationen deutlich höher. Durch die ungewöhnlich langandauernde Trockenperiode im Jahr 2018, die bis in den Dezember andauerte, sowie den trockenen Sommer 2019, aber auch aufgrund starker Niederschläge wie z. B. im Mai oder Oktober betrug die mittleren Konzentrationen ab Meschede bis zur Mündung über 0,1 mg/l. An der Brücke Oeventrop wurde bei Trockenwetter die Höchstkonzentration mit 0,29 mg/l im November 2018 nachgewiesen. Vorangegangen war hier in einer andauernden Niedrigwasserphase ein lokales Starkregenereignis. Der für die Primärproduktion wichtige Anteil an gelöstem Phosphor schwankt je nach Abflussgeschehen und Biomasseauf- bzw. -abbau. Die durchschnittlichen **o-Phosphat-Phosphorkonzentrationen** lagen im Berichtszeitraum zwischen 0,004 und 0,066 mg/l. Mit Ausnahme der beiden Probenahmestellen unterhalb Quelle und unterhalb Valme wurden zum Teil mehrfach Werte über 0,07 mg/l gemessen.

Auch die **Ammonium-Stickstoff**-Konzentrationen lagen im Abflussjahr 2019 in der gesamten Ruhr höher als im Vorjahr, an den beiden Probenahmestellen unterhalb Arnsberg und Brücke Echthausen sogar höher als die mittleren Konzentrationen der letzten 17 Jahre. Höhere Gehalte wurden vor allem am 10. Dezember 2018 gemessen als es nach wochenlanger Trockenheit zu einem Regenereignis kam. Aus dem gleichen Grund wurden auch an den beiden genannten Stellen hohe Werte im Mai gemessen. Der Maximalwert von 0,48 mg/l lag wie beim Phosphor im November 2018 unterhalb Arnsberg vor. Bis zu dieser Probenahmestelle, an der ein Mittelwert von 0,1 mg/l erreicht wurde, blieben die mittleren Gehalte wie im Vorjahr unter 0,04 mg/l. Auf dem weiteren Fließweg gin-

gen diese bis 0,06 mg/l wieder zurück. Die mittleren Konzentrationen für **Nitrat-Stickstoff** blieben im Berichtszeitraum an allen Messstellen unterhalb von 3,0 mg/l und bestätigten das erreichte niedrige Niveau der letzten Jahre.

Organische Summenparameter

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

Trotz ähnlich niedriger Abflüsse wie im Vorjahr traten in der oberen und mittleren Ruhr für die genannten Parameter höhere Gehalte als im Jahr 2018 auf. Auch die Streuung der Einzelmesswerte sowie die der 10- und 90-Perzentile waren in diesem Jahr größer. Zudem wiesen die mittleren Konzentrationen für **CSB** bis Fluss-km 90 sowie in Duisburg und für **TOC** sogar im gesamten Fließverlauf höhere Werte als in der langjährigen Betrachtung auf. Ausschlaggebend für diese Verhältnisse waren häufige Abflussschwankungen, wodurch sich Sedimentations- und Remobilisierungsphasen häufiger abwechselten. Unterhalb Arnsberg wurden nach wochenlanger Trockenheit bei Abflussanstiegen im Januar die Werte von 24,6 mg/l für CSB und 11,0 mg/l für TOC gemessen. Zum gleichen Zeitpunkt stiegen an der darauffolgenden Probenahmestelle die CSB-Gehalte auf ein Maximum von 29,8 mg/l an. Für den **BSB₅** wurden in der mittleren Ruhr höhere, in der unteren Ruhr aber niedrigere mittlere Gehalte als im Abflussjahr 2018 registriert. In Essen-Werden erreichte der Höchstwert von 4 mg/l BSB₅ nur knapp die Hälfte des Vorjahreswerts.

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 7,9 µg/l.

Schwermetalle

Die Konzentrationen der human- und ökotoxikologisch bedeutsamen Schwermetalle Blei, Cadmium, Nickel, Kupfer und Zink werden ebenfalls in Bild 3.7 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.

Der Trend zu einem Rückgang der Schwermetallkonzentrationen, die stark vom Abflussgeschehen abhängen, konnte in diesem Abflussjahr nicht bestätigt werden. Durch die häufigeren Abflussschwankungen als im Vorjahr lagen im nahezu gesamten Fließverlauf die mittleren Gehalte zum Teil deutlich höher und die 10- und 90-Perzentile weiter auseinander als im Abflussjahr 2018. Ebenso fielen die Maxima in diesem Jahr erheblich höher aus. Diese lagen an der Probenahmestelle un-

Tabelle 3.4: Bewertung der Ruhruntersuchungen des Jahres 2019 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW
 Table 3.4: Evaluation of water examinations in the water year 2019 based on the German Surface Water Regulation (OGewV) and the appendix D4 of the “Guidelines of monitoring surface waters” issued by the State of North Rhine-Westfalia

LANUV Messstellen - Nummer	Gewässer	Probenahmestellen - Bezeichnung	Ruhr- km	Untersuchungen (n)	ACP													UQN			UQN / *OW					
					OGewV Anl. 7													OGewV Anl. 8			OGewV Anl. 6 / *Anl. D4					
					Wassertemperatur	pH-Wert	Ammonium- Stickstoff	Gesamtphosphor	Orthophosphat-Phosphor	Sauerstoff	Chlorid	Sulfat	TOC	Eisen	Blei gelöst	Cadmium gelöst	Nickel gelöst	Quecksilber	Nitrat-Stickstoff	Kupfer*	Zink*	Selen gelöst	Silber gelöst	Thallium gelöst		
Essen- Rellinghausen																										
505110	Ruhr	Essen-Rellinghausen	42,76	133																						
Ruhrlängsuntersuchungen																										
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																						
Lenne																										
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

terhalb Arnsberg für die Metalle **Cadmium, Nickel** und **Blei** am 7. Januar 2019 bei hohen Abflüssen vor. Am Pegel Wetter und an der Überwachungsstation Hattingen wurden am gleichen Tag Höchstkonzentrationen von 11 µg/l für **Kupfer** gemessen. Des Weiteren betrug Anfang Januar die Konzentrationen für **Zink** 200 µg/l. Erwähnenswert ist aber, dass für die beiden Metalle Cadmium und Zink 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, im Vergleich zum Vorjahr die Maxima niedriger waren.

Zusammenfassende Bewertung

Während sich die Grafiken und Tabellen im ersten Teil des Kapitels auf das Abflussjahr 2019 beziehen, wird für die nachfolgende Bewertung entsprechend der OGewV das Kalenderjahr 2019 herangezogen. In der Tabelle 3.4 sind relevante Parameter, die entsprechend der OGewV und des Leitfadens NRW bewertet werden (siehe Kap. 2), für die 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 an allen Probenahmestellen sicher eingehalten. Zu Überschreitungen der Qualitätsanforderungen von 23 bzw. 25 °C im Sommerhalbjahr kam es vereinzelt zwischen Juni bis August 2019 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 an der Brücke Oeventrop und unterhalb Arnsberg zum Teil mehrfach überschritten. Auch die Mindestanforderung für die Sauerstoffkonzentration von 7,0 mg/l bzw. 8,0 mg/l wurde im Juni 2019 an der Überwachungsstation Duisburg und im September unterhalb der Quelle sowie zweimal im Juni 2019 in Essen-Rellinghausen unterschritten. Dies führt zu einer mäßigen Bewertung.

Die mittleren Konzentrationen für Chlorid und Sulfat an den einzelnen Messstellen lagen in einem Bereich zwischen 12 und 50 mg/l Sulfat bzw. 8,3 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. Da es für Fluorid (nicht dargestellt) keine Vorgaben in der Oberflächengewässerverordnung gibt, wird 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 BSB₅ (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 Überwachungsstationen Hattingen und Duisburg lagen die mittleren Gehalte für Gesamtphosphor über 0,1 mg/l. Entsprechend der OGewV werden diese Probenahmestellen mit „mäßig“ bewertet. Da bei der Bewertung des Kalenderjahres 2019 die hohen Werte aus November und Dezember 2018 durch niedrigere Werte aus November und Dezember 2019 ersetzt werden, erfolgte anders als in Bild 3.7 dargestellt für die übrigen Stellen eine Bewertung mindestens mit „gut“. Zwischen dem Quellbereich und der Probenahmestelle unterhalb der Valme blieben die Jahresmittelwerte sogar unter 0,05 mg/l. 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 (50 mg/l Nitrat) entspricht, mit lokalen Mittelwerten von 0,8 bis 2,8 mg/l erneut im gesamten Ruhrverlauf sicher eingehalten. Wie in den letzten drei Jahren wurde der Wert von $\leq 0,04$ mg/l NH₄-N der Anlage 7 der OGewV an den ersten beiden Probenahmestellen 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 0,18 µg/l Cd_{filtr.} die UQN von 0,15 µg/l Cd_{filtr.} knapp überschritten wurde. Auf der weiteren Fließstrecke gehen die Gehalte wieder zurück und erreichen ein konstant niedriges Niveau.

Die Konzentrationen des gesetzlich nicht verbindlich geregelten Stoffes Chrom sowie der flussgebietsspezifischen Schadstoffe Silber, Selen und Thallium halten die Anforderungen an den sehr guten bzw. guten ökologischen Zustand ein. Für das wie Cadmium auch über den ehemaligen Erzbergbau im Oberlauf der Ruhr eingetragene Zink lag im Jahr 2019 mit Ausnahme der Probenahmestelle unterhalb Quelle eine mäßige Bewertung vor. Dies ist an drei Stellen auf die Verschärfung des Orientierungswerts von 14 µg/l auf 10,9 µg/l zurückzuführen. Ebenso wiesen die Kupferkonzentrationen mit Ausnahme an den ersten drei Stellen in der Ruhr aufgrund der Herabsetzung des Orientierungswerts von 4 µg/l auf 1,1 µg/l eine mäßige Bewertung auf.

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. Zudem kann auch an dieser Probenahmestelle der neue Orientierungswert für die Kupferkonzentration nicht eingehalten werden.

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 km² berichtspflichtig und somit im Rahmen des Gewässermonitorings hinsichtlich ihres Zustands zu untersuchen. Im Ruhreinzugsgebiet sind dies 122 Gewässer, die sich auf neun Planungseinheiten verteilen. Im Rahmen der Vereinbarung zwischen dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) und dem Ruhrverband zum gemeinsamen operativen Monitoring nach EG-WRRL wurden im Berichtszeitraum 73 Gewässer in neun Planungseinheiten untersucht. Dazu zählen die Planungseinheiten Möhne, Obere Ruhr 2, Obere Ruhr 1, Mittlere Ruhr, Obere Lenne, Untere Lenne, Bigge, Volme sowie Untere Ruhr. Schwerpunkte waren im Berichtszeitraum dabei die Planungseinheiten Obere Ruhr 2 und Volme. Der Ruhrverband beteiligte sich an elf Gewässern mit insgesamt 33 Probenahmestellen. Die weiteren 113 Messstellen wurden vom LANUV

bereits im Jahr 2018 untersucht. Im Bild 4.1 sind die Fließgewässer und die jeweiligen Messstellen in den Planungseinheiten kartografisch dargestellt. Dazugehörige Stammdaten sowie die entsprechenden Untersuchungshäufigkeiten sind Tabelle 4.1 zu entnehmen. In diesem Kapitel werden nur Parameter bewertet, die mindestens viermal im Jahr untersucht worden sind. In der Regel finden die Untersuchungen quartalsweise statt. Einige Parametergruppen, wie z. B. die Arzneimittelwirkstoffe, werden nur an zuvor festgelegten Stellen untersucht. In Tabelle 4.2 sind relevante Parameter enthalten, die nach den Kriterien der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) [4.1] und weiterer Anforderungen (siehe Kapitel 2 [4.2, 4.3]) bewertet wurden. In der rechten Spalte der Tabelle 4.2 sind ausgewählte Stoffe mit einer mäßigen Bewertung aufgeführt.

[4.1] Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV).

In: Bundesgesetzblatt, 2016, Teil I, Nr. 28, S. 1373 - 1443

[4.2] Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW (Hrsg.): Leitfaden Monitoring Oberflächengewässer, <https://www.flussgebiete.nrw.de/node/7423>, Zugriff 08. April 2020:

[4.3] Vorläufige, aktualisierte Version der D4 Liste, Juli 2019. Persönliche Korrespondenz mit dem LANUV August 2019

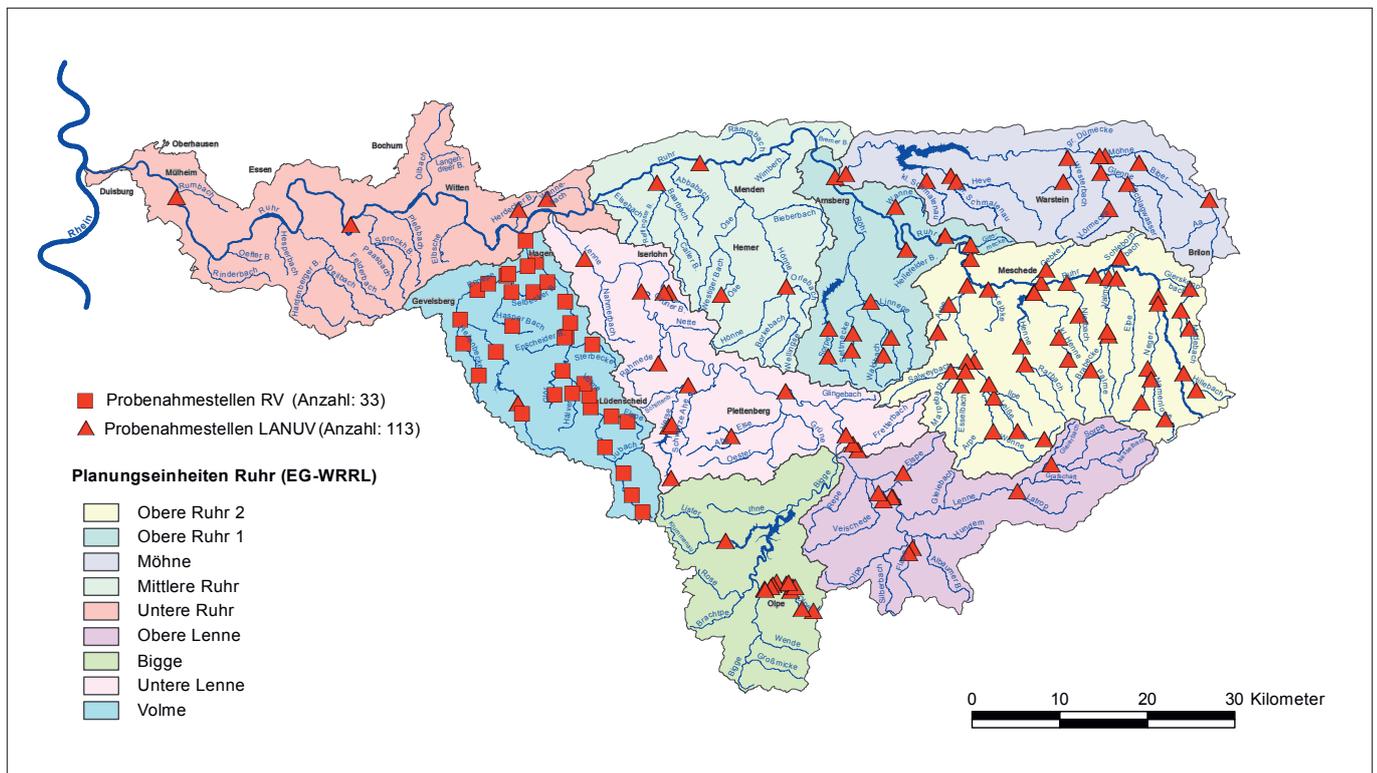


Bild 4.1: Lage der im Jahr 2018 und 2019 untersuchten Fließgewässer einschließlich der jeweiligen Probenahmestellen. Quelle: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2015

Fig. 4.1: Location of the flowing waters monitored in 2018 and 2019 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 im Jahr 2018 und 2019 physikalisch-chemisch untersuchten Gewässer
 Table 4.1: Selected master data for the waters physico-chemically examined in the year 2018 and 2019

Gewässer	Gewässer- kennzahl	Gesamtfläche (AE0) km ²	Länge km	Messstellen Anzahl	Untersuchungen Anzahl
Planungseinheit 1000: Untere Ruhr					
Ruhr	276	651,0	99,0	2	8
Herdecke	276912	11,4	6,0	1	4
Wannebach	27658	16,4	8,2	1	4
Planungseinheit 1100: Volme					
Volme	2768	428,0	50,5	11	44
Ennepe	27688	187,3	42,1	7	28
Wiebelsaat	27682	6,8	4,7	1	4
Elspe	276856	12,5	7,1	2	8
Hälver	27686	17,8	8,6	1	4
Glör	276872	10,6	6,8	2	8
Epscheider Bach	276876	15,4	6,1	1	4
Heilenbecke	276888	25,0	11,7	3	12
Sterbecke	276874	16,0	7,6	1	4
Hasper Bach	2768898	20,8	12,3	3	12
Selbecker Bach	276878	16,0	7,6	2	8
Planungseinheit 1200: Bigge					
Olpe	276642	35,9	10,3	9	36
Rehringhausener Bach	2766424	7,3	3,9	1	2
Neuenkleusheimer Bach	2766422	6,6	5,7	1	2
Günse	2766426	7,1	5,0	1	3
Lister	276646	70,0	19,0	1	4
Planungseinheit 1300: Untere Lenne					
Lenne	2766	529,0	73,6	3	12
Fretterbach	276652	44,8	16,7	3	12
Ahe	276662	12,6	8,0	1	4
Verse	27668	79,8	24,6	4	16
Rahmede	276692	29,8	11,7	1	4
Bräker Bach	27669632		1,1	2	8
Planungseinheit 1400: Obere Lenne					
Lenne	2766192	30,0	11,0	5	20
Flape	276626	11,8	8,8	2	8
Elspe	276634	42,5	12,1	1	4
Latrop	2766192	30,0	11,0	1	4
Planungseinheit 1500: Mittlere Ruhr					
Ruhr	276	505,0	32,8	1	4
Hönne	2764	261,7	33,5	1	4
Öse	27648	63,6	19,6	1	4
Baarbach	27654	53,1	17,6	1	4
Planungseinheit 1800: Obere Ruhr 1					
Giesmecke	276174	10,1	6,3	1	4
Settmecke	276184	18,6	9,9	2	8
Waldbach	276182	15,2	8,1	1	4
Wanne	2761794	11,2	8,8	1	4
Röhr	27618	203,3	28,9	1	4
Linnepe	276186	40,7	14,3	1	4
Sorpe	276188	57,6	18,6	2	8
Hellefelder Bach	276178	13,7	5,9	1	4

Tabelle 4.1: Ausgewählte Stammdaten der im Jahr 2018 und 2019 physikalisch-chemisch untersuchten Gewässer
 Table 4.1: Selected master data for the waters physico-chemically examined in the year 2018 and 2019

Gewässer	Gewässer- kennzahl	Gesamtfläche (AE0) km ²	Länge km	Messstellen Anzahl	Untersuchungen Anzahl
Planungseinheit 1700: Obere Ruhr 2					
Ruhr	276	740,0	53,0	5	20
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	3	12
Gierskoppbach	276116	35,1	11,9	1	4
Elpe	276118	34,3	18,7	1	4
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	2	8
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
Planungseinheit 1800: Möhne					
Möhne	2762	468,6	65,1	4	16
Biber	276218	10,9	8,2	1	4
Glenne	27622	70,6	17,1	1	4
Schlagwasser	276224	19,6	7,7	1	4
Lörmecke	276226	17,9	12,5	2	8
Schorenbach	276246	20,7	5,0	1	4
Wester	27624	54,7	14,3	1	4
Heve	27626	101,0	22,3	1	4
Kleine Schmalenau	276268	18,2	10,6	1	4
Große Schmalenau	276266	18,8	12,4	1	4
Summe		5722,1	1116,7	146	579

Tabelle 4.2: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2018 und 2019 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV Juni 2016) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW

Table 4.2: Evaluation of water examinations in 2018 and 2019 based on the Surface Water Regulation (OGewV Juni 2016) 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	
Planungseinheit 1000 - Untere Ruhr																							
4157	Ruhr	Hattingen	56,70																				Benzo(a)pyren, Amidotrizoesäure, Iomeprol, Iopamidol, Iopromid, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Valsartan, Valsartansäure
22810	Ruhr	Mülheim-Kahlenberg	14,34																				Benzo(a)pyren, Amidotrizoesäure, Iomeprol, Iopamidol, Iopromid, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Valsartan, Valsartansäure
419114	Herdecker Bach	Am Kalkheck	3,10																				Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3-cd)pyren
419126	Wannebach	Kreuzung Reichsmarkstraße	7,42																				Sulfat
Planungseinheit 1100 - Volme																							
439952	Volme	in Meinerzhagen	49,13																				Benzo(a)pyren, Pyren
440152	Volme	uh KA Kierspe	42,46																				Benzo(a)pyren, Acesulfam, Amidotrizoesäure, Iomeprol, Candesartan, Diclofenac, Metformin, Ibuprofen
688186	Volme	oh Bollwerk	37,90																				
440462	Volme	uh Einmdg Loesenbach	31,20																				Benzo(a)pyren, Acesulfam, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Metformin
440553	Volme	uh Stephansohl	29,20																				Acesulfam, Iomeprol, Iopamidol, Iopromid, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Ibuprofen, Metformin, Azithromycin, Sulfapyridin
688198	Volme	uh Strücken	23,90																				Nitrit-Stickstoff
440851	Volme	in Priorei	17,40																				
687790	Volme	in Dahl am Sportplatz	14,85																				Benzo(a)pyren, Iomeprol, Iopromid, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Ibuprofen, Metformin

Tabelle 4.2: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2018 und 2019 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV Juni 2016) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW

Table 4.2: Evaluation of water examinations in 2018 and 2019 based on the Surface Water Regulation (OGewV Juni 2016) 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, Leitfadens Anlage D4					
				OGewV Anl. 7					OGewV Anl. 8					OGewV Anl. 6										
				Wassertemperatur	pH-Wert	Ammonium-Stickstoff	Gesamtphosphor	Sauerstoff	Chlorid	TOC	Eisen	Blei gelöst	Cadmium gelöst	Nickel gelöst	Quecksilber	PFOS	Nitrat-Stickstoff	Kupfer*	Zink*	Selen gelöst	Silber gelöst	Thallium gelöst		
Planungseinheit 1100 - Volme																								
441004	Volme	Am Pegel Ambrock	11,02																					Benzo(a)pyren, Acesulfam, lomeprol, Iopromid, Diclofenac, Ibuprofen, Metformin, Azithromycin
441107	Volme	oh Einmdg Ennepe	4,40																					
441200	Volme	v Mdg i d Ruhr	1,27																					
440115	Wiebelsaat	v Mdg i d Volme	0,10																					
441302	Elspe	oh Fa. Hueck	3,40																					
441351	Elspe	uh KA Elspetal	1,00																					
687807	Hälver	oh Herbecke	1,97																					
441752	Glör	oh Talsperre	5,00																					
441806	Glör	v Mdg i d Volme	0,20																					
441909	Sterbecke	uh Roelveder Muehle	3,00																					
441831	Epscheider Bach	v Mdg i d Volme	0,28																					
441879	Selbecker Bach	oh Zulauf Köttinger Bach	3,10																					
441867	Selbecker Bach	oh Rundturnhalle	0,90																					Barium
442203	Ennepe	uh Einmdg Loeh-Bach	33,60																					
442306	Ennepe	oh Ennepetalsperre	32,02																					Mangan
442501	Ennepe	oh Peddenoede	21,60																					
442963	Ennepe	oh KA Gevelsberg IEP	8,06																					Fluoranthen, Pyren, Acesulfam, Metformin, Metolachlor ESA
443001	Ennepe	bei Vogelsang	7,42																					Nitrit-Stickstoff, Fluoranthen, Pyren, Amidotrizoesaure, lomeprol, Iopromid, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Ibuprofen, Metformin, Azithromycin, Imidacloprid
443104	Ennepe	am Pegel Haspe / uh KA Gevelsberg	4,03																					Benzo(a)pyren, Amidotrizoesaure, lomeprol, Iopromid, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Ibuprofen, Metformin, Azithromycin

OGewV Flussgebietspezifische Schadstoffe, Ökologischer Zustand (Anl. 6)

OGewV Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (Anl. 7)

Leitfaden NRW (Anl. D4)

	sehr gut
	gut
	mäßig

OGewV Prioritäre Stoffe, Chemischer Zustand (Anl. 8)

	eingehalten
	nicht eingehalten
	nicht bewertet

Tabelle 4.2: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2018 und 2019 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV Juni 2016) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW
 Table 4.2: Evaluation of water examinations in 2018 and 2019 based on the Surface Water Regulation (OGewV Juni 2016) 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 gesetz- lich nicht verbindliche Stoffe mit Bewer- tungen von mäßig						
				OGewV Anl. 7										OGewV Anl. 8							UQN					
				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			
Planungseinheit 1100 - Volme																										
443256	Ennepe	uh Fa. Varta	1,00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Nitrit-Stickstoff, Benzo(a)pyren, Amidotrizoensäure, lomeprol, Iopamidol, Iopromid, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Ibuprofen, Metformin, Azithromycin			
443487	Heilenbecke	oh Talsp. bei Feckinghausen	8,30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Nitrit-Stickstoff			
443657	Heilenbecke	oh Grimmelsberg	3,40	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
443700	Heilenbecke	v Mdg i d Ennepe	0,10	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
443785	Hasper Bach	oh Talsperre	9,30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
444005	Hasper Bach	oh Hagen-Haspe	2,30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
444108	Hasper Bach	v Mdg i d Ennepe	0,10	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Planungseinheit 1200 - Planungseinheit Bigge																										
432611	Olpe	oh Altenkleusheim	9,33	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
432635	Olpe	uh KA Altenkleusheim	7,82	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Nitrit-Stickstoff			
432647	Olpe	Carl Imhäuser	4,95	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
432659	Olpe	uh Fa. Carl Imhäuser	4,43	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
432702	Olpe	uh Stachelau	3,55	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
432738	Olpe	uh Fa. Thyssen	2,40	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
432740	Olpe	uh Fa. Schlösser	1,83	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
432751	Olpe	uh Fa. G Imhäuser	1,49	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
432805	Olpe	v Mdg i d Bigge	0,65	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
432660	Rehringhausener B.	v Mdg in die Olpe	0,10	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
432672	Neuenkleusheimer B.	v Mdg in die Olpe	0,26	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
432763	Günse	v Mdg in die Olpe	0,03	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
433408	Lister	oh Listertalsperre	5,44	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Planungseinheit 1300 - Planungseinheit Untere Lenne																										
421900	Lenne	oh Eiringhausen	57,79	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Benzo(a)pyren			
422605	Lenne	in Nachrodt	19,90	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
422800	Lenne	Pegel Hohenlimburg	6,90	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Benzo(a)pyren, Amidotrizoensäure, lomeprol, Iopromid, Diclofenac, Gabapentin, Metformin			
433913	Fretterbach	Mühlenwinkel	4,80	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
433925	Fretterbach	oh Müllen	3,70	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Nitrit-Stickstoff			
433949	Fretterbach	in der Fretter	2,10	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
434309	Ahe	v Mdg i d Else	0,41	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
687297	Verse	oh Fürwiggetalsperre	23,76	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
434802	Verse	uh Versetalsperre	15,76	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
434814	Verse	uh Treckinghausen	15,30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				

Tabelle 4.2: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2018 und 2019 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV Juni 2016) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW

Table 4.2: Evaluation of water examinations in 2018 and 2019 based on the Surface Water Regulation (OGewV Juni 2016) 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 OGewV Anl. 7										UQN OGewV Anl. 8					UQN OGewV Anl. 6					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
				Wassertemperatur	pH-Wert	Ammonium-Stickstoff	Gesamtphosphor	Sauerstoff	Chlorid	TOC	Eisen	Blei gelöst	Cadmium gelöst	Nickel gelöst	Quecksilber	PFOS	Nitrat-Stickstoff	Kupfer*	Zink*	Selen gelöst	Silber gelöst	Thallium gelöst		
Planungseinheit 1300 - Planungseinheit Untere Lenne																								
435156	Verse	bei Fischerverser	7,52																					
435855	Rahmede	uh KA Rahmedetal	3,60																				Bor, Molybdän	
436318	Bräker Bach	oh Bräke	0,60																					
436320	Bräker Bach	Mündung	0,01																					
Planungseinheit 1400 - Obere Lenne																								
420402	Lenne	oh Gleidorf	111,83																					
421121	Lenne	oh RV-Faellungsanlage	84,00																					
421133	Lenne	uh RV-Faellungsanlage	83,86																				Kobalt, Sulfat	
421157	Lenne	uh Sachtleben	82,08																				Sulfat	
421182	Lenne	oh Einmdg Hachener B	81,07																				Nitrit-Stickstoff	
430523	Flape	oh Teichanlage	2,60																					
430511	Flape	uh Teichanlage	1,70																					
431205	Elspe	oh Elspe	4,56																				Nitrit-Stickstoff, Barium	
430006	Latrop	v Mdg i d Lenne	0,11																					
Planungseinheit 1500 - Mittlere Ruhr																								
4108	Ruhr	Fröndenberg	113,76																				Benzo(a)pyren, Amidotrizoesaeure, lomeprol, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Valsartan, Valsartansaeure	
416502	Hönne	uh KA Balve	19,42																				Nitrit-Stickstoff	
417609	Öse	in Heppingsen	15,95																					
418456	Baarbach	uh KA Baarbachtal	1,47																				Bor, Kobalt	
Planungseinheit 1600 - Obere Ruhr 1																								
685811	Giesmecke	v Mdg in d Ruhr	0,16																					
686463	Settmecke	oh Dörnholthausen	7,68																					
686384	Settmecke	in Stockum	5,58																					
686499	Waldbach	oh Endorf	3,34																					
686530	Wanne	oh Niedereimer	1,53																				Mangan	
688125	Röhr	oh Einmdg Waldbach	21,30																					
415704	Linnepe	v Mdg i d Röhr	0,90																					
685781	Hellefelder Bach	v Mdg i d Ruhr	0,36																					

OGewV Flussgebietspezifische Schadstoffe, Ökologischer Zustand (Anl. 6)

OGewV Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (Anl. 7)

Leitfaden NRW (Anl. D4)

■ sehr gut
■ gut
■ mäßig

OGewV Prioritäre Stoffe, Chemischer Zustand (Anl. 8)

■ eingehalten
■ nicht eingehalten
■ nicht bewertet

Tabelle 4.2: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2018 und 2019 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV Juni 2016) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW
 Table 4.2: Evaluation of water examinations in 2018 and 2019 based on the Surface Water Regulation (OGewV Juni 2016) 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	Gesamtposphor	Sauerstoff	Chlorid	TOC	Eisen	Blei gelöst	Cadmium gelöst	Nickel gelöst	Quecksilber	PFOS	Nitrat-Stickstoff	Kupfer*	Zink*	Selen gelöst	Silber gelöst	Thallium gelöst	
Planungseinheit 1600 - Obere Ruhr 1																							
415807	Sorpe	uh KA Sundern-Hagen	12,84																				
415900	Sorpe	oh Sorpetalsperre	9,13																				
Planungseinheit 1700 - Obere Ruhr 2																							
400300	Ruhr	uh Einmdg. Neger	201,82																				
400701	Ruhr	in Velmede	190,30																				
400907	Ruhr	oh Meschede	183,23																				Amidotrizoesaure, lomeprol, lopamidol, loproimid, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Valsartan, Valsartansaure
401304	Ruhr	uh Einmdg Wenne	169,80																				
401535	Ruhr	bei Oeventrop	162,13																				
409108	Hillebach	oh Stausee	2,95																				
410007	Hillebach	v Mdg i d Ruhr	0,10																				
410019	Namenlose	südlich Silbach	6,44																				
410032	Namenlose	v Mdg i d Neger	0,72																				
686300	Neger	oh Siedlinghausen	13,31																				
410202	Neger	uh Siedlinghausen	9,00																				
410408	Neger	v Mdg i d Ruhr	0,12																				Barium
410755	Gierskoppbach	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																				
412170	Nierbach	uh Mdg. Nier	5,38																				
412200	Nierbach	v Mdg i d Ruhr	0,23																				
412508	Henne	oh Hennetalsperre	9,53																				
412703	Rarbach	v Mdg i d Henne	0,08																				
413100	Kelbke	v Mdg i d Ruhr	0,52																				
413320	Arpe II	v Mdg i d Wenne	0,30																				Sulfat
413422	Ilpe	v Mdg i d Wenne	0,13																				
413501	Wenne	uh KA Eslohe-Bremke	12,73																				Nitrit-Stickstoff
413859	Wenne	v Mdg i d Ruhr	1,12																				
413902	Leiße	uh Fredeburg	10,56																				

Tabelle 4.2: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2018 und 2019 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV Juni 2016) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW

Table 4.2: Evaluation of water examinations in 2018 and 2019 based on the Surface Water Regulation (OGewV Juni 2016) 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 gesetz- lich nicht verbindliche Stoffe mit Bewer- tungen 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		
Planungseinheit 1700 - Obere Ruhr 2																								
686542	Leibe	in Heiminghausen	6,70																					
414104	Leibe	v Mdg i d Wenne	1,32																					
414402	Salweybach	v Mdg i d Wenne	0,89																					
414554	Esselbach	oh Eslohe	2,24																					
414608	Esselbach	v Mdg i d Salweybach	0,18																					
414700	Arpe I	oh Grevenstein	6,40																					
414888	Arpe I	oh Berge	1,90																					
685550	Medebach	oh Bruchhausen	2,63																					
685562	Medebach	v Mdg i d Gierskopfbach	0,04																					
685586	Marpebach	v Mdg i d Salweybach	0,08																					
685793	Gebke I	oh Meschede	2,70																					
686189	Henne	uh Mdg Kleine Henne	0,91																					
688113	Kleine Henne	oh Brabecke - Stollen	13,67																					Barium
686207	Kleine Henne	in Drasenbeck	10,09																					Barium
412909	Kleine Henne	v Mdg i d Henne	0,04																					
688540	Schlebornbach	oh Nuttlar	1,10																					
Planungseinheit 1800 - Möhne																								
686281	Möhne	in Wülffe	57,57																					Mangan
627811	Möhne	oh Glenne, Kuhbrücke	41,60																					Nitrit-Stickstoff
688150	Möhne	oh Zufluss Herbecke	1,48																					
416204	Möhne	v Mdg i d Ruhr	0,15																					
629406	Biber	uh Stauzone	1,25																					Mangan
630111	Glenne	v Mdg i d Möhne	0,10																					Mangan, Barium
630408	Schlagwasser	v Mdg i d Glenne	0,19																					Nitrit-Stickstoff, Mangan
688009	Lörmecke	oh Hohler Stein, Im Wald	5,63																					Nitrit-Stickstoff, Mangan
630603	Lörmecke	v Mdg i d Glenne	0,04																					Barium
631103	Wester	oh Belecke	1,28																					
630640	Schorenbach	uh Hirschberger Bach	1,63																					
631504	Heve	oh Campingplatz Wilhelmsruh	3,83																					Nitrit-Stickstoff
632200	Große Schmalenau	v Mdg i d Heve	0,18																					
632004	Kleine Schmalenau	uh Mdg d Hevensbrink	1,45																					

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

Planungseinheit Untere Ruhr

Diese Planungseinheit (A_{EO} : 651 km²) zeichnet sich stark durch städtische und industrielle Prägung aus. Die Ruhr wurde an den beiden Probenahmestellen Hattingen und Mülheim-Kahlenberg untersucht. Anders als in Kap. 3 (Ergebnisse 2019) beschrieben kann der gute Zustand an der Messstelle Hattingen (Fluss-km 56,70) für Phosphor aber auch für Ammonium-Stickstoff sicher eingehalten werden, da die hier beschriebenen Untersuchungen in einem anderen Zeitraum (März-September 2018) stattfanden. Die Konzentrationen der Parameter Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) und Benzo[a]pyren überschritten die jeweilige UQN. Für Zink, die Röntgenkontrastmittel (RKM) und einige gesetzlich nicht verbindlich geregelte Arzneimittel, wie z. B. Ibuprofen, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, kam es an allen vier Untersuchungstagen zu Überschreitungen. Die Gehalte von Pflanzenschutzmitteln (PSM) lagen überwiegend unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze. An der 42 Kilometer unterhalb von Hattingen gelegenen Probenahmestelle Mülheim-Kahlenberg konnten die Anforderungen für die Parameter Sauerstoffkonzentration und pH-Wert in den Monaten Mai bzw. Juli nicht eingehalten werden. Obwohl die Konzentrationen für Gesamtphosphor und ortho-Phosphat-Phosphor in den Sommermonaten über den jeweiligen Orientierungswerten lagen, führten niedrige mittlere Gehalte für diese beiden Kenngrößen ebenso wie für die weiteren Nährstoffe sowie die mineralischen und organischen Inhaltsstoffe zu einer guten Bewertung. Überschreitungen der nicht verbindlichen Orientierungswerte wurden für die Parameter Kupfer, Zink, Amidotrizoesäure, Iopromid, Diclofenac und Metformin festgestellt. Des Weiteren konnten wie in der Ruhr bei Hattingen die Parameter Perfluorooctansulfonsäure und Benzo[a]pyren die jeweilige UQN nicht einhalten.

Im Herdecker Bach wurde im Dezember 2018 die Anforderung für die Wassertemperatur verfehlt. Die Kupferkonzentrationen erfuhren durchgehend eine mäßige Bewertung. An dieser Messstelle macht sich der Einfluss von diffusen Quellen in Form von Überschreitungen von Benzo[a]pyren und Indeno[1,2,3-cd]pyren bemerkbar. Die Anforderungen für die mittleren Nährstoffkonzentrationen konnten sicher eingehalten werden.

Die Probenahmestelle im 8,3 km langem Wannebach liegt einen Kilometer unterhalb der Quelle. Im Juli 2018 kam es hier zu erhöhten Gehalten an TOC und Gesamtphosphor, woraus sich eine mäßige Bewertung ergab. Zudem führten hohe Sulfatgehalte im Dezember zu einer Überschreitung des Orientierungswertes. Beim Parameter Ammonium-Stickstoff konnte der gute Zustand durchgehend sicher eingehalten werden. Die Gehalte der PSM lagen unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenzen.

Planungseinheit Volme

Die Planungseinheit Volme (A_{EO} : 428 km²) wird überwiegend durch Waldflächen, aber auch durch die lange Tradition der metallverarbeitenden Betriebe geprägt. Neben der Volme selbst wurden zehn weitere Gewässer untersucht. Auf die Bewertung der Probenahmestellen Volme unterhalb Kierspe, unterhalb Einmündung Lösenbach, unterhalb Stephansohl sowie Ennepe oberhalb Kläranlage Gevelsberg, bei Vogelsang und am Pegel Haspe wird an dieser Stelle nicht eingegangen, da diese ausführlich im Kapitel 9 erfolgt.

An der Probenahmestelle Volme im Stadtkern von Meinerzhagen hielten die Nährstoffe Phosphor und Ammonium-Stickstoff im Mittel den guten Zustand sicher ein, jedoch wurden im Januar 2019 bei niedrigen Wassertemperaturen und erhöhten Abflüssen Ammonium-Stickstoff-Gehalte über 0,1 mg/l gemessen. Ebenso traten zu diesem Zeitpunkt erhöhte Zinkkonzentrationen auf. Weitere Überschreitungen lagen für die Parameter Benzo[a]pyren und Pyren vor.

An der Probenahmestelle oberhalb Bollwerk (Fluss-km 37,90) wurden lediglich die beiden Metalle Kupfer und Zink mit mäßig bewertet. Die Nährstoffgehalte konnten mit gut eingestuft werden, obwohl hier und im weiteren Fließverlauf der Volme aufgrund der Trockenwetterverhältnisse im Juni und Oktober 2019 erhöhte Werte für Gesamtphosphor und ortho-Phosphat-Phosphor vorlagen. An der Probenahmestelle unterhalb Strücken, die sich ca. 15 km unterhalb der Kläranlage Volmetal befindet, führten erhöhte Nickelkonzentrationen im Juli 2019 zu einer Überschreitung der UQN. Aber auch die hohen gemessenen Werte für Nitrit-Stickstoff und Gesamtphosphor führten zu einer mäßigen Bewertung. Die gemessene Zinkkonzentration konnte dagegen mit dem Zustand gut bewertet werden. Für Kupfer erfolgte an dieser Messstelle und im gesamten weiteren Fließverlauf der Volme eine mäßige Einstufung.

An der Probenahmestelle Volme in Priorei hielten die Konzentrationen aller untersuchten Parameter mit Ausnahme von Kupfer den guten Zustand ein. Die Nährstoffkonzentrationen lagen hier und an der Probenahmestelle in Dahl am Sportplatz im Mittel unter den jeweiligen Orientierungswerten. In Dahl führten erhöhte Konzentrationen von Arzneistoffen bzw. ihrer Metaboliten u. a. für Ibuprofen, Diclofenac, Gabapentin, Metformin und Guanylarnstoff zu einer mäßigen Bewertung. Auch aus der Gruppe der Röntgenkontrastmittel konnten die Konzentrationen von Iopromid und Iomeprol nicht die Anforderungen der Anlage D4 einhalten. Es machte sich auch der Einfluss von diffusen Quellen in Form von Überschreitungen von Benzo[a]pyren und Pyren bemerkbar.

Am Pegel Ambrock wurden im Januar für Ammonium-Stickstoff sowie im Juli und Oktober 2019 für Gesamtphosphor erhöhte Gehalte gemessen. Die mittleren Konzentrationen dieser beiden Kenngrößen hielten aber ebenfalls den guten Zustand ein. Wie an der Probenahmestelle oberhalb erfolgte auch hier

für die Parameter der RKM, der Arzneimittelwirkstoffe und der PAK eine mäßige Bewertung. Weitere Überschreitungen lagen für PFOS vor. Allerdings wurde an dieser Stelle der Orientierungswert für Zink eingehalten und der Zustand wieder mit gut bewertet. Auch die beiden Stellen Volme oberhalb Einmündung Ennepe und vor Mündung in die Ruhr zeigten die gleichen Tendenzen hinsichtlich der Nährstoffkonzentrationen wie weiter oberhalb. An beiden Messstellen verfehlte der im April und Juli 2019 gemessene pH-Wert die Anforderung von pH 8,5. Vor der Mündung in die Ruhr führten auch die im Januar und Oktober 2019 gemessenen Zinkkonzentrationen zu einer Überschreitung.

In den Gewässern Wiebelsaat, Elspe, Hälver, Sterbecke, Ep-scheider Bach sowie Selbecker Bach lagen die Nährstoffgehalte sowie die organischen und mineralischen Inhaltsstoffe auf niedrigem Niveau und erfuhren eine gute bzw. sehr gute Bewertung. Überschreitungen des Orientierungswerts für Kupfer traten in fünf der oben genannten Gewässer auf.

Ein weiteres Nebengewässer der Volme ist die Glör. Oberhalb der Glörtalsperre ist der Fluss überwiegend durch die Landwirtschaft geprägt. Unterhalb der Talsperre fließt er durch Wälder. Kurz vor der Mündung in die Volme sind metallverarbeitende Betriebe angesiedelt. Oberhalb der Talsperre wurden am 17. September 2019 hohe Gehalte an Ammonium-Stickstoff gemessen, welche auch im Mittel zu einer mäßigen Bewertung führten. Zudem wurden die UQN für Cadmium und der OW für Zink und Kupfer überschritten. An der Probenahmestelle vor der Mündung in die Volme nahmen die Nährstoffgehalte wieder ab und konnten sogar mit „sehr gut“ bewertet werden.

Die Ennepe ist mit 42 km Flusslänge das größte Nebengewässer der Volme. Im Oberlauf der Ennepe lagen die Konzentrationen für die Nährstoffe in einem sehr guten Bereich. Alle untersuchten Parameter konnten mit gut bzw. sehr gut bewertet werden. Lediglich oberhalb der Ennepetalsperre lagen erhöhte Mangangehalte vor. An der Probenahmestelle unterhalb der Kläranlage Gevelsberg erfolgte aufgrund erhöhter Ammonium-Stickstoffgehalte in der ersten Jahreshälfte eine mäßige Bewertung. An der darauffolgenden Stelle, einen Kilometer vor der Mündung in die Volme, waren diese Belastungen zurückgegangen, sodass hier die Bewertung für Ammonium-Stickstoff, aber auch für Gesamtphosphor die Kategorie gut erreichte. Nitrit-Stickstoff erhielt aufgrund der im November gemessenen Gehalte nur eine mäßige Einstufung. Die UQN für PFOS, Benzo[a]pyren und Fluoranthen wurden ebenfalls nicht eingehalten. Die mittleren Konzentrationen der Kenngrößen Kupfer, Zink, Amidotrizoesäure, Diclofenac, Gabapentin, Ibuprofen, Metformin, Azithromycin lagen über den jeweiligen nicht verbindlichen Orientierungswerten.

Die Heilenbecke und der Hasper Bach sind Nebengewässer der Ennepe. In der Heilenbecke oberhalb der Talsperre wird das Einzugsgebiet überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Hier kam es im August 2019 zu Unter- bzw. Überschreitungen für die Gehalte von Sauerstoff und Nitrit-Stickstoff. Ammonium-Stickstoff und Gesamtphosphor wurden im Mittel mit gut bewertet, aber auch für diese beiden Kenngrößen wurden am selben Tag erhöhte Konzentrationen gemessen. Alle weiteren untersuchten Parameter hielten die jeweiligen Orientierungswerte ein. Im weiteren Fließverlauf zeigte das Gewässer für die gemessenen Parameter mit Ausnahme von Kupfer eine Bewertung mit gutem Zustand. Im Hasper Bach traten lediglich an den letzten beiden Stellen Überschreitungen für die Metalle Kupfer und Zink auf.

Planungseinheit Bigge

Das 360 km² große Einzugsgebiet der Bigge wird wesentlich durch Forst- und Landwirtschaft genutzt. Hier fanden die Untersuchungen an neun Probenahmestellen in der Olpe sowie in deren Nebengewässern Rehringhausener Bach, Neuenkleusheimer Bach und Günse statt. Zudem wurde die Lister oberhalb der Listertalsperre untersucht.

Die Probenahmestelle oberhalb Altenkleusheim liegt ca. 1 km unterhalb der Olpequelle. Dort führten niedrige Gehalte an Nährstoffen sowie an mineralischen und organischen Inhaltsstoffen zu einer sehr guten oder guten Bewertung. Lediglich für Kupfer wurde – wie im gesamten weiteren Fließverlauf der Olpe - der nicht verbindliche seit dem Jahr 2019 gültige Orientierungswert von 1,1 µg/l durchgehend überschritten. Die darauffolgende Messstelle liegt ca. 100 m unterhalb der Kläranlage Olpe-Altenkleusheim (Fluss-km 7,8). Aufgrund der im September und November gemessenen Werte für Phosphor und Nitrit-Stickstoff sowie der durchgehend hohen Ammonium-Stickstoff-Konzentrationen wurden die mittleren Gehalte der Nährstoffe mit mäßig bewertet. Des Weiteren wurde am 4. September 2018 der Orientierungswert für Sauerstoff unterschritten. An den Probenahmestellen bei Fluss-km 4,95 und 4,43 führten hohe Ammonium-Stickstoff-Gehalte im März und November 2018 zu Überschreitungen. An den unterhalb gelegenen Messstellen kam es vermutlich durch die Einmündung der beiden Nebenbäche Neuenkleusheimer Bach und Rehringhausener Bach zu Verdünnungseffekten. Dennoch erfolgte an der Probenahmestelle bei Fluss-km 2,40 aufgrund des im September bei kurzen lokalen Niederschlagsereignissen ermittelten hohen Wertes ein weiteres Mal eine mäßige Bewertung für Ammonium-Stickstoff. Die Phosphorgehalte sowie die mineralischen und organischen Inhaltsstoffe in der Olpe lagen ab Fluss-km 4,95 bis zur Mündung in die Bigge auf einem niedrigen Niveau und wurde mit „gut“ bzw. „sehr gut“ bewertet.

An der Messstelle vor Mündung in die Bigge wies die Wassertemperatur im Winter erhöhte Werte auf und überschritt die Qualitätsanforderung. Die Gewässer Neuenkleusheimer Bach, Rehringhausener Bach und Günse wiesen niedrige Gehalte für die Mehrheit der untersuchten Parameter auf. Lediglich der

gute Zustand für Kupfer konnte nicht eingehalten werden. Auch in der Lister oberhalb der Listertalsperre führten die niedrigen Gehalte der untersuchten Nährstoffe sowie der mineralischen und organischen Inhaltsstoffe zu einer guten Bewertung. Die Gehalte an PSM lagen mit Ausnahme des Metolachlor ESA unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Planungseinheit Untere Lenne

Das Einzugsgebiet dieser Planungseinheit (A_{EO} : 529 km²) zeichnet sich durch städtische und industrielle Prägung aus. Es wurden neben der Lenne fünf weitere Gewässer an insgesamt 14 Probenahmestellen untersucht. An den beiden Stellen Lenne oberhalb Eiringhausen und in Nachrodt führten hohe Zinkgehalte zu einer mäßigen Bewertung. Zudem konnte an der erstgenannten Messstelle die UQN für Benzo[a]pyren in der ersten Hälfte des Jahres nicht eingehalten werden. In der Lenne am Pegel Hohenlimburg konnten die Qualitätsanforderungen für den pH-Wert nicht eingehalten werden. Darüber hinaus wurden erhöhte Konzentrationen für die Metalle Kupfer, Zink und Silber gemessen.

Des Weiteren überschritten die untersuchten Parameter Benzo[a]pyren, Amidotrizoesäure, lomeprol, Iopromid, Diclofenac, Gabapentin, Metformin die jeweiligen Anforderungen.

In dem ca. 16 km langen Fretterbach, der durch mehrere kleine Bäche gespeist wird, liegt die erste Probenahmestelle bei Fluss-km 4,80. Die Nährstoffkonzentrationen sowie die Konzentrationen für TOC, Sauerstoff, Chlorid und zahlreiche Arzneimittel konnten mit „gut“ bzw. „sehr gut“ bewertet werden. An den darauffolgenden Messstellen nahmen die Nährstoffgehalte zu, sodass es oberhalb Müllen zu einer mäßigen Bewertung für Ammonium- und Nitrit-Stickstoff kam. Im weiteren Fließverlauf überschritten neben den Ammonium-Stickstoffkonzentrationen auch der mittlere Gehalt an Gesamtphosphor den Orientierungswert.

Die Probenahmestelle Ahe vor Mündung in die Else liegt 2,5 km unterhalb der Kläranlage Herscheid. Die Qualitätsanforderung für die Wassertemperatur konnte am 3. Dezember 2018 nicht eingehalten werden. Zusätzlich führten am gleichen Tag erhöhte Gehalte an Ammonium-Stickstoff zu einer mäßigen Bewertung. In den Monaten von Juli bis Dezember wurden hohe Konzentrationen für Gesamtphosphor und ortho-Phosphat-Phosphor sowie Kupfer gemessen, was zu Überschreitungen der jeweiligen Anforderungen führte.

Die 24,5 km lange Verse wurde an vier Stellen beprobt. An der Probenahmestelle oberhalb der Fürwiggetalsperre (Fluss-km 23,76) konnten lediglich am 31. Januar 2018 die Qualitätsanforderungen für den pH-Wert und den Zinkgehalt nicht eingehalten werden. Alle weiteren untersuchten Parameter hielten den sehr guten bzw. guten Zustand ein. Bei den Untersuchungen der drei darauffolgenden Messstellen lagen die Nähr-

stoffgehalte auf einem niedrigen Niveau und konnten mit „gut“ bzw. „sehr gut“ bewertet werden. Lediglich an der letzten Probenahmestelle, die ca. 2 km unterhalb der Einmündung des Schlittenbachs liegt, kam es für die Kupferkonzentrationen zu Überschreitungen.

In der Rahmede führten wie im Vorjahr an der Stelle unterhalb der Kläranlage Rahmedetal erhöhte Gehalte an Gesamtphosphor, Zink und Bor zu einer mäßigen Bewertung. Des Weiteren konnten die Grenzwerte für die Metalle Kupfer und Molybdän nicht eingehalten werden. Im Dezember 2018 führte die erhöhte Wassertemperatur zur Überschreitung der Qualitätsanforderung von 8 °C. Zudem erfolgte für die Parameter Nickel und PFOS eine Einstufung in einen mäßigen Zustand. Im 1,1 km langen Bräker Bach wurden die Probenahmestellen oberhalb Bräke und vor Mündung in den Grünen Bach untersucht. Zu Überschreitungen kam es lediglich an der letzten unterhalb einer Fischzucht gelegenen Messstelle für die Kenngrößen Gesamtphosphor und ortho-Phosphat-Phosphor sowie für Kupfer.

Planungseinheit Obere Lenne

Das Einzugsgebiet Obere Lenne (A_{EO} : 456 km²) besteht zu 70 % aus Waldflächen. An der ersten von fünf untersuchten Probenahmestellen in der Lenne in dieser Planungseinheit wurden lediglich im Juni 2018 die Qualitätsanforderungen für die Temperatur und den Sauerstoffgehalt knapp verfehlt. An der darauffolgenden Stelle (Fluss-km 84,00) erreichten die Konzentrationen für Kupfer und Zink die Einstufung in „mäßig“. Bei Fluss-km 83,86 nahmen die Gehalte für Ammonium-Stickstoff und Sulfat sowie für die Metalle Thallium und Kobalt in den Monaten Juni, September und Oktober 2018 zu. Dies führt zu einer mäßigen Bewertung. Des Weiteren lag für Zink ein mäßiger Zustand vor. Die Kupfergehalte nahmen ab und erreichten knapp eine gute Einstufung. An der Probenahmestelle bei Fluss-km 82,08 lagen die Nährstoffgehalte auf einem niedrigen Niveau, was zu einer sehr guten Bewertung von Phosphor und Ammonium-Stickstoff führt. Die Gehalte für Sulfat und die Metalle Zink und Thallium blieben aber weiterhin erhöht. Auch die Kupferkonzentrationen überschritten hier wieder den Orientierungswert. Die darauffolgende Messstelle bei Fluss-km 81,07 liegt unterhalb der Kläranlage Lennestadt. Wie an der Probenahmestelle zuvor wurden die Anforderungen für die Metalle Kupfer, Zink und Thallium nicht eingehalten. Erhöhte Konzentrationen lagen auch für Ammonium- und Nitrit-Stickstoff vor.

In der Flape wurde lediglich an den beiden Probenahmeorten oberhalb und unterhalb der Teichanlage die Qualitätsanforderung für Sauerstoff am 3. April 2018 unterschritten. In der Latrip vor Mündung in die Lenne erfolgte im Juli 2018 ebenso für den Sauerstoffgehalt wie auch für die Wassertemperatur eine mäßige Bewertung. Alle weiteren untersuchten Parameter erreichten den guten bzw. sehr guten Zustand.

Die Elspe ist 12 km lang und von Feldern und kleineren Wäldern umgeben. Sie wird von neun kleineren Bächen gespeist. Die Probenahmestelle liegt bei Fluss-km 4,56. Die Qualitätsanforderung für die Temperatur wurde sowohl im Winter als auch im Sommer überschritten. Niedrige Sauerstoffgehalte im Juli und September 2018 an dieser Stelle führten ebenso zu einer mäßigen Bewertung. Zudem führten hohe Nährstoffgehalte in den Sommermonaten zu einer mäßigen Einstufung für Ammonium- und Nitrit-Stickstoff sowie für Gesamtphosphor und ortho-Phosphat-Phosphor. Die Konzentrationen der untersuchten PSM lagen in der Latrop und der Elspe durchgehend unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Planungseinheit Mittlere Ruhr

Die Planungseinheit Mittlere Ruhr umfasst eine Fläche von 503 km² und ist überwiegend durch Waldflächen und ackerbauliche Nutzung geprägt. Im Berichtszeitraum wurden die Ruhr bei Fröndenberg sowie die Gewässer Hönne, Öse und Baarbach jeweils an einer Probenahmestelle untersucht. In Fröndenberg führten niedrige Gehalte an Nährstoffen sowie mineralischen und organischen Inhaltsstoffen zu einer guten oder besseren Bewertung. Die Konzentrationen der Schwermetalle Blei, Cadmium und Nickel hielten die Grenzwerte der OGewV sicher ein. Dagegen erreichten die Konzentrationen der gesetzlich nicht geregelten Metalle Kupfer und 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 Amidotrizoesäure, Acesulfam, Gabapentin, Diclofenac, Ibuprofen und Metformin konnten nicht eingehalten werden. Die Probenahmestelle in der Hönne liegt 150 m unterhalb der Kläranlage Balve. Die Untersuchungen fanden zwischen April und November 2018 überwiegend bei Trockenwetter statt. Die Nährstoffkonzentrationen waren an allen vier Untersuchungstagen erhöht, was für Ammonium-Stickstoff, Nitrit-Stickstoff, Gesamtphosphor und ortho-Phosphat-Phosphor zu einer mäßigen Bewertung führte. Darüber hinaus erfolgte auch für die Metalle Kupfer und Zink eine mäßige Einstufung. Die Probenahmestelle Öse in Heppingsen liegt ca. 3,6 km unterhalb der Quelle umgeben von Wiesen und kleineren Waldflächen. Die niedrigen Nährstoffgehalte sowie die geringen Konzentrationen der mineralischen und organischen Inhaltsstoffe führten zu einer guten bzw. sehr guten Bewertung. Zudem wiesen alle untersuchten PSM Gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze auf. Die Untersuchungen im Baarbach fanden 400 m unterhalb der Kläranlage Iserlohn-Baarbachtal zwischen April und Oktober 2018 statt. Erhöhte Gehalte an Gesamtphosphor, ortho-Phosphat-Phosphor, TOC und Chlorid führten zu Überschreitungen der jeweiligen Anforderungen. Allerdings konnte Ammonium-Stickstoff im Mittel mit „gut“ bewertet werden. Eine Konzentration über 0,1 mg/l lag nur am 4. April 2018 vor. Für Bor sowie die Metalle Kobalt, Kupfer, Nickel, Thallium und Zink wurde der gute Zustand verfehlt.

Planungseinheit Obere Ruhr 1

Die Planungseinheit Obere Ruhr 1 umfasst eine Fläche von 338 km² und besteht zu knapp zwei Dritteln aus Waldfläche. Die Untersuchungen fanden an zehn Probenahmestellen in den Gewässern Giesmecke, Settmecke, Waldbach, Wanne, Röhr, Linnepe, Hellefelder Bach und Sorpe statt. In allen acht Gewässern lagen die Gehalte an Nährstoffen sowie mineralischen und organischen Inhaltsstoffen auf einem niedrigen Niveau und konnten mit „gut“ bzw. „sehr gut“ bewertet werden. In der Sorpe oberhalb der Talsperre führte im März 2018 eine Temperatur über 8 °C zu einer mäßigen Bewertung. In der Wanne wurde im August 2018 eine Temperatur von 20° C überschritten. Zudem konnte hier der Orientierungswert für Mangan nicht eingehalten werden. In der Linnepe verfehlte der im April 2018 gemessene pH-Wert die Anforderung von pH 8,5. Aufgrund des niederschlagsarmen Sommerhalbjahres 2018 kam es in den Gewässern Giesmecke, Wanne, Linnepe, Hellefelder Bach und in der Sorpe zur Unterschreitungen der Qualitätsanforderung für den Sauerstoffgehalt.

Planungseinheit Obere Ruhr 2

Die Planungseinheit Obere Ruhr 2 (A_{EO}: 741 km²) wird überwiegend durch Wald sowie landwirtschaftliche Flächen geprägt. Die Ruhr selbst wurde an fünf Probenahmestellen untersucht. An den beiden Stellen Ruhr unterhalb Einmündung Neger und Velmede konnten die mittleren Gehalte für die Nährstoffe sicher eingehalten werden. Im Juli führten niedrige Sauerstoffgehalte an der erstgenannten Messstelle zu einer Unterschreitung der Qualitätsanforderung von 8 mg/l. Oberhalb Meschede lagen erhöhte Konzentrationen an Nährstoffen vor, sodass Nitrit-Stickstoff, Gesamtphosphor und ortho-Phosphat-Phosphor mit „mäßig“ bewertet wurden. Des Weiteren konnte hier auch für die Konzentrationen von PFOS sowie für die nicht gesetzlich verbindlichen Kenngrößen Amidotrizoesäure, Diclofenac, Gabapentin und Metformin der gute Zustand nicht erreicht werden. In der Ruhr bei Oeventrop wurden die Anforderungen an die Konzentrationen für Gesamtphosphor und ortho-Phosphat-Phosphor ebenfalls nicht eingehalten. Die Zinkkonzentrationen erreichten an allen fünf Stellen in der Ruhr nur eine mäßige Bewertung.

Neben der Ruhr wurden weitere 22 Gewässer an 39 Probenahmestellen untersucht. Die hohen Temperaturen im Jahr 2018 machten sich insbesondere in kleineren Gewässern in Form von erhöhten Wassertemperaturen und zu niedrigen Sauerstoffgehalten bemerkbar. So lagen bereits im März 2018 in den Gewässern Elpe, Salweybach, Esselbach, Marpebach und in der Arpe I oberhalb Grevenstein Temperaturen über 8 °C vor. Auch in den Sommermonaten wurde die Qualitätsanforderung an die Temperatur in der Arpe I an beiden Probenahmestellen nicht eingehalten. Insgesamt konnten die Anforderungen für die Sauerstoffkonzentration an 22 der 39 untersuchten Probenahmestellen der Nebengewässer nicht eingehalten werden. Darüber hinaus wurde in der Arpe I oberhalb Berge der pH-Wert von 8,5 wie schon in den Jahren 2016

und 2017 im gesamten Sommerhalbjahr überschritten. Für die Mehrheit der untersuchten Messstellen wiesen die Nährstoffe niedrige Gehalte auf und erfuhren eine gute Bewertung. Lediglich in der Arpe I oberhalb Berge wurden durchgehend hohe Gehalte an Gesamtphosphor und ortho-Phosphat-Phosphor gemessen, die wahrscheinlich auf eine gewerbliche bzw. industrielle Direkteinleitung zurückzuführen sind. Diese Überschreitungen konnten auch noch in der Wenne nach Zufluss der Arpe I festgestellt werden. Zu weiteren Überschreitungen des Orientierungswertes für Gesamtphosphor kam es aber auch in der Wenne unterhalb der Kläranlage Eslohe-Bremke. In der Namenlosen wurde der gute Zustand für Eisen verfehlt. Die Gehalte von Barium erfuhren im Oberlauf der Kleinen Henne und in der Neger vor Mündung in die Ruhr eine mäßige Einstufung. Zudem erfolgte an acht Messstellen der Nebengewässer eine mäßige Bewertung für die Konzentration von Zink.

Planungseinheit Möhne

Das 469 km² große Einzugsgebiet der Möhne ist überwiegend durch Waldflächen geprägt. Ein knappes Drittel umfasst landwirtschaftliche Nutzflächen. Die Untersuchung dieser Planungseinheit erfolgte an vier Probenahmestellen in der Möhne

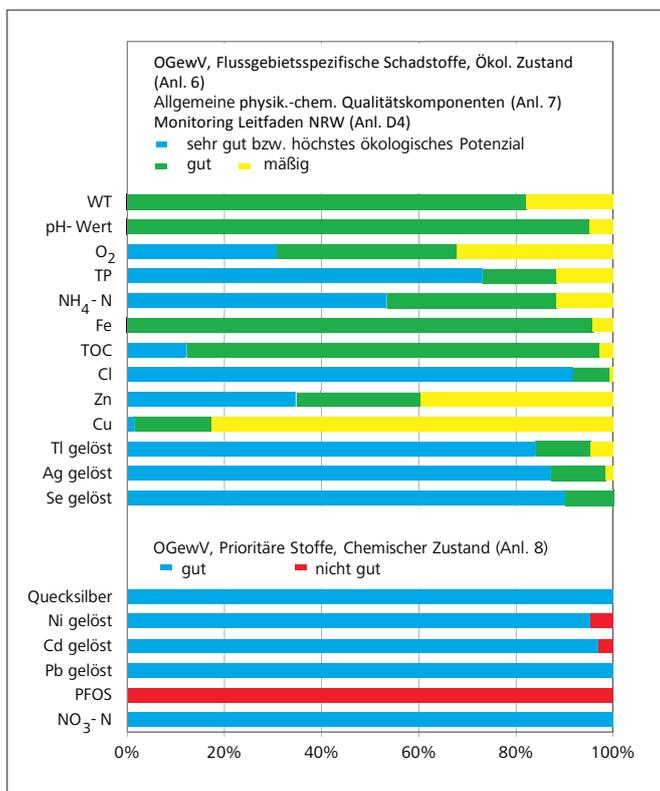


Bild 4.2: Relative Verteilung der Bewertungen ausgewählter Kenngrößen auf der Basis der Oberflächenwasserverordnung (OGewV Juni 2016)

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

sowie an neun Nebengewässern. Die Messstelle in Wülfte befindet sich etwa 3,5 km unterhalb der Kläranlage Brilon und wurde in einem Zeitraum von Februar bis Oktober 2018 untersucht. Auf der Strecke dazwischen münden die Aa und der Goldbach in die Möhne ein. Die Gehalte der Nährstoffe sowie der organischen und mineralischen Inhaltsstoffe lagen auf einem niedrigen Niveau und wurden mit „gut“ bzw. „sehr gut“ bewertet. Eine mäßige Einstufung erfolgte hier lediglich für die Mangankonzentration. Die Probenahmestellen in Wülfte und oberhalb Glenne sind ca. 16 km voneinander entfernt. Auf der Fließstrecke dazwischen entwässern zahlreiche Bäche sowie die Kläranlagen Brilon-Scharfenberg und Rüthen. Letztere befindet sich etwa 1,5 km oberhalb der Probenahmestelle Möhne oberhalb Glenne. Auch hier konnten die Qualitätsanforderungen für die Wassertemperatur und den Sauerstoffgehalt nicht eingehalten werden. Zudem führten die Ergebnisse der Untersuchung vom 8. August 2018 zu Überschreitungen der mittleren Gehalte von Gesamtphosphor und ortho-Phosphat-Phosphor. Auch die Nährstoffe Ammonium- und Nitrit-Stickstoff hielten den guten Zustand nicht ein. Des Weiteren erfolgte für die Metalle Arsen, Kupfer, Mangan und Molybdän eine mäßige Bewertung. In der Möhne oberhalb des Zuflusses Herbecke wird am 3. August 2018 mit 7 mg/l lediglich der Sauerstoffgehalt mit „mäßig“ bewertet. Im weiteren Fließverlauf nahm die Sauerstoffkonzentration wieder zu und konnte in der Möhne vor der Mündung in die Ruhr in einen guten Zustand eingestuft werden. Hier überschritt aber weiterhin der gesetzlich nicht verbindliche Parameter Kupfer den guten Zustand.

Der Biber Bach ist ca. 8 km lang und wird von fünf kleineren Bächen gespeist. Von der Quelle bis zum Biberteich (Fluss-km 1,70) ist das Gewässer von Wiesen und Wäldern umgeben. Die Probenahmestelle (Fluss-km 1,25), die sich nur wenige hundert Meter unterhalb des Teiches befindet, wies erhöhte Werte für TOC und Ammonium-Stickstoff auf. Auch die Qualitätsanforderung für die Wassertemperatur und den Sauerstoff konnten nicht eingehalten werden. Die Probenahmestelle Schlagwasser vor der Mündung in die Glenne liegt ca. 300 m unterhalb eines Campingplatzes. Hier konnten mehrere Kenngrößen wie z. B. Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt und TOC, sowie Ammonium- und Nitrit-Stickstoff zum Zeitpunkt der Untersuchung vom 8. August 2018 den guten Zustand nicht einhalten.

In der Lörmecke entsprachen an beiden Messstellen die Wassertemperatur sowie oberhalb Hohler Stein auch der Sauerstoffgehalt und der Nitrit-Stickstoff einem mäßigen Zustand. In der Glenne, die durch die Lörmecke und die Schlagwasser gespeist wird, sowie auch in der Wester und der Heve, im Schorenbach und in der Großen Schmalenau konnten die Qualitätsanforderung für die Wassertemperatur sowie in der Glenne, der Heve, dem Schorenbach und der Großen und Kleinen Schmalenau für den Sauerstoffgehalt nicht eingehalten werden. Zudem erfuhren die Metalle Zink und Eisen in sechs bzw. vier der Nebengewässer eine mäßige Bewertung.

Zusammenfassung

Es wurden neun Planungseinheiten mit insgesamt 73 Gewässern untersucht. Bild 4.2 zeigt die Verteilung der Bewertungen der im Jahr 2018 durch das LANUV und im Jahr 2019 durch den Ruhrverband untersuchten Kenngrößen auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung sowie für weitere Parameter. Die Qualitätsanforderung für den pH-Wert konnte an 5 % der Messstellen nicht eingehalten werden. Aufgrund der langandauernden Trockenwetterphase in den Jahren 2018 und 2019 wurden an 18 % der Probenahmestellen die Wassertemperatur und an 32 % der Stellen der Sauerstoffgehalt mit „mäßig“ bewertet. Auch hinsichtlich der Nährstoff- und der organischen Belastung lagen die mittleren Konzentrationen auf höherem Niveau als in den Vorjahren, sodass 12 % der gemessenen Ammonium-Stickstoff- und Phosphor-Konzentrationen zu Überschreitungen der Anforderungen führten, beim TOC waren es 3 %. Durch die Absenkung der jeweiligen Orientierungswerte verfehlten die Konzentrationen von Kupfer an 83 % und von Zink an 40 % der Probenahmestellen den guten Zustand. Für die Metalle Eisen, Silber, Thallium, Nickel und Cadmium sowie das Halbmetall Selen lag der Prozentsatz der Überschreitungen zwischen 1 und 5 %. Lediglich die Konzentrationen von Blei und Quecksilber führten an allen untersuchten Probenahmeorten zu einer guten Bewertung. PFOS konnte in der wässrigen Phase in allen 15 untersuchten Proben nicht den guten Zustand einhalten, welches auf die extrem niedrige UQN zurückzuführen ist. 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. Für die Konzentrationen der Arzneimittelwirkstoffe und Röntgenkontrastmittel wie z. B. Ibuprofen, Diclofenac und Amidotrizoesäure erfolgte dabei in der Unteren, Mittleren und Oberen Ruhr als auch in der Volme, Möhne, Bigge und der Unteren und Oberen Lenne überwiegend 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 [4.4] in Form von ökologischen Gewässerzustandskarten dargestellt. Als Datenquellen dienen die Untersuchungsergebnisse aus dem vom Ruhrverband und vom LANUV NRW gemeinsam durchgeführten Gewässermonitoring. Daneben werden Daten berücksichtigt, die im Rahmen der „Integralen Entwässerungsplanung“ (IEP) beim Ruhrverband erhoben wurden („Weitere Untersuchungen des Ruhrverbands“) [4.5]. Diese in räumlich eng begrenzten Gebieten mit hoher Dichte gewonnenen Daten sollen unter Berücksichtigung der Ziele der EG-WRRL helfen, notwendige Maßnahmen im Be-

reich 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 „Grobmateriareicher 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 (AD) der Qualitätskomponente Makrozoobenthos dargestellt. Diese Abbildung gibt einen Überblick über den ökologischen Zustand der Ruhr im Untersuchungszeitraum 2014 bis 2019. Die im Jahr 2019 neu untersuchten 15 Probenahmestellen befanden sich in den Planungseinheiten Mittlere Ruhr und Untere Ruhr. Von diesen 15 Probenahmestellen konnten vier Probenahmestellen in ihrer Bewertung nicht als gesichert angegeben werden, da nach der Verfahrensvorschrift die Summe der Indikatororganismen (Abundanzsumme) für eine valide biologische Bewertung nicht ausreichend war. Ursächlich dafür war möglicherweise die dortige Ausbreitung der invasiven Schwarzmaulgrundel (*Neogobius melanostomus*) (Bild 4.4) und der Kessler-Grundel (*Ponticola kessleri*) in den letzten Jahren. Die

[4.4] 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

[4.5] 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

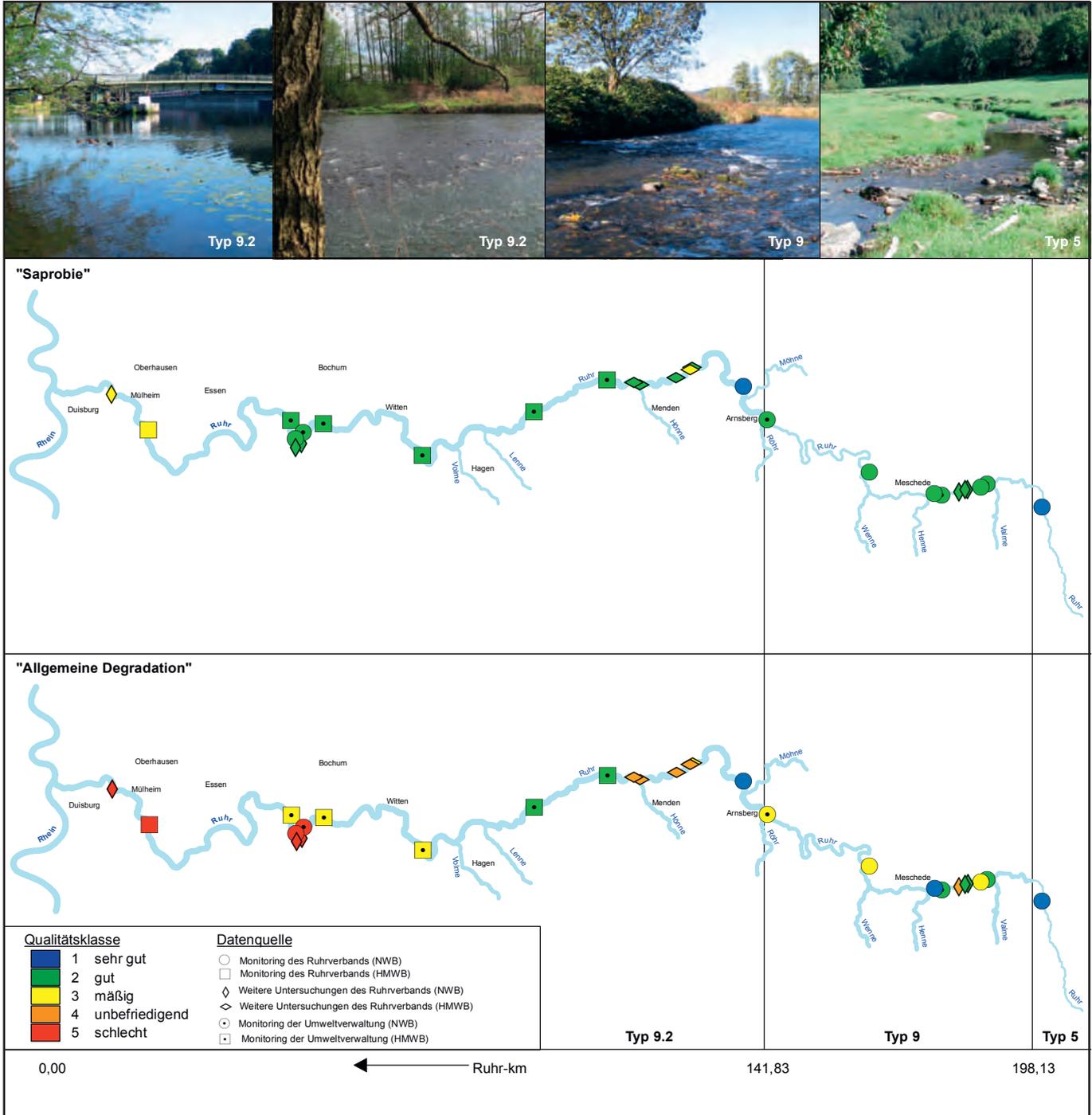


Bild 4.3: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos (Module Saprobie und Allgemeine Degradation) im Fließverlauf der Ruhr für die Jahre 2014 bis 2019. Ergebnisse „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in Zusammenarbeit mit dem Ruhrverband. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.3: Ecological status – macrozoobenthos (modules saprobic index and general degradation) along the course of the Ruhr, 2014 to 2019. 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 (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

ursprünglich aus dem Schwarzmeerraum stammenden Fische präferieren Insektenlarven und andere Wirbellose als Nahrungsquelle [4.6], was mit hoher Wahrscheinlichkeit ursächlich für den sichtbaren Abundanzrückgang ist. Da die aus dem Rhein in die Ruhr eingewanderten Grundeln sich noch in der Phase der invasiven Erstbesiedlung befinden und besonders die in der unteren Ruhr vorhandenen Steinschüttungen als Habitat bevorzugen, ist zurzeit besonders die untere Ruhr (PE 1000) von deren massiven Prädationsdruck betroffen, was zu einer Verarmung der Makrozoobenthoszönosen führte.

Aufgrund der nicht gesicherten Bewertungsergebnisse wurden diese vier Probenahmestellen in der nachfolgend dargestellten Bewertung nicht weiter berücksichtigt.

Auch im Jahr 2019 zeigte die Ruhr saprobiell fast durchgängig einen guten und an den zwei Probenahmestellen unterhalb Einmündung Neger und unterhalb Möhne sogar einen sehr guten saprobiellen Zustand. Das heißt, die Ruhr ist an diesen Probenahmestellen saprobiologisch leitbildkonform.

Drei Stellen in der Ruhr – unterhalb RÜ Erlenstraße (SI: 2,28), an Mendener Brücke (SI: 2,29) und oberhalb RÜB Raffelberg (SI: 2,27) - überschritten auch im Jahr 2019 knapp die gewässertypische Klassengrenze für den guten saprobiellen Zustand von 2,25 und waren daher mit „mäßig“ zu bewerten. Grund für den mit „mäßig“ bewerteten Saprobienindex an der Probenahmestelle unterhalb RÜ Erlenstraße in der mittleren Ruhr war die nur eingeschränkt mögliche Probenahme. Die Probenahmestelle war unzugänglich und anders als nach EG-WRRRL vorgegeben konnte sie nicht über weite Teile der gesamten Sohlbreite, sondern aufgrund steil abfallender Ufer nur im Technolithal (Steinschüttung) der Ufersicherung beprobt werden, so dass hier nur ein stark reduziertes Arteninventar für die Auswertung und Bewertung zur Verfügung stand.

Für die leicht über der Klassengrenze liegenden Saprobienindizes an den Probenahmestellen an Mendener Brücke und oberhalb RÜB Raffelberg waren wie im Vorjahr zum einen das Vorkommen von aus dem Rhein eingewanderten Neozoen, wie z. B. der Neuseeländischen Zwergdeckelschnecke (*Potamopyrgus antipodarum*) (SI: 2,3), und 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), verantwortlich. Auch wenn diese Arten keine Belastung indizieren, so gehen sie doch als typische Stillwasserarten, die für den Unterlauf der Ruhr als Gewässertyp 09.2 „Großer Fluss des Mittelgebirges“ scheinbar eine gewisse saprobielle Belastung darstellen, als saprobielle Störanzeiger in die Bewertung ein.

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, spielen aktuell auf Grund der reduzierten



Bild 4.4: Schwarzmundgrundel (*Neogobius melanostomus*).

Quelle: Dr. Bernd Stemmer

Fig. 4.4: Round goby (*Neogobius melanostomus*).

Source: Dr. Bernd Stemmer

Nährstoffgehalte durch die weitere Optimierung der Kläranlagen und durch die Filterleistung der asiatischen Körbchenmuschel *Corbicula* [4.7] keine Rolle mehr als Ursache für saprobiologische Defizite.

Die Bewertung im Modul Allgemeinen Degradation zeigt im Oberlauf der Ruhr, welcher von der Quelle bis Arnsberg-Bachum durchgehend als natürlicher Wasserkörper (NWB = Natural Water Body) ausgewiesen ist, mit zwei Ausnahmen bis zur Probenahmestelle oberhalb Meschede einen mit „sehr gut“ und „gut“ bewerteten Zustand.

Die Ausnahmen waren die mit „mäßig“ bewerteten Probenahmestelle (R 9) in Velmede und die mit „unbefriedigend“ bewertete Probenahmestelle unterhalb der Kläranlage Bestwig-Velmede, welche beide durch Rückstaubereiche geprägt sind, was den Fließgewässercharakter erheblich beeinträchtigt. Die 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. Oberhalb von Meschede verbesserte sich die Bewertung der Allgemeinen Degradation weiter auf einen mit

[4.6] Aus aller Welt. Zum Grundelproblem. In: Fischer & Teichwirt 05/2013, Seite 182

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

„sehr gut“ bewerteten Zustand. Obwohl die Ruhr hier zwischen Siedlungs- und Industriegebiet in urbanem Umfeld verläuft, 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 widerspiegelt.

Die sich anschließenden, bis zur Einmündung der Möhne erstreckenden Probenahmestellen waren v. a. aufgrund hydro-morphologischer Defizite der Ruhr in diesem Bereich (Strukturklasse 4 „deutlich verändert“ bis 6 „sehr stark verändert“) in der Allgemeinen Degradation nur mit „mäßig“ bewertet.

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 verstärkt der Rückhalt von Feinsedimenten durch die Talsperre weiter die Abwandlung zu einem Typ-05 Bachcharakter. Im weiteren Fließverlauf der Ruhr traten zunehmend strukturelle Defizite auf. Dazu zählten fehlende oder unzureichende Habitatstrukturen, vor allem durch Querbauwerke verursachte Stauereffekte und damit verbundene Veränderungen des Strömungsbildes sowie eine mögliche Erwärmung des Gewässers. Dies begünstigte neben einer Ansiedlung von für die Ruhr untypischen Stillwassertaxa auch die Ansiedlung von oft konkurrenzstärkeren Neozoen, die mit hohen Individuendichten die Besiedlung in der mittleren und unteren Ruhr dominierten. Dies führte dazu, dass auch die als HMWB ausgewiesenen Probenahmestellen überwiegend defizitär bewertet wurden. Nennenswert war die mit „gut“ bewertete Probenahmestelle (R28c) in Langschede bei Fröndenberg, die sich im Vergleich zum Untersuchungsjahr 2017 um zwei Bewertungsklassen verbessert hat. Positiv war hier vor allem die Zunahme der Individuendichte von 382 Individuen/m² auf 1.405 Individuen/m², mit einer Zunahme vieler im Fauna-Index positiv bewertete Taxa wie *Esolus parallelepipedus* und *Lype sp.*, die sich positiv auf die Bewertung des Moduls Allgemeine Degradation auswirkten. Der Vergleich der Monitoringdaten aus den vergangenen Monitoringzyklen zeigte bis auf den 4. Monitoringzyklus (2015-2018) einen durchweg mit „gut“ bewerteten ökologischen Zustand, so dass im Jahr 2017 von einer kurzzeitigen Störung ausgegangen werden konnte.

Die Probenahmestellen in der Unteren Ruhr liegen zum überwiegenden Teil in Wasserkörpern, die als „erheblich verändert“ eingestuft sind (HMWB = heavily modified water bodies = erheblich veränderte Wasserkörper). In der Regel wird zur Bewertung des ökologischen Potenzials eines HMWB dessen relevante anthropogene Nutzung mit berücksichtigt, die dann zu

einer Eingruppierung in so genannte „Fallgruppen“, wie z.B. „Wasserkraftnutzung“, führt. Da für die Wasserkörper der unteren Ruhr keine zutreffende HMWB-Fallgruppe existiert, muss die Bewertung dieser Wasserkörper als Einzelfallbetrachtung erfolgen. Ein Verfahren für deren Bewertung existierte bis Ende 2019 nicht, so dass die Probenahmestellen zunächst als „worst case“ wie natürliche Wasserkörper bewertet wurden. Dies hatte zur Folge, dass alle HMWB-Probenahmestellen in der Unteren Ruhr bis dahin undifferenziert mit „schlecht“ bewertet wurden. Das Umweltministerium NRW hat daher im Jahr 2018 ein Projekt beauftragt zur Entwicklung von Bewertungsverfahren für HMWB mit Einzelfallbetrachtung, um zukünftig alle Wasserkörper fachlich korrekt gemäß ihrer Ausweisung bewerten zu können. Für die Wasserkörper der Unteren Ruhr wurde im Rahmen dieses Projektes der Wechsel aus gestauten und freifließenden Gewässerabschnitten als prägend diagnostiziert, so dass diese Wasserkörper für die Bewertung des ökologischen Potenzials mit natürlichen Seeausflusszönosen verglichen werden. Auf Grund des vorhandenen Artenpotenzials und der größeren räumlichen Nähe wurde der Typ 21_N-Seeausflussgeprägtes Fließgewässer (Nord) als Bewertungsmaßstab gewählt. Dieser ersetzt die Zuweisung zu dem natürlichen, durch den Naturraum vorgegebenen Gewässertyp 9.2 „Große Flüsse des Mittelgebirges“. Obwohl der Projektabschlussbericht bis Mai 2020 noch nicht vorlag, wurde die gewählte Vorgehensweise sowohl vom Land NRW für die Darstellung der Bewertung der Probenahmestellen im ELWAS WEB als auch für den vorliegenden Ruhrgütebericht für die Bewertung der aktuellen Makrozoobenthosproben genutzt. Hierdurch verbesserte sich die Bewertung der aktuellen Monitoringdaten aus dem Jahr 2019 von einer Bewertung als NWB mit ökologischem Zustand „schlecht“ auf einen HMWB mit ökologischem Potenzial „mäßig“. Hierbei ist zu erwähnen, dass eine Probenahmestelle mit einem Bewertungsscore von 0,56 nah an der Klassengrenze zu „gut“ (Klassengrenze gut/mäßig: 0,6) lag. Die defizitäre Bewertung aller Probenahmestellen im Unterlauf der Ruhr, die vor dem Jahr 2019, also vor der neuen HMWB-Einzelfallbewertung beprobt worden sind, beruht im Wesentlichen auf zwei Ursachen: Zum einen war dieser Bereich, wie bereits erwähnt, durch eine Vielzahl von Neozoen besiedelt, die vor allem aus dem Rhein eingewandert waren. Diese werden bei der Bewertung als NWB, aber auch zum Teil in dem neuen Bewertungssystem als Störanzeiger negativ bewertet, was zu einer defizitären Bewertung des ökologischen Zustands als NWB bzw. des ökologischen Potenzials als HMWB führte. Bei der Bewertung als NWB sind aber vor allem die Ruhrstauseen und die ausgedehnten Rückstaubereiche von Querbauwerken Ursache für eine Bewertung mit „schlecht“, da hierdurch Habitatbedingungen geschaffen wurden, die nicht mehr von leitbildkonformen Arten, die typisch für breite, turbulent fließende Flüsse mit Kies- und Schotterbänken (LAWA-Gewässertyp-09.2 „Große Flüsse des Mittelgebirges“) sind, besiedelt werden können. 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 war, eingestuft sind, erklärt sich hieraus die schlechte Bewertung.

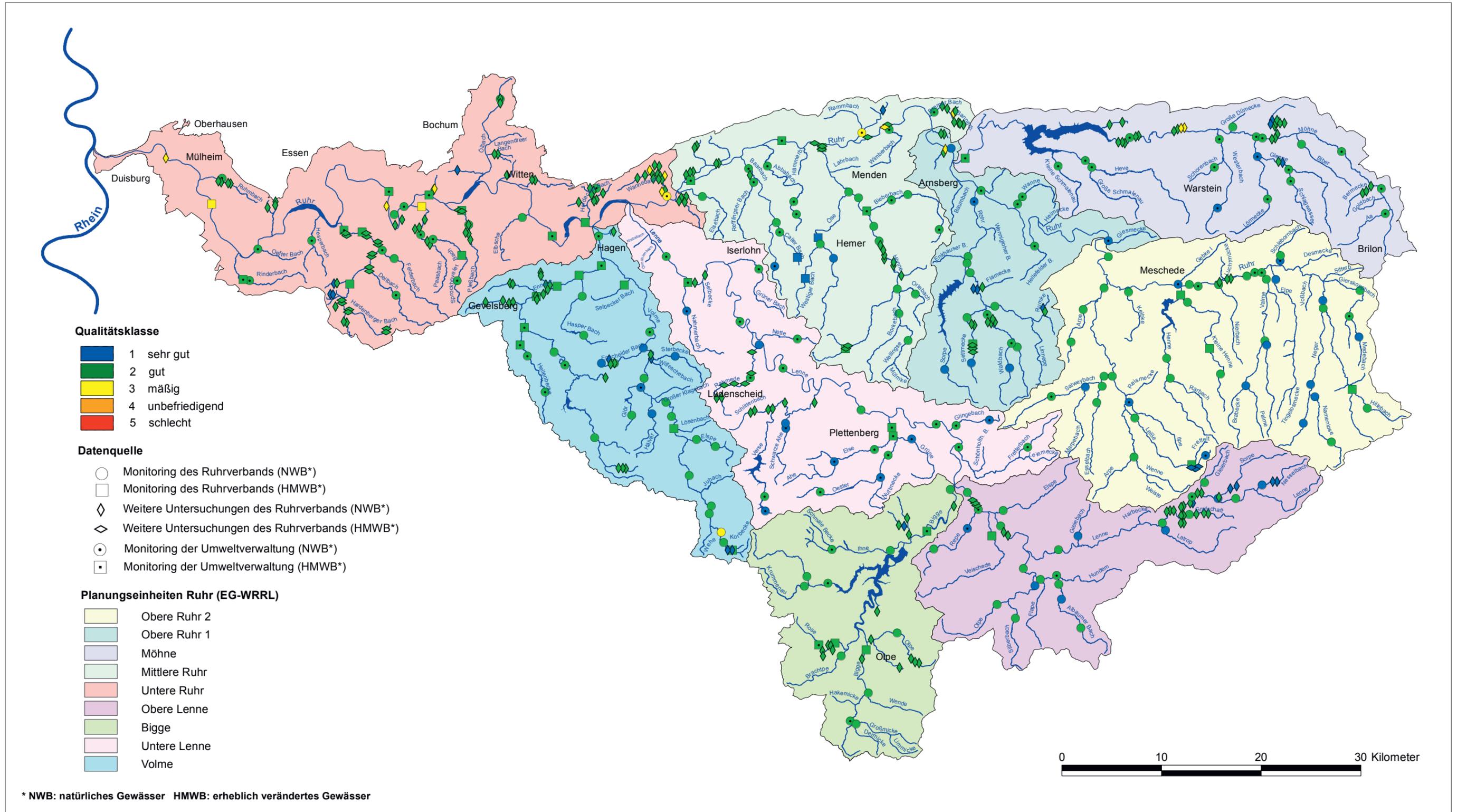


Bild 4.5: Ökologischer Gewässerzustand im Ruhrinzugsgebiet – Makrozoobenthos (Modul Saprobie), für die Jahre 2014 bis 2019. Ergebnisse „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in Zusammenarbeit mit dem Ruhrverband. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.5: Ecological status in the Ruhr catchment area – macrozoobenthos (module saprobic index), 2014 to 2019. 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 (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

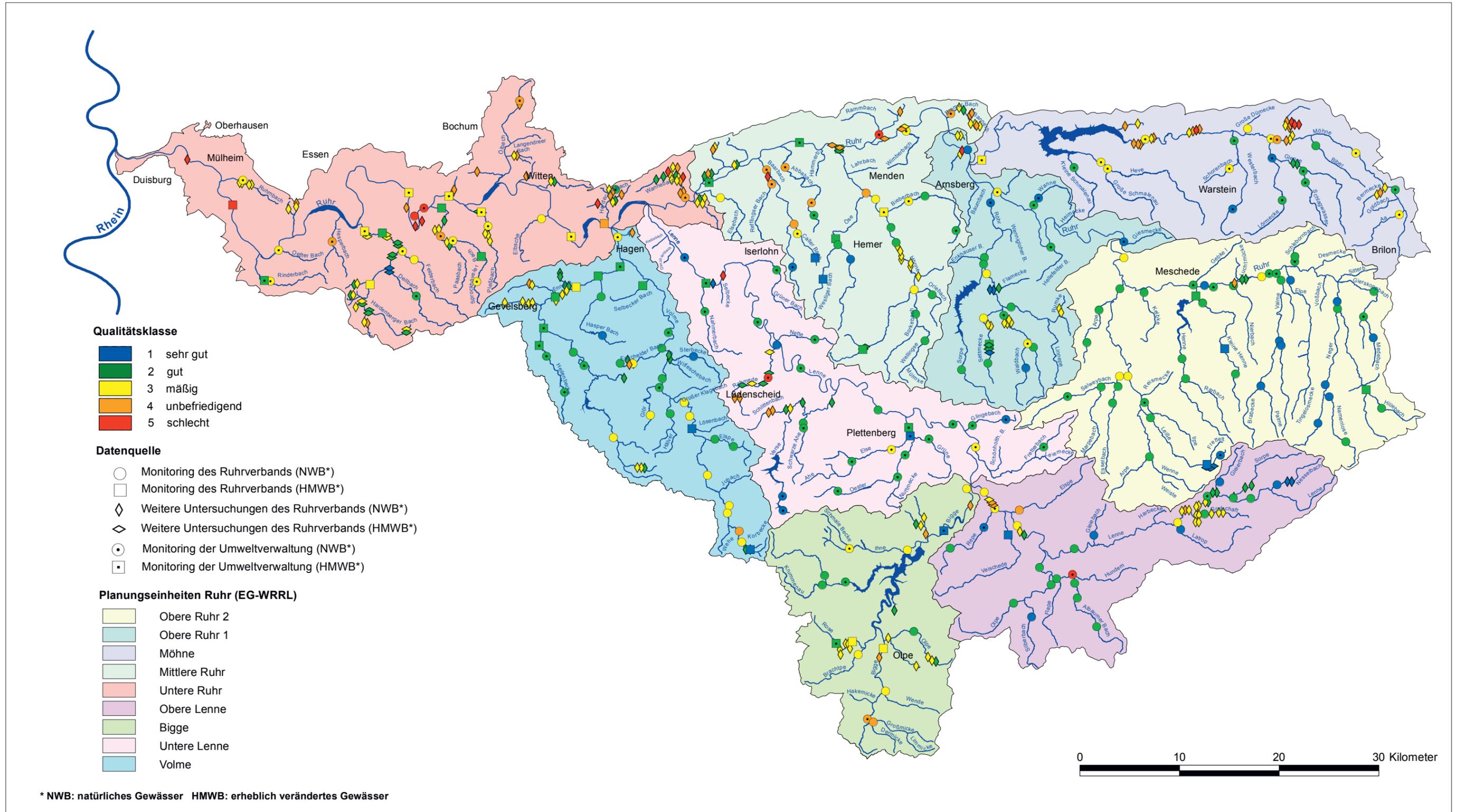


Bild 4.6: Ökologischer Gewässerzustand im Ruhreinzugsgebiet – Makrozoobenthos (Modul Allgemeine Degradation), für die Jahre 2014 bis 2019. Ergebnisse „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in Zusammenarbeit mit dem Ruhrverband. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.6: Ecological status in the Ruhr catchment area – macrozoobenthos (module general degradation), 2014 to 2019. 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 (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

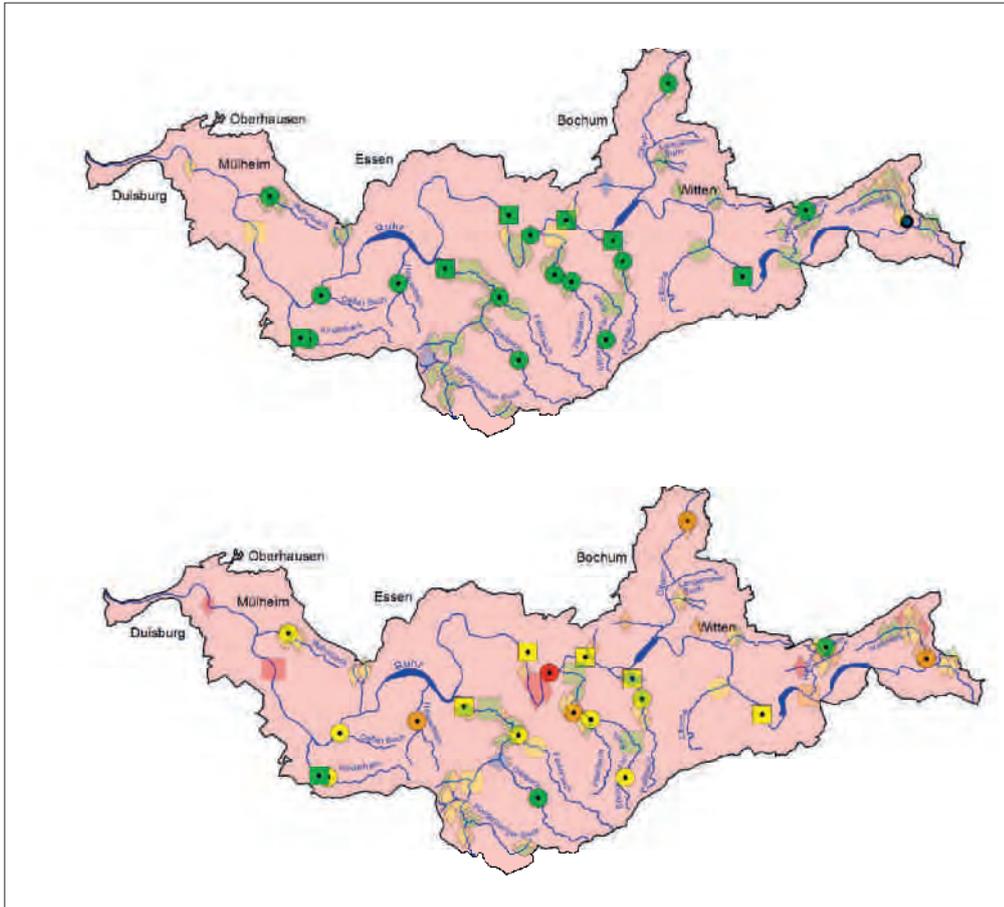


Bild 4.7: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Untere Ruhr (PE 1000). Oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2019, große, schwach gefärbte Symbole = 2014 bis 2018. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.7: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Lower Ruhr (PE 1100). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2019, large, lightly coloured symbols = 2014 to 2018. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Negative Auswirkungen der reduzierten Niedrigwasserführung der Ruhr als Anpassung an die niederschlagsarmen Sommer 2018 und 2019 konnten an Hand der vorliegenden Daten weder für den saprobiellen Zustand noch für die Bewertung der Allgemeinen Degradation festgestellt werden.

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 wies 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 2019 seitens des Ruhrverbands der Schwerpunkt der hydrobiologischen Untersuchungen mit insgesamt 29 Probenahmestellen auf der Planungseinheit Volme, während das LANUV NRW Untersuchungen in den Planungseinheiten Untere Ruhr und Mittlere Ruhr durchgeführt hat. Weitere Untersuchungen an 18 Probenahmestellen fanden im Jahr 2019 im Rahmen des IEP-Programms des Ruhrverbands in den Planungseinheiten Volme, Obere Lenne, Mittlere Ruhr und Möhne 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 Potentials (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 [4.8], 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 2014 bis 2019 durchgeführt wurden. Alle Daten von Untersuchungen aus den vorhergehenden Jahren wurden entfernt bzw. durch neuere Ergebnisse ersetzt. Die

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

Karten repräsentieren daher den Gewässerzustand der letzten sechs Jahre und umfassen 497 Probenahmestellen. Im Jahr 2019 wurden vom Ruhrverband 54 Probenahmestellen und vom LANUV NRW 38 Probenahmestellen im Ruhr-Einzugsgebiet hydrobiologisch untersucht. Diese Ergebnisse wurden bei der Aktualisierung der vorliegenden Gewässerzustandskarten mit berücksichtigt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse aus dem Jahr 2019 sowohl im Vergleich als auch ergänzend zu den Ergebnissen aus den zurückliegenden Jahren 2014 bis 2018 in Ausschnittskarten dargestellt und diskutiert.

Planungseinheit 1000 Untere Ruhr (Bild 4.7)

Das Einzugsgebiet der Unteren Ruhr wurde in diesem Betrachtungszeitraum an 109 Probenahmestellen in 32 Gewässern untersucht und war damit die am intensivsten untersuchte Planungseinheit. Von den 109 Probenahmestellen lagen 79 in als NWB ausgewiesenen (Natural Water Body) und 30 in als HMWB ausgewiesenen Wasserkörpern (Heavily Modified Water Body) mit den Fallgruppen Bebauung mit und ohne Vorland (BoV und BmV) sowie Einzelfallbetrachtung (EF). Letztere konnten in diesem Jahr erstmals in ihrem ökologischen Potenzial bewertet werden.

Diese Planungseinheit wies für den Betrachtungszeitraum 2014 bis 2019 an 92 % der Probenahmestellen einen sehr guten oder guten saprobiellen Zustand auf. Die Allgemeine Degradation erfüllte jedoch nur an 28 % der insgesamt 109 berücksichtigten Probenahmestellen die Anforderungen für einen guten oder sehr guten ökologischen Zustand im Sinne der EG-WRRL. 46 % der Probenahmestellen waren mit „mäßig“, 18 % mit „unbefriedigend“ und 8 % mit „schlecht“ zu bewerten. Ursache für diese Befunde waren vor allem veränderte Gewässerstrukturen. Die Gewässer sind durch bestehende Nutzungsansprüche (Siedlungstätigkeiten, Hochwasserschutz, Wasser-

kraftnutzung, Rohwasserentnahme für die Trinkwassergewinnung etc.) so überprägt, dass ein natürlicher oder naturnaher Zustand selten vorlag.

Im Jahr 2019 wurde diese Planungseinheit im Rahmen des operativen Monitorings an 20 Probenahmestellen in 13 Gewässern ausschließlich vom LANUV NRW untersucht. Dabei ergaben sich im Vergleich zum vorherigen Betrachtungszeitraum sechs Änderungen in der Bewertung des ökologischen Zustandes/ökologischen Potenzials. Im Oelbach bei Haus Holte und im Paasbach an der Probenahmestelle unterhalb Einmündung Sprockhöveler Bach verschlechterte sich die Bewertung im Modul der Allgemeine Degradation von „mäßig“ auf „unbefriedigend“. Beide Gewässer unterliegen einem hohen anthropogenen Belastungsdruck durch Einflüsse aus dem ehemaligen Bergbau. Dadurch waren diese beiden Probenahmestellen schon in den vergangenen Monitoringzyklen durch eine reduzierte Taxadiversität und geringe Individuendichten geprägt, so dass sich auch in der Vergangenheit die Bewertungsscores nah an der Grenze zu einem mit „unbefriedigend“ bewerteten Zustand befanden. Ähnlich verhielt es sich mit den Probenahmestellen im Plessbach oberhalb der gemeindlichen Kläranlage Witten-Hammertal und im Sprockhöveler Bach, Oberlauf (Berger Weg). Hier verschlechterte sich die Bewertung der Allgemeinen Degradation von „gut“ auf „mäßig“. Auch hier war in den letzten Monitoringzyklen keine ausgewogene und stabile Taxaverteilung zu beobachten, so dass sich die vorangegangene Bewertung bereits im Grenzbereich zu einem mit „mäßig“ zu bewertenden Zustand befand. Die Untersuchungen im Herdecker Bach an der Probenahmestelle Bahnhof Wittbraeucke und im Plessbach unterhalb gemeindlichen Kläranlage Ober-Hammertal zeigten gesichert einen guten saprobiellen Zustand. Das Modul der Allgemeine Degradation konnte sich im Vergleich zum Vorjahreszeitraum um je eine Bewertungsklasse verbessern. Damit bestätigten die Untersuchungsergebnisse beider Gewässer im Jahr 2019 die Monitoringergebnisse der vorangegangenen Zyklen, so dass die Ergebnisse des 4. Monitoringzyklus als Ausreißer zu betrachten sind.

Planungseinheit 1100 Volme (Bild 4.8)

Von den 61, überwiegend in als NWB ausgewiesenen Wasserkörpern liegenden Probenahmestellen im Volme – Einzugsgebiet wurden im Berichtsjahr 2019 in neun Gewässern 29 Probenahmestellen im Rahmen des operativen Monitorings vom Ruhrverband nach dem PERLODES – Verfahren untersucht. Hinzu kamen zwei Nachbeprobungen und eine neue Beprobung des Bolsenbaches im Zuge der IEP-Untersuchung Schalksmühle.

Von den 61 dargestellten Probenahmestellen weisen 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.



Bild 4.9: Libelle *Calopteryx virgo*
Fig. 4.9: Dragonfly *Calopteryx virgo*

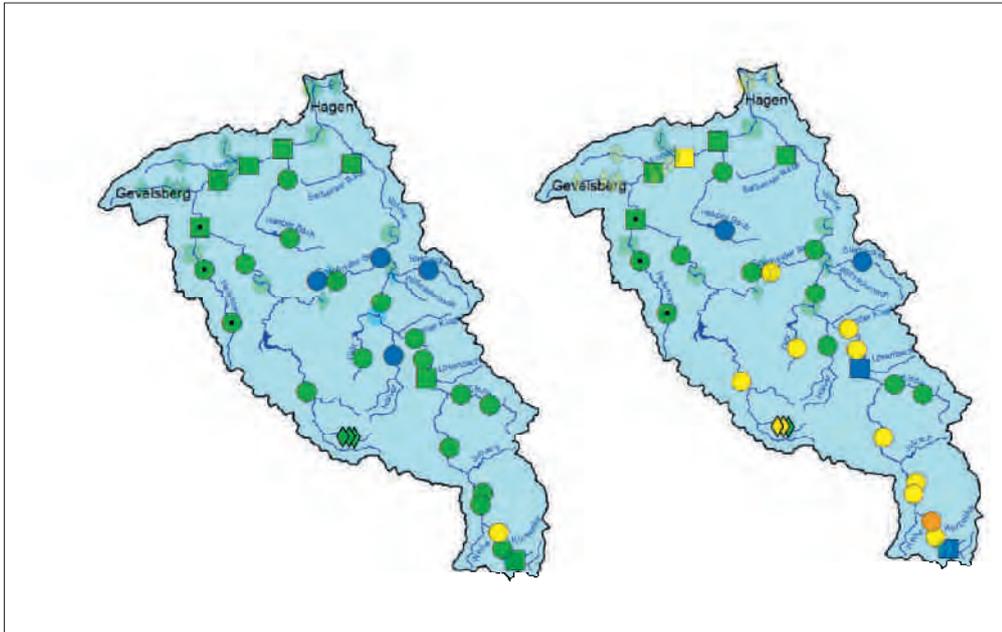


Bild 4.8: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Volme (PE 1100). Links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2019, große, schwach gefärbte Symbole = 2014 bis 2018. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.8: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Volme (PE 1100). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2019, large, lightly coloured symbols = 2014 to 2018. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

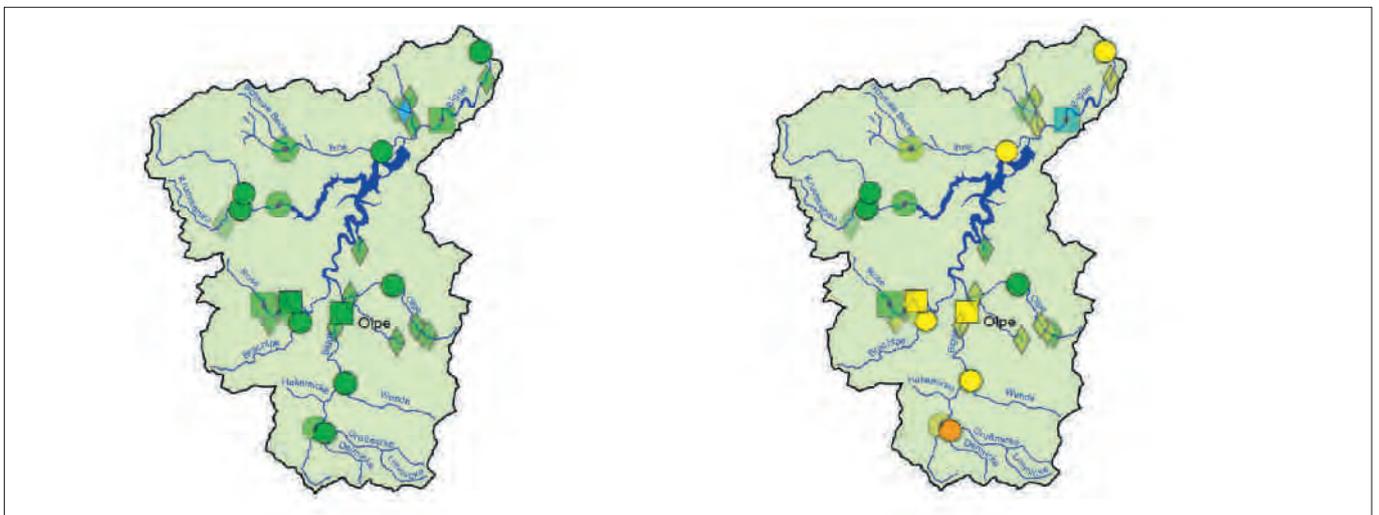


Bild 4.10: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Bigge (PE 1200). Links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2019, große, schwach gefärbte Symbole = 2014 bis 2018. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.10: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Bigge (PE 1200). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2019, large, lightly coloured symbols = 2014 to 2018. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Im Jahr 2019 wurde diese Planungseinheit an 32 Probenahmestellen in 11 Gewässern erneut untersucht. Im Vergleich zu den vorherigen Untersuchungsergebnissen stellte sich dabei an vier Probenahmestellen in der Ennepe (2 Probestellen), der Glör und dem Selbecker Bach eine Verschlechterung der Bewertungsergebnisse der Allgemeinen Degradation ein. An Hand der Taxaliste der Ennepe an der Probenahmestelle unterhalb Einmündung Loeh-Bach fiel auf, dass die Anzahl der sich positiv auf die Bewertung auswirkenden Taxa im Vergleich zur vorherigen Untersuchung zugenommen hatte. So konnten bei

der aktuellen Untersuchung Taxa wie *Calopteryx virgo* (Bild 4.9), *Hydropsyche dinarica* und *Limnius volckmari* nachgewiesen werden, welche im letzten Monitoringzyklus nicht erfasst wurden. Diese Arten bevorzugen saubere und schnell fließende Gewässerabschnitte mit heterogenem Substrat und reicher Ufervegetation. Ursächlich für die schlechtere Bewertung war der gleichzeitige Rückgang mehrerer gewässertypischer Taxa mit positivem Fauna-Index im Vergleich zu der Besiedlung im Jahr 2016. Dieser Abundanzrückgang ist jedoch gering und als im Bereich der natürlichen Schwankungen ein-

zustufen, wirkte sich jedoch in Summe auf die klassenbasierte Bewertung aus. An acht Probenahmestellen in den Gewässern Epscheider Bach, Hasper Bach, Sterbecke und Volme verbesserte sich die Bewertung in den Modulen Saprobie oder der Allgemeinen Degradation durch eine Zunahme von gewässertypischen Taxa.

Planungseinheit 1200 Bigge (Bild 4.10)

Im Zeitraum zwischen den Jahren 2014 und 2019 wurden in dieser Planungseinheit 32 Probenahmestellen, davon 28 in NWB und vier in HMWB untersucht. Von den genannten Probenahmestellen konnten saprobiell alle mit „gut“ oder sogar „sehr gut“ bewertet werden. Bei der Bewertung des Moduls Allgemeinen Degradation lag der Anteil der mit „sehr gut“ oder „gut“ bewerteten Probenahmestellen jedoch nur bei 28 %. Als Ursache für die defizitäre Bewertung sind zumeist die naturfernen Strukturen der siedlungsbedingt ausgebauten Gewässer zu nennen, während an den Probenahmestellen in der freien Landschaft, häufig bewaldete Oberläufe der Bäche, ein guter ökologischer Zustand ermittelt wurde.

Im Rahmen des operativen Monitorings wurden in der Planungseinheit Bigge im Jahr 2019 vom Ruhrverband zehn Untersuchungen in neun Gewässern durchgeführt. Von diesen Untersuchungen bestätigten sieben das Bewertungsergebnis aus dem vorherigen Untersuchungszyklus. Nur die Probenahmestelle in der Großmicke vor Mündung in die Bigge verschlechterte sich im Vergleich zum vorherigen Betrachtungszeitraum im Modul der Allgemeinen Degradation um eine Bewertungsklasse von „mäßig“ auf „unbefriedigend“. Ursächlich für die Verschlechterung der Bewertung ist hier unter anderem der Rückgang des positiv in die Bewertung der Allgemeinen Degradation eingehenden Bachflohkrebses *Gammarus fossarum* von 1.120 Individuen/m² auf nur noch 21 Individuen/m². Diese typische Mittelgebirgsart bevorzugt kühle und schnell fließende Bachabschnitte. Naheliegend ist hier, dass der außergewöhnlich heiße Sommer des Vorjahres besonders in den kleinen Gewässern zu einem Rückgang des Abflusses und somit zu einer Erhöhung der Wassertemperatur geführt hat, was den Rückgang sogenannter kaltstenothermer Arten (kälteres Wasser präferierender Arten) bedingte. Die zwei Probenahmestellen in der Lister oberhalb von Krummenerl und in der Rose unterhalb Drolshagen wurden im Jahr 2019 erstmals untersucht. Dabei konnte in der Lister ein guter ökologischer Zustand und in der Rose ein mäßiges Potenzial festgestellt werden.

Planungseinheit 1300 Untere Lenne (Bild 4.11)

In der Planungseinheit Untere Lenne fanden im Jahr 2019 weder durch das LANUV noch durch den Ruhrverband Makrozoobenthosuntersuchungen statt. Von den 42 dargestellten, überwiegend als NWB bewerteten Probenahmestellen wiesen alle einen guten oder sogar sehr guten saprobiellen Zustand auf. Im Modul der Allgemeinen Degradation konnten 74 %

mit „gut“ oder „sehr gut“ bewertet werden. 12 % der Probenahmestellen waren mit „mäßig“, 10 % mit „unbefriedigend“ und 4 % mit „schlecht“ bewertet.

Planungseinheit 1400 Obere Lenne (Bild 4.12)

Diese Planungseinheit umfasst 53 Probenahmestellen, von denen alle einen sehr guten und guten saprobiellen Zustand aufwiesen. Bei der Bewertung der Allgemeinen Degradation erreichten 57 % einen mit „sehr gut“ oder „gut“ bewerteten Zustand.

Im Jahr 2019 wurden im Rahmen der IEP Schmallenberg zwei Probenahmestellen in der Grafschaft und zwei in der Lenne vom Ruhrverband untersucht. Grund für die Nachuntersuchung waren Auffälligkeiten der Ergebnisse am RÜ Grafschaft mit einer damit möglicherweise in Zusammenhang stehenden Verschlechterung der Bewertung im Modul Allgemeinen Degradation in der Lenne nach Einmündung der Grafschaft. Die Nachuntersuchungen bestätigten die Ergebnisse aus dem Jahr 2014, bei denen es keinen Hinweis auf negative Auswirkungen des RÜ Grafschaft gab. Die Grafschaft und ihre Nebengewässer sind geprägt durch eine Vielzahl von Teichanlagen, welche zu einer veränderten, durch Störanzeiger dominierten Biozönose führen. Die gute Bewertung des ökologischen Zustandes der Grafschaft vor Mündung in die Lenne zeigt, dass es sich hier um eine kleinräumige Verschlechterung ohne negativen Einfluss auf die Lenne handelte. Dies wurde auch durch die Untersuchungsergebnisse in der Lenne deutlich, in der sich die Bewertung der Allgemeinen Degradation bei gleichbleibender Bewertung von „mäßig“ ober- wie unterhalb der Einmündung der Grafschaft sogar in den Bewertungsscores geringfügig verbesserte.

Planungseinheit 1500 Mittlere Ruhr (Bild 4.13)

Die Planungseinheit Mittlere Ruhr wurde im Jahr 2019 sowohl vom LANUV im Rahmen des operativen Monitorings als auch vom Ruhrverband im Rahmen von IEP – Untersuchungen in Schwerte, Menden und Wickede untersucht und bildete neben der Planungseinheit 1000 einen weiteren Schwerpunkt im diesjährigen Untersuchungsprogramm. Von den insgesamt 66 Probenahmestellen in dieser Planungseinheit befanden sich zusammenfassend 95 % in einem sehr guten oder guten saprobiellen Zustand. Dagegen erhielten lediglich 38 % der Probenahmestellen hinsichtlich der Allgemeinen Degradation eine sehr gute oder gute Bewertung.

Im letztjährigen Untersuchungszyklus fanden 32 Untersuchungen in den Gewässern Abbabach, Baarbach, Bieberbach, Bremer Bach, Gerrenbach, Hönne, Rammbach, Refflinger Bach und Ruhr statt, wobei sich sechs Probenahmestellen im Vergleich zum vorherigen Betrachtungszeitraum in ihrer Bewertung verbesserten. Die Probenahmestellen im Caller Bach Seilerseestraße und im Mühlenbach/Wimberbach vor Mündung in die Ruhr wurden im Jahr 2019 erstmalig untersucht.

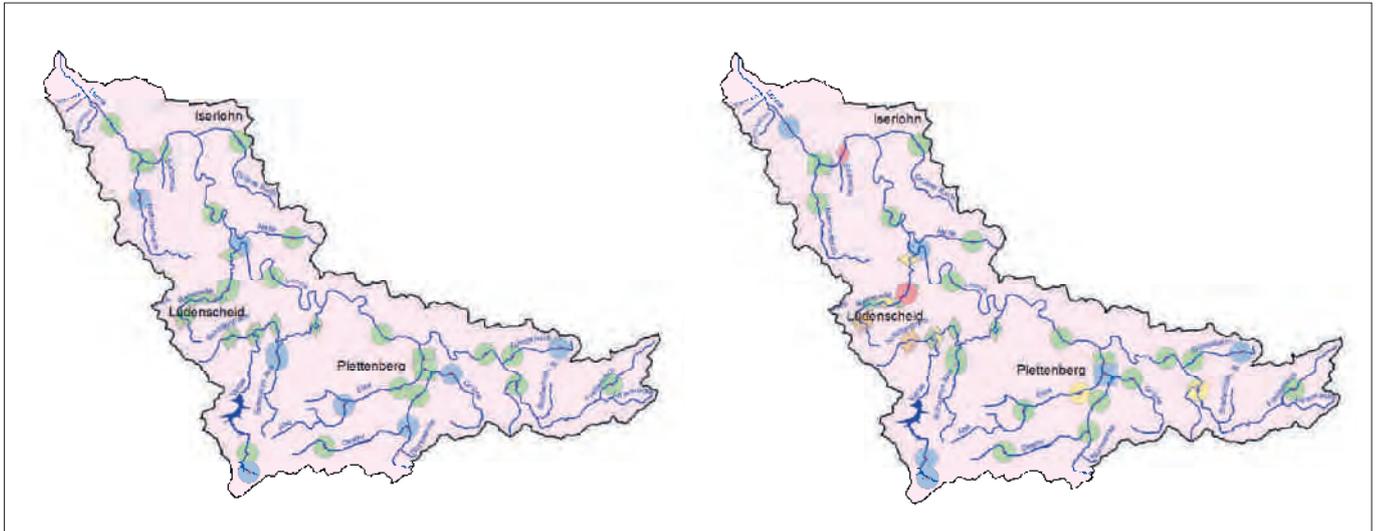


Bild 4.11: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Untere Lenne (PE 1300). Links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2019, große, schwach gefärbte Symbole = 2014 bis 2018. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.11: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Lower Lenne (PE 1300). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2019, large, lightly coloured symbols = 2014 to 2018. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

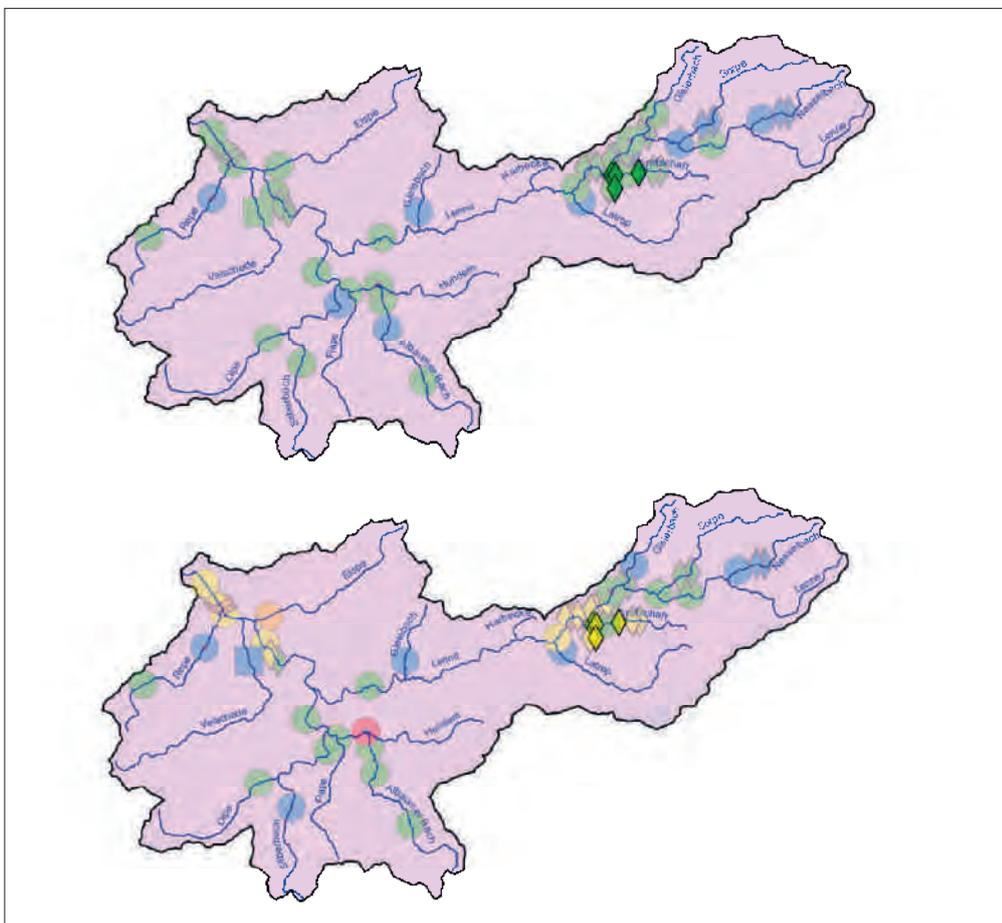


Bild 4.12: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Obere Lenne (PE 1400). Oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2019, große, schwach gefärbte Symbole = 2014 bis 2018. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.12: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Upper Lenne (PE 1400). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2019, large, lightly coloured symbols = 2014 to 2018. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

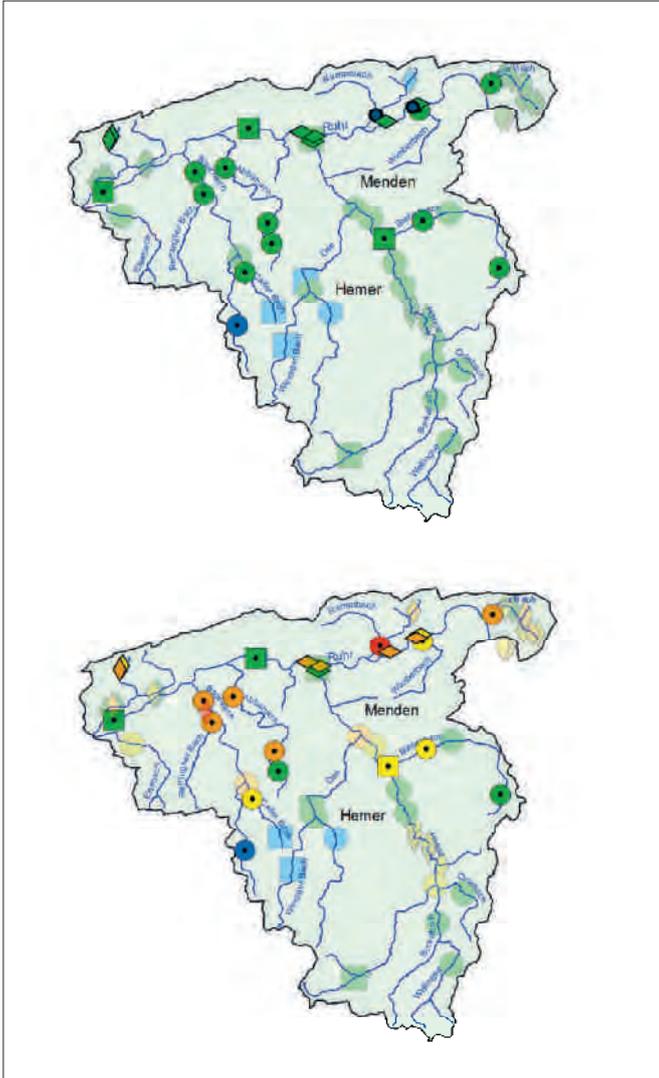


Bild 4.13: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Mittlere Ruhr (PE 1500). Oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2019, große, schwach gefärbte Symbole = 2014 bis 2018) Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.13: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Middle Ruhr (PE 1500). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2019, large, lightly coloured symbols = 2014 to 2018. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Die Probenahmestelle im Baarbach oberhalb Iserlohn wurde neben der mit „sehr gut“ bewerteten Saprobie auch im Modul der Allgemeinen Degradation in der Qualitätskomponente Makrozoobenthos mit „sehr gut“ bewertet. Neben dem völligen Fehlen von Störanzeigern wies diese Probenahmestelle ein Arteninventar mit vielen anspruchsvollen und typspezifischen Arten der grobmaterialreichen Mittelgebirgsregion auf. Gegen-

über der vorherigen Untersuchung konnten an dieser Probenahmestelle *Esolus angustatus*, *Glossosoma conformis*, *Oecismus monedula monedula* und *Sialis fuliginosa* erfasst werden, welche alle einem positiven Faunaindex haben. Das Vorkommen des Käfers *Esolus angustatus* ist hier positiv zu vermerken, da dieser hohe Ansprüche an die Wasserqualität stellt und nur in sehr sauberen Bächen vorkommt.

Planungseinheit 1600 Obere Ruhr 1 (Bild 4.14)

Wie im Einzugsgebiet der Unteren Lenne wurden auch im Einzugsgebiet der Oberen Ruhr im Jahr 2019 keine Makrozoobenthosuntersuchungen durchgeführt. Auf Basis der früheren Untersuchungen aus der Zeit zwischen den Jahren 2014 und 2018 ergibt sich aus den dem Bild 4.14 zugrundeliegenden Daten, dass saprobiell bis auf eine Ausnahme alle 35 betrachteten Probenahmestellen mit „gut“ oder „sehr gut“ bewertet wurden. Hinsichtlich der Allgemeinen Degradation konnten anders als im vorherigen Betrachtungszeitraum mehr als die Hälfte der Probenahmestellen mit „gut“ oder „sehr gut“ bewertet werden. 37 % der Probenahmestellen waren mit „mäßig“ und 3 % mit „schlecht“ bewertet. 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)

Auch die Planungseinheit Obere Ruhr 2 wurde im Jahr 2019 weder vom LANUV noch vom Ruhrverband untersucht. Basierend auf den vorangegangenen Untersuchungsergebnissen weisen von den insgesamt 53 Probenahmestellen aus den Jahren 2014 bis 2018 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 im Hillebach, in der Kleinen Henne, in der Henne und in der Leisse, die trotz urbaner oder wasserwirtschaftlicher Nutzungsansprüche in ihrem ökologischen Potenzial mit „gut“ bewertet wurden.

Planungseinheit 1800 Möhne (Bild 4.16)

Von den 45 im Möhne-Einzugsgebiet liegenden Probenahmestellen, die sich überwiegend in als NWB ausgewiesenen Wasserkörpern befinden, wurden im Jahr 2019 drei Probenahmestellen nach dem PERLODES-Verfahren untersucht.

95 % der 45 Probenahmestellen wiesen einen guten oder sehr guten saprobiellen Zustand auf. Die Bewertungsergebnisse im Modul Allgemeine Degradation zeigten hingegen ein heterogeneres Bild für den Zeitraum 2014 bis 2019, in welchem 75 % der untersuchten Probenahmestellen noch keinen guten Zustand oder kein gutes Potenzial erreichten. Die Ursachen

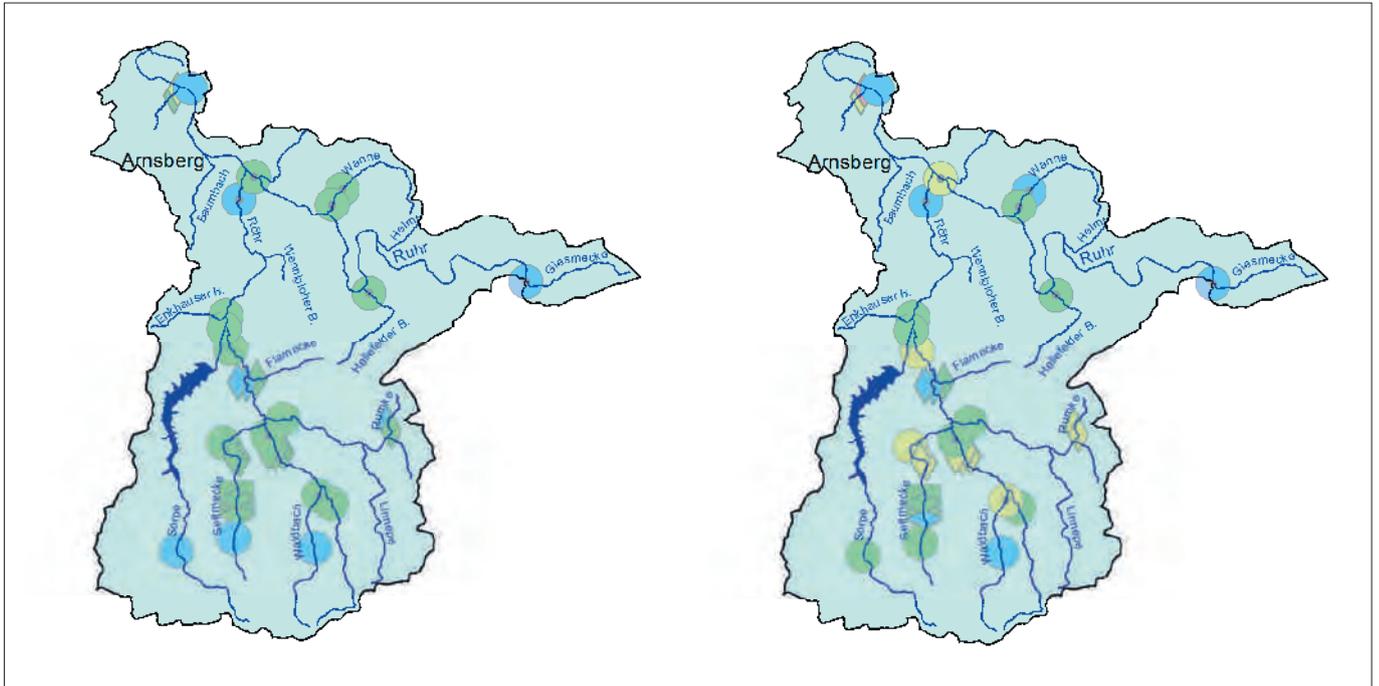


Bild 4.14: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Obere Ruhr 1 (PE 1600). Links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2019, große, schwach gefärbte Symbole = 2014 bis 2018. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.14: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Upper Ruhr 1 (PE 1600). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2019, large, lightly coloured symbols = 2014 to 2018. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

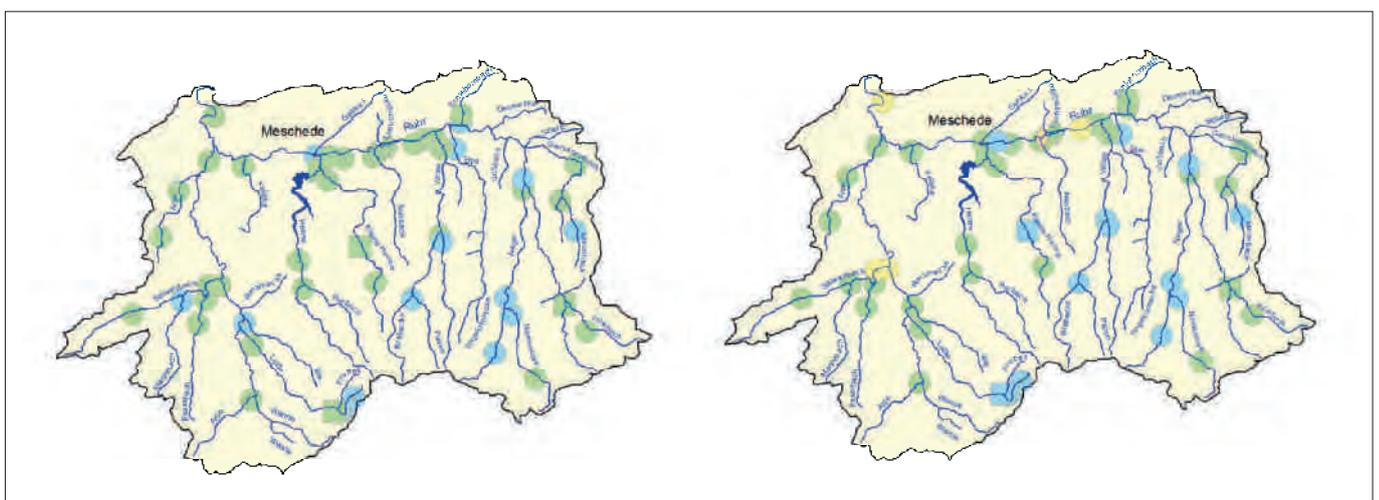


Bild 4.15: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Obere Ruhr 2 (PE 1700). Links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2019, große, schwach gefärbte Symbole = 2014 bis 2018. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.15: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Upper Ruhr 2 (PE 1700). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2019, large, lightly coloured symbols = 2014 to 2018. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

hierfür sind weiterhin vielfältig. Zum einen ist der mündungsnahe Wasserkörper der Möhne 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 der zu geringen Einzugsgebietsgröße ($\leq 10 \text{ km}^2$) nicht als berichtspflichtig gelten und weiterhin als natürlicher Wasserkörper bewertet werden, sind ebenso teilweise morphologisch überformt (Sohl- und Uferverbau, anthropogene Überformung des Gewässerumfelds). Dies führt 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 eingeht (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* (neozooische Wasserassel) und *Potamopyrgus antipodarum* (Neuseeländische Zwergdeckelschnecke) besiedelt, was sich ebenfalls negativ auf die Bewertung auswirkte.

Alle im Jahr 2019 in dieser Planungseinheit durchgeführten Untersuchungen erfolgten im Rahmen der IEP Brilon-Scharfenberg und ergaben im Modul Saprobie einen guten Zustand. In der Erstbetrachtung dieses Gewässerabschnitts in der Bermecke im Jahr 2011 hatte sich sowohl das Modul Saprobie als auch das Modul Allgemeinen Degradation unterhalb des RÜB/KA Brilon-Scharfenberg im Vergleich zu der Probenahmestelle oberhalb der Einleitungen sichtbar verschlechtert. Da der damalige Betrieb der Kläranlage keine Auffälligkeiten zeigte, waren die festgestellten Auffälligkeiten in der Bermecke mit hoher Wahrscheinlichkeit auf den Angelteich im Hauptschluss zurückzuführen. Im Jahr 2016 wurde dieser zurückgebaut. Allerdings gelangten bei den Rückbaumaßnahmen große Mengen an organischen Sedimenten sowohl in die Bermecke als auch in die Möhne. Im Vergleich zu den Untersuchungen aus dem Jahr 2011 konnten sich die Bewertung im Modul Saprobie wie auch die Bewertung im Modul Allgemeinen Degradation bereits um jeweils eine Bewertungsklasse verbessern. Da das aus dem Angelteich remobilisierte Sediment ohne größere Hochwasserereignisse, welche auf Grund der vergangenen trockenen Sommer ausgeblieben waren, noch in den Gewässern verblieben war und sich erst über die kommenden Jahre kontinuierlich verringern wird, ist in den nächsten Jahren sukzessive mit einer weiteren Verbesserung zu rechnen.

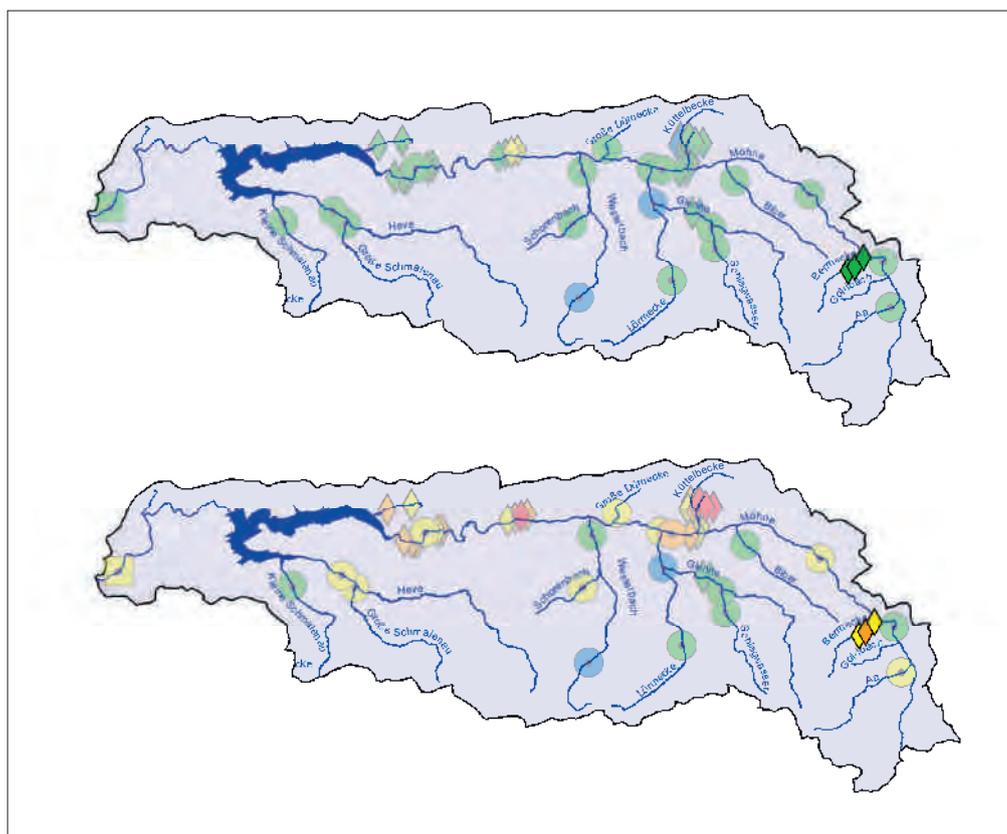


Bild 4.16: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Möhne (PE 1800). Oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2019, große, schwach gefärbte Symbole = 2014 bis 2018. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.16: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Möhne (PE 1800). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2019, large, lightly coloured symbols = 2014 to 2018. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Tabelle 4.3: Gesamtübersicht über die messstellenbezogene Verteilung der Ergebnisse der hydrobiologischen Untersuchungen zum ökologischen Gewässerzustand in den jeweiligen Planungseinheiten im Ruhreinzugsgebiet – Makrozoobenthos, für die Jahre 2014 bis 2019. Ergebnisse: „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in Zusammenarbeit mit dem Ruhrverband

Table 4.3: Overview of the measuring point-specific distribution of results of the hydrobiological examinations on the ecological status in the respective planning units of the Ruhr catchment area – macrozoobenthos, 2014 to 2019. Results „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in cooperation with Ruhrverband

		Untere Ruhr (1000)			Voime (1100)			Bigge (1200)			Untere Lenne (1300)			Obere Lenne (1400)			Mittlere Ruhr (1500)			Obere Ruhr 1 (1600)			Obere Ruhr 2 (1700)			Möhne (1800)			Ruhreinzugsgebiet										
		Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Summe										
		○	◇	◊	○	◇	◊	○	◇	◊	○	◇	◊	○	◇	◊	○	◇	◊	○	◇	◊	○	◇	◊	○	◇	◊	○	◇	◊								
Saprobie	1 sehr gut	0	4	0	4	4	4	1	9	0	1	0	1	2	0	7	9	6	5	1	12	4	1	1	6	4	3	2	9	9	3	4	16	0	3	2	5	71	
	2 gut	7	70	19	96	21	22	8	51	10	16	5	31	1	15	17	33	16	22	3	41	14	31	13	58	7	12	6	25	28	3	6	37	2	21	15	38	410	
	3 mäßig	2	6	1	9	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	16
	4 unbefriedigend	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	5 schlecht	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Summe				109				61				32				42				53				67				35				53				45	497	
Allgemeine Degradation (Ökol. Zustand)	1 sehr gut	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	7	1	1	4	6	5	2	1	8	1	0	1	2	2	2	3	7	10	0	1	11	0	0	2	2	38	
	2 gut	0	11	2	13	8	11	5	24	3	3	1	7	2	3	14	19	12	8	1	21	7	4	2	13	6	1	3	10	19	2	9	30	1	2	6	9	146	
	3 mäßig	2	30	7	39	9	12	1	22	4	11	1	16	0	1	2	3	3	13	1	17	3	15	3	21	2	9	2	13	4	0	0	4	1	8	7	16	151	
	4 unbefriedigend	0	15	4	19	1	3	0	4	1	3	1	5	0	4	0	4	1	1	0	2	2	6	5	13	0	0	0	0	0	1	0	1	0	12	1	13	61	
	5 schlecht	1	6	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	1	1	2	0	1	0	1	0	0	0	0	4	0	4	0	18	
	Summe				79				52				28				34				49				51				31				46				44	414	
Allgemeine Degradation (Ökol. Potenzial)	1 sehr gut	0	3	0	3	2	0	0	2	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	2	0	0	2	0	1	0	1	2	3	0	6	0	0	0	0	16	
	2 gut	3	10	2	15	3	3	3	6	0	0	1	1	0	3	2	5	0	0	0	3	3	2	8	1	2	0	3	2	0	0	0	2	0	0	0	0	40	
	3 mäßig	1	5	4	10	1	0	0	1	2	0	0	2	0	2	0	2	0	1	0	1	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	19	
	4 unbefriedigend	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
	5 schlecht	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Summe				30				9				4				8				4				16				4				7				1	83	

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 in ihrem Längsverlauf saprobiell fast durchgängig einen guten oder sogar sehr guten Zustand. Die im Jahr 2019 untersuchten Probenahmestellen wurden in der Saprobie bis auf eine Ausnahme alle gesichert mit „gut“ bewertet. Zusammenfassend waren im Ruhr-Längsverlauf im Berichtszeitraum (2014 bis 2019) 8 % der 27 untersuchten Probenahmestellen saprobiell mit „sehr gut“, 81 % mit „gut“ und 11 % mit „mäßig“ zu bewerten.

Die Bewertung im Modul Allgemeine Degradation zeigte ein heterogeneres Bild. Im Oberlauf, in der die Ruhr durchgängig als NWB ausgewiesen ist, stellte sie sich zumeist mit einer guten Bewertung dar. Im weiteren Fließverlauf der Ruhr traten allerdings zunehmend strukturelle Defizite auf. Zusammenfassend waren von den insgesamt im Zeitraum von 2014 bis

2019 untersuchten 27 Probenahmestellen 10 % mit „sehr gut“, 21 % mit „gut“, 26 % mit „mäßig“, 18 % mit „unbefriedigend“ und 25 % mit „schlecht“ zu bewerten, d. h. 69 % der Probenahmestellen erreichten noch nicht den guten oder sehr guten Zustand bzw. ein gutes ökologisches Potenzial.

Im Rahmen der gewässerökologischen Untersuchungen an der Ruhr und ihren Nebengewässern konnten im Jahr 2019 88 von 92 Stellen im Hinblick auf den saprobiellen Zustand mit „gut“ oder „sehr gut“ bewertet werden. Von den insgesamt im Zeitraum 2014 bis 2019 untersuchten 497 Probenahmestellen in der Ruhr und ihren Nebengewässern zeigten fast alle einen guten oder sehr guten saprobiellen Zustand.

Mit Blick auf die Allgemeine Degradation wiesen 234 Probenahmestellen, entsprechend 47 % der im Zeitraum 2014 bis 2019 untersuchten Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Ruhr, einen guten bzw. sehr guten Zustand bzw. ein gutes oder besseres Potenzial auf. Ursache für den defizitären Zustand an der Hälfte der Probenahmestellen waren vielfach die nutzungsbedingt veränderten Gewässerstrukturen.

5 Trophische Situation in der Ruhr

Planktonuntersuchungen

Die trophische Situation der unteren Ruhr mit ihren Flusstausseen 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, dazwischenliegenden Klarwasserstadium jedoch deutlich verändert. So hat das verstärkte Aufkommen von Makrophyten zunehmend die planktischen Algen in ihrer Bedeutung für die Trophie verdrängt. Als neue Größe gewinnen seit einigen Jahren zudem fädige Grünalgen zunehmend an Bedeutung. Auf Grund der guten Durchlichtung des Wasserkörpers bilden sie zum Teil dichte Teppiche am Gewässergrund und überwuchern die Wasserpflanzen. Aber auch das vermehrte Auftreten von algivoren Körbchenmuscheln nimmt für das Nahrungsnetzgefüge und die Ausprägung der Trophie in der Ruhr zunehmend an Bedeutung zu und schmälert die Bedeutung 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 2019 gemeinsam mit den langjährigen Untersuchungen diskutiert, um den Einfluss verschiedener abiotischer (Globalstrahlung, Wassertemperatur und Abfluss) und biotischer Faktoren (algenkonsumierende Zooplankter bzw. Muscheln sowie Makrophyten) auf die Algenentwicklung zu

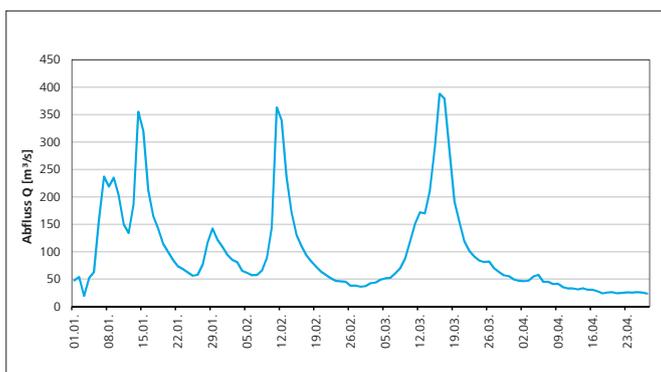


Bild 5.1: Abflussganglinie der Ruhr am Pegel Hattingen in den Monaten Januar bis Ende April 2019

Fig. 5.1: Runoff hydrograph at the Hattingen gauging station from January to the end of April 2019

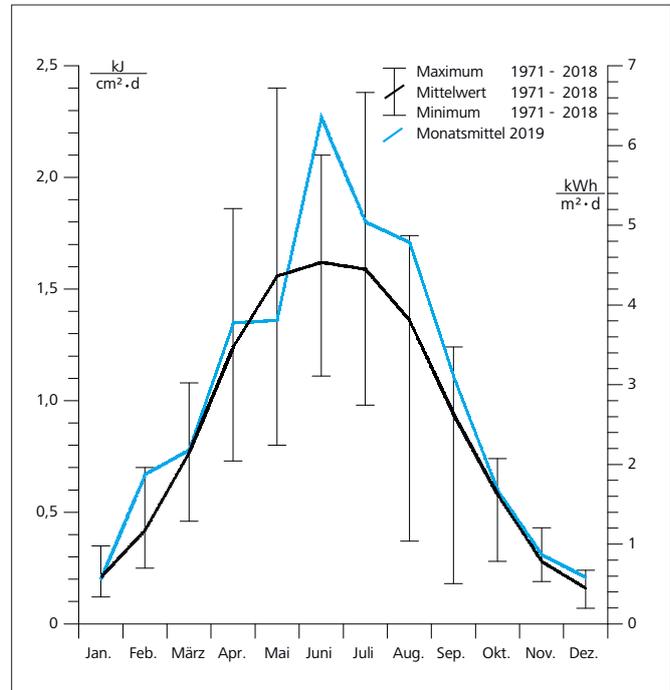


Bild 5.2: Monatsmittelwerte der Globalstrahlung bei Essen im Jahr 2019 und Spannweite der Mittelwerte der Jahre 1971 bis 2018

Fig. 5.2: Monthly means of global radiation at Essen 2019 and spectrum of mean values from 1971 to 2018

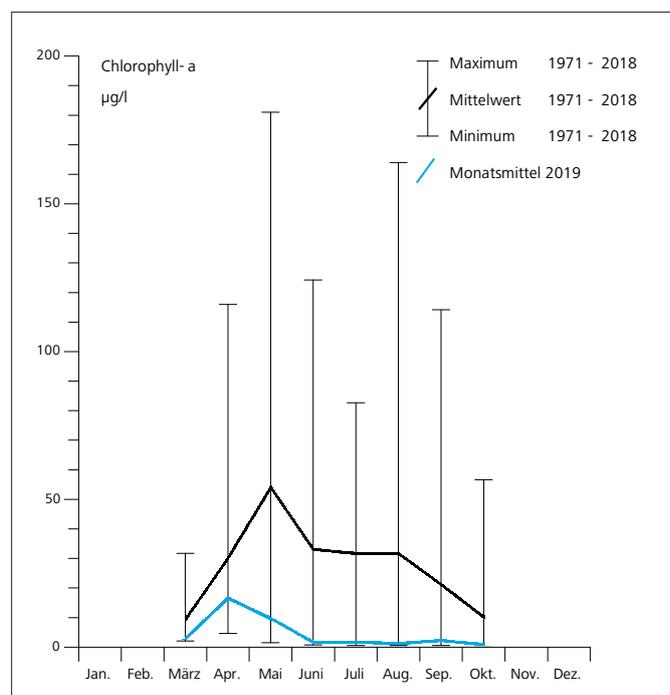


Bild 5.3: Monatsmittelwerte des Chlorophyll-a-Gehalts in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Jahr 2019 und Spannweite der Mittelwerte der Jahre 1971 bis 2018

Fig. 5.3: Monthly means of the chlorophyll-a concentration in the Ruhr at Essen-Rellinghausen 2019 and spectrum of mean values from 1971 to 2018

interpretieren. Im Jahr 2019 wurde die zeitgleiche Beprobung des Phytoplanktons im Zu- und Auslauf des Baldeneysees wieder in das Untersuchungsprogramm aufgenommen, um die Produktion des Stausees unter den sich ändernden klimatischen Bedingungen, aber auch beeinflusst durch eine fortschreitende Invasion von Neobiota beschreiben zu können.

Das Jahr 2019 war wie das Vorjahr gekennzeichnet durch außergewöhnlich hohe Sommertemperaturen und geringe sommerliche Niederschläge. In der Jahressumme wurden für Essen durch den Deutschen Wetterdienst jedoch 906 mm Niederschlag registriert, dies entspricht 93 % des langjährigen Mittels [5.1]. Erklärbar wird dies dadurch, dass dem niederschlagsarmen Sommer zum Jahresanfang eine langgezogene Regenperiode vorangegangen war, die zu drei Hochwasserwellen mit Abflüssen größer 350 m³/s am Pegel Hattingen in den Monaten Januar, Februar und März führte (Bild 5.1) (siehe Kapitel 1). Diese drei Hochwasserwellen erwiesen sich für die Entwicklung der Trophie im Berichtsjahr, wie nachfolgend sowohl für das Plankton als auch für die Makrophyten dargestellt, in den Ruhrstauseen als bedeutsam.

Im Sommer gab es mit in Summe 151 mm nur noch 57 % der Niederschläge im Vergleich zum langjährigen Mittel. Damit war der Sommer 2019 der trockenste seit Aufzeichnungsbeginn im Jahr 1927.

Bezüglich der Lufttemperaturen war besonders der sehr heiße Monat Juni 2019 ungewöhnlich. Dieser Monat war um 3,8 °C wärmer als die Durchschnittstemperatur des Vergleichszeitraum 1981 bis 2010 und damit der wärmste Juni seit dem Jahr 1881, dem Beginn der Aufzeichnung. Am 25. Juli 2019 wurde mit 40 °C zudem die höchste Lufttemperatur seit Aufzeichnungsbeginn in Essen registriert [5.1].

Auf Grund dieser klimatischen Bedingungen wurde im Berichtsjahr in den Sommermonaten auch eine überdurchschnittlich hohe Globalstrahlung gemessen [Bild 5.2]. Im Jahresmittel lag die Globalstrahlung mit 1,04 kJ/(cm² · d) um rund 15 % höher als im langjährigen Mittel der letzten 45 Jahre mit 0,89 kJ/(cm² · d). Bereits im Februar 2019 überstieg die mittlere monatliche Globalstrahlung mit 0,67 kJ/(cm² · d) den langjährigen Mittelwert und verfehlte nur knapp den bis dahin maximal ermittelten Wert für den Monat Februar mit 0,70 kJ/(cm² · d). Auch der Monat Februar des Vorjahres hatte eine vergleichbar erhöhte Globalstrahlung. Die Monate März bis Mai 2019 entsprachen in ihrer mittleren Globalstrahlung den langjährigen Vergleichswerten, bis im Juni mit einem Mittelwert von 2,27 kJ/(cm² · d) der höchste für diesen Monat je gemessene Strahlungswert auftrat. Nach diesem ungewöhnlichen Spitzenwert glichen sich die Werte der mittleren monatlichen Globalstrahlung des Berichtsjahres weitgehend den Werten der langjährigen monatlichen Mittelwerte an bzw. überstiegen sie in den Monaten Juli bis September mit rund 20 % nur graduell.

Die drei Hochwasserwellen zu Beginn des Jahres verhinderten die Bildung eines frühen Frühjahrsplanktons, da die Phytoplanktonzellen durch den erhöhten Abfluss ausgespült wurden und hierdurch sich zudem die Aufenthaltsdauer in den Flussstauseen reduzierte. Die Verweilzeiten waren zu kurz, um die Planktonverluste durch Ausschwemmung über Reproduktion kompensieren zu können. Daher lag der Mittelwert der Chlorophyll-a Konzentration im März mit 2,9 µg/l nahe dem langjährigen Minimum von 2,1 µg/l (Bild 5.3). Nach Rückgang des erhöhten Abflusses waren im April die klimatischen Bedingungen mit warmen Temperaturen und hoher Strahlungsintensität günstig für die Phytoplanktonentwicklung. Kurzzeitig bildete sich in diesem Monat der in diesem Jahr höchste gemessene Chlorophyll-a-Gehalt von 16,7 µg/l. Bereits im Folgemonat Mai ging die Chlorophyll-a-Konzentration auf 9,8 µg/l zurück, verursacht durch „grazing“ des Zooplanktons, aber vor allem durch die Filtrationsleistung der Asiatischen Korbchenmuschel *Corbicula*. Ab Juni war die Ruhr in Essen-Rellinghausen mit Chlorophyll-a-Konzentrationen unter 2 µg/l praktisch Phytoplankton-frei. Damit unterscheiden sich die Phytoplanktonkonzentrationen im Jahr 2019 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]. Seit ca. dem Jahr 2012 zeigt zudem die Invasion der planktonfiltrierenden Asiatischen Korbchenmuschel *Corbicula* ihren massiven Einfluss auf den Phytoplanktongehalt der Ruhr [5.3]. Während im Jahr 2018 der Einfluss der Korbchenmuscheln im ersten Halbjahr noch relativ gering war, da der Bestand durch den kalten Winter 2017/2018 zurückgegangen war [5.4], hatten die Muscheln im Berichtsjahr die Hochwasserwellen zu Beginn des Jahres weitgehend unbeschadet überstanden, so dass erstmals neben vielen älteren Muscheln auch juvenile Muscheln [Bild 5.4] lokal in erhöhten Dichten nachzuweisen waren. Die hohen *Corbicula*-Dichten in der unteren Ruhr sind als Hauptursache für den Rückgang des Phytoplanktons anzusehen.

-
- [5.1] Deutscher Wetterdienst (DWD): Deutschlandwetter im Jahr 2019; www.dwd.de/presse, Zugriff: 15.01.2020
- [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.
- [5.3] Ruhrverband: Vorkommen und Bedeutung der neozooischen Korbchenmuschel *Corbicula* in der Ruhr. – Ruhrgütebericht 2016. S. 99-104.
- [5.4] Ruhrverband: Trophische Situation in der Ruhr - Plankton. – Ruhrgütebericht 2018. S. 60 - 67.

Bild 5.5 zeigt die Mittelwerte der Chlorophyll-a-Gehalte in den Vegetationsperioden der Jahre 1971 bis 2019. Deutlich wird der starke Rückgang der Chlorophyll-a-Konzentrationen im gesamten Zeitraum, so dass ab dem Jahr 2012 der Mittelwert in der Vegetationsperiode immer unter 20 µg/l lag. Die Untere Ruhr ist daher seit dieser Zeit im Sinne der EG-WRRL nicht mehr als phytoplanktonführendes Gewässer einzustufen, das sonst in seinem trophischen Zustand mit dem Phyto-Fluss-Verfahren [5.5] hätte bewertet werden müssen. Der kältebedingt reduzierte Bestand der filtrierenden *Corbicula* führte im Vorjahr zu einem Anstieg der mittleren Chlorophyll-a-Konzentration auf 9 µg/l. Im Folgejahr 2019 hatten sich deren Bestände wieder erholt und vermehrt, so dass hierüber der Rückgang des Phytoplanktons auf eine mittlere Chlorophyll-a-Konzentration von 5 µg/l zu erklären ist, d.h. dass damit ungefähr die Verhältnisse aus dem Jahr 2017 vorliegen.

Die im Vergleich zum Vorjahr schwächere Algenentwicklung in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen findet sich auch in der Darstellung der jahreszeitlichen Sukzession der Planktonalgen wieder (Bild 5.6). Die Abbildung beruht auf der mikroskopischen Zählung der Algenarten. Hierzu wurden aus den dreimal wöchentlich in Essen-Rellinghausen entnommenen Proben Monatsmischproben hergestellt und ausgezählt. Nach gleicher Methode wurden im Jahr 2019 zeitgleich Phytoplanktonproben aus dem Baldeneysee auf Höhe des Wehres untersucht. Auch hier wurden monatliche Mischproben hergestellt, bestimmt und ausgezählt. Durch den Vergleich beider Proben kann über Eintrag und Austrag von Phytoplankton unter Be-

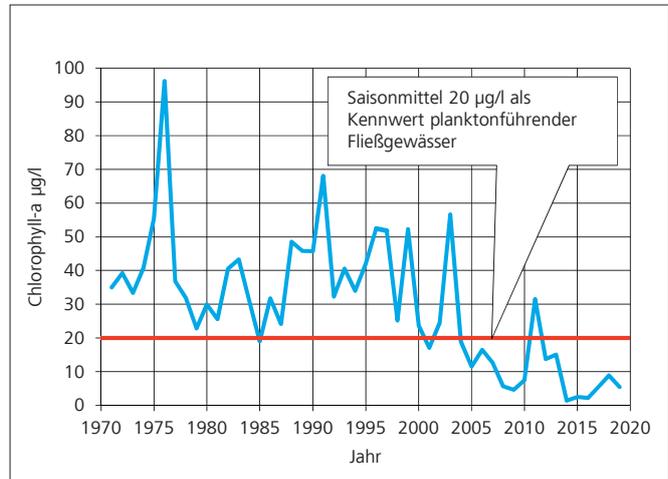


Bild 5.5: Jahresmittelwerte des Chlorophyll-a-Gehalts in der Ruhr bei Essen Rellinghausen in der Vegetationsperiode April bis Oktober der Jahre 1971 bis 2019

Fig. 5.5: Annual means of the chlorophyll-a concentration in the Ruhr at Essen-Rellinghausen during vegetation period (April to October), 1971 to 2019

rücksichtigung des grazings der Zuwachs an Algenbiomasse im Baldeneysee im Verlauf der Vegetationsperiode quantifiziert werden (Bild 5.7).

Im Vergleich zum Jahr 2018, in dem deutlich erhöhte Zellzahlen ermittelt und im Mai sogar fast 40.000 Zellen/ml nachgewiesen wurden, liegen die Zellzahlen im Berichtsjahr wie in den Vorjahren auf einem deutlich niedrigeren Niveau mit mittleren Monatswerten unter 13.000 Zellen/ml. Von den in den 1990er Jahren gemessenen Größenordnungen, in denen Mittelwerte von 100.000 Zellen/ml über mehrere Monate im Jahr überschritten wurden, ist die Ruhr seit rund 15 Jahren weit entfernt. Durch die drei Hochwasserwellen, die fast alle Phytoplankter ausgespült haben, waren die Phytoplanktondichten wie auch der Chlorophyllgehalt in Essen-Rellinghausen im Zulaufbereich zum Baldeneysee zu Jahresanfang gering. Erst mit Rückgang des Abflusses und günstigen klimatischen Bedingungen für das Algenwachstum (erhöhte Wassertemperatur, geringer Abfluss, hohe Globalstrahlung) bildeten sich in den Monaten April und Mai höhere Algendichten mit ca. 11.500 bis 13.000 Zellen/ml. Dominiert wurde diese sehr kleine Algenblüte zunächst von Diatomeen (Kieselalgen). Diese Planktongruppe wurde in den Monaten April und Mai vor allem durch sehr kleine radiäre Formen zwischen 5 und 15 µm aus der stillwassertypischen Gruppe der Centrales bestimmt. Im Mai gewannen dann auch die kleinen nicht bestimmbar Picoplankter an Bedeutung. Ursache für den nachfolgenden Rückgang der Zellzahlen im Juni ist der Fraß durch Zooplankton und vor allem durch die bei den erhöhten Wassertemperaturen besonders aktiven Körbchenmuscheln der Gattung *Corbicula*, die hauptsächlich zwischen beiden Stauseen Kemnader See und Baldeneysee siedeln und mit ihrem Fraßdruck die in den Baldeneysee eingetragene Planktondichte auf dieser Fließstrecke drastisch reduzieren. Mit ihrer Nahrungspräferenz für Partikel

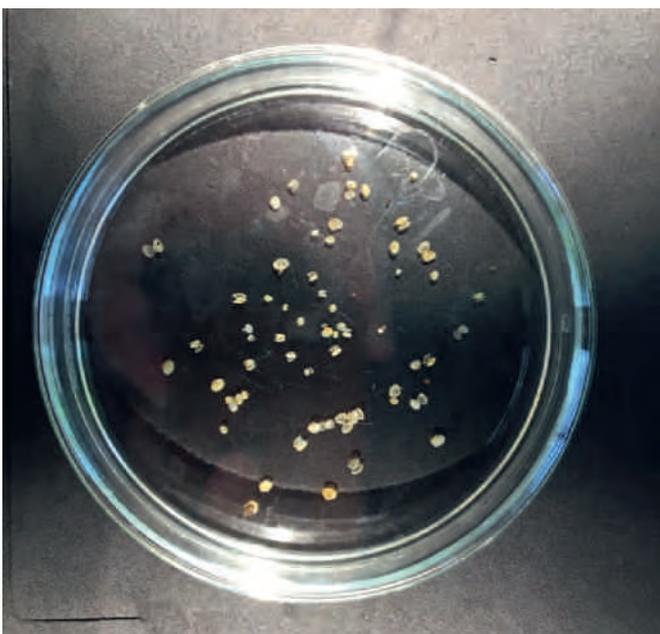


Bild 5.4: Im Frühjahr 2019 geborene, ca. ein viertel Jahr alte und nur wenige Millimeter große Körbchenmuscheln der Gattung *Corbicula*

Fig. 5.4: Asian clams of the genus *Corbicula*, born in spring 2019, about three months old and only a few millimeters long

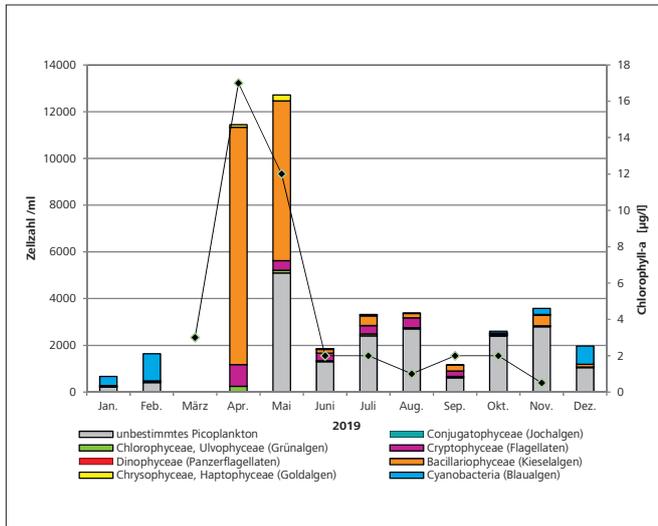


Bild 5.6: Jahreszeitliche Sukzession der Planktonalgen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Jahr 2019
 Fig. 5.6: Seasonal succession of phytoplankton in the Ruhr River at Essen-Rellinghausen 2019

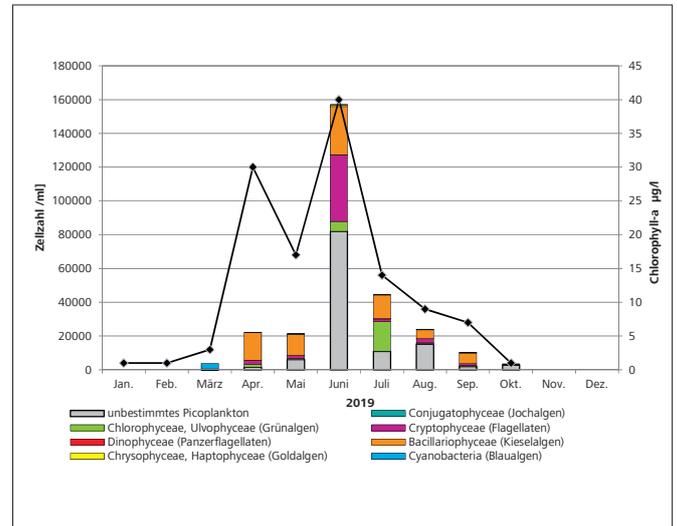


Bild 5.8: Jahreszeitliche Sukzession der Planktonalgen im Baldeneysee vor dem Wehr im Jahr 2019
 Fig. 5.8: Seasonal succession of plankton algae in Lake Baldeneysee in front of the weir during the year 2019

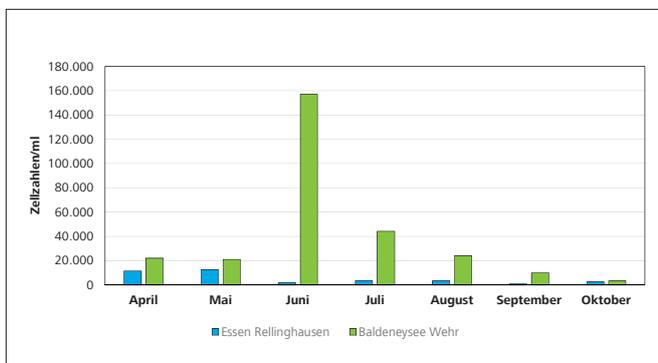


Bild 5.7: Jahreszeitliche Sukzession der Zelldichten des Phytoplanktons in Zulauf (Ruhr in Essen Rellinghausen) und am Ende des Baldeneysees vor dem Wehr in der Vegetationsperiode 2019.
 Fig. 5.7: Seasonal succession of cell density of phytoplankton at the inflow (Ruhr at Essen-Rellinghausen) and the end of Lake Baldeneysee in front of the weir during the vegetation period 2019

kleiner 15 µm [5.3] finden sie gerade in den kleinzelligen Diatomeen und im Pikoplankton ein optimales Nahrungsangebot. *Corbicula* waren im Jahr 2019 in der Lage, im weiteren Jahresverlauf die Zellzahlen weiterhin gering, d.h. unter 4.000 Zellen/ml, und den Chlorophyll-a-Gehalt unter 2 µg/l zu halten.

Die Rolle des Baldeneysees für eine vermehrte Planktonentwicklung mit Zunahme von Biovolumen und Zellzahlen zeigt Bild 5.7. Hier sind die Zellzahlen pro Milliliter im Jahresverlauf dargestellt, die in Essen-Rellinghausen dem Baldeneysee zufließen und diesen am Wehr wieder verlassen. Während in den Monaten April und Mai die Vermehrung des eingetragenen Planktons noch relativ gering war, führte die hohe Globalstrahlung

mit ungewöhnlich hohen Temperaturen dazu, dass sich das Phytoplankton im Baldeneysee fast wie in einem Bioreaktor innerhalb eines Monats stark vermehrte und am Wehr kurzzeitig Chlorophyll-a-Konzentrationen über 40 µg/l gemessen wurden. Der schnelle Rückgang der Zellzahlen im Baldeneysee bei weiterhin für das Phytoplankton günstigen Bedingungen ist auf die Entstehung hoher Zooplanktondichten, hier vor allem von Rotatorien (Rädertieren), zurückzuführen. Diese sind in der Lage, sich ungeschlechtlich über Parthenogenese („Jungfernzeugung“) schnell zu vermehren und so das reiche Nahrungsangebot zu nutzen. Die Körbchenmuscheln als weitere relevante Phytoplanktonfresser sind dagegen mit ihren langen Generationszyklen nicht in der Lage, so kurzfristig auf das veränderte Nahrungsangebot zu reagieren. Sie entnehmen daher im Berichtsjahr wahrscheinlich eine weitgehend gleichbleibende Menge an Phytoplankton, welche nur durch die Temperatur beeinflusst wurde.

Analog zu Bild 5.6 ist in Bild 5.8 die taxonomische Zusammensetzung des Phytoplanktons am Wehr, d.h. am Auslass des Baldeneysees, dargestellt. Die vergleichsweise geringe Zunahme der Zellzahlen im April und Mai ist vor allem auf eine Zunahme der Dichten der Diatomeen zurückzuführen. Der Anstieg der Zellzahlen im Juni ergab sich dann in erster Linie aus einer Vermehrung des Picoplanktons und der frei beweglichen Flagellaten. Die Diatomeen stehen bei der Entstehung der Planktonblüte in ihrer Bedeutung erst an dritter Stelle.

[5.5] Mischke, U., Behrendt, H.: Handbuch zum Bewertungsverfahren von Fließgewässern mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-WRRL in Deutschland. Berlin 2007, ISBN 978-89998-105-6, <https://gewaesser-bewertung.de>

Anders als im Vorjahr, als die Gattung *Planktothrix* mit 2.300 Zellen/ml zumindest kurzzeitig einen relevanten Anteil des dem Baldeneysee zufließenden Phytoplanktons ausmachte, spielten diese Gattung und auch andere Cyanobakterien („Blualgen“) im Berichtsjahr keine bedeutsame Rolle: *Planktothrix* wurde in Essen-Rellinghausen nur in wenigen Monaten vereinzelt gefunden, und selbst im Februar erreichte ihr Maximum noch nicht einmal eine Dichte von 1200 Zellen/ml. Im Baldeneysee wurde *Planktothrix* außer im Februar gar nicht gefunden, und auch andere Cyanobakterien waren ohne Bedeutung.

Das typische sogenannte Sommerphytoplankton mit Vertretern der Crypto- und Chrysophyceen (Flagellaten und Goldalgen) sowie der Grünalgen stellte im Zufluss zum Baldeneysee in Essen-Rellinghausen anders als in den Vorjahren wieder einen zunehmenden Anteil am Phytoplankton. Zwischen Juni und September umfassten die drei Gruppen des Sommerplanktons zusammen zwischen 15 % und 25 % des Phytoplanktons. Im Baldeneysee stellten die Gruppen des Sommerphytoplanktons im Juli sogar 44 % der Zellen des Phytoplanktons, dominiert von der Gruppe der Chlorophyceen (Grünalgen).

Liegt der Bezug nicht auf der Zellzahl, sondern auf deren Biovolumen, wodurch größere Zellen eine höhere Bedeutung bekommen, liegen die drei Gruppen des Sommerplanktons im Baldeneysee von Juni bis August 2019 in Summe sogar bei Volumenanteilen von 60 % bis 80 %. Damit entspricht das Phytoplankton mit seinen dominierenden Gruppen der Zusammensetzung, wie sie typisch auch für das Plankton natürlicher Stillgewässer beschrieben wird. Hinweise auf Effekte der unge-

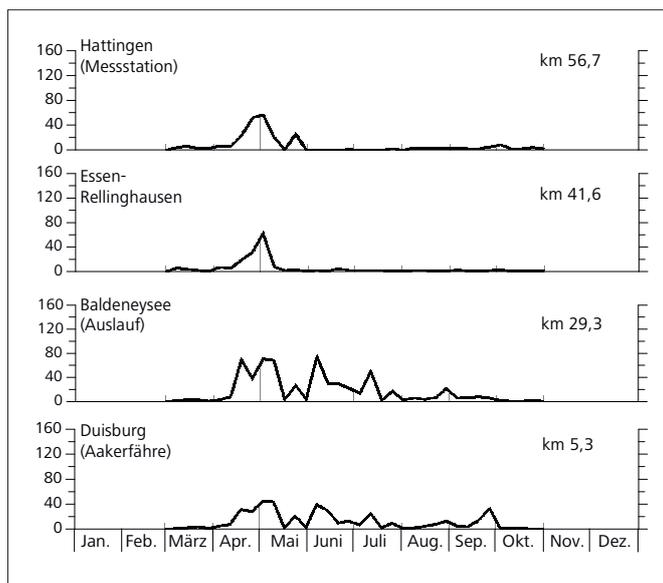


Bild 5.9: Algenentwicklung (als Chlorophyll-a-Gehalt) an verschiedenen Stellen der Ruhr im Verlauf des Jahres 2019
 Fig. 5.9: Development of phytoplankton (as chlorophyll a concentration) determined in various cross-sections of the Ruhr River in 2019

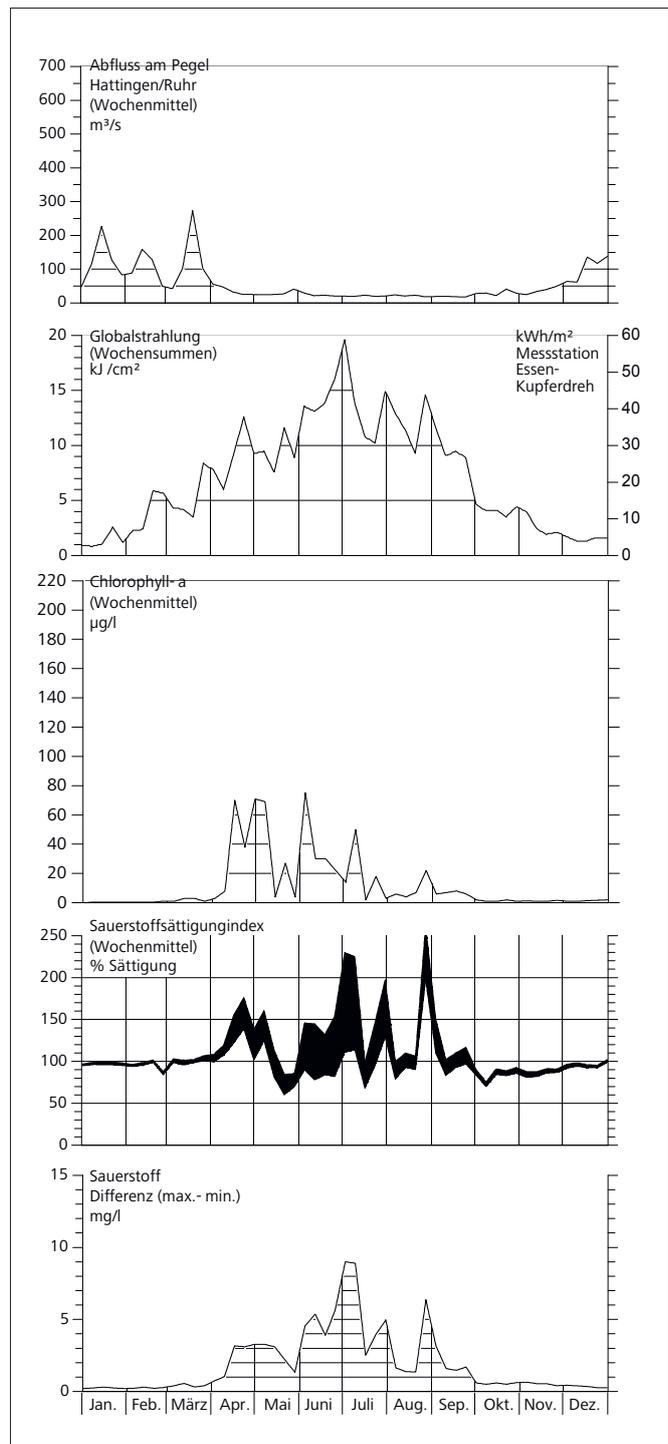


Bild 5.10: Einfluss der Wasserführung und der Globalstrahlung auf die Algenentwicklung im Baldeneysee und deren Auswirkung auf den Sauerstoffgehalt im Jahr 2019
 Fig. 5.10: Influence of river flow and total radiation on phytoplankton growth in Lake Baldeney and the resulting impact on the oxygen balance in 2019

wöhnlichen klimatischen Bedingungen mit hoher Globalstrahlung, untypisch hohen Luft- und Wassertemperaturen und fehlenden Niederschlägen sind anhand der Untersuchungsergebnisse auf Basis der Algengruppen nicht erkennbar. Erst bei Analyse des Artenspektrums der nachgewiesenen Phytoplanktonarten war ein möglicher Effekt der ungewöhnlich warmen und niederschlagsarmen Sommer ersichtlich. Denn die im Vorjahr erstmals nachgewiesene Diatomeenart *Bacillaria paxillifer*, die als wärmeliebend und typisch für Gewässer mit erhöhten Chloridkonzentrationen gilt [5.6], war sowohl in Essen Rellinghausen als auch im Baldeneysee mehrfach in der Vegetationsperiode in geringen Dichten anzutreffen.

Zu den abiotischen Einflussgrößen für die Intensität von Algenentwicklungen zählt neben dem Nährstoffangebot, der Strahlungsintensität und der Temperatur auch die für das Wachstum und die der Vermehrung zur Verfügung stehende Zeit. Diese wird durch das Abflussgeschehen bzw. die Aufenthaltszeit des Wassers in der Ruhr maßgeblich bestimmt. In der mittleren und unteren Ruhr von Echthausen bis zur Mündung in den Rhein beträgt die Fließzeit des Wassers bei Trockenwetter etwa 20 Tage. Die räumliche und zeitliche Entwicklung des Algenvorkommens auf der Fließstrecke von Hattingen bis Duisburg ist für die in der Vegetationsperiode gemessenen Chlorophyll-a-Gehalte in Bild 5.9 dargestellt. Oberhalb der Messstation Hattingen spielt das Phytoplankton in der Ruhr schon seit vielen Jahren keine Rolle mehr.

Wie in den letzten Jahren zeigte sich an den beiden Messstellen oberhalb des Baldeneysees nur im Frühjahr eine nennenswerte Primärproduktion mit planktischen Algen, wobei Maximalkonzentrationen von 60 µg/l Chlorophyll-a nicht überschritten wurden. Damit lag diese Frühjahrsalgenblüte, ausgeschwemmt aus dem Kemnader See, im Jahr 2019 auf einem sehr niedrigen Niveau und auch deutlich unter den gemessenen Konzentrationen im Vorjahr, als ausnahmsweise erhöhte Chlorophyll-a-Gehalte über 100 µg/l gemessen wurden. In der zweiten Jahreshälfte 2019 zeigte sich in der Ruhr oberhalb des Baldeneysees eine praktisch phytoplanktonfreie Situation mit Chlorophyll-a-Werten ≤ 5 µg/l. Ursache auch hierfür ist der starke Fraßdruck der Körbchenmuschel *Corbicula*, die theoretisch berechnet auf Basis ihrer Filtrationsleistung in der Lage ist, das vorhandene Phytoplankton in diesem Ruhrabschnitt vollständig zu konsumieren.

Die beiden Messstationen unterhalb des Baldeneysees zeigen zwar auch vergleichbar zu den beiden oberhalb liegenden Messstationen ein erkennbares Frühjahrsmaximum der Chlorophyll-a-Gehalte, jedoch gingen die Konzentrationen nicht ab Mai so deutlich zurück wie oberhalb des Baldeneysees. Chlorophyll-a-Gehalte bis 50 µg/l konnten an der Station in Essen Werden unterhalb des Baldeneysees bis Ende Juli gemessen werden. An der Messstation in Duisburg bewegten sich die Chlorophyll-a-Konzentration im Berichtsjahr in der Regel zwischen 5 und 30 µg/l, ohne dass die Schwankungen direkt kau-

sal erklärbar sind. Insgesamt lagen die zwischen Hattingen und Duisburg wöchentlich gemessenen Chlorophyll-a-Gehalte im Berichtsjahr anders als im Jahr 2018 wieder auf einem sehr niedrigen Niveau.

Die deutlichen Unterschiede in den Chlorophyll-a-Gehalten an den Messstationen ober- und unterhalb des Baldeneysees sind bei günstigen abiotischen Bedingungen für die Entwicklung von Phytoplankton (hohe Globalstrahlung, warme Temperaturen und keine Niederschläge) vor allem durch die unterschiedlichen Aufenthaltszeiten des Wassers in den einzelnen Stauseen und durch deren unterschiedliche Morphologie erklärbar. In den drei oberen Ruhrstauseen sind die Aufenthaltszeiten verglichen mit dem Baldeneysee relativ gering, so dass hier dem Austrag von Phytoplankton eine größere Rolle zukommt als dessen Neubildung. Ein weiterer Faktor, der die Produktivität der Ruhr in dem dargestellten Bereich reduziert, ist wie oben bereits beschrieben das Vorkommen der Körbchenmuschel *Corbicula*. In dem deutlich größeren und tieferen Baldeneysee haben die benthisch, d.h. am Gewässergrund lebenden Muscheln dagegen keine Möglichkeit, das Phytoplankton so effektiv zu reduzieren wie oberhalb des Sees. Daher kommt im Baldeneysee dem Zooplankton eine größere Bedeutung bei der Phytoplanktonreduktion zu als oberhalb. Da die Dichte des Zooplanktons aber in starkem Maß von Nahrungsangebot und Räuberdruck abhängig ist, sind die unregelmäßigen Schwankungen im Chlorophyll-a-Gehalt im Baldeneysee und unterhalb sehr wahrscheinlich durch die trophischen kurzen Nahrungsnetz-Interaktionen bedingt.

In der Ruhr, einem auf den letzten 80 km mehrfach gestauten Gewässer, sind biologische Prozesse wie Photosynthese, Atmung und Biomasseaufbau bzw. -abbau eng mit abiotischen Gegebenheiten wie Abfluss, Strahlung und physikalisch-chemischen Verhältnissen verknüpft. Einige dieser Faktoren und ihre Auswirkungen auf den Sauerstoffhaushalt zeigt Bild 5.10 am Beispiel des Baldeneysees. Für die Wasserführung und den Chlorophyll-a-Gehalt, der aus der kontinuierlich gemessenen In-vivo-Fluoreszenz errechnet wurde, werden die Wochenmittel und für den Sauerstoffgehalt die Wochenmittelwerte der Tagesminima und -maxima des Sättigungsindex herangezogen. Die Globalstrahlung wird als Wochensumme dargestellt.

Das Bild 5.10 belegt, welche Bedeutung die Abflussdynamik für die Intensität der Primärproduktion hat. Durch die drei Hochwasserwellen zu Beginn des Jahres 2019 mit ihrer ausschwemmenden Wirkung und durch die Verkürzung der Aufenthaltszeiten des Wassers konnten sich erst bei Rückgang des Abflusses auf unter 50 m³/s nennenswerte Mengen an Phytoplankton bilden. Aber auch die drei kurzzeitigen Maxima lagen mit ihren Chlorophyll-a-Gehalten immer unter 80 µg/l.

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

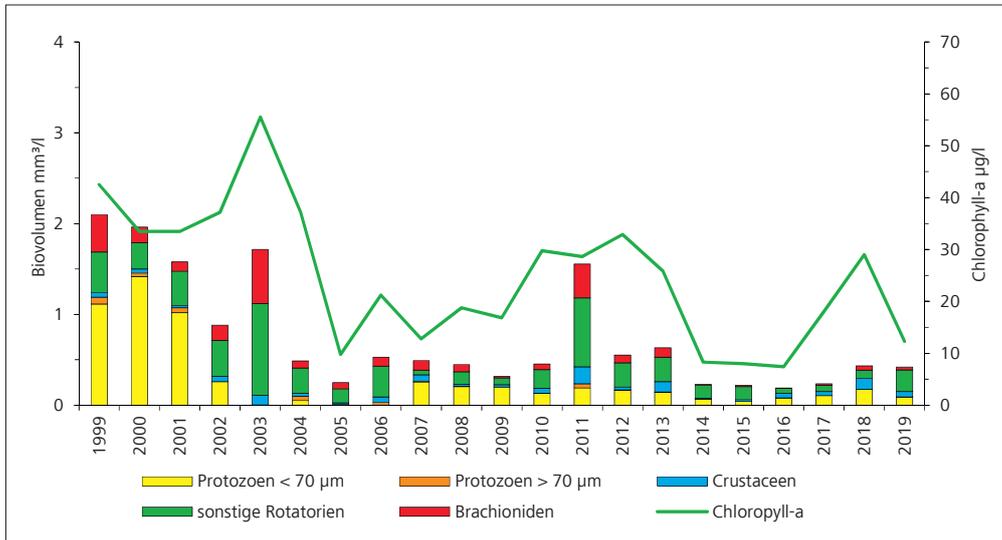


Bild 5.11: Zooplankton und Chlorophyll-a im Baldeneysee (Saisonmittel März bis Oktober)
 Fig. 5.11: Zooplankton and chlorophyll-a in Lake Baldeney (seasonal means March to October)

Gut erkennbar ist auch, dass die Schwankungen in der Primärproduktion nicht durch Änderungen im Abflussgeschehen oder Schwankungen in der Globalstrahlung verursacht sein können. Vielmehr ist hier die Produktion von Phytoplanktonbiomasse im Wechselspiel mit dem grazing durch das Zooplankton für den Verlauf der Kurve des Chlorophyll-a-Gehalts ursächlich. Da diese Nahrungsnetzinteraktionen aber auf sehr niedrigem Niveau stattfinden, sind die Auswirkungen schneller, aber auch weniger lange anhaltend. Daher bildet sich auch im Baldeneysee seit den 1990er Jahren nicht mehr die klassische Abfolge von einer ersten Phytoplanktonblüte im Frühjahr, die durch den Fraßdruck des Zooplanktons im Sommer reduziert wird, so dass sich ein „Klarwasserstadium“ bildet und das Zooplankton auf Grund von Nahrungsmangel abstirbt. Durch das Fehlen von Fraßfeinden bildet sich in diesem klassischen Abfolgeschema für eutrophe Stillgewässer dann eine zweite Phyto-

planktonblüte. Diese Nahrungsnetzinteraktionen sind bei den seit rund 20 Jahren deutlich reduzierten trophischen Bedingungen im Baldeneysee in der beschriebenen Form nicht mehr möglich. Trotzdem kommt es bei kurzzeitigen Phytoplankton-Maxima zu entsprechend ausgeprägten Tag-Nacht-Wechseln von sauerstoffproduzierenden Photosyntheseprozessen und sauerstoffzehrenden Dissimilationsvorgängen (Atmung) mit hieraus resultierenden tageszeitabhängigen Schwankungen des Sauerstoffgehaltes.

Die Amplitude zwischen den Sauerstoffminima und -maxima wird jedoch nicht alleine durch die Dichte des Phytoplanktons bestimmt, sondern Lichtintensität und Temperatur steigern zudem die Intensität der Stoffwechselprozesse. Dies zeigte bereits das Jahr 2018 mit einem ebenfalls ungewöhnlich warmen Sommer. Hier lag die Spannweite der Tagesmittelwerte der

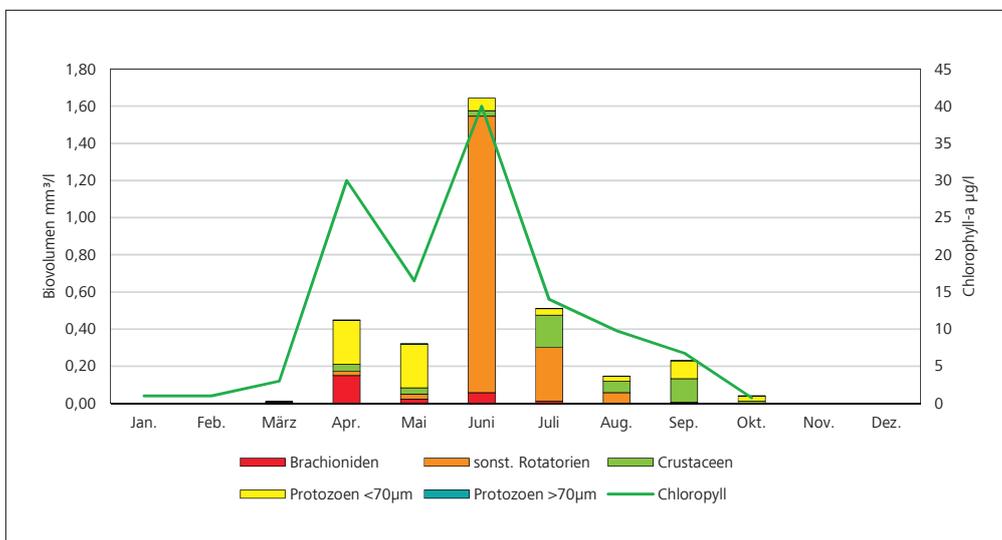


Bild 5.12: Jahreszeitliche Sukzession des Zooplanktons der Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Jahr 2019
 Fig. 5.12: Seasonal succession of zooplankton in the Ruhr at Essen-Rellinghausen in 2019



Bild 5.13: Der Wasserfloh *Ceriodaphnia reticulata*
 Fig. 5.13: Water flea *Ceriodaphnia reticulata*

Sauerstoffättigungsindizes zwischen 60 % und 242 %. Trotz geringerer Zellzahlen des Phytoplanktons im Berichtsjahr im Vergleich zum Vorjahr dehnte sich die Spannweite der Sättigungsindizes mit Tagesmittelwerten zwischen 54 % und 298 % weiter aus. Eine für Fische kritische Sauerstoffuntersättigung von unter 40 % trat aber zu keinem Zeitpunkt auf.

Die maximale Amplitude zwischen den Sauerstoffminima und –maxima, bedingt durch den Tag- und Nachtrhythmus von Photosynthese und Atmung, trat in der Periode der höchsten Lufttemperaturen Anfang Juni auf. Hier lag am 04. Juni 2019 der Höchstwert der Tagesdifferenz bei 15,8 mg/l. Gleichzeitig wurde an diesem Tag kurzzeitig die höchste Sauerstoffübersättigung mit 312 % gemessen. Obwohl auch eine solch hohe Sauerstoffübersättigung für Fische Stress bedeutet und bei empfindlichen Fischarten zur Gasblasenkrankheit führen kann, kam es im Baldeneysee nicht zu Ausfällen bei den Fischen, auch wenn an einigen wenigen Tagen Sauerstoffminima von knapp unter 6 mg/l gemessen wurden.

Zooplankton

In der Vergangenheit (bis zum Jahr 2004) hatten das Vorkommen und die Fraßaktivität („grazing“) des Zooplanktons neben Nährstoffsituation, Abfluss und Strahlung einen wesentlichen Einfluss auf die zeitliche Abfolge und das Ausmaß der Phytoplanktonentwicklung im Baldeneysee. Umgekehrt muss algenfressendes Zooplankton ausreichend Phytoplankton als Futter zur Verfügung haben, um eine Population entwickeln zu können. Bild 5.11 zeigt deutlich den Rückgang der Zooplanktondichten im Baldeneysee seit dem Jahr 2004, so dass außer im Jahr 2011 das Biolvolumen immer unter 0,5 mm³/l lag. Diese

im Vergleich zu der Zeit vor den 1990er Jahren 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 des Sees kommt, die früher zeitweise ein Belüften durch Überfall des Wassers über die Wehrkante notwendig machten. Bei der Betrachtung der taxonomischen Zusammensetzung des Zooplanktons im Verlauf des Jahres 2019 (Bild 5.12) sind aber durchaus trophische Interaktionen zwischen Phyto- und Zooplankton erkennbar, auch wenn diese auf einem deutlich reduzierten Intensitätsniveau liegen und schneller ablaufen als früher.

Im Berichtsjahr trat Zooplankton nur im Monat Juni im Baldeneysee in relevanten Dichten auf. In seiner Zusammensetzung dominierten verschiedene Rotatorien-gattungen, v.a. die Gattung *Synchaeta* und *Asplanchna*. Die Rotatorienfamilie der Brachioniden, die in früheren Jahren aspektbestimmend war, spielte im Jahr 2019 nur im April eine gewisse Rolle. Die im Berichtsjahr dominierenden, meist kleineren Rotatorien ernährten sich von den zu dieser Zeit dominierenden ebenfalls sehr kleinen Phytoplanktern, v.a. den kleinen Flagellaten und dem Picoplankton. Durch ihr grazing reduzierten sie die kleinen Phytoplankter so deutlich, dass die Chlorophyll-a-Konzentration von 40 µg/l auf 14 µg/l zurückging. Damit wurden die kleinen Rotatorien selbst nahrungslimitiert und gingen in ihren Dichten von 1,488 mm³/l auf 0,289 mm³/l zurück. Mit Auftreten des Sommerplanktons, hier vor allem Grünalgen in den Monaten Juni und Juli, nahmen in Folge auch Crustaceen, v.a. Cladoceren (Wasserflöhe) von 0,029 mm³/l im Juni auf 0,172 mm³/l im Juli zu. Im Folgemonat gehen sie durch Nahrungslimitierung, aber wahrscheinlich auch durch Prädation durch Fische wieder in ihren Abundanzen zurück. Auffällig ist, dass es sich bei den das Sommerplankton fressenden Cladoceren mit *Ceriodaphnia reticulata* (Bild 5.13) und *Diaphanosoma brachyurum* um Arten mit einer Präferenz für eher kleinzellige Grünalgen handelt. Das Vorkommen beider Arten kann auf Grund ihrer Temperaturpräferenzen zudem als ein Hinweis auf die Auswirkungen der heißen Sommer in den Jahren 2018 und 2019 interpretiert werden [5.7].

Ceriodaphnia reticulata gilt als thermophile Form mit einem Temperaturoptimum bei 19 bis 22 °C. Diese Art kommt erst seit dem Jahr 2015 im Baldeneysee vor und wies in den letzten Jahren eine mittlere Dichte von 3.607 mm³/l auf. Im Jahr 2019 betrug ihre Dichte 24.683 mm³/l. Auch *Diaphanosoma brachyurum* hat in den letzten beiden Jahren deutlich in ihren Dichten zugenommen: Im Jahr 2018 betrug ihre Dichte 31.554 mm³/l und im Jahr 2019 22.335 mm³/l, während sie in den fünf Jahren davor nur mit im Mittel mit 5.872 mm³/l vertreten war. Allerdings kam die im Vorjahr erstmals im Baldeneysee nachgewiesene thermophile und salztolerante Rotatorien-gattung *Hexarthra* in diesem Berichtsjahr nicht mehr vor.

[5.7] Flößner, D.: Die Haplo-poda und Cladocera Mitteleuropas, 2000, Backhuys Publishers.

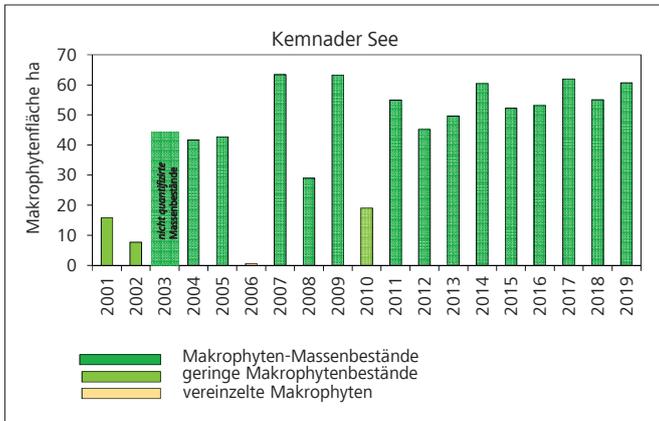


Bild 5.14: Bestandsflächen von *Elodea nuttallii* im Kemnader See in den Jahren 2001 bis 2018 (Daten auf Basis von Satelliten- und Luftbilddatenauswertungen sowie Vor-Ort-Kartierung, in den Jahren 2008, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 und 2019 Bestände durch Mahd reduziert)

Fig. 5.14: Vegetation cover of *Elodea nuttallii* in Lake Kemnade from 2001 to 2019 (data based on satellite and aerial view pictures as well as field mapping, occurrence reduced in 2008, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 and 2019 through mowing)

Makrophytenuntersuchungen

In den Ruhrstauseen war seit den 1950er Jahren das Vorkommen von Makrophyten auf Teichrosen in Ufernähe beschränkt, ein Zustand, der rund 50 Jahre lang andauerte [5.8]. 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. 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 die Algendichte deutlich zurückging. 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 [5.9, 5.10]. Das Jahr 2010 war das letzte mit nur geringem Wasserpflanzenaufkommen [5.11]. Im Verlauf der Jahre 2011 bis einschließlich 2019 wurde der sommerliche Vegetationsaspekt der beiden Ruhrstauseen Harkort und Kemnade durchgehend durch Makrophyten-Massenaufkommen geprägt [5.12; 5.13; 5.14; 5.15, 5.18]. Eine der Ursachen hierfür ist, dass zu dieser Zeit die in die Ruhr eingewanderte Asiatische Körbchenmuschel *Corbicula* solch hohe Dichten erreicht hat, dass sie durch ihren Phytoplankton-Fraß das Makrophytenaufkommen förderten.

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 positive Entwicklung aus ökologischer Sicht. Neben der neophytischen *Elodea nuttallii* besiedeln inzwischen auch heimische Wasserpflanzenarten in zunehmenden Abundanz die Ruhrstauseen und treten damit in Raumkonkurrenz zu den dominierenden *Elodea*-Beständen.

Im Jahr 2019 wurde erstmalig für alle Ruhrstauseen die Methode der Flächenerfassung für die Makrophytenbestände geändert. Diese erfolgte nicht mehr wie bisher durch Auswertung von Luftbildern aus Überfliegungen der Stauseen, sondern durch Auswertung von Satellitenbildern des Satelliten Sentinel 2 mittels geographischen Informationssystems (ArcGIS), indem die verschiedenen Farbstufen verkrauteten oder makrophytenfreien Bereichen zugeordnet wurden. Wie in der Luftbilddatenauswertung sind auch über die Satellitenbilder jedoch keine tiefer in die Wassersäule oder sogar bis zum Grund reichende Auswertungen von Makrophytenvorkommen möglich. Die Satellitendaten liefern zwar über spezielle Filter die Möglichkeit, Chlorophyll, den Farbstoff der Pflanzen, entlang des Tiefengradienten eines Sees zu detektieren, jedoch kann hierbei nicht zwischen Wasserpflanzen und planktischen Algen unterschieden werden. Daher wird auch für die zukünftige Auswertung von Satellitendaten auf die Verwendung eines solchen Filters verzichtet. Somit wird über die Satellitenauswertung derselbe Anteil vorhandener Makrophyten erfasst wie bei der Luftbilddatenauswertung und die Ergebnisse sind weitgehend vergleichbar. Durch diese neue Auswertemethode konnte nun nur die Verteilung der Pflanzen sehr viel kleinräumiger und genauer erhoben werden als bei den früheren Flächenauswertungen. Es werden jetzt auch sehr kleine Pflanzenbüschel miterfasst, die bei der vorigen Methode nicht zu differenzieren waren. Ein Vergleich beider Erfassungsmethoden ist für das kommende Jahr geplant.

Die geänderte Auswertemethode deckte sich in den Ergebnissen sehr gut mit denen der Vor-Ort-Erfassung und belegte, dass im Berichtsjahr bis auf den Hengsteysee und den Kettwiger Stausee die anderen Ruhrstauseen wie in den Vorjahren wieder im Makrophyten-dominierten Zustand waren. Auch im Baldeneysee bildeten sich im Jahr 2019, wenn auch erst später als in den Vorjahren, Makrophytenbestände, die in diesem Jahr allerdings weitgehend auf den Bereich oberhalb des Hafens Scheppen beschränkt waren. Auch dort waren die Bestände von *Elodea nuttallii* dominiert, mit eingestreuten Inseln heimischer Pflanzenarten wie *Callitriche obtusangula*, *Sparganium emersum* und *Myriophyllum spicatum*

Der Kettwiger Stausee hatte seit Beginn der Bestandserfassung nur einmal im Jahr 2015 größere zusammenhängende *Elodea*-Flächen.

Kemnader See

Bild 5.14 zeigt die maximalen Makrophytenflächen im Kemnader See in ihrer zeitlichen Entwicklung über die Jahre 2001 bis 2019. Bis zum Jahr 2018 wurden diese Daten aus Luftbildern ermittelt, im Jahr 2019 basiert die ermittelte Fläche von 61 ha, das entspricht einem Anteil von 49 % verkrauteter Fläche, auf der Auswertung eines Satellitenbildes vom 20.09.2019. Es wird deutlich, dass das Jahr 2019 das neunte Jahr in Folge mit ausgedehnten Makrophytenbeständen war. Vergleichbar ausgedehnte Bestände mit in Summe über 60 ha hat es seit dem Jahr 2001 aber erst fünfmal in den Jahren 2007, 2009, 2014, 2017 und im aktuellen Berichtsjahr 2019 gegeben.

Wie Tauchuntersuchungen und hydroakustische Untersuchungen aus dem Jahr 2013 gezeigt hatten, ist die tatsächlich bewachsene Fläche im Vergleich zu den über Luftbilddatenauswertung erkennbaren Beständen in der Regel sogar deutlich größer [5.16]. Nur handelt es sich hierbei um niederwüchsige, vereinzelt stehende Pflanzen in größeren Wassertiefen, welche die Wassersportnutzung nicht beeinträchtigen. Auch ist ihr Anteil an der Biomasse abtreibender Pflanzen im Herbst vernachlässigbar gering. Zudem ist bei der Luftbilddatenerfassung der Makrophytenflächen zu beachten, dass hier ggf. durch Mahd die real bewachsenen Flächen nicht vollständig erkennbar sind.

Die Bilder 5.15 a bis c zeigen für den Kemnader See die Verbreitungskarten der Makrophytenbestände der Jahre 2017, 2018 und 2019. Durch die Satellitenauswertung ist eine deutlich kleinräumigere Differenzierung möglich.

Anders als in den Vorjahren waren die hydraulischen Bedingungen zu Beginn der Vegetationsperiode im aktuellen Berichtsjahr 2019 für die Makrophytenentwicklung wenig förder-

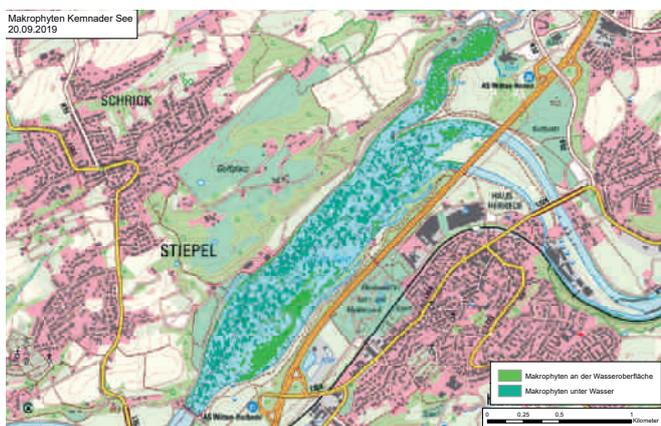
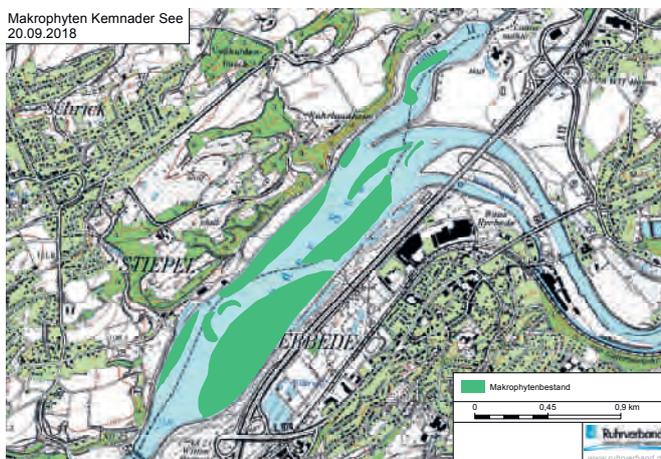
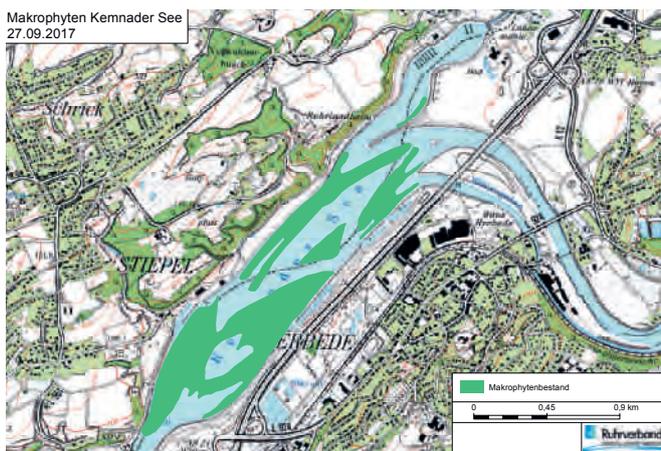


Bild 5.15 a-c: Kartographischer Vergleich der Makrophytenflächen im Kemnader See der Jahre 2017, 2018 und 2019.

Fig. 5.15 a-c: Cartographic comparison of macrophyte cover in Lake Kemnade in 2017, 2018 and 2019

- [5.8] Ruhrverband: Makrophyten in den Ruhrstauseen - Vergangenheit und Gegenwart. Ruhrgütebericht 2004, S. 80 – 85.
- [5.9] 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.
- [5.10] 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.
- [5.11] Ruhrverband: Elodea-Vorkommen in den Ruhrstauseen. Ruhrgütebericht 2010, S. 93 - 98
- [5.12] Ruhrverband: Elodea-Vorkommen in den Ruhrstauseen. Ruhrgütebericht 2011, S. 54 - 68.
- [5.13] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2012, S. 58 – 70.
- [5.14] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2013, S. 60 – 75.
- [5.15] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2014, S. 63 – 72.
- [5.16] Ruhrverband: Hydroakustische Erfassung von Wasserpflanzenbeständen im Kemnader See. Ruhrgütebericht 2013, S. 113 – 119.

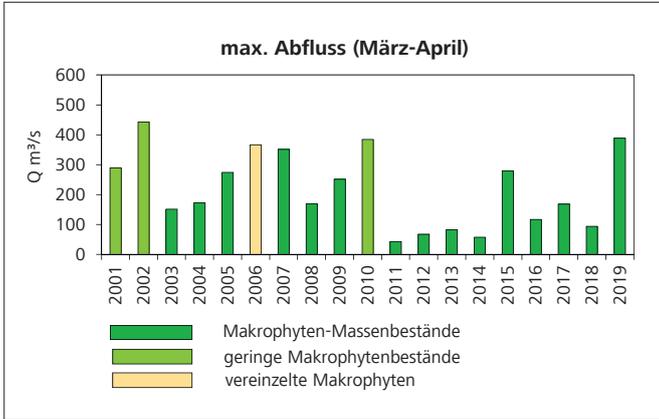


Bild 5.16: Maximaler Abfluss (Tagesmittelwerte) im Zeitraum März bis April am Pegel Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2019 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.

Fig. 5.16: Maximum discharge (daily means) in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2019 in relation to Elodea abundance.

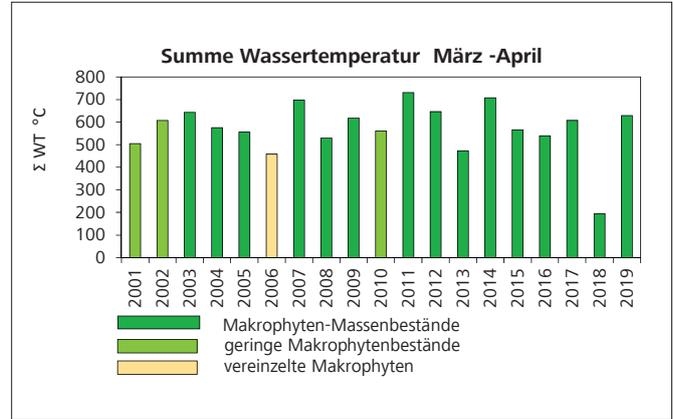


Bild 5.17: Summe der mittleren Tageswassertemperaturen des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2019 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.

Fig. 5.17: Sum of daily mean water temperatures during March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2019 in relation to Elodea abundance.

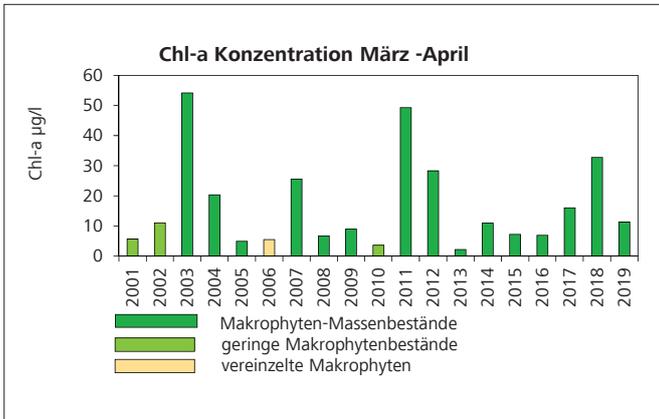


Bild 5.18: Mittelwerte der Chlorophyll-a-Konzentrationen des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2019 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.

Fig. 5.18: Mean concentration of chlorophyll-a in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2019 in relation to Elodea abundance.

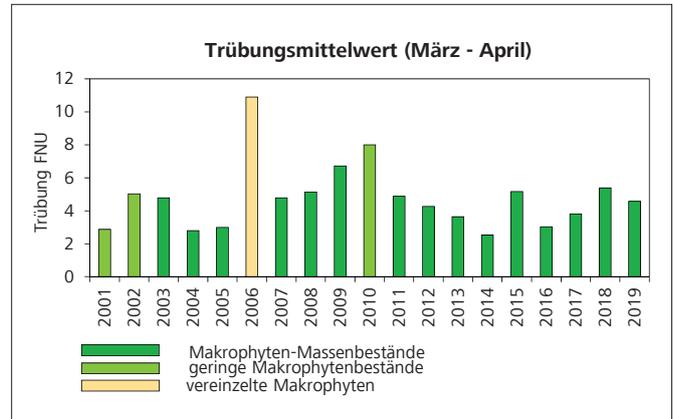


Bild 5.19: Mittelwerte der Trübung des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2019 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.

Fig. 5.19: Mean turbidity in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2019 in relation to Elodea abundance.

lich (Bild 5.16). Vergleichbar hohe Abflussspitzen von knapp unter 400 m³/s hatten in den Jahren 2002, 2006 und 2010 dazu geführt, dass auf Grund von Sedimentumlagerung und Erosion sich entweder keine Makrophytenbestände bildeten oder diese in ihrer Ausdehnung gering und wenig dicht waren. Bild 5.1 zeigt, dass es sich im Jahr 2019 auch nicht nur um ein einmaliges Hochwasserereignis gehandelt hat, sondern in den Monaten Januar, Februar und März jeweils kurze Abflussspitzen mit Werten größer 350 m³/s auftraten, wobei der Maximalwert am 16. März 2019 mit 388 m³/s am Pegel Hattingen gemessen wurde.

Da außer den Hochwässern jedoch die weiteren klimatischen Bedingungen im Frühjahr 2019 förderlich für das Makrophytenwachstum waren, verhinderte die hydraulische Belastung nicht, dass sich die durch Abtrag und Übersandung geschädigten Restbestände der Makrophyten des Vorjahres vergleichsweise schnell erholten und im Juni bereits die Wasseroberfläche erreichten.

Dass das Jahr 2019 zu den Jahren mit einem wärmeren Frühjahr zählt, zeigt Bild 5.17. Die aufsummierte Tagestemperatur des Betrachtungszeitraums März bis April lag im Jahr 2019 mit in Summe 629 °C deutlich über dem Mittelwert von 567 °C

der Periode 2001 bis 2018. Die somit auch warmen Wassertemperaturen begünstigten die Erholung der hydraulisch geschädigten Restbestände und förderten im Anschluss das Längenwachstum. Der folgende Sommer 2019 war überdurchschnittlich warm. Der Mittelwert der Lufttemperaturen lag im Sommer um 1,2 °C über dem Vergleichswert der Zeitreihe 1981 bis 2010. Herausragend war vor allem der Juni 2019. Dieser war sogar um 3,8 °C wärmer als der Durchschnitt des Vergleichszeitraums und der wärmste Juni seit Beginn der Temperaturaufzeichnungen im Jahr 1881. Die daraus resultierenden hohen Wassertemperaturen wirkten sich besonders förderlich auf das Wachstum der eher wärmeliebenden Wasserpest *Elodea nuttallii* aus.

Die drei Hochwässer der Monate Januar, Februar und März hatten zudem Auswirkungen auf die Ausbildung des Frühjahrsplanktons der Ruhrstauseen. Die erhöhten Abflüsse spülten zum einen das sich bildende Plankton aus den Seen aus. Zum anderen wurden durch die erhöhten Abflüsse die Aufenthaltszeiten in den Seen verkürzt, so dass diese nicht ausreichten, diesen Planktonaustag durch Vermehrung zu kompensieren, obwohl die Wassertemperaturen hierfür förderlich waren. Daher lag die mittlere Chlorophyll-a-Konzentration in den Monaten März und April des aktuellen Berichtsjahres mit 11 µg/l trotz der wärmeren Wassertemperaturen deutlich niedriger als im Vorjahr, in dem der Mittelwert der Chlorophyll-a-Konzentration 33 µg/l betrug (Bild 5.18). Die mittlere Trübung in den Monaten März und April lag jedoch mit 4,57 FNU nur etwas niedriger als im Vorjahr mit einem Mittelwert von 5,38 FNU (Bild 5.19). Ursache ist hier, dass die Trübung v.a. im Monat März durch das Hochwasser mit einer Remobilisierung der feinschluffigen Sedimente und nicht wie im Vorjahr durch Phytoplankton bedingt war. Nach der dritten Hochwasserwelle im März gingen der Abfluss und damit die Trübung zurück, ohne dass sich aber in Folge Phytoplankton in höheren Dichten bildete. Das im weiteren Jahresverlauf sehr klare Wasser, zu dem die asiatischen Körbchenmuscheln der Gattung *Corbicula* mit ihrer Filtrationsleistung in nicht unerheblichem Anteil beitragen, lieferte über den Lichteinfall bis zum Gewässergrund optimale Wachstumsbedingungen für die Makrophyten. Diese waren daher trotz der Schädigung durch die Hochwässer zum Jahresanfang in der Lage, das Defizit wieder aufzuholen, so dass sich im Sommer wieder ein Makrophyten-dominiertes Zustand ausbildete.

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 für den Kemnader See ein Verfahren der bivariaten Kausalanalyse an, das auf den dominierenden bestandsbestimmenden abiotischen Faktoren Strömung, Wassertemperatur und Trübung beruht [5.10; 5.12; 5.13; 5.14; 5.15]. Auch für das Jahr 2019 erklärt die bivariate Auswertung, die den maximalen Abfluss der Ruhr im Zeitraum März und April zum Mittelwert der Trübung in dieser Zeit in Relation setzt, zutreffend den vor Ort und über Satellitenbilddatenauswertung do-

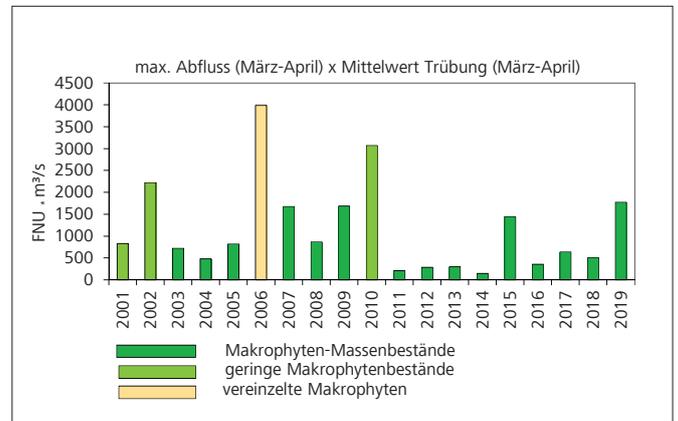


Bild 5.20: Produkt aus maximalem Abfluss und Mittelwert der Trübung des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2019 mit Zuordnung zu der entsprechenden *Elodea*-Bestandssituation.
Fig. 5.20: Product of the maximum discharge and mean turbidity in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2019 in relation to *Elodea* abundance.

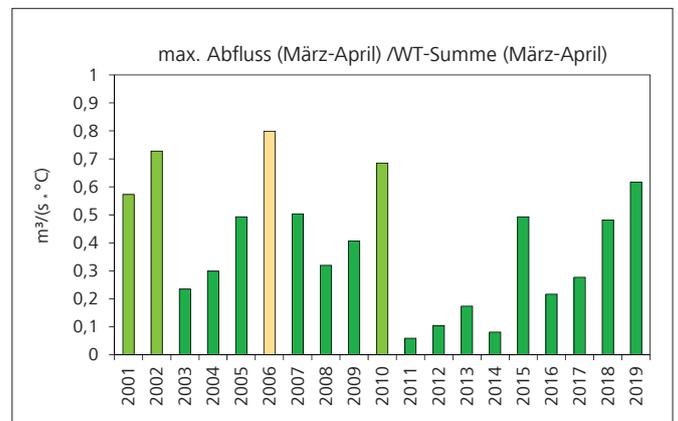


Bild 5.21: Verhältnis des maximalen Tagesabflusses zu der Summe der Tagesmittelwassertemperaturen des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2019 mit Zuordnung zu der entsprechenden *Elodea*-Bestandssituation.
Fig. 5.21: Ratio of the maximum 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 2019 in relation to *Elodea* abundance

kumentierten Makrophyten-dominierten Zustand (Bild 5.20). Die bisher vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass bei einem Produkt kleiner 2.000 FNU · m³/s die Lichtbedingungen und Abflusssituationen für *Elodea nuttallii* und die anderen Wasserpflanzenarten so günstig sind, dass sie die Bildung ausgehnter Makrophytenmassenbestände im Laufe des Sommers fördern. Das Produkt von 1.772 FNU · m³/s im Jahr 2019 liegt somit unter diesem Schwellenwert und indiziert geeignete Habitatbedingungen für die Ausbildung eines Makrophyten-dominierten Zustands, vergleichbar den Jahren 2007, 2009 und 2015.

Tabelle 5.1: Zusammenstellung der jährlichen Mähgutmengen im Kemnader Stausee und Baldeneysee in den Jahren 2009 bis 2019.

Table 5.1: Overview of annual water plant cuttings from Lake Kemnade and Lake Baldeney from 2009 to 2019

	Mähgut [m ³]	
	Kemnader See	Baldeneysee
2009	1.173	1.421
2010	0	0
2011	0	0
2012	1.200	0
2013	0	0
2014	1.464	0
2015	1.132	429
2016	1.560	1.911
2017	2.040	920
2018	2.480	3.880
2019	760	480

Die bis einschließlich zum Jahr 2018 vorliegenden Daten zeigten zudem, dass bei der bivariaten Darstellung, die den maximalen Abfluss in den Monaten März und April zu der Summe der Wassertemperatur-Tagesgrade in Relation setzt (Bild 5.21), bei einem Quotienten kleiner $0,55 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot ^\circ\text{C})$ ein Makrophyten-dominiertes Zustand eintritt. Die hydraulischen Bedingungen und die Wassertemperaturen wirkten sich über ihre antagonistische Beziehung in der anfänglichen Wachstumsphase auf die Bildung dichter ausgedehnter Wasserpflanzenbestände günstig aus [5.17]. Für das Jahr 2019 lag dieser Quotient bei $0,62 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot ^\circ\text{C})$ und damit oberhalb des bis dahin postulierten Schwellenwerts für einen Makrophyten-dominierten Zustand. Dies zeigt erstmals, dass der bisherige Schwellenwert aus dem Verhältnis von maximalem Abfluss und Summe der Wassertemperatur-Tagesgraden zu streng gefasst war. Daher muss dieser Wert unter Berücksichtigung aller bis jetzt vorliegenden Ergebnisse für zukünftige Auswertungen angepasst werden. Zudem ist zu berücksichtigen, dass das Jahr 2001 der Beginn der Elodea-Ausbreitung in den Ruhrstauseen war und trotz wachstumsfördernder Bedingungen noch nicht genügend Pflanzenfragmente aus dem Vorjahr vorhanden waren, aus denen sich ein Massenbestand wie in den späteren Jahren hätte bilden können. Die zukünftigen Untersuchungen werden zeigen, ob ein Schwellenwert von z.B. $0,65 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot ^\circ\text{C})$ den Wechsel zwischen Plankton-Dominanz und Makrophytendominanz definieren kann.

Mit dem Auftreten der Makrophyten an der Wasseroberfläche wurde ab dem 21. Juni mit der Mahd begonnen. Wahrscheinlich verursacht durch die drei Hochwässer zu Jahresbeginn standen die Pflanzen im Jahr 2019 aber nicht so dicht wie in den Vorjahren und erholten sich nach der Mahd mit verstärktem Neuaustrieb kaum. Daher konnte bereits in der ersten Augustwoche die Mahd wieder eingestellt werden.

Tabelle 5.1 stellt die jährlich entnommenen Mähgutmengen im Kemnader See und Baldeneysee in der Zeit von 2011 bis 2019 zusammen. Es zeigt sich, dass im Jahr 2019 trotz vergleichbarer Flächenausdehnung der Makrophytenbestände wie im Vorjahr jedoch nur rund ein Drittel an Mähgut angefallen ist, welches die Annahme der geringen Dichte der Pflanzenbestände bestätigt.

Hengstey- und Harkortsee

Tabelle 5.2 gibt eine Übersicht über die Flächen, die seit dem Jahr 2011 jährlich im Hengsteysee, Harkortsee, Kemnader See und Baldeneysee mit Makrophyten bewachsen waren. Trotz der zeitlichen Verzögerung der Makrophytenentwicklung, auch hier verursacht durch die drei Hochwasserwellen zu Jahresbeginn, lag die bewachsene Fläche des Harkortsees mit 56 ha in einer durchschnittlichen Größe (Mittelwert der im Zeitraum 2011 bis 2018 bewachsenen Fläche im Harkortsee: 54 ha). Allerdings waren die Bestände nicht so dicht wie in den Vorjahren und erreichten nur in kleinen Bereichen und inselhaft die Wasseroberfläche (Bild 5.22). Durch den hydraulisch bedingten verzögerten Start des Makrophytenwachstums im Harkortsee erreichten hier die ersten Pflanzen erst Anfang August die Wasseroberfläche, so dass die Voraussetzungen für den Wassersport hier deutlich besser waren als in den Vorjahren.

Im Jahr 2018 war der Hengsteysee erstmalig mit seinem fast vollständigen Ausbleiben von Makrophytenbeständen auffällig [5.18]. Die Fläche betrug in jenem Jahr nur 15 ha. Das Vorkommen der Makrophyten beschränkte sich dabei weitgehend auf die südliche Bucht direkt unterhalb des Zusammenflusses von Lenne und Ruhr. Im Jahr 2019 zeigte sich bei der Makrophytenverbreitung im Hengsteysee wieder ein ähnliches Bild. Die bewachsene Fläche war mit 34 ha zwar größer als im Vorjahr, jedoch ist der nur geringe Unterschied primär auf die geänderte Art der Flächenerfassung zurückzuführen. Wiederum war der eigentliche See außer in einigen schmalen Uferbereichen fast vollständig unbewachsen und die einzige größere zusammenhängend bewachsene Fläche beschränkte sich wieder auf die Bucht unterhalb des Zusammenflusses von Lenne

Tabelle 5.2: Vergleich der Makrophytenbestandsflächen [ha] in den oberen vier Ruhrstauseen in den Jahren 2011 bis 2019

Table 5.2: Vegetation cover [ha] in the four impounded lakes of the River Ruhr in the time period 2011 to 2019

	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
2019	34	56	61	60

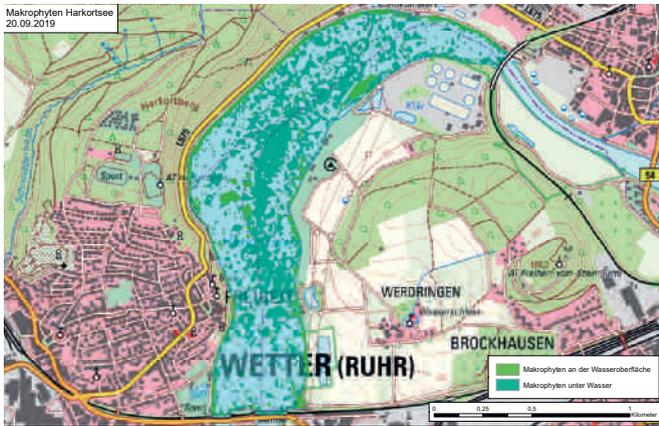


Bild 5.22: Kartographische Darstellung der Makrophytenflächen im Harkortsee auf Basis von Satellitenbilddauswertung
 Fig. 5.22: Cartographic presentation of macrophyte cover in Lake Harkort based on the analysis of satellite images

und Ruhr. Die Bilder 5.23 a bis c zeigen die Makrophytensituation im Hengsteysee in den Jahren 2017, 2018 und 2019 und machen den auffälligen Rückgang der bewachsenen Flächen deutlich. Die Ursache für diesen Rückgang ist immer noch unklar und umso erstaunlicher, da der Harkortsee keinen vergleichbaren Makrophytenrückgang zeigt. Daher entfallen Klima, Abfluss und Wasserqualität als mögliche Ursachen, da diese bei den benachbart liegenden Stauseen Harkort- und Hengsteysee weitgehend identisch sind.

Genetische Untersuchungen an *Elodea nuttallii* aus beiden Seen, die am Umweltforschungszentrum (UFZ) Leipzig durchgeführt wurden, ergaben eine hohe Diversität der DNA in den Beständen beider Seen. Dies zeigt an, dass es sich bei den *Elodea nuttallii*-Beständen in den Ruhrstauseen nicht immer um ausschließlich weibliche Pflanzen gehandelt haben kann, die sich nur über Fragmente verbreitet haben, sondern es zeitweise auch männliche Pflanzen und somit geschlechtliche Vermehrung mit Samenbildung gegeben haben muss. Die Seen selber jedoch unterscheiden sich untereinander in dieser Diversität ihrer DNA-Struktur der Bestände nicht. Daher können genetische Ursachen, wie z.B. eine plötzlich aufgetretene letale Mutation von *Elodea*, ausgeschlossen werden.

Zudem wurden *Elodea*-Pflanzen aus dem Hengsteysee aus der südlichen dicht bewachsenen Bucht und aus einem schmalen Uferbestand sowie im Vergleich dazu aus dem Harkortsee auf Wuchsform, Epiphytendichte und Parasitenbefall geprüft. Die Pflanzen aus dem schmalen Uferbereich und der Bucht waren grün und vital und in der Wuchsform unauffällig, also ohne Krüppelwuchs oder Missbildungen und ohne erkennbare Fraßspuren, sowie im Epiphytenbewuchs vergleichbar zu den anderen Proben. Auch minierende Nematoden, die *Elodea*-Be-

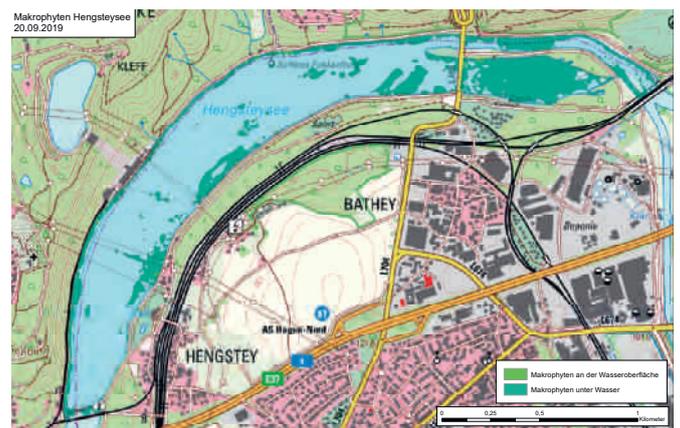
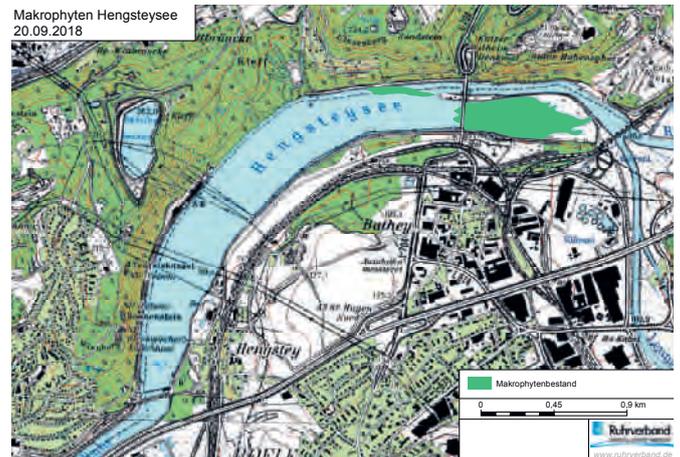
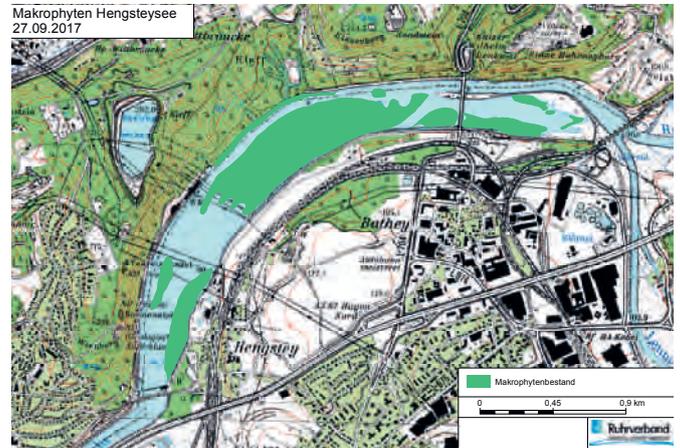


Bild 5.23 a bis c: Vergleich der Makrophytenflächen im Hengsteysee der Jahre 2017, 2018 und 2019
 Fig. 5.23 a to c: Comparison of macrophyte cover in Lake Hengstey in 2017, 2018 and 2019

[5.17] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2015, S. 85 - 95.
 [5.18] Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2018, S. 67 - 74.

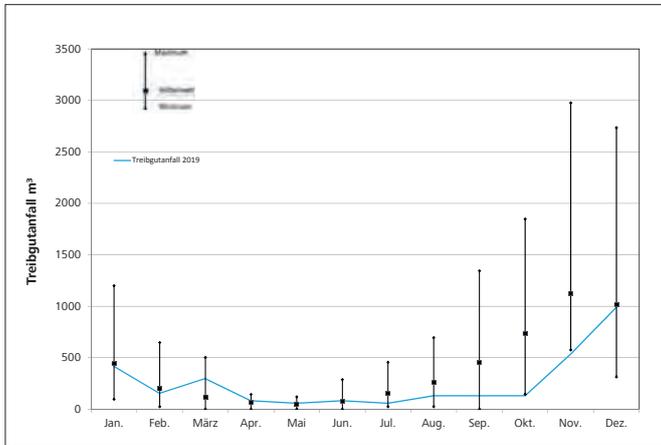


Bild 5.24: Mittelwerte des monatlichen Treibgutfalls [m³] mit Minimum- und Maximum-Werten an der Rechenanlage des Wasserkraftwerks am Hengsteysee im Zeitraum der Jahre 2007 bis 2018 sowie der zeitliche Verlauf der Treibgutmengen für das Jahr 2019

Fig. 5.24: Minimum, maximum, and mean amount of floating debris [m³] per month at the screening unit of the Hengsteysee hydropower plant from 2007 to 2018 and this amount in 2019.

stände schädigen können [5.19], wurden nicht nachgewiesen. Damit ist die Ursache für den *Elodea*-Rückgang weiterhin unklar. Die Ursachenklärung wird aber fortgeführt werden.

Bild 5.24 gibt den Treibgutanteil im Jahr 2019 an der Wasserkraftanlage des Hengsteysees im Vergleich zu den Vorjahren wieder. Auch hier zeigen sich die Auswirkungen der drei Hochwässer in den Monaten Januar, Februar und März durch eine leicht erhöhte Menge von Treibgut, bei dem es sich aber weniger um abtreibende Makrophyten handelte, sondern um Müll und Treibholz aus den oberhalb gelegenen Einzugsgebieten von Ruhr und Lenne. Während der Vegetationsperiode und auf Grund des Ausbleibens von Makrophytenmassenentwicklungen war wie im Vorjahr auch im Jahr 2019 der Treibgutanteil sehr gering. Der erneute Anstieg der Treibgutmenge zum Ende des Jahres 2019 ist wiederum auf den niederschlagsbedingten Anstieg des Abflusses zurückzuführen, wodurch Treibholz und Müll abgetrieben und an der Rechenanlage des Kraftwerks zurückgehalten wurden. Makrophyten spielten im Rechengut des Hengsteysees im Jahr 2019 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. Seit dem Jahr 2015 und in den beiden Folgejahren waren im Durchschnitt rund 95 ha Fläche des Baldeneysees stark verkrutet, so dass es zu Behinderungen der Wassersportnutzung kam und diese Flächen gemäht werden mussten. Die im Jahr 2018 mit nur 15 ha relativ kleine bewachsene Fläche

(Tabelle 5.1) zeigt den Erfolg einer intensiven Mahd, bei der zeitweise zwei Mähboote im Einsatz waren, eines sogar zwischenzeitlich im Doppelschichtbetrieb. Somit gibt diese Flächenangabe nicht den tatsächlich im Jahr 2018 bewachsenen Bereich wieder, sondern die trotz Mahd verbliebenen Restflächen vor allem in den flachen, nicht vom Wassersport genutzten Bereichen.

Im Jahr 2019 lag die bewachsene Fläche im Baldeneysee mit 60 ha wieder deutlich unter dem Durchschnittswert der Vorjahre mit 95 ha (ohne das Jahr 2018). In diesem Jahr war aber nicht eine frühzeitige und intensive Mahd die Ursache. Im Jahr 2019 führten die drei Hochwässer zu Jahresanfang wie auch in den anderen Ruhrstauseen hydraulisch bedingt zu einem verzögerten Start des Wachstums. Bei ersten Tauchuntersuchungen im Mai 2019 war der Gewässergrund des Baldeneysees weitgehend makrophytenfrei (Bild 5.25). Erst im weiteren Jahresverlauf bildeten sich gerade auf den im Jahr 2018 nicht gemähten flachen Flächen im Stauseebogen sowie am linken Ufer angrenzend zum Hafen Scheppen ab Mitte August wie-



Bild 5.25: Makrophytenfreies Sediment im Baldeneysee im April 2019
Fig. 5.25: Sediment free of macrophytes in Lake Baldeney in April 2019

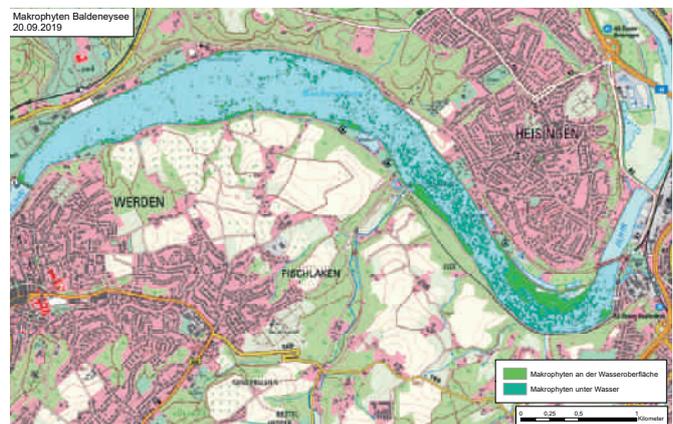


Bild 5.26: Kartographische Darstellung der Makrophytenflächen im Baldeneysee auf Basis von Satellitenbildauswertung
Fig. 5.26: Cartographic presentation of macrophyte cover in Lake Baldeney based on the analysis of satellite images

der dichtere Bestände. Sie erreichten aber nur zum Teil, vor allem in Ufernähe, die Wasseroberfläche (Bild 5.26). Bei den Pflanzenbeständen war wie im Vorjahr *Elodea nuttallii* die dominierende Art. Andere, heimische Arten spielten anders als in den Vorjahren eine eher untergeordnete Rolle.

Tauchuntersuchungen zu dieser Zeit zeigten, dass sowohl der Gewässergrund als auch die dort wachsenden Pflanzen dicht mit fädigen Grünalgen überwachsen waren. Diese produzierten bei starker Sonneneinstrahlung durch Photosynthese Sauerstoff, der als Blasen in den Algenpolstern zurückgehalten wurde. Diese Sauerstoffblasen verursachten einen Auftrieb, so dass sich Algenpolster vom Gewässergrund und auch z. T. von den Pflanzen lösten und an der Wasseroberfläche aufschwammen (Bild 5.27).

Obwohl die verkrauteten Bereiche des Baldeneysees im Jahr 2019 relativ klein waren, sollte trotzdem auch in diesen Bereichen die Wassersportnutzung weiterhin ermöglicht werden. Daher wurde dort ab dem 12. August das Ruhrverbandsmähboot „Nimmersatt“ eingesetzt. Da gemähte Makrophytenbestände zum Ende der Vegetationsperiode jedoch nicht mehr so schnell nachwachsen wie im Hochsommer, konnte nach wenigen Wochen Mitte September die Mahd im Baldeneysee eingestellt werden.

Die Menge entnommenen Mähguts aus dem Baldeneysee in dem relevanten Betrachtungszeitraum 2009 bis 2019 zeigt Bild 5.28. Deutlich wird, dass im Jahr 2018 durch die intensive Mahd mit 3.880 m³ Pflanzenmaterial so viel Biomasse entnommen wurde, dass die im Luftbild erkennbare Makrophytenfläche nur noch 15 ha betrug. Im Jahr 2019 beschränkten sich dagegen die Makrophytenbestände bedingt durch Hochwasser auf einen relativ kleinen flachen Bereich des oberen Baldeneysees und die durch Mahd entnommene Makrophytenmenge war mit 480 m³ entsprechend geringer. Auf Grund der für den Wassersport günstigen Bedingungen ohne flächige Verkrautung konnten daher im Jahr 2019 im Baldeneysee wiederum alle geplanten Wassersportveranstaltungen ohne nennenswerte Beeinträchtigungen durchgeführt werden.



Bild 5.27: Aufschwimmende fädige Grünalgen im Baldeneysee unterhalb des Hafens Scheppen.
Fig. 5.27: Floating filamentous green algae in Lake Baldeney downstream of the Scheppen harbour

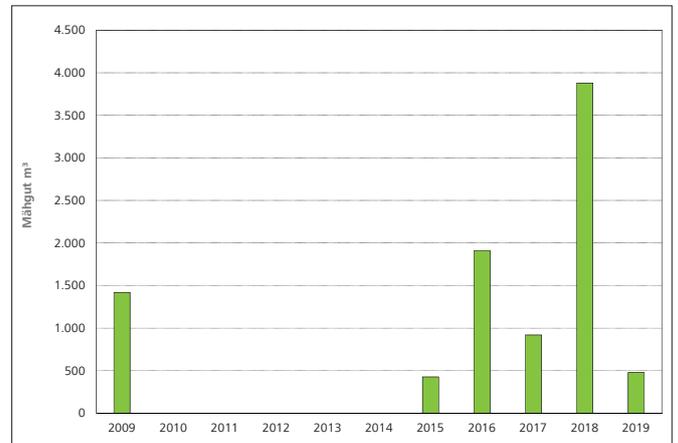


Bild 5.28: Jährliche Mähgutmengen aus dem Baldeneysee im Zeitraum 2011 bis 2019
Fig. 5.28: Annual amounts of water plant cuttings from Lake Baldeney between 2011 and 2019

Um die Mahd, die kostenintensiv und in ihrer Wirksamkeit in keiner Weise nachhaltig ist, möglichst durch besser geeignete Maßnahmen ersetzen zu können, hatte der Ruhrverband mit Unterstützung des Landes Nordrhein-Westfalen Ende des Jahres 2018 ein dreijähriges Forschungsvorhaben Elodea II begonnen. Im Rahmen dieses Projekts sollen innovative und nachhaltig wirksame Methoden zur Reduzierung der Makrophytenbestände getestet werden, die die ökologische Qualität des Baldeneysees nicht gefährden, sondern möglichst sogar fördern und dabei gleichzeitig die bestehenden Nutzungen weiterhin ermöglichen. Für das Jahr 2019 war vorgesehen, die verschiedenen beantragten, möglichst nachhaltig wirksamen Maßnahmen zur Eindämmung der Makrophytenbestände auszutesten. Da sich aber bis zum Sommer keine flächigen Bestände gebildet hatten, musste die Durchführung auf das Jahr 2020 verschoben werden. Allerdings wurden die freien, unbewachsenen Flächen genutzt, um in Testfeldern Armleuchteralgen (Characeen) anzupflanzen, damit diese als Raumkonkurrenten Elodea mittelfristig verdrängen. Die ersten, bereits im Jahr 2018 ausgepflanzten Characeen hatten den Winter 2018/2019 und die drei Hochwässer zu Anfang des Jahres überdauert und sich im Jahr 2019 sogar geringfügig ausgebreitet (Bild 5.29). Zum Ende der Vegetationsperiode 2019 waren jedoch diese Pflanzen sowie die neu angesiedelten Armleuchteralgen von dichten Fadenalgenpolstern überwuchert. Weitere Unterwasserkartierungen im Jahr 2020 werden zeigen, ob die Characeen auch dies überdauert haben und eine Tendenz zur Ausbreitung zeigen.

[5.19] Gerber, K. & Smart, G. C. Jr.: Plant-parasitic nematodes associated with aquatic vascular plants. - *Vistas on nematology - a commemoration of the twenty-fifth anniversary of the Society of Nematologists*. Md. Hyattsville Society of Nematologists, 1987, S. 488 -501.



Bild 5.29: Im Jahr 2018 im Baldeneysee gepflanzte Stern-Armleuchteralge (*Nitellopsis obtusa*) bei der Kartierung zur Erfolgskontrolle am 09.07.2019. Foto: K. v.d.Weyer, lanaplan.
 Fig. 5.29: Starry stonewort (*Nitellopsis obtusa*) planted in Lake Baldeney in 2018 during the mapping to evaluate the results on July 2, 2019. Photo: K. v.d.Weyer, lanaplan.



Bild 5.30: Prototyp eines Rollenpflückers bei seinem testweisen Einsatz auf dem Baldeneysee
 Fig. 5.30: Prototype of a water plant weeder with rollers during a test run on Lake Baldeney

Im August 2019 zeigte sich, dass sich im Baldeneysee verspätet *Elodea*-Bestände gebildet hatten. Daher wurde der im Projekt *Elodea* II geplante Einsatz des „Rollenpflückers“ erprobt. Hierbei handelt es sich um den Prototyp eines Bootes, das mittels Rollen Wasserpflanzen ergreift und langsam mitsamt den Wurzeln aus dem Sediment herausziehen soll (Bild 5.30). Leider zeigte die Erfolgskontrolle, dass hiermit keine nennenswerten Mengen von *Elodea* entfernt werden können und auch bei der Unterwasserkartierung keinerlei Effekte des Rollenpflückers in den Beständen erkennbar waren.

Zusammenfassung

Das Jahr 2019 zeichnete sich durch im Vergleich zum Vorjahr wieder rückläufige Algenkonzentrationen in der unteren Ruhr aus. Damit war das algivore (algenfressende) Zooplankton nahrungslimitiert und in seinen Dichten weiterhin gering. Insgesamt stellt sich die untere Ruhr mit ihren Stauseen seit nunmehr sechs Jahren als ein phyto- und zooplanktonarmes Gewässer dar. Auch die ungewöhnlich niederschlagsarme und warme Vegetationsperiode im Jahr 2019 änderte dies nicht. Nachdem im Jahr 2018 erstmalig zwei wärmeliebende Arten des Phyto- und Zooplanktons nachgewiesen worden waren, traten diese auch im Jahr 2019 mehrfach auf. Zudem ist eine deutliche Zunahme einer weiteren, wärmeliebenden Cladoceeren-Art zu verzeichnen, was als Folge der beiden ungewöhnlich warmen Jahre 2018 und 2019 zu interpretieren ist.

Als Ursachen für die geringe Dichte von Phyto- und Zooplankton werden seit Jahren, neben dem Rückgang der Phosphorkonzentrationen durch Optimierungsmaßnahmen auf den Kläranlagen, 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 zwölf Jahren wurden die oberen Ruhrstauseen Harkortsee und Kemnader See auch im Jahr 2019 in ihrer Trophie durch Makrophyten dominiert. Auch der Baldeneysee war lokal mit Makrophyten bewachsen. Da anders als in den Vorjahren zu Anfang des Jahres drei Hochwässer hydraulisch wirksam wurden und Restbestände von Pflanzen zum Teil ausspülten oder übersandeten, waren die Bestände weniger dicht. Eine Ausnahme von der Makrophytendominanz bildete der Hengsteysee, der in diesem Jahr wie im Vorjahr weitgehend frei von ausgedehnten Makrophytenbeständen blieb, ohne dass eine Ursache hierfür erkennbar war.

Trotz der Effekte der Hochwässer bildeten sich auch im Jahr 2019 Makrophytenbestände, wenn auch zeitverzögert und weniger dicht als im Vorjahr. Diese wurden im Baldeneysee und im Kemnader See gemäht, um Behinderungen des Wassersports und der Wasserkraftnutzung zu verringern. Da die Bestände aber nicht so dicht standen und auch kaum wieder verkrauteten, war die Menge entnommenen Mähgutes im Jahr 2019 gering. Auch der Treibgutanteil am Hengsteysee war gering.

Im Rahmen des Forschungsprojektes *Elodea* II wurden im Jahr 2019 im Baldeneysee auf Testfeldern erneut Armleuchteralgen als Raumkonkurrenten von *Elodea nuttallii* angepflanzt. Die Anpflanzungen aus dem Vorjahr hatten den Winter 2018/2019 und das Frühjahr überdauert, bis im Spätsommer alle Anpflanzungen dicht mit fädigen Grünalgen überwachsen wurden. Die weitere Entwicklung der Armleuchteralgen im Jahr 2020 wird kontrolliert.

Der ebenfalls im Rahmen des *Elodea* II-Projektes getestete Prototyp eines „Rollenpflückers“ erwies sich als ungeeignet und wirkungslos.

6 Talsperrenuntersuchungen mit besonderem Blick auf die Sorpetalsperre

Allgemeines

Der Ruhrverband besitzt und bewirtschaftet im Sauerland die Henne-, Möhne-, Sorpe-, Verse-, Fürwigge-, Ennepe-, Bigge- und Listertalsperre. Mit einem Gesamtstauinhalt von 463 Mio. m³ dienen diese immer mehr der Niedrigwasseraufhöhung, um eine Trinkwassergewinnung durch Grundwasseranreicherung an der Ruhr auch in abflussarmen Zeiten zu gewährleisten. Durch das in Folge des Klimawandels bedingte Auftreten langer Trockenperioden hat der Wasserzuschuss aus den Talsperren zur Abflusssteuerung der Ruhr in den letzten Jahren deutlich an Bedeutung gewonnen. Dies war nach dem Jahr 2018 auch im Jahr 2019 in besonderem Maße der Fall (siehe Kapitel 1). In abflussreichen Zeiten steht der Hochwasserschutz im Vordergrund. Abflussspitzen können wirksam gemildert werden, so dass Überflutungen und deren Folgeschäden seltener und in einem deutlich geringeren Ausmaß auftreten als ohne den Wasserrückhalt in den Staukörpern. Neben diesen primären wasserwirtschaftlichen Aufgaben dienen die Talsperren sowohl der Energieerzeugung durch 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 ebenso wie 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. zielgerichteten Handlungsbedarf zu entwickeln. Zahlreiche Maßnahmen wie die Modernisierung und der Neubau von Kläranlagen, die zunehmende Niederschlagswasserbehandlung und die Phosphatentfernung sowie der Bau von Ringkanalisationen führten zu einer Reduzierung des Nährstoffeintrags in die Talsperren. Unterstützt werden die Maßnahmen zum Aufbau und Erhalt ökologisch intakter Talsperrenengewässer durch die seit über 25 Jahren etablierte fischereiliche Bewirtschaftung, die lebensraumsspezifisch durchgeführt wird. Dazu gehören u. a. der Besatz mit 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 20 Jahren die Entwicklung, so dass negative Eutrophierungserscheinungen (z. B. Algenmassenentwicklungen) seltener werden.

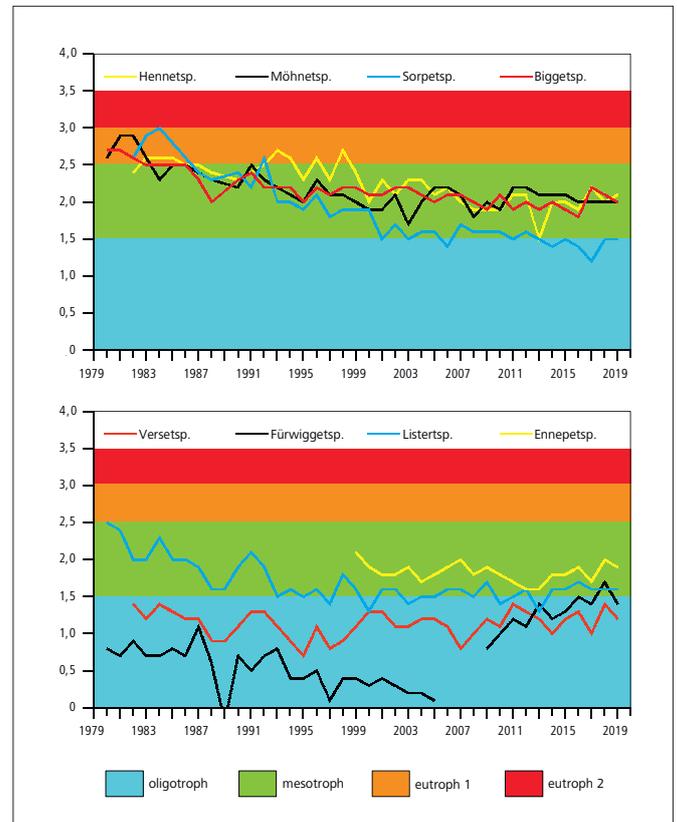


Bild 6.1: Entwicklung der Trophie in den letzten 40 Jahren in den Ruhrverbandstalsperren entsprechend der überarbeiteten Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren (LAWA 2013)
 Fig. 6.1: Development of the trophic status in the Ruhrverband's reservoirs during the last 40 years according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

Die limnologischen Untersuchungen der Ruhrverbandstalsperren einschließlich der verschiedenen Zuflüsse und der Ausläufe blicken auf eine fast 50-jährige Geschichte zurück. Dabei wurde das Untersuchungskonzept in Probenahmefrequenz und Untersuchungsumfang den sich ändernden Notwendigkeiten, Entwicklungen 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 bzw. 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 (Temperaturschichtung) und biologischen (Planktonentwicklung) Einflüssen begründet liegt, wird durch die Wahl der Probenahmestellen und die Festlegung der jeweiligen Probenahmetiefen vor Ort durch Messsonden 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 vierzigjährige Entwicklung der Trophie der Ruhrverbandstalsperren dargestellt. Im Vergleich zu der im Vorjahr leicht angestiegenen Trophie an einigen Talsperren war diese im Jahr 2019 wieder rückläufig. Lediglich an der Hennetalsperre konnte ein geringfügiger Anstieg verzeichnet werden. Die sich im Grenzbereich zwischen Oligo- und Mesotrophie befindlichen Talsperren Sorpe und Lister wiesen die gleichen trophischen Verhältnisse wie im Vorjahr auf.

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 („Blualge“) *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 „Blualge“ in der Hennetalsperre wie in anderen Talsperren des Ruhrverbands, in denen sie seit mehreren Jahren zwar ebenfalls regelmäßig vorkommt, eine untergeordnete Rolle. Lediglich in der Biggetalsperre wurde in den vergangenen Jahren temporär ein vermehrtes Vorkommen bis hin zum Aufrahmen dieser Cyanobakterien an der Wasseroberfläche beobachtet. Die starken Massenentwicklungen, wie sie in den 1990er Jahren in der Hennetalsperre vorhanden waren, traten an der Biggetalsperre allerdings nicht auf. Diese Blualgenpopulationen zeigten trotz gleicher frühjährlicher 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 spürbar anstieg. Im Jahr 2019 zeigte sich wieder ein abnehmender Trend, allerdings ist die Trophie immer noch höher als vor fünf Jahren

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 die Außerbetriebnahme der Kläranlage Sundern-Amecke und der Überleitung der Abwässer zur Kläranlage Sundern im Dezember 2005 hat sich der Trophiegrad tendenziell verbessert.

In den vergangenen Jahren war die Sorpetalsperre erfreulicherweise als oligotroph zu bewerten. Der im Jahr 2018 während einer ausgedehnten Schönwetterperiode zu beobachtende Anstieg der sommerlichen Chlorophyll-a- und Phosphorgehalte war auch noch im Jahr 2019 vorhanden, allerdings in geringerem Maße als im Jahr 2018. Die Trophiebewertung als oligotrophes Gewässer bleibt, wenn auch nur knapp, wie in den Vorjahren erhalten. Ähnliche Verhältnisse sind auch für die Listertalsperre festzustellen, die sich bei seit Jahren unveränderten Nährstoffverhältnissen im Übergangsbereich zwischen Oligo- und Mesotrophie bewegt.

Die Trophie der im Jahr 1997 vom Ruhrverband übernommenen Ennepetalsperre zeigte zunächst eine Tendenz zu einem abnehmenden Trophiezustand, der in den Jahren 2012 und 2013 den Grenzbereich zur Oligotrophie erreichte. Diese Tendenz setzte sich in den letzten sechs Jahren allerdings nicht weiter fort. Vielmehr sind inzwischen wieder mittlere mesotrophe Verhältnisse in dieser Talsperre vorhanden. Hier spielen die Verlängerung der Vegetationsperiode und der leicht angestiegene Phosphoreintrag eine Rolle.

Die trockenen und strahlungsreichen Wetterbedingungen waren wie im Jahr 2018 auch im Sommer 2019 vorhanden. Diese erreichten allerdings sowohl hinsichtlich der Dauer als auch der Intensität nicht die Verhältnisse des Rekordjahrs 2018. Zudem wurden Wärme und Sonneneinstrahlung während des gesamten Jahres immer wieder unterbrochen. So waren an allen Talsperren niedrigere Chlorophyll-a-Konzentrationen als im Vorjahr festzustellen, die aber immer noch über dem Niveau der fünf Jahre davor lagen.



Bild 6.2: Sauerstoffbegasung an der Hennetalsperre
Fig. 6.2: Oxygenation at the Henne reservoir



Bild 6.3: Luftaufnahme der Sorpetalsperre
Fig. 6.3: Aerial photograph of the Sorpe Reservoir

Im Vergleich zum Vorjahr stellte sich dagegen das Frühjahr als strahlungsintensiver dar, was auch schon früh zu Phytoplanktonentwicklungen und ausgeprägten Frühjahrsmaxima führte. Die Auswirkungen auf die limnischen Verhältnisse waren bei den einzelnen Ruhrverbandstalsperren unterschiedlich, abhängig von Höhenlage (Wassertemperatur), Größe, Trophie und Phytoplanktonzusammensetzung. Bei den höher gelegenen und kleineren Talsperren, wie der Henne- und Ennepetalsperre, wurden die toten Algen zum Teil noch in der Phase der thermischen Vollzirkulation abgebaut. Damit blieb eine sedimentnahe Grundzehrung zunächst weitestgehend aus und verschob sich bis in den Sommer hinein. Zusammen mit dem Abbau von abgestorbener Biomasse im Metalimnion (Sprungschicht) und der langen thermischen Stagnationsperiode konnte sich auch noch im Herbst dort eine stabile sauerstofffreie Schicht ausbilden. Mit der weiterhin stattfindenden Sauerstoffzehrung im Tiefenwasser entstanden in der Ennepe- und Hennetalsperre für die kälteliebenden Fische, wie z. B. der Kleinen Maräne, kritische Sauerstoffverhältnisse. Dank engmaschiger Kontrolluntersuchungen konnte rechtzeitig eingegriffen werden, als sich der kritische Wert im Hypolimnion von 3 mg/l O₂ im September an der Ennepe- und Anfang Oktober 2019 an der Hennetalsperre abzeichnete.

Zum Schutz des Fischbestandes wurde an beiden Talsperren eine so genannte Tiefenwasserbegasung installiert. Dabei wird über perforierte Leitungen reiner Sauerstoff in die tiefste und kälteste Wasserschicht, das so genannte Hypolimnion, einge-

perlt. Diese Vorsichtsmaßnahme dient dazu, die fischverfügbaren Sauerstoffgehalte in einer Tiefe unterhalb von 15 bis 20 Metern zu erhöhen und so einem eventuellen Fischsterben vorzubeugen. An der Hennetalsperre (Bild 6.2) wurden auf diese Weise in fünf Wochen in Summe mehr als 35 Tonnen ins Tiefenwasser eingetragen. Dies entspricht rund 40 bis 50 Kilogramm Sauerstoff pro Stunde. An der Ennepetalsperre betrug der Eintrag innerhalb von vier Wochen rund 15 Tonnen.

Dass das Tiefenwasser von Talsperren mit Sauerstoff angereichert werden muss, ist nicht außergewöhnlich. So hatte der Ruhrverband auch im Jahr 2018 einem Fischsterben in der Ennepetalsperre vorgebeugt. An der Möhnetalsperre musste diese vorsorgliche Maßnahme in den letzten Jahren bereits drei Mal ergriffen werden. Im Jahr 2019 war die Situation in der Möhnetalsperre jedoch jederzeit unkritisch. Geringe Sauer-

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

[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

stoffgehalte im Tiefenwasser von temperaturschichteten stehenden Gewässern stehen jedoch nicht in Zusammenhang mit der Wasserqualität, die auch im Jahr 2019 in allen Talsperren des Ruhrverbands ausgezeichnet war.

Die besonderen klimatischen Bedingungen in den letzten Jahren und die im Jahresverlauf stärker abnehmenden Stauinhalte führten auch im Jahr 2019 zwar zu einer erhöhten Belastung des Ökosystems Talsperre, beeinträchtigten jedoch in keiner Weise die Wasserqualität und den limnischen Lebensraum. Hier wirken sich die abwassertechnischen Maßnahmen im Einzugsgebiet sowie die Talsperrenbewirtschaftung mit der Berücksichtigung wassermengeneconomischer, ökologischer und fischereilicher Aspekte positiv auf die einzelnen Talsperrensysteme aus.

Sorpetalsperre

Die Sorpetalsperre (Bild 6.3) wurde in den Jahren 1926 bis 1935 gebaut und hat als Überjahresspeicher vor allem die Aufgabe, die anderen Ruhrverbandstalsperren bei der Sicherung der Wasserversorgung zu ergänzen. Sie dient zudem auch der lokalen Trinkwasser- und Energiegewinnung. Um die jährliche Leistungsfähigkeit der Sorpetalsperre zu erhöhen, wird über die Settmecke-, Bönkhäuserbach- und Röhr-Stollen Wasser aus

benachbarten Einzugsgebieten in die Talsperre geleitet. Dies bedeutet fast eine Verdopplung des natürlichen Einzugsgebiets.

Mit einer maximalen Tiefe von 57 m ist die Sorpetalsperre die tiefste Talsperre des Ruhrverbands bei einem Gesamtstauraum von 70,0 Mio. m³ und einer Speicheroberfläche von 3,30 km². Die gesamte Wasserfläche der Sorpetalsperre ist für den Wassersport wie Segeln, Surfen, Baden, Rudern und Tauchen freigegeben. Während sich am Westufer sowie am Amecker Vorbecken zahlreiche Campingplätze und Ferienhaussiedlungen befinden, ist das Ostufer vorwiegend der stillen Erholung vorbehalten. Die Sorpetalsperre gilt als ein attraktives Fischgewässer mit jährlichen Fangerträgen zwischen 3 und 25 kg/ha.

Das oberirdische Einzugsgebiet (inkl. Beileitungen) beträgt etwa 100 km². Es wird zu fast einem Drittel landwirtschaftlich, meist als Grünland, und zu zwei Dritteln forstwirtschaftlich, hier überwiegend Nadelwald, genutzt. Durch die günstige Form des Hauptbeckens als tiefes U-Tal, bei dem der Produktionszone (trophogene Schicht) ein großes Volumen der tropholytischen Schicht gegenübersteht, werden im Tiefenwasser auch gegen Ende der Vegetations- bzw. Stagnationsperiode keine kritischen Sauerstoffverhältnisse erreicht. Die Lage der Probenahmestellen zusammen mit den jeweiligen Phosphor- und Chlorophyll-a-Konzentrationen zeigt das Bild 6.4.

In den letzten acht Jahren lagen die in die Sorpetalsperre zugeflossenen Wassermengen mit durchschnittlich 34,2 Mio. m³/a im Jahresmittel stets unter dem langjährigen Mittel der davorliegenden Jahre (46 Mio. m³/a) (Bild 6.5). Das bedeutet für diesen Zeitraum eine 25 % niedrigere Zulaufmenge und eine größere Verweilzeit des Wassers in der Talsperre. Die üblicherweise angegebene theoretische Aufenthaltszeit des Wassers im Staukörper von 1,6 Jahren betrug in den letzten acht Jahren in der Sorpetalsperre gut zwei Jahre. Dies wirkte sich positiv auf die Entwicklung der Phosphor-Konzentrationen im Talsperrenlängsverlauf aus. Während der Phosphorrückhalt, der durch biologische Prozesse, Sedimentation und Aufenthaltszeit begünstigt wird, im Talsperrensystem in den 1990er und beginnenden 2000er Jahren meist zwischen 60 und 70 % betrug, sind heute Werte um 80 % (2019: 82 %) zu verzeichnen. Damit einher geht eine sich über Jahre abzeichnende zurückgehende Primärproduktion. Im Jahr 2019 wurde an der Messstelle „vor Damm“ durchschnittlich eine Konzentration von 3 µg/l Chlorophyll-a gemessen, ein Wert, der schon oligotrophe Verhältnisse indiziert.

In den Wintermonaten Januar bis April 2019 war infolge anhaltender Regenfälle der Phosphoreintrag über die Zuflüsse aufgrund oberflächennaher phosphorreicher Abschwemmungen mit durchschnittlich 60 µg/l Gesamtphosphor überproportional hoch. Bei diesen Verhältnissen wurden im genannten Zeitraum insgesamt über 80 % der gesamten Jahresmenge von Phosphor in die Talsperre eingetragen. Der Phosphor war zu dieser Jahreszeit wegen seines überwiegend partikulären Charakters trophisch nicht oder kaum wirksam,

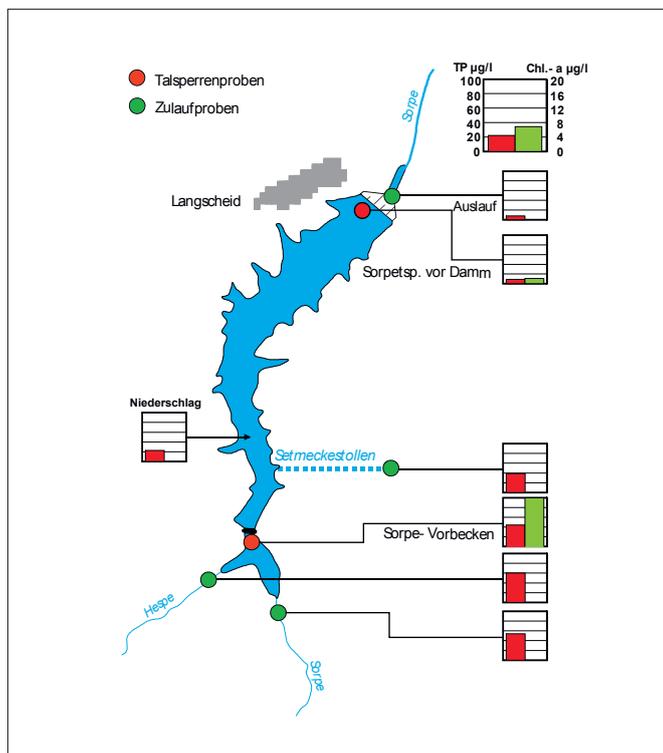


Bild 6.4: Probenahmestellen an der Sorpetalsperre mit Phosphor- und Chlorophyll-a-Konzentrationen im Talsperrensystem 2019
 Fig. 6.4: Sampling points at the Sorpe Reservoir together with phosphorus and chlorophyll a concentrations in the reservoir system in 2019

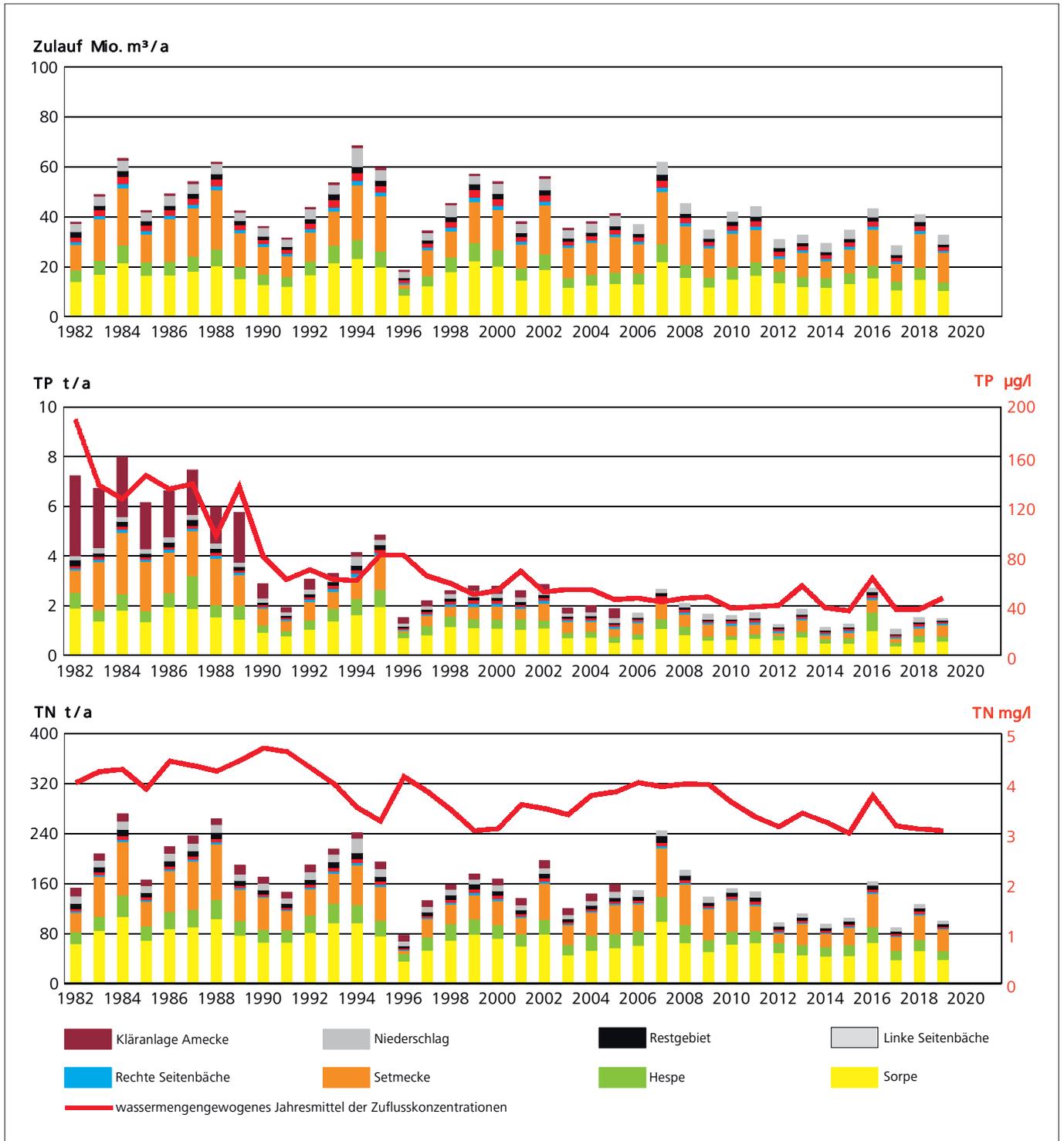


Bild 6.5: Zulauffrachten und wassermengengewichtete Jahresmittel aller untersuchten Zulaufkonzentrationen an der Sorpetalsperre in den letzten 40 Jahren
 Fig. 6.5: Input loads and flowweighted annual means of analysed inflow concentrations at the Sorpe Reservoir during the last 40 years

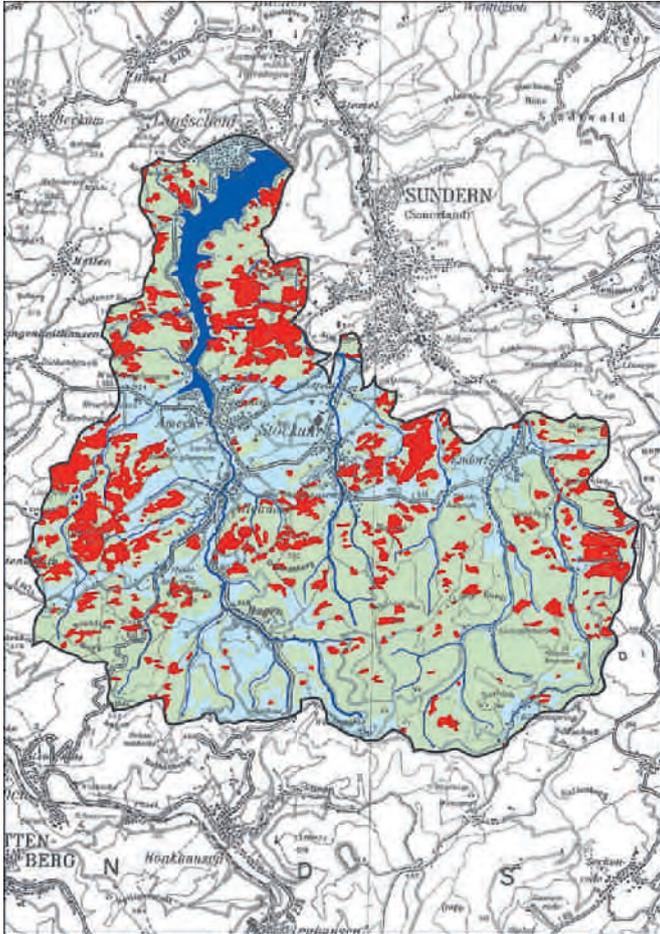


Bild 6.6: Baumwurf­flächen (rot) im Einzugsgebiet der Sorpetalsperre durch den Orkan „Kyrill“ an der Sorpetalsperre am 18./19. Januar 2007

Fig. 6.6: Tree windthrow areas (red) in the catchment area of the Sorpe reservoir caused by the orkan "Kyrill" on January 18/19, 2007

da einerseits die Strahlung und andererseits die Löslichkeit und damit die Verfügbarkeit als Pflanzennährstoff fehlen. In der Regel verbleiben diese Nährstoffeinträge durch Sedimentation im Vorbecken und im Bereich der Stauwurzel unterhalb des Vorbeckens. An der Hauptprobenahmestelle „vor Damm“ bzw. im Auslauf sind diese hohen Phosphoreinträge nicht mehr zu erkennen.

Im Verlauf der letzten knapp 40 Jahre erfuhr die Nährstoffbelastung im Einzugsgebiet der Sorpetalsperre einen starken Rückgang. Vor allem war dieser bis zum Jahr 1990 zu erkennen, als sich die Phosphathöchst­mengenverordnung für Waschmittel und abwassertechnische Maßnahmen auf der damaligen Kläranlage Amecke, die direkt ins Vorbecken entwässerte, auswirkten. Ein weiterer Schritt zur Verringerung der Nährstoffeinträge war die Außerbetriebnahme dieser Kläranlage im Jahr 2005. Die Abwässer werden nunmehr über eine Ringkanalisation der Kläranlage Sundern übergeleitet, die un-

terhalb der Talsperre an der Röhre liegt. Inzwischen betragen die Phosphorfrachten etwa 15 % der Einträge und die durchschnittlichen Konzentrationen nur noch ein Viertel der Werte in den 1980er Jahren.

Auch die Stickstoffbelastung erfuhr in den letzten Jahrzehnten einen Rückgang. Dieser machte bei der Fracht etwa knapp die Hälfte und in der Konzentration ein Viertel aus. Der Wintersturm „Kyrill“ im Januar 2007 schädigte 23 % der Waldflächen im Einzugsgebiet der Sorpetalsperre (Bild 6.6), was im Jahr 2007 und in den Folgejahren aufgrund der fehlenden Stickstofffixierung in der Vegetation zu erhöhten Stickstoffeinträgen führte. Durch gezielte und standortgerechte Aufforstungen waren diese ab dem Jahr 2010 wieder rückläufig und erreichten im Jahr 2014 das heutige Niveau. Eine Ausnahme war im Jahr 2016 zu verzeichnen, als im Winter/Frühjahr bei Regeneignissen hohe Nährstoffeinträge zu verzeichnen waren. In der Sorpetalsperre sank die durchschnittliche Konzentration von anorganischem Stickstoff von 2,6 mg/l im Jahr 2008, dem Maximum der letzten 38 Jahre, kontinuierlich auf Werte um 1,7 mg/l (Minimum 2015: 1,5 mg/l). Diese stellt für das zu einem Drittel landwirtschaftlich genutzte Einzugsgebiet einen sehr niedrigen Gehalt an Stickstoffverbindungen dar.

Die geringen Phosphoreinträge in das Talsperrensystem limitieren die Primärproduktion durch Planktonalgen seit etwa acht Jahren auf einem sehr niedrigen Niveau (Bild 6.7). In den Jahren 2012 bis 2017 wurde beim Phytoplankton ein Gesamtbiovolumen von 1 mm³/l nicht mehr überschritten. Dies ist etwa ein Zehntel dessen, was vor 30 bis 40 Jahren erreicht wurde. In dieser Zeit führten temporäre Algenmassenentwicklungen von Cyanobakterien (Blaualgen) zu durchschnittlichen Biovolumina von über 10 mm³/l. Die Blaualgen, die in den Zeiten einer guten Nährstoffversorgung sehr präsent waren, spielen seit über 20 Jahren keine Rolle mehr. Auch Grünalgen, die bis zum Jahr 2009 das Sommerplankton dominierten, tauchen seit zehn Jahren nur noch vereinzelt auf. Während das maximale Biovolumen der Grünalgen in der Vegetationsperiode damals noch 1 mm³/l übertraf, lag der Jahresdurchschnittswert in den letzten Jahren meist unter 0,05 mm³/l. Selbst in den beiden letzten sehr strahlungsreichen Jahren 2018 und 2019 stiegen die Primärproduktion aufgrund gesteigerter Kieselalgenpopulationen wieder an. Die Grünalgen erreichten auch in diesem Jahr lediglich ein Biovolumen von 0,075 mm³/l.

Die dominierende Algen­gruppe in der Sorpetalsperre ist mit Ausnahme der „blau­algenreichen“ Phase in den 1970 und 1980er Jahren sowohl in den planktonreichen als auch –armen Jahren die der Diatomeen (Kieselalgen). Zusammen mit den Cryptophyceen (Flagellaten) bestimmen diese seit Jahren mit einem Biovolumenanteil von 70 bis 80 % das Phytoplankton in der Talsperre. Zu nennen sind noch mit einem insgesamt 10 bis 20 %igen Anteil die Vertreter der Goldalgen (Chrysophyceae) und Panzerflagellaten (Dinophyceae). Vor allem die Goldalgen gelten mit ihrer mixotrophen Ernährung als Indikator für nährstoffarme Gewässer. Sie sind in der Lage, ihren En-

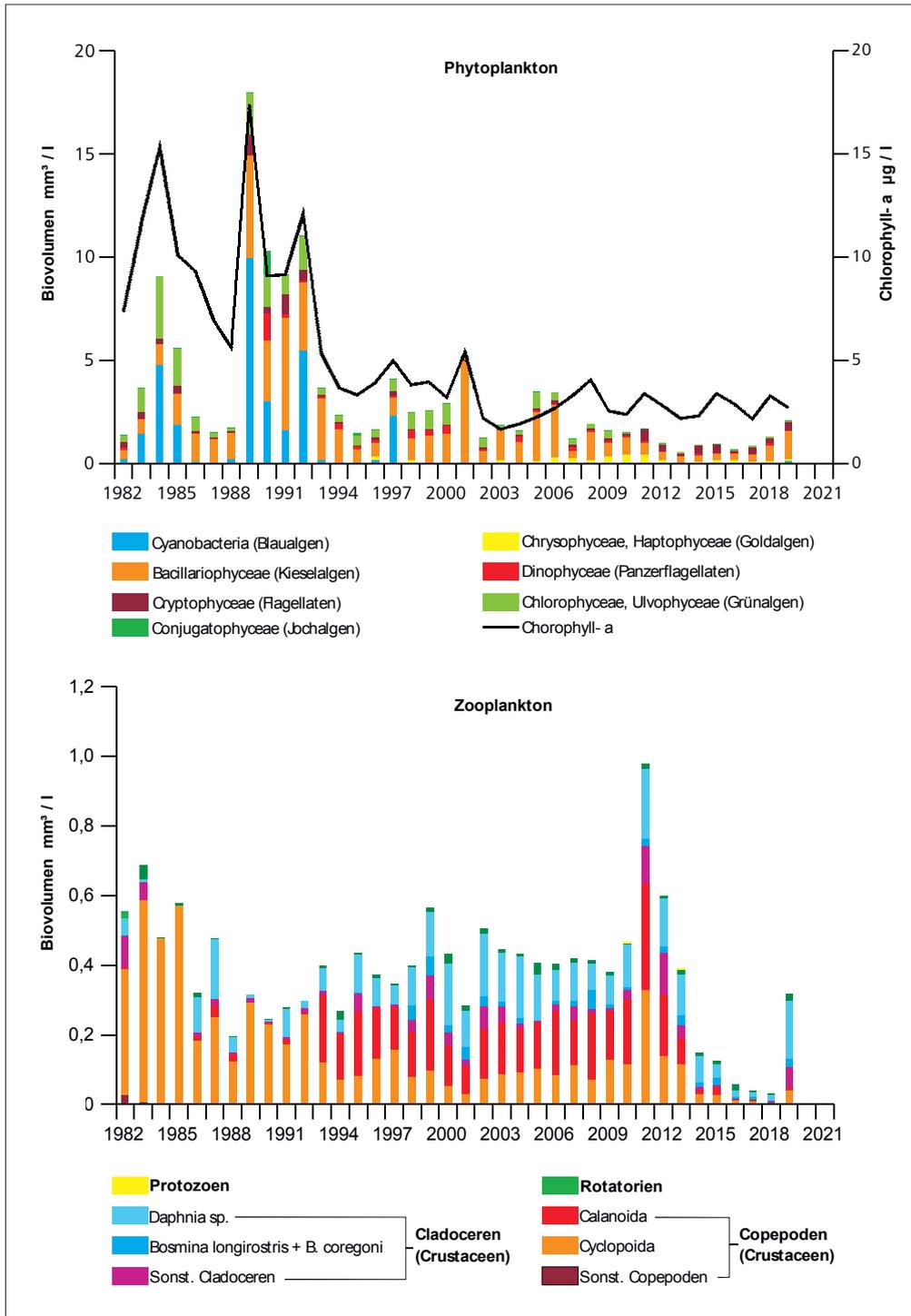


Bild 6.7: Phyto- und Zooplankton an der Probenahmestelle „Sorpetalsperre vor Damm“ in den letzten 40 Jahren (Jahresmittel)

Fig. 6.7: Phytoplankton and zooplankton at the sampling point "Sorpe Reservoir before the dam" during the last 40 years (annual means)

ergiehaushalt durch Photosynthese und durch Aufnahme organischer Partikel zu decken. Die heutige Zusammensetzung des Phytoplanktons ist typisch für nährstoffarme Seen oder Talsperren, die ökologisch intakt sind. Eine auch in den Ruhrstauseen vorhandene Begleiterscheinung der Reoligotrophierung bzw. der besseren Durchsicht ist der zeitweise auftre-

tende Wuchs der Wasserpest *Elodea nuttallii* im Stauwurzelbereich des Hauptbeckens. Hier ist vor allem der linke Uferbereich betroffen.

Die zurückgehende (planktischen) Primärproduktivität in der Sorpetalsperre bedingt aufgrund der geringeren Nahrungsver-

ffügbarkeit einen Rückgang der Zooplanktondichten. Diese hat in den Jahren 2011 bis 2018 stetig um insgesamt etwa 90 % bis auf 0,032 mm³/l abgenommen. Hier spiegeln sich direkt die geringen Algendichten wider. Nur im Jahr 2019, als im späten Frühjahr die Primärproduktion deutlich anstieg, konnte sich kurzzeitig eine ausgeprägte Daphnienpopulation etablieren, was sich in einem höheren Jahresmittel des Biovolumens niederschlägt. Von dem Rückgang der Primärkonsumenten waren vor allem die Copepoden, eine Gruppe der Kleinkrebse, betroffen, die in den letzten Jahren kaum noch vorhanden waren. Erfreulicherweise waren die großen Daphnien, die aufgrund ihrer Filtrationsleistung zu den wirksamsten Gegenspielern planktischer Algen gehören, noch die häufigsten Zooplankter in der Sorpetalsperre. Diese Kleinkrebse spielen zudem eine wichtige Rolle im Ökosystem, da sie zooplanktivoren Fischen als Nahrungsgrundlage dienen und so über das Nahrungsnetz einen entsprechenden Fischbestand gewährleisten. Dieser wurde schon vor mehreren Jahren durch eine ge-

zielte fischereiliche Bewirtschaftung an die sich veränderten trophischen Verhältnisse (v. a. weniger aber große Zooplankter, größere Durchsicht) angepasst.

Der Gesamttrophieindex für die Sorpetalsperre bewegt sich schon seit fast 20 Jahren im Grenzbereich zwischen einem meso- und oligotrophen Gewässer (Bild 6.8). Vor allem die hohen Sichttiefen mit bis 7,5 m und im Mittel 5,5 m in diesem Zeitraum fallen auf. Sie zeigen im Einzelindex deutlich einen oligotrophen Bereich an. Hierfür ist sicherlich auch die lange Aufenthaltszeit des Wassers mit der einhergehenden Sedimentation einer der Gründe. Auch die geringen Phosphor-Konzentrationen bzw. -indices (TPF, TPSO) zeigen immer häufiger oligotrophe Verhältnisse an. Dies gilt vor allem für den Frühjahrswert, der noch während der Vollzirkulation bestimmt wird. Das Wechselspiel zwischen Chlorophyll-a und Phosphorkonzentration im Epilimnion während der Vegetationsperiode ist noch von anderen abiotischen (Strahlung, Wind, Schichtung) und biotischen (Nahrungsnetz) Einflüssen abhängig. So sind bei diesen beiden Indices auch höhere Schwankungsbreiten vorhanden. Zum Beispiel wurden in den letzten beiden Jahren durch die lang anhaltenden Schönwetterperioden sowohl die Schichtungsdauer als auch die Vegetationsperiode verlängert. Dadurch war mehr Zeit für Algenentwicklungen vorhanden, so dass der Chlorophyll-a-Index sich knapp im mesotrophen Bereich bewegte. Auch die Phosphorindices von 1,6 bzw. 1,5, denen Konzentrationen von 11 bzw. 10 µg/l TP zugrunde liegen, bestätigen die Einstufung der Trophie in den oligo-/mesotrophen Bereich. Unter Berücksichtigung des in weiten Teilen landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebiets und der sich ausweitenden Freizeitnutzung der Talsperre bleibt festzuhalten, dass die ehemals hocheutrophe Sorpetalsperre heute ein Gewässer ist, das den Weg zur Oligotrophie fortsetzt und bei einigen Parametern schon annähernd erreicht hat. Unterstützt wird diese Einschätzung durch den ökologischen Zustand am Beispiel der Dichte und der Zusammensetzung des Phyto- und Zooplanktons.

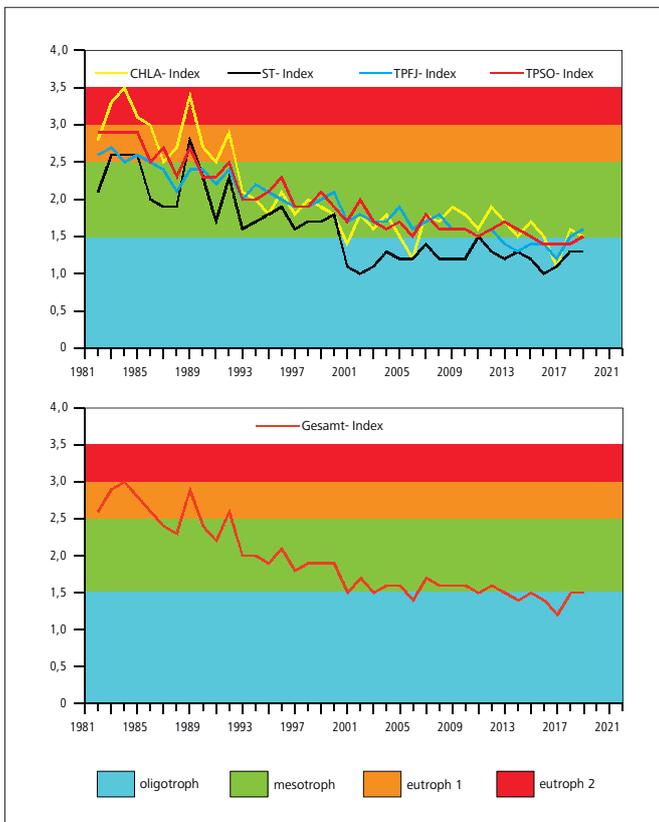


Bild 6.8: Entwicklung der Trophie in den letzten 40 Jahren in der Sorpetalsperre entsprechend der überarbeiteten Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren (LAWA 2013)
[CHLA: Chlorophyll-a; ST: Sichttiefe; TP: Gesamtphosphor; FJ: Frühjahr; SO: Sommer]

Fig. 6.8: Development of the trophic status during the last 40 years in the Sorpe 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]

7 Organische Spurenstoffe in der Ruhr

Die Ruhr wurde im Jahr 2019 zwölfmal im Rahmen der Ruhr-längsuntersuchungen auf organische Substanzen untersucht. Die in diesem Zusammenhang entnommenen und analysierten Wasserproben stammen von zwölf Probenahmestellen im Fließverlauf der Ruhr sowie einer Stelle in der Lenne, kurz vor deren Mündung in die Ruhr. Messergebnisse der im Rahmen des Niedrigwassermanagements zusätzlich durchgeführten Untersuchungen an ausgewählten, repräsentativen Probenahmestellen zu Beginn und Ende des Jahres 2019 fanden bei der hier vorliegenden Auswertung ebenfalls Berücksichtigung (siehe Kapitel 8). Darüber hinaus erfolgte eine wöchentliche Be-
probung der Ruhr an der Entnahmestelle in Essen-Rellinghausen. Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse durchgeführter Analysen auf organische Substanzen, deren Gehalte sich im Spurenbereich bewegen, vorgestellt. Eine Auswahl der insgesamt mehr als 440 organischen Substanzen, auf welche die Wasserproben untersucht wurden, ist in Tabelle 7.1 dargestellt. Das Substanzspektrum umfasst beispielsweise Pharmaka, Komplexbildner, Pestizide, hormonell wirksame Substanzen, Flammschutzmittel und Weichmacher. Der Analysenumfang richtet sich u. a. 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 zum Beispiel der gesundheitliche Orientierungswert (GOW) und der Orientierungswert (OW), verwendet, die zwar teilweise für Trinkwasser gelten, hier aber für Oberflächengewässer herangezogen werden (siehe Kapitel 2).

Pharmaka, Diagnostika und deren Metabolite

Arzneimittel sind in der modernen Humanmedizin unverzichtbar und finden auch in der kommerziellen Tierhaltung breite Anwendung. Sie helfen Krankheiten zu heilen und zu diagnostizieren sowie Symptome, wie beispielsweise Schmerzen, zu lindern und darüber hinaus Krankheiten vorzubeugen. Die eingesetzten Wirkstoffe, u. a. Schmerzmittel, Blutdruckmittel, Antibiotika und Diagnostika, wie zum Beispiel Röntgenkontrastmittel, gehören zu den humantoxikologisch am besten untersuchten Substanzen. Die ökotoxikologischen Folgen der zum Teil vergleichsweise geringen Konzentrationen der Stoffe bzw. ihrer Metabolite in Gewässern sind jedoch weitgehend unerforscht. Um Effekte 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 Oberflächengewässer. Arzneimittel aus der intensiven Tierhaltung erreichen meist mit Gülle und Mist landwirtschaftliche Flächen und werden bei Regenereignissen in Gewässer gespült, ohne dass die Möglichkeit besteht, diese zurückzuhalten.

In Deutschland wurden im Jahr 2012 etwa 8.100 t Wirkstoffe mit einer potenziellen Umwelrelevanz zur Behandlung von Menschen eingesetzt. Die Zahl der insgesamt verabreichten Substanzen betrug etwa 2.300, von denen etwa 150 in Oberflächengewässern als nachgewiesen gelten [7.6]. Unter den Wirkstoffen dominieren einige wenige. So entfielen zwei Drittel dieser Menge auf nur 16 verschiedene Wirkstoffe. 40 % der Gesamtmenge wiederum wurden allein durch drei Vertreter bestritten, nämlich von dem Antidiabetikum Metformin, dem Schmerz- und Rheumamittel Ibuprofen sowie dem Schmerzmittel Metamizol [7.7].

Zurzeit erfolgt im Kooperationslabor die Analyse von mehr als 100 Arzneimittelsubstanzen und -metaboliten, die im Jahr 2019 in über 220 Proben der Ruhr bestimmt wurden. Anforderungen an die Konzentration von Arzneimittelwirkstoffen in Oberflächengewässern sind bisher nicht Bestandteil der OGewV oder der EG-WRRL. Allerdings existieren für einige im Ruhreinzugsgebiet relevante Diagnostika, Arzneimittelwirkstoffe und -metabolite gesetzlich nicht verbindliche OW, 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 (siehe Kapitel 2).

-
- [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. In: Hintergrundpapier, Umweltbundesamt, April 2014
 - [7.6] <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/arzneimittel/arzneimittel-umwelt>, Zugriff 03. April 2020
 - [7.7] Arzneimittelrückstände in Trinkwasser und Gewässern. In: Drucksache 19/16430, Deutscher Bundestag, Januar 2020

Tabelle 7.1: Ausgewählte organische Einzelverbindungen des Untersuchungsprogramms für das Jahr 2019
 Table 7.1: Selected organic compounds of the investigation program 2019

Röntgenkontrastmittel	Antibiotika	Fenoprop	PAK
Amidotrizoensäure ³	Azithromycin ³	Fenoxaprop	Acenaphthen ⁴
Iohexol	Ciprofloxacin	Fenpropimorph ²	Acenaphthylen
Iopamidol ³	Clarithromycin ⁴	Fipronil	Anthracen ^{1,2}
Iopromid	Clindamycin ⁴	Flufenacet ^{2,3}	Benzo[a]anthracen ⁴
Ioversol	Erythromycin, dh-Erythromycin	Fluroxypyr	Benzo[a]pyren ^{1,2}
Iomeprol	Piperacillin	Flurtamon ^{2,3}	Benzo[b]fluoranthen ^{1,2,4}
Ioxithalaminsäure	Roxythromycin	Haloxypol	Benzo[g,h,i]perylene ^{1,2}
Medikamente und ihre Metabolite	Sulfadiazin	HCH (α -, β -, δ -, ϵ - und γ -) ^{1,2}	Benzo[k]fluoranthen ^{1,2,4}
10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin	Sulfamethoxazol ⁴	Heptachlor, Heptachlorepoxyd ^{1,2}	Chrysen
4-Acetamidoantipyrin	Sulfapyridin	Hexachlorbenzol	Fluoranthen ^{1,2}
4-Aminophenazon	Trimethoprim	Hexachlorbutadien	Fluoren ⁴
4-Formylaminoantipyrin	Süßstoffe	Hexazinon ²	Indeno[1,2,3-cd]pyren ^{1,2,4}
Acetyl-Sulfametaxazol	Acesulfam	Imazalil	Naphthalin ^{1,2}
Amisulprid	Cyclamat	Imidacloprid ²	Phenanthren ²
Atenolol	Saccharin	Ioxynil ⁴	Pyren ⁴
Bezafibrat	Sucralose	Isoproturon ^{1,2}	Flammschutzmittel, Weichmacher
Bisoprolol	Synthetische Komplexbildner	Linuron ²	BDE 28, 47, 99, 100, 153, 154 ^{1,2} , 183
Buflomedil	DTPA	MCPA ²	Hexabromcyclododecan (HBCD) ²
Candesartan ³	EDTA ⁴	MCPB ⁴	2,4,6-Tribromphenol
Carbamazepin ^{3,4}	NTA ⁴	Mecoprop (MCP) ²	PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180 ² , 194
Carbamazepinepoxid	MGDA	Mesotrin	Tributylphosphat (TBP) ⁴
Clenbuterol	Pestizide und ihre Metabolite	Metalaxyl ³	Triethylphosphat (TEP)
Clofibrinsäure ⁴	2,4,5-T ⁴	Metazachlor ^{2,3}	Triphenylphosphat (TPP) ⁴
Desmethyltramadol	2,4,5-TP	Metazachlor ESA	Tripropylphosphat
Diazepam	2,4-D ²	Methabenzthiazuron ²	Tris(butoxyethyl)phosphat (TBEP)
Diclofenac ^{3,4}	2,4-DB	Methiocarb	Tris(chlorethyl)phosphat (TCEP) ⁴
Fenoprofen	2,4-DP (Dichlorprop)	Methoxychlor	Tris(chlorisopropyl)phosphat (TCPP) ³
Gabapentin ³	Acetamidrid	Methyldesphenylchloridazon	Tris(dichlorisopropyl)phosphat (TDCP)
Gabapentin-Lactam ³	Aclonifen ^{1,2}	Metolachlor ^{2,3}	Tritolylphosphat
Gemfibrozil	Alachlor ^{1,2}	Metolachlor CGA 37735	Diethylphthalat
Guanylarnstoff ³	alpha-, beta-Endosulfan	Metolachlor CGA 50267	Dimethylphthalat
Hydrochlorothiazid	Atrazin, Simazin ^{1,2}	Metolachlor ESA	Butylbenzylphthalat ⁴
Hydroxydiclofenac	Azinphos-methyl, -ethyl ²	Metoxuron ⁴	Bis(2-ethylhexyl)phthalat ^{1,2}
Hydroxymetoprolol	Azoxystrobin ³	Metribuzin ²	Di(2-ethylhexyl)adipat
Ibuprofen ^{3,4}	Bentazon ²	Mirex	2-Ethylhexyl-4-methoxycinnamat
Indoprofen	Bifenox ^{1,2}	Monolinuron ²	Bisphenol A ⁴
Irbesartan	Boscalid	Nicosulfuron ²	Bisphenol F
Ketoprofen	Bromacil ²	Nitenpyram	Tetrabrombisphenol A
Lamotrigin ³	Bromocyclen ⁴	Phenmedipham ⁴	Alkylphenole, -ethoxylate
Metformin ³	Bromoxynil ²	Pirimicarb ²	Nonylphenol ^{1,2}
Metoprolol ⁴	Carbendazim ²	Prometryn ²	4-tert-Octylphenol ^{1,2}
Nadolol	Carbetamid	Propazin ⁴	4-OP-1-EO
Naproxen	Carfentrazon-ethyl	Propiconazol ²	4-NP-1-EO
N-Desethylvaridenafil	Carflutrazon-ethyl	Prosulfocarb	4-OP-2-EO
N-Desmethylsildenafil	Chlorfenvinphos ^{1,2}	Quinmerac ³	4-NP-2-EO
Oxazepam	Chloridazon ^{2,3}	Quinoxifen ^{1,2}	Perfluorierte Verbindungen
Oxipurinol ³	Chloroxuron ⁴	Sebuthylazin	Perfluorbutansäure (PFBA)
Paracetamol	Chlorpropham	Sulcotrin ²	Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)
Phenazon ^{3,4}	Chlorpyrifos-ethyl ^{1,2}	Tebuconazol ⁴	Perfluordecansäure (g-PFDA) ³
Phenylethylmalonamid	Chlorthalonil ³	Terbutylazin ²	Perfluorheptansäure (g-PFHpa) ³
Pregabalin	Chlortoluron ²	Terbutryn ^{1,2}	Perfluorhexansäure (g-PFHxA)
Primidon ³	Clodinafop	Thiacloprid ³	Perfluorhexansulfonsäure (g-PFHxS)
Propranolol	Clopyralid	Thiamethoxam	Perfluorononansäure (g-PFNA)
Propyphenazon ³	Clothianidin	Trifluralin ^{1,2}	Perfluorooctansäure (g-PFOA)
Ramipril	Cyanazin ⁴	Leichtfl. org. Stoffe, VOC	Perfluorooctansulfonsäure (g-PFOS) ^{1,2}
Ritalinsäure	Cybutryn ^{1,2}	1,1,1-Trichlorethan ⁴	Perfluorpentansäure (PFPeA) ³
Salbutamol	Cyclodien Pestizide ²	1,2-Dichlorethan ^{1,2}	1H,1H,2H,2H-PFOS (H4PFOS) ³
Sildenafil	Desethyl-, Desisopropylatrazin	Benzol ^{1,2}	Benzotriazole
Sotalol	Desethylterbutylazin	Chlorbenzol ²	1H-Benzotriazol ³
Sulfamethoxazol, -Glucoronid	Desmedipham	Dichlormethan ^{1,2}	4-Methyl-1H-Benzotriazol
Sulpirid	Desphenylchloridazon	Ethylbenzol ⁴	5-Methyl-1H-Benzotriazol
Tadalafil	Diazinon ²	Hexachlorbutadien ^{1,2}	Moschus-Duftstoffe
Telmisartan	Dichlorvos ^{1,2}	Isopropylbenzol ⁴	Galaxolide ⁴
Temazepam	Dicofol ²	o-, m/p-Xylol ⁴	Tonalide ⁴
Timolol	Diflufenican ²	Tetrachlorethen ²	Weitere org. Spurenstoffe
Tolbutamid	Dimethylsulfamid	Tetrachlormethan ²	Anilin ²
Tolfenaminsäure	Dimoxystrobin ²	Trichlormethan (Chloroform) ^{1,2}	Chlornitrobenzole ^{2,4}
Tramadol	Dinoterb	Steroidhormone	Melamin
Valsartan ³	Diuron ^{1,2,4}	Estron	Nitrobenzol ²
Valsartansäure ³	Epoxiconazol ²	17-beta-Estradiol ⁴	TMDD
Vardenafil	Ethidimuron	17-alpha-Ethinylestradiol ⁴	TOSU ³
Venlafaxin	Ethofumesat ⁴	Testosteron	Triclosan ^{2,4}

¹ prioritärer Stoff der EG-WRRL

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

³ Substanz besitzt einen GOW

⁴ Substanz besitzt einen OW

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 [7.8]. Aufgrund ihrer Struktur und damit einhergehender durchaus beabsichtigter Eigenschaften werden sie kurz nach 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 [7.9].

Die Ruhr wurde im Berichtszeitraum auf insgesamt sieben iodierete RKM untersucht. Ohne jegliche Befunde oberhalb ihrer Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/l blieb die **loxithalaminsäure**. Das RKM **loversol** ist mit vereinzelt Befunden oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,05 µg/l in der Ruhr zu finden. Die jeweiligen Jahresmittelwerte an den verschiedenen Probenahmestellen überschritten die Bestimmungsgrenze allerdings nur an zwei Probenahmestellen geringfügig. Relevante Befunde im Längsverlauf der Ruhr ließen sich für **lopamidol** in den letzten beiden Jahren erst ab der achten Probenahmestelle bei Ruhr-km 95,15 beobachten. Interessanterweise war der Verlauf der Konzentrationen im Fließweg bis zum Jahr 2017 anders. Bis dahin waren nennenswerte Befunde dieses Diagnostikums, wie für einen abwasserbürtigen Stoff zu erwarten, auch in der

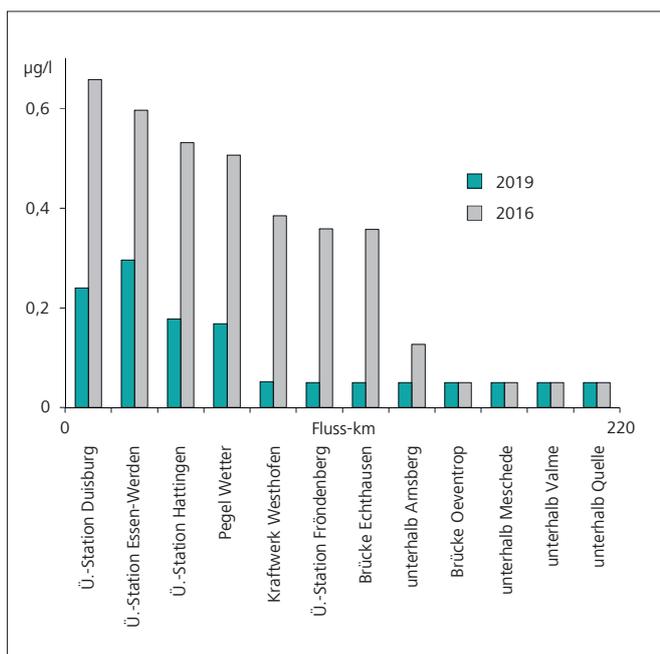


Bild 7.1: Vergleich der mittleren Konzentrationen von Iopamidol im Ruhrfließweg der Jahre 2016 und 2019 (Bestimmungsgrenze 0,05 µg/l)

Fig. 7.1: Comparison of mean concentrations of Iopamidol along the Ruhr in 2016 and 2019 (limit of quantification 0.05 µg/l)

oberen und mittleren Ruhr zu finden. Bild 7.1 zeigt dies recht anschaulich anhand des Vergleichs der Daten der Jahre 2016 und 2019. Für die Substanzen **lomeprol** und **lopromid** waren 2019 signifikante Konzentrationen bereits ab Fluss-km 142,25 in Höhe Arnsberg festzustellen. Ihre maximale Konzentration erreichten die zwei Vertreter jeweils an der Probenahmestelle Essen-Werden im Bereich der unteren Ruhr. Iopamidol wies dort einen Jahresmittelwert von 0,30 µg/l auf, Iopromid einen Wert von 0,29 µg/l und lomeprol kam auf 0,74 µg/l. Die Konzentrationen von **Amidotrizoesäure** und **Iohexol** nahmen bis zur Probenahmestelle Essen-Werden sukzessive zu und erreichten an dieser Stelle Werte von 0,36 und 0,74 µg/l. Die mittleren Konzentrationen für Amidotrizoesäure und Iopamidol unterschritten an allen Probenahmestellen der Ruhr den jeweils geltenden GOW von 1 µg/l.

Unter den in der Ruhr untersuchten Röntgenkontrastmitteln ist lomeprol die Substanz mit der höchsten Jahresfracht an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen. Ermittelt wurde die Fracht durch die an dieser Stelle gemessene Konzentration unter Verrechnung mit dem korrespondierenden Tagesmittelwert des Abflusses der Ruhr am Pegel Hattingen. Der Wert von 0,89 t/a für lomeprol ist mit denen der drei Vorjahre vergleichbar, die Fracht von Iohexol nahm hingegen leicht auf 0,46 t/a zu. Damit einher ging auch der Anstieg der Jahresdurchschnittskonzentration, ein Umstand der seit 2013 zu beobachten ist. Dagegen ist bezüglich der Jahresfrachten von Iopromid, Amidotrizoesäure und Iopamidol ein Rückgang festzustellen. Fracht und zugehörige Konzentration von Iopamidol in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen sind zudem die niedrigsten seit Messbeginn im Jahre 2010 festgestellten, sie betragen 0,18 t/a bzw. 0,16 µg/l. Dieser Rückgang ist auch auf die ausgebliebenen Einträge in der oberen und mittleren Ruhr zurückzuführen. Die Summe der Fracht der fünf mit relevanten Gehalten in der Ruhr nachzuweisenden RKM nahm auch im vierten Jahr in Folge geringfügig ab.

Metformin wird zur Behandlung von Diabetes Typ 2 eingesetzt und war im Jahr 2012 der mit einem Anteil von 20 % am Gesamtmarkt mengenmäßig meist verschriebene Wirkstoff in Deutschland. Noch im Jahr 1999 betrug der Anteil lediglich 7 % [7.10]. Der Verbrauch von Antidiabetika lag 2018 bei insgesamt 2,23 Mrd. Tagesdosen (DDD = Defined Daily Dose), was nahezu einer Verdopplung seit dem Jahr 1996 entspricht. Jedem Versicherten der Gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) wurden im Mittel fast 31 DDD verordnet. Werden die im Bereich der GKV, denen ca. 90 % der deutschen Bevölkerung angehören, verordneten 610 Mio. DDD mit der Masse der Tagesdosis (2 g) multipliziert, so ergibt sich eine jährliche Verschreibungsmenge von rund 1.200 t.

[7.8] https://www.kompetenz-wasser.de/wp-content/uploads/2017/05/abschlussbericht_rkm-p2.pdf, Zugriff 02. April 2020

[7.9] Vietoris, F. et al: Mikroschadstoffe in Gewässern. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser, März 2016

[7.10] <https://www.arzneimittel-atlas.de/arzneimittel/a10-antidiabetika/verbrauch/>, Zugriff 20. Februar 2020

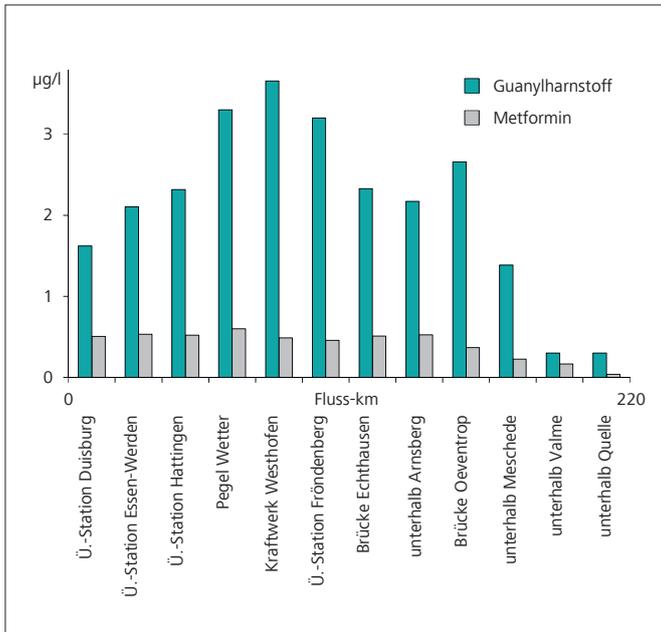


Bild 7.2: Mittlere Konzentrationen von Metformin (Bestimmungsgrenze 0,03 µg/l) und Guanylurea (Bestimmungsgrenze 0,3 µg/l) im Ruhrlängsverlauf

Fig. 7.2: Mean concentrations of Metformin (limit of quantification 0,03 µg/l) and Guanylurea (limit of quantification 0,3 µg/l) along the river Ruhr

Aufgrund der hohen Verschreibungsmenge fand sich Metformin in der Ruhr ab der zweiten Probenahmestelle im Fließverlauf in allen untersuchten Proben in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,03 µg/l. Bereits im Bereich der oberen Ruhr bei Fluss-km 142,25 stieg die Konzentration rasch auf über 0,5 µg/l an. Dieser Wert gilt in Näherung für alle weiteren Probenahmestellen der mittleren und unteren Ruhr. Dies ist bemerkenswert vor dem Hintergrund, dass der Abwasseranteil der Ruhr im weiteren Fließverlauf ansteigt. Die maximale mittlere Konzentration wurde im Bereich der unteren Ruhr am Pegel Wetter mit 0,60 µg/l registriert. 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 [7.11].

Der Hauptmetabolit von Metformin beim Abbau in kommunalen Kläranlagen ist **Guanylurea**, welcher nach Erkenntnissen des Umweltbundesamtes (UBA) von geringer akuter Humantoxizität ist [7.12].

Während sich für die Messstelle Essen-Rellinghausen ein Mittelwert von 2,5 µg/l ergab, lag die im Längsverlauf höchste Durchschnittskonzentration mit 3,7 µg/l an der Probenahmestelle Kraftwerk Westhofen im Bereich der mittleren Ruhr. Bis zur Mündung der Ruhr bei Duisburg halbierte sich die durchschnittliche Konzentration und betrug dort 1,6 µg/l (Bild 7.2). Eigentlich ist bei Metaboliten, die durch gereinigtes Abwasser

in die Ruhr gelangen, im Fließverlauf mit steigendem Abwasseranteil eine Erhöhung der Konzentration zu erwarten. Die gegenteilige Beobachtung für Guanylurea könnte auf einen Abbau im Gewässer hindeuten. Unter den regelmäßig bestimmten Spurenstoffen ist Guanylurea mit 3,8 t/a derjenige mit der höchsten Jahresfracht im Betrachtungszeitraum (Bild 7.3).

Oxipurinol, selbst kein Arzneimittel, ist der sogenannte aktive Metabolit des verbreiteten Gichtmittels Allopurinol. Die Substanz wird erst nach der Einnahme durch das Enzym Xanthinoxidase im menschlichen Körper gebildet. Oxipurinol hemmt das genannte Enzym und verhindert so die Synthese von Harnsäure [7.13].

In der Ruhr konnte Oxipurinol ab der Probenahmestelle unterhalb Meschede bei Fluss-km 175,32 in nahezu allen untersuchten Proben oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,05 µg/l nachgewiesen werden. Die mittleren Konzentrationen im Fließverlauf stiegen bis kurz vor der Mündung gleichmäßig an und erreichten mit einem Jahresmittelwert von 1,7 µg/l ihr Maximum bei Essen-Werden (Bild 7.4). Damit ist der GOW von 0,3 µg/l dort und an vielen anderen Probenahmestellen der Ruhr deutlich überschritten. An der Dauermessstelle Essen-Rellinghausen konnte mit 1,5 µg/l eine geringere mittlere Durchschnittskonzentration als im Vorjahr ermittelt werden. Auch die Jahresfracht an dieser Stelle war das zweite Jahr in Folge rückläufig. Oxipurinol zählt mit 1,5 t/a zu den Stoffen, die auch im Jahr 2019 eine hohe Fracht in der Ruhr aufwies (Bild 7.3). Auch in vielen anderen deutschen Oberflächengewässern mit hohem Anteil an gereinigtem Abwasser wurde Oxipurinol nachgewiesen. Die Konzentrationen lagen zwischen 0,09 und 22,6 µg/l [7.14].

Das Schmerzmittel Metamizol war vor mehr als 100 Jahren eines der ersten Medikamente, das ohne ein Naturstoffvorbild zu besitzen synthetisiert und eingesetzt wurde. Die Verordnungsmengen zeigen eine kontinuierliche Zunahme von metamizolhaltigen Medikamenten, obwohl sich die Indikation des zwar rezeptpflichtigen, aber damit gleichzeitig erstattungsfähigen Medikaments nur auf die Behandlung starker Schmerzen beschränkt [7.15]. Trotz dieser Einschränkung nahm Metamizol im Jahr 2016 unter den Analgetika mit 208 Mio. verordneten Tagesdosen, im Jahr 2007 waren es lediglich 87 Mio., innerhalb der GKV den ersten Platz ein [7.16]. Wird die Anzahl der rezeptierten DDD mit der zugehörigen Dosis, laut WHO 3 g, multipliziert, ergeben sich rund 620 t in Deutschland nur aus dem Bereich der GKV. Der Wirkstoff Metamizol ist ein sogenanntes Prodrug und wird auf unterschiedlichen Wegen, je nach Applikation, im Organismus zu verschiedenen Metaboliten umgesetzt. Die Substanz hydrolysiert im Organismus vollständig zum therapeutisch wirksamen 4-Methylaminoantipyrin. Dieser Metabolit wird nachfolgend hauptsächlich zu **4-Formylaminoantipyrin (FAA)** und 4-Aminoantipyrin transformiert, welches wiederum teilweise zu **4-Acetaminoantipyrin (AAA)** umgesetzt wird [7.17]. Die Metabolite FAA und AAA konnten im Längsverlauf der Ruhr be-

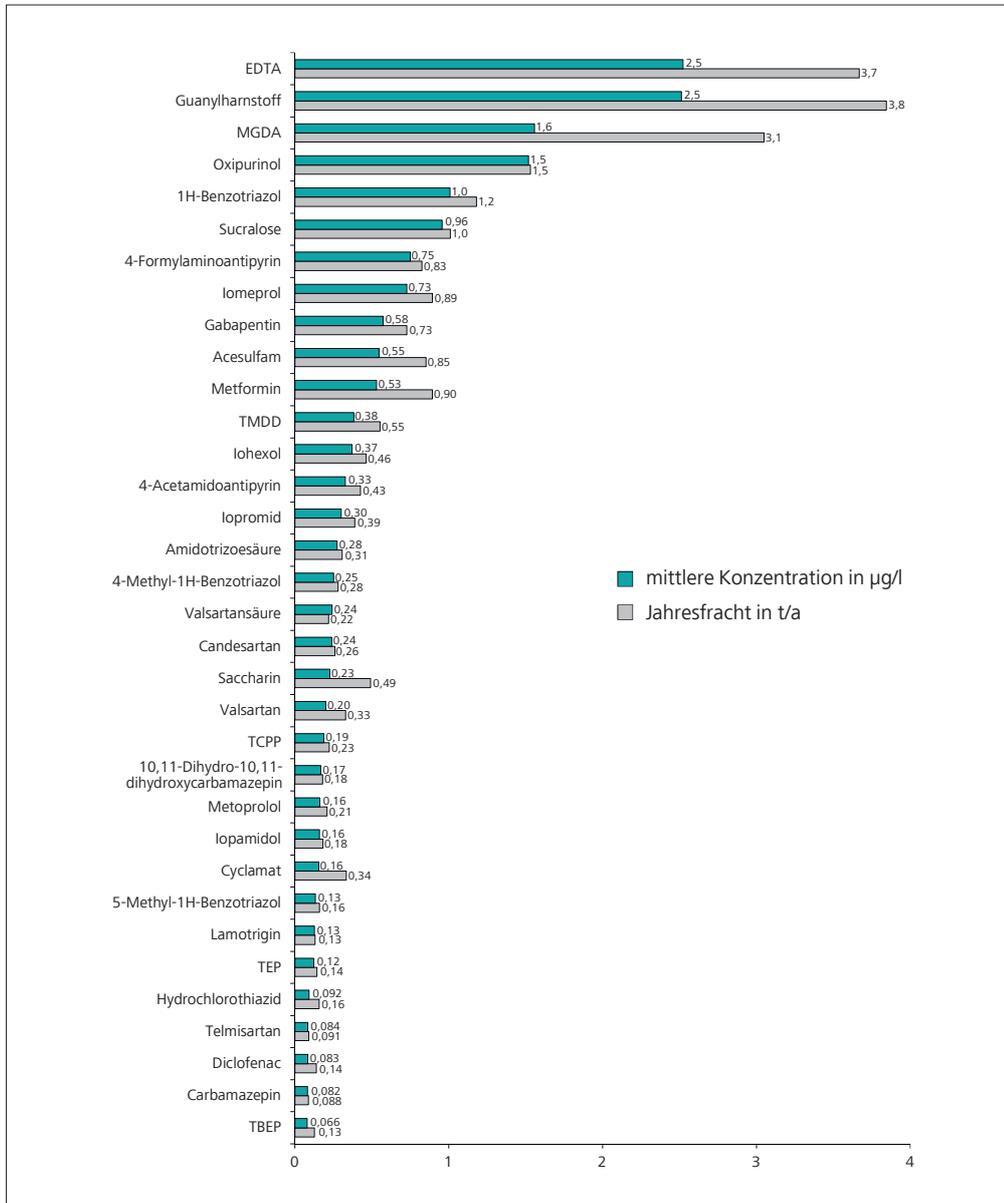


Bild 7.3: Ausgewählte organische Spurenstoffe mit ihren Jahresfrachten und mittleren Konzentrationen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Jahr 2019

Fig. 7.3: Selected organic trace substances with their annual loads and mean concentrations in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen 2019

reits ab der zweiten Probenahmestelle nahezu in allen Proben oberhalb ihrer Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l nachgewiesen werden. Die mittleren Konzentrationen der Substanzen nahmen im Fließverlauf der Ruhr, dem zunehmenden Anteil an gereinigtem Abwasser folgend, zu. Die jeweiligen Maxima fanden sich wie im Vorjahr an der Probenahmestelle Essen-Werden. Während die Konzentration von AAA mit 0,35 µg/l exakt der des Vorjahres entsprach, war die von FAA etwas geringer und betrug 0,83 µg/l. Der GOW von 0,3 µg/l für FAA wird an vielen Probenahmestellen in der Ruhr überschritten. Dieser Umstand ist bei einer Reihe von Flüssen in NRW, wie Erft, Wupper, Sieg, Lippe und Ems, ebenfalls zu beobachten [7.11]. An der etwa fünfzigmal im Jahr untersuchten Probenahmestelle Essen-Rellinghausen war gegenüber dem Vorjahr zwar ein leichtes Anwachsen sowohl der mittleren Konzentration als

[7.11] <http://luadb.lids.nrw.de/LUA/hygon/pegel.php>, Zugr. 3. April 2020
 [7.12] Kümmerer, K., Schuster, A., Längin, A., Happel, O., Thoma, A., Schneider, K., Hassauer, M., Gärtner, S., Hafner, C.: Identifizierung und Bewertung ausgewählter Arzneimittel und ihrer Metaboliten (Ab- und Umbauprodukte) im Wasserkreislauf. In: Texte 46/2011, Umweltbundesamt, Ausgabe August 2011
 [7.13] Rathod, D. M., Patel, K. R., Mistri, H. N., Jangid, A. G., Shrivastav, P. S., Sanyal, M.: Simultaneous analysis of allopurinol and oxypurinol using a validated liquid chromatography-tandem mass spectrometry method in human plasma. In: Journal of Pharmaceutical Analysis, 2017, 7, S. 56 - 62
 [7.14] Funke, J., Prasse, C., Eversloh, C. L., Ternes, T. A.: Oxypurinol – A novel marker for wastewater contamination of the aquatic environment. In: Water Research 2015, 74, S. 257 - 265
 [7.15] <https://www.deutsche-apotheker-zeitung.de/daz-az/2018/daz-2-2018/wie-gefaehrlich-ist-metamizol>, Zugriff 26. Februar 2020
 [7.16] <https://www.arzneimittel-atlas.de/arzneimittel/n02-analgetika/top-10/>, Zugriff 26. Februar 2020
 [7.17] Reinhardt, N., Jantos, R., Sinning, C., Imming, P.: Metamizol – Renaissance eines Analgetikums. In: Pharmazeutische Zeitung, 2006, 32

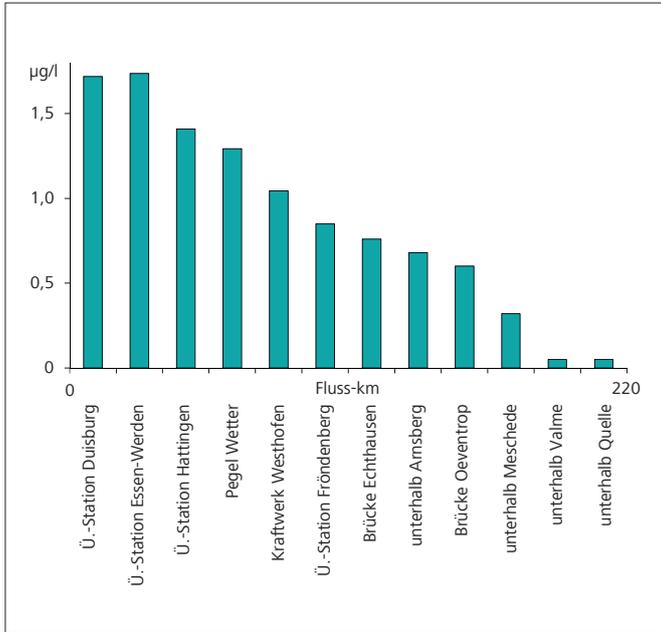


Bild 7.4: Mittlere Konzentration von Oxipurinol (Bestimmungsgrenze 0,05 µg/l) im Ruhrlängsverlauf
 Fig. 7.4: Mean concentrations of Oxipurinol (limit of quantification 0,05 µg/l) along the river Ruhr

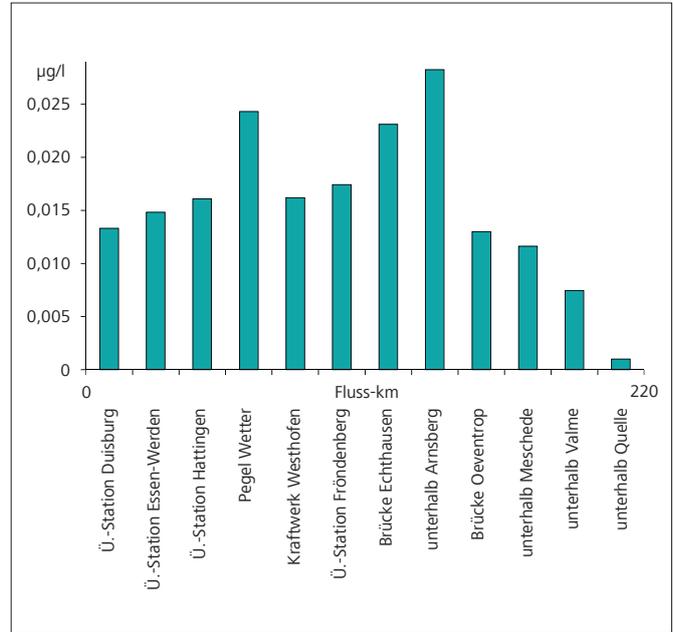


Bild 7.5: Mittlere Konzentration von Ibuprofen (Bestimmungsgrenze 0,001 µg/l) im Ruhrlängsverlauf
 Fig. 7.5: Mean concentrations of Ibuprofen (limit of quantification 0,001 µg/l) along the river Ruhr

auch der Jahresfracht zu beobachten. Allerdings kann trotz der seit Jahren steigenden Verschreibungsmengen ein entsprechender Trend bei den mittleren Konzentrationen bzw. Frachten nicht beobachtet werden, jene von AAA bewegen sich um 0,3 µg/l bzw. 0,5 t/a, die von FAA um 0,7 µg/l bzw. 0,9 t/a.

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 [7.18]. An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen konnte im Jahr 2019 für Tramadol eine mittlere Konzentration von 0,043 µg/l und für dessen Metaboliten Desmethyltramadol von 0,019 µg/l ermittelt werden.

Diclofenac, ein Nicht-Opioid-Analgetika, ist auch rezeptfrei in der Apotheke zu erwerben und wird zusätzlich als Entzündungshemmer in der Rheumatherapie verschrieben. Der Verbrauch in Deutschland liegt bei etwa 85 t im Jahr. Im Rahmen der umweltpolitischen Diskussion ist derzeit die Festlegung einer JD-UQN von 0,05 µg/l für Diclofenac in der Diskussion, welche dem gegenwärtigen, gesetzlich nicht verbindlichen Orientierungswert entspräche [7.19]. Die PNEC für Diclofenac liegt bei 0,05 µg/l und wurde im Jahr 2016 an 21 der 24 deutschen Messstellen zur Überwachung der Stoffe der EU Watch List überschritten [7.20].

Die höchste mittlere Diclofenac-Konzentration von 0,11 µg/l war bereits im Bereich der mittleren Ruhr am Kraftwerk West-

hofen bei Fluss-km 95,15 festzustellen. Im weiteren Fließverlauf sank die Konzentration wieder und erreichte an der Mündung bei Duisburg einen Mittelwert von 0,075 µg/l. Insgesamt ist an fast allen Probenahmestellen der Ruhr eine Überschreitung des aktuell angewendeten, gesetzlich nicht verbindlichen OW festzustellen.

Das ebenfalls zur Gruppe der Analgetika gehörende **Ibuprofen** wurde in der Ruhr in geringeren Konzentrationen als Diclofenac bestimmt. Es fand sich ab Fluss-km 160,72 in allen untersuchten Proben der Ruhr in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,001 µg/l. Interessant ist der Konzentrationsverlauf über den Fließweg. Anders als bei vielen anderen anthropogenen Substanzen, die wie das Ibuprofen als Humanarzneimittel über das Abwasser ihren Weg in die Ruhr finden, erreichte die Konzentration des Ibuprofens bereits an der Probenahmestelle unterhalb Arnsberg mit 0,028 µg/l im Bereich der oberen Ruhr ihren maximalen Wert. Danach sank die Konzentration langsam, unterbrochen durch einen höheren Gehalt am Pegel Wetter, bis zur Mündung in Duisburg auf 0,013 µg/l (Bild 7.5). Der GOW des UBA von 1,0 µg/l für Ibuprofen konnte in der Ruhr im Jahre 2019 sicher eingehalten werden.

Arzneimittel zur Behandlung von Hypertonie waren im Jahr 2018 mit 15,7 Mrd. DDD die am häufigsten rezeptierten im Bereich der GKV [7.21].

Obwohl **Ramipril** im Jahr 2018 mit 4,2 Mrd. DDD das meist verordnete Hypertonikum darstellte, waren in der Ruhr 2019

so gut wie keine Befunde zu verzeichnen. Gründe hierfür sind die niedrige eingesetzte tägliche Dosis und ein hoher Metabolisierungsgrad nach der Einnahme des Prodrugs im menschlichen Körper [7.22].

Die Wirkstoffklasse der Sartane, die zu den AT1-Antagonisten zählen und deren Vorkommen anhand von sechs Verbindungen seit nunmehr fünf Jahren in der Ruhr überwacht wird, gehört ebenfalls zu den Blutdrucksenkern. In Deutschland sind leicht steigende Verbrauchszahlen dieser Stoffgruppe zu beobachten. Im Jahr 2018 wurden etwa 11 t Candesartan und 61 t Valsartan verschrieben [7.21]. **Candesartan**, dessen Verschreibungsmenge nur etwa ein Fünftel der des Valsartans betrug, konnte in der Ruhr im Jahr 2019 in vergleichbaren Konzentrationen bestimmt werden. Die Konzentration der Substanz nahm im Längsverlauf kontinuierlich zu, um in der unteren Ruhr bei Essen-Werden einen maximalen Jahresmittelwert von 0,27 µg/l zu erreichen. Der GOW von 0,3 µg/l wurde somit eingehalten. Auch die maximale Konzentration an **Valsartan** war 2019 mit 0,19 µg/l bei Essen-Werden zu lokalisieren. Anders als bei Candesartan waren ähnlich hohe Konzentrationen auch bereits in der mittleren Ruhr zu beobachten.

Das Abbauprodukt der genannten Sartane, die **Valsartansäure**, zeigte wie seine Ausgangssubstanzen ein nahezu kontinuierliches Anwachsen der Konzentrationen mit steigendem Abwasseranteil im Fließverlauf der Ruhr. Auch im Bereich der unteren Ruhr, in der seit Untersuchungsbeginn im Jahr 2015 immer Überschreitungen zu verzeichnen waren, lagen die Jahresmittelwerte aller Probenahmestellen im Beobachtungszeitraum erstmals unterhalb des GOW von 0,3 µg/l. Die mittlere Konzentration an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen betrug mit 0,24 µg/l praktisch nur die Hälfte der des Vorjahres. Die zugehörige Fracht halbierte sich ebenfalls nahezu und lag bei 0,22 t/a. Damit zählte der Metabolit allerdings immer noch zu den mengenmäßig relevanten organischen Mikroverunreinigungen in der Ruhr (Bild 7.3).

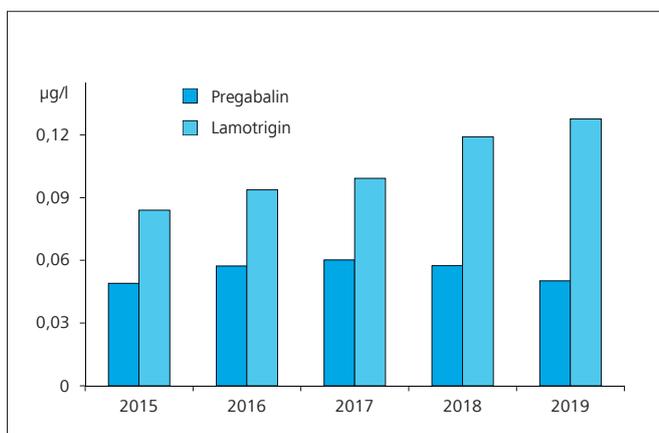


Bild 7.6: Entwicklung der Konzentrationen von Pregabalin und Lamotrigin in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen
 Fig. 7.6: Development of concentrations of Pregabalin and Lamotrigine in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen

Nachdem der Verbrauch von Medikamenten aus der Gruppe der Betablocker im Bereich der GKV im Jahr 2012 sein Maximum erreichte, sind seitdem langsam aber stetig sinkende Verschreibungszahlen zu verzeichnen [7.21]. Unter den Betablockern war im Jahr 2018 **Metoprolol** mit rund 125 t (835 Mio. DDD, 0,15 g Tagesdosis) der mengenmäßig bedeutendste. Die Substanz, eine von sieben im Untersuchungsprogramm vorhandenen Betablockern, ist in der Ruhr nach der Probenahmestelle unterhalb Meschede in nahezu allen untersuchten Proben nachweisbar und erreichte mit 0,17 µg/l ihre maximale Durchschnittskonzentration an der Überwachungsstation Essen-Werden. In den wöchentlich untersuchten Proben der Ruhr in Essen-Rellinghausen war der Durchschnittswert im Jahr 2019 mit 0,16 µg/l geringer als im Vorjahr. Der OW von 8,6 µg/l wird somit sicher eingehalten. Die anderen in der Ruhr untersuchten Betablocker spielen auf Grund der Gehalte nur eine untergeordnete Rolle.

Antiepileptika gehören zu den häufig angewendeten Arzneimitteln. Ihr Verbrauch steigt seit Ende der 1990er Jahre relativ konstant an und hat sich bis heute fast verdreifacht. Der Wirkstoff mit den meisten verschriebenen Tagesdosen ist das **Pregabalin**. Allein von 2016 bis 2018 war ein Zuwachs von etwa 10 % der Verordnungsmenge zu verzeichnen, oder anders ausgedrückt, es wurden etwa 4 t des Wirkstoffs mehr verbraucht [7.23]. Die Substanz unterliegt im menschlichen Organismus so gut wie keiner Metabolisierung [7.22].

Pregabalin konnte im Jahr 2019 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 0,050 µg/l. Ein ansteigender Trend, wie ihn die Verschreibungsmengen vermuten lassen, ist derzeit nicht erkennbar (Bild 7.6).

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 [7.22]. Dennoch bewegen sich die Konzentrationen in der unteren Ruhr auf deutlich höherem Niveau als diejenigen von Pregabalin. Zusätzlich ist in den letzten Jahren eine Zunahme der mittleren Jahreskonzentration an Lamotrigin festzustellen. Die maximale mittlere Konzentration

- [7.18] Vazzana, M., Andreani, T., Fanguero, J., Faggio, C., Silva, C., Santini, A., Garcia, M. L., Silva, A. M., Souto, E. B.: Tramadol hydrochloride: Pharmacokinetics, pharmacodynamics, adverse side effects, co-administration of drugs and new drug delivery systems. In: *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 2015, 70, S. 234 - 238
- [7.19] Final Draft of EQS Datasheet Diclofenac. German Environment Agency, Stand Juni 2018
- [7.20] <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/fluesse/zu-stand/arzneimittelwirkstoffe#diclofenac>, Zugriff 18. März 2020
- [7.21] <http://www.arzneimittel-atlas.de>, Zugriff 02. April 2020
- [7.22] <https://www.gelbe-liste.de/wirkstoffe>, Zugriff 18. März 2020
- [7.23] https://www.whocc.no/atc_ddd_index, Zugriff 28. Februar 2020

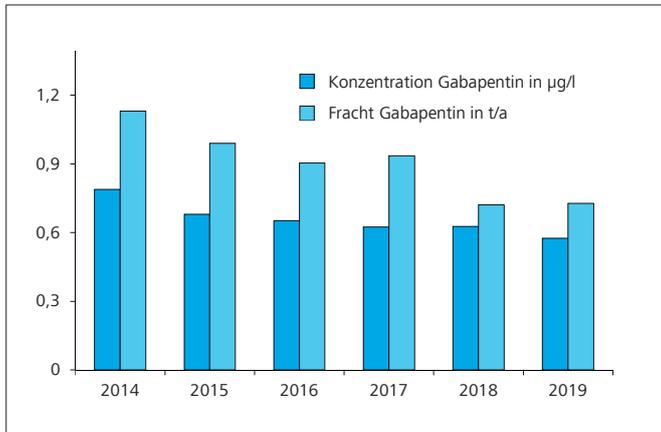


Bild 7.7: Entwicklung der Konzentration und Jahresfracht von Gabapentin in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen
 Fig. 7.7: Development of concentration and annual load of Gabapentin in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen

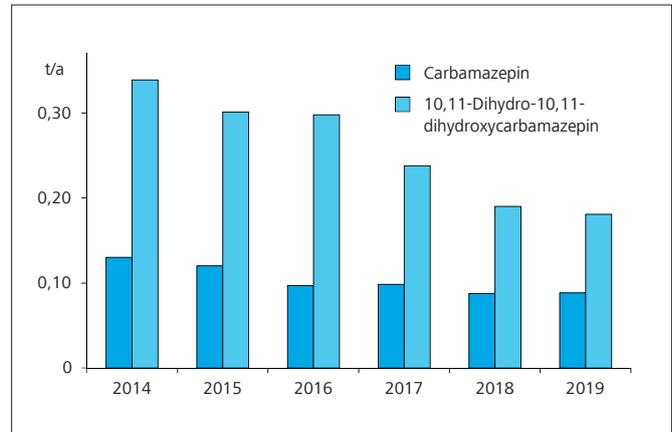


Bild 7.8: Entwicklung der Jahresfrachten von Carbamazepin und 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen
 Fig. 7.8: Development of annual loads of Carbamazepine and 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepine in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen

der Substanz in der Ruhr an der Probenahmestelle Essen-Werden betrug 0,14 µg/l. Daher ist im Fall des Lamotrigin von einer schlechteren Abbaubarkeit in Kläranlagen im Vergleich zum Pregabalin auszugehen.

Der Wirkstoff **Gabapentin** wird nach der Einnahme nahezu unverändert ausgeschieden. Sein Abbau in der Umwelt ist gering [7.24]. Wegen dieser Eigenschaften und der nicht unerheblichen Verschreibungsmenge, im Jahr 2016 waren es etwa 85 t, konnte die Substanz in vielen Proben der Ruhr nachgewiesen werden. An der Probenahmestelle bei Essen-Werden war die höchste mittlere Konzentration des Jahres 2019 zu messen. Sie betrug 0,60 µg/l und war damit deutlich geringer als im Vorjahr. Eine fallende Tendenz ist auch an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen zu verzeichnen. Dies gilt auch für die dort ermittelten Frachten der letzten Jahre (Bild 7.7). Mit 0,73 t/a gehört Gabapentin allerdings immer noch zu den Substanzen mit einer hohen Jahresfracht (Bild 7.3). Der GOW von 1,0 µg/l wurde eingehalten.

Auch das Antiepileptikum **Carbamazepin** wird biologisch weder in Kläranlagen noch im Gewässer signifikant abgebaut, jedoch werden nur etwa 10 bis 20 % der verabreichten Menge unverändert ausgeschieden. Der größte Teil wird zum 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin metabolisiert, welches über die Nieren ausgeschieden wird [7.22].

Die Verschreibungsmenge des Wirkstoffs ist in den letzten Jahren rückläufig. So reduzierte sich die Anzahl der verordneten Tagesdosen von 2016 auf 2018 um vier Mio. auf 33 Mio. Dies spiegelt sich auch bei den für die Probenahmestelle Essen-Rellinghausen erhobenen Frachten der letzten Jahre wider. Seit dem Jahr 2013 ist dort ein abnehmender Trend zu verzeichnen. Betrug die berechnete Jahresfracht 2013 noch 140 kg so lag sie 2019 bei nur noch 88 kg. Ein ähnlicher Trend war bis auf die beiden zurückliegenden Jahre auch für

die korrespondierenden Konzentrationen zu beobachten, allerdings wurde dieser, wahrscheinlich durch den vorliegenden geringen Abfluss, zunächst einmal unterbrochen. Die beschriebene Entwicklung ist auch für den Metaboliten **10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin** gültig. Seine Fracht verringerte sich im Zeitraum von 2014 bis 2019 ebenfalls um über 40 % (Bild 7.8). Die mittlere Konzentration von Carbamazepin in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen betrug im Berichtszeitraum 0,082 µg/l und war damit geringer als im Jahr 2018. Der gesetzlich nicht verbindliche 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.

Antibiotika ist der Sammelbegriff für Wirkstoffe, die zur Behandlung von bakteriellen Infektionskrankheiten eingesetzt werden. Verwendung finden sie in der Human- und Veterinärmedizin. Ein genauer Vergleich der Anwendungsmengen in den beiden Bereichen ist schwierig, da zwar Dokumentationspflichten für den Veterinär-, aber nicht für den Humanbereich bestehen. Eine Abschätzung zeigt, dass beide Bereiche mit jeweils ca. 700 t Gesamtvolumen ungefähr gleichauf liegen [7.25]. Da die Anwendung von Antibiotika zu Resistenzen führen kann, ist es in Deutschland erklärtes Ziel, diese Mengen noch weiter zu senken [7.26].

Die Proben der Ruhr wurden auf 24 Antibiotika untersucht. Befunde konnten für zehn Wirkstoffe festgestellt werden, die mit ihrer Minimal-, Maximal- und Durchschnittskonzentration an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen in Bild 7.9 dargestellt sind. Im Vergleich zum Vorjahr bewegen sich die Werte auf einem ähnlichen Niveau.

Süßstoffe

Künstliche Süßstoffe sind in zahlreichen Lebensmitteln wie Softdrinks, Süßwaren aber auch in zahlreichen Fertiggerichten und anderen Zubereitungen enthalten, um natürliche Zucker zu substituieren. Momentan sind in der EU elf künstliche Süßstoffe in Lebensmitteln zugelassen. Diese Stoffe sind durch internationale Expertengremien gesundheitlich bewertet worden und dürfen, zum Teil unter Einhaltung bestimmter Regeln, Lebensmitteln zugesetzt werden. Bei der gesundheitlichen Bewertung wurden für die einzelnen Stoffe ADI-Werte (Acceptable Daily Intake = akzeptable tägliche Aufnahmemenge) festgelegt. Diese Mengen, abgeleitet aus Tierexperimenten und mit einem Sicherheitsfaktor versehen, können täglich lebenslang aufgenommen werden, ohne dass negative Folgen zu erwarten wären [7.27].

Seit dem Jahr 2012 werden vier Vertreter dieser Süßstoffe, bei denen mit Befunden in Oberflächengewässern aufgrund ihrer Relevanz, sei es wegen ihres Einsatzes oder ihres Metabolismus, zu rechnen ist, regelmäßig in der Ruhr analysiert. Dabei handelt es sich um Acesulfam, Cyclamat, Saccharin und Sucralose. Die Verbindungen werden im menschlichen Organismus nicht oder nur unwesentlich metabolisiert. Ihre Abbaubarkeit in der Abwasserbehandlung ist unterschiedlich. Cyclamat und Saccharin gelten als gut abbaubar, Sucralose hingegen gilt als persistent [7.28]. Lange Zeit galt auch Acesulfam als schwer abbaubar und wurde sogar als Marker für den Eintrag gereinigter häuslicher Abwässer in Oberflächen- und Grundwässer herangezogen. Erst in den letzten Jahren wurden erste Studien

veröffentlicht, die die Adaption einiger Mikroorganismen in Kläranlagen an die Kohlenstoffquelle Acesulfam beschrieben. Dieser Umstand führte in der Elbe im Zeitraum von 2013 bis 2016 zu einer Reduktion der Fracht von über 70 %. Der Abbau scheint temperaturabhängig und damit in den Sommermonaten deutlich effektiver zu sein [7.29].

Bereits in der oberen Ruhr bei Fluss-km 190,81 an der Probenahmestelle unterhalb Valme liegen alle gemessenen Werte des **Cyclamat**, dem zugelassenen Süßstoff mit der geringsten Süßkraft, oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l. Das erste Konzentrationsmaximum von 0,19 µg/l tritt bereits im Bereich der oberen Ruhr unterhalb Arnsberg auf. Im weiteren

- [7.24] Paz, A., Tadmor, G., Malchi, T., Blotevogel, 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
- [7.25] <https://www.wir-sind-tierarzt.de/2017/12/human-oder-tiermedizin-wer-verordnet-mehr-antibiotika/>, Zugriff 06. April 2020
- [7.26] Bundeskabinett: DART 2020 – Deutsche Antibiotika-Resistenzstrategie, Mai 2015
- [7.27] https://www.bfr.bund.de/cm/343/bewertung_von_suessstoffen.pdf, Zugriff 06. März 2020
- [7.28] 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
- [7.29] Kleinsteuber, S., Rohwerder, T., Lohse, U., Seiwert, B., Reemtsma, T.: Sated by a Zero-Calorie Sweetener: Wastewater Bacteria Can Feed on Acesulfame. In: *Frontiers in Microbiology*, 2019, 10, Article 2606

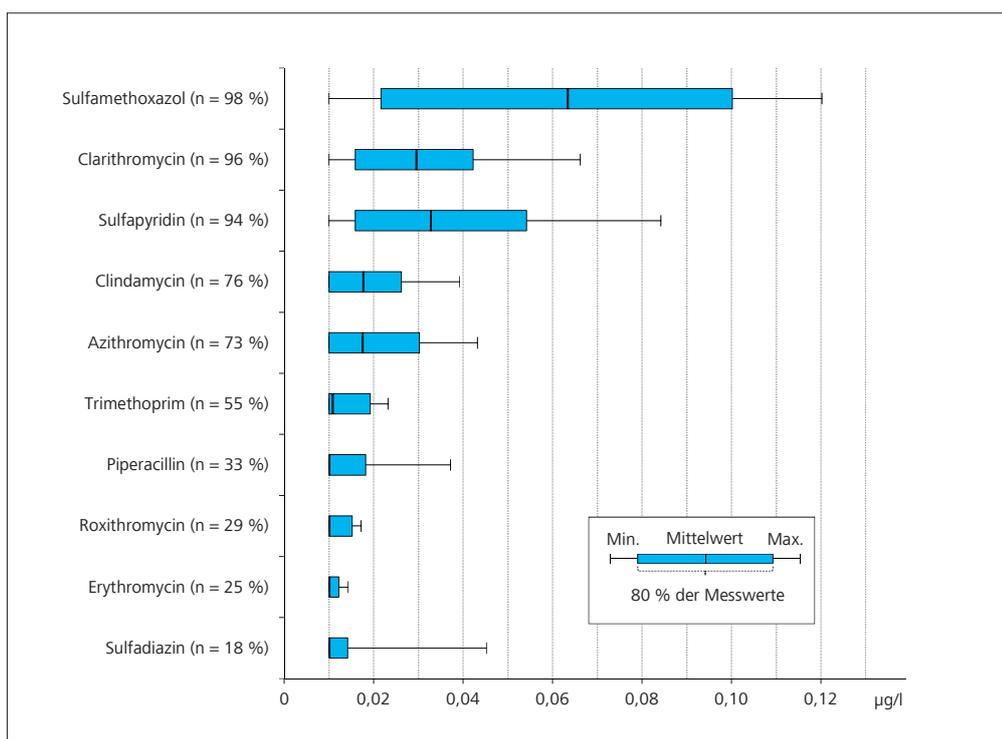


Bild 7.9: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Antibiotika in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde)

Fig. 7.9: Means, minimum and maximum concentrations of selected antibiotics in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings)

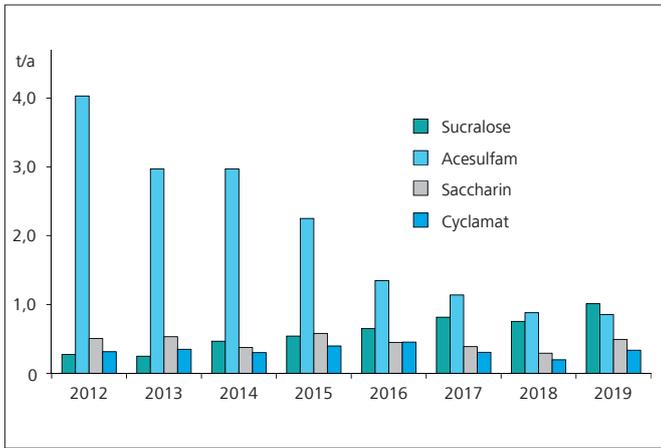


Bild 7.10: Entwicklung der Jahresfrachten von Sucralose, Acesulfam, Saccharin und Cyclamat in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen
 Fig. 7.10: Development of annual loads of Sucralose, Acesulfame, Saccharin and Cyclamate in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen

Fließverlauf wird dieser Wert bei Fluss-km 80,66 erneut erreicht. Mit einer mittleren Konzentration von 0,16 µg/l an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen und einer resultierenden Jahresfracht von 0,34 t, die dem langjährigen Mittelwert entspricht, ist Cyclamat der Süßstoff mit der geringsten transportierten Menge. **Saccharin**, bereits im Jahre 1879 entdeckt, erreicht mit 0,28 µg/l die höchste mittlere Konzentration an der Mündung der Ruhr bei Duisburg. Bei Essen-Rellinghausen betrug die Fracht für das Berichtsjahr 0,49 t. Die Gehalte an **Acesulfam** in der Ruhr sind seit Messbeginn im Jahr 2012 rückläufig. Für das Jahr 2019 konnte bei Essen-Rellinghausen mit 0,55 µg/l die höchste mittlere Konzentration des Süßstoffes ermittelt werden. Im Vorjahr sind an gleicher Stelle noch 0,65 µg/l festgestellt worden. An der Probenahmestelle Essen-Werden erreichte die **Sucralose**, nach relativ kontinuierlichem Anwachsen, ihre maximale mittlere Konzentration im Verlauf der Ruhr. Mit 1,0 µg/l lag der Wert hier doppelt so hoch wie der des Acesulfams. Die oben beschriebene Abnahme der Fracht des Acesulfams in der Elbe für den Zeitraum 2013 bis 2016 ließ sich in der Ruhr mit einer Reduktion um 50 % ebenfalls beobachten. Die Jahresfracht für das Jahr 2019 bei Essen-Rellinghausen betrug mit 0,85 t erstmals seit Messbeginn weniger als die der Sucralose, die mit 1,0 t im Jahr 2019 erstmals den Süßstoff mit der höchsten Jahresfracht darstellte (Bild 7.10). Auch der temperaturbeeinflusste mikrobielle Abbau des Acesulfams kann mit den für die Messstelle Essen-Rellinghausen bestimmten Frachten bestätigt werden. So lagen diese in den Sommermonaten deutlich unter denen der Wintermonate.

Komplexbildner

Komplexbildner sind Bestandteil von Reinigungs- und Waschmitteln und werden auch in privaten Haushalten eingesetzt. In der Industrie finden sie beispielsweise Anwendung in metallverarbeitenden Betrieben bei Reinigungs- oder Produktions-

prozessen sowie zur Maskierung unerwünschter und störender Erdalkali-, Metall- und Schwermetall-Kationen in Betrieben der Zellstoffindustrie.

Zu den in der Ruhr untersuchten synthetischen Komplexbildnern vom Typ der Aminopolycarbonsäuren gehören u. a. **EDTA** (Ethylendiamintetraessigsäure) und **MGDA** (Methylglycindiessigsäure). 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 Anwendung findet [7.30].

EDTA zeigt mit Abbauraten zwischen 2 und 30 % eine schlechte Entfernbarkeit in den Kläranlagen und wird auch mit Pulveraktivkohle nur schwach zurückgehalten [7.31, 7.32]. Signifikante Konzentrationen der oben beschriebenen Komplexbildner waren im Jahr 2019 in der Ruhr lediglich für EDTA, welches seit fast 35 Jahren vom Labor des Ruhrverbands untersucht wird, und für MGDA, einem relativ neuen Vertreter dieser Stoffklasse, das zum Beispiel in Spülmaschinenreinigern verwendet wird, zu verzeichnen. Der starke Komplexbildner MGDA, der auch als Alternative zu EDTA einsetzbar ist, zeichnet sich gegenüber diesem durch die leichte biologische Abbaubarkeit aus. In der Ruhr ließen sich ab Fluss-km 190,81 im Bereich der oberen Ruhr erste Befunde an MGDA feststellen, ab der nächsten Probenahmestelle unterhalb Meschede, auch für EDTA. Beide Komplexbildner hatten ihren höchsten Jahresmittelwert jeweils am Pegel Wetter. Für EDTA konnten dort im Mittel 2,6 µg/l, für MGDA 1,9 µg/l festgestellt werden. An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen wurden im Jahr 2019 mehr als 130 Proben untersucht. In praktisch allen Proben konnten EDTA und MGDA oberhalb ihrer Bestimmungsgrenze von 0,5 µg/l gefunden werden. Die Mittelwerte für EDTA bzw. MGDA betragen 2,5 bzw. 1,6 µg/l, die jährlichen Frachten 3,7 bzw. 3,1 t. Der gesetzlich nicht verbindliche OW in Höhe von 2.200 µg/l wird an allen Probenahmestellen in der Ruhr mit deutlichem Abstand eingehalten.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Belastung der Ruhr mit den hier untersuchten Komplexbildnern in den letzten Jahren und Jahrzehnten stark abgenommen hat. Betrug die jährliche Fracht in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen an EDTA vor 30 Jahren noch annähernd 26 t im Jahr, so stellen die 2019 ermittelten 3,7 t lediglich 15 % der ursprünglichen Menge dar. Nachdem von DTPA noch im Jahr 1999 rund 33 t von der Ruhr transportiert wurden, konnte die Substanz 2019 in keiner der über 360 untersuchten Proben oberhalb der Bestimmungsgrenze von 1 µg/l nachgewiesen werden. Auch die übrigen untersuchten Komplexbildner, wie beispielsweise NTA, beta-ADA oder 1,3-PDTA, für die zum Teil ebenfalls Präventivwert (PW) oder OW gelten, konnten nicht oder lediglich im Bereich ihrer jeweiligen Bestimmungsgrenze detektiert werden.

Pestizide und deren Metabolite

Unter dem Begriff Pestizide werden chemische und biologische Substanzen sowie Produkte zusammengefasst, die ihren Einsatz in der Bekämpfung von schädlichen Pflanzen, Pilzen und Tieren finden. Der ebenfalls geläufige Begriff der Pflanzenschutzmittel (PSM) wird oftmals synonym verwendet. Er beschreibt lediglich eine andere Sichtweise auf den Zweck der verwendeten Verbindungen. In Deutschland sind eine Vielzahl an unterschiedlichen Wirkstoffen und Produkten als PSM zugelassen. Obwohl verschiedenste Abbauprozesse in der Umwelt die als PSM eingesetzten Substanzen metabolisieren, gibt es gesetzlich verbindliche Grenzwerte zumeist nur für die Ausgangsverbindungen. Neben der Kontrolle dieser Grenzwerte werden im Kooperationslabor zur besseren Übersicht über den Einsatz von PSM im Ruhreinzugsgebiet vermehrt auch PSM-Metabolite analysiert. Eine verstärkte Untersuchung von Metaboliten ist auch im Hinblick auf die derzeit im Fokus stehenden Abbauprodukte des Chlorothalonils sinnvoll. Bei der Ausgangssubstanz handelt es sich um ein Fungizid, welches unter anderem im Getreide-, Gemüse- und Weinanbau bis Ende Oktober 2019 verwendet wurde. Ab diesem Zeitpunkt wurde dem Wirkstoff die Zulassung in der EU entzogen. Ursächlich dafür war eine Anfang des Jahres 2018 veröffentlichte Neueinschätzung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit, der European Food Safety Authority (EFSA), die erhebliche Bedenken im Zusammenhang mit der Kontamination des Grundwassers durch die Metabolite von Chlorothalonil äußerte [7.33, 7.34]. Mit der Substanz R182281 wird seit Ende 2019 in der Routineanalytik des Kooperationslabors ein erster

Metabolit des Chlorothalonils untersucht. Methoden, um weitere Metabolite zu bestimmen, befinden sich derzeit noch in der Entwicklung.

Im Jahr 2019 wurde in der Ruhr erneut nur ein geringer Teil der untersuchten Pflanzenschutzmittel und -metabolite oberhalb ihrer jeweiligen Bestimmungsgrenze nachgewiesen. In Bild 7.11 sind diese mit ihren Minimal-, Maximal- und Durchschnittskonzentrationen angegeben. Der neu in die Analytik aufgenommene Metabolit R182281 konnte bisher in keiner der untersuchten Proben oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l nachgewiesen werden.

- [7.30] 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*. In: UBA-FB 3709 65 430, Umweltbundesamt, 2012
- [7.31] Hillenbrand T., Tettenborn F., Menger-Krug E., Marscheider-Weidemann F., Fuchs S., Toshovski S., Kittlaus S., Metzger S., Tjoeng I., Wermter P., Kersting M., Abegglen C.: *Maßnahmen zur Verminderung des Eintrages von Mikroschadstoffen in die Gewässer*. In: Texte 85/2014, Umweltbundesamt (Hrsg.), Ausgabe Januar 2015
- [7.32] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hrsg.): *Spurestoffinventar der Fließgewässer in Baden-Württemberg*, Ausgabe August 2014
- [7.33] Durchführungsverordnung (EU) 2019/677 der Kommission vom 29. April 2019. In: *Amtsblatt der Europäischen Union*, 2019, L 114, S. 15 - 17
- [7.34] https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Fachmeldungen/04_pflanzenschutzmittel/2019/2019_06_19_Fa_Widerruf_Chlorthalonil.html, Zugriff 31. März 2020

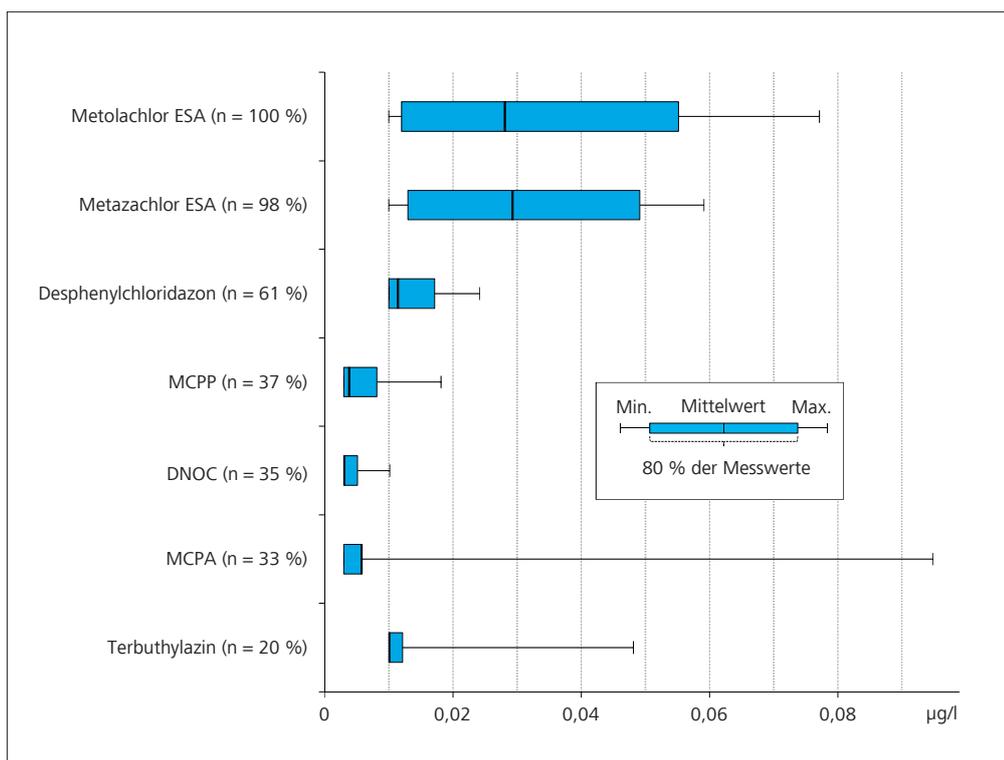


Bild 7.11: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Pestizide und Metabolite in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde)
Fig 7.11: Means, minimum and maximum of selected pesticides and metabolites in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings)

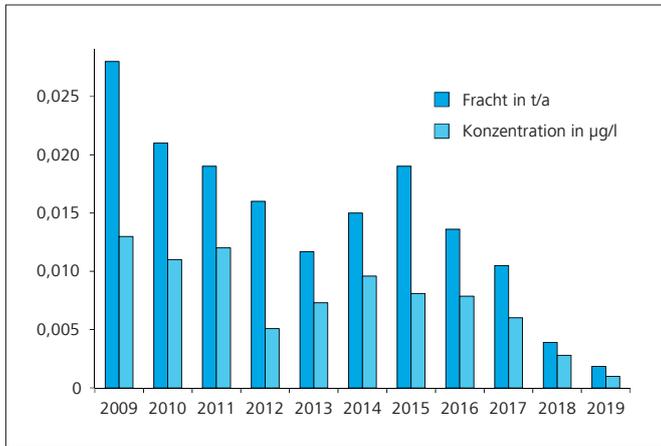


Bild 7.12: Entwicklung der Jahresfracht und Konzentration von Triclosan in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen

Fig. 7.12: Development of annual load and concentration of Triclosan in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen

Triclosan

Triclosan wird in Personal Care Produkten, zur Flächendesinfektion und zur antimikrobiellen Ausrüstung von Textilien verwendet. Als flussgebietsspezifischer Schadstoff ist Triclosan eine zu überwachende Substanz 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 [7.35]. Wie erstmals im Ruhrgütebericht 2015 angedeutet, hat sich die Menge an Triclosan in der Ruhr weiter deutlich verringert. An der Messstelle Essen-Rellinghausen ließ sich Triclosan nur noch in etwa der Hälfte aller 51 untersuchten Proben nachweisen. Die mittlere Konzentration sank dadurch 2019 auf 0,001 µg/l, was weniger als 10 % des Wertes des Jahres 2009 ist (Bild 7.12). Damit werden die JD-UQN sowie die zulässige Höchstkonzentration-UQN (ZHK-UQN) von 0,2 µg/l sicher eingehalten.

Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Die Vertreter der ubiquitär vorkommenden, etwa 10.000 Einzelverbindungen umfassende Gruppe der Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) entstehen hauptsächlich bei der unvollständigen Verbrennung fossiler Brennstoffe und sind überwiegend anthropogenen Ursprungs. Sie gelangen heutzutage hauptsächlich aus meist privaten Kleinf Feuerungsanlagen in die Umwelt. Der Eintrag der PAK, von denen etwa 80 % aus der Atmosphäre stammen, erfolgt überwiegend diffus in die Oberflächengewässer. Ihre umweltchemische Bedeutung ergibt sich aus den karzinogenen, teilweise hormonellen und gentoxischen Eigenschaften dieser Stoffgruppe. 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 [7.36]. Zusätzlich gilt in Deutschland für

Phenanthren eine UQN. Der Ruhrverband bestimmt seit mehr als 20 Jahren regelmäßig die sogenannten 16 EPA-PAK, die im Jahr 1977 von der amerikanischen Umweltbehörde, der United States Environmental Protection Agency (US-EPA), als Leit-substanzen ausgewählt wurden.

PAK sind in niedrigen Konzentrationen über den gesamten Verlauf der Ruhr nachweisbar. Im Jahr 2019 gehörten Pyren, Phenanthren und Fluoranthen zu den PAK mit den höchsten Konzentrationen im Ruhrwasser. Letztgenannte Substanz erreichte mit 0,007 µg/l am Pegel Wetter den höchsten Jahresmittelwert in der Ruhr. Damit wurde die JD-UQN für Fluoranthen von 0,0063 µg/l für den Berichtszeitraum ausschließlich an dieser Probenahmestelle nicht eingehalten. Auch die sehr niedrige JD-UQN in Höhe von 0,00017 µg/l für Benzo[a]pyren wurde an einigen Stellen im Fließverlauf der Ruhr nicht eingehalten. An allen anderen Stellen kann die Einhaltung aufgrund einer Bestimmungsgrenze von 0,001 µg/l nicht nachgewiesen werden. Für die ZHK-UQN von 0,0082 µg/l von Benzo[g,h,i]perylen war an vier Probenahmestellen eine jeweils einmalige Überschreitung festzustellen, während die ZHK-UQN von Benzo[a]pyren und Fluoranthen sicher eingehalten wurden. Die UQN für Anthracen, Naphthalin, Benzo[b]- und Benzo[k]fluoranthen wurden in der Ruhr sicher eingehalten. Dies gilt auch für die in der OGeWV in der Anlage 6 zusätzlich festgeschriebene JD-UQN für Phenanthren von 0,5 µg/l, welche mit einem im Längsverlauf maximalen Jahresdurchschnittswert von 0,004 µg/l am Pegel Wetter um mehr als den Faktor 100 unterschritten wurde.

Benzotriazole

Die überwiegend als Korrosionsschutzmittel für Metalle in Haushalt und Industrie eingesetzten Benzotriazole werden seit dem Jahr 2010 jährlich in rund 200 Proben der Ruhr untersucht. Die wichtigsten Verbindungen dieser Stoffgruppe sind das 1H-Benzotriazol und die beiden Tolyltriazole, 4- und 5-Methyl-1H-Benzotriazol. Enthalten sind die gut wasserlöslichen und schlecht abbaubaren Verbindungen z. B. in Farben, 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 maximale mittlere Konzentration von 1,0 µg/l wird von 1H-Benzotriazol an den Probenahmestellen Essen-Werden und -Rellinghausen im Bereich der unteren Ruhr erreicht. Der GOW von 3,0 µg/l wird sicher eingehalten. Ebenfalls in Höhe Essen-Werden konnte mit 0,14 µg/l die höchste mittlere Konzentration für 5-Methyl-1H-Benzotriazol bestimmt werden. Das Konzentrationsmaximum von 4-Methyl-1H-Benzotriazol wurde mit 0,31 µg/l hingegen schon im Bereich der mittleren Ruhr an der Probenahmestelle Kraftwerk Westhofen gemessen. Die genannten Benzotriazole finden sich in zahlreichen Oberflächengewässern wie Ertf, Wupper, Lippe und Rhein in vergleichbaren Konzentrationen wie in der Ruhr [7.11].

Die in der Ruhr transportierten Frachten der drei Korrosionsschutzhemmer, ermittelt für die Probenahmestelle Essen-Rellinghausen, sind vergleichbar mit denen des Vorjahres. Die Verbindungen gehören damit nach wie vor zu den Substanzen mit hohen Frachten in der Ruhr (Bild 7.3). Für 1H-Benzotriazol liefert die Lenne, die bei Hagen in die Ruhr fließt, etwas weniger als die Hälfte der Fracht, für die beiden Tolyltriazole etwa ein Drittel.

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 Substitutent für organische Lösungsmittel eingesetzt. Unter anderem findet sich das nicht ionische Tensid in Druckertinten, Farben, Klebstoffen und Zementadditiven. Hohe Konzentrationen an TMDD werden häufig in den Abwässern der Papierrecycling- sowie der Lack- und Druckfarbenindustrie nachgewiesen. Die Substanz ist erst in höheren mg/l-Konzentrationen schädlich für im Wasser lebende Tiere, wie Studien u. a. mit Daphnien und Fischen belegen [7.38].

Die erste Probenahmestelle mit relevanten Befunden des Tensids in allen zwölf untersuchten Proben befindet sich mit der Brücke Oeventrop im Bereich der oberen Ruhr. Die mittlere Konzentration lag dort bei 0,35 µg/l. Im weiteren Fließverlauf der mittleren Ruhr stieg die TMDD-Konzentration noch bis auf maximal 0,56 µg/l an, um dann in der unteren Ruhr auf Werte von 0,36 µg/l zu sinken. Die für die Probenahmestelle Essen-Rellinghausen bestimmte mittlere Konzentration betrug 0,38 µg/l, womit sie geringfügig höher als im Jahr 2018 war, aber deutlich unter dem Niveau der Vorjahre lag.

Hormonell wirksame Substanzen

Unter hormonell bzw. endokrin aktiven Substanzen (EAS) werden Stoffe verstanden, die auf die Hormonaktivität von Organismen Einfluss nehmen können. Von endokrinen Disruptoren (EA) wird erst dann gesprochen, wenn durch die Substanzen tatsächlich Beeinträchtigungen im Hormonsystem hervorgerufen werden. Heutzutage ist eine Vielzahl an endokrin aktiven Substanzen bekannt, von denen viele künstlich hergestellt werden, welche aber auch natürlichen Ursprungs sein können. Bei den künstlichen EAS handelt es sich zum einen um solche, die bewusst wegen ihrer Wirkung auf das Hormonsystem hergestellt werden, wie z. B. die Antibabypille, und zum anderen um solche, die für andere Anwendungsgebiete produziert werden, wie z. B. Bisphenol A. Da die EAS und EA über verschiedene Eintragspfade auch in Oberflächengewässer gelangen, werden einige Vertreter im Rahmen des Routinemonitorings in der Ruhr überwacht [7.39].

Bisphenol A (BPA) wird nahezu ausschließlich zur Herstellung von Kunststoffen wie Polycarbonaten und Epoxidharzen verwendet [7.40]. Zu dieser Substanz wurde in den letzten Jahren

sowohl in der Fachpresse als auch in der öffentlichen Berichterstattung viel publiziert. Insbesondere Studien und Messkampagnen führten dazu, dass BPA im Januar 2018 in die REACH-Kandidatenliste aufgenommen wurde und dessen Verwendung in Thermopapier ab dem Jahr 2020 verboten ist. Seit dem Jahr 2018 bereitet die EFSA eine Neubewertung der Substanz vor, die vor allem anhand von Ergebnissen des „Clarity-BPA Program“ vorgenommen werden wird. Kernpunkt ist eine zweijährige Studie an Ratten, in der der Einfluss von BPA auf Muttertiere und deren Nachkommen gegen eine Kontroll- sowie eine Estrogen-Vergleichsgruppe ermittelt werden soll [7.41, 7.42].

Wie in den Jahren zuvor wurde ab der Probenahmestelle unterhalb Meschede Bisphenol A in allen Proben nachgewiesen und mit 0,016 µg/l die höchste mittlere Konzentration am Pegel Wetter bestimmt. Der gesetzlich nicht verbindliche OW von 0,1 µg/l wird somit sicher eingehalten. Neben BPA wird in der Ruhr auch **Bisphenol F (BPF)** routinemäßig analysiert. BPF wurde in allen untersuchten Proben, einschließlich der Probenahmestelle unterhalb Quelle, oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,0003 µg/l nachgewiesen. Die höchste mittlere Konzentration wurde mit 0,0029 µg/l, anders als beim BPA, an der Ruhrmündung in Duisburg ermittelt.

Ebenso endokrin wirksam sind **Nonyl-** und **Octylphenole**, die im Berichtszeitraum im Rahmen der Längsuntersuchungen in rund 140 Proben untersucht wurden. Hauptvertreter sind das 4-Nonylphenol und das Octylphenol. Beide Verbindungen werden zur Produktion der entsprechenden Alkylphenol-ethoxylate eingesetzt, die ihrerseits als nichtionische Tenside verwendet werden. Diese Ethoxylate werden in Kläranlagen oder Gewässern wieder zu den entsprechenden Alkylphenolen abgebaut. Trotz weitreichender Anwendungsverbote in Europa, sowohl für die Phenole als auch für die Ethoxylate [7.43], werden die beiden Alkylphenole nach wie vor in der Umwelt gefunden. Sie sind in der Liste prioritärer Stoffe der EG-WRRL aufgeführt, wobei Nonylphenol sogar den prioritär gefährlichen Stoffen zugeordnet ist.

[7.35] LAWA Expertenkreis „Stoffe“ Stoffdatenblatt: Triclosan, Stand 17.03.2010

[7.36] Brandt, M., Einhenkel-Arle, D.: Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe. In: Hintergrundpapier, Umweltbundesamt, Januar 2016

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

[7.38] 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] <http://www.efsa.europa.eu/de/topics/topic/endocrine-active-substances>, Zugriff 01. April 2020

[7.40] www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/dokumente/pm-2018-02_bpa.pdf, Zugriff 03. April 2020

[7.41] <http://www.efsa.europa.eu/de/press/news/bpa-plan-ready-new-efsa-assessment-2018>, Zugriff 30. März 2020

[7.42] <https://ntp.niehs.nih.gov/whatwestudy/topics/bpa/index.html>, Zugriff 31. März 2020

In der Ruhr wurden im Jahr 2019 für Octylphenol nur vereinzelt Befunde oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,005 µg/l festgestellt, für Nonylphenol war das in knapp der Hälfte der untersuchten Proben der Fall. Die höchste gemessene Einzelkonzentration liegt mit 0,13 µg/l deutlich unter der geltenden JD-UQN von 0,3 µg/l, die damit sicher eingehalten wurde.

Im Jahr 2015 wurde auf die erste EU Watch List drei Verbindungen aus der Klasse der Steroidhormone aufgenommen. Dabei handelte es sich um **Estron (E1)** und **17-beta-Estradiol (E2)** mit einer höchstzulässigen Nachweisgrenze von jeweils 0,0004 µg/l sowie **17-alpha-Ethinylestradiol (EE2)** mit 0,000035 µg/l. Die dabei geforderten extrem niedrigen Nachweisgrenzen sorgten für intensive Methodenentwicklungen in den Analyselaboren. Im Kooperationslabor werden bereits seit 2005 neun Substanzen aus der Gruppe der Steroidhormone routinemäßig in der Ruhr überwacht. Durch ständige Methodenoptimierung konnte die Bestimmungsgrenze für EE2 seit Beginn des Jahres 2019 von anfänglich 0,05 µg/l auf 0,00003 µg/l gesenkt werden. Damit ist das Kooperationslabor in der Lage, die Vorgaben hinsichtlich der Nachweisgrenze für die Analysemethode der EU Watch List zu erfüllen.

Im Berichtsjahr wurden die Proben der Ruhrlängsuntersuchungen auf die neun Steroidhormone analysiert. Für 17-alpha-Ethinylestradiol konnten dabei, trotz der erfolgreich etablierten sehr niedrigen Bestimmungsgrenze, keine Befunde ermittelt werden. Einzelne Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze konnten für 17-beta-Estradiol bestimmt werden. Estron wurde an den Probenahmestellen unterhalb Arnsberg und Brücke Echthausen in allen untersuchten Proben nachgewiesen. Die höchste mittlere Konzentration wurde mit 0,0011 µg/l allerdings am Pegel Wetter gemessen.

Aus der Gruppe der **Phthalate**, die vor allem als Weichmacher in Kunststoffen Verwendung finden, werden in der Ruhr zehn Substanzen analysiert. Wie in den Jahren zuvor wurden nur für

Bis(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP) vereinzelt Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/l gefunden. Die geltende JD-UQN von 1,3 µg/l konnten somit sicher eingehalten werden.

Flammschutzmittel und Weichmacher

Flammschutzmittel und Weichmacher sind in vielen Produkten unseres Alltags enthalten, u. a. in Fernsehern und Smartphones. Aufgrund von Gefahren für die Umwelt und die menschliche Gesundheit ist die Anwendung vieler dieser Verbindungen, teilweise bereits seit 30 Jahren, in der EU verboten oder streng reglementiert [7.44]. Da die positiven Eigenschaften dieser Substanzgruppe nicht verzichtbar sind, werden immer neue Verbindungen entwickelt.

Aus der Gruppe der verbotenen **Polychlorierten Biphenyle (PCB)** werden im Kooperationslabor bereits seit mehr als 25 Jahren die sechs Hauptvertreter PCB 28, 52, 101, 138, 153 und 180 analysiert. Wie in den vorherigen Jahren wurde 2019 kein Befund oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,001 µg/l detektiert. Eine abschließende Beurteilung der Einhaltung der JD-UQN ist nicht möglich, da diese bei 0,0005 µg/l liegt.

Aus der Klasse der **Polybromierten Diphenylether (PBDE)** sind die technischen Gemische PentaBDE und OctaBDE bereits seit dem Jahr 2003 in der EU verboten [7.45]. Seit März 2019 ist nun auch die Verwendung von DecaBDE bis auf eine Ausnahme untersagt. Diese betrifft die Produktion von Luftfahrzeugen und ist gültig bis März 2027. Bei allen untersuchten Proben der Ruhrlängsuntersuchungen wurden keine Gehalte oberhalb der Bestimmungsgrenzen von 0,0001 µg/l für die sieben Vertreter BDE 28, 47, 99, 100, 153, 154 und 183 nachgewiesen. Die UQN von 0,14 µg/l wird somit sicher eingehalten.

Hexabromcyclododecan (HBCD) wurde im Jahr 2013 in die Liste der persistenten organischen Schadstoffe (Persistent Organic Pollutants, POPs) der Stockholmer Konvention aufge-

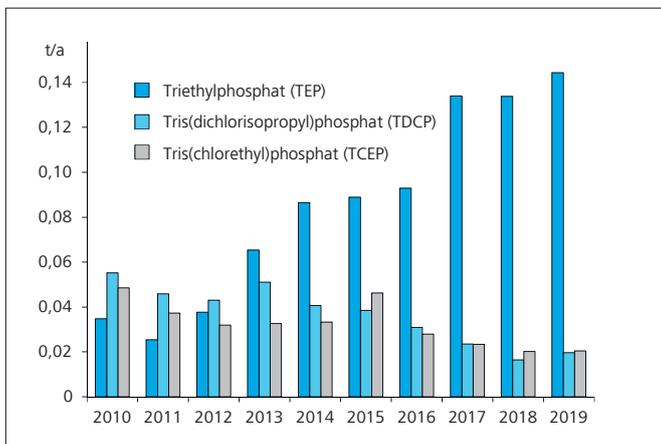


Bild 7.13: Entwicklung der Jahresfrachten von TEP, TDCP, TCEP in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen
 Fig. 7.13: Development of annual loads of TEP, TDCP, TCEP in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen

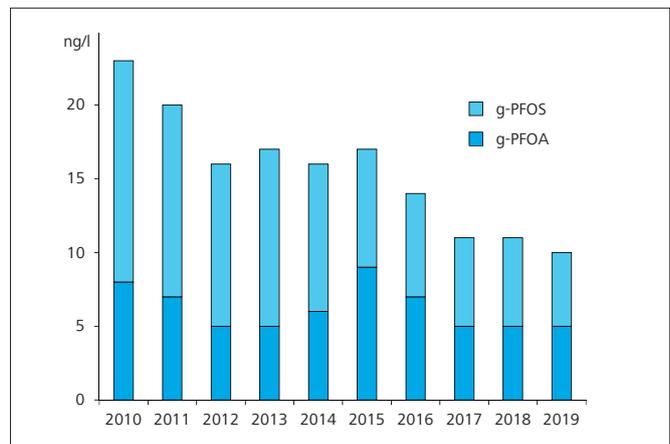


Bild 7.14: Entwicklung der Summe der mittleren Konzentrationen von PFOA und PFOS in den Jahren 2010 bis 2019
 Fig. 7.14: Development of summarized mean concentration of PFOA and PFOS from 2010 to 2019

nommen, wodurch ein Herstellungs- und Anwendungsverbot gilt [7.46]. Wie bei den PBDE konnten keine Befunde oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,0005 µg/l detektiert werden und die geltende UQN von 0,0016 µg/l wurde somit eingehalten.

Eine weitere Gruppe der Flammschutzmittel und Weichmacher sind die **Kurzkettigen Chloralkane** bzw. polychlorierten Paraffine (short chain chlorinated paraffins, **SCCP**). Dabei handelt es sich um chlorierte n-Alkane aus 10 bis 13 Kohlenstoffatomen mit einem Chlorgehalt von 30 bis 70 Massen-%. Im Jahr 2012 wurde die Herstellung, Verwendung und das Inverkehrbringen von Produkten mit einem Gehalt an SCCP > 1 Gewichts-% verboten. Dieser Grenzwert wurde 2015 auf 0,15 Gewichts-% reduziert [7.47]. 2017 wurden die Verbindungen ebenfalls in die Liste der Stockholmer Konvention aufgenommen. Auch für diese Substanzklasse der Flammschutzmittel und Weichmacher wurden in den Proben der Ruhrlängsuntersuchungen keine Befunde oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/l nachgewiesen und die UQN von 0,4 µg/l somit sicher eingehalten.

Viele Substanzen aus der Gruppe der Flammschutzmittel wurden in den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten verboten, weswegen heutzutage vielfach auf Verbindungen aus der Klasse der **Organophosphate** ausgewichen wird. Der 2018 von der ECHA eingereichte Vorschlag die Verwendung von Tris(2-chlorethyl)-phosphat (TCEP), Tris(2-chlorisopropyl)phosphat (TCPP) und Tris(1,3-di-chlorisopropyl)phosphat (TDCP) einzuschränken, wurde im Juli 2019 zurückgezogen, da auf die Auswertung von Studien bzgl. der Kanzerogenität gewartet wird. In den untersuchten Ruhrproben wurden im Jahr 2019, wie in den Jahren zuvor, sechs Organophosphate regelmäßig nachgewiesen. Die höchsten mittleren Konzentrationen wurden dabei für Triethylphosphat (TEP) 0,13 µg/l sowie Tris(chlorisopropyl)phosphat (TCPP) 0,19 µg/l ermittelt. Ein Blick auf den Verlauf der Frachten in den letzten zehn Jahren zeigt bei drei Einzelsubstanzen eine deutliche Änderung an (Bild 7.13). So ist für TEP ein starker Anstieg und für TDCP sowie TCEP ein leichter Rückgang zu erkennen.

Perfluorierte Tenside (PFT)

Substanzen aus der Gruppe der perfluorierten Tenside (PFT) finden vor allem im Bereich der Oberflächenbeschichtungen und der Galvanikindustrie Anwendung. In letzter Zeit werden vermehrt teil- und polyfluorierte Substanzen als Ersatz für die perfluorierten Verbindungen eingesetzt, da deren Verwendung gesetzlich immer stärker eingeschränkt wird.

Im Jahr 2006 wurde eine Belastung von Möhne und Ruhr mit PFT durch Auswaschungen von kontaminierten Ackerflächen festgestellt. Zuvor wurde auf diesen Flächen ein „Bodenverbesserer“ aufgebracht, welcher illegaler Weise mit hoch belasteten Industrieschlämmen vermischt worden war. Infolgedessen wurden neben einem umfangreichen Monitoringprogramm umfängliche Sanierungsmaßnahmen der belasteten

Flächen veranlasst. Im Rahmen der Gesundheitsvorsorge wurde für Fische aus besonders belasteten Gewässerabschnitten eine Verzehrempfehlung auf Grundlage einer von der EFSA veröffentlichten tolerierbaren täglichen Aufnahmemenge, tolerable daily intake (TDI) von 1,5 µg/kg-Körpergewicht und Tag, für Perfluorooctansäure (PFOA) ausgesprochen.

Ende des Jahres 2018 erfolgte durch die EFSA eine Neubewertung der Substanzen Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) und PFOA. Dabei wurden auf Basis von tolerierbaren wöchentlichen Aufnahmen (TWI) die Grenzwerte um den Faktor 80 für PFOS und 1875 für PFOA reduziert. Zu dieser Neubewertung erfolgte im August 2019 eine Stellungnahme durch das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) [7.48]. Nach dessen Einschätzung bedeuten kurzfristig erhöhte Aufnahmemengen, die im Bereich der TWI-Werte liegen, nicht zwangsläufig, dass gesundheitsgefährdende Konzentrationen im Blut vorliegen. Weiterhin weist die Behörde auf Unsicherheiten in der Bewertung hin, weswegen die EFSA im Rahmen eines laufenden Bewertungsverfahrens PFOS und PFOA erneut begutachtet wird. Dennoch empfiehlt das BfR die TWI-Werte zur Risikobeurteilung von Lebensmitteln heranzuziehen. Aus diesem Grund hat das nordrhein-westfälische Umweltministerium Anfang 2020 eine Aktualisierung der bestehenden Verzehrempfehlungen auf Basis von Fischuntersuchungen aus dem Jahr 2015 vorgenommen [7.49, 7.50].

Die Biotauntersuchungen des Ruhrverbands zeigen eine Reduzierung der PFT-Gehalte seit 2006. Allerdings ist diese nicht so stark ausgeprägt wie der Rückgang in der Wasserphase. So sank der Gehalt an PFOS in Fischen in der Möhnetalsperre von 208 auf 63 µg/kg-Frischgewicht im Jahr 2018. PFOA wurde bisher nicht in Fischen nachgewiesen. Im gleichen Zeitraum nahm die aufsummierte Konzentration von PFOS und PFOA im Wasser der Talsperre von fast 600 auf 21 ng/l ab. Diese unterschiedliche Abnahme ist unter anderem mit der Bioakkumulation der PFT zu begründen. Die geltende UQN für PFOS in Biota mit 9,1 µg/kg-Frischgewicht wird somit derzeit nicht eingehalten.

-
- [7.43] Richtlinie 2003/53/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2003 zur Änderung der Richtlinie 76/769/EWG des Rates über Beschränkungen des Inverkehrbringens und der Verwendung gewisser gefährlicher Stoffe und Zubereitungen (Nonylphenol, Nonylphenoethoxylat und Zement)
- [7.44] Verordnung zum Verbot von polychlorierten Biphenylen, polychlorierten Terphenylen und zur Beschränkung von Vinylchlorid; PCB-, PCT-, VC-Verbotsverordnung vom 18. Juli 1989, Bundesgesetzblatt
- [7.45] Richtlinie 2003/11EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Februar 2003. In: Amtsblatt der Europäischen Union, 2013, L 42, S. 45 - 46
- [7.46] <http://chm.pops.int/Convention/ConferenceofthePartiesCOP/COP-Decisions/tabid/208/Default.aspx>, Zugriff 05. März, 2020
- [7.47] Verordnung (EU) 2015/2030 der Kommission vom 13. November 2015. In: Amtsblatt der Europäischen Union, 2015, L 298, S. 1 - 3
- [7.48] <https://www.bfr.bund.de/cm/343/neue-gesundheitsbezogene-richtwerte-fuer-die-industriechemikalien-pfos-und-pfoa.pdf>, Zugriff 03. April 2020
- [7.49] https://www.elwasweb.nrw.de/elwas-hygrisc/gues/pft_fisch.php?exhibit-use-local-resources#2, Zugriff 03. April 2020
- [7.50] <https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/gefahrstoffe/pfc/pfc-in-lebensmitteln-und-fischen>, Zugriff 03. April 2020

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

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	1,0		
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				
Amidtriozoesäure					1	0,28		
Anilin	0,8	< 0,05						
Anthracen	0,1	< 0,001	0,1	0,002				
Azithromycin					0,3	0,017		
Benzo[a]pyren	0,00017	0,002	0,27	0,012				
Benzo[b]fluoranthren			0,017	0,014				
Benzo[g,h,i]perylen			0,0082	0,010				
Benzo[k]fluoranthren			0,017	0,006				
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	0,24		
Carbamazepin					0,3	0,082	0,5	0,082
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	< 0,05	0,1	< 0,05				
Chlortaluron	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	0,083
Diuron	0,2	< 0,01	1,8	< 0,01				
EDTA							2200	2,5
Erythromycin							0,2	0,01
Flufenacet	0,04	< 0,025	0,2	< 0,025	1	< 0,025		
Fluoranthren	0,0063	0,005	0,12	0,024				
Gabapentin					1	0,58		
Galaxolid							7	0,045
g-PFOS	0,00065	0,0054	36	0,011				
H4PFOS					0,1	0,014		
Hexachlorbenzol			0,05	< 0,001				
Hexachlorbutadien			0,6	< 0,1				
Ibuprofen					1	0,015	0,01	0,015
Iopamidol					1	0,16		
Isoproturon	0,3	< 0,01	1	< 0,01				
MCPA	2	0,006						
Mecoprop	0,1	0,004						
Metazachlor	0,4	< 0,01						
Metformin					1	0,54		
Metolachlor	0,2	< 0,01						
Metoprolol							8,6	0,16
Naphthalin	2	< 0,005	130	0,011				
Nitrobenzol	0,1	< 0,01						
NTA							80	< 0,5
Oxipurinol					0,3	1,5		
Pentachlorphenol	0,4	< 0,1	1	< 0,1				
Phenanthren	0,5	0,004						
Propiconazol	1	< 0,01						
Sulfamethoxazol							0,6	0,06
TCPP					1	0,19		
Terbutryn	0,065	< 0,01	0,34	0,015				
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	< 0,001	0,2	0,002				
Valsartansäure					0,3	0,24		

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

An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen wurden wie in den letzten Jahren sieben Vertreter aus der Gruppe der per- und polyfluorierten Substanzen nachgewiesen. Der höchste mittlere Gehalt wurde mit 14 ng/l für H4-PFOS bestimmt. Es konnten bis auf die mit 0,65 ng/l sehr niedrige UQN von PFOS alle Grenzwerte sicher eingehalten werden. Ein Blick auf die Summenkonzentration von PFOS und PFOA zeigt auch hier eine Abnahme in den letzten zehn Jahren von 23 auf 10 ng/l in der Wasserphase (Bild 7.14).

Zusammenfassung

Ergänzend zu den zwölf Messstellen der monatlich durchgeführten Ruhrlängsuntersuchung wurden wöchentlich Wasserproben an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen auf mehr als 440 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, nicht gesetzlich geregelte Qualitätskriterien zur Beurteilung der Gewässergüte herangezogen (siehe Kapitel 2).

Nur in wenigen Ausnahmefällen überschritten die nachgewiesenen Pharmaka, Diagnostika oder deren Metaboliten die für sie betrachteten Grenzwerte (Tabelle 7.2). Die untersuchten Süßstoffe und die Komplexbildner EDTA und MGDA wurden, wie in den Vorjahren, regelmäßig in der Ruhr nachgewiesen. Der für EDTA existierende OW wurde dabei sicher eingehalten. Ebenfalls wurde erneut nur ein geringer Anteil der untersuchten Pflanzenschutzmittel und –metabolite im Betrachtungszeitraum oberhalb ihrer jeweiligen Bestimmungsgrenzen detektiert. Die Konzentration der Industriechemikalie Triclosan in der Ruhr hat sich weiter deutlich verringert und die UQN wurde an allen Messstellen sicher eingehalten. PAK waren in niedrigen Konzentrationen, die teilweise die UQN überschreiten, über den gesamten Verlauf der Ruhr nachweisbar. Ebenso wurde das Korrosionsschutzmittel 1H-Benzotriazol nachgewiesen, dessen GOW unterschritten wurde. Zu den untersuchten, hormonell wirksamen Substanzen gehörten u. a. die Bisphenole A und F, die Nonyl- und Octylphenole sowie die Steroidhormone und Phthalate, deren Grenzwerte, sofern vorhanden, eingehalten wurden. Dies trifft auch auf die analysierten Flammenschutzmittel und Weichmacher, die Polybromierten Diphenylether, Hexabromcyclododecan, die Kurzketten Chloralkane und die Organophosphate zu. Für die PFT konnten bis auf die mit 0,65 ng/l sehr niedrige UQN von PFOS ebenfalls alle Grenzwerte sicher eingehalten werden. Eine zusammenfassende Übersicht über die Einhaltung der JD-UQN, ZHK-UQN, GOW und OW an der Messstelle Essen-Rellinghausen ist in Tabelle 7.2 gegeben.

8 Niedrigwassermanagement beim Ruhrverband – Betrachtungen zur Wasserqualität in den Jahren 2018 und 2019

Einführung

Eine der grundlegenden Aufgaben des Ruhrverbands ist die Sicherstellung einer ausreichenden Versorgung von rund 4,6 Millionen Menschen mit Trink- und Brauchwasser. Hierzu betreibt er seit dem Jahr 1965, in dem die Biggetalsperre fertig gestellt wurde, ein Talsperrensystem mit 463 Mio. m³ Wasservolumen. Dieses System speichert in Perioden mit erhöhten Niederschlägen und Abflüssen das Wasser der in die Talsperren einmündenden Gewässer und stützt in Niedrigwasserzeiten den Abfluss der Ruhr. Dies erfolgt über eine adaptive und prognoseabhängige Steuerung des Talsperrenverbundsystems. Maßstab hierfür ist die Einhaltung gesetzlich (Ruhrverbandsgesetz (RuhrVG) von 1990) bzw. plangenehmigungsrechtlich vorgegebener Abflussgrenzwerte an bestimmten Querschnitten in der Ruhr.

Seit der Verfügbarkeit dieses Wasservorrats hat es in der Vergangenheit kaum Beeinträchtigungen in der Bereitstellung des notwendigen Zuschusswassers für die Ruhr gegeben. Lediglich in den Jahren 1971 und insbesondere 1976 war jeweils am 1. November der Wasserstand in den Talsperren so weit gesunken, dass deren mittlerer Füllungsgrad vor dem Einsetzen der ersehnten Niederschläge bei 48 % bzw. nur noch 34 % lag. Unter dem Einfluss des sich abzeichnenden globalen Klimawandels waren in den letzten Jahren gegenüber der Vergangenheit deutlich erhöhte mittlere Jahrestemperaturen zu verzeichnen [8.1]. Damit ging auch ein unterdurchschnittliches Niederschlagsaufkommen einher, wodurch die vergangenen elf Abflussjahre (2009 bis 2019) den längsten zusammenhängenden Zeitraum mit Niederschlagsdefiziten darstellen.

Dies führte vor allem in den beiden Jahren 2018 und 2019 dazu, dass über die jeweils ungewöhnlich lang andauernde sommerliche Trockenphase zur Aufhöhung des Abflusses in der Ruhr sehr viel Wasser aus den Talsperren abzugeben war. Dadurch näherten sich die Talsperrenfüllstände im Abflussjahr 2018 den Werten, wie sie im Jahr 1971 bereits einmal gegeben waren. Um in dieser Situation mit Blick auf eine ungeheure zukünftige Entwicklung des Witterungsgeschehens die Wasservorräte in den Talsperren möglichst lange zu schonen, bedarf es einer Verringerung der gesetzlich vorgeschriebenen Abflussgrenzwerte, die eine Abflussreduzierung aus den Talsperren ermöglicht. Ein solches Vorgehen konnte für beide Jahre mit den Aufsichtsbehörden vereinbart werden, war jedoch mit einem entsprechenden Monitoring der Gewässersituation in Zeiten verringerter Abflüsse in der Ruhr verbunden.

Die Abflussjahre 2018 und 2019 im Kontext vorheriger Abflussjahre

Seit Mitte des Jahres 2016 ist das Einzugsgebiet der Ruhr von einer Reihe von mehrmonatigen Trockenperioden betroffen, die sich massiv auf Abflussverhältnisse und verfügbare Talsperrenvolumina auswirkten und wiederholt zu einer abgestimmten Reduzierung von vorgeschriebenen Grenzwerten für den Mindestabfluss in der Ruhr führten.

Von Juli 2016 bis zum Juni 2017 kam es zu einer abfluss- und kalenderjahresübergreifenden zwölfmonatigen Trockenperiode extremen Ausmaßes. Der Talsperrenzufluss erreichte in dieser Zeit nur etwa die Hälfte der mittleren langjährigen Mengen und die Anzahl der Tage, in denen die Wasserführung der Ruhr durch das Talsperrensystem gestützt werden musste (zuschusspflichtige Tage), war bis dahin für einen Zwölfmonatszeitraum die größte seit Einführung des Ruhrverbandsgesetz (RuhrVG) im Jahr 1990. Der Gesamteinhalt aller Talsperren lag dabei von Januar bis Juli 2017 auf dem für diese Monate fünfntniedrigsten Niveau seit vollständiger wasserwirtschaftlicher Verfügbarkeit der Biggetalsperre im Abflussjahr 1968. Durch die Aufsichtsbehörden wurden nach einem entsprechenden Antrag des Ruhrverbands die Grenzwerte für den Pegel Villigst am 31.07.2017 reduziert. Diese Grenzwertreduzierung galt wegen eines für die Jahreszeit unerwarteten, niederschlagsbedingt deutlichen Anstiegs der Stauinhalte auf ein für die Jahreszeit durchschnittliches Niveau nur bis 22.08.2017.

Das Abflussjahr 2018 war das zweitwärmste Abflussjahr seit dem Jahr 1882 und vervollständigte die bislang trockenste Dekade im Ruhreinzugsgebiet seit wassermengenwirtschaftlicher Verfügbarkeit der Möhnetalsperre im Abflussjahr 1912. Von Februar bis zum Ende des Abflussjahres fielen nur 58 % des langjährigen mittleren Niederschlags im Ruhreinzugsgebiet. Die Anzahl der zuschusspflichtigen Tage war an der Ruhrmündung die größte, am Pegel Villigst die zweitgrößte seit Einführung des RuhrVG im Jahr 1990. Ab Mai 2018 resultierte die meteorologische und hydrologische Situation in einem kontinuierlich starken Abtau der Talsperren, der im Herbst zu einem Gesamtfüllstand führte, wie er im Jahr 1971 aufgetreten ist. Die Aufsichtsbehörden genehmigten zum Ende des Abflussjahres 2018 bzw. Anfang des Abflussjahres 2019 die vom Ruhrverband im Oktober zur Schonung der Wasservorräte in den Talsperren beantragten Grenzwertreduzierungen für die Ruhrpegel Oeventrop und Villigst sowie für den Gewässerabschnitt vom Pegel Hattingen bis zur Ruhrmündung.

[8.1] Kaspar, F., Friedrich, K. (2020): Rückblick auf die Jahrestemperatur in Deutschland im Jahr 2019 und die langfristige Entwicklung. Deutscher Wetterdienst, Abteilung für Klimaüberwachung. Stand: 20.01.2020. Abgerufen von: https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20200102_bericht_jahr2019.pdf?__blob=publicationFile&v=5 [Zugriff 30.04.2020]

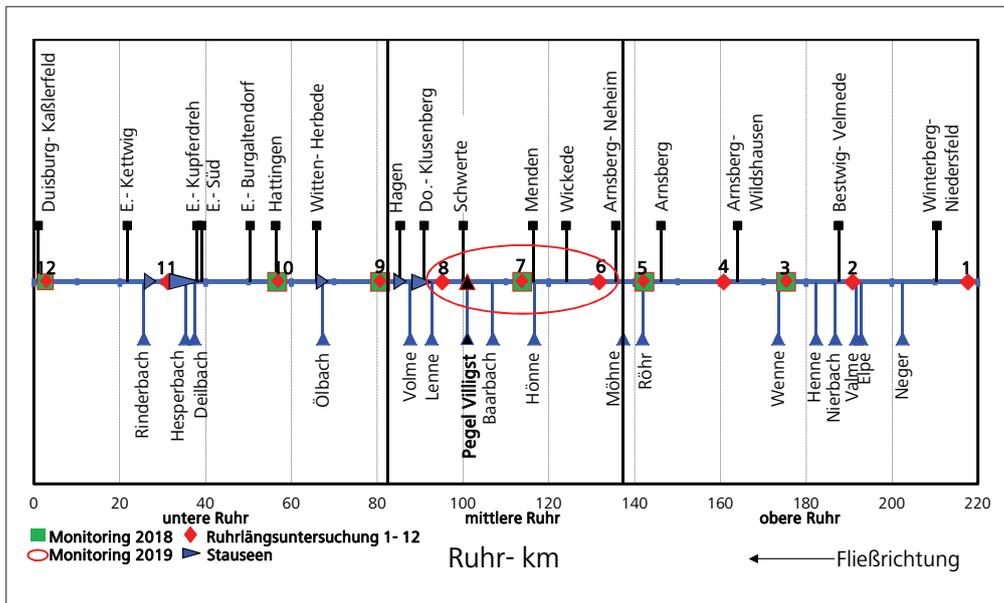


Bild 8.1: Lage der in den Jahren 2018 und 2019 intensiviert untersuchten Monitoringstationen zusammen mit relevanten Nebengewässern (unten) und Kläranlagen (oben) im Fließverlauf der Ruhr

Fig. 8.1: Location of monitoring stations more closely investigated during 2018 and 2019 and relevant tributaries (below) and sewage treatment plants (above) along the course of the Ruhr

Zu Beginn des Abflussjahres 2019 setzte sich die Trockenheit mit einem außergewöhnlich niederschlagsarmen November fort. Die im Dezember 2018 einsetzenden und im Januar und März 2019 weiter anhaltenden Niederschläge haben die Talsperren wieder überdurchschnittlich gefüllt und für eine deutliche Entspannung der wasserwirtschaftlichen Situation im Ruhreinzugsgebiet gesorgt. Die Grenzwertreduzierungen galten daher bis einschließlich 18.01.2019, in Villigst hingegen bis 29.03.2019. Trotz der drei niederschlagsreichen Monate konnte allerdings das Niederschlagsdefizit aus dem Vorjahr auch im Abflussjahr 2019 nicht ausgeglichen werden. Im Verlauf des Abflussjahres 2019 kamen nur der Mai und Oktober als Monate mit nicht unterdurchschnittlichen Niederschlagsmengen hinzu. Der Sommer 2019 hingegen war der trockenste im Ruhreinzugsgebiet seit dem Abflussjahr 1927. Die Folgen waren eine neuerlich verminderte Bodenfeuchte mit großflächig außergewöhnlichen Dürreverhältnissen und somit reduzierte Abflussbildungen. Dadurch erhöhte sich nicht nur die Zuschusspflicht zur Niedrigwasseraufhöhung durch die Talsperren, sondern gleichzeitig verminderte sich der Zufluss zu den Talsperren. Der Gradient der Stauinhaltsänderungen lag in vergleichbar hohen Größenordnungen wie im Vorjahr. Aus diesem Grund wurde am 06.09.2019 dem Antrag des Ruhrverbands durch das MULNV stattgegeben, die Grenzwerte am Ruhrpegel Villigst erneut zu reduzieren. Unter Berücksichtigung eines Verlängerungsantrags aufgrund der Trägheit der Bodenfeuchteregeneration galt die Grenzwertreduzierung am Pegel Villigst zunächst auch im neuen Abflussjahr 2020. Sie wurde am 19.02.2020 vor dem Hintergrund überdurchschnittlich hoher Niederschläge in den Monaten Dezember und Februar und einem überdurchschnittlich hohen Füllstand der Talsperrenordnungsgruppe beendet.

Ausweitung der Monitoringaktivitäten an der Ruhr und in den Talsperren

Der Ruhrverband hatte bereits im Rahmen der beantragten Absenkung der Mindestabflüsse in der Ruhr ab November 2018 zur Ermittlung der daraus resultierenden möglichen Auswirkungen die Güteverhältnisse in der Ruhr mit einem intensivierten Monitoring begleitet. An sechs ausgewählten Messstellen, die der Ruhrverband routinemäßig bei der monatlichen Ruhr längsuntersuchung beprobt, wurde das Intervall für die Probenahme auf einen vierzehntägigen Rhythmus intensiviert. Die Auswahl der Messstellen erfolgte sowohl nach güte- als auch nach mengenwirtschaftlichen Aspekten. Dazu wurde eine räumlich möglichst gleichmäßige Verteilung unter Berücksichtigung der im Ruhrverlauf zufließenden Nebengewässer und vorhandenen Punktquellen aus Kläranlageneinleitungen angestrebt (Bild 8.1). Die an diesen sechs Messstellen gezogenen Proben waren auf Wassertemperatur, Nährstoffe, Zehnstoffe, Chlorid, Bor, die elektrische Leitfähigkeit sowie einige Schwermetalle und Spurenstoffe zu analysieren. Dieses ergänzende Messprogramm war dann auch Bestandteil der Genehmigung abgesenkter Mindestabflusswerte. Da im Jahr 2019 lediglich eine Absenkung des Mindestabflusses für den Pegel Villigst erforderlich war, haben sich die intensivierten Untersuchungen auf den Abschnitt oberhalb des Zuflusses der Lenne mit drei Probenahmestellen beschränkt.

In Bild 8.2 ist die Gütesituation an der Ruhr-Dauermessstelle „Essen-Rellinghausen“ für die Wassertemperatur, den Sauerstoffgehalt, den biochemischen Sauerstoffbedarf (BSB₅) sowie den Nährstoff Phosphor über die Dauer der Jahre 2018 und 2019 im Vergleich zum langjährigen Monatsmittel dargestellt. Diesen Ergebnissen liegen rund 135 Werte/a zugrunde. Die

Verläufe der Wassertemperatur- und Sauerstoffkurven zeigen für beide Jahre auch in den Trockenzeiten nahezu durchschnittliche Werte mit einer leichten Tendenz zu wärmeren Verhältnissen, was physikalisch bedingt zu den erkennbaren niedrigeren Sauerstoffgehalten führt. Der BSB₅, ein Summenparameter für biochemisch leicht abbaubare Inhaltsstoffe, bewegte sich während der beiden letzten Jahre auf einem historisch niedrigen Niveau. Der Gesamtphosphorgehalt lag mit zwei Ausnahmen stets unter der jeweiligen durchschnittlichen Monatskonzentration der letzten 25 Jahre.

Im Rahmen der intensivierten gütemäßigen Betrachtungen, die mittels eines Monitorings mögliche qualitative Veränderungen nur im Nachgang feststellen können, hat der Ruhrverband zuvor und begleitend eine Abschätzung der Folgen auf die Gewässergüte vorgenommen, die aus einer Absenkung des Mindestabflusses in der Ruhr am Pegel Villigst resultieren können. Im Folgenden werden die Ergebnisse der beiden Trockenjahre 2018 und 2019 am Kraftwerk Westhofen/Pegel Villigst im Kontext der Jahre 2014 bis 2019 betrachtet. In den Bildern 8.3 bis 8.6 sind ausgewählte Parameter der insgesamt untersuchten 50 Parameter zusammen mit dem Abfluss dargestellt. Als kleines Bild ist dem Abfluss (< 30 m³/s) die jeweilige Konzentration gegenübergestellt, um eine mögliche Abhängigkeit voneinander zu zeigen.

Der Verlauf der Wassertemperatur zeigt, dass diese weniger von der Abflusshöhe als von der Jahreszeit abhängig ist. In den Sommerhalbjahren treten naturgemäß höhere Temperaturen auf als im Winter. So sind beispielsweise im abflussreichen Sommer 2014 ähnlich hohe Wassertemperaturen zu erkennen wie in den trockenen Sommern 2018 und 2019. Gerade im Juli bis September 2019 zeigt sich der kühlende Einfluss aus der Tiefenwasserabgabe der Talsperren, hier vor

allem der aus der Möhnetalsperre, auf das Wasser in der Ruhr. Die Sauerstoffgehalte spiegeln die temperaturabhängigen Löslichkeiten wider, zeigen also kein abflussabhängiges Verhalten.

Der Verlauf der Phosphorkonzentrationen zeigt ein uneinheitliches Bild. Zum einen steigen bei Niedrigwasser die Konzentrationen aufgrund des höheren Anteils gereinigten Abwassers. Zum anderen spielt es auch noch eine Rolle, wie hoch der Anteil phosphorarmen Zuschusswassers aus den Talsperren in der Ruhr ist. Die höchsten Konzentrationen treten allerdings bei steigenden Abflüssen bzw. Hochwässern auf, die mit Stoffeinträgen in die Wasserphase aus einer Remobilisierung von Sedimenten oder durch Abschwemmungen aus dem ufernahen Umfeld einhergehen. Die Ammonium-Stickstoffgehalte schwanken gerade bei niedrigen Abflüssen stark. In diesen Phasen werden sowohl die niedrigsten als auch hohe Werte erreicht. Hier wirken sich schon sehr geringe Abflussschwankungen, zum Teil in Stundenabständen, auf die Konzentrationen aus. Dabei überschritten einzelne Werte den als Jahresmittelwert festgelegten Orientierungswert der OGW für den guten Zustand, der aber trotzdem in allen sechs betrachteten Jahren sicher eingehalten wurde. Der temperatur- und pH-Wert-abhängige Ammoniak-Stickstoffgehalt zeigt ein ähnliches Verhalten wie das Ammonium. Auch er überschreitet vereinzelt die gesetzliche Anforderung, hält diese als Jahresmittelwert aber sicher ein. Das Zwischenprodukt bei der Nitrifikation, der Nitrit-Stickstoff, zeigt keine Abhängigkeiten vom Abfluss auf.

Die geringsten Konzentrationen des Schmerzmittels Diclofenac traten weder bei hohen noch bei niedrigen Abflüssen, sondern zumeist im Bereich des mittleren langjährigen Abflusses (MQ) auf. Der ambitionierte Orientierungswert von 0,05 µg/l wird nahezu ganzjährig überschritten. Bei Abflüssen unter 10 m³/s

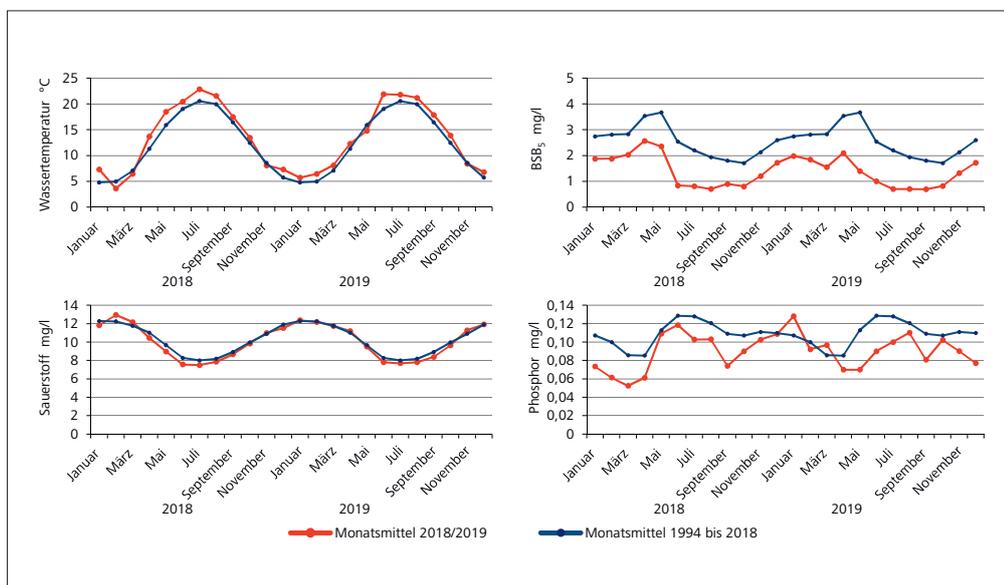


Bild 8.2: Darstellung der Güteparameter in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen als Monatsmittel für die Jahre 2018 und 2019 im Vergleich zu den langjährigen Werten (Jahre 1994 bis 2017)

Fig. 8.2: Depiction of quality parameters in the Ruhr at Essen-Rellinghausen as monthly means during 2018 and 2019 compared to long-term values (1994 to 2017)

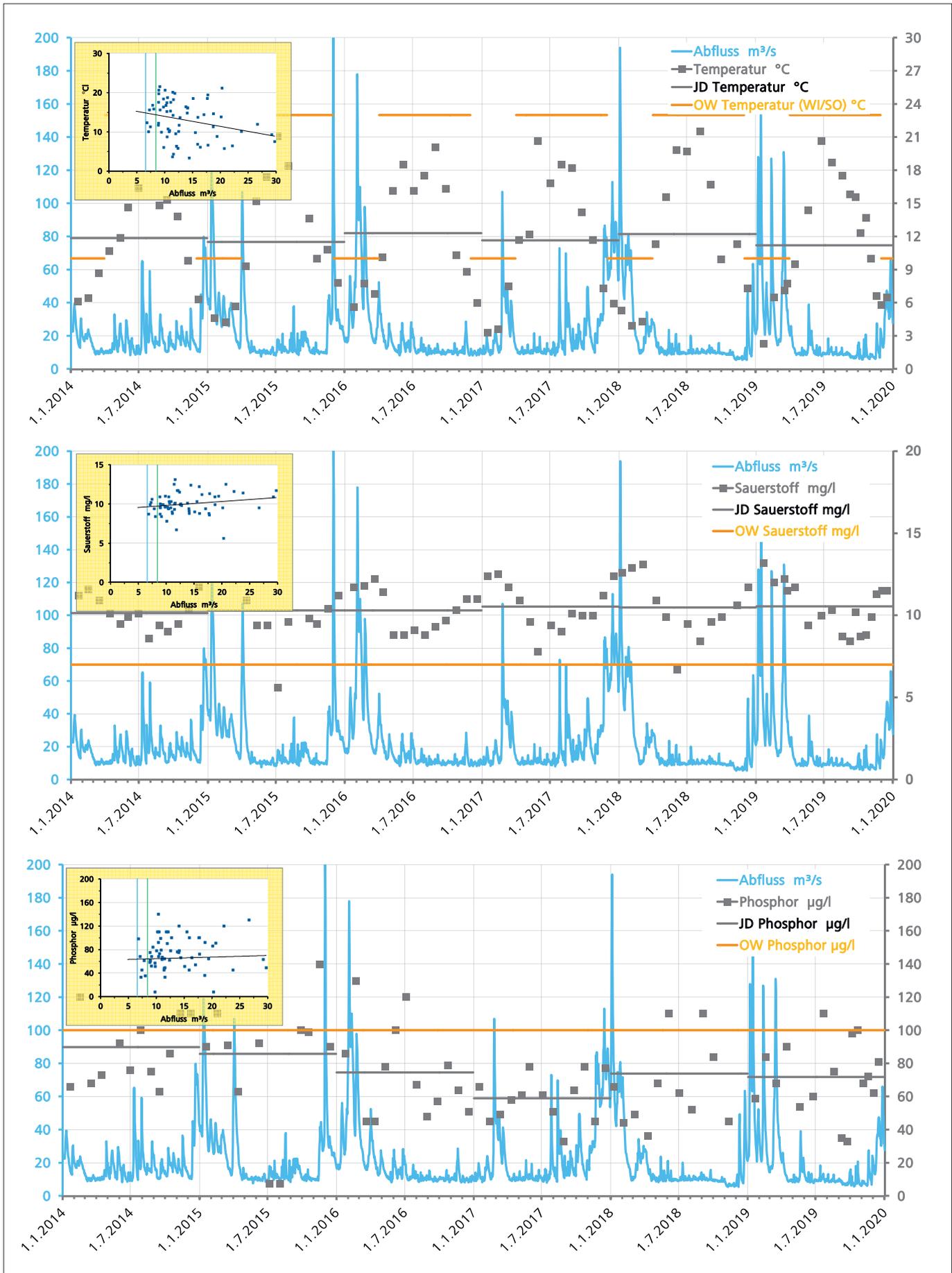


Bild 8.3: Abfluss, Wassertemperatur, Sauerstoff und Phosphor in der Ruhr bei Westhofen in den Jahren 2014 bis 2019
 Fig. 8.3: Runoff, water temperature, oxygen and phosphorus in the Ruhr at Westhofen from 2014 to 2019

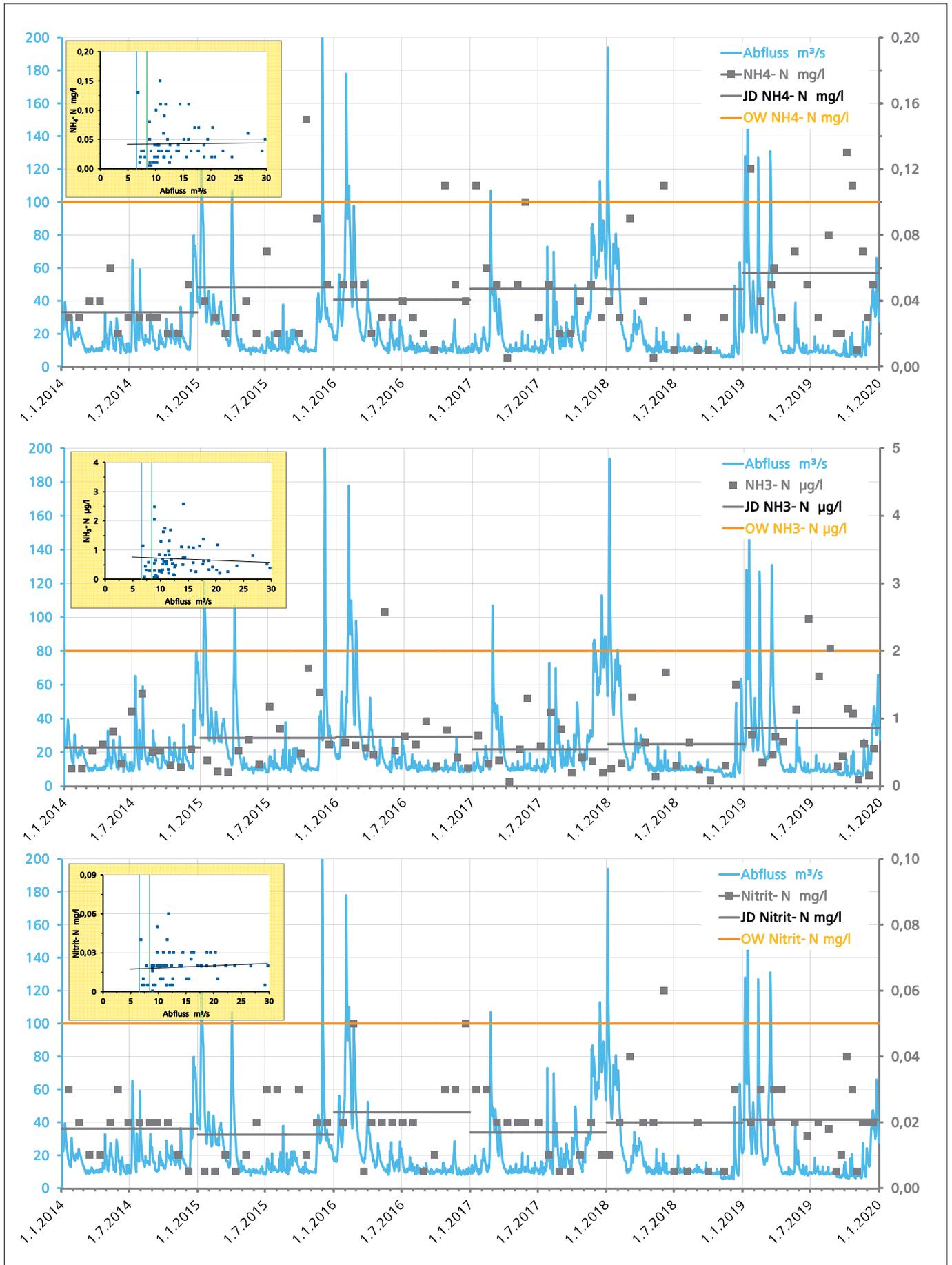


Bild 8.4: Abfluss, Ammonium-, Ammoniak- und Nitrit-Stickstoff in der Ruhr bei Westhofen in den Jahren 2014 bis 2019
 Fig. 8.4: Runoff, ammonium nitrogen, ammonia nitrogen and nitrite nitrogen in the Ruhr at Westhofen from 2014 to 2019

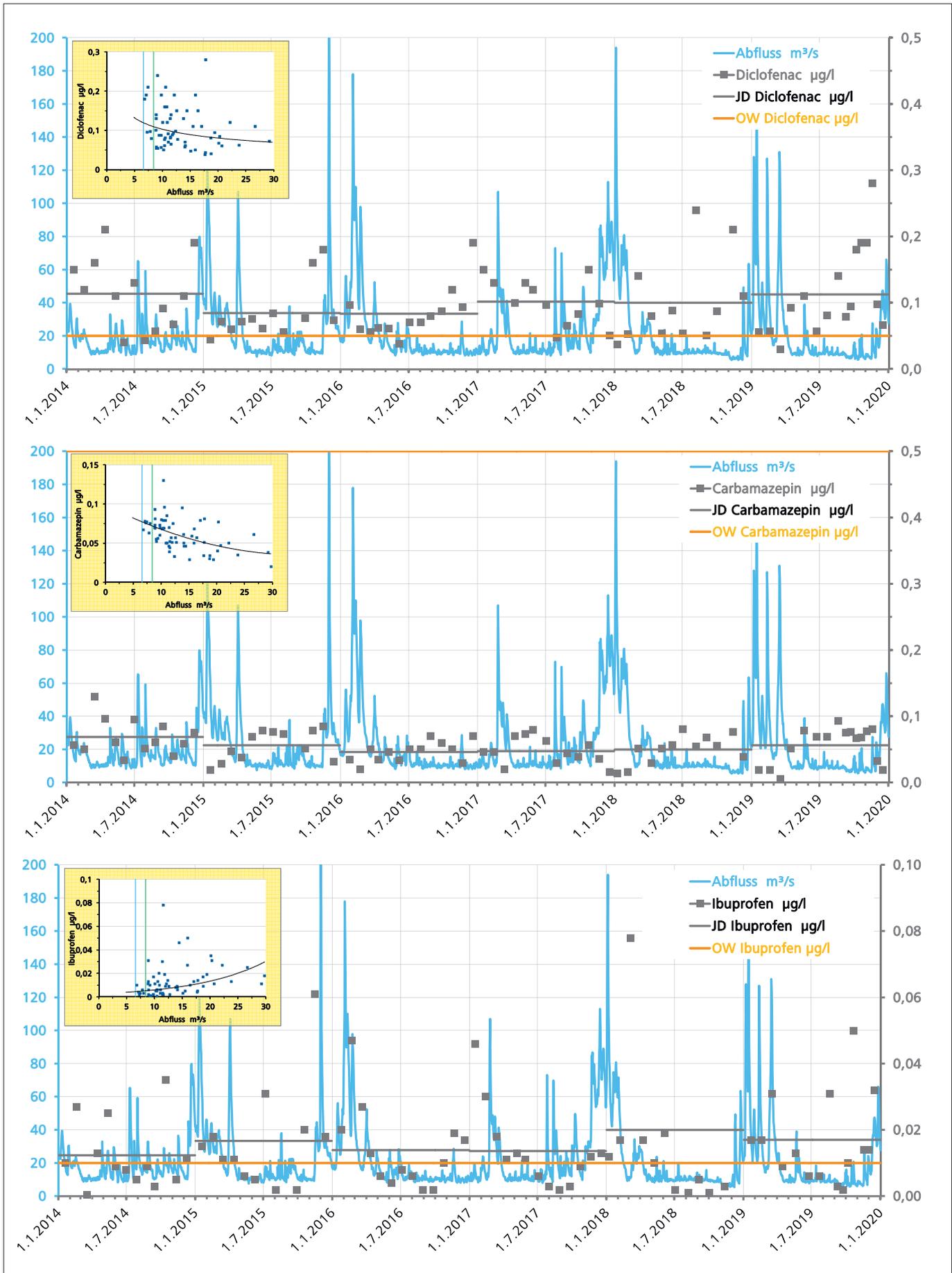


Bild 8.5: Abfluss, Diclofenac, Carbamazepin und Ibuprofen in der Ruhr bei Westhofen in den Jahren 2014 bis 2019
 Fig. 8.5: Runoff, diclofenac, carbamazepine and ibuprofen in the Ruhr at Westhofen from 2014 to 2019

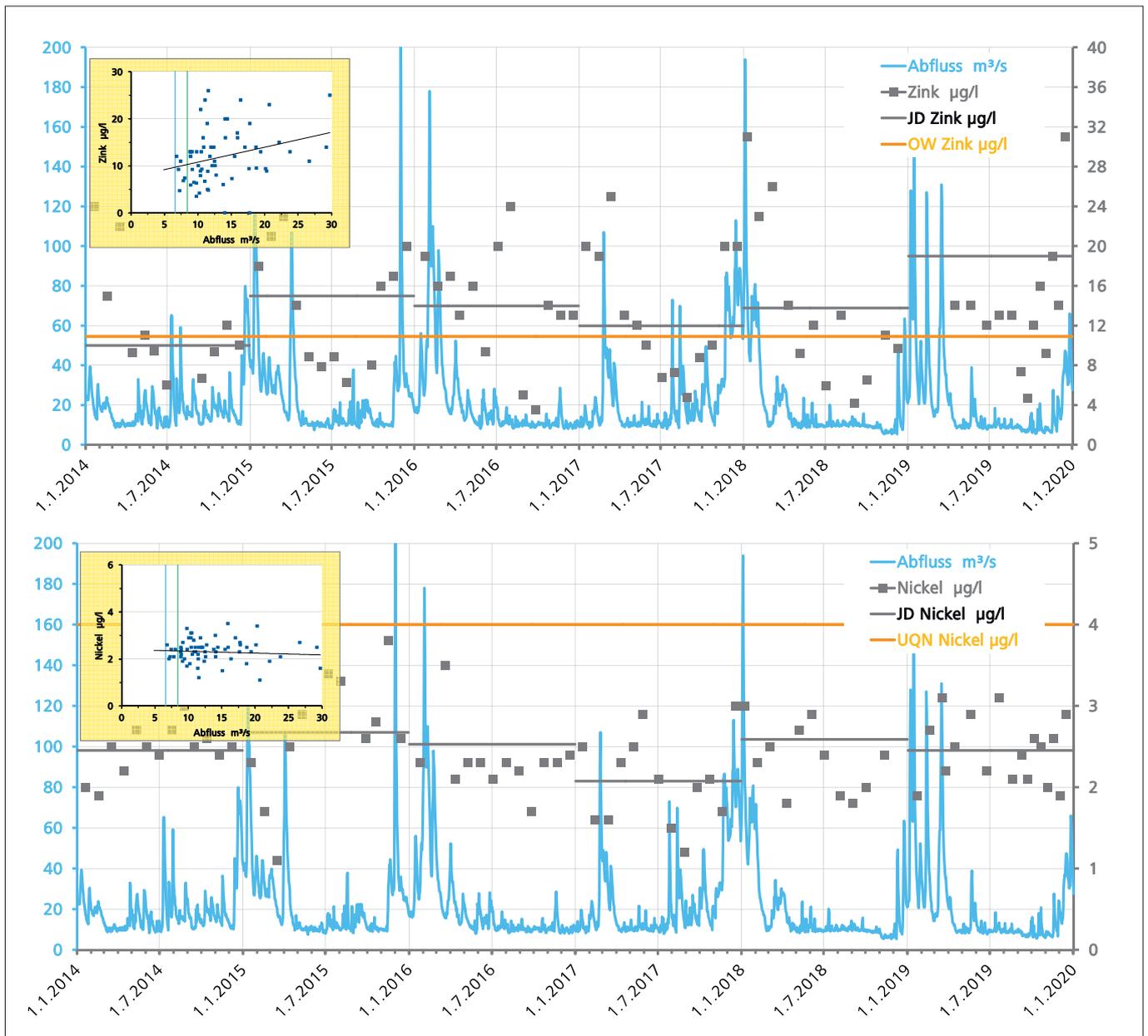


Bild 8.6: Abfluss, Zink und Nickel in der Ruhr bei Westhofen in den Jahren 2014 bis 2019
 Fig. 8.6: Runoff, zinc and nickel in the Ruhr at Westhofen from 2014 to 2019

wies dieser Stoff eine große Bandbreite von 0,05 bis 0,24 µg/l auf. Eine leichte Tendenz zu höheren Konzentrationen bei niedrigen Abflüssen ist allerdings zu erkennen. Diese ist beim Antiepileptikum Carbamazepin wesentlich deutlicher ausgeprägt, allerdings in einem sehr schmalen Konzentrationsbereich unter 0,1 µg/l. Der Orientierungswert von 0,5 µg/l wird in diesen fünf Jahren um 90 % unterschritten. Einen untypischen Konzentrationsverlauf zeigt das Schmerzmittel Ibuprofen. Die niedrigsten Werte traten bei sehr geringen Abflüssen auf. In diesen Phasen wurde auch der Orientierungswert von 0,01 µg/l meist eingehalten. Bei wechselnden oder höheren Abflüssen war dies nicht der Fall.

Um den Unterschied von an Schwebstoffe gebundenen Substanzen und hauptsächlich gelöst vorkommenden Stoffe aufzuzeigen, sind hier exemplarisch Zink und Nickel dargestellt.

Zink offenbart die typische Abhängigkeit für eher ungelöste Stoffe. Bei Niedrigwasser überwiegt aufgrund der langsameren Fließgeschwindigkeit die Sedimentation und die Konzentration in der Wasserphase nimmt ab. Bei zunehmenden Abflüssen kommt es aufgrund der Remobilisierung aus dem Sediment wieder zum Konzentrationsanstieg. Das Schwermetall Nickel zeigt über den gesamten Abflussbereich ähnliche Konzentrationen auf. Ein Anstieg der Nickelgehalte war selbst bei sehr niedrigen Abflüssen kaum vorhanden. Während beim Zink durch abflussreiche Phasen, hier spielt der Eintrag aus dem ehemaligen Erzabbaugebiet an Valme und Elpe eine entscheidende Rolle, der Orientierungswert nicht eingehalten wurde, wird die UQN für Nickel über den gesamten Zeitraum sicher unterschritten.

Bei fast allen der betrachteten Parameter ergab diese Abschätzung, dass auch bei abgesenkten Abflüssen die jeweiligen Grenzwerte im Jahresmittel eingehalten werden. Lediglich für zwei Parameter wurden Überschreitungen ermittelt, die allerdings nicht mit der Abflussreduzierung in Verbindung standen, sondern sich unabhängig davon einstellten. Als Ergebnis der durchgeführten Betrachtungen kam der Ruhrverband daher zu der Schlussfolgerung, dass aus der Absenkung der Grenzwerte für die Abflüsse an den Pegeln Oeventrop, Villigst und Hattingen keine nachteiligen Folgen für die Gewässergüte zu erwarten sind.

Auch die Auswertungen der Daten des Ruhrlängsmonitorings zur Gewässergüte ergaben keine Hinweise auf eine Verschlechterung der gütewirtschaftlichen Situation in den Jahren 2018 und 2019. An der aufgrund ihres Abwasseranteils am Gesamtabfluss kritischsten Messstelle unterhalb des Pegels Villigst haben sowohl Gesamtposphor und ortho-Phosphat-Phosphor (nicht grafisch dargestellt) als auch die Stickstoffkomponenten Nitrat (nicht grafisch dargestellt), Nitrit, Ammonium und Ammoniak die jeweilige Anforderung der OGewV eingehalten. Nur einige wenige Einzelwerte dieser Stoffe lagen über den Anforderungen für den Jahresmittelwert. Diese sind zudem oft auch bei ansteigenden Abflüssen und somit in Phasen eingetreten, die kein Niedrigwassermanagement erfordern. Ferner ist anzumerken, dass die im Hinblick auf die Fischfauna eines Gewässers kritische Größe der Ammoniakbelastung in der Ruhr keine Rolle spielt. Alle ermittelten Werte lagen deutlich unter dem Schwellenwert für die chronische Toxizität des Ammoniaks für Fische von 25 µg/l NH₃-N. Somit wäre selbst bei erhöhten Ammoniumkonzentrationen in der Ruhr keine merkliche Beeinträchtigung der Fischfauna gegeben.

Bei rückläufigen natürlichen Abflüssen bedingt die Einhaltung der vorgegebenen Abflussgrenzwerte an den Pegeln Oeventrop, Villigst und am Gewässerabschnitt vom Pegel Hattingen bis zur Ruhrmündung eine zunehmende Abgabe von Wasser aus den Talsperren und somit eine kontinuierliche Absenkung des Stauvolumens. Diese Tatsache führt unweigerlich zu der Frage, welche Füllstände aus ökologischer und fischereiwirtschaftlicher Sicht mindestens aufrecht zu erhalten sind, um nachteilige Folgen auch mit Blick auf die Rohwasserqualität zur Trinkwassergewinnung aus Talsperrenwasser zu vermeiden. Die Beantwortung dieser Frage ist dabei abhängig von jahreszeitlichen Verhältnissen und der jeweiligen Phase der Wasserzirkulation im Stauwasserkörper. Unter ungünstigen limnologischen Rahmenbedingungen im Sommer mit erhöhter Aktivität von Phyto- und Zooplankton sowie von Fischen ergab eine erste Abschätzung ein notwendiges ökologisches Mindestvolumen, das je nach Standort und Größe der acht Ruhrverbandstalsperren zwischen 15 % und 25 % des jeweiligen

Gesamtstauinhalts liegen sollte. Ist eine Talsperre nach der Herbstzirkulation voll durchmischt und geht langsam in die Winterstagnation über, ist wegen der herrschenden niedrigen Wassertemperaturen nur eine geringe biologische Aktivität gegeben. Daher ist in dieser Jahreszeit vermutlich eine Absenkung um rund weitere zehn Prozentpunkte unter die vorgenannten Werte vertretbar. Dabei ist allerdings aufgrund eines dann weiter reduzierten Lebensraums vor allem auf die Fischfauna zu achten. Bei dieser Aufgabe kann die durch den Ruhrverband entwickelte Messboje, die derzeit auf der Möhnetalsperre im Einsatz ist, mit ihrer automatisierten Übermittlung von Echolot-Sonarbildern wertvolle Hilfestellung leisten [8.2].

Fazit und Ausblick

Die in den Jahren 2018 und 2019 eingetretene Situation einer lang andauernden Trockenwetterperiode und die damit verbundene außergewöhnliche Beanspruchung des Talsperrenverbundsystems stellen auch für den Ruhrverband eine besondere Herausforderung dar. Dies ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die in den letzten Jahren offenkundig gewordenen klimatischen Veränderungen zurückzuführen, die vermutlich auch zukünftig das Wettergeschehen bestimmen werden. Daher wird sich der Ruhrverband in der Wahrnehmung seiner gesetzlichen Aufgaben auf diese geänderten Randbedingungen ausrichten müssen.

Als erste Reaktion darauf hat der Ruhrverband in Abstimmung mit den Aufsichtsbehörden ein intensiviertes Monitoring der Ruhr durchgeführt, um darüber Hinweise auf mögliche Veränderungen der Gewässerbeschaffenheit zu erhalten. Gleichzeitig hat er die aus der Vergangenheit vorliegenden Gütedaten einer speziellen Analyse zur Detektion vorliegender Abflusskonzentrationsbeziehungen unterzogen. Im Ergebnis dieser Betrachtungen sind negative Auswirkungen auf die Gewässergüte der Ruhr infolge von niedrigen Abflusswerten bislang akut nicht erkennbar.

Neben der physiko-chemischen Beschaffenheit eines Gewässers ist für dessen Zustandsbeurteilung aber auch die Analyse gewässerökologischer Daten von Bedeutung. Da die Reaktion der tierischen und pflanzlicher Organismen auf sich ändernde Rahmenbedingungen aber immer erst mit einer zeitlichen Verzögerung erkennbar wird, ist hier eine genaue Betrachtung der im Jahr 2019 entnommenen Proben der biologischen Qualitätskomponenten angezeigt. Hierzu liegt bislang allerdings eine vollständige Bewertung noch nicht vor. Auf Basis dieser durchgeführten Aktivitäten sieht sich der Ruhrverband gut gerüstet, auch den Herausforderungen der potenziellen Auswirkungen abgesenkter Abflussgrenzwerte zu begegnen.

[8.2] Ruhrverband: Das Trockenjahr 2018 - Überwachung der Wasserqualität und Gewässergüte im Ruhreinzugsgebiet. In: Ruhrgütebericht 2018, S. 100-104

9 Untersuchungen zur Emissions- und Immissionssituation im Einzugsgebiet der Volme

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 bereits im Jahr 2014 eine intensive Untersuchung der Lenne nach dem Modell der Ruhrlängsuntersuchung [9.1].

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 und sensible Gewässernutzungen auswirken können. Über die Spurenstoffbelastung im Ablauf der Verbandskläranlagen wurde im Ruhrgütebericht bereits in der Vergangenheit berichtet [9.2].

Um detailliertere und gewässerabschnittsspezifische Informationen über die Emissions- und Immissionssituation 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 für eventuelle 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 [9.3]. Im Zusammenhang mit der Verlängerung der wasserrechtlichen Einleitungserlaubnisse von Kläranlagen stellen diese Messprogramme zudem eine wichtige Bewertungshilfe für die gezielte Ableitung von Ablaufanforderungen an die Kläranlageneinleitungen 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 wurde erstmals ein ganzes Gewässereinzugsgebiet mit insgesamt vier Kläranlagen betrachtet [9.4]. Im Jahr 2019 erfolgte durch die Volme-Längsuntersuchung die systematische Untersuchung eines weiteren Gewässersystems. Das einjährige physikalisch-chemische Untersuchungsprogramm umfasste dreizehn Probenahmestellen im Gewässer oberhalb und unterhalb der Kläranlageneinleitungen sowie die Zu- und Abläufe der sechs im Einzugsgebiet

Tabelle 9.1: Landnutzung im Einzugsgebiet der Volme [9.6, 9.7]
Table 9.1: Usage of land in the Volme catchment area [9.6, 9.7]

Gewässername	Volme	
Gewässerkennzahl	2768	
A _{EO} [km ²]	428	
Landnutzung	A _{EO} [km ²]	Anteile [%]
Abbauflächen	0,32	0,1
Durchgängig städtische Prägung	1,19	0,3
Industrie- und Gewerbeflächen	5,81	1,4
Komplexe Parzellenstrukturen	23,25	5,4
Landwirtschaftliche Nutzung und natürliche Bodenbedeckung	8,27	1,9
Laubwälder	29,54	6,9
Mischwälder	98,18	22,9
Nadelwälder	50,00	11,7
Natürliches Grünland	1,06	0,2
Nicht bewässertes Ackerland	86,07	20,1
Nicht durchgängig städtische Prägung	59,48	13,9
Sport- und Freizeitanlagen	1,26	0,3
Straßen- und Eisenbahnnetze	0,48	0,1
Wasserflächen	0,72	0,2
Wiesen und Weiden	62,19	14,5
Gesamtfläche	428	100

liegenden Kläranlagen Meinerzhagen, Kierspe-Bahnhof, Volmetal, Schalksmühle, Breckerfeld und Gevelsberg.

Untersuchungsprogramm

Die Volme entspringt südlich von Meinerzhagen und mündet nach 50 km bei Hagen in die Ruhr (km 87,5). Das Einzugsgebiet (A_{EO}) der Volme beträgt 428 km² [9.5]. Der Gewässercharakter wird hauptsächlich durch Waldflächen aber auch durch die Städte Meinerzhagen und Hagen sowie die an der mittleren und unteren Ennepe liegenden Städte Gevelsberg und En-

- [9.1] Ruhrverband: Ergebnisse der Lennelängsuntersuchungen. In: Ruhrgütebericht 2014, Essen, S. 96-105
 [9.2] Ruhrverband: Mikroverunreinigungen im Ablauf kommunaler Kläranlagen. In: Ruhrgütebericht 2011, Essen, S. 92-99
 [9.3] Ruhrverband: Stoffflussanalyse und -modellierung von Ruhr und Lenne. In: Ruhrgütebericht 2016, Essen, S. 105-108
 [9.4] Ruhrverband: Untersuchungen zur Emissions- und Immissionssituation im Einzugsgebiet der Hönne. In: Ruhrgütebericht 2018, Essen, S. 109-116
 [9.5] https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/pe-stb_2016-2021_ruhr_final.pdf, 25.09.2018
 [9.6] Teileinzugsgebiete der Gewässer: Gewässerstationierungskarte des Landes Nordrhein-Westfalen (GSK3C, Auflage 30.11.2010)
 [9.7] Landnutzungsdaten: Bodenbedeckung (CORINE) Land Cover 2000

Tabelle 9.2: Ausgewählte Kenndaten der Kläranlagen im Volmeinzugsgebiet
 Table 9.2: Selected characteristics of the sewage treatment plants in the Volme catchment area

Kläranlage	Einheit	Meinerzhagen	Kierspe-Bahnhof	Volmetal	Schalksmühle	Breckerfeld	Gevelsberg
Einzugsgebiet	ha	666	1.670	7.194	4.920	182	2.400
Ausbaugröße	E	18.000	9.700	45.000	29.000	8.000	90.000
Einwohner 2018	E	14.302	6.291	28.905	22.726	6.072	67.121
Abwasseranfall (JAWM) 2018	m ³ /a	3.007.027	1.086.863	4.095.777	3.670.781	721.048	10.354.834
Jahresschmutzwassermenge (JSWM) 2018	m ³ /a	1.965.790	615.666	2.455.071	2.046.960	357.223	7.133.655
spez. Schmutzwasseranfall	l/(E·d)	377	260	224	228	161	281
Trockenwetterzufluss (Q _t) 2018	l/s	62	20	78	65	11	226
Maximaler Zufluss (Q _{max})	l/s	307	115	410	390	120	950
NWBA (RV-eigen)		2 RÜB, 2 SK	2 RÜB, 0 SK	4 RÜB, 5 SK	3 RÜB, 3 SK	1 RÜB, 1 SK	7 RÜB, 3 SK
NWBA – Volumen (RV-eigen)	m ³	5.475	2.000	8.221	3.270	2.006	21.500
Industrieabwasser 2018	m ³ /a	2.496.110	13.553	54.807	30.865	8	162.400
Anteil Industrieabwasser an JAWM	%	8,3	1,2	1,3	0,8	<0,01	1,6
Betriebe Anhang 40	n	4	1	10	11	1	10
Betriebe sonstige	n	2	0	2	2	0	7
CSB – Überwachungswert	mg/l	65	65	45	70	40	65
CSB – Niedrigerklärter Wert 2019	mg/l	35	35	35	35	32	25
TIN – Überwachungswert	mg/l	16	18	12	17	18	13
TIN – Niedrigerklärter Wert 2019	mg/l	10	-	9,6	13	10	8
NH ₄ -N - Betriebsmittelwert 2019	mg/l	1	-	1	-	-	-
P _{ges.} – Überwachungswert	mg/l	1	1,5	1	2	1	1,5
P _{ges.} - Niedrigerklärter Wert 2019	mg/l	1	1	1	1	0,6	0,7
P _{ges.} - Betriebsmittelwert 2019	mg/l	0,3	0,3	0,4	0,4	-	0,4

nepetal geprägt. Das Einzugsgebiet der Volme ist vor allem durch die lange Tradition der metallverarbeitenden Betriebe beeinflusst. Die Ennepe ist mit 42 km Flusslänge das größte Nebengewässer der Volme. Neben der Ennepe münden 47 weitere stationierte Gewässer direkt oder indirekt in die Volme. Die Nutzungsflächen des Einzugsgebiets der Volme sind in der Tabelle 9.1 dargestellt. Die gereinigten Abwässer der Kläranlagen Meinerzhagen, Kierspe-Bahnhof, Volmetal und Schalksmühle werden direkt in die Volme eingeleitet. Die Kläranlage Breckerfeld leitet zunächst in den Mündungsbe- reich der Illekatte und dann über den Epscheider Bach in die Volme ein. Die gereinigten Abwässer der Kläranlage Gevelsberg gelangen über die Ennepe in die Volme. Ausgewählte relevante Kenndaten der sechs untersuchten Kläranlagen sind in Tabelle 9.2 zusammengefasst.

Zwölf Probenahmestellen in der Volme, Ennepe und im Epscheider Bach liegen jeweils oberhalb und unterhalb der Kläranlagen Meinerzhagen, Kierspe-Bahnhof, Volmetal, Schalksmühle, Breckerfeld und Gevelsberg. Die dreizehnte Probenahmestelle befindet sich in der Ennepe weiter unterhalb der Kläranlage Gevelsberg unmittelbar am Pegel Haspe und wurde unter anderem wegen der Möglichkeit zu Frachtbe- trachtungen in das Untersuchungsprogramm einbezogen.

Die Gewässeruntersuchungen fanden sechsmal in der Zeit von Februar bis November 2019 in einem Abstand von acht bzw. neun Wochen statt. Darüber hinaus wurden jeweils datums- gleich der Zulauf und der Ablauf der sechs Kläranlagen als 24-Stunden-Mischproben beprobt. Die Lage der Probenahme-

stellen ist in Bild 9.1 dargestellt. Das physikalisch-chemische Monitoringprogramm umfasste die in Tabelle 9.3 aufgeführten Parametergruppen. Bei den in der Tabelle genannten Leitpa- rametern handelt es sich um zwischen Ruhrverband und der Bezirksregierung Arnsberg abgestimmten Kenngrößen zur

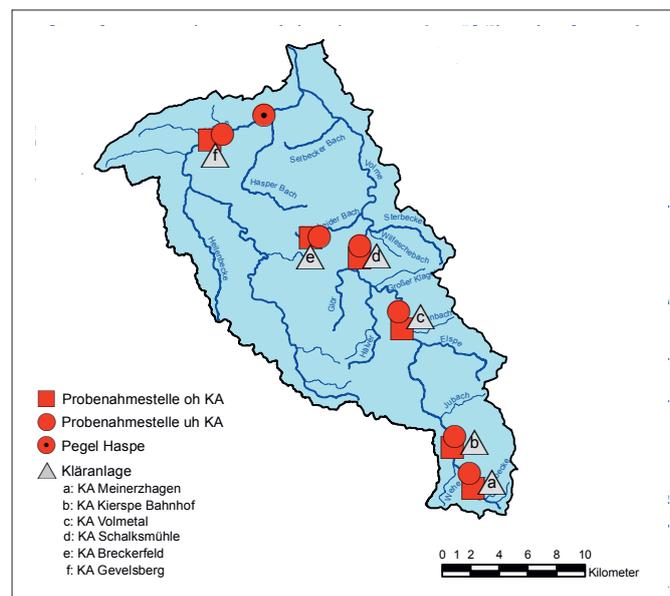


Bild 9.1: Volme-Längsuntersuchung – Lage der Probenahmestellen
 Fig. 9.1: Examinations along the Volme – locations of the sampling points

Zustandsbewertung von Gewässerabschnitten und zur Bewertung von Kläranlageneinleitungen. Sie stehen im Vordergrund der folgenden Betrachtungen.

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 Qualitätskomponenten) der Oberflächengewässerverordnung [9.8] und ergänzend dazu nach den gesetzlich nicht verbindlichen Orientierungswerten des Leitfadens „Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW, Anlage D4 [9.9], bewertet (vgl. Kapitel 2). Um den entsprechenden Einfluss auf die Gewässergüte besser zu erkennen, wurden die in den Kläranlagenabläufen ermittelten Werte ebenfalls mit diesen Anforderungen verglichen. Zudem wurden die Ablaufkonzentrationen gemäß den in den wasserrechtlichen Bescheiden festgelegten Überwachungswerten, den nach Abwasserabgabengesetz niedrigerklärten Werten und den von Ruhrverband und Bezirksregierung Arnsberg vereinbarten Betriebsmittelwerten (BMW), die sich aus der jeweiligen Leistungsfähigkeit der Kläranlagen über eine statistische Betrachtung der Ablaufkonzentrationen ergeben, bewertet. Bei den niedrigerklärten Werten ist zu beachten, dass diese für die qualifizierte Stichprobe gelten, während bei der Volme-Längsuntersuchung 24-Stunden-Mischproben zur Analyse gelangten. Die Betriebsmittelwerte wiederum gelten für die Jahresmittelwerte der Untersuchungen im Rahmen der Selbstüberwachung, so dass es sich in dieser Auswertung lediglich um eine Einordnung der jeweiligen betrieblichen Situation zum Zeitpunkt der Probenahme handelt. Bei Frachtberechnungen wurden gemäß den Vorgaben der Oberflächengewässerverordnung Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze mit der halben Bestimmungsgrenze einbezogen. Die Reinigungsleistungen der Kläranlagen wurden aus den mittleren

Zu- und Abflaufmengen berechnet. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Probenahmen nicht zeitkorrespondierend durchgeführt wurden.

Hydrologische Situation

Zur Bewertung der Abflüsse wurden die vom LANUV betriebenen Pegel „Kierspe“ (Volme-km 43,6), „Stephansohl“ (Volme-km 29,9), „Eckesey“ (Volme-km 1,2) und „Hagen-Haspe“ (Ennepe-km 4,0) herangezogen. Die Probenahmen im Februar fanden bei Regenwetter statt. Aus Bild 9.2 ist zu entnehmen, dass an den beiden ersten Volmepegeln sogar die Abflussspitzen des Untersuchungszeitraumes von 5,12 m³/s (Pegel Kierspe) bzw. 21,9 m³/s (Pegel Stephansohl) erfasst wurden. Entsprechend lagen an diesen Tagen die Zulaufmengen der Kläranlagen im Bereich der 80-Perzentile bis Maximalwerte der in den vorangegangenen drei Jahren durchgeführten Routineuntersuchungen. Bei den vier Probenahmetagen zwischen April und September herrschten Trockenwetterverhältnisse. Die Abflüsse lagen vor allem im Juli und September nahe des jeweiligen MNQ, am Pegel Stephansohl sogar leicht darunter. Auf den Kläranlagen betrug zu diesen Zeiten das Verhältnis von Abwassermenge am Untersuchungstag zu mittlerer Schmutzwassermenge (Q/Q_i) zwischen 0,2 und 1,5. Im November waren die Probenahmen im Gewässer mit Abflüssen von 0,527 m³/s am Pegel Kierspe bis 1,738 m³/s am Pegel Hagen-Haspe und auch auf den Kläranlagen mit Q/Q_i bis 2,8 niederschlagsbeeinflusst.

Vergleich gemessener Abflüsse an den Pegeln mit berechneten regionalisierten Abflüssen

Bei der Durchführung von Mischungsrechnungen oder Stoffflussmodellierungen werden nach Möglichkeit reale Pegel-daten verwendet. Ist für eine Gewässerstelle kein Pegel verfügbar, stellt die Ermittlung des regionalisierten Abflusses eine Hilfsgröße dar. Hierbei wird das Teileinzugsgebiet der Probenahmestelle dem gesamten Einzugsgebiet eines unterhalb liegenden, mündungsnahen Pegels mit dessen Abfluss ins Verhältnis gesetzt und so eine auf die Probenahmestelle bezogene Wasserführung berechnet. Einflüsse, wie lokale Wetterverhältnisse oder Wasser- und Landnutzung des (Teil) einzugsgebietes, bleiben hierbei unberücksichtigt. Um Aussagen über die Vergleichbarkeit von gemessenen und berechneten Abflüssen treffen zu können, wurden für die Pegel Kierspe, Hagen-Haspe und Stephansohl die regionalisierten Abflüsse in Relation zum Pegel Eckesey für den Untersuchungszeitraum ermittelt und den realen Pegel-daten gegenübergestellt. Hier-

Tabelle 9.3: Volme-Längsuntersuchung – Parametergruppen und Leitparameter des Monitoringprogramms
Table 9.3: Examinations along the Volme – groups of parameters and guiding parameters of the monitoring programme

Parametergruppe	Anzahl Parameter	Leitparameter
Basiskenngrößen	13	W-Temperatur, O ₂ , pH-Wert, TOC, CSB
Nährstoffe	7	P ges., o-PO ₄ -P, NH ₄ -N, NO ₂ -N, NO ₃ -N
Anionen	4	Chlorid, Sulfat
Metalle	35	Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Zink
Komplexbildner	8	EDTA, MGDA
Perfluorierte Verbindungen	13	
Korrosionsschutzmittel	3	1H-Benzotriazol
PAK	16	
Pestizide und ihre Metabolite	82	Terbutryn
Süßstoffe	4	Acesulfam, Sucralose
Antibiotika	25	Clarithromycin
Arzneimittelwirkstoffe und ihre Metabolite	70	Carbamazepin, Diclofenac, Metoprolol, Sulfamethoxazol, Metformin, Guanlylharnstoff
Röntgenkontrastmittel	6	Amidotrizoesäure, Iopamidol, Iopromid
Moschus-Verbindungen	2	
Alkylphenole	8	
Flammschutzmittel	9	
sonstige organische Verbindungen	66	

[9.8] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktions-sicherheit: Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGWV), 20.Juli 2016

[9.9] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft Natur- und Verbraucherschutz NRW (Hrsg): Monitoringleitfaden Oberflächengewässer, vorläufige Version der D4 Liste, Juli 2019. Persönliche Korrespondenz mit dem LANUV August 2019

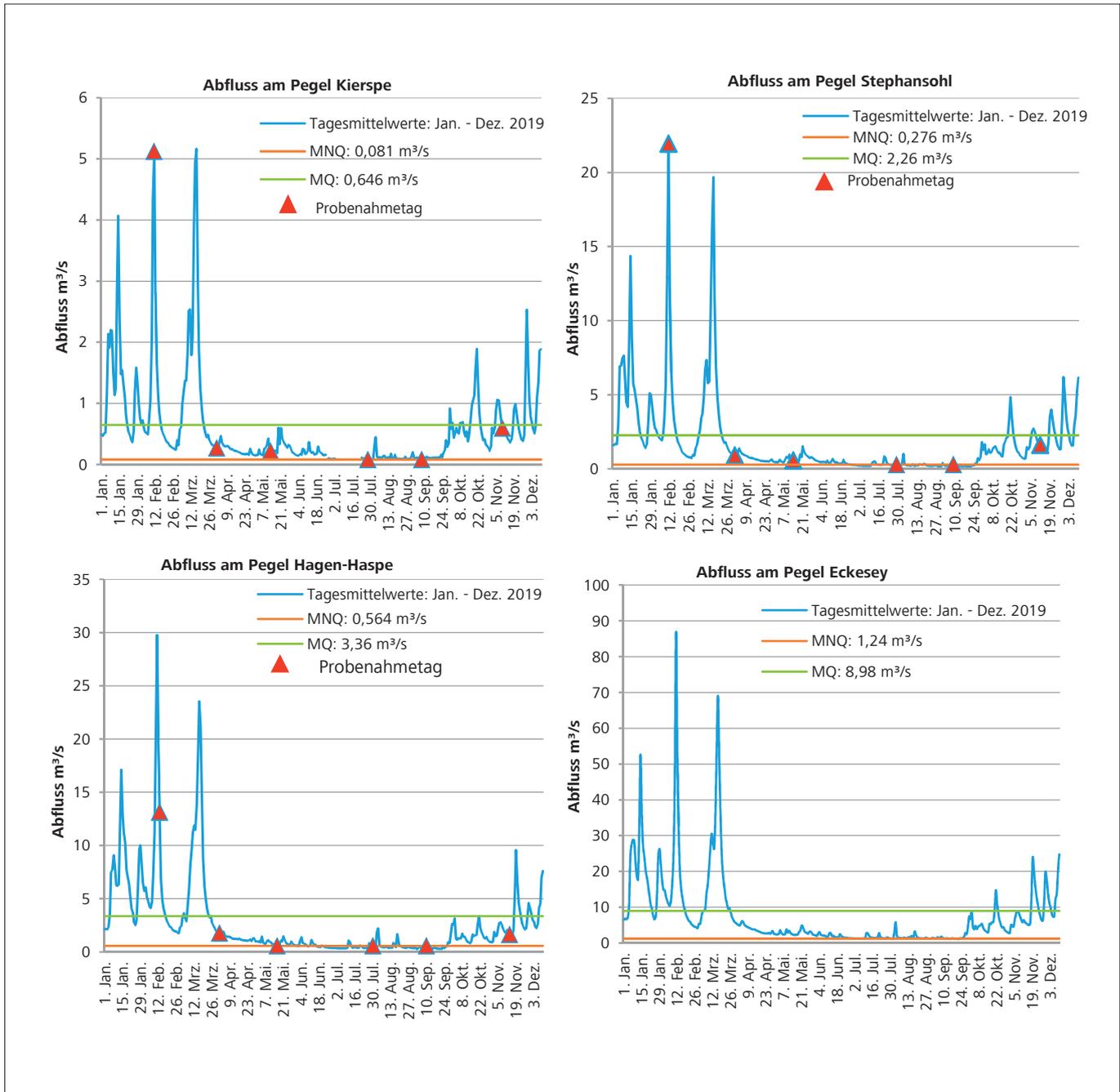


Bild 9.2: Volme-Längsuntersuchung – Pegeldata 1. Januar bis 10. Dezember 2019
 Fig. 9.2: Examinations along the Volme – water level data from January 1 to December 10, 2019

bei ergaben sich auf den ersten Blick für alle drei Pegel vergleichbare Werte, was sich auch in Korrelationen von $R^2=0,89$ bis $0,97$ ausdrückt. Betrachtet man für die sechs Probenahmetage die Differenzen von gemessenen und berechneten Abflüssen, so ergeben sich aber zum Teil deutliche, sowohl positive als auch negative Abweichungen bis zu 42 %. Die Mittelwerte aus den Beträgen der prozentualen Abwei-

chungen liegen für die Probenahmetage bei 22 bis 25 % und stimmen mit den entsprechenden Werten des gesamten Untersuchungszeitraumes überein. Bei der Verwendung von regionalisierten Abflüssen und der Bewertung der darauf beruhenden berechneten Frachten und Konzentrationen sind diese Abweichungen zu berücksichtigen.

Zulaufbeschaffenheit und Reinigungsleistung der Kläranlagen

Zulaufbeschaffenheit

Im Vergleich zu den Routineuntersuchungen der vorangegangenen drei Jahre lag während der Volme-Längsuntersuchung 2019 die Zulaufbelastung der sechs Kläranlagen durch die organischen Summenparameter sowie die Nährstoffe jeweils im üblichen Schwankungsbereich. Die mittleren Gehalte bildeten bezogen auf die abfiltrierbaren Stoffe, CSB und BSB₅ in etwa die 70- bis 90-Perzentile und hinsichtlich der Nährstoffe die 60- bis 80-Perzentile dieser Routineuntersuchungen ab. Erwartungsgemäß wurden im Februar auf Grund der sehr hohen Wassermengen und der damit verbundenen Verdünnungseffekte insgesamt die niedrigsten Konzentrationen - überwiegend unterhalb des 20-Perzentils der Vorjahre - ermittelt. Umgekehrt ergaben sich bei Trockenwetter und weit unterdurchschnittlichen Zuflüssen - insbesondere im Mai auf der Kläranlage Breckerfeld, im Juli auf den Kläranlagen Meinerzhagen, Kierspe-Bahnhof und Gevelsberg bzw. im September auf den Kläranlagen Volmetal und Schalksmühle - in vielen Fällen Messwerte im Bereich der Maximalkonzentrationen der drei Vorjahre. Vergleichbare Tendenzen konnten für die Schwermetallgehalte festgestellt werden. Erwähnenswert sind die erhöhten Konzentrationen an Chrom, Zink und vor allem Nickel im Zulauf der Kläranlage Volmetal und an Nickel auf der Kläranlage Kierspe-Bahnhof.

Mit Blick auf die weiteren Leitparameter ergaben sowohl die Medikamentenrückstände als auch die Röntgenkontrastmittel und die künstlichen Süßstoffe das zu erwartende breite Spektrum hinsichtlich Positivbefunden und Belastungshöhe, wobei sich die mittleren Konzentrationen und einwohnerspezifischen Frachten im üblichen Bereich der Ruhrverbandskläranlagen befanden. Für die Pflanzenschutzmittel wurden nahezu ausschließlich Werte unterhalb der Bestimmungsgrenzen gemessen. Positivbefunde wurden aber in allen Kläranlagenzuläufen beim Herbizid Glyphosat und dessen Metabolit AMPA festgestellt. Bei den Komplexbildnern ergaben sich insgesamt übliche Zulaufkonzentrationen. Auffällig war die extreme und völlig untypische Belastungsspitze beim PFOS im Mai im Zulauf der Kläranlage Volmetal.

Reinigungsleistung der Kläranlagen

Bei einem mittleren Feststoffrückhalt zwischen 90 und 99 % lagen für die organischen Summenparameter und die Nährstoffe die Reinigungsleistungen der sechs Kläranlagen während der Untersuchungstage insgesamt in der Größenordnung der Mittelwerte der drei Vorjahre. Allerdings wurden für den Gesamtstickstoff auf den Kläranlagen Gevelsberg mit 77 % und Kierspe-Bahnhof mit 57 % für diese Anlagen vergleichsweise niedrige Eliminationen erreicht. Im Ruhrverbandsvergleich unterdurchschnittlich war die Reinigungsleistung für

Phosphor von 85 % auf den Kläranlagen Meinerzhagen und Kierspe-Bahnhof. Hingegen wurde auf den Kläranlagen Schalksmühle und Breckerfeld der CSB überdurchschnittlich gut zu 98 bzw. 99 % entfernt.

Die Rückhalteleistungen für Schwermetalle waren auf den sechs Kläranlagen unterschiedlich, wobei in Kierspe insgesamt die niedrigsten Retentionsraten festgestellt wurden. Auf der Kläranlage Volmetal erfuhren zwar tendenziell die Schwermetalle den besten Rückhalt - im Falle des Nickels zu überdurchschnittlich hohen 60 %. Aufgrund der hohen Zulaufbelastung ergaben sich dennoch relativ hohe Ablaufrachten und -konzentrationen, wobei das Nickel zu 95 % in gelöster Form vorlag.

Für die Diagnostika sind wegen ihrer charakteristischen applikationsbezogenen Eigenschaften die Reinigungsleistungen vor allem bei nicht zeitkorrespondierend entnommenen Proben nur bedingt auswertbar. Die Entfernungswirkungen für die einzelnen Arzneimittelrückstände fielen sehr unterschiedlich aus. Während Carbamazepin praktisch gar nicht und Diclofenac zu maximal 49 % aus dem Abwasser entfernt wurden, wurde das biologisch gut abbaubare Ibuprofen im Verlauf des Reinigungsprozesses nahezu vollständig zurückgehalten. Vergleichbar hohe Retentionsleistungen ergaben sich auch für Metformin, für dessen Hauptmetaboliten Guanylarnstoff die Ablaufrachten deutlich über den Zulaufrachten lag.

Aufgrund der unterschiedlichen biologischen Abbaubarkeit der Komplexbildner ergaben sich hohe Reinigungsleistungen beim MGDA und deutlich niedrigere beim EDTA. Ähnliche Unterschiede waren bei den künstlichen Süßstoffen mit der so gut wie nicht abbaubaren Sucralose und dem Acesulfam vorhanden, welches bis zu 84 % aus dem Abwasser entfernt wurde. Die Retentionsrate der gut an Belebtschlamm adsorbierenden PAK lag für die Summe der 16 untersuchten Verbindungen bei kläranlagentypischen 79 bis 92 %.

Untersuchungsergebnisse im Fließverlauf

In Tabelle 9.4 sind für ausgewählte Kenngrößen die mittleren Konzentrationen in den Kläranlagenabläufen und an den Gewässerprobenahmestellen und deren Einhaltung der jeweiligen UQN bzw. des jeweiligen Orientierungswertes dargestellt.

Probenahmestelle Volme oberhalb Kläranlage Meinerzhagen

Die erste Probenahmestelle (Volme-km 47,7) liegt in einem Wohngebiet der Stadt Meinerzhagen etwa 2,8 km unterhalb der Quelle und 100 m oberhalb der Kläranlage Meinerzhagen. Die Gehalte für die meisten untersuchten Kenngrößen lagen unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenzen. Die Konzentrationen der Nährstoffe Phosphor und Ammonium-Stickstoff hielten den guten Zustand sowohl bei dem Starkregenereignis im Februar als auch bei den Trockenwetteruntersuchungen sicher ein. Für die Metalle Kupfer und Zink kam es, unabhängig von den Abflussbedingungen, zu Überschreitungen der

Tabelle 9.4: Volme-Längsuntersuchung - mittlere Konzentrationen
 Table 9.4: Examinations along the Volme – mean concentrations

Parameter	Einheit	Volme - oh KA Meinerzhagen	KA Meinerzhagen - Ablauf Schönungsteich	Volme - uh KA Meinerzhagen	Volme - Am Pegel Kierspe	KA Kierspe-Bahnhof - Ablauf Nachklärung	Volme - uh KA Kierspe	Volme - oh KA Volme	KA Volmetal - Ablauf Schönungsteich	Volme - uh Volme
Abfluss	m³/s		0,100		1,059	0,032		2,120	0,147	
Wassertemperatur Winter	°C	6,0	8,1	6,3	5,7	6,7	5,7	4,9	8,4	5,5
Wassertemperatur Sommer	°C	16,2	15,8	18,4	17,7	17,2	18,1	15,9	18,9	17,4
Sauerstoff	mg/l	8,6		7,6	8,2		8,0	9,4		9,1
pH-Wert		7,6-8,1	6,8-8,1	7,3-7,6	7,3-8,2	6,8-8,2	7,2-8,0	7,5-8,1	6,9-8,2	7,3-7,9
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	430	640	570	420	830	420	360	830	440
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	3,4	5,3	4,1	11	23	11	4,2	5,7	4,6
Abfiltrierbare Stoffe, Glühverlust	mg/l	0,85	4,8	1,5	1,8	17	1,8	1,1	5,3	1,3
CSB	mg/l	5,1	19	12	8,7	22	9,3	8,2	32	9,8
TOC	mg/l	1,5	6,6	4,0	3,3	6,5	3,6	2,4	9,7	3,2
Ammonium-Stickstoff	mg/l	0,040	0,82	0,44	0,065	0,54	0,075	0,022	1,8	0,22
Ammoniak-N (Berechnung)	µg/l	0,57	8,1	2,5	0,81	2,8	0,68	0,31	26	2,8
Nitrat-Stickstoff	mg/l	2,6	3,3	3,3	3,1	5,8	3,3	2,8	2,9	2,9
Nitrit-Stickstoff	mg/l	<0,05	0,16	0,089	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,39	0,077
Phosphor	mg/l	0,019	0,46	0,23	0,12	0,53	0,12	0,06	0,51	0,13
Orthophosphat-Phosphor	mg/l	0,008	0,35	0,16	0,095	0,27	0,089	0,032	0,43	0,078
Chlorid	mg/l	67	73	72	50	110	53	40	160	60
Sulfat	mg/l	17	80	57	48	56	45	34	39	34
Blei	µg/l	0,46	<1		0,98	<1	0,80	0,46	<1	0,44
Blei (filtriert)	µg/l	<0,1	<1	0,11	0,1	<1	0,12	0,14	<1	0,12
Cadmium	µg/l	0,060	<0,05	0,039	0,070	<0,05	0,063	0,053	<0,05	0,046
Cadmium (filtriert)	µg/l	0,056	<0,05	0,038	0,045	<0,05	0,044	0,058	<0,05	0,039
Kupfer	µg/l	1,7	4,6	2,7	3,3	22	4,1	2,5	5,7	3,0
Kupfer (filtriert)	µg/l	1,5	2,8	2,1	2,5	11	3,9	2,4	4,2	2,4
Nickel	µg/l	1,0	2,7	2,1	2,4	16	3,6	2,0	27	6,0
Nickel (filtriert)	µg/l	1,0	2,6	1,9	1,7	14	3,0	2,0	26	5,8
Zink	µg/l	15	31	25	10	59	12	7,1	32	10
Acetosulfam	µg/l	0,079	5,4	3,1	1,2	4,4	1,2	0,56	13	2,7
Amidotrizoesäure	µg/l	<0,05	0,18	0,16	0,11	0,27	0,12	0,068	0,57	0,15
Iopamidol	µg/l	<0,05	0,15	0,13	0,063	0,083	0,057	<0,05	1,3	0,23
Iopromid	µg/l	<0,05	0,075	<0,05	<0,05	0,11	<0,05	<0,05	0,96	0,10
Carbamazepin	µg/l	<0,01	0,36	0,22	0,12	0,40	0,14	0,068	0,81	0,20
Diclofenac	µg/l	<0,01	1,0	0,72	0,32	1,3	0,36	0,076	1,8	0,36
Guanylyurea	µg/l	<0,3	18	12	2,8	88	9,6	1,8	52	8,8
Metformin	µg/l	<0,3	3,3	2,2	1,1	1,3	0,94	0,36	6,6	1,5
Metoprolol	µg/l	<0,01	1,4	0,8	0,31	2,0	0,45	0,1	2,3	0,51
Clarithromycin	µg/l	<0,01	0,17	0,12	0,053	0,17	0,060	0,019	0,12	0,035
Sulfamethoxazol	µg/l	<0,01	0,26	0,17	0,1	0,22	0,11	0,051	0,23	0,084
Terbutryn	µg/l	<0,01	0,018	0,015	0,011	0,051	0,014	<0,01	0,027	<0,01
EDTA	µg/l	<0,5	27	22	9,6	6,4	8,0	5,0	9,5	4,2
MGDA	µg/l	<0,5	140	13	3,6	40	4,1	1,5	44	7,7
1H-Benzotriazol	µg/l	0,042	3,1	1,8	0,90	3,7	1,1	0,46	4,4	1,1

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

OGewV Anlage 8
 gut
 nicht gut
 nicht bewertet

jeweiligen Qualitätsziele. Weitere Überschreitungen ergaben sich für die Parameter Benzo(a)pyren und Pyren, wobei für Benzo(a)pyren lediglich im Februar bei hohem Abfluss ein bewertungsrelevanter Positivbefund festgestellt wurde. Die Konzentrationen der Süßstoffe, Arzneimittelrückstände, Röntgenkontrastmittel sowie Pflanzenschutzmittel waren unauffällig und lagen überwiegend unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze.

Kläranlage Meinerzhagen – Ablauf Schönungsteich

Die Konzentrationen an abfiltrierbaren Stoffen zeigen einen insgesamt sehr geringen Feststoffaustrag an. Sowohl die Überwachungswerte gemäß Genehmigungsbescheid als auch die niedrigerklärten Werte für CSB, den anorganischen Stickstoff und Gesamt-Phosphor wurden auch mit den Maximalgehalten sicher eingehalten. Die Werte für Ammonium-Stickstoff und Phosphor lagen im Untersuchungszeitraum zahlenmäßig mehrfach oberhalb der für das gesamte Jahr geltenden Betriebsmittelwerte. Zudem lagen im Ablauf die Konzentrationen

für Kupfer, Zink sowie für mehrere Arzneimittelrückstände, Diagnostika und Süßstoffe über den nur für Gewässer geltenden, nicht verbindlichen Orientierungswerten. Die Konzentrationen der Pflanzenschutzmittel, PAK und Komplexbildner waren insgesamt unauffällig. Bei den Probenahmen im Februar waren infolge der hohen Wassermengen vor allem beim Ammonium-Stickstoff und bei den Medikamentenrückständen die Konzentrationen im Vergleich zu den anderen Untersuchungstagen deutlich niedriger, was auch mit geringeren Abflussfrachten verbunden war. Beim Phosphor und bei Schwermetallen konnte dagegen kein Verdünnungseffekt festgestellt werden.

Probenahmestelle Volme unterhalb Kläranlage Meinerzhagen

Diese Probenahmestelle liegt bei Volme-km 46,4 etwa 1,2 km unterhalb der Kläranlage Meinerzhagen. Dazwischen kommt es zu keinen nennenswerten weiteren Zuflüssen. Für mehrere Leitparameter waren Konzentrationsanstiege im Vergleich zur oberhalb gelegenen Probenahmestelle festzustellen, die in ei-

Tabelle 9.4: Volme-Längsuntersuchung - mittlere Konzentrationen
 Table 9.4: Examinations along the Volme – mean concentrations

Parameter	Einheit	Volme - oh KA Schalksmühle	KA Schalksmühle - Ablauf Nachklärung	Volme - uh KA Schalksmühle	Epscheider Bach - oh KA Breckerfeld	KA Brckerfeld - Ablauf Nachklärung	Epscheider Bach - uh KA Breckerfeld	Ennepe - oh KA Gevelsberg	KA Gevelsberg - Ablauf Schönungs- teich	Ennepe - bei Vogelsang	Ennepe - am Pegel Haspe
Abfluss	m³/s		0,130			0,023			0,337		2,989
Wassertemperatur Winter	°C	5,7	8,2	5,9	7,3	9,2	7,4	4,4	8,2	4,8	4,9
Wassertemperatur Sommer	°C	17,5	19,2	18,9	16,0	20,0	16,9	18,5	18,2	19,8	19,9
Sauerstoff	mg/l	9,4		9,3	8,9		9,1	8,8		8,7	9,0
pH-Wert		7,5-8,3	5,8-7,2	7,4-8,3	6,8-7,5	5,6-7,8	7,7-8,1	7,7-8,0	7,5-8,0	7,4-7,9	7,5-8,2
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	390	580	390	280	680	560	250	620	370	360
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	4,8	9,7	6,0	1,3	2,1	4,5	2,2	3,6	2,9	3,8
Abfiltrierbare Stoffe, Glühverlust	mg/l	1,5	8,0	1,7	3,9	2,1	2,0	1,0	2,8	1,3	2,0
CSB	mg/l	7,4	24	8,4	7,3	27	14	5,8	24	8,2	7,8
TOC	mg/l	2,9	7,3	3,2	2,3	7,4	5,0	2,4	7,4	3,3	3,3
Ammonium-Stickstoff	mg/l	0,052	1,1	0,067	0,068	0,22	0,038	0,048	0,8	0,12	0,063
Ammoniak-N (Berechnung)	µg/l	1,2	1,8	1,6	0,78	1,4	0,82	0,71	10	1,0	1,2
Nitrat-Stickstoff	mg/l	2,9	4,9	3,0	8,5	6,6	6,3	2,9	4,4	3,2	3,1
Nitrit-Stickstoff	mg/l	<0,05	0,34	<0,05	0,052	<0,05	<0,05	<0,05	0,20	0,031	<0,05
Phosphor	mg/l	0,096	0,41	0,11	0,040	0,22	0,17	0,024	0,33	0,084	0,084
Orthophosphat-Phosphor	mg/l	0,052	0,25	0,063	0,013	<0,2	0,091	0,0087	0,27	0,047	0,046
Chlorid	mg/l	47	88	51	33	110	93	22	81	37	35
Sulfat	mg/l	29	40	29	16	32	29	21	110	46	43
Blei	µg/l	0,61	<1	0,59	0,61	<1	0,40	0,25	<1	0,27	0,38
Blei (filtriert)	µg/l	0,11	<1	0,15	0,17	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cadmium	µg/l	0,074	<0,05	0,071	0,052	<0,05	0,029	0,025	<0,05	0,024	0,027
Cadmium (filtriert)	µg/l	0,056	<0,05	0,048	0,036	<0,05	0,022	0,019	<0,05	0,019	0,018
Kupfer	µg/l	3,4	4,4	3,7	0,76	4,6	3,7	1,8	3,8	2,0	2,8
Kupfer (filtriert)	µg/l	2,8	3,0	2,6	0,85	4,3	3,5	1,6	2,9	1,8	2,2
Nickel	µg/l	4,0	4,0	4,0	3,1	2,0	1,9	1,2	5,4	2,2	2,1
Nickel (filtriert)	µg/l	3,7	4,5	3,7	2,4	2,8	1,8	1,0	5,1	2,2	2,0
Zink	µg/l	10	24	8,8	5,5	22	16	5,5	46	14	18
Acesulfam	µg/l	1,3	7,5	1,8	0,016	5,6	3,0	0,14	5,0	1,1	0,89
Amidotrizoensäure	µg/l	0,095	0,27	0,11	<0,05	2,0	1,3	<0,05	1,4	0,38	0,37
Iopamidol	µg/l	0,15	0,068	0,17	<0,05	0,058	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Iopromid	µg/l	<0,05	0,92	0,099	<0,05	0,82	0,8	<0,05	1,4	0,28	0,22
Carbamazepin	µg/l	0,13	0,43	0,16	<0,01	0,97	0,66	<0,01	0,42	0,11	0,11
Diclofenac	µg/l	0,16	2,2	0,3	<0,01	1,8	1,1	<0,01	1,3	0,27	0,23
Guanylurea	µg/l	3,6	36	5,5	<0,3	45	17	<0,3	52	10	6,9
Metformin	µg/l	0,86	1,8	0,92	<0,03	3,0	1,3	0,17	2,2	0,52	0,53
Metoprolol	µg/l	0,23	2,2	0,37	<0,01	1,3	0,74	<0,01	1,9	0,46	0,34
Clarithromycin	µg/l	0,018	0,17	0,028	<0,01	0,12	0,073	<0,01	0,26	0,065	0,048
Sulfamethoxazol	µg/l	0,058	0,17	0,072	<0,01	0,14	0,10	<0,01	0,36	0,099	0,083
Terbutryn	µg/l	<0,01	0,082	0,011	<0,01	0,047	0,033	<0,01	0,036	0,013	0,012
EDTA	µg/l	3,4	9,4	2,8	<0,5	10	5,5	1,2	9,6	0,63	1,1
MGDA	µg/l	4,9	45	5,8	0,64	49	8,4	4,2	19	1,8	2,4
1H-Benzotriazol	µg/l	0,68	9,3	1,4	0,012	2,4	1,5	0,04	6,2	1,6	1,4

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

OGewV Anlage 8
 gut
 nicht gut
 nicht bewertet

nigen Fällen auch zu einer Verschlechterung der Bewertung führen. Zu nennen sind Ammonium- und Nitrit-Stickstoff, Gesamtphosphor und ortho-Phosphat-Phosphor, deren Orientierungswerte an allen sechs Untersuchungstagen überschritten wurden. Die Maximalgehalte ergaben sich bei den Trockenwetteruntersuchungen im Frühjahr. Phosphor lag hier überwiegend als ortho-Phosphat-Phosphor vor. Weitere Überschreitungen traten auch für die Röntgenkontrastmittel Amidotrizoensäure und Iopamidol, die Wirkstoffe Diclofenac, Metformin sowie das Antibiotikum Clarithromycin und den Süßstoff Acesulfam auf. Die im Vergleich zur oberhalb gelegenen Probenahmestelle erhöhten Gehalte bei den genannten Kenngrößen sind vor allem auf die Emission der Kläranlage Meinerzhagen zurückzuführen. Demzufolge wurden die Maximalgehalte dieser Parameter in den Sommermonaten bei größeren Anteilen an behandeltem Abwasser gemessen. Die Überschreitung der jeweiligen Orientierungswerte für Pyren sowie für Kupfer und Zink sind auch auf diffuse Quellen zurückzuführen.

Probenahmestelle Volme oberhalb Kläranlage Kierspe-Bahnhof (Pegel Kierspe)

Die Probenahmestelle 350 m oberhalb der Kläranlage Kierspe-Bahnhof liegt bei Volme-km 43,5. Der Einfluss der Kläranlage Meinerzhagen, die etwa 4 km oberhalb dieser Stelle liegt, ist insbesondere an den fünf bei niedrigen Abflüssen durchgeführten Untersuchungstagen zu erkennen. Das Konzentrationsniveau war im Vergleich zur Probenahmestelle direkt unterhalb der Kläranlage Meinerzhagen bedingt durch Verdünnungseffekte zwar niedriger, für einige kläranlagenbürtige Parameter, wie Acesulfam, Amidotrizoensäure und mehrere Arzneistoffrückstände, ergab sich dennoch eine mäßige Bewertung. Zudem überschritten die Parameter Pyren und Benzo(a)pyren die Qualitätsziele. Zu einer mäßigen Bewertung der beiden Parameter Phosphor und ortho-Phosphat-Phosphor führten vor allem die erhöhten Werte bei niedrigen Abflüssen im Juli und September, wobei der größte Anteil des Phosphors in Form von ortho-Phosphat-Phosphor vorlag; im September sogar zu nahezu 100 %. Kupfer überschritt den Orientierungs-

wert sowohl bei niedrigen als auch bei erhöhten Abflüssen, während Zink mit gut bewertet wurde.

Kläranlage Kierspe-Bahnhof – Ablauf Nachklärung

Für die abfiltrierbaren Stoffe wurde im Juli bei niedrigem Abfluss ein gegenüber den weiteren Untersuchungen deutlich erhöhter Messwert festgestellt. Dieser Feststoffaustrag wurde von Maximalkonzentrationen für CSB und Phosphor begleitet. Die Überwachungswerte wurden bei den sechs Untersuchungen aber durchgehend eingehalten. Die Phosphorgehalte lagen allerdings oberhalb des für das gesamte Jahr geltenden Betriebsmittelwerts. Die Konzentrationen an filtriertem Nickel lagen ausnahmslos über der im Gewässer gültigen UQN. Überschreitungen der nicht verbindlichen Orientierungswerte wurden bei den Leitparametern Kupfer, Zink, Acesulfam, Amidotrizoesäure, Iopromid, Diclofenac und Metformin festgestellt. Während der unter Regenwetterbedingung stattfindenden Probenahme im Februar wurden die größten Ablauffrachten u.a. für abfiltrierbare Stoffe, CSB und Phosphor gemessen.

Probenahmestelle Volme unterhalb Kläranlage Kierspe-Bahnhof

Die Probenahmestelle unterhalb Kläranlage Kierspe-Bahnhof liegt bei Volme-km 42,5. Zwischen der Messstelle und der 500 m darüber liegenden Kläranlage fließt die Schleife zu, wodurch es zu Mischungseffekten kommt. Zu einer einmaligen Unterschreitung der Anforderungen für den Sauerstoffgehalt an der Probenahmestelle kam es im Juli. Die Anforderungen für die mittleren Konzentrationen von Phosphor und ortho-Phosphat-Phosphor wurden im Februar eingehalten. Bei niedrigen Abflüssen lagen dagegen die Gehalte an drei Untersuchungstagen über den jeweiligen Orientierungswerten, was zu mäßigen Bewertungen führt. Auch an dieser Probenahmestelle sind die Einflüsse aus der Siedlungsentwässerung in Form von Überschreitungen der Leitparameter Kupfer, Zink, Acesulfam, Amidotrizoesäure, Diclofenac und Metformin zu erkennen. Jedoch macht sich auch der Einfluss von diffusen Quellen in Form von Überschreitungen bei mehreren PAK bemerkbar. Für Ammonium-Stickstoff konnte der Orientierungswert eingehalten werden.

Probenahmestelle Volme oberhalb Kläranlage Volmetal

Diese Probenahmestelle (Volme-km 31,2) liegt etwa 1,4 km oberhalb der Kläranlage Volmetal. Auf der 11,3 km langen Strecke von der Probenahmestelle unterhalb der Kläranlage Kierspe-Bahnhof fließen die Elspe, der Jubach sowie zahlreiche kleinere Bäche zu. Durch die damit verbundenen Verdünnungseffekte nahmen die Konzentrationen für die kläranlagenrelevanten Parameter wie erwartet ab. Für die Diagnostika sowie für die meisten Arzneimittelwirkstoffe ergab sich dadurch eine sehr gute bzw. gute Bewertung. Für die Mehrheit der untersuchten Spurenstoffe, vor allem aus den Gruppen der Pflanzenschutzmittel und der Antibiotika, lagen die Konzentrationen sogar unterhalb der Bestimmungsgrenzen. Mit mäßig

bewertet wurden die Kenngrößen Acesulfam, Diclofenac und Metformin. Der Orientierungswert für Zink wurde nur bei dem Regenereignis im Februar überschritten, der für Kupfer dagegen durchgehend. Die Parameter Ammonium-Stickstoff, Phosphor und ortho-Phosphat-Phosphor hielten den guten bzw. sehr guten Zustand im gesamten Untersuchungszeitraum sicher ein.

Kläranlage Volmetal – Ablauf Schönungsteich

Bei durchgehend niedrigem Feststoffaustrag wurden im April und Juli bei Trockenwetter erhöhte CSB-Werte festgestellt, die aber noch unterhalb des Überwachungswerts lagen. Auch alle anderen im Genehmigungsbescheid festgelegten Werte wurden durchgehend eingehalten. Die Werte für Ammonium-Stickstoff und mit einer Ausnahme für Phosphor lagen über den für das gesamte Jahr geltenden Betriebsmittelwerten. Die im Gewässer gültige UQN für Nickel_{filtriert} wurde ausnahmslos um das Mehrfache überschritten. Der auf industrielle Einleitungen zurückzuführende Maximalgehalt für Nickel_{gesamt} lag dabei nur wenig unter dem Überwachungswert. Erwähnenswert ist der im Mai in Folge einer extremen Zulaufbelastung gemessene Gehalt an PFOS. Die mittleren Konzentrationen der Leitparameter für Kupfer, Zink sowie mehrerer Arzneimittelrückstände, Diagnostika und Süßstoffe lagen über den jeweiligen gewässerbezogenen Orientierungswerten. Bei der Regenwetterprobenahme im Februar wurden unter anderem für CSB, Phosphor, Nickel und Zink die höchsten Ablauffrachten gemessen. Ein Verdünnungseffekt war beispielsweise bei Ammonium-Stickstoff und einigen Medikamentenrückständen festzustellen.

Probenahmestelle Volme unterhalb Kläranlage Volmetal

Die Probenahmestelle unterhalb der Kläranlage Volmetal liegt bei Volme-km 29,2. Auf der ca. 800 m langen Strecke zwischen der Messstelle und der Kläranlage fließen keine Bäche mit nennenswertem Abfluss zu. Die an dieser Probenahmestelle festgestellten Überschreitungen sind im Wesentlichen auf die Kläranlagenemission zurückzuführen. Dies gilt insbesondere für Nickel und PFOS, wobei die höchsten Werte für beide Kenngrößen im Juli gemessen wurden. Auch der im Kläranlagenablauf im Mai festgestellte Maximalwert für PFOS findet sich in der Gewässerprobe wieder. Darüber hinaus lagen die mittleren Konzentrationen der Leitparameter Kupfer, Acesulfam, Amidotrizoesäure, Iopromid, Iopromid, Carbamazepin, Diclofenac und Metformin über den jeweiligen nicht verbindlichen Orientierungswerten. Die Nährstoffgehalte wurden an den Trockenwetteruntersuchungstagen mit mäßig bewertet. Die Parameter Zink und PAK konnten mit gut bzw. sehr gut bewertet werden.

Probenahmestelle Volme oberhalb Kläranlage Schalksmühle

Die Probenahmestelle oberhalb der Kläranlage Schalksmühle liegt bei Volme-km 22,2 und somit ca. 7 km unterhalb der vorangegangenen Messstelle. Zwischen diesen beiden Stellen fließen die Hälver und die Glör sowie vier weitere kleine Bäche zu. Die hiermit verbundenen Verdünnungseffekte führten zu einer Absenkung des Konzentrationsniveaus und in Folge dessen insgesamt zu einer guten Bewertung der Nährstoffe Ammonium-Stickstoff und Phosphor. Allerdings konnte der Orientierungswert für Phosphor im Gegensatz zum Ammonium-Stickstoff bei den letzten drei Untersuchungen nicht eingehalten werden. Die UQN für Nickel konnte im Gegensatz zur vorangegangenen Probenahmestelle an dieser Gewässerstelle wieder eingehalten werden. Einige kläranlagenbürtige Parameter, wie z.B. Acesulfam, Amidotrizoesäure und mehrere Vertreter der Arzneimittelrückstände, überschritten aber auch hier, insbesondere zwischen April und September, die jeweiligen Orientierungswerte. Die Kenngrößen aus der Gruppe der diffus eingetragenen PAK erfahren weiterhin eine sehr gute bzw. gute Bewertung.

Kläranlage Schalksmühle – Ablauf Nachklärung

Die Ablaufkonzentrationen lagen bei geringem Feststoffaustrag für alle Parameter durchgehend unterhalb der Bescheid- und der niedrigerklärten Werte. Der mittlere Phosphorgehalt lag oberhalb des für das gesamte Jahr geltenden Betriebsmittelwerts, an drei Untersuchungstagen jedoch darunter. Der mittlere Gehalt an filtriertem Nickel lag knapp über der Umweltqualitätsnorm. Die UQN für Terbutryn wurde mehrfach überschritten, wobei der Maximalwert im September bei Trockenwetter erreicht wurde. Während die Konzentrationen der Komplexbildner und PAK unauffällig waren, wurden für die Leitparameter aus den Gruppen der Süßstoffe, Diagnostika und Medikamentenrückstände Überschreitungen der im Gewässer geltenden nicht verbindlichen Orientierungswerte festgestellt. Bei den Pflanzenschutzmitteln war lediglich das Insektizid Imidacloprid mit einer mittleren Konzentration oberhalb des Orientierungswerts auffällig. Die im Februar bei Regen durchgeführte Probenahme ergab für CSB, Ammonium-Stickstoff, Phosphor und mehrere relevante Medikamentenrückstände die niedrigsten Konzentrationen des Untersuchungszeitraumes.

Probenahmestelle Volme unterhalb Kläranlage Schalksmühle

Die Probenahmestelle liegt bei Volme-km 20,6. Zwischen der Messstelle und der um 1,3 km oberhalb liegenden Kläranlage Schalksmühle leitet ein kleiner Bach ein, dessen Wassermenge allerdings zu gering ist, um einen nennenswerten Einfluss zu haben. Im Vergleich zu der Probenahmestelle oberhalb der Kläranlage stiegen erwartungsgemäß die Gehalte für die meisten Leitparameter an. Dies führte - vor allem auf Grund der beiden erhöhten Werte im Juli und September - zu einer mäßigen Bewertung für Phosphor. Für ortho-Phosphat-Phosphor wurde trotz erhöhter Werte an drei Probenahmetagen der Ori-

entierungswert eingehalten. Erhöhte Konzentrationen bei niedrigen Abflüssen wurden auch für Ammonium-Stickstoff festgestellt, wobei der Orientierungswert im Mittel eingehalten wurde. Zu Überschreitungen der Qualitätsziele führten die Gehalte von Acesulfam, Iopamidol, Iopromid, Diclofenac und Metformin. Trotz der im Kläranlagenablauf festgestellten Konzentrationen sowie einzelner Überschreitungen im Juli und September konnte die UQN für Nickel_{filtriert} sicher eingehalten werden. Die beiden Pflanzenschutzmittel Terbutryn und Imidacloprid wiesen im Sommer Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze auf, hielten aber mit den Mittelwerten den guten Zustand sicher ein. Die Gehalte der vorwiegend diffus eingetragenen PAK lagen über der jeweiligen UQN.

Probenahmestelle Epscheider Bach oberhalb Kläranlage Breckerfeld

Die Probenahmestelle oberhalb der Kläranlage Breckerfeld liegt bei Fluss- km 4,5 des insgesamt 6 km langen Epscheider Bachs. Der oberhalb dieser Stelle gelegene Gewässerabschnitt ist von Wiesen und Feldern umgeben und weitestgehend von Siedlungsentwässerungen unbeeinflusst. Der Orientierungswert für Phosphor wurde bei den Untersuchungen durchgehend eingehalten. Allerdings wurden im Juli die Qualitätsziele für Ammonium-Stickstoff sowie im Juni und September für Nitrit-Stickstoff nicht eingehalten. Diese Belastung, die im Falle von Nitrit-Stickstoff zu einer mäßigen Bewertung führte, ist auf diffuse Einträge zurückzuführen. Alle sonstigen Leitparameter konnten sicher die Qualitätsziele einhalten. Für die Mehrheit aller untersuchten Parameter lagen die Gehalte sogar unter den Bestimmungsgrenzen. Lediglich für den Metaboliten Metolachlor ESA führten die durchgehend hohen Konzentrationen zu einer Überschreitung des Orientierungswerts.

Kläranlage Breckerfeld – Ablauf Nachklärung

Bei insgesamt sehr niedrigen Gehalten an abfiltrierbaren Stoffen wurden sowohl die Überwachungswerte als auch die niedrigerklärten Werte ausnahmslos sicher eingehalten. Betriebsmittelwerte sind für die Kläranlage Breckerfeld nicht vereinbart worden. Die Bewertung der Leitparameter ergab Überschreitungen der nicht verbindlichen Orientierungswerte für Kupfer, Zink sowie mehrere Süßstoffe, Diagnostika und Medikamentenrückstände. Die Gehalte an Komplexbildnern, PAK und mit Ausnahme des Imidacloprids an PSM waren unauffällig. Der Einfluss des Regenwetters im Februar war weniger ausgeprägt als bei den anderen Kläranlagen; Verdünnungseffekte waren aber u. a. beim Ammonium-Stickstoff, Carbamazepin und Diclofenac zu erkennen.

Probenahmestelle Epscheider Bach unterhalb Kläranlage Breckerfeld

Die Probenahmestelle unterhalb Kläranlage Breckerfeld liegt bei Epscheider Bach-km 4,1. Von der Kläranlage bis zur Messstelle gibt es keine relevanten Einleitungen. In den Sommermonaten war der Gewässerabschnitt in Folge der lang anhal-

tenden Trockenheit durch eine nur sehr geringe Wasserführung geprägt. Der damit verbundene erhöhte Abwasseranteil im Gewässer machte sich bei den Konzentrationen der kläranlagenbürtigen Kenngrößen bemerkbar. So führten die mittleren Gehalte für Phosphor und ortho-Phosphat-Phosphor insbesondere durch die bei niedrigen Abflüssen gemessenen Konzentrationen zu einer mäßigen Bewertung. Die Einflüsse der Siedlungsentwässerung sind auch in Form von Überschreitungen bei den Leitparametern Kupfer, Zink, Acesulfam, Amidotrizoesäure, Diclofenac und Metformin zu erkennen. Wie bereits an der Probenahmestelle oberhalb der Kläranlage ergab sich für den PSM-Metaboliten Metolachlor ESA und darüber hinaus für das Insektizid Imidacloprid eine mäßige Bewertung. Die Gehalte der PAK waren dagegen unauffällig.

Probenahmestelle Ennepe oberhalb Kläranlage Gevelsberg

Die Probenahmestelle Ennepe oberhalb der Kläranlage Gevelsberg liegt bei Fluss-km 8,1 des größten Nebenflusses der Volme. Die Messstelle befindet sich im Stadtgebiet von Gevelsberg unterhalb eines Regenüberlaufbeckens. Die mittleren Gehalte der Nährstoffe Phosphor und Ammonium-Stickstoff hielten die Orientierungswerte sicher ein. Lediglich bei den Regenereignissen im Februar überschritt die Maximalkonzentration von Ammonium-Stickstoff das Qualitätsziel knapp. Im Juli wurden bei sehr niedrigen Abflüssen u. a. für Metformin und Acesulfam erhöhte Konzentrationen gemessen, die zu einer insgesamt mäßigen Bewertung führten. Zudem wurden am selben Tag auch erhöhte Konzentrationen für die Parameter Fluoranthen und Pyren gemessen. Der PSM-Metabolit Metolachlor ESA überschritt den Orientierungswert sowohl im Februar bei sehr hohen Abflüssen als auch in den Monaten April und November bei niedrigeren Abflüssen. Der Orientierungswert für Kupfer konnte lediglich im Februar aufgrund der niederschlagsbedingten Verdünnung eingehalten werden. Für die Mehrheit der übrigen Parameter lagen die Konzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Kläranlage Gevelsberg – Ablauf Schönungsteich

Die genehmigungsrechtlichen Überwachungswerte wurden bei durchgehend sehr geringem Feststoffaustrag eingehalten. Die Phosphorgehalte lagen mit einer Ausnahme bei Regenwetter unterhalb des für das gesamte Jahr geltenden Betriebsmittelwerts. Hinsichtlich der auf das Gewässer abzielenden Qualitätskriterien wurde die UQN für filtriertes Nickel durchgehend überschritten. Zudem wurden bezüglich der Leitparameter die Orientierungswerte für Kupfer, Zink, Süßstoffe, Röntgenkontrastmittel und Arzneimittelrückständen nicht eingehalten. Dagegen lagen die Konzentrationen der Komplexbildner, PAK und der Pflanzenschutzmittel mit Ausnahme des Imidacloprids unter den Qualitätszielen. Die Untersuchung der im Februar bei Regenwetter entnommenen Proben ergab maximale Frachten u. a. für CSB, Ammonium-Stickstoff und Phosphor.

Probenahmestelle Ennepe unterhalb Kläranlage Gevelsberg (bei Vogelsang)

Die Probenahmestelle unterhalb der Kläranlage Gevelsberg liegt bei Ennepe-km 6,5 und damit etwa 1,2 km unterhalb der Kläranlage. Auf dieser Strecke leiten der Fleckenburger Bach und der Berger Bach ein. Für Ammonium-Stickstoff wurden Gehalte über dem Orientierungswert sowohl im Februar bei Starkregen als auch im April und Mai bei Trockenwetter gemessen, woraus sich im Mittel eine mäßige Bewertung ergab. Zudem erfolgte auch für Nitrit-Stickstoff an den gleichen Tagen und zusätzlich im November eine mäßige Bewertung. Begünstigt durch die höheren Abflüsse und die daraus resultierenden Verdünnungseffekte im Februar und November konnte der Orientierungswert für Phosphor eingehalten werden. Des Weiteren wurden für die Leitparameter Kupfer, Zink, Acesulfam, Amidotrizoesäure, Diclofenac und Metformin höhere Konzentrationen bei Trockenwetter gemessen, was zu mäßigen Bewertungen führte. Für Ibuprofen trat dagegen ein hoher Gehalt im Februar auf, der vor allem auf erhöhte Ablauffrachten der Kläranlage Gevelsberg aber ggf. auch auf Abschlagsereignisse zurückzuführen ist. Mit Ausnahme des Imidacloprids lagen die Konzentrationen der Pflanzenschutzmittel unter den Qualitätszielen. Zudem wurden im Juli wie auch an der Probenahmestelle oberhalb der Kläranlage erhöhte Konzentrationen für Fluoranthen und Pyren gemessen.

Probenahmestelle Ennepe am Pegel Haspe

Die Probenahmestelle am Pegel Haspe liegt bei Ennepe-km 4,0. Auf der Strecke zwischen der Messstelle bei Vogelsang und dieser Stelle leiten der Askebach und der Bremker Bach ein. Die mittleren Gehalte für Phosphor und Ammonium-Stickstoff hielten die Qualitätsziele sicher ein, obwohl vereinzelt auch an dieser Stelle für Ammonium-Stickstoff im Februar und für Phosphor im Juli und September Konzentrationen über dem Orientierungswert gemessen wurden. Bei den beiden Metallen Kupfer und Zink waren im Februar leicht niedrigere Konzentrationen als in den Sommermonaten vorhanden. Im Mittel ergibt sich eine mäßige Bewertung. Auch bei den Leitparametern aus den Gruppen der Süßstoffe, Diagnostika und Arzneimittelwirkstoffe wurden an den Untersuchungstagen mit niedrigen Abflüssen wesentlich höhere Gehalte gemessen, welche zu mäßigen Bewertungen führten. Gegenüber der vorherigen Probenahmestelle waren die Konzentrationen der meisten Parameter aufgrund von Verdünnungseffekten etwas geringer. Weiterhin hielten Fluoranthen und Pyren den guten Zustand nicht ein.

Fazit

Die Volme-Längsuntersuchung 2019 fand in der Zeit von Februar bis November 2019 an dreizehn Stellen im Gewässer sowie im Zu- und Ablauf der sechs Kläranlagen im Einzugsgebiet überwiegend bei Trockenwetterverhältnissen und bei erhöhten Abflüssen im Februar statt. Die Zulaufbelastung und die Ablaufwerte der Kläranlagen lagen bezüglich der orga-

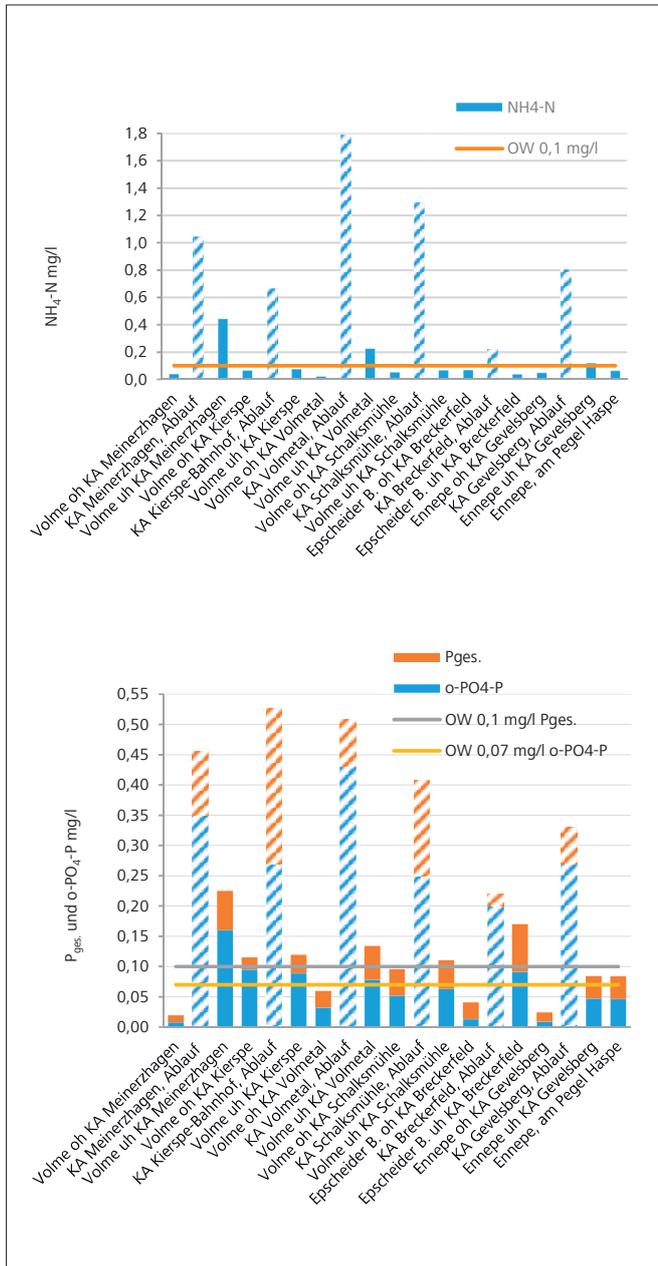


Bild 9.3: Volme-Längsuntersuchung – mittlere Nährstoffkonzentrationen im Fließverlauf

Fig. 9.3: Examinations along the Volme – mean nutrient concentrations along the course of the river

nischen Substanzen und der Nährstoffe insgesamt auf für die jeweiligen Kläranlagen üblichem Niveau, wobei die Gehalte im Kläranlagenzulauf eher überdurchschnittlich waren. Die in den Genehmigungsbescheiden vorgegebenen Überwachungswerte wurden auch von den in den Abläufen gemessenen Maximalkonzentrationen eingehalten.

Die Untersuchungen im Gewässer ergaben, dass die Einhaltung der UQN der Anlagen 6 und 8 der Oberflächengewässerverordnung weitgehend unkritisch ist. Auch bei den gesetzlich nicht verbindlich geregelten Stoffen werden die Werte der D4-Liste des Leitfadens „Monitoring Oberflächengewässer“ überwiegend eingehalten. Die festgestellten Konzentrationsanstiege in der Volme an den Probenahmestellen unterhalb der Kläranlagen sind wesentlich auf die Einleitungen der gereinigten Abwässer dieser Anlagen zurückzuführen. Dies gilt für die Schwermetalle ebenso wie für einige Röntgenkontrastmittel und Arzneimittelrückstände. Zu nennen sind darüber hinaus Ammonium-Stickstoff sowie der gesamte und der ortho-Phosphat-Phosphor.

Hinsichtlich der Qualitätsziele im Gewässer und der potenziellen, gezielten Maßnahmen auf Kläranlagen zur Einhaltung der Umweltqualitätsnormen bzw. Orientierungswerte in den Wasserkörpern stehen zurzeit die Nährstoffe besonders im Fokus. Bei den Untersuchungen lagen die Konzentrationen von Phosphor und Ammonium-Stickstoff in den Kläranlagenabläufen mehrheitlich über den vereinbarten Jahres-Betriebsmittelwerten, die aber für die Mittelwerte aller im gesamten Jahr im Rahmen der Selbstüberwachung durchgeführten Untersuchungen gelten. Die gemessenen Werte geben somit im Wesentlichen Hinweise, dass auf diesen Kläranlagen betriebliche Optimierungsmaßnahmen sinnvoll sein können. Im Gewässer wurde der Orientierungswert für Phosphor unterhalb der Kläranlagen mit Ausnahme der Kläranlage Gevelsberg überschritten (Bild 9.3). Für Ammonium-Stickstoff ergab sich für die Probenahmestellen unterhalb der Kläranlagen Meinerzhagen, Volmetal und Gevelsberg nur eine mäßige Einstufung. Der Einfluss der Kläranlagen auf die Konzentrationen im Gewässer ist verstärkt bei Trockenwetter gegeben, auch wenn maximale Ablauffrachten im Falle von Phosphor überwiegend bei den Regenwetterprobenahmen im Februar festgestellt wurden. Auf den betroffenen Kläranlagen sind umfangreiche Maßnahmen zur Optimierung der vorhandenen Verfahrenstechnik geplant. Nach deren Umsetzung ist von einer Verringerung der Ablauffrachten und in Folge der Gehalte im Gewässer auszugehen. Hierdurch soll das Ziel erreicht werden, die Orientierungswerte in den Wasserkörpern in Bezug auf die Parameter Ammonium-Stickstoff und Phosphor als wichtiger Beitrag zur Erreichung des guten ökologischen Zustands einzuhalten.

Im Jahr 2020 werden zur detaillierten Erfassung und Bewertung der Emissions- und Immissionsituation kombinierte Untersuchungen eines Gewässereinzugsgebietes und der dazugehörigen Kläranlagen im Längsverlauf der Unteren Lenne durchgeführt.

10 Immissions- und Emissionsbetrachtung bezüglich der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor in der Ruhr

Einleitung

Ziel der EG-Wasserrahmenrichtlinie ist das Erreichen des guten chemischen und ökologischen Zustands bzw. des guten ökologischen Potenzials in den Wasserkörpern bis spätestens 2027 [10.1]. Hierbei spielen die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor eine wesentliche Rolle. So sind in der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) auch Orientierungswerte für Gesamt-Phosphor, ortho-Phosphat-Phosphor, Ammonium-Stickstoff und Nitrit-Stickstoff sowie eine Umweltqualitätsnorm für Nitrat-Stickstoff festgelegt (vgl. Kapitel 2) [10.2]. Die stauregulierte Ruhr war in der Vergangenheit über viele Jahre als ein eutrophierungsgefährdetes Gewässer eingestuft, so dass eine Schwerpunktaufgabe des Ruhrverbands in der Verminderung der Nährstoffimmission des Gewässers bestand und nach wie vor besteht. Dabei nimmt die Elimination von Stickstoff- und Phosphorverbindungen auf den Verbandskläranlagen eine zentrale Rolle ein. Die Emission aus Kläranlagenabläufen stellt neben weiteren punktuellen Quellen, wie Abschlägen aus der Trennschlagwasserbehandlung und Einleitungen aus der Trennkanalisation, sowie diffusen Quellen, wie dem oberflächennahen Austrag von landwirtschaftlichen Flächen oder der Infiltration aus dem Grundwasser, einen weiteren wichtigen Eintragspfad für die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor in die Oberflächengewässer dar. Die nachfolgende Auswertung soll einen Überblick über die zeitliche Entwicklung und den aktuellen Stand der Immissions- und Emissionssituation bezüglich dieser beiden Nährstoffe im Einzugsgebiet der Ruhr geben.

Zeitliche Entwicklung der Immission in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen

Die Immission für das Einzugsgebiet bis Essen-Rellinghausen, das etwa 93 % des Gesamteinzugsgebiets der Ruhr entspricht, ist für die Parameter Gesamtstickstoff (TN) und Gesamtphosphor (TP) im Verlauf der letzten 30 Jahre in Bild 10.1 dargestellt. Der Grafik liegen zwischen 130 und 150 Messungen pro Jahr zugrunde.

Die mittleren Konzentrationen in der Ruhr bei Essen weisen für Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor einen abnehmenden Trend auf. In den letzten 30 Jahren haben diese für Gesamtstickstoff nahezu kontinuierlich von mittleren 6 bis 7 mg/l in der ersten Hälfte der 1990er Jahre auf inzwischen etwa 3 mg/l abgenommen. Dies entspricht einem Rückgang von über 50 %. Auch bei der Phosphorbelastung sind heute erheblich niedrigere Konzentrationen zu verzeichnen als noch im Jahr 1990, dem dann allerdings durch die Umsetzung der Phosphathöchstmengeverordnung [10.3], die unter anderem phosphathaltige Waschmittel begrenzte, ein Rückgang der

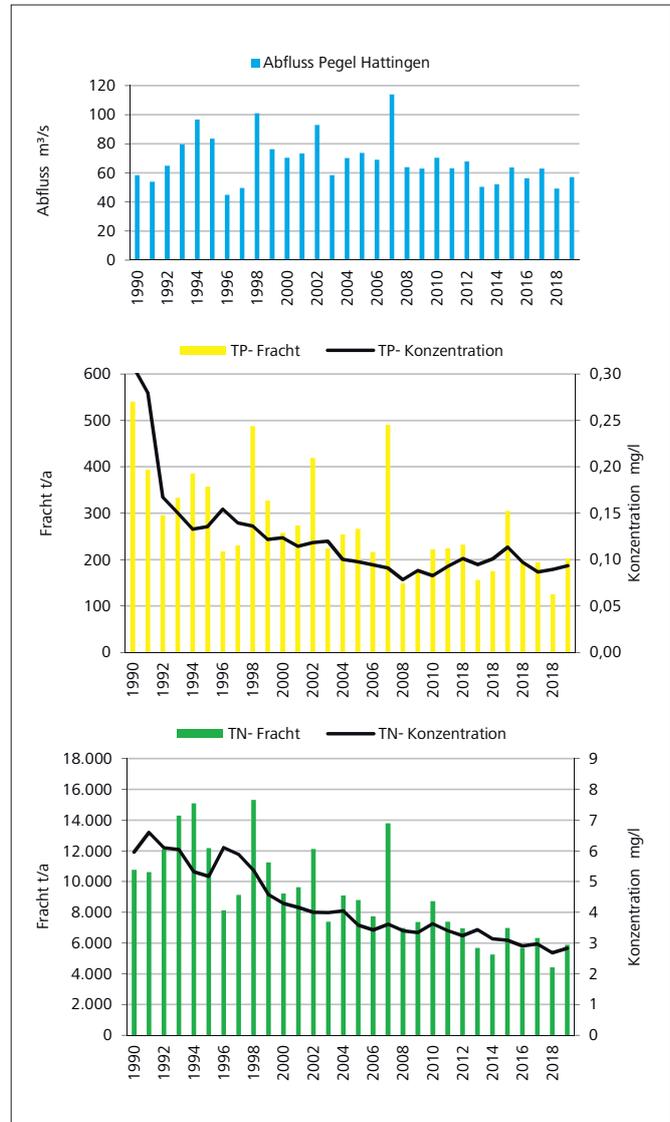


Bild 10.1: Zeitliche Entwicklung der Immission von TN und TP in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen

Fig. 10.1: Chronological development of immission of TN and TP in the Ruhr at Essen-Rellinghausen

Gehalte um etwa 50 % folgte. Seit Mitte der 1990er Jahre gingen die durchschnittlichen Konzentrationen von 0,15 mg/l um weitere 0,05 mg/l TP zurück. Schon seit über zehn Jahren wird in der Ruhr bei Essen der gute Zustand entsprechend der Anforderungen aus der OGewV fast durchgängig eingehalten.

In der zeitlichen Betrachtung der Frachten zeigt sich der Verlauf der Konzentrationen nicht ohne weiteres. So treten in den letzten 30 Jahren zum Teil erhebliche Schwankungen in den Jahresfrachten auf. Hier spielt die Wasserführung in der Höhe, der zeitlichen Abfolge und der Häufigkeit der Abflussanstiege

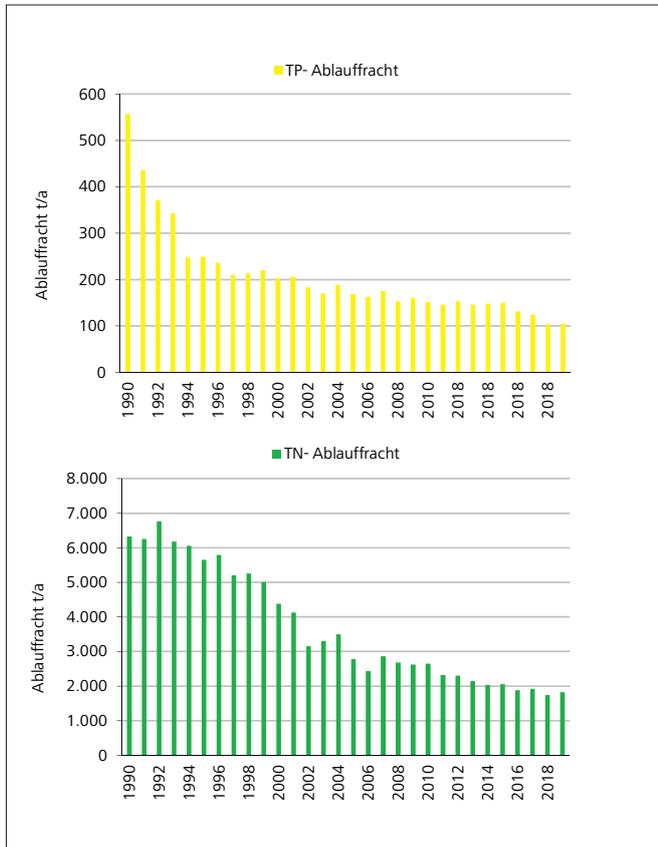


Bild 10.2: Zeitliche Entwicklung der Kläranlagenemission von TN und TP bis Essen-Rellinghausen

Fig. 10.2: Chronological development sewage treatment plant emission of TN and TP in the Ruhr at Essen-Rellinghausen

die entscheidende Rolle. Bei niedrigen Abflüssen spiegeln sich die abnehmenden Konzentrationen auch in einem Rückgang der Frachten wider. Treten allerdings Hochwässer oder zumindest starke Abflussanstiege im Jahresverlauf auf, so kommt es zu Sedimentumlagerungen, wobei ein Teil des Sediments in die Wasserphase gelangt. Dieses ist vor allem für an Feststoffe gebundene Stoffe, wie auch bei sedimentierten Phosphorverbindungen, der Fall. Höhere Wasserstände, die bei Abflussanstiegen entstehen, führen zu einem Abtrag aus dem unteren Umfeld. Niederschläge verstärken zudem den oberflächennahen Abtrag vor allem aus unbefestigten aber auch von befestigten Flächen, die je nach Nutzung einen hohen Nährstoffeintrag in die Gewässer verursachen können. Dies lässt sich gut mit den Verhältnissen im Jahr 2007 belegen, als die Niederschläge im Januar im Zusammenhang mit dem Orkan „Kyrill“ und die Sommerniederschläge im August zu Abflussspitzen bis zu 772 m³/s am Pegel Hattingen führten. In diesem Jahr wurde für Phosphor die zweithöchste und für Stickstoff die vierthöchste Fracht der betrachteten Jahresreihe erreicht. Die mittleren Konzentrationen blieben jedoch nahezu unverändert.

Zeitliche Entwicklung der Kläranlagenemission bis Essen-Rellinghausen

In Bild 10.2 ist die zeitliche Entwicklung der jährlichen Ablauffrachten der Ruhrverbandskläranlagen bis Essen-Rellinghausen für Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor im Zeitraum von 1990 bis 2019 dargestellt. Durch Außerbetriebnahmen mehrheitlich kleinerer Kläranlagen und Mitbehandlung der entsprechenden Abwässer auf größeren, modernisierten bzw. neu gebauten Kläranlagen ist die Zahl der Kläranlagen in diesem Zeitraum von 103 im Jahr 1990 auf 56 im Jahr 2019 deutlich gesunken. Wesentliche Grundlage für die Daten sind die Untersuchungen im Rahmen der Selbstüberwachung sowie Routineuntersuchungen zur Überwachung der wasserrechtlichen Bescheidwerte. Für die beiden Kenngrößen ist im zeitlichen Verlauf ein deutlicher Rückgang der Emissionen zu verzeichnen. Im Jahr 1990 lagen die Ablauffrachten noch bei 6.326 t/a TN und 557 t/a TP. Die Kläranlagen erreichten in dieser Zeit lediglich Eliminationsleistungen für Gesamtstickstoff von etwa 40 % und für Gesamtphosphor von ca. 70 %.

In den folgenden Jahren sank vor allem die Ablauffracht von Phosphor deutlich und halbierte sich bis zum Jahr 2000 auf 202 t/a. Dieser Rückgang ist zum Teil auf eine veränderte Belastung der Kläranlagenzuläufe, z. B. auf Grund geringerer industriell-gewerblicher Einleitungen oder der konsequenten Umsetzung der Phosphathöchstmengenverordnung, aber vor allem auf die zunehmende Phosphatfällung auf den Kläranlagen zurückzuführen. Durch diese wurde die Zulauffracht um über 80 % eliminiert. Die Stickstofffracht verminderte sich in diesem Zeitraum um etwa 30 % auf 4.383 t/a, was mit einer Elimination auf den Kläranlagen von gut 50 % einherging.

Auf Grund der Vorgaben der EU-Kommunalabwasserrichtlinie [10.4] erfolgte bis zum Jahresende 2005 eine konsequente Modernisierung der Verbandskläranlagen hinsichtlich der Nährstoffelimination durch Nitrifikation und Denitrifikation sowie durch chemische Fällung von Phosphor. Im Jahr 2006 konnte so ein Rückhalt der Stickstoffverbindungen von 73 % und der Phosphorverbindungen von 89 % erreicht werden. Die Ablauffrachten lagen in diesem Jahr bei 2.431 t/a TN und 162 t/a TP.

[10.1] 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

[10.2] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktions-sicherheit: Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung- OGewV), 20.Juli 2016

[10.3] Bundesministerium des Innern: Verordnung über Höchstmengen für Phosphate in Wasch- und Reinigungsmitteln (Phosphathöchst-mengenverordnung – PhöchstMengV), 04.06.1980

[10.4] Richtlinie des Rates vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser (91/271/EWG) – EU-Kommunalabwasser-richtlinie. In Amtsblatt der Europäischen Union, 1991, L 135/40

Auch nach vollständiger Etablierung der Nährstoffelimination wurden die Prozesse auf den Kläranlagen weiter optimiert, wobei verbesserte Regel- und Steuerungsstrategien eine zunehmende Rolle spielten. In den letzten Jahren liegt dabei der Fokus auf Kläranlagen, für die mit den Behörden immissionsbedingt über die Überwachungswerte hinausgehende Anforderungen als Betriebsmittelwerte definiert wurden. Im Jahr 2019 lag für die 56 Kläranlagen bis zur Messstelle in Essen-Rellinghausen die emittierte Jahresfracht von Gesamtstickstoff bei einer Reinigungsleistung von 77 % bei 1.827 t/a und von Gesamtphosphor bei einem Rückhalt von 90 % bei 105 t/a. Diese Werte bedeuten gegenüber dem Jahr 1990 einen Rückgang der kläranlagenbezogenen Emission um knapp 70 % beim TN und über 80 % beim TP.

Die Reduzierung der Ablauffrachten hat auch großen Einfluss auf die mittleren Nährstoffkonzentrationen in den Kläranlagenabläufen. Während die Ablaufkonzentrationen der Kläranlagen Anfang der 1990er-Jahre im Mittel noch bei 18 mg/l TN und 0,92 mg/l TP lagen, betrug die Mittelwerte der Kläranlagenabläufe bis Essen-Rellinghausen im Jahr 2019 nur 7,8 mg/l TN und 0,37 mg/l TP. Als überobligatorischer Aufwand gegenüber der Forderung in der Abwasserverordnung erfolgt auf den Verbandskläranlagen seit vielen Jahren auch in den Wintermonaten bei Abwassertemperaturen unter 12 °C eine gezielte Nitrifikation bei gleichzeitig eingeschränkter Denitrifikation. Der Rückgang der Ablaufkonzentrationen fällt beim Ammonium-Stickstoff mit Werten von 9,5 mg/l Anfang der 1990er Jahre auf 0,86 mg/l im Jahr 2019 daher besonders deutlich aus.

Vergleich der zeitlichen Entwicklung von Kläranlagenemission und Immission

Die Betrachtung der zeitlichen Entwicklung von kläranlagenbürtiger Emission und Immission in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen zeigt, dass die Verläufe insgesamt gesehen vergleichbar sind. Der genaue Anteil der Ablauffrachten an der Immission lässt sich dabei nicht angeben, da die Frachten im Gewässer durch Inkorporation und Abbau- bzw. Umbauprozesse sowie Sedimentation und Remobilisierung beeinflusst sind. Berechnet man das Verhältnis von Ablauffrachten der Kläranlagen zu transportierten Frachten im Gewässer als Quotienten Emission/Immission, so sind aber zumindest Aussagen über den Einfluss der Kläranlageneinleitung auf die Nährstoffsituation im Gewässer möglich. So errechnen sich für das Jahr 1990 bei einer Immission von 10.772 t/a TN bzw. 540 t/a TP und einer Kläranlagenemission von 6.326 t/a TN bzw. 557 t/a TP Verhältniszahlen Emission/Immission von 0,59 für TN und 1,03 für TP, was als hoher Einfluss der Kläranlagen insbesondere beim Phosphor anzusehen ist. Im Zeitverlauf wiesen die Verhältniszahlen insgesamt eine rückläufige Tendenz auf (Bild 10.3), wobei die einzelnen Jahre zum Teil deutlichen Schwankungen unterlagen. Der zu beobachtende Trend kann

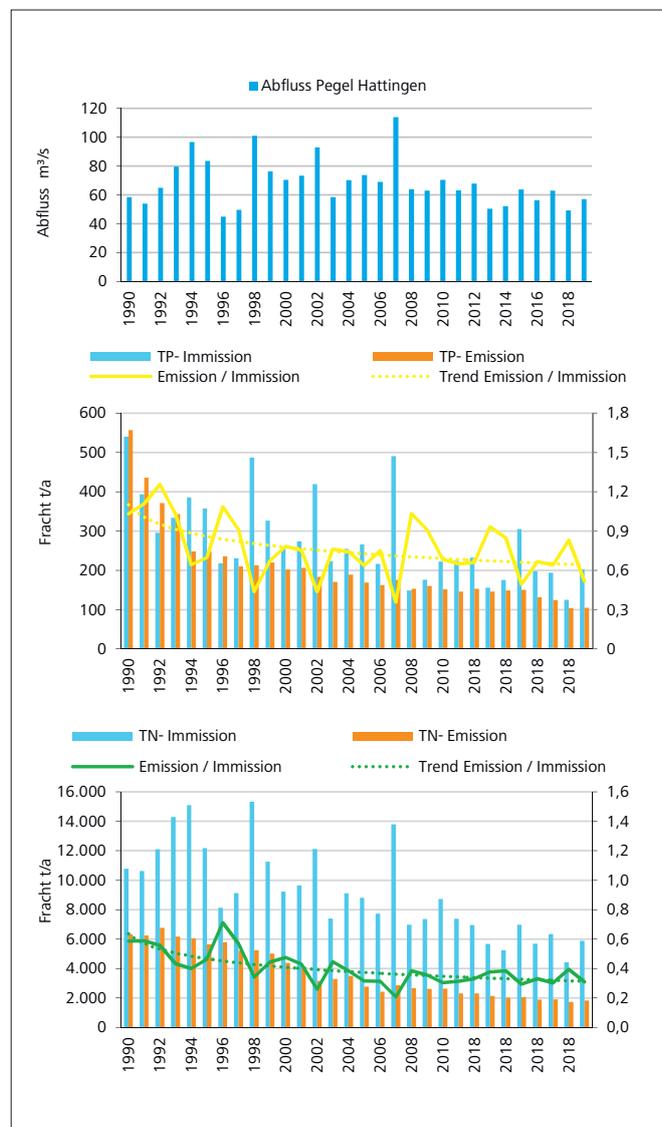


Bild 10.3: Vergleich der zeitlichen Entwicklung von Kläranlagenemission und Immission von TN und TP bei Essen-Rellinghausen
 Fig. 10.3: Comparison of the chronological development of sewage treatment plant emission and immission of TN and TP at Essen-Rellinghausen

somit als ein Indiz für den abnehmenden Einfluss der Emission aus Kläranlagen für die Immission in der Ruhr gewertet werden. Im Jahr 2019 betrug die Quotienten bei Immissionen von 5.891 t/a TN bzw. 203 t/a TP und Ablauffrachten von 1.827 t/a TN bzw. 105 t/a TP nur noch 0,31 für TN und 0,52 für TP, was in etwa einer Halbierung gegenüber dem Jahr 1990 entspricht.

Im Falle des Gesamtstickstoffs ist auch ein Blick auf die Entwicklung der Einzelparameter interessant. In der Tabelle 10.1 sind die Frachten von Ammonium-Stickstoff, Nitrit-Stickstoff, Nitrat-Stickstoff, organisch gebundenem Stickstoff und Gesamt-Stickstoff im Ablauf der Kläranlagen und im Gewässer sowie der jeweilige Quotient von Emission und Immission und ergänzend der mittlere Abfluss dargestellt. Aufgeführt sind exemplarisch die Jahre 1990 (erstes Jahr der Auswertung), 2006 (nach Beendigung des Kläranlagenausbauprogramms) und 2019 (aktuelles Berichtsjahr). Beim Ammonium-Stickstoff ist in diesem Zeitraum ein drastischer Rückgang sowohl der Emission um 94 % als auch der Immission um 87 % festzustellen. Hierbei sank das Verhältnis von Emission zu Immission von 3,7 im Jahr 1990 auf 2,2 nach Beendigung des Ausbauprogramms und lag im Jahr 2019 schließlich bei nur noch 1,6. Auch beim organischen Stickstoff ist sowohl ein Rückgang der Frachten als auch der Verhältniszahl festzustellen, der aber deutlich weniger ausgeprägt ausfällt. Die Nitratbelastung sank von 1990 bis 2019 in den Kläranlagenabläufen um 34 % und in der Ruhr um 41 %. Das Verhältnis von Emission zu Immission lag in den drei betrachteten Jahren mit 0,24 (1990 und 2006) bzw. 0,27 (2019) auf gleichem Niveau. Auch beim hinsichtlich der Frachten unbedeutenderen Nitrit-Stickstoff sind rückläufige Frachten festzustellen. Während das Emissions-Immissions-Verhältnis im Jahr 1990 bei 0,54 lag, wurde in den beiden anderen betrachteten Jahren mit jeweils 0,78 ein etwas höherer Wert festgestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass für den Rückgang der Ammonium-Immission die durch optimierte Nitrifikation stark verringerte Kläranlagenemission einen wesentlichen Faktor darstellt. Da die Nitratfrachten in den Kläranlagenabläufen und im Gewässer in vergleichbaren Größenordnungen und bei kaum veränderter Verhältniszahl rückläufig sind, sind für den Rückgang der Belastung im Gewässer neben verringerten Kläranlagenemissionen auch geringere Einträge aus diffusen Quellen mitverantwortlich.

Betrachtung zu den Herkunftspfaden von Stickstoff- und Phosphoremissionen in die Ruhr

Die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor gelangen sowohl über punktförmige als auch diffuse Quellen in die Oberflächengewässer, wobei sich die quantitative Bedeutung der Eintragspfade je nach Situation des Einzugsgebiets differenziert darstellen kann. Die wesentlichen Punktquellen sind Einleitungen gereinigter Abwässer aus Kläranlagen, entlastetes Mischwasser aus der Niederschlagswasserbehandlung, Niederschlagswasser aus Gebieten mit Trennkanalisation und industrielle Direkteinleitungen. Zu den diffusen Quellen zählen die Deposition auf Gewässerflächen, der Direktabfluss, bestehend aus Oberflächenabfluss, Interflow und Dränagen, und der Grundwasserabfluss. Während die Kläranlagenemissionen auf Grund der vorhandenen umfangreichen Daten gut erfasst werden können, sind quantitative Aussagen zu den Emissionen der anderen Quellen mit einer wesentlich größeren Unsicherheit behaftet und ohne sehr großen Aufwand nur eingeschränkt möglich.

Bei den Einträgen aus Misch- und Trennkanalisation wurden die abflusswirksamen kanalisiert Flächen, die im Rahmen der IEP-Untersuchungen des Ruhrverbands ermittelt wurden, hinzugezogen, wobei außerstädtische Straßen nicht berücksichtigt wurden. Die Abflussmengen wurden über den Jahresniederschlag und die auf den Kläranlagen behandelte Regenwassermenge abgeschätzt. Die Konzentrationen im Mischwasser und im abfließenden Niederschlagswasser unterliegen in Abhängigkeit von Intensität und Dauer der Regenergebnisse sowie vom jeweiligen Einzugsgebiet erheblichen Schwankungen. Als Richtwert können hier bereits veröffentlichte Referenzkonzentrationen verwendet werden [10.5]. Die Einleitungen von gereinigten Produktionsabwässern aus industriellen Direkteinleitungen spielen im Ruhrverbandsgebiet nur eine untergeordnete Rolle. Die Deposition auf Gewässerflächen wird über die Jahresniederschläge, die Gewässeroberflä-

Tabelle 10.1: Kläranlagenemission und Immission der Stickstoffparameter und Phosphor bei Essen-Rellinghausen in den Jahren 1990, 2006 und 2019
Table 10.1: Sewage treatment plant emission and immission of nitrogen parameters and phosphorus at Essen-Rellinghausen during 1990, 2006 and 2019

Parameter	Einheit	1990			2006			2019		
		Kläranlagen	Ruhr bei Essen	Quotient KA / Ruhr	Kläranlagen	Ruhr bei Essen	Quotient KA / Ruhr	Kläranlagen	Ruhr bei Essen	Quotient KA / Ruhr
NH ₄ -N	t/a	3575	969	3,7	409	189	2,2	201	126	1,6
NO ₂ -N	t/a	85	157	0,54	48	62	0,78	37	47	0,78
NO ₃ -N	t/a	2110	8704	0,24	1661	6842	0,24	1394	5168	0,27
org. N	t/a	556	941	0,59	313	642	0,49	195	550	0,35
TN	t/a	6326	10772	0,59	2431	7734	0,31	1827	5891	0,31
TP	t/a	557	540	1,0	157	216	0,73	105	203	0,52
Abfluss (Jahresmittel)	m ³ /s	10,7	58,4	0,18	12,5	69,0	0,18	9,1	57,1	0,16

Tabelle 10.2: Emissionen punktueller und diffuser Quellen von Stickstoff und Phosphor und Vergleich mit der Immission in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen in den Jahren 1990, 2006 und 2019

Table 10.2: Emission from point and diffuse sources of nitrogen and phosphorus and comparison with the immission in the Ruhr at Essen-Rellinghausen during 1990, 2006 and 2019

	Einheit	Gesamtphosphor			Gesamtstickstoff		
		1990	2006	2019	1990	2006	2019
Punktquellen	t/a	620	260	190	6600	2900	2200
diffuse Quellen	t/a	180	170	160	9500	8900	8300
Summe	t/a	800	430	350	16100	11800	10500
Immission	t/a	540	216	203	10772	7734	5890
Abbau	%	33	50	42	33	34	44

chen und die bei Ruhrverbandsuntersuchungen gemessenen mittleren Konzentrationen im Regenwasser berechnet. Bei den weiteren diffusen Quellen kann ein flächenbezogener Eintrag auf der Basis älterer Auswertungen zu Grunde gelegt werden [10.5, 10.6]. Da sich unter anderem der landwirtschaftliche Nährstoffüberschuss im Verlauf der Jahre verringert hat und der jährliche Niederschlag variiert, ist diesen Einflussfaktoren Rechnung zu tragen. Die Größe der unbefestigten Flächen stammt aus den Landnutzungsdaten CORINE Landcover [10.7]. Mit Hilfe dieser Daten lassen sich die verschiedenen Einträge aus punktuellen und diffusen Quellen in die Ruhr bis Essen-Rellinghausen grob abschätzen. Für die Jahre 1990, 2006 und 2019 sind die Emissionen aus punktuellen und diffusen Quellen in Tabelle 10.2 aufgeführt. Zu erkennen ist ein Rückgang sowohl der Gesamtemission als auch der Emissionen der beiden aufgeführten Herkunftspfade, wobei der Effekt bei den Punktquellen deutlich ausgeprägter ist. Dies ist vor allem auf die verbesserte Reinigungsleistung der Kläranlagen zurückzuführen. Der Anteil der Punktquellen an der Gesamtemission ist demnach von 1990 bis 2019 beim Stickstoff von 41 auf 21 % und beim Phosphor von 78 auf 54 % gesunken. Dies verdeutlicht die abnehmende Bedeutung der Kläranlagenemissionen für die Immission in der Ruhr. Stellt man die Gesamtemission der Immission gegenüber, so ergibt sich im Jahr 2019 eine rechnerische Reinigungsleistung des Gewässers von 44 % beim Stickstoff und 42 % beim Phosphor.

Kläranlagenemission und Immission im Jahr 2019 unter zeitlichen und räumlichen Aspekten

In Bild 10.4 ist der Jahresverlauf der Kläranlagenemission und der Immission sowie des Abflusses und der Wassertemperatur in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen für das Jahr 2019 aufgeführt. Dargestellt sind jeweils die mittleren Wochenfrachten für TN und TP sowie die Verhältniszahlen von Emission zu Immission. Sowohl für die Emission als auch die Immission zeigt sich bei beiden Nährstoffparametern ein ausgeprägter Jahresgang mit höheren Frachten in den Wintermonaten und deutlich niedrigeren Frachten in den Sommermonaten. Darüber

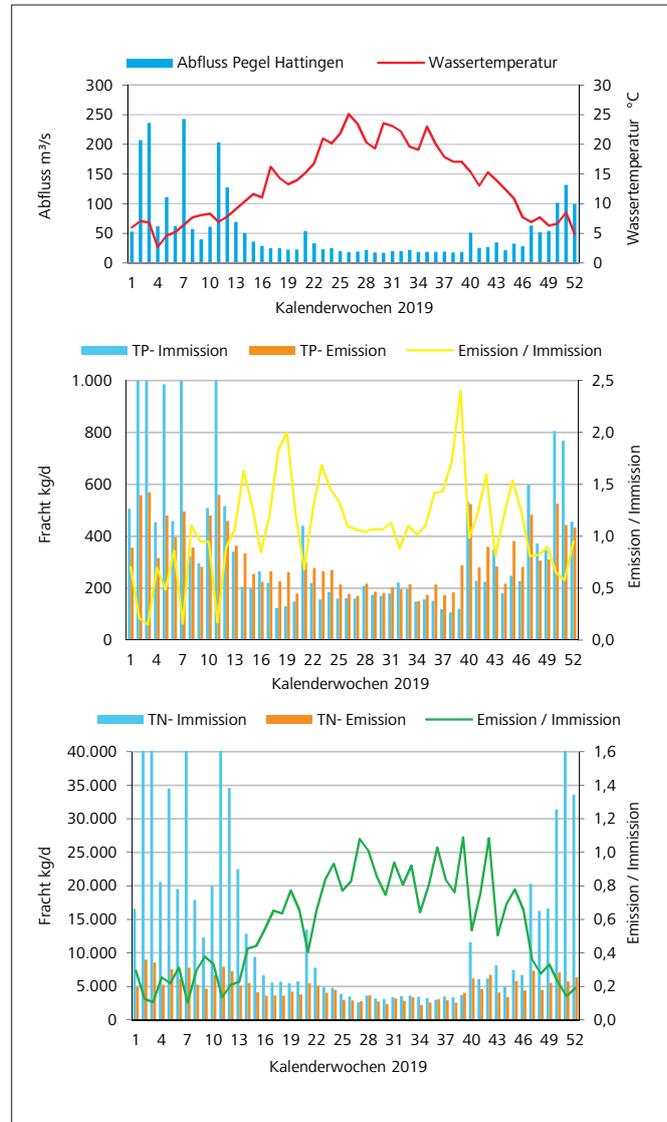


Bild 10.4: Kläranlagenemission und Immission von TN und TP bei Essen-Rellinghausen im Verlauf des Jahres 2019
 Fig. 10.4: Sewage treatment plant emission and immission of TN and TP at Essen-Rellinghausen during 2019

hinaus ist auch eine deutliche Abflussabhängigkeit gegeben, wobei geringe Nährstoffbelastungen mehrheitlich bei Niedrigwasser und Belastungsspitzen – insbesondere im Gewässer – bei hohen Abflüssen festgestellt wurden. Die beschriebenen Effekte erklären sich im Falle des Stickstoffs mit dem Rückgang der Nitrifikationsleistung bei abnehmenden Temperaturen in den Kläranlagen und im Gewässer. Im Sommer wirken sich vor allem die gesteigerte Denitrifikation im Gewässersediment und in den Kläranlagen sowie die Inkorporation in pflanzliche Biomasse und – verstärkt bei niedrigen Abflüssen – die Sedimentation auf die Frachten aus. Beim Phosphor ist bei erhöhten Abflüssen von verstärkten Einträgen aus diffusen Quellen und auch von einer Resuspension von Gewässersedimenten,

sowie analog zum Stickstoff von einer Inkorporation bei höheren Temperaturen und Sedimentation bei niedrigen Abflüssen auszugehen. Die Verhältniszahlen von Emission zu Immission ergeben bei niedrigen Abflüssen und sommerlichen Temperaturen die höchsten Werte, während die Quotienten mit zunehmendem Abfluss deutlich rückläufig sind. Dies zeigt, dass bei Niedrigwasser Kläranlagenemissionen einen wesentlichen Einfluss auf die Nährstoffbelastung haben. Allerdings werden bei Niedrigwasser sowohl beim Phosphor als auch beim Stickstoff im Gewässer die niedrigsten Konzentrationen gemessen. Bei höheren Abflüssen dominieren diffuse Einträge zunehmend. Zudem sind bei größeren Regenereignissen Mischwassereinträge infolge von Abschlagsereignissen aus der Niederschlagswasserbehandlung zu berücksichtigen. Dies führt bei Abflussanstiegen auch zu höheren Konzentrationen im Gewässer.

Die räumliche Entwicklung von Immission und Emission im Fließverlauf der Ruhr im Jahr 2019 an den Probenahmestellen Brücke Oeventrop, Kraftwerk Westhofen und Hattingen sowie ergänzend der Lenne vor Mündung in die Ruhr für das Jahr 2019 sind in Bild 10.5 dargestellt. Erwartungsgemäß steigen

sowohl die Frachten im Gewässer als auch die summierten Ablauffrachten der Kläranlagen im Fließverlauf an. Die Immissionen der Lenne vor Mündung und der Ruhr oberhalb der Lenne-mündung (Kraftwerk Westhofen) befinden sich dabei für TN und TP jeweils auf gleichem Niveau. Das Verhältnis von Emission und Immission ist aber in der Lenne für beide Kenngrößen niedriger als in der Ruhr oberhalb. Für Gesamtphosphor liegt die Verhältniszahl auch an der Überwachungsstation Hattingen noch unter dem in der oberen Ruhr berechneten Wert, während sie für Gesamtstickstoff geringfügig höher ist. Insgesamt zeigt sich im Fließverlauf trotz steigendem Anteil an gereinigtem Abwasser in der mittleren und unteren Ruhr kein erhöhter Einfluss der Ablauffrachten aus Kläranlagen an der transportierten Fracht im Gewässer. Hierzu tragen die in der unteren Ruhr gebauten fünf großen Stauseen bei, die als sogenannte „Flusskläranlagen“ fungieren. Durch die in den Stauhaltungen verringerte Fließgeschwindigkeit erhöht sich die Sedimentations- und damit Retentionsleistung vor allem für Phosphorverbindungen. Vor dem Hintergrund des zunehmenden anthropogenen Einflusses im Fließverlauf in der mittleren und unteren Ruhr ist es als ein Erfolg zu werten, dass sowohl die Anforderungen für den guten, teilweise sogar für den sehr guten Zustand im Jahr 2019 für die Parameter Gesamtphosphor (bis auf zwei Untersuchungsstellen) und Ammonium-Stickstoff ebenso eingehalten werden wie in der oberen Ruhr (vgl. Kapitel 3).

Der Einfluss von Kläranlagenemissionen auf die Nährstoffbelastung im Gewässer kann in den jeweiligen Einzugsgebieten unterschiedlich ausfallen, wobei die Mischungsverhältnisse von Kläranlagenablauf und Abfluss im Gewässer eine wesentliche Rolle spielen. Bei der 2019 durchgeführten Volme-Längsuntersuchung wurden sechs Kläranlagen sowie das Gewässer oberhalb und unterhalb der Einleitungen untersucht (vgl. Kapitel 9). Die gesamte Emission der sechs Anlagen lag bei 165 t/a TN und 11 t/a TP, was Anteile an der Gesamtemission bis Essen-Rellinghausen von 9 bzw. 10 % entspricht. Die Untersuchungen ergaben, dass die Orientierungswerte im Gewässer unterhalb der Kläranlagen für Phosphor bei fünf von sechs Kläranlagen und für Ammonium-Stickstoff bei drei Kläranlagen überschritten wurden.

Bei der nach vergleichbarem Muster im Einzugsgebiet von vier Kläranlagen durchgeführten Hönne-Längsuntersuchung 2017/2018 [10.8] ergaben sich aufsummierte Emissionen von

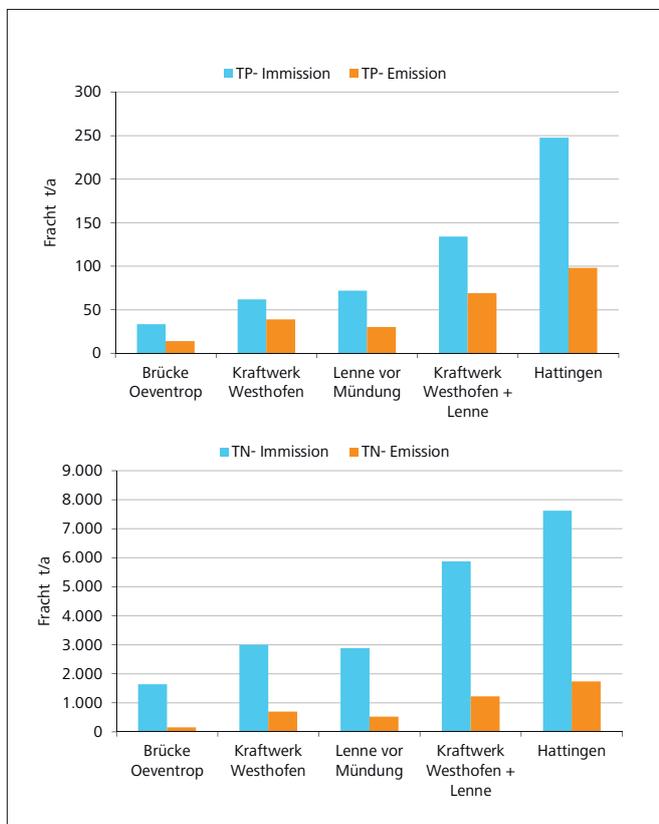


Bild 10.5: Emissionen der Kläranlagen bis Essen-Rellinghausen und Immission von TN und TP im Längsverlauf der Ruhr im Jahr 2019

Fig. 10.5: Sewage treatment plant emission up to Essen-Rellinghausen and immission of TN and TP along the course of the Ruhr in 2019

[10.5] Wendland, F. et al.: Räumlich differenzierte Quantifizierung der N- und P-Einträge in Grundwasser und Oberflächengewässer in Nordrhein-Westfalen unter besonderer Berücksichtigung diffuser landwirtschaftlicher Quellen. ISBN 978-3-89336-674-3, Forschungszentrum Jülich, 2010

[10.6] Ruhrverband: Emissions- und Immissionsbetrachtung bezüglich der eutrophierenden Nährstoffe Stickstoff und Phosphor in der Ruhr. In: Ruhrwassergütebericht 1997, Essen, S. 66-75

[10.7] Landnutzungsdaten Bodenbedeckung (CORINE) Land Cover 2000

[10.8] Ruhrverband: Untersuchungen zur Emissions- und Immissions-situation im Einzugsgebiet der Hönne. In: Ruhrgütebericht 2018, Essen, S. 109-116

117 t/a TN und 5 t/a TP, entsprechend Anteilen an der Gesamtemission von 6 bzw. 5 %. Es wurden Verhältniszahlen Emission/Immission in der Hönne unterhalb der letzten Einleitungsstelle von 0,27 für TN und von 0,52 für Phosphor bei deutlich höheren Werten von 0,69 für Ammonium-Stickstoff und 0,79 für ortho-Phosphat-Phosphor ermittelt, die somit vergleichbar mit den entsprechenden Werten bei Essen-Rellinghausen sind. Die Kläranlagenemissionen führten aber nur bei einer Kläranlage im Gewässer unterhalb der Einleitung zu einer Überschreitung der Orientierungswerte für Ammonium-Stickstoff und Phosphor.

Auf den Kläranlagen mit Überschreitungen der Orientierungswerte im Gewässer unterhalb der Einleitungen sollen betriebliche Maßnahmen zur Optimierung der vorhandenen Verfahrenstechnik umgesetzt werden, bzw. die Umsetzung erfolgt bereits. Hierdurch sollen die Ablaufkonzentrationen und in der Folge die Gehalte im Gewässer verringert und so die Qualitätsziele im Gewässer eingehalten werden. Auf die Gesamtemission aller Kläranlagen haben diese Maßnahmen auf Grund der relativ niedrigen Ablauffrachten allerdings nur einen vergleichsweise geringen Einfluss.

Die für den 4. Monitoringzyklus der operativen Überwachung der Fließgewässer nach EG-WRRL [10.9] durchgeführte Bewertung ergab, dass in 215 von 243 Wasserkörpern im Ruhreinzugsgebiet der Orientierungswert für den guten oder sehr guten Zustand für Gesamtphosphor eingehalten wird. Nur bei 23 kläranlagenbeeinflussten Wasserkörpern wurde dieses Qualitätsziel nicht erreicht. Im Falle des Ammonium-Stickstoffs sind 18 von den 26 Wasserkörpern, die eine Überschreitung des Orientierungswertes für Ammonium-Stickstoff aufweisen, kläranlagenbeeinflusst. In jeweils rund 90 % der Wasserkörper im Einzugsgebiet der Ruhr werden die Qualitätsziele für die Kenngrößen Ammonium-Stickstoff und Phosphor eingehalten.

Fazit

Im Zeitraum von 1990 bis 2019 hat sich die Immissionsituation im Gewässer bezüglich der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor erheblich verbessert. Die Verringerung der transportierten Frachten ist im engen Zusammenhang mit einer drastischen Reduzierung der kläranlagenbezogenen Emission zu sehen, welche wiederum auf die optimierte Nährstoffelimination auf den Kläranlagen zurückzuführen ist. Der Einfluss der Kläranlagenemission auf die Immission ist vor allem bei niedrigen Abflüssen gegeben, wobei bei diesen Verhältnissen in der Ruhr tendenziell niedrigere Konzentrationen gemessen werden. Bei hohen Abflüssen haben diffuse Quellen einen zunehmenden Einfluss. Vor allem beim Phosphor werden bei abflussreichen Bedingungen höhere Konzentrationen gemessen. In der Ruhr werden die Orientierungswerte für den guten bzw. sehr guten Zustand für Ammonium-Stickstoff und Gesamtphosphor im Jahr 2019 an den meisten Untersuchungsstellen eingehalten. In den Nebengewässern wirken sich die Kläranlagenemissionen auch in Abhängigkeit der vorhandenen Mischungsverhältnisse von Kläranlagenablauf zu Abfluss im Gewässer unterschiedlich auf die Immission auf. Sofern erforderlich sollen durch die Optimierung der Verfahrenstechnik auf ausgewählten Kläranlagen eine Reduzierung der Konzentrationen im Kläranlagenablauf und die Einhaltung der Orientierungswerte im Gewässer erreicht werden. Ein weiterer deutlicher Rückgang der gesamten Kläranlagenemission ist hierdurch aber nicht zu erwarten. Von den im 4. Monitoringzyklus nach EG-WRRL untersuchten 243 Wasserkörpern halten jeweils rund 90 % die Qualitätsziele für mindestens den guten Zustand für Ammonium-Stickstoff und Gesamtphosphor ein.

[10.9] <https://www.elwasweb.nrw.de> Ergebnisse für den 4. Monitoringzyklus (Zugriff 13. Mai 2020)

11 Einfluss von Spurenstoffen auf das Makrozoobenthos

Einleitung

Als Spurenstoffe werden im Rahmen dieses Beitrags organische Stoffe anthropogenen Ursprungs betrachtet, die infolge der heute zur Verfügung stehenden verbesserten Analysetechnik in sehr geringen Konzentrationen in der Umwelt – und hier vornehmlich in Gewässern – nachweisbar sind. Dabei handelt es sich vor allem um Rückstände aus der Herstellung und Verwendung von Humanarzneimitteln, Pflanzenschutzmitteln, Industrie- und Haushaltschemikalien sowie Körperpflege- und Waschmitteln. Manche dieser Substanzen können selbst in geringen Konzentrationen negative Effekte auf Gewässerorganismen haben und beispielsweise zur Verweiblichung von Fischen führen [11.1].

In der Fachwelt besteht Konsens darüber, zur Vermeidung einer Schädigung der natürlichen Lebensräume den Eintrag von Spurenstoffen in die aquatische Umwelt möglichst zu vermeiden bzw. zu reduzieren. Hier setzt auch der Dialogprozess des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) zur Spurenstoffstrategie des Bundes an. Die Ergebnisse der zweiten Phase dieses Prozesses sind in einem im März 2019 veröffentlichten Papier festgehalten [11.2]. Einen Baustein dieser Strategie stellt auch die Erarbeitung eines Orientierungsrahmens zur Abwasserbehandlung dar. Denn gerade mit Blick auf die anthropogenen Wassernutzungen gelangen die zuvor genannten Spurenstoffe auch über den Abwasserpfad in die Oberflächengewässer. Daher wird für viele Kläranlagen mittlerweile die Einrichtung einer vierten Reinigungsstufe gefordert, um damit den Eintrag von organischen Spurenstoffen in die Gewässer zu reduzieren. Als hierfür erprobte Verfahren kommen die Aktivkohleadsorption und die Ozonierung zum Einsatz.

Bereits im Jahr 2010 hat der Ruhrverband auf der Kläranlage Schwerte eine großtechnische Versuchsanlage zur gezielten Entfernung von organischen Spurenstoffen aus dem Abwasser eingerichtet. Deren Betrieb im Zuge verschiedener Untersuchungsvorhaben [11.3, 11.4] hat deutlich gemacht, dass der Einsatz der beiden zuvor genannten Verfahren in kommunalen Kläranlagen betrieblich handhabbar ist. Es hat sich aber auch gezeigt, dass es nicht möglich ist, mit diesen Verfahren Spurenstoffe aus dem Abwasser und damit aus den Gewässern vollständig zu entfernen. Daher ist mit Blick auf die Kosten, die bei der Errichtung und vor allem beim Betrieb dieser weitergehenden Reinigungstechniken entstehen, ganz klar auch im Auge zu haben, welche Wirkung diese auf die Gewässernutzungen, die Umwelt im Allgemeinen und auf die Gewässerbiozönose im Speziellen entfalten. Unter Nutzung der auf der Kläranlage Schwerte eingerichteten großtechnischen Versuchsanlage – und hier speziell des Verfahrensstranges der

Oxidation durch Ozonbehandlung – widmet sich dieser Frage ein derzeit noch laufendes Forschungsprojekt, welches die Universität Duisburg-Essen gemeinsam mit dem Unternehmen LimCo International und dem Ruhrverband durchführt. Dieses Projekt wird von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) finanziell gefördert.

Aufbau und Durchführung der Untersuchungen

Ziel der Untersuchungen ist es, den Effekt einer weitergehenden Abwasserreinigung durch Anwendung des Ozonierungsverfahrens auf die im Gewässer lebenden wirbellosen Organismen (Makrozoobenthos) abschätzen zu können. Dabei sollen vor allem die beiden Fragen beantwortet werden, ob und inwiefern sich Spurenstoffe negativ auf die untersuchten Organismen auswirken und ob etwaige vorhandene Effekte durch die Ozonbehandlung des gereinigten Abwassers reduziert werden. Hierzu sind auf der Kläranlage Schwerte zwischen den beiden Nachklärbecken (vgl. Bild 11.1) sechs Fließrinnen errichtet worden, von denen jeweils zwei mit konventionell gereinigtem Abwasser, mit ozoniertem Abwasser und mit Flusswasser aus der Ruhr (Ruhrwasser; als Kontroll-

- [11.1] Schwarzenbach, R. P., Escher, B. I., Fenner, K., Hofstetter, T. B., Johnson, C. A., von Gunten, U., Wehrli, B. (2006). The challenge of micropollutants in aquatic systems. *Science* 313, 1072–1077.
- [11.2] BMU/UBA (Hrsg.) (2019). *Ergebnispapier - Ergebnisse der Phase 2 des Stakeholder-Dialogs »Spurenstoffstrategie des Bundes« zur Umsetzung von Maßnahmen für die Reduktion von Spurenstoffeinträgen in die Gewässer*. Eds.: Hillenbrand, T.; Tettenborn, F.; Bloser, M.; Bonn: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit/Dessau: Umweltbundesamt.
- [11.3] Ruhrverband: *Untersuchungen zur Eliminierung von organischen Mikroverunreinigungen auf der Kläranlage Schwerte*. In: *Ruhrgütebericht 2012*, S. 102–110.
- [11.4] BMBF-Verbundprojekt „Sichere Ruhr“: *Gemeinsamer Abschlussbericht aller Verbundprojektpartner Förderkennzeichen 02WRS1283A bis J. RiskWa-Fördermaßnahme des Bundesministeriums für Forschung und Entwicklung, IWW, Mülheim an der Ruhr, 2015*.



Bild 11.1: Kläranlage Schwerte mit Lage der Versuchsanlage und Entnahmestellen der Versuchswässer

Fig. 11.1: Sewage treatment plant Schwerte and the location of the pilot plant and the sampling points in the tested waters

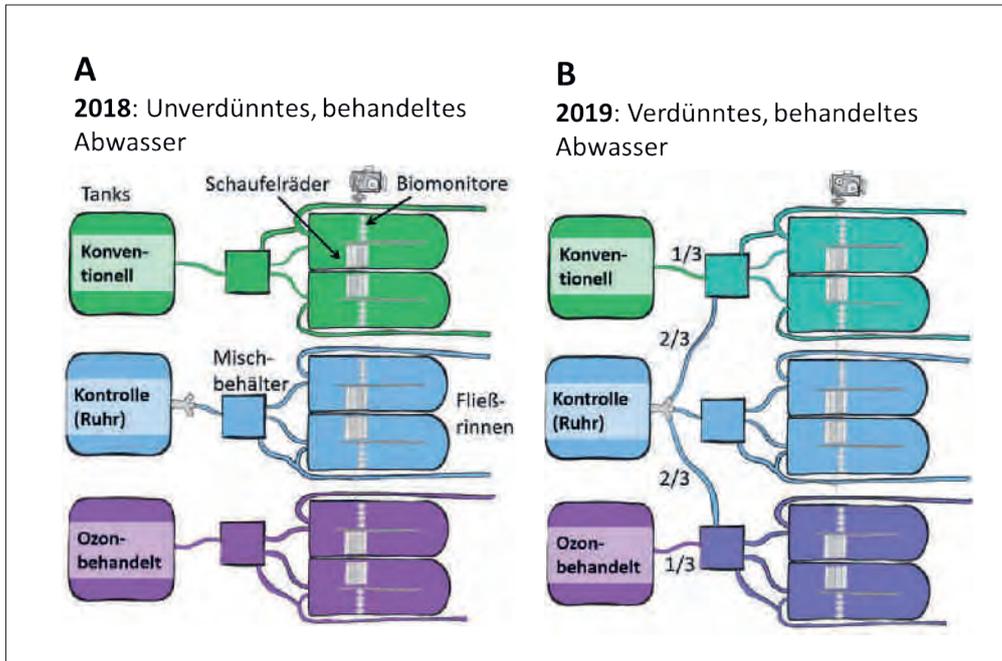


Bild 11.2: Schema der Versuchsanlage in zwei unterschiedlichen Einstellungen: A: Expositionsversuche mit unverdünntem, behandeltem Abwasser, B: Expositionsversuche mit verdünntem, behandeltem Abwasser (1/3 Abwasser, 2/3 Ruhrwasser)

Fig. 11.2: Schema of the pilot plant for two different scenarios: A: Exposure experiments with undiluted treated wastewater, B: Exposure experiments with diluted treated wastewater (1/3 wastewater, 2/3 Ruhr water)

medium) besetzt werden. Dieser experimentelle Ansatz ermöglicht eine parallele Untersuchung der Auswirkungen unterschiedlich gereinigter Abwässer auf die Organismen unter ansonsten vergleichbaren Bedingungen. Die Fließrinnenanlage steht im Freien, um Temperatur- und Lichtverhältnisse möglichst den Bedingungen im Freiland anzupassen, ist aber durch eine einfache Einhausung vor extremen Witterungsbedingungen geschützt. In den Fließrinnen sind ausgewählte Arten wirbelloser Tiere (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT-Taxa)) exponiert, deren Bewegungsmuster über die jeweilige Versuchsdauer aufgezeichnet und im Anschluss analysiert werden. Die Verwendung von für die Fließgewässerbewertung relevanten Makrozoobenthosarten ermöglicht somit auch eine Aussage dahingehend, welche Wirkungen Spurenstoffe auf den ökologischen Gewässerzustand gemäß EG-WRRL entfalten.

Die Untersuchung von Effekten auf das Makrozoobenthos erfolgt unter anderem mit Biomonitoren der Fa. LimCo [11.5]. Die Monitore bestehen aus offenen, durchströmbaren Messkammern, in denen die Bewegung je eines Organismus über ein elektromagnetisches Feld erfasst und aufgezeichnet werden kann. In jeder Fließrinne sind acht Messkammern installiert und mit Individuen derselben Makrozoobenthosart besetzt. Ein Versuchsdurchlauf umfasst zwei Wochen. Der Vergleich der Reaktionsmuster der Versuchsgruppen (ozoniertes und nicht ozoniertes Abwasser) mit der Kontrollgruppe (Ruhrwasser) soll Aufschluss darüber geben, ob stressrelevante Verhaltensreaktionen durch das Abwasser ausgelöst werden. Zusätzlich zu den Verhaltensreaktionen werden die Mortalitätsraten bestimmt, physiologische und biochemische Analysen (sog. Biomarkeranalysen) durchgeführt sowie chemische Wasserinhaltsstoffe analysiert.

Die Verfahrenstechnik der Kläranlage Schwerte einschließlich der großtechnischen Versuchsanlage zur weitergehenden Abwasserreinigung ist in [11.3] beschrieben. Die weitere Versuchsanlage zur Ermittlung des Einflusses von Spurenstoffen auf Makrozoobenthosorganismen besteht neben den jeweils rd. 110 l fassenden sechs Versuchsrinnen aus drei Vorlagentanks mit einem Volumen von 1.000 l, drei 10 l fassenden Mischbehältern sowie diversen verbindenden Leitungen (vgl. Bild 11.2). Die drei Vorlagentanks erhalten einen Volumenstrom von jeweils 1 l/s aus den Ablaufschächten der beiden Nachklärungen sowie über eine oberhalb der Einleitung des gereinigten Abwassers der Kläranlage Schwerte angeordnete Entnahmeeinrichtung direkt aus der Ruhr. Damit ergibt sich eine theoretische Aufenthaltszeit des Wassers in den Tanks von maximal 16 Minuten, womit eine eventuelle Erwärmung über die Sonneneinstrahlung weitgehend ausgeschlossen ist. Die Tanks stehen etwa um 1,20 m erhöht, sodass ein Betrieb der eigentlichen Versuchsanlage im Freigefälle möglich wird. Zudem zeichnen Datenlogger über den gesamten Versuchsraum Temperatur und Sauerstoffgehalt kontinuierlich auf.

Dank der drei Mischbehälter ist es möglich, die eigentlichen Fließrinnen entweder mit unverdünntem Abwasser zu besetzen oder dieses in frei wählbaren Verhältnissen mit Ruhrwasser zu verschneiden. Zudem kommt diesen die Aufgabe zu, eine gleichmäßige Beaufschlagung der Fließrinnen zu gewährleisten. Diese ist so reguliert, dass rechnerisch alle zwölf Stunden ein kompletter Austausch des Wassers in den Rinnen erfolgt. In den Rinnen selbst zirkuliert das Wasser kontinuierlich mit einer nahezu laminaren Strömung und einer Fließgeschwindigkeit von 0,1 m/s, um die Makrozoobenthosorganismen in den Biomonitoren Strömungsbedingungen auszusetzen, die den Verhältnissen in den Fließgewässerhabitaten ähnlich sind.

Die bislang durchgeführten Untersuchungen umfassen insgesamt 16 Versuchsdurchläufe. Davon entfallen sieben Versuchsdurchläufe auf das Jahr 2018, bei denen zur Abbildung eines Worst-Case Szenarios unverdünntes, konventionell und weitergehend geklärtes Abwasser verwendet wurde (vgl. Bild 11.2, Teil A). Bei den Versuchsdurchläufen im Jahr 2019 erfolgte hingegen eine Vermischung der geklärten Abwässer mit dem Ruhrwasser (ein Teil Abwasser, zwei Teile Ruhrwasser, vgl. Bild 11.2, Teil B). Die Wahl dieses Verhältnisses soll eine Minimalverdünnung des Abwassers in der Ruhr unter Trockenwetterbedingungen abbilden. Damit ist der in den Versuchen eingestellte Abwasseranteil höher, als er in der Realität unter normalen Abflussbedingungen an diesem Ruhrabschnitt zu erwarten wäre. Da dieses experimentelle Setting den Extremfall abbildet, ist davon auszugehen, dass in den Experimenten gemessene Effekte des Abwassers unter normalen Abflussbedingungen niedriger ausfallen. Während der jeweils zweiwöchigen Versuchsdurchläufe werden kontinuierlich Wasserproben entnommen und im Kooperationslabor des Ruhrverbands auf 186 organische Spurenstoffe sowie auf Standardwasserparameter analysiert.

Alle für die Versuche verwendeten Makrozoobenthosorganismen entstammen der Ruhr. Je nach Artenzusammensetzung und Abundanz werden diese entweder an einer Probestelle im direkten Umfeld von Schwerte oder einer weiteren geeigneten Stelle in der Nähe von Arnsberg-Neheim entnommen, zunächst nach Größe/Larvenstadium sortiert sowie zur Versuchsanlage transportiert (vgl. Bild 11.3). Um für jeden Versuchsdurchlauf vergleichbare Bedingungen zu erreichen, werden jeweils nur gleichgroße Tiere (gleiche Larvenstadien) in die Biomonitor-Kammern eingesetzt. Die Bestimmung der Organismen vor

Versuchsbeginn unter einem Binokular stellt sicher, dass in einem Versuchsdurchlauf immer nur Individuen derselben Art untersucht werden. Mit Blick auf die Einhaltung dieser Kriterien und die vorgenannte Relevanz der Makrozoobenthosorganismen für die Gewässerbewertung gemäß EG-WRRL handelt es sich bei den für die Versuche ausgewählten Individuen vor allem um die nachfolgend genannten drei Arten der EPT-Taxa:

Eintagsfliegen (Ephemeroptera):	<i>Ephemera danica</i>
Steinfliegen (Plecoptera):	<i>Leuctra geniculata</i>
Köcherfliegen (Trichoptera):	<i>Hydropsyche incognita</i>

Während der Versuchsdurchführung erlaubt das Biomonitoringsystem der Fa. LimCo eine kontinuierliche Ermittlung der Bewegungsmuster der in den einzelnen Kammern eingesetzten Makrozoobenthosorganismen. Nach Versuchsende werden die Organismen wieder aus den Kammern der Biomonitor-Kammern entnommen, die Mortalitätsraten bestimmt und die lebenden Tiere für weitere Analysen in flüssigem Stickstoff fixiert.

Bisherige Versuchsergebnisse

Die Ergebnisse der Versuchseinstellungen mit unverdünntem Abwasser zeigen erwartungsgemäß eine im Vergleich zum Ruhrwasser (Kontrollgruppe) erhöhte Mortalitätsrate. Lediglich bei der Ordnung der Trichoptera ist hiervon eine Abweichung festzustellen, da hier die meisten Individuen mit einer Rate von

[11.5] Gerhardt, A., Clostermann, M., Fridlund, B. & E. Svensson (1994). Monitoring of behavioral patterns of aquatic organisms with an impedance conversion technique. *Environment International* 20 (2), 209–219.

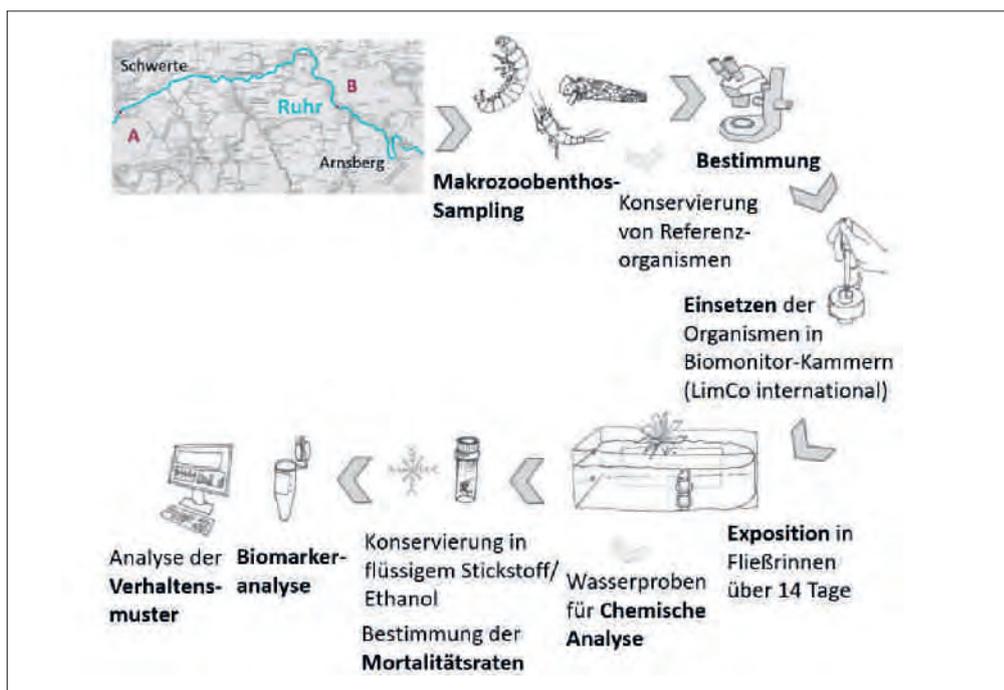


Bild 11.3: Ablauf des Samplings und der anschließenden Exposition der Organismen in den Fließbrinnen
Fig. 11.3: Procedure of sampling and following exposition of organisms in the flow channels

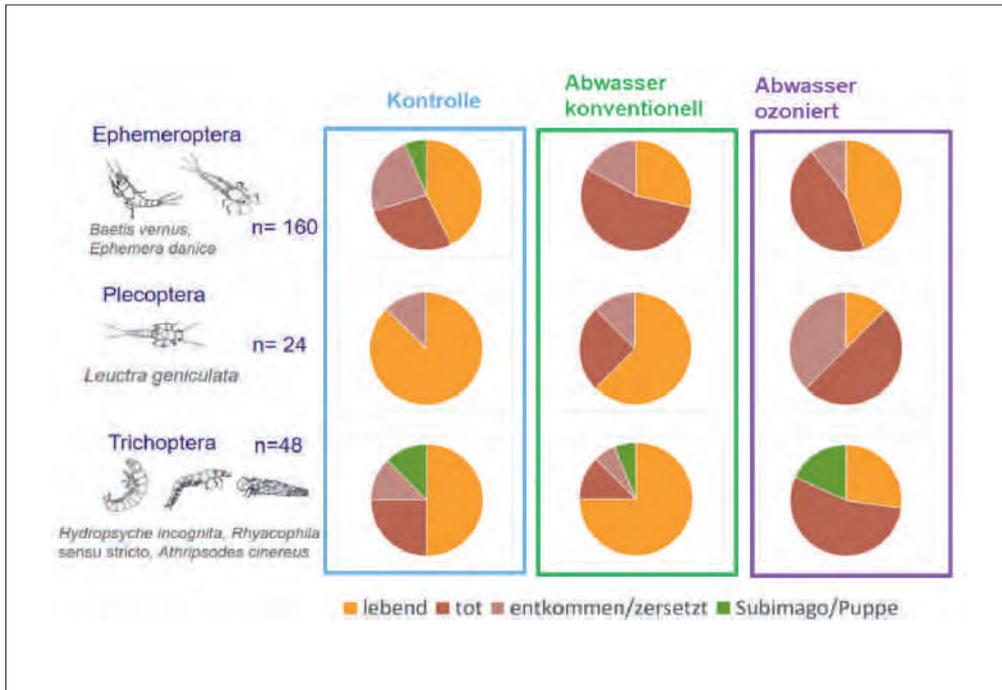


Bild 11.4: Überlebens- und Mortalitätsraten der Versuchseinstellungen mit unverdünntem, behandeltem Abwasser und mit Ruhrwasser (Versuche im Jahr 2018); n entspricht der Gesamtanzahl der in den Versuchsdurchläufen getesteten Tiere

Fig. 11.4: Survival and mortality rates in the testing scenario with undiluted treated wastewater and with Ruhr water (experiments in 2018); n corresponds to the total amount of invertebrates tested during the experiments

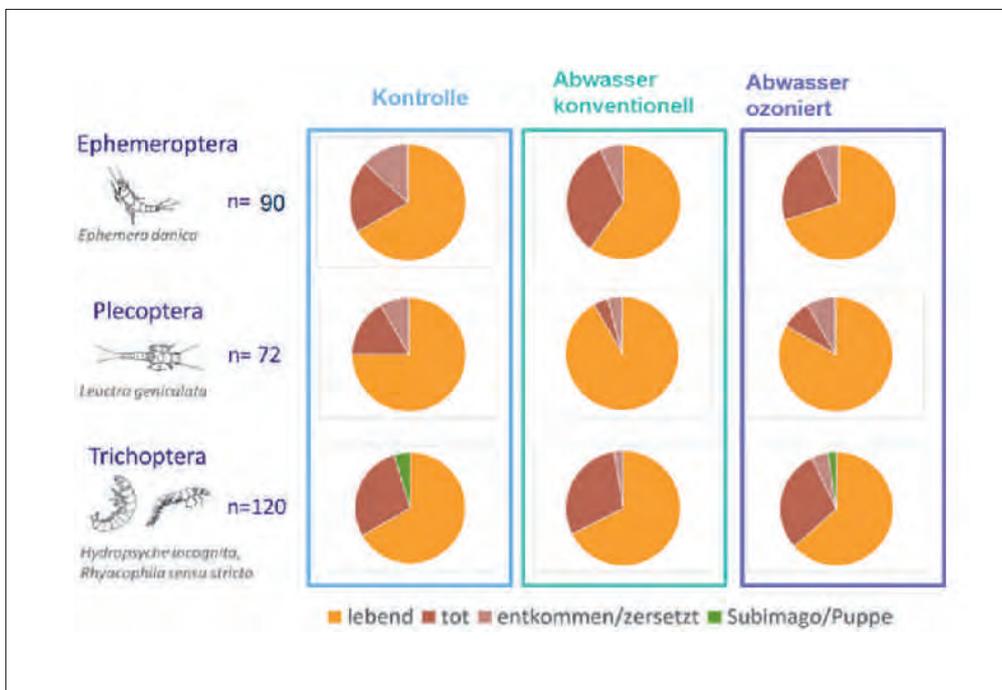


Bild 11.5: Überlebens- und Mortalitätsraten der Versuchseinstellungen mit verdünntem, behandeltem Abwasser und mit Ruhrwasser (Versuche im Jahr 2019); n entspricht der Gesamtanzahl der in den Versuchsdurchläufen getesteten Tiere

Fig. 11.5: Survival and mortality rates in the testing scenario with diluted treated wastewater and with Ruhr water (experiments in 2019); n corresponds to the total amount of invertebrates tested during the experiments

75% im konventionell behandelten Abwasser überlebten. Auffällig ist allerdings, dass für alle drei Gruppen auch erhöhte Mortalitätsraten bei den Organsimen auftreten, die im ozonbehandelten Abwasser exponiert wurden. Dies könnte auf toxische Transformationsprodukte hinweisen, die während der Ozonbehandlung gebildet wurden, wie es z.B. von Transformationsprodukten des Schmerzmittels Diclofenac [11.6] oder

auch des Hormonrezeptormodulators Tamoxifen [11.7] bekannt ist. Im Vergleich der drei Gruppen ist zusätzlich auch die Mortalitätsrate der Ephemeroptera im konventionell behandelten Abwasser erhöht, was möglicherweise auf die darin befindlichen Spurenstoffe zurückzuführen ist. Bild 11.4 stellt diese Ergebnisse in Form von Kreisdiagrammen mit Aussagen zur Überlebensrate (alle Individuen, die am Ende des Versuchs le-

bend aus den Kammern geborgen wurden), zur Mortalitätsrate (alle Individuen, die tot aus der Kammer geborgen wurden), zum Entwicklungsstadium Subimago/Puppe (Individuen, die während der Hälterung in eines dieser Stadien übergehen konnten) und zu Verlusten (Zersetzungsprozesse oder Entkommen des Versuchstiers aus der Versuchskammer) dar.

Die Resultate der Versuchseinstellungen unter verdünnten Abwasserhältnissen zeigen ein deutlich verändertes Bild (vgl. Bild 11.5). Insgesamt betrachtet sind die Mortalitätsraten der dem Abwasser ausgesetzten Individuen gegenüber den Ergebnissen der vorherigen Versuchsreihen rückläufig und nähern sich denjenigen des Ruhrwassers an. Besonders ausgeprägt ist dies für die Organismengruppe der Trichoptera, bei der die Überlebensraten für alle drei Versuchswässer fast identisch sind. Vor allem ist auch die Mortalitätsrate aller Taxa im verdünnten ozonbehandelten Abwasser nun nicht mehr erhöht, wie dies bei den Versuchen mit unverdünntem Abwasser noch der Fall war. Auffällig ist hier lediglich, dass für die Organismengruppe der Ephemeroptera weiterhin eine leicht erhöhte Mortalität auch im verdünnten konventionellen Abwasser messbar ist. Die bei der Organismengruppe der Plecoptera gegenüber den ersten sieben Versuchseinstellungen erkennbare Verschiebung der Mortalitätsraten ist durch die deutlich unterschiedliche Anzahl an jeweils getesteten Individuen zu erklären. Die Verdünnung der Abwässer (ein Teil Abwasser, zwei Teile Ruhrwasser) zeigt bereits einen deutlichen Rückgang der Mortalität, sowohl beim konventionell behandelten, als auch beim ozonierten Abwasser.

Versuchsbegleitend hat das Kooperationslabor des Ruhrverbands an jedem Versuchstag von den drei Versuchswässern über 24h Wasserproben entnommen und als 24, 48 oder 72

Std.-Mischproben analysiert. Dabei wurden 186 Spurenstoffparameter betrachtet, von denen 96 regelmäßig über der jeweiligen Bestimmungsgrenze lagen. Für acht Stoffgrößen, die während der Versuchsdurchführung die höchsten Konzentrationen aufwiesen, zeigt Bild 11.6 deren Verteilung im Vergleich der Versuchsbedingungen der Jahre 2018 und 2019 und der jeweils unterschiedlichen Versuchswässer. Dabei handelt es sich um die Röntgenkontrastmittel Amidotrizoesäure und Iopromid, den Metaboliten 4-Formylaminoantipyrin des Schmerzmittels Metamizol, das Epileptikum Gabapentin, den Blutdrucksenker Hydrochlorothiazid und Valsartan, den Metaboliten eines Gichtmedikaments Oxypurinol sowie Guanylurea, welches als Metabolit des Antidiabetikums Metformin vorkommt.

Unmittelbar sichtbar ist der auf den Verdünnungseffekt zurückzuführende Konzentrationsrückgang im Vergleich der Versuchseinstellungen der Jahre 2018 und 2019. Deutlich wird aber auch die gegenüber dem konventionell behandelten Abwasser (hier Konzentrationen bis 80 µg/l) zu erkennende Reduktion der Konzentrationen aller acht hier betrachteten Stoffe durch die Ozonbehandlung. Dieser Effekt ist auch bei vielen niedriger konzentrierten, hier nicht dargestellten Spu-

- [11.6] Sein, M.M., Zedda, M., Tuerk, J., Schmidt, T. C., Golloch, A., Sonntag, C. v. (2008). Oxidation of diclofenac with ozone in aqueous solution, *Environmental Science and Technology*, 42, 6656–6662.
- [11.7] Knoop O., Woermann, M., Lutze, H.V., Sures, B., Schmidt, T.C. (2018). Ecotoxicological effects prior to and after the ozonation of Tamoxifen. *Journal of Hazardous Materials* 358, 286–293.

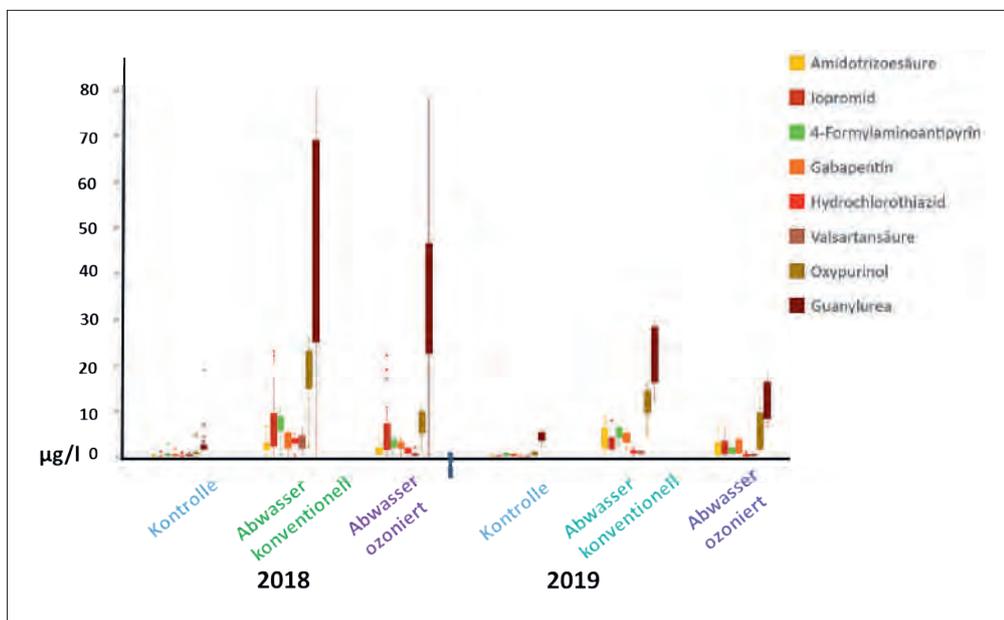


Bild 11.6: Konzentrationen acht ausgewählter Spurenstoffe für die unterschiedlichen Versuchszeiteinstellungen der Jahre 2018 (unverdünntes Abwasser) und 2019 (verdünntes Abwasser)

Fig. 11.6: Concentrations of selected trace substances during the different phases of the experiments in 2018 (undiluted wastewater) and 2019 (diluted wastewater)

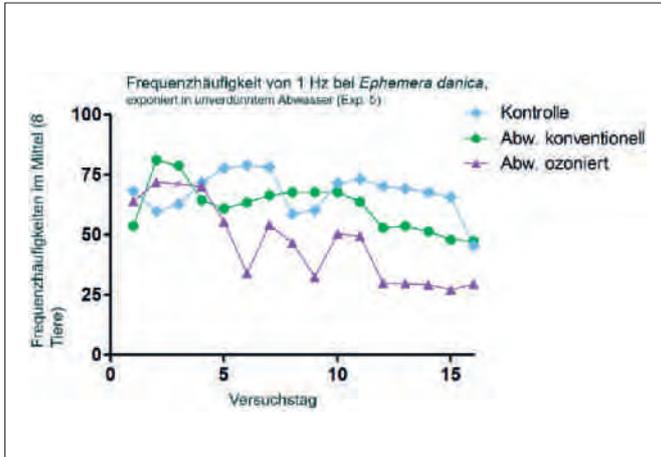


Bild 11.7: Frequenzhäufigkeit von 1 Hz der im unverdünnten Abwasser exponierten MZB-Art *Ephemera danica*, gemittelt über acht Tiere über den gesamten Versuchsdurchlauf

Fig. 11.7: Number of frequencies of 1 Hz of the macrozoobenthos species *Ephemera danica* exposed to undiluted wastewater, average from eight invertebrates during the full range of experiments

renstoffparametern (bis 3 µg/l im konventionell gereinigten Abwasser) zu beobachten. Jedoch können die meisten der während der Ozonung entstandenen Transformationsprodukte mit dem hier gewählten analytischen Ansatz nicht nachgewiesen werden, da die chemischen Strukturen vieler Transformationsprodukte noch unbekannt sind.

Mit allen Organismen, die am Ende der jeweiligen Versuchseinstellung noch leben, werden abschließende Biomarkeranalysen durchgeführt. Die Analyse erstreckt sich auf die Ermittlung verschiedener Stressmarker sowie die Bestimmung der Lipid- und

Glykogengehalte jedes Individuums, um hierüber ein besseres Verständnis für deren Energiereserven zu erhalten. Die Auswertungen hierzu sind derzeit noch in Bearbeitung, so dass abschließende Ergebnisse noch nicht vorliegen.

Ein starkes Gewicht bei der Bewertung der Auswirkungen von Spurenstoffen auf die Makrozoobenthos-Organismen wird auch der Analyse der Verhaltensreaktionen zukommen, die diese Organismen über die Dauer der Versuchseinstellungen zeigen und welche die Biomonitoring der Fa. LimCo kontinuierlich aufzeichnen. Erste hierzu für die Organismengruppe der Ephemera bereits durchgeführte Analysen lassen bei den bislang betrachteten Versuchseinstellungen mit unverdünntem Abwasser starke individuelle Unterschiede in den Reaktionsmustern erkennen. Trotz dieser Unterschiede scheint es aber bei der Art *Ephemera danica* eine auffällige Tendenz zu stationären Bewegungen zu geben, da die dieses Bewegungsmuster repräsentierenden Frequenzen in der Häufigkeit ihres Auftretens dominieren. Dies ist vermutlich durch die Lebensweise der sich größtenteils im Sediment aufhaltenden Art zu erklären. Auffällig ist jedoch, dass die im unverdünnten ozonbehandelten Abwasser exponierten Organismen ab dem fünften Expositionstag einen starken Abfall der Aktivität aufweisen (Bild 11.7).

Um die Verhaltensmusterdaten noch detaillierter auswerten und einem bestimmten Verhalten zuordnen zu können, wurde mittels Videoaufnahmen das Verhalten einzelner Organismen festgehalten und das so dokumentierte Bewegungsmuster mit den Aufzeichnungen der Messkammern verglichen. Dies erfolgte sowohl im Labor als auch im Fließrinnenexperiment. Somit konnten Ruhe- und Lokomotionsphasen mithilfe der Videoanalysen in den Rohdaten identifiziert und letztere über diesen Weg nochmals kalibriert werden (vgl. Bild 11.8). Um diesen Arbeitsschritt für die umfangreichen Datenreihen zu

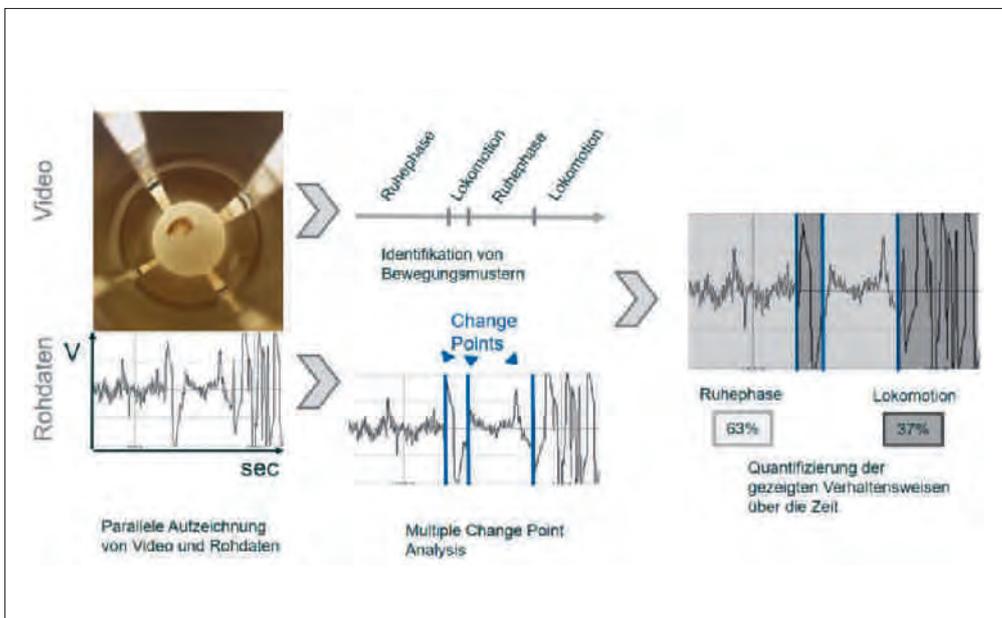


Bild 11.8: Schematischer Ablauf der ergänzenden Kalibrierung der Rohdaten des Biomonitoringsystems der Fa. LimCo für die Datenanalyse

Fig. 11.8: Schematic procedure of the additional calibration of raw data from the biomonitoring system for data analysis provided by LimCo

automatisieren, wird die Multiple Change Point Analysis genutzt. Sie wendet einen Algorithmus an, der Wechsel von Verhaltensmustern über einen zeitlichen Verlauf erkennt und quantitativ in Form von Summenparametern (z.B. Dauer von Ruhephasen, Anzahl der Verhaltensänderungen) zusammenfasst. Die abschließende Aus- und Bewertung dieser Informationen ist noch in Bearbeitung.

Zusammenfassung

Der gute Zustand von Fließgewässern ist mitbestimmt durch die in den jeweils betrachteten Wasserkörpern anzutreffende Ausprägung der biologischer Qualitätskomponenten. Unter anderem ist davon auszugehen, dass diese auch vom Grad der stofflichen Belastung von Fließgewässern mit Spurenstoffen abhängig ist. Um hierzu konkrete Aussagen treffen zu können, erfolgen derzeit in Form von Langzeittests auf der Kläranlage Schwerte Untersuchungen zur Wirkung von Spurenstoffen auf einheimische, d. h. gewässertypspezifische und bewertungsrelevante Schlüsselarten des Makrozoobenthos. Die unmittelbare Verknüpfung von Schadstoffexposition mit daraus resultierenden Veränderungen der Gewässerzönose auf physiologischer und verhaltensbiologischer Ebene erlaubt eine wissenschaftliche Vorhersage der Effekte von Mikroschadstoffen auf die Zusammensetzung von Fließgewässerlebensgemeinschaften.

Erwartungsgemäß ergibt sich aus der versuchsbegleitenden Spurenstoffanalytik eine deutliche Reduktion der Spurenstoffkonzentrationen im ozonierten Abwasser im Vergleich zum konventionell behandelten Abwasser. Zunächst durchgeführte Versuche mit unverdünntem Abwasser offenbaren eine gegenüber dem Ruhrwasser (Kontrollgruppe) erhöhte Mortalitätsrate. Eine Verdünnung der Abwässer mildert diese negativen Auswirkungen auf das Überleben deutlich ab, sodass die Mortalitätsraten nun größtenteils auf Kontrollniveau sinken. Ergänzend vorgenommene Analysen auf Ebene von Biomarkern befinden sich derzeit noch in Bearbeitung.

Eine Fortführung der Versuche mit verdünntem Abwasser ist im Jahr 2020 vorgesehen, um die Ergebnisse aus dem vorherigen Jahr zu validieren und die daraus erlangten Erkenntnisse insgesamt auf eine breitere Datenbasis zu stellen. Gerade aufgrund der Art des Versuchsaufbaus, der begleitenden Verhaltensmessung der getesteten Organismen und der Überprüfung möglicher physiologischer Effekte durch Biomarkeruntersuchungen wird in diesem Forschungsprojekt ein wertvoller Beitrag zur Beantwortung der Frage gesehen, inwieweit sich Spurenstoffe auf die Bewertung des ökologischen Gewässerzustandes nach EG-WRRRL auswirken und welche Folgerungen sich daraus im Hinblick auf eine gezielte Bewirtschaftungsplanung im Sinne der Zielvorgaben der EG-WRRRL ableiten lassen.

12 Registrierte Gewässerverunreinigungen im Jahr 2019

Im Kalenderjahr 2019 sind dem Ruhrverband bzw. den an der Ruhr ansässigen Wasserwerken erfreulicherweise nur zwei als relevant einzustufende Gewässerverunreinigungen gemeldet worden. Mit Ausnahme des Nachweises einer (noch) unbekannt Substanz werden Ereignisse, bei denen es sich lediglich um vorsorgliche Meldungen handelte, sowie offensichtliche Bagatellfälle bei der Berichterstattung nicht berücksichtigt.

Seit Mitte des Jahres 2018 berichtet das LANUV auch im Jahr 2019 über Befunde von Spuren eines noch unbekanntes Isomerengemischs 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 17. Mai 2019 waren im Baldeneysee im Bereich des Hafens Scheppen Schlieren an der Wasseroberfläche beobachtet. Eine sofortige Probenahme bestätigte den Verdacht auf Öle/Kraftstoffe als Ursache der Gewässerverunreinigung. Ein Verursacher konnte nicht ermittelt werden. Einen Tag später konnte nicht Auffälliges mehr festgestellt werden.

Am 15. Oktober 2019 wurden von einer Anwohnerin im Baldeneysee tote Fische im Bereich der Brehminsel (Heyer Schlag) gemeldet. Eine Vor-Ort-Begehung konnte dies nicht bestätigen, allerdings wurden in diesem Graben zwischen der Altstadt Werden und der Brehminsel Weißfische angetroffen, die sich an der Wasseroberfläche mit Anzeichen von Notatmung aufhielten. Eine Sauerstoffmessung mit 1,3 mg/l bestätigte diesen optischen Eindruck. Die Ursachen waren ein sehr geringer Wasseraustausch, keine Sauerstoffproduktion durch Wasserpflanzen oder Algen (starke Beschattung), ein großer Eintrag organischen Materials über Bäume, Vögel und Brot. Der zum Untersuchungszeitpunkt einsetzende anhaltende Regen entspannte die sauerstoffarme Situation, wie es sich am nächsten Morgen bestätigte. In der Ruhr unterhalb der Brehminsel waren keine Auffälligkeiten zu erkennen.

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 2019 rund 359 Mio. m³ Abwasser gereinigt. Dies entspricht einem Jahresmittelwert von 11,4 m³/s und liegt ca. 16 % über dem Vorjahreswert. Ein Anteil von 72% dieser Menge entfällt auf die Jahresschmutzwassermenge (einschließlich Fremdwasser) mit rd. 259 Mio. m³. Die Differenz zur Jahresabwassermenge ergibt sich durch das auf den Kläranlagen mitbehandelte Niederschlagswasser. Die behandelten Abwasser- und Schmutzwassermengen der letzten fünf Jahre sind in Bild 13.1 dargestellt, dem auch der spezifische Abwasseranfall zu entnehmen ist. Die wichtigsten Kennzahlen für die Verbandskläranlagen sind der Tabelle 13.1 zu entnehmen.

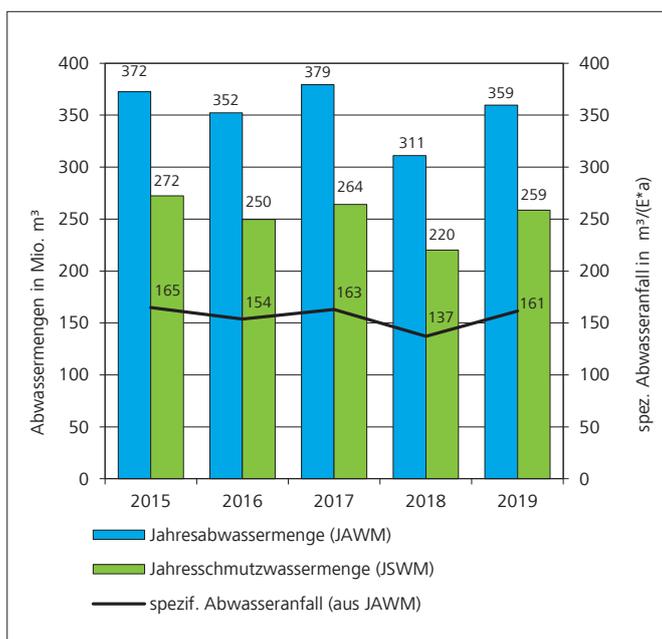


Bild 13.1: Abwassermengen und spezifischer Abwasseranfall der Ruhrverbandskläranlagen von 2015 bis 2019

Fig. 13.1: Sewage volumes and specific sewage loads at the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2015 to 2019

Tabelle 13.1: Kennzahlen der Ruhrverbandskläranlagen für das Jahr 2019

Table 13.1: Parameters of the Ruhrverband's sewage treatment plants in 2019

Anzahl Kläranlagen	63
Jahresabwassermenge	359 Mio. m ³
Jahresschmutzwassermenge	259 Mio. m ³
Gesamt-Ausbaugröße aller Anlagen	3,2 Mio. E
Angeschlossene Einwohner (Einwohnerzahl)	2,0 Mio. E
Anschlussgrad	rd. 99 %
Mittlere Einwohnerbelastung (Bezug: 120 g CSB / (E*d))	2,2 Mio. E
Verhältnis Ausbaugröße / Mittlere CSB-Belastung	1,4
85-Perzentil der Einwohnerbelastung (Bezug: 120 g CSB / (E*d))	2,8 Mio. E
Spezifischer Abwasseranfall (Bezug: mittlere CSB-Belastung)	161 m ³ /(E*a)
Spezifischer Stromverbrauch (Bezug: mittlere CSB-Belastung)	36,9 kWh/(E*a)

Analog zu dem von der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) veröffentlichten bundesweiten Leistungsnachweis kommunaler Kläranlagen [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 (NH₄-N) und Gesamtstickstoff (TN). Die Ergebnisse im Ablauf entstammen im Wesentlichen den laufenden Untersuchungen des Betriebspersonals im Rahmen der Selbstüberwachung. Die Untersuchungsergebnisse aus den Zuläufen der Kläranlagen werden durch das Kooperationslaboratorium erhoben. In den zugehörigen Auswertungen wird die Kläranlage Hagen-Boele nicht berücksichtigt, deren kommunales Abwasser auf einer industriellen Anlage biologisch mitbehandelt wird. Tabelle 13.2 enthält die frachtgewichteten Zu- und Ablaufkonzentrationen im Abwasser.

Tabelle 13.2: Mittlere Konzentrationen im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen im Jahr 2019

Table 13.2: Average concentrations in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants in 2019

	Zulauf	Ablauf
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB ₅)	97 mg/l	3,3 mg/l
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	271 mg/l	18,3 mg/l
Ammonium-Stickstoff (NH ₄ -N)		0,9 mg/l
Anorganisch gebundener Stickstoff (TIN)		5,6 mg/l
Gesamtstickstoff (TN)	27,6 mg/l	6,4 mg/l
Gesamtphosphor (TP)	3,9 mg/l	0,4 mg/l

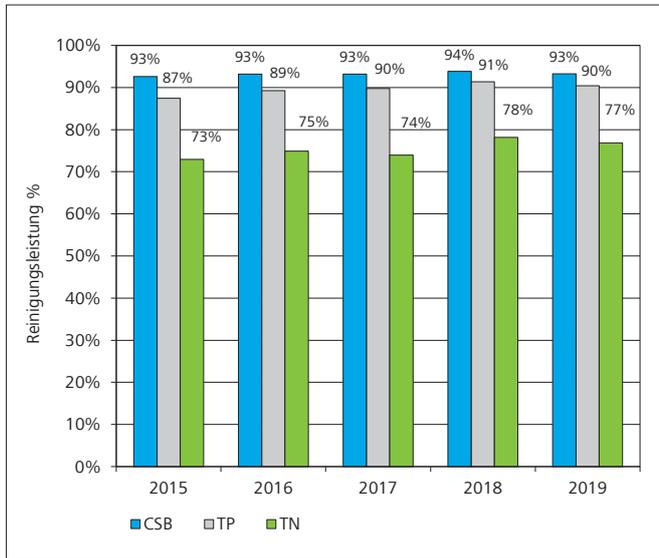


Bild 13.2: Entwicklung der Reinigungsleistung der Ruhrverbandskläranlagen von 2015 bis 2019

Fig. 13.2: Development of the treatment performance of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2015 to 2019

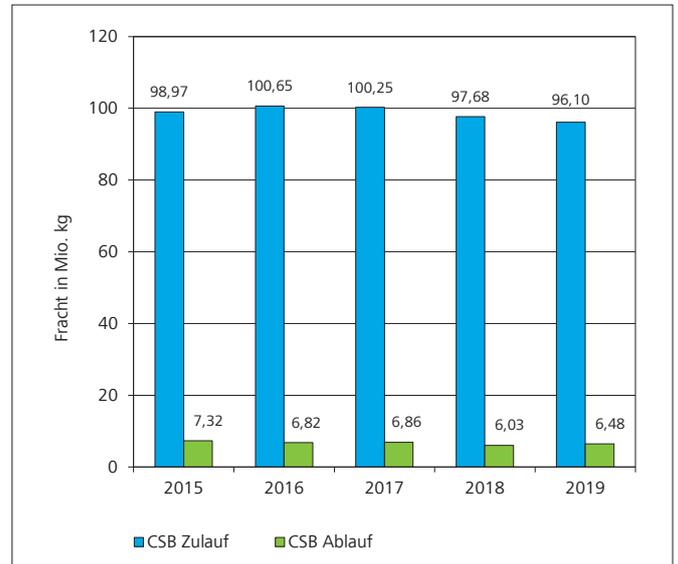


Bild 13.3: Jahresfrachten CSB im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen von 2015 bis 2019

Fig. 13.3: Annual loads of COD in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2015 to 2019

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 in Genehmigungsbescheiden festgelegten Betriebsmittelwerte wurden im Jahr 2019 auf allen Kläranlagen eingehalten. Die Reinigungsleistung befindet sich seit Jahren gleichbleibend auf einem hohen Niveau. Bild 13.2 zeigt die Ergebnisse für die wesentlichen Parameter.

Die Zulaufkonzentrationen sind teilweise durch den Fremdwasseranteil bedingt, 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 161 m³ je Einwohnerwert (E) und Jahr beim Ruhrverband um 96 % über dem bundesweiten Wert (DWA) von 82 m³/(E*a) [13.1]. Der Ruhrverband bemüht sich in Zusammenarbeit mit den beteiligten Kommunen auf vielfältige Weise um eine Reduzierung der Fremdwasserbelastungen.

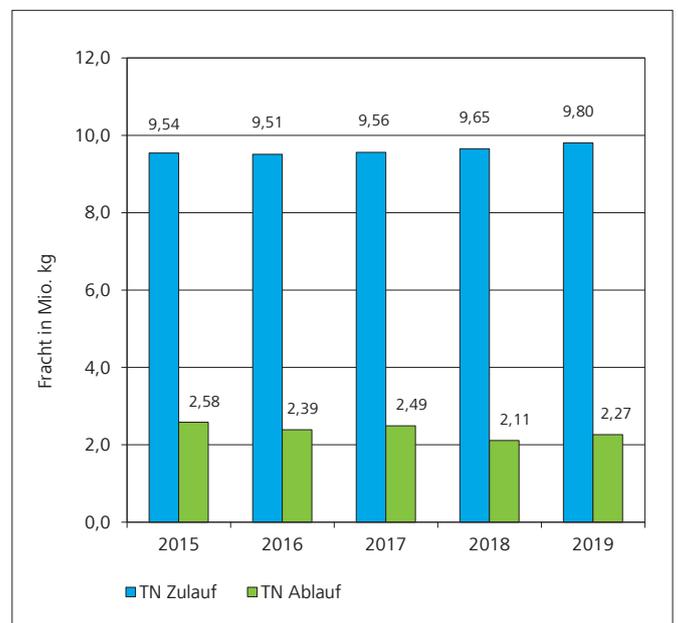


Bild 13.4: Jahresfrachten Gesamtstickstoff im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen von 2015 bis 2019

Fig. 13.4: Annual loads of total nitrogen in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2015 to 2019

[13.1] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA): 31. Leistungsnachweis kommunaler Kläranlagen (KA Korrespondenz Abwasser, Abfall-2019(66) Nr. 10 S.794 - 801)

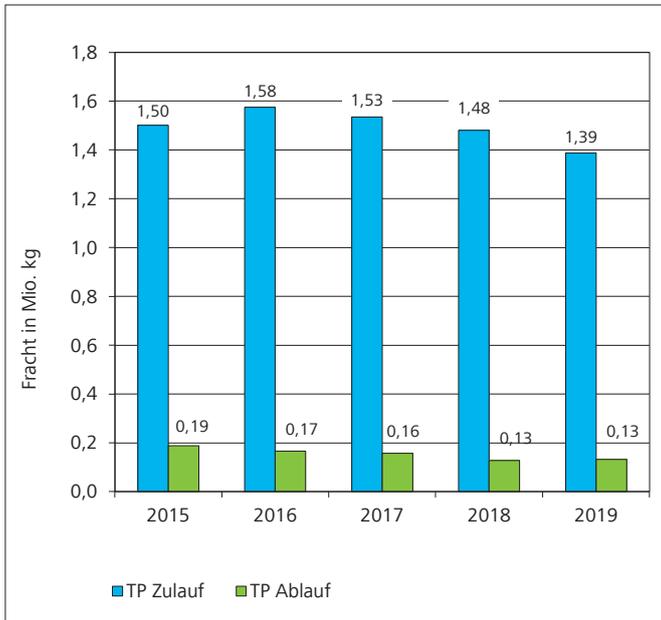


Bild 13.5: Jahresfrachten Gesamtposphor im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen von 2015 bis 2019
 Fig. 13.5: Annual loads of total phosphorus in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2015 to 2019

Den Verbandskläranlagen wurde im Jahr 2019 eine Gesamtzu-
 lauffracht über 96 Mio. kg CSB zugeführt. Bei einem spezi-
 fischen Wert von 120 Gramm CSB je Einwohner und Tag lässt
 sich daraus die Bezugsgröße von rd. 2,2 Mio. Einwohnerwer-
 ten als mittlere Belastung berechnen. Der 85-Perzentilwert der
 CSB-Zulaufbelastung betrug 2,8 Mio. E, dem beim Ruhrver-
 band eine Behandlungskapazität von rd. 3,2 Mio. E gegenüber
 steht. Im Mittel weist eine Ruhrverbandskläranlage eine Aus-
 baugröße von 50.511 E auf. An die Ruhrverbandsanlagen an-
 geschlossen 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 und Gesamtstick-
 stoff sind aufgrund der höheren Jahresabwassermenge leicht
 gestiegen, liegen aber noch unter den Werten der vorange-
 gangenen Jahre. Die Ablaufkonzentrationen haben sich im
 Vergleich zum Vorjahr verbessert.

Durch die Abwasserreinigung entstehen Reststoffe in Form
 von Rechengut, Sandfanggut und Klärschlamm. Ziel unter-
 schiedlicher Maßnahmen ist es, die Reststoffe in ihrer Menge
 zu minimieren und möglichst einer Verwertung zuzuführen
 bzw. schadlos zu beseitigen – dies auch unter besonderer Be-
 achtung wirtschaftlicher Gesichtspunkte. Der anfallende Roh-
 schlamm weist mengenmäßig den größten Anteil auf und
 muss zunächst stabilisiert werden, um eine effektive Weiterbe-
 handlung zu ermöglichen und Geruchsbelästigungen zu ver-
 meiden. Die Stabilisierung erfolgt für 97,5 % der Mengen anaer-
 ob in Faulbehältern, wodurch eine beträchtliche Reduzierung
 der Feststoffmenge erreicht wird. Die anschließende Entwässe-
 rung verbessert die Transportbedingungen und schafft die Vo-
 raussetzung für eine thermische Behandlung. Gegenüber dem
 Vorjahr ist die Menge an stabilisiertem Schlamm mit 37.111 t
 Trockenmasse annähernd gleichgeblieben.

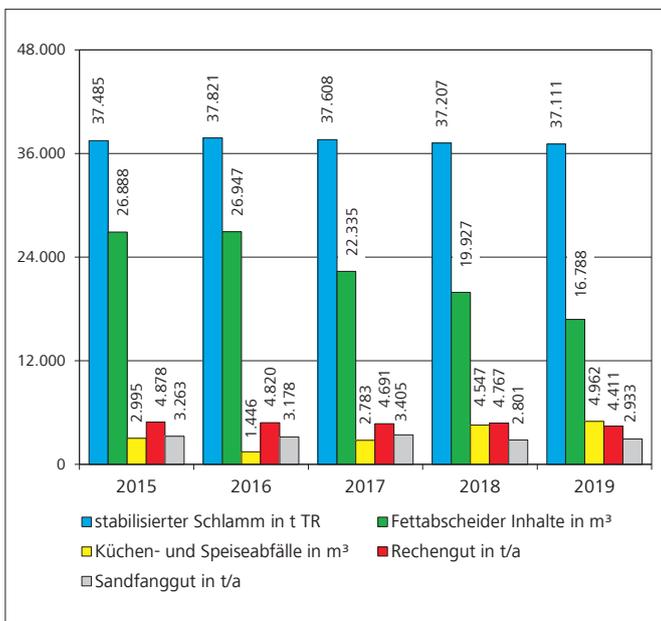


Bild 13.6: Reststoffmengen und angelieferte Co-Substrate für die Jahre 2015 bis 2019
 Fig. 13.6: Residue volumes and supplied co-substrates from 2015 to 2019

Bild 13.6 zeigt die angefallenen Abfallmengen 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 %.

Eine wesentliche Komponente der Kläranlagenleistung ist die Energieeffizienz. 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 Energieeffizienz positiv zu beeinflussen. Seit 2015 betreibt der Ruhrverband ein Energiemanagementsystem, um die Energieeffizienz, die Eigenenergieerzeugung und den Energiebezug gezielt zu optimieren und die Energiekosten zu minimieren. Dabei werden die Abwasseranlagen bezüglich ihres Energieeinsatzes eingehend analysiert.

Um den Energiebezug zu senken, werden auf 30 Kläranlagen insgesamt 52 Blockheizkraftwerke (BHKW) und Direktverdichter eingesetzt. Die durch das Faulgas angetriebenen Motoren erzeugen elektrische, mechanische und thermische Energien, die nahezu vollständig auf der Kläranlage genutzt werden. Der nicht auf der Anlage zu verwertende Strom wird entweder über eigene Kabelwege anderen Ruhrverbandsanlagen zugeführt oder ins öffentliche Stromnetz eingespeist. 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 2019 insgesamt rd. 1,0 Mio. kWh Strom erzeugt haben. Von dem in drei eigenen Wasserkraftanlagen (WK) erzeugten Strom konnten 2019 1,1 Mio. kWh auf Kläranlagen genutzt werden.

Durch diese Maßnahmen konnte der Strombezug von Energieversorgungsunternehmen (EVU) auf Kläranlagen trotz gestiegener Abwassermengen annähernd auf Vorjahresniveau gehalten werden. Seit 2006 ist der Strombezug mit 34 Mio. kWh um mehr als die Hälfte reduziert worden. Der Gesamtstromverbrauch der Kläranlagen beträgt 82,1 Mio. kWh/a. Die BHKW liefern dabei 44,2 Mio. kWh/a und damit 54 % 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 6,8 Mio. kWh/a. Aus dem Gesamtstromverbrauch ergibt sich über die mittlere CSB-Belastung ein spezifischer Stromverbrauch für die Kläranlagen des Ruhrverbands von derzeit 36,9 kWh je Einwohner und Jahr.

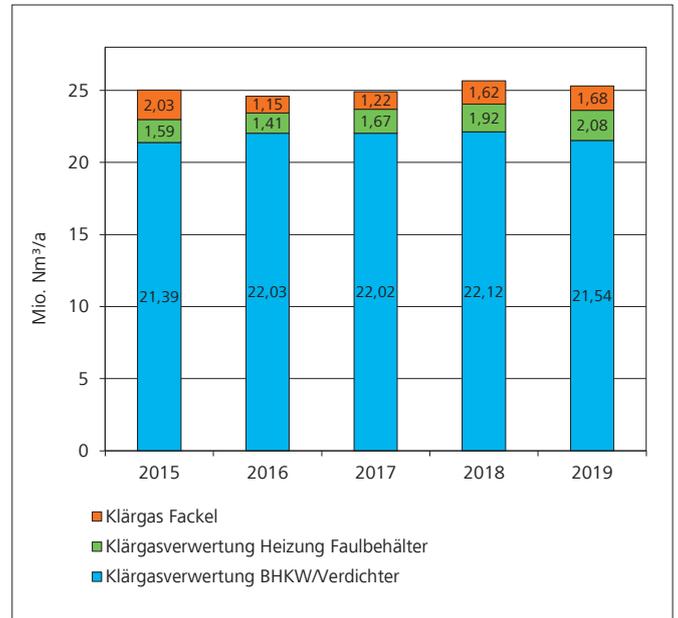


Bild 13.7: Klärgasverwertung auf den Ruhrverbandskläranlagen von 2015 bis 2019

Fig. 13.7: Sewage gas utilisation at the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2015 to 2019

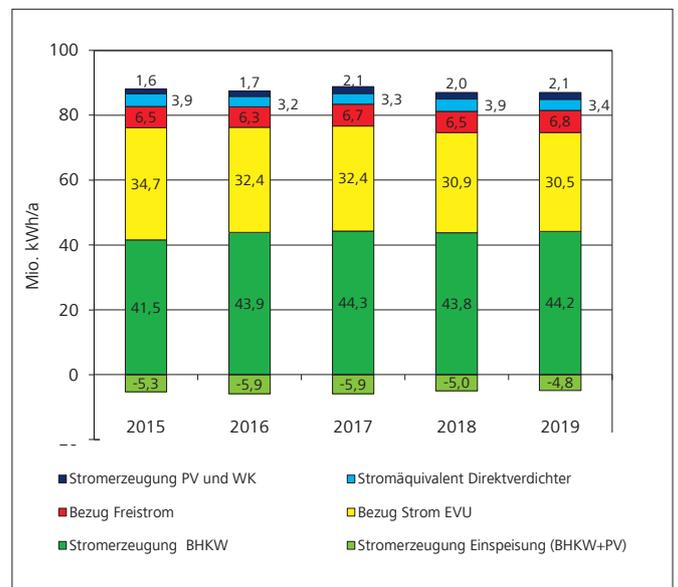
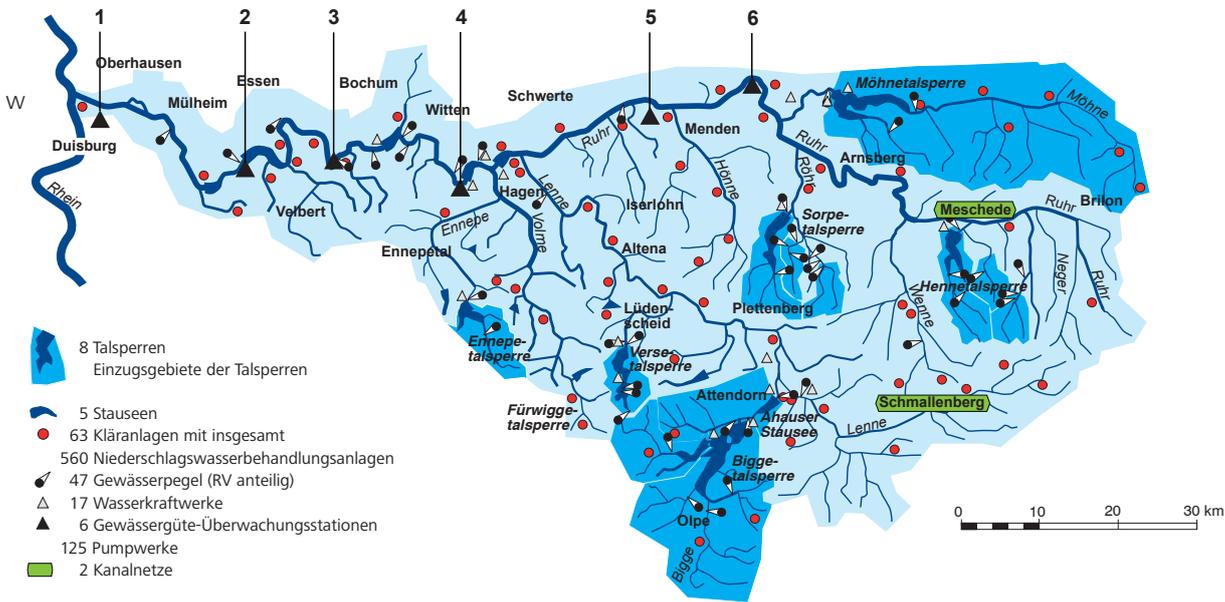


Bild 13.8: Energieeinsatz auf den Ruhrverbandskläranlagen von 2015 bis 2019

Fig. 13.8: Energy data from the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2015 to 2019

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 ²
Höhenverhältnisse:	20 bis 800 m ü. NN
Anzahl der Planungseinheiten:	9
Gesamtlänge der Fließgewässer:	~7.000 km
Anzahl Gewässer im Einzugsgebiet > 10 km ² :	122
Anzahl Grundwasserkörper:	30
178 natürliche und 65 als erheblich verändert ausgewiesene Wasserkörper	

BETRIEBSANLAGEN

Bereich Wassergütwirtschaft

Kläranlagen	63
Niederschlagswasserbehandlungsanlagen	560
Stauseen	5
Pumpwerke	125
Wasserkraftwerke	7

Bereich Wassermengenwirtschaft

Talsperren	8
Gesamtstauraum (in Millionen m ³)	462,9
Rückpumpwerke	5
Wasserkraftwerke	10

MITGLIEDER

Mitglieder insgesamt	564
----------------------	-----

BESCHÄFTIGTE

MitarbeiterInnen in Vollzeitäquivalenten	937
--	-----

FINANZEN JAHRESABSCHLUSS 2019

Anlagevermögen zu AHK	3.339,8 Millionen Euro
Umsatz	281,2 Millionen Euro
davon Verbandsbeiträge	253,6 Millionen Euro
Eigenkapitalquote	35,0 Prozent
Investitionen	27,0 Millionen Euro

LEISTUNGEN DER WASSERGÜTEWIRTSCHAFT

Abwasserentsorgung eines Gebietes mit _____ 2,046 Millionen EinwohnerInnen *
Anschlussgrad _____ rd. 99,3 Prozent *
Gesamtkapazität der Kläranlagen _____ 3,183 Millionen Einwohnerwerte (E)
Gesamtabwasservolumen
(einschließlich Niederschlagswasser) _____ 359 Millionen m³/Jahr

Ablaufwerte des gereinigten Abwassers (mengengewichtete Mittelwerte)

Biochemischer Sauerstoffbedarf (ATH-BSB₅) _____ 3,3 mg/l
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) _____ 18,3 mg/l
Ammonium-Stickstoff (NH₄-N) _____ 0,9 mg/l
Stickstoff (N_{anorganisch}) _____ 5,6 mg/l
Stickstoff (N_{gesamt}) _____ 6,4 mg/l
Phosphor (P_{gesamt}) _____ 0,37 mg/l
Klärschlammbehandlung
entsorgte Trockenmasse _____ 35.309 t_{TM}/Jahr

* 30. Juni 2019

LEISTUNGEN DER WASSERMENGENWIRTSCHAFT

Sicherung der Wasserversorgung
eines Gebiets mit _____ 4,6 Millionen EinwohnerInnen
bei einer Entnahme für die Versorgung
innerhalb des Ruhreinzugsgebiets von _____ 233 Millionen m³ Wasser
bei einer Entnahme für die Versorgung
außerhalb des Ruhreinzugsgebiets
(einschließlich aller Wasserverluste) von _____ 207 Millionen m³ Wasser
Schutz vor Hochwasser und Wassermangel
(bezogen auf die Ruhrmündung)
durch Verringerung des Maximalabflusses von _____ 506 auf 450 m³/s
durch Erhöhung des Minimalabflusses von _____ 0,0 auf 9,1 m³/s

SONSTIGE LEISTUNGEN

Qualitätsüberwachung und Beratung

Probenahmen mit insgesamt _____ 230.000 Bestimmungen

Stromerzeugung

LLK-Biggegruppe _____ 24,33 Millionen kWh
LLK-Nordgruppe _____ 15,95 Millionen kWh
Ruhrverbands-Stauseen _____ 71,33 Millionen kWh
Blockheizkraftwerke auf Kläranlagen _____ 44,21 Millionen kWh
Photovoltaikanlagen auf Kläranlagen _____ 0,97 Millionen kWh
Stromerzeugung insgesamt _____ 156,79 Millionen kWh

Forstwirtschaft und Fischerei

Waldflächen im Besitz des Ruhrverbands _____ 3.100 Hektar
Fischereierlaubnisscheine _____ 5.466 Stück

Stand: 31. Dezember 2019

**Die Arbeitsgemeinschaft
der Wasserwerke an der Ruhr e. V. (AWWR) im Jahr 2019**



Die Ruhr ist als „Vorlieferantin“ unverzichtbar für die Trinkwasserversorgung von rund 4,5 Millionen Menschen im AWWR-Gebiet. Das auf über 100 Jahren Erfahrung basierende Bewirtschaftungskonzept der Talsperren hat sich vielfach bewährt und zuletzt in den Trockenjahren 2018 und 2019 seine Leistungsfähigkeit bewiesen. Um den Herausforderungen des Klimawandels auch künftig gewachsen zu sein, ist das Bewirtschaftungskonzept zeitnah weiterzuentwickeln. So können die Talsperren im Einzugsgebiet der Ruhr die Trinkwasserversorgung auch in künftigen Trockenperioden sichern.





Dipl.- Ing. Roland Rütter

Eine kurze Einleitung soll an dieser Stelle den Leserinnen und Lesern die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) in Zahlen in Erinnerung bringen. Die 18 Mitgliedsunternehmen der AWWR versorgten im Jahr 2019 aus ihren 30 Ruhr-Wasserwerken gut 4,5 Millionen Menschen, Gewerbe und Industrie an der Ruhr und teilweise darüber hinaus mit rund 245 Mio. m³ Trinkwasser von bester Güte.

Die Verantwortung für die Sicherstellung einer stets einwandfreien Trinkwasserversorgung für die Bürgerinnen und Bürger obliegt den einzelnen Mitgliedsunternehmen, deren Namen und Logos Sie hinten im Einband dieses Ruhrgüteberichts finden.

In drei Kompetenzzentren der AWWR engagieren sich Fachleute aus den Wasserwerken und Laboren unserer Mitgliedsunternehmen für eine stetige Verbesserung der Ruhrwassergüte und Rohwasserverfügbarkeit aus dem Naturraum Ruhr. Denn auch wenn die Ruhr-Wasserwerke mit bewährten natürlichen und modernsten Aufbereitungsverfahren bestes Trinkwasser sicher aufbereiten, sollte die Vorbelastung unserer Rohwasser so gering wie möglich sein. Ein wichtiger Teil der Arbeit der AWWR ist stetiges Wasser-Monitoring und die damit verbundene öffentliche Transparenz über den Zustand unserer Lebensader Ruhr. Seit 47 Jahren erscheint der Ruhrgütebericht von Ruhrverband und AWWR und berichtet aus unterschiedlichen Blickwinkeln, aber in gemeinsamer Drucklegung und gemeinsamer Zielstellung. Im Rahmen seiner sondergesetzlichen Aufgaben ist der Ruhrverband einer unserer wichtigsten Partner, wenn es um Rohwassergüte und -verfügbarkeit geht.

Woher erhält die Ruhr eigentlich durchgängig das Wasser für Ökologie und Versorgung? Nahezu jeder, der im Ruhreinzugsgebiet schon mal einen Keller gebaut hat, wird festgestellt haben, dass er sehr schnell auf festen, wasserundurchlässigen Fels stößt. Die darüber befindliche wasserdurchlässige Bodenschicht hat bei geringer Mächtigkeit nur einen begrenzten Porenraum, in dem sich Grundwasser bilden und halten kann. Nennenswerte Grundwasservorräte gibt es in unserer Region kaum. Daher sind die Talsperren des Ruhrverbandes als Vorlieferant für die Trinkwasserversorgung alternativlos und von immenser Bedeutung. Aus ihnen speist sich besonders in trockenen Zeiten die Ruhr, aus der den Brunnen und Aufbereitungsanlagen der Wasserwerke das Wasser über die Untergundpassage oder die Grundwasseranreicherung zufließt.

Noch vor einigen Jahren wurde intensiv darüber diskutiert, ob sich der Klimawandel in unserer Region bereits niedergelassen hat oder uns extreme Wetter lediglich temporäre Besuche abstaten. Nur wenige zweifeln heute noch daran, dass der Klimawandel vor unserer Haustür steht, denn die Auswirkungen bekommen wir seit geraumer Zeit intensiv zu spüren. Die Rekordmeldungen, die von renommierten Wetterdiensten bekannt gegeben werden, reihen sich dicht hintereinander. Laut dem Deutschen Wetterdienst (DWD) erreichte das Jahr 2019 eine Jahresmitteltemperatur von 10,3°C und lag damit zusammen mit dem Jahr 2014 auf Platz 2 der wärmsten bisher beobachteten Jahre, gleich hinter dem Spitzenjahr 2018 mit 10,4°C. Die Skala der Zeitrechnung des DWD ist lang.

Sie beginnt mit Aufzeichnungen im Jahr 1881. Das Jahr 2019 reiht sich auf Augenhöhe neben weiteren Rekordhaltern ein: Neun der zehn wärmsten Jahre in Deutschland lagen innerhalb der letzten 20 Jahre.

Der Dürremonitor des Helmholtz Zentrums für Umweltforschung (UFZ), der die Bodenfeuchte bis in 1,80 m Tiefe betrachtet, verzeichnete für unsere Region nach 2018 auch 2019 über weite Strecken in der Farbe Dunkelrot eine außergewöhnliche Dürre. Trockener kann die Skala des UFZ nicht anzeigen. Die Niederschläge lagen in einem sehr nassen Winterzeitraum (1. November 2019 bis 29. Februar 2020) glücklicherweise gut 26 % über dem langjährigen Mittel. Diese konnten das Feuchtedefizit des Bodens nicht heilen, haben aber die Ruhrverbandstalsperren zur Überbrückung der nächsten Trockenperiode gut gefüllt.

Der Weltwettermotor hat sich aufgrund des verringerten Temperaturgefälles zwischen Äquator und Arktis verlangsamt. Die Folge ist ein längeres Verweilen von Tief- und Hochdruckphasen, also längere Phasen von Regen oder Trockenheit. Aus Sicht einer verantwortungsvollen Wasserversorgung ist in Zeiten des Klimawandels sicherzustellen, dass zukünftig noch länger andauernde Trockenphasen aus den Stauräumen der Ruhrverbandstalsperren überbrückt werden können. Der Ruhrverband arbeitet derzeit sehr intensiv im Projekt „Niedrigwassermanagement Ruhr“, in Abstimmung mit dem NRW-Umweltministerium und der AWWR, an einer noch intelligenteren Abflusssteuerung des Niedrigwassers. Für eine Vielzahl von Einflussfaktoren sollen Prüf- und Entscheidungsalgorithmen dazu beitragen, frühzeitig vor einer längeren Trockenphase die Wasserzuschüsse an die Ruhr angemessen verringern zu können. Ein neu entwickeltes Gewässergütemodell wird Bestandteil der Entscheidungsmatrix. Der erste Bewährungs- und Beobachtungszeitraum für die Umsetzung der notwendigen Veränderung der Pegelsteuerung soll zunächst auf fünf Jahre angelegt werden. Die behördliche Zustimmung zum neuen Niedrigwassermanagement Ruhr noch im Jahr 2020 zu erhalten, ist mehr als wünschenswert.

Obwohl die o.g. Bemühungen um ein optimiertes Niedrigwassermanagement immens sind und Resilienz sowie Zukunftsfähigkeit unserer Wasserversorgung signifikant erhöhen werden, bleibt es eine Bekämpfung von Symptomen. Die Menschen an der Ruhr haben es in den vergangenen Jahrzehnten immer wieder verstanden, sich an schwierige Situationen anzupassen und jeglichen unaufhaltsamen Wandel zu meistern. Gegen den Wind der Veränderung haben wir nie trutzigen Windschutz gebaut, sondern ihm Windmühlen

entgegengesetzt. Wir an der Ruhr verstehen es gut, mit jeder Form des Wandels zu leben, uns an Veränderungen zu gewöhnen, jeglichem Wandel und sogar dessen Semantik Positives abzurufen. Der Strukturwandel an der Ruhr ist lebendiger Beweis dafür. Der Klimawandel jedoch ist ein Wandel, der uns mit trojanischer List mit Sommertagen im April und Oktober beschenkt und diese Geschenke wahrscheinlich in einigen Jahren noch auf März und November ausweiten wird. Es gilt den Herausforderungen zu begegnen, aber auch diesen Wandel aufzuhalten. Einen von Fachleuten entwickelten Impfstoff wird es nicht geben. Bei manchen Beeinträchtigungen helfen nur Verhaltensänderungen.

Aus einigen Studien ist momentan zu lesen, dass in Bezug auf den Klimawandel viele Menschen ihre Wirkmacht unterschätzen und daher keine klimaschonenden Änderungsroutinen einführen.

Dass 4,5 Millionen Menschen an der Ruhr mit einer kleinen Veränderung bereits viel bewirken könnten, möchte folgendes Rechenbeispiel verdeutlichen: Bei der Verwendung von Flaschenwasser entsteht mit 230 Gramm pro Liter rund 600 Mal mehr CO₂ als beim Verzehr von Trinkwasser aus der Leitung mit nur 0,4 Gramm pro Liter. Der durchschnittliche Konsum von Flaschenwasser in Deutschland beträgt 140 Liter pro Person und Jahr. Würden alle Menschen an der Ruhr anstelle von Mineralwasser aus der Flasche Trinkwasser aus der Leitung bevorzugen, so würden rund 145.000 Tonnen klimaschädliches CO₂ pro Jahr eingespart.

Viel Wenig ergibt auch ein Viel. Was sich wie das Motto eines Weltspartages anhört, könnte für jeden von uns in den unterschiedlichsten Lebensbereichen zur Blaupause für klimaschonende Änderungsroutinen werden.

Hagen, im Juni 2020

Dipl.- Ing. Roland Rütter
Mark-E-Aktiengesellschaft
Vorsitzender des Präsidiums der
AWWR Arbeitsgemeinschaft
der Wasserwerke an der Ruhr e. V.
Aktiv für Ihr Wasser aus dem Ruhrtal

15 AWWR-Ausschusstätigkeit

Ausschuss Wassergüte

Obmann: Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Der Fachausschuss Wassergüte der AWWR traf sich im Jahr 2019 regulär zu zwei Terminen bei den Stadtwerken Arnsberg sowie im Hygiene-Institut des Ruhrgebietes in Gelsenkirchen für seine 103. und 104. Sitzung. Die dabei bearbeiteten Inhalte umfassten wieder aktuelle Themen der Wassergüte an der Ruhr, die von den Fachleuten aus den Wasserversorgungsunternehmen sowie den beiden Untersuchungslaboren (Hygiene-Institut des Ruhrgebietes Gelsenkirchen, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH) und dem Ruhrverband beraten wurden (s. Mitgliederliste Ausschuss Wassergüte in Kapitel 20).

Dem Ausschuss sind die Arbeitskreise „Anorganische Spurenanalytik“, „Organische Spurenanalytik“ und „Mikrobiologie“ zugeordnet, die die Kompetenz des Ausschusses durch ihre vertiefte fachliche Beratung in ihren Fachgebieten absichern. Des Weiteren ist in den Ausschuss die Kooperation Landwirtschaft / Wasserwirtschaft an der Ruhr eingebunden; die Vertretung der Kooperation im Ausschuss unterstützt bei Fragen zur landwirtschaftlichen Bewirtschaftung im Ruhreinzugsgebiet.

In der Herbstsitzung kündigte PD Dr. Georg-Joachim Tuschewitzki sein Ausscheiden aus dem aktiven Arbeitsleben am Hygiene-Institut des Ruhrgebietes zum Ende Januar 2020 an; über diesen Zeitpunkt hinaus wird Dr. Tuschewitzki noch in Einzelfällen für die Wasserwirtschaft unterstützend tätig bleiben. Mit dem Ende seiner Dienstzeit wird er auch seine aktive Mitarbeit im Ausschuss Wassergüte der AWWR beenden. Er gehörte dem Ausschuss Wassergüte seit 1990 an und brachte seine Fachkompetenz zusätzlich zwischen 1990 und 2002 im Arbeitskreis Mikrobiologie ein. Dr. Tuschewitzki war von 1990 bis heute ständiger Gast in der Mitgliederversammlung der AWWR. In diesen Jahren unterstützte er alle Gremien der AWWR bei Fragen der Qualität und zur Einordnung von Ergebnissen und ihrer Relevanz sowie bei den aktuellen Themen in der Wasserversorgung. Für den Bereich der Wasserwerke an der Ruhr stellte er eine „Instanz“ in der Qualitätsbewertung dar. Der Ausschuss Wassergüte dankt Dr. Tuschewitzki für sein großes Engagement und die umfangreiche Unterstützung. Der Ausschuss wie auch die gesamte AWWR werden seine stets ruhige und besonnene Art bei der Einordnung von aktuellen Themen vermissen. Wir wünschen Dr. Tuschewitzki für seine Zukunft alles erdenklich Gute.

Die fortlaufenden Aufgaben des Ausschusses Wassergüte der AWWR umfassen die folgenden Themen der Wasserwirtschaft an der Ruhr:

- Beobachtung und Bewertung der chemisch-hygienischen Ruhrwasserqualität
- Beurteilung und Ursachenforschung von aktuellen Belastungen der Ruhrwasserqualität anhand von Informationen der Versorger und des Ruhrverbands
- Erfassung und Auswertung der Ergebnisse aus den Ruhr-längsuntersuchungen und den zeitdichten Untersuchungen
- Bewertung der Ergebnisse der gemeinsamen Ruhrlängsuntersuchungen und der freiwilligen zeitdichten Untersuchungen durch die Mitgliedsunternehmen und den Ruhrverband im Rahmen des Ruhrgüteberichts
- Initiierung, fachliche Konzeptionierung, Begleitung, Auswertung und Präsentation von Sondermessprogrammen zu chemischen Qualitätsmerkmalen. Die aktuellen Untersuchungsprogramme waren 2019:
 - organische Spurenstoffe
 - Untersuchung des Einflusses von Erbstollenabflüssen
- 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 ausschussübergreifenden Themen innerhalb der AWWR: Benennung und Präsentation vorhandener Kompetenzen

Über die regelmäßig übernommenen Aufgaben hinaus beschäftigte sich der Ausschuss Wassergüte im Jahr 2019 vor allem mit den aktuellen Fragestellungen, die die folgenden Themen umfassten:

- Die Entwicklung und Folgen des Niedrigwasserabflusses auf die Wasserqualität in den Jahren 2018 und 2019 wurde diskutiert. Der Ausschuss hat sich an der Arbeitsgruppe Wasserqualität in der Projektgruppe Niedrigwassermanagement beteiligt.
- Die Auswertung der langjährigen Untersuchungsergebnisse des Spurenstoffmonitorings der AWWR für PFC-Verbindungen ergab keine aktuelle Relevanz für die Ruhr; das Untersuchungsprogramm wurde deshalb geändert. An Stelle der PFC-Verbindungen werden ab 2020 die Sartane untersucht.
- Die Erörterung der Relevanz von Abflüssen aus den Erbstollen des Altbergbaus – es wurde ein Sondermonitoring der Abflüsse in der Ruhr der Mitgliederversammlung vorgeschlagen und in 2019 bereits begonnen.
- Das Untersuchungsprogramm zu Vorkommen und Reduktion von Adenoviren im Vergleich zu Indikatoren wurde entwickelt und der Mitgliederversammlung vorgestellt. Die Untersuchung verschiedener Wasserwerke an der Ruhr wird begonnen, sobald die notwendigen Ressourcen zur Verfügung stehen.
- Die Entwürfe der EU-Trinkwasserrichtlinie wurden diskutiert: eine Stellungnahme zu den Entwürfen erfolgte über den DVGW.
- Die Liste des Fließgewässermemorandums der IAWR wurde mit den Ergebnissen der Ruhr aktualisiert.
- Als ein weiterer Hygieneparameter wurde *Escherichia coli* in das Untersuchungsprogramm der Ruhr aufgenommen.

Wie in den Vorjahren stellte auch 2019 die Bewertung der Untersuchungen der Ruhrwasserqualität den Schwerpunkt der Ausschussarbeit dar. Neben den Untersuchungen des Ruhrverbandes an der Probestelle Essen Rellinghausen wurden die Ergebnisse des Spurenstoffmonitorings der AWWR im Ausschuss diskutiert und bewertet.

Die Einleitung von Grubenwasser aus dem Altbergbau über die so genannten Erbstollen wurde in 2019 als neues Sondermonitoring konzipiert. Nach Beschluss der Mitgliederversammlung erfolgten bereits 2019 die ersten Probenahmen. An vier verschiedenen Einleitungen wurde die Qualität des abgeleiteten Wassers mit vier Probenahmen über ein Jahr untersucht. An zwei weiteren Ableitungen aus dem Altbergbau wurde eine vergleichende Untersuchung mit einer einmaligen Probenahme vorgenommen. Ziel dieser Untersuchungen ist die Bestimmung des aktuellen Status der eingeleiteten Grubenwässer sowie die Klärung einer möglichen Beeinflussung der Flusswasserqualität durch diese bisher nicht kontrollierten Einleitungen. Die weiteren Untersuchungen wurden zu Beginn 2020 fortgesetzt. Eine Auswertung dieses Untersuchungsprogramms ist Teil des vorliegenden Ruhrgüteberichts.

Arbeitskreis Allgemeine und anorganische Analytik

Obmann: Dr. Georg Böer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Der Arbeitskreis zählte 2020 acht Mitglieder. Seit 2017 ist auch das Bergische Wasser- und Umweltlabor (bwl) als Gast vertreten (s. Mitgliederliste Ausschüsse und Arbeitskreise in Kapitel 20). Dies geschieht im beiderseitigen Interesse, denn der Arbeitskreis ist an der Erhaltung der Teilnehmerbasis für die vierteljährlichen Vergleichsanalysen interessiert. Für die Laboratorien sind diese Analysen eine willkommene Ergänzung zu den Ringversuchen.

In der Jahresbesprechung des Arbeitskreises im Januar 2020 wurden u.a. folgende Themen besprochen:

Erfahrungsaustausch

Der Erfahrungsaustausch wird als wichtiger Bestandteil der Treffen gesehen und zum Austausch der jeweils aktuellen Themen genutzt, z.B.:

- Behebung von Problemen bei Laborrobotern,
- Überprüfung von Titrationsgeräten im Rahmen der Qualitätssicherung,
- Auswahlkriterien und Erfahrungen bei der Einführung von neuen Labor-Informations- und Management-Systemen, mögliche Beratungsunternehmen für die Auswahl und Einführung dieser Systeme,
- Erfahrung mit dem Einsatz von TOC-Geräten verschiedener Hersteller, Kostenunterschiede bei Verbrauchsmaterialien bei diesen Geräten, Erfahrung mit wenig etablierten Geräteherstellern,
- Umsetzung des DVGW- Merkblattes W 273 2019-05 „Anleitung zur Durchführung von sensorischen Prüfungen in Wasserlaboratorien zur Sensorik bei der Probenahme, Durchführung der Funktionskontrolle,
- Inbetriebnahme-Schwierigkeiten bei einem ICP-MS-System, Erfahrungen mit solchen Systemen verschiedener Hersteller,
- Vorgehensweise beim Einsenden von Proben durch Kunden.

Ergebnisse / Konsequenzen aus den Vergleichsanalysen (VA)

Die bekannten Abweichungen z.B. bei den Parametern Aluminium, Eisen, DOC und Trübung waren bei der VA 117 wieder deutlich größer als bei den nachfolgenden Vergleichen. Da das Thema von Trübstoffen in der Vergangenheit ausführlich bearbeitet wurde, wird akzeptiert, dass es auch zukünftig schwebstoffbedingte Inhomogenitäten bei der realen Ruhrwasserprobe geben wird.

Die folgenden Themen sind nur ein Auszug der detaillierten Besprechung der jährlich vier Vergleichsanalysen:

- Die bisherigen Befunde bei abfiltrierbaren Stoffen sollen ebenso wie die AOX-Werte der letzten Jahre tabelliert werden (Dr. Böer), um ggf. Muster bei Ausreißern zu erkennen.
- Die Daten der früheren Vergleichsanalysen könnten für die Messunsicherheits-(MU)-berechnung mit der Excel-Vorlage von Koch, AQS BW, genutzt werden. Hier soll sich eine kleine Arbeitsgruppe damit beschäftigen, wie die bisher vorliegenden Daten für eine Berechnung der Vergleichsstandardabweichung nutzbar sein könnten. Dies wäre z.B. für „nicht dotierbare Parameter“ wie Sauerstoff oder Säurekapazität interessant.

Arbeitskreis Organische Spurenanalytik

Obfrau: Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen

Der Arbeitskreis mit seinen sieben Mitgliedern (s. Mitgliederliste Ausschüsse und Arbeitskreise in Kapitel 20) hat im Jahr 2019 turnusgemäß zweimal getagt. Bei der Sitzung im Januar des Jahres mussten wir uns von dem langjährigen Mitglied Ulrich Gatzemann (WWU Schwerte) verabschieden, der in den Ruhestand eintrat. Mit Ulrich Gatzemann hat der Arbeitskreis einen engagierten Mitarbeiter verloren, der mit viel Fach- und Sachkenntnis die Arbeit gefördert und immer wieder wichtige Impulse in den Arbeitskreis gegeben hat. Neu aufgenommen wurde Thomas Sentis (WWU Gelsenkirchen).

Ein Themenschwerpunkt, den sich der Arbeitskreis für 2019 gesetzt hatte, war die Anwendung von LC-HRMS-Systemen in den Laboren. Diese Messtechnik, die geeignet ist für die Non-Target- oder Suspected-Target-Analytik, wird in einigen Laboren bereits eingesetzt. Hier wurde dem Arbeitskreis aus diesen Laboren in kleinen Präsentationen berichtet, wie diese Messtechnik dort genutzt wird. Bei der anschließenden Diskussion konnten gerätetechnische Unterschiede und Probleme diskutiert und Erfahrungen ausgetauscht werden.

Bei der Durchführung von Vergleichsuntersuchungen innerhalb des Arbeitskreises werden einige Parameter nach wie vor jährlich angeboten. Für einige dieser Parameter, die inzwischen zur Routineanalytik gehören, werden zunehmend auch kommerziell erhältliche Ringversuche / Vergleichsuntersuchungen angeboten. Daher hat der Arbeitskreis beschlossen, weitere Parametergruppen in das Programm aufzunehmen, um die Vergleichbarkeit von Ergebnissen der Analytik bei neu entwickelten Untersuchungsverfahren zu überprüfen und gegebenenfalls zu verbessern. Im Jahr 2019 wurden daher zusätzlich Vergleichsuntersuchungen für die Parametergruppen PSM-Metabolite, TFA, phosphororganische Flammenschutzmittel, Benzotriazole, Süßstoffe und ausgewählte Arzneimittel-Wirkstoffe durchgeführt. Alle durchgeführten Vergleichsuntersuchungen zeigten, dass die Verfahren beherrscht werden und insgesamt vergleichbare Ergebnisse erzielt werden. Die Zusammenstellung dieser zusätzlichen Vergleichsuntersuchungen soll weiterhin regelmäßig überprüft und angepasst werden.

Da die Zahl der Teilnehmer an den Vergleichsuntersuchungen teilweise gering ist, wurde angeregt, für 2020 weitere Labore zur Teilnahme an diesen Vergleichsuntersuchungen einzuladen. Für den Arbeitskreis verbessert sich damit die statistische Auswertung und weitere Labore haben die Möglichkeit, ihre Analytik für Parameter zu überprüfen, für die es bisher keine kommerziell erhältlichen Ringversuche gibt.

Eine weitere wichtige Aufgabe des Arbeitskreises ist der Informationsaustausch zwischen den beteiligten Laboren, vor allem im Hinblick auf neueste Entwicklungen im Bereich organische Spurenanalytik. Auch Informationen aus anderen Arbeitskreisen z.B. beim DIN oder DVGW werden hier berichtet und geteilt. Zudem unterstützt der Arbeitskreis den Ausschuss Wassergüte mit seinem Fachwissen und den Erfahrungen aus den Laboratorien bei Fragen zu Vorkommen von Spurenstoffen in der Ruhr.

Arbeitskreis Mikrobiologie

Obmann: Bernd Lange, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, Mülheim

Im Jahr 2019 lag der Fokus der Vergleichsuntersuchungen des Arbeitskreises „Mikrobiologie“ auf der Legionellen-Analytik. Diese Analytik betrifft in der Regel nicht die Wasseranalytik des Ruhrwassers. Da die einzelnen im Arbeitskreis vertretenen Laboratorien aber größtenteils auch Legionellenanalytik im Trinkwasser durchführen, ist der Vergleich der Ergebnisse und Methoden dennoch von großer Bedeutung für die Untersuchungsstellen. Dies gilt insbesondere, da die ISO 11731 im März 2019 als DIN EN ISO 11731 „Wasserbeschaffenheit – Zählung von Legionellen“ neu erschienen ist.

Die Vergleichsuntersuchungen fanden im März und im September 2019 statt. Es wurden Proben untersucht, die durch Vereinigung positiver kühl gelagerter Proben aus vorangegangenen Legionellenuntersuchungen hergestellt wurden. Gerade bei den Wasserproben, die neben den Legionellen auch andere Bakterien enthielten, die sich auf den Nährmedien zur Legionellenanreicherung vermehren können, zeigte sich wieder einmal, dass man bei der Legionellenanalytik eine große Erfahrung besitzen muss, um zuverlässig zwischen verdächtigen und unverdächtigen Kolonien unterscheiden zu können. Insofern traten bei diesen Proben mit erhöhter Begleitflora auch einzelne Ausreißer bei den Ergebnissen auf. Die möglichen Ursachen für diese Ausreißer wurden intensiv diskutiert. Hinsichtlich der beiden gemäß Norm (DIN EN ISO 11731) für die Membranfiltration einzusetzenden zulässigen Nährböden BCYE+AB-Agar und GVPC-Agar ist zu sagen, dass der GVPC-Agar die Begleitflora besser unterdrückt und daher bei Proben mit erhöhter Begleitflora einfacher auszuwerten ist.

Darüber hinaus fand wiederum ein reger Austausch über neue Regelwerke und Bestimmungen sowie Maßnahmen zur Qualitätssicherung in den mikrobiologischen Laboratorien statt. Das Thema der multiresistenden Bakterien in der Ruhr und im Trinkwasser wird in Fachgremien und in der Öffentlichkeit immer wieder diskutiert. Der Arbeitskreis wird sich in Zukunft regelmäßig mit diesem Thema beschäftigen.

Arbeitskreis Kooperation Wasserwirtschaft / Landwirtschaft im Ruhreinzugsgebiet

Sprecher: Ortwin Rodeck, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen

Im Herbst 2018 wechselte der Kooperationsberater Johannes Klewitz nach vierjähriger Tätigkeit in die Pflanzenbauberatung der Landwirtschaftskammer. Unter Beteiligung der AWWR-Vertreter wurde durch die Landwirtschaftskammer als Nachfolger Hendrik Hornkamp für die Kooperation gewonnen, der bei der Landwirtschaftskammer in Unna schon seit 2016 im Bereich Förderung von Agrar- und Umweltmaßnahmen, Flächenprämien und Umsetzung der Düngeverordnung tätig war.

Ein Aufgabenschwerpunkt der Kooperation lag aufgrund ihrer Komplexität auf der Beratung zur neuen Düngeverordnung und Stoffstrombilanzverordnung. Aus wasserwirtschaftlicher Sicht und auch aus Sicht der EU-Kommission stellen diese immer noch keine ausreichende Regelung zur Einhaltung der Vorgaben der Nitratrichtlinie dar.

Von 921 Kooperationsbetrieben wurden für 463 Betriebe Nährstoffvergleiche einschließlich Nährstoffüberhangsbewertung bei positiven N-Salden gerechnet. Darüber hinaus sind 163 Düngebedarfsermittlungen auf Einzelschlagbasis erstellt.

Ein erfreuliches Detail der Beratung in Sachen Düngung ist die signifikante Reduktion der mineralischen Düngung von ca. 120 kg N/ha auf ca. 90 kg N/ha, was durch eine bessere Anrechnung der organischen Düngung (Festmist, Gülle, Gärrest) in der Düngebedarfsermittlung realisiert werden konnte. Auch bei der organischen Düngung über Importe ist ein Rückgang von 55 auf 15 kg N/ha im nördlichen Ruhreinzugsgebiet zu verzeichnen.

Über die Kooperationsberatung im Bereich HSK konnten 2017 und 2018 jeweils 31.000 t Gülle zwischen 90 Abgebern und 121 Aufnehmern vermittelt werden und damit gewässerunschädlich gedüngt werden.

Die Schwerpunkte der Förderungen in Höhe von 45.100 € lagen bei der bodennahen Gülleausbringung und der Uferflächenförderung. Der seit 2018 neue Förderbaustein „Vermeidung von Schadstoff-, Keim- und Nährstoffeinträgen über die Hofentwässerung“ wurde wenig nachgefragt. Das könnte sich aber ändern durch geänderte Vorgaben der novellierten Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV), die u.a. die bisherige Jauche-, Gülle- und Silosickerwasserverordnung (JGS-V) ersetzt. (Anmerkung: Wenn zusätzliche Auflagen erfolgen, wird der Förderbaustein der AWWR wahrscheinlich vor dem Hintergrund, dass man die gesetzliche Vorgabe nicht fördern darf, wegfallen).

Die Tätigkeiten im außerlandwirtschaftlichen Bereich mit Schwerpunkt außerlandwirtschaftlicher Pestizideinsätze wurden fortgesetzt. Dies betrifft insbesondere die Zusammenarbeit mit dem Pflanzenschutzdienst (illegale Anwendungen von PSM, Ausnahmegenehmigungen des Einsatzes auf Nichtkulturlandflächen) sowie die Kontaktpflege zu und Beratung von kommunalen Bau- und Betriebshöfen, GaLaBau-Betrieben, Grünen Märkten und Haus- und Kleingärtnern.

Ausschuss Wassergewinnung und -aufbereitung

Obmann: Dr. Michael Plath, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbh, Mülheim an der Ruhr

Im Jahr 2019 wurden zwei Sitzungen des Ausschusses Wassergewinnung und -aufbereitung abgehalten. Die Sitzung am 12. März 2019 fand bei den Stadtwerken Essen statt. Am 5. November 2019 kam der Ausschuss zu seiner zweiten Sitzung bei den Stadtwerken Menden im Wasserwerk Fröndenberg-Menden zusammen. Im Jahr 2019 gab es einige personelle Veränderungen im Ausschuss. Dr. Peter Evers vom Ruhrverband ging in den Ruhestand und Peter Klein stand dem Ausschuss auf Grund einer ruhrverbandsinternen Umorganisation nicht mehr zur Verfügung. Die Plätze der beiden Herren übernahmen Peter Lemmel und Georg zur Strassen. Weiterhin übernahm Sascha Adamski von den Stadtwerken Essen die Nachfolge von Petra Scholten. Neu im Arbeitskreis sind die Stadtwerke Winterberg, vertreten durch Henrik Weiß. Neben den Veränderungen in der personellen Zusammensetzung hat sich auch nach neun Jahren die Obmannschaft des Ausschusses verändert. Andreas Lütz und Thomas Brenne haben die jeweiligen Positionen zur Obmannschaft abgegeben. Dr. Michael Plath wurde einstimmig als neuer Obmann gewählt und Andreas Lütz ebenfalls einstimmig zu seinem Stellvertreter.

Aktuelle Talsperrensituation auf Grund der Trockenheit 2018 und 2019

Auf der Frühjahrssitzung wurde die Talsperrensituation 2018 ausgiebig besprochen. Die Darstellung der Niederschlagsituation im Jahr 2018 verdeutlichte den Ursprung des Problems und die Darstellung der Talsperreninhalte die Auswirkungen. Deutliche Auswirkungen hatten die beim MULNV beantragten und genehmigten Grenzwertreduzierungen der Mindestabflüsse an den Pegeln. Der Abstaugradient wurde deutlich flacher. Die Herbstsitzung im November war aufgrund der zwei trockenen Sommer dann noch gesprächsintensiver. Durch einen sehr nassen Winter konnten die Talsperren zu fast 100 % gefüllt werden, was dann für den außergewöhnlich trockenen Sommer 2019 auch notwendig war. Im Zuge der Diskussion wurde eine Vielzahl von Themen aufgeworfen, die direkt oder indirekt mit dem Thema Niedrigwasser zu tun haben. Ein Hauptpunkt waren die Mindestabflüsse an den Pegeln Villigst und Hattingen, die im Ruhrverbandsgesetz verankert sind. Eine Überprüfung von in der Vergangenheit festgelegten Werten, mit Hilfe neuer Methoden und Erkenntnisse, wird angeregt.

Projekt Niedrigwassermanagement Ruhr, Unterarbeitsgruppe Wassermenge

Auf der Frühjahrssitzung erstmals behandelt und auf der Herbstsitzung vertieft wurde das Thema „Niedrigwassermanagement Ruhr“. Das Projekt wird durch einen Lenkungskreis aus Vertretern von Ruhrverband, Umweltministerium NRW und AWWR organisiert. In zwei Unterarbeitsgruppen (Wassermenge und Wassergüte) wird die inhaltliche Arbeit vorangetrieben. In der Unterarbeitsgruppe Wassermenge, die hauptsächlich den Ausschuss Wassergewinnung und -aufbereitung betrifft, ist die AWWR durch Dr. Michael Plath und Ulrich Peterwitz vertreten. Im Jahr 2019 haben bereits mehrere Treffen stattgefunden, die Entwicklung eines Prüfalgorithmus bzw. eines Entscheidungsbaums wurde vorangetrieben. Es soll die Basis dafür geschaffen werden, in zukünftigen Dürreperioden schnell anhand von belastbaren Kriterien Entscheidungen treffen zu können.

Berichte aus den Mitgliedsunternehmen

Es wurde von der Schließung und dem Verkauf des Wasserwerks Dohne der RWW Rheinisch-Westfälischen Wasserwerksgesellschaft mbH berichtet. Weiterhin ist festzuhalten, dass an den Ruhrwasserwerken weitere verfahrenstechnische Optimierungen realisiert wurden. Auch der Neubau von Aufbereitungsanlagen, wie zum Beispiel der Neubau des Wasserwerks Hengstey, wird kontinuierlich fortgeführt.

Meldeplan Ruhr

Der Trend zur intensiven Nutzung des AWWR Meldeplans durch die Behörden setzt sich fort. Mitte 2019 wurde der Meldeplan Ruhr überarbeitet und zur Verfügung gestellt.

Weitere Themenschwerpunkte

Weiterhin wurde im Ausschuss das von Dr. Mathias Schöpel verfolgte Thema Erbstollen angesprochen. Das Thema wird von Seiten der AWWR weiter begleitet und – sollte sich eine entsprechende Relevanz herausstellen – im Ausschuss weiter diskutiert. Das Thema Wasserschutzgebietsverordnung wurde ebenfalls im Jahr 2019 besprochen und erhält zukünftig einen eigenen Punkt auf der Tagesordnung.

Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit

Obfrau: *Tanja Vock, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte*

Der Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit traf sich 2019 zu zwei Arbeitssitzungen: am 23. Mai bei der Gelsenwasser AG in Gelsenkirchen und am 30. September bei Wasserwerke Westfalen im Wasserwerk Hengsen in Schwerte-Geisecke. (s. Mitgliederliste Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit in Kapitel 20).

Zum 31.3.2019 schied Dr. Martina Sprotte von DEW21 aufgrund ihres beruflichen Wechsels aus dem Ausschuss aus. Für ihren mehr als langjährigen Einsatz möchte sich der Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit an dieser Stelle noch einmal herzlich bedanken und ihr alles erdenklich Gute für die Zukunft wünschen. An ihrer Stelle besetzt die neue Leiterin der DEW21-Unternehmenskommunikation, Jana-Larissa Marx, den Ausschuss seit Anfang April 2019.

In den Sitzungen wurden wie gewohnt die aktuell öffentlichkeitsrelevanten Themen sowohl allgemeiner Natur als auch aus den einzelnen Unternehmen erörtert. In der Mai-Sitzung stellte Ulrich Peterwitz als Gast der Sitzung das Neueste aus den Gremien vor, mit Fokus auf die internen Verhandlungen von Ruhrverband, Umweltministerium NRW und AWWR zum Thema Niedrigwassermanagement. Des Weiteren stellte Bernd Hartung (Gelsenwasser) das „Wasserwende“-Projekt a tip:tap – Leitungswasser statt Flaschenwasser (mehr dazu in Kapitel 18) und Markus Rüdell (Ruhrverband) das Projekt und Ruhrgüteberichts-Thema „Essen macht’s klar – weniger Medikamente im Abwasser“ vor.

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 PK
- Bearbeitung von Presseanfragen
- Bearbeitung von Sprachregelungen (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

Aufgrund der im Jahr 2019 erneut lang anhaltenden Hitze- und Trockenperiode waren Presseanfragen zum Thema Versorgungssicherheit in der Trinkwassererzeugung wie im Vorjahr die Regel. Von daher wurde auch vorsorglich eine Position zum „sorgfältigen Umgang mit Wasser“ erstellt. Unter dem Titel „Der große Wasser-Check“ ging die Stiftung Warentest im Juli-Heft 2019 wieder einmal der Frage „Besser Trinkwasser aus dem Hahn oder aus der Flasche?“ nach. Wie im Jahr 2016 kam sie dabei zu dem Ergebnis, dass die Qualität von Leitungswasser ebenbürtig oder sogar besser als die von Mineralwasser sei. Auch in diesem validen Test war wieder das Leitungswasser einiger AWWR-Unternehmen mit von der Partie und hat mit Bravour bestanden.

Pressekonferenz zur Vorstellung des Ruhrgüteberichts

In der alljährlichen gemeinsamen Pressekonferenz zur Vorstellung des Ruhrgüteberichts informierten der Ruhrverband und die AWWR über ihre Schwerpunktthemen.

Die Presskonferenz fand am 18. September 2019 beim Ruhrverband in Essen statt. Von Seiten der AWWR nahmen teil der Vorsitzende Roland Rüter, der Geschäftsführer Ulrich Peterwitz, der Obmann des Ausschusses Wassergüte Dr. Henning Schünke sowie die Obfrau des Ausschusses Öffentlichkeitsarbeit Tanja Vock.

Zu den AWWR-Themen gehörten als Einführung die allgemeine Vorstellung der Arbeitsgemeinschaft mit ihrem neuen Mitglied Stadtwerke Winterberg (von der Quelle bis zur Mündung), die Bedeutung und Auswirkung des Klimawandels für die Trinkwasserversorgung sowie das Projekt Wasserwende, eine Initiative pro Leitungswasser aus dem Hahn.

Auch der Ruhrverband berichtete über die Herausforderungen des Klimawandels aus Sicht seines Unternehmens, des Weiteren über das Projekt „Essen macht’s klar – weniger Medikamente im Abwasser“ und erneut über das Baden in der Ruhr am Baldeneysee.

Die teilnehmenden Pressevertreter kamen von der WAZ Essen, dem WDR-Studio Essen, Radio Essen und vom Vulkan-Verlag. Die Presseberichterstattung war rundum positiv. Es wurde umfassend über die erfolgreiche Bereitstellung von Roh- und Trinkwasser trotz der lang anhaltenden Hitzewelle sowie über die beiden in der Pressekonferenz vorgestellten Projekte „Wasserwende“ und „Essen macht’s klar“ berichtet.

16 Monitoring organischer Spurenstoffe in der Ruhr

Christian Skark, Dortmund

Mit vier weiteren Probenahmen wurde das Monitoring der AWWR auf nunmehr 68 organische Spurenstoffe im Oberflächenwasser der Ruhr im Jahr 2019 fortgeführt. Mit dieser Durchführung des Monitorings über elf Jahre werden 46 Probenahmen erreicht, die in die Auswertung einbezogen werden. So wird der Vorbericht über den Zeitraum 2008 bis 2018 (42 Probenahmen [16.1]) fortgeschrieben. Während dieser mehrjährigen Laufzeit wurde das Untersuchungsspektrum von anfänglich 33 Substanzen in mehreren Schritten auf 68 Substanzen erweitert. Die Stoffe gehören zu den Gruppen Humanpharmaka (HP, 35 Stoffe), Röntgenkontrastmittel (RKM, 6 Stoffe), per- und polyfluorierte Verbindungen (PFC, 16 Stoffe) und Organophosphor-Flammschutzmittel (FSM, 11 Stoffe), die im Einzugsgebiet der Ruhr verbraucht werden und vor allem über gereinigtes Abwasser ins Oberflächenwasser gelangen. Eine Veränderung des Untersuchungsspektrums im Jahr 2019 betraf die Gruppe der Humanpharmaka, in der ein Wirkstoff nicht mehr weiter quantifiziert wurde, während zwei weitere Metabolite in das Untersuchungsprogramm aufgenommen wurden. In der Gruppe der Flammschutzmittel wurden weitere fünf Substanzen zusätzlich untersucht.

Probenahmeorte und Untersuchungsmethoden

An neun Probenahmestellen längs der Ruhr werden alle drei Monate Stichproben entnommen. Die Probenahmestellen an der Ruhr entsprechen den Rohwasserentnahmestellen 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 km² großen Einzugsgebiets der Ruhr (zwischen 400 km² in Meschede und 4.400 km² in Mülheim). Insbesondere zwischen Schwerte (WGA Westhofen) und Hagen (WGA Hengstey) nimmt das oberstromige Einzugsgebiet und der Abfluss durch den Zufluss der Lenne stark zu.

Tabelle 16.2 gibt das Untersuchungsspektrum der 68 Substanzen im Jahr 2019 wieder. Für Stoffe, die bereits seit 2008 analysiert werden, ergeben sich mit dem Jahr 2019 jeweils 413 Einzelanalysen. Bereits in den Jahren 2011 und 2012 erfolgte eine Erweiterung des Untersuchungsumfangs um insgesamt neun Verbindungen ([a] Perfluorheptansulfonat, Tetrahydropolyfluorooctansulfonat H₄PFOS, [b] Hydropolypolyfluorheptanoat, Clofibrinsäure, Phenazon, Propyphenazon, Codein, Diazepam und Primidon). Für die Substanzen [a] und [b] liegen der Auswertung geringere Anzahlen an Untersuchungen zugrunde ([a] n = 305, [b] n = 287). Die Erweiterung des Unter-

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	Probenahme- stelle	Probe- nahme	Abfluss- pegel	Abfluss	Einzugs- gebiet	MQ langjährig	MQ (07/2008 12/2019)	MQ (2019)
		Fluss-km		Fluss-km	[km ²]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
Meschede	Mengesohl	183,7	Meschede 1	179,4	426	9,1	7,6	8,3
Arnsberg	Langel	163,8	Oeventrop [1]	159,5	760	14,9	12,3	12,2
Wickede	Echthausen	128,3	Bachum	133,8	1.530	27,1	20,3	19,9
Fröndenberg	Warmen	121,2	Fröndenberg	109,3	1.914	-	-	-
Schwerte	Westhofen	95,2	Villigst	100,2	2.013	28,8	24,3	22,7
Hagen	Hengstey	88,8	Wetter	79,8	3.908	67,6	55,6	54,0
Bochum	Stiepel	62,7	Hattingen	56,0	4.118	70,6	59,1	57,2
Essen	Spiek	44,1	Werden	29,0	4.337	79,5	60,7	59,0
Mülheim	Styrum-Ost	11,3	Mülheim	13,2	4.420	76,3	63,5	60,4

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 = 413 (außer [a] PFHpS und H₄PFOS n = 305; [b] HPFHA, Clofibrinsäure, Phenazon, Propyphenazon, Codein, Diazepam und Primidon n = 287; [c] PFPS, PFNS, PFDS, Propanol, Sulfadiazin, Sulfamerazin, Sulfamethazin, Guanylharnstoff, Metformin, Gabapentin, Pregabalin, Ranitidin, Tramadol, Oxazepam, Naproxen, FAA, AAA n = 180; [d] TiBP, Lamotrigin, Venlafloxin n = 108; [e] TEHP, omp-TKP, Metoprololsäure, DH-CBZ n = 36)

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 = 413 (except [a] PFHpS and H₄PFOS n = 305; [b] HPFHA, Clofibrinsäure, Phenazon, Propyphenazon, Codein, Diazepam and Primidon n = 287; [c] PFPS, PFNS, PFDS, Propanol, Sulfadiazin, Sulfamerazin, Sulfamethazin, Guanylharnstoff, Metformin, Gabapentin, Pregabalin, Ranitidin, Tramadol, Oxazepam, Naproxen, FAA, AAA n = 180; [d] TiBP, Lamotrigin, Venlafloxin n = 108; [e] TEHP, omp-TKP, Metoprololsäure, DH-CBZ n = 36)

Lfd. Nr.	Substanz	Kurzzeichen	Stoffgruppe	CAS-RN	Positiv-	BG
					befunde	
					[%]	[µg/L]
1	Tributylphosphat	TBP	FSM	126-73-8	36	0,020
2	Tri-isobutylphosphat	TiBP [d]	FSM	126-71-6	69	0,020
3	Trisphenylphosphat	TPP	FSM	115-86-6	6	0,020
4	Tris-(2-Chlorethyl)-phosphat	TCEP	FSM	115-96-8	83	0,020
5	Tris-(2-Chlorpropyl)-phosphat	TCPP	FSM	13674-84-5	98	0,020
6	Tris-(butoxyethyl)-phosphat	TBEP	FSM	78-51-3	84	0,020
7	Tris-(dichlorpropyl)-phosphat	TDCP	FSM	13674-87-8	80	0,020
8	Tris-(2-ethylhexyl)-phosphat	TEHP [e]	FSM	78-42-2	0	0,020
9	o-Trikresylphosphat	oTKP [e]	FSM	78-30-8	0	0,020
10	m-Trikresylphosphat	mTKP [e]	FSM	563-04-2	0	0,020
11	p-Trikresylphosphat	pTKP [e]	FSM	78-32-0	0	0,020
12	Perfluorooctanoat	g-PFOA	PFC	335-67-1	52	0,010
13	Perfluorooctansulfonat	g-PFOS	PFC	1763-23-1	36	0,010
14	Perfluorbutanoat	PFBA	PFC	375-22-4	27	0,010
15	Perfluorpentanoat	PFPA	PFC	2706-30-3	21	0,010
16	Perfluorhexanoat	PFHxA	PFC	307-24-4	20	0,010
17	Perfluorheptanoat	PFHpA	PFC	375-85-9	2	0,010
18	Perfluoronanoat	PFNA	PFC	375-95-1	0	0,010
19	Perfluordecanoat	PFDA	PFC	335-76-2	0	0,010
20	Perfluorbutansulfonat	g-PFBS	PFC	29420-49-3	23	0,010
21	Perfluorpentansulfonat	PFPS [c]	PFC	2706-91-4	0	0,010
22	Perfluorhexansulfonat	g-PFHxS	PFC	432-50-7	0	0,010
23	Perfluorheptansulfonat	PFHpS [a]	PFC	1763-23-1	0	0,010
24	Perfluoronansulfonat	PFNS [c]	PFC	68259-12-1	0	0,010
25	Perfluordecansulfonat	PFDS [c]	PFC	335-77-3	0	0,025
26	H-Polyfluorheptanoat	HPFHA [b]	PFC	-	0	0,010
27	H ₄ -Polyfluorooctansulfonat	H ₄ PFOS [a]	PFC	27619-97-2	23	0,025

[16.1] Skark, C.: Organische Spurenstoffe in der Ruhr - Fortsetzung des Monitorings der AWWR.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2018.- Schwerte, Essen, 144-155 (2019).

[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. 159)
 Table 16.2: Analysed substances in the scope of the AWWR-Monitoring "Trace organics in the river Ruhr" (cont.; abbreviations cf. p. 159)]

Lfd. Nr.	Substanz	Kurzzeichen	Stoff- gruppe	CAS-RN	Positiv- befunde	BG
					[%]	[µg/L]
28	Atenolol		HP	29122-68-7	9	0,025
29	Bezafibrat		HP	41859-67-0	47	0,025
30	Carbamazepin		HP	298-46-4	87	0,025
31	Diclofenac		HP	15307-86-5	92	0,025
32	Ibuprofen		HP	15687-27-1	20	0,025
33	Metoprolol		HP	51384-51-1	97	0,025
34	Sotalol		HP	3930-20-9	65	0,025
35	Propranolol	[c]	HP	525-66-6	0	0,025
36	Sulfamethizol		HP/VP-AB	144-82-1	0	0,025
37	Sulfamethoxazol		HP-AB	723-46-6	77	0,025
38	Sulfapyridin		HP-AB	144-83-2	58	0,025
39	Trimetoprim		HP/VP-AB	738-70-5	4	0,025
40	Sulfadiazin	[c]	HP/VP-AB	68-35-9	3	0,025
41	Sulfamerazin	[c]	HP/VP-AB	127-79-7	0	0,025
42	Sulfamethazin	[c]	HP/VP-AB	57-68-1	0	0,025
43	Clofbrinsäure	[b]	HP	882-09-7	0	0,025
44	Phenazon	[b]	HP	60-80-0	7	0,025
45	Propyphenazon	[b]	HP	479-92-5	0	0,025
46	Codein	[b]	HP	76-57-3	0	0,025
47	Diazepam	[b]	HP	439-14-5	0	0,025
48	Primidon	[b]	HP	125-33-7	39	0,025
49	Metformin	[c]	HP	657-24-9	100	0,025
50	Gabapentin	[c]	HP	60142-96-3	99	0,025
51	Pregabalin	[c]	HP	148553-50-8	58	0,025
52	Ranitidin	[c]	HP	66357-35-5	18	0,025
53	Tramadol	[c]	HP	27203-92-5	55	0,025
54	Oxazepam	[c]	HP	604-75-1	9	0,025
55	Naproxen	[c]	HP	22204-53-1	30	0,025
56	Lamotrigin	[d]	HP	84057-84-1	88	0,025
57	Venlafaxin	[d]	HP	93413-69-5	0	0,050
58	Guanylharnstoff	[c]	HP-M	141-83-3	97	0,020
59	N-Formyl-Aminoantipyrin	FAA [c]	HP-M	1672-58-8	100	0,025
60	N-Acetyl-Aminoantipyrin	AAA [c]	HP-M	83-14-8	100	0,025
61	Metoprololsäure	[e]	HP-M	56392-14-4	100	0,025
62	Dihydroxi-Dihydro-Carbamazepin	DH-CBZ [e]	HP-M	35079-97-1	94	0,025
63	Amidotrizoesäure		RKM	117-96-4	84	0,050
64	Iohexol		RKM	66108-95-0	62	0,050
65	Iomeprol		RKM	78649-41-9	72	0,050
66	Iopamidol		RKM	60166-93-0	73	0,050
67	Iopromid		RKM	73334-07-3	64	0,050
68	Ioxithalaminsäure		RKM	28179-44-4	4	0,050

suchungsspektrums im Jahr 2015 umfasste insgesamt 17 Substanzen (drei perfluorierte Sulfonate: Perfluorpentansulfonat PFPS, Perfluoronansulfonat PFNS Perfluordecansulfonat PFDS; 14 Pharmaka: 3 Sulfonamid-Antibiotika Sulfadiazin, Sulfamerazin und Sulfamethazin sowie Gabapentin, Metformin, Naproxen, Oxazepam, Pregabalin, Propanol, Ranitidin, Tramadol; 3 Metabolite: Guanylarnstoff, N-Formyl-Aminoantipyrin [FAA] und N-Acetyl-Aminoantipyrin [AAA]). Für diese 17 zusätzlichen Analyte ergeben sich für die Jahre 2015 bis 2018 jeweils 180 Einzelanalysen. Ein weiterer Arzneimittelwirkstoff, Oxacarbazepin, wurde von 2015 bis 2018 untersucht und zeigte nur sehr vereinzelt Positivbefunde. Deshalb wird dieser Stoff im Jahr 2019 nicht mehr weiter quantifiziert. Im Jahr 2017 werden zwei weitere Pharmaka in die Untersuchung aufgenommen - das Antiepileptikum Lamotrigin sowie das Antidepressivum Venlafloxin, für die jeweils 108 Untersuchungen vorliegen. Ebenso wurde in 2017 mit der Analyse von Tri-isobutylphosphat (TiBP, FSM) begonnen. Im Jahr 2019 wurden erstmals 4 weitere FSM, Tri-(2-ethylhexyl)-phosphat (TEHP) und ortho-, meta- und para-Trikresylphosphat, sowie 2 weitere Arzneimittel-Metabolite, Metoprololsäure und 10,11-Dihydroxi-10,11-Dihydro-Carbamazepin (DH-CBZ), untersucht (n = 36).

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. Im Jahr 2019 wurden die Bestimmungsgrenzen (BG) der Flammschutzmittel von 0,01 auf 0,02 µg/L angehoben. Die Bestimmungsgrenzen (BG) für eine sichere Quantifizierung in den Wasserproben aller Analyte sind in Tabelle 16.2 aufgeführt.

Ergebnisse

Für die Stoffe, die von Anfang des Monitorings im Jahr 2008 untersucht werden, ergeben sich bislang 46 Beprobungen an den neun Probenahmestellen. Aufgrund eines hochwasserbedingten Probenausfalls im Januar 2012 summiert sich dies zu 413 Proben für den Zeitraum von 2008 bis 2019. 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 28 von 68 Substanzen werden in keiner oder nur bis zu 10 % der Untersuchungen Positivbefunde festgestellt. Hierzu gehören 9 PFC, 8 Antibiotika, 8 weitere Pharmaka, 4 FSM sowie ein RKM. In mindestens 90 % der Untersuchungen werden drei Substanzen des ursprünglichen Stoffspektrums über der BG detektiert (in mindestens 372 der 413 Untersuchungen). Darunter fallen wie im Vorjahr ein FSM (TCPP) und die Arzneimittel Diclofenac und Metoprolol.

Bei den Substanzen, die in 2011 oder 2012 in die Untersuchung aufgenommen wurden, zeigen sich nur für Tetrahydropolyfluorooctansulfonat (H₄PFOS) und Primidon öfter Positivbefunde. Von den 2015 aufgenommenen Untersuchungsparametern werden fünf Substanzen in mehr als 90 % der Untersuchungen über der BG gefunden (in mindestens 162 der 180 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 fast 90 % aller Untersuchungen oberhalb der BG von 0,025 µg/L gefunden, während Venlafloxin bislang nicht über der BG von 0,05 µg/L detektiert wird. Der neu untersuchte Pharma-Metabolit Metoprololsäure trat in jeder Probe über der BG auf, der zweite Metabolit DH-CBZ in fast jeder.

Konzentrationsbetrachtungen

Tabelle 16.3 gibt einen Überblick zu Konzentrationsgrößen ausgewählter Substanzen. Dabei werden 27 Stoffe gezeigt, bei denen in mehr als 20 % der Analysen seit 2008 (mindestens 83 Positivbefunde von n = 413) Befunde über der BG festgestellt wurden. Zusätzlich sind Ergebnisse für Stoffe mit einer geringeren Analysenhäufigkeit, H₄PFOS (n = 305), Primidon (n = 287) und TiBP (n = 108) 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 TCPP sowie 3 RKM liegen bereits die Medianwerte über 0,1 µg/L. Maximale Konzentrationen über 0,5 µg/L treten in der Regel nur für Röntgenkontrastmittel auf. Für elf Substanzen liegen noch die Median-Konzentrationen unter der BG (6 PFC, darunter auch PFOS und H₄PFOS, 3 Pharmaka, 2 FSM). Für TBP, 4 PFC - ebenfalls einschließlich H₄PFOS - und Ibuprofen ist dies auch für den 75-Perzentilwert der Fall. Somit liegt von 16 untersuchten PFC lediglich eine Verbindung, PFOA, in mehr als 50 % der Untersuchungen mit Konzentrationen in der Größenordnung der BG (Medianwert 0,010 µg/L) vor. Die Anpassung der BG für die FSM resultiert in weniger statistischen Kennwerten über der Bestimmungsgrenze.

In Tabelle 16.4 sind die Ergebnisse für die Stoffe mit mehr als 20 % Befunden über der BG zusammengestellt, die 2015 (n = 180), 2017 (n = 108) oder 2019 (n = 36) in die Untersuchung aufgenommen wurden. Für Gabapentin, Metformin sowie die Metabolite Guanylarnstoff, FAA, AAA und Metoprololsäure lassen sich Mediankonzentrationen deutlich über 0,1 µg/L ermitteln.

Tabelle:16.3.: Ergebnisübersicht aller Analysen für Stoffe mit Anteilen von Positivbefunden über 20 %. Q – Perzentil, sonstige Abkürzungen vgl. Tabelle 16.2. n = 413; H₄PFOS n = 305; Primidon n = 287; TiBP n = 108, 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	arithmetischer Mittelwert	Median	Q75	Q90	Maximum
		[µg/L]					
1	TBP	< BG	< BG	< BG	< BG	0,035	0,600
2	TiBP	< BG	0,033	0,029	0,046	0,070	0,108
3	TCEP	< BG	0,040	0,026	0,046	0,084	0,415
4	TCPP	0,060	0,131	0,116	0,187	0,255	0,669
5	TBEP	0,020	0,050	0,044	0,071	0,100	0,278
6	TDCPP	< BG	0,023	< BG	0,027	0,039	0,329
7	g-PFOA	< BG	0,013	0,010	0,016	0,028	0,093
8	g-PFOS	< BG	0,011	< BG	0,013	0,024	0,091
9	PFBA	< BG	< BG	< BG	0,010	0,015	0,059
10	PFPA	< BG	< BG	< BG	< BG	0,012	0,046
11	PFHxA	< BG	< BG	< BG	< BG	0,012	0,040
12	g-PFBS	< BG	0,011	< BG	< BG	0,021	0,250
13	H ₄ PFOS	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,077
14	Bezafibrat	< BG	0,028	< BG	0,042	0,060	0,089
15	Carbamazepin	0,035	0,063	0,059	0,087	0,110	0,190
16	Diclofenac	0,042	0,083	0,071	0,120	0,150	0,490
17	Ibuprofen	< BG	< BG	< BG	< BG	0,032	0,080
18	Metoprolol	0,074	0,136	0,120	0,180	0,250	0,460
19	Sotalol	< BG	0,040	0,033	0,056	0,080	0,150
20	Sulfamethoxazol	0,027	0,047	0,043	0,066	0,087	0,140
21	Sulfapyridin	< BG	0,030	0,028	0,042	0,053	0,130
22	Primidon	< BG	< BG	< BG	0,028	0,037	0,079
23	Amidotrizoessäure	0,088	0,261	0,230	0,380	0,520	0,830
24	Iohexol	< BG	0,174	0,090	0,260	0,440	1,400
25	Iomeprol	< BG	0,384	0,220	0,610	1,000	2,000
26	Iopamidol	< BG	0,418	0,340	0,640	0,918	2,300
27	Iopromid	< BG	0,147	0,091	0,190	0,360	1,100

Bezogen auf die Probenahmeorte werden in Tabelle 16.5 die Medianwerte von 20 Stoffen mit mehr als 20 % Positivbefunden wiedergegeben. Ibuprofen, 5 PFC (PFBA, PFPA, PFHxA, g-PFBS und H₄PFOS) und TBP treten örtlich und zeitlich so verteilt auf, dass für keine Probenahmestelle Mediangehalte über der BG ermittelt werden können. Die Anzahl der Parameter, die Mediankonzentrationen über 0,1 µg/L zeigen, nimmt ruhrabwärts zu. In Meschede wird Diclofenac mit einem Medianwert von 0,1 µg/L bestimmt, um im weiteren Ruhrverlauf wieder abzunehmen. Nur in Schwerte wird dann noch ein Medianwert > 0,1 µg/L für Diclofenac ermittelt, während dieser Wert insbesondere nach der Lennemündung deutlich abnimmt. In Wickede liegen im Mittel nur 2 RKM (Amidotrizoessäure, Iopamidol) und der Beta-Blocker Metoprolol über

0,1 µg/L, während in Fröndenberg zusätzlich 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) kann unterhalb der Lennemündung im Mittel nur unter der Bestimmungsgrenze detektiert werden (Tabelle 16.5). Perfluorooctansulfonat (PFOS) tritt im Mittel nur ab Hagen über der BG auf.

Tabelle 16.4: Ergebnisübersicht aller Analysen für Stoffe mit Anteilen von Positivbefunden über 20 % und Aufnahme in das Monitoring in den Jahren 2015, 2017 und 2019. Q – Perzentil, sonstige Abkürzungen vgl. Tabelle 16.2, n = 180, Lamotrigin n = 108, Metoprololsäure, DH-CBZ n = 36. 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 2015, 2017 and 2019. 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	arithmetischer Mittelwert	Median	Q75	Q90	Maximum
		[µg/L]					
1	Metformin	0,370	0,744	0,615	0,920	1,600	2,600
2	Gabapentin	0,220	0,412	0,370	0,550	0,772	1,100
3	Pregabalin	< BG	0,033	0,030	0,045	0,068	0,100
4	Tramadol	< BG	0,029	0,028	0,040	0,056	0,087
5	Naproxen	< BG	< BG	< BG	0,027	0,035	0,120
6	Lamotrigin	0,046	0,076	0,074	0,098	0,130	0,210
7	Guanylarnstoff	1,600	3,207	2,850	4,600	5,600	13,000
8	FAA	0,150	0,329	0,290	0,460	0,630	1,100
9	AAA	0,160	0,230	0,220	0,290	0,351	0,650
10	Metoprololsäure	0,148	0,298	0,260	0,350	0,635	0,830
11	DH-CBZ	0,059	0,092	0,087	0,133	0,150	0,180

Tabelle 16.5: Ergebnisübersicht der Mediangehalte [µg/L] in den einzelnen Probenahmestellen (k = 46, Essen k = 45, TiBP k = 12). 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 = 46). 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
	[µg/L]								
TiBP	< BG	< BG	0,021	0,021	0,032	0,033	0,050	0,050	0,037
TCEP	< BG	< BG	< BG	0,020	0,040	0,027	0,040	0,042	0,026
TCP	0,040	0,036	0,081	0,132	0,127	0,123	0,180	0,176	0,185
TBEP	< BG	< BG	0,044	0,050	0,059	0,047	0,066	0,061	0,058
TDCPP	< BG	< BG	< BG	< BG	0,020	< BG	0,025	0,026	0,021
g-PFOA	0,018	0,011	0,012	0,013	0,011	< BG	< BG	< BG	< BG
g-PFOS	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,012	0,012	0,011	0,011
Bezafibrat	< BG	< BG	< BG	< BG	0,034	0,028	0,044	0,043	0,039
Carbamazepin	0,031	0,026	0,050	0,048	0,063	0,067	0,090	0,089	0,100
Diclofenac	0,100	0,035	0,065	0,065	0,110	0,063	0,085	0,084	0,089
Metoprolol	0,074	0,041	0,110	0,104	0,140	0,110	0,185	0,200	0,220
Sotalol	0,030	< BG	0,036	0,034	0,039	0,027	0,042	0,045	0,047
Sulfamethoxazol	0,029	< BG	0,031	0,030	0,052	0,043	0,065	0,070	0,078
Sulfapyridin	< BG	< BG	0,027	< BG	0,049	0,031	0,038	0,036	0,029
Primidon	< BG	< BG	< BG	< BG	0,025	< BG	0,027	0,030	0,035
Amidotrizoensäure	< BG	< BG	0,185	0,190	0,265	0,275	0,370	0,390	0,475
Iohexol	< BG	< BG	0,056	0,068	0,067	0,115	0,230	0,260	0,480
Iomeprol	< BG	< BG	0,096	0,120	0,275	0,340	0,830	0,790	0,720
Iopamidol	< BG	< BG	0,525	0,620	0,565	0,350	0,370	0,410	0,605
Iopromid	< BG	< BG	0,055	0,075	0,080	0,155	0,220	0,230	0,210

Tabelle 16.6: Ergebnisübersicht der Mediangehalte [$\mu\text{g/L}$] in den einzelnen Probenahmestellen, Monitoringbeginn 2015 ($k = 20$), 2017 ($k = 12$) und 2019 ($k = 4$). 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 ($k = 20$), 2017 ($k = 12$) und 2019 ($k = 4$). 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
	[$\mu\text{g/L}$]								
Metformin	0,490	0,300	0,475	0,490	0,575	0,730	0,720	0,770	0,735
Gabapentin	0,220	0,130	0,270	0,295	0,395	0,445	0,570	0,665	0,710
Pregabalin	< BG	< BG	< BG	< BG	0,044	0,033	0,039	0,039	0,043
Tramadol	< BG	< BG	< BG	< BG	0,037	0,030	0,044	0,049	0,042
Lamotrigin	0,053	0,036	0,062	0,065	0,088	0,072	0,110	0,100	0,120
Guanylharnstoff	3,900	1,550	2,950	2,900	5,250	3,050	3,450	3,450	2,150
FAA	0,145	0,094	0,220	0,210	0,385	0,325	0,490	0,505	0,545
AAA	0,165	0,100	0,190	0,190	0,240	0,240	0,280	0,275	0,280
Metoprololsäure	0,210	0,155	0,205	0,250	0,245	0,240	0,350	0,340	0,320
DH-CBZ	0,056	0,053	0,067	0,071	0,096	0,088	0,145	0,140	0,150

Wie auch in den Vorjahren seit 2012 unterschritten in den vier Untersuchungen des Jahres 2019 die maximale Summenkonzentration aller 16 analysierten PFC den Wert von $0,1 \mu\text{g/L}$. Lediglich in den Probenahmestellen Hagen, Bochum und Essen wurden in jeweils einer Probe (28.01.2019) PFC-Summenkonzentrationen über $0,03 \mu\text{g/L}$ gefunden, die alle auf Funden von H_4PFOS basieren. Die Anzahl von Proben ohne jeglichen Nachweis für PFC liegt wie auch schon in den Vorjahren im Jahr 2019 bei mehr als 50 % der Einzelproben (22 von 36). Von den 16 untersuchten PFC werden elf Stoffe in keiner Probe detektiert, darunter auch PFOS und PFBS. Von insgesamt 576 Analysen auf PFC im Jahr 2019 zeigten lediglich 15 Befunde über der jeweiligen BG (ca. 3 %). Lediglich in Meschede treten in allen vier Proben des Jahres 2019 geringe Gehalte an PFOA in der Größenordnung der Bestimmungsgrenze auf. An allen anderen Probenahmestellen zeigt mindestens eine Probe im Lauf des Jahres 2019 keinen Nachweis von PFC, in Arnsberg und Fröndenberg sind dies sogar alle vier Proben. Für alle fünf Proben, in denen PFOA gefunden wird, ist diese Substanz der einzige Befund für PFC (4 x Meschede, 1 x Wickede). Außer PFOA und H_4PFOS wurden weitere PFC vereinzelt in der Größenordnung der BG nachgewiesen: PFBA (2x Schwerte 29.04.2019, Mülheim 22.07.2019), PFPA (1x Schwerte 22.07.2019) und PFHxA (4x Hagen, Bochum, Essen, Mülheim alle 22.07.2019). Die kurzkettigen Ersatzstoffe für PFOA und PFOS (C4- und C5-Verbindungen) wurden - wie bereits in den Vorjahren - im Jahr 2019 nicht vermehrt 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 drei 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.

Für das Flammenschutzmittel TBP kann an keiner Probenahmestelle ein Mittelwert über der BG (jetzt $0,02 \mu\text{g/L}$) festgestellt werden. Stattdessen wird die isomere Verbindung TiBP in Tabelle 16.5 dargestellt, obwohl für diesen Stoff weniger Analysen vorliegen. Es kann angenommen werden, dass mit dem Fortschreiten des Monitorings hier ebenfalls weniger Messwerte über der BG auftreten werden. Unter den Flammenschutzmitteln sticht TCPP mit häufigen Nachweisen über der BG und häufigen mittleren Konzentrationen über $0,1 \mu\text{g/L}$ hervor. Es wird auch 2019 in allen Probenahmestellen in fast allen Proben gefunden.

Bei den RKM sind Amidotrizoessäure 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 2019 in einzelnen Proben auch in Meschede und Arnsberg RKM über der BG auf (2 der 6 untersuchten Stoffe). Iodierte Röntgenkontrastmittel nehmen im Ruhrverlauf in ihrer Konzentration zu. So liegen ab Hagen mittlere Konzentrationen von 5 RKM über $0,1 \mu\text{g/L}$. Wie in den Vorjahren werden auch 2019 vereinzelt RKM mit Konzentrationen von $1 \mu\text{g/L}$ und mehr im Oberflächenwasser (Iomeprol 3 x, Bochum, Essen, Mülheim, alle am 29.04.2019) gefunden. In 17 der 36 Einzelproben des Jahres 2019 werden RKM-Summenkonzentrationen über $1 \mu\text{g/L}$ festgestellt. Dieser Befund tritt in ähnlicher Häufigkeit wie in den beiden Vorjahren auf. Im Jahr 2019 sind erwartungsgemäß vor allem die Probenahmestellen Bochum, Essen und Mülheim betroffen, wenn die Konzentrationssumme von RKM in allen Proben $1 \mu\text{g/L}$ übersteigt.

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 µg/L und darüber aufweisen (Tabelle 16.5). Im Jahr 2019 zeigen die drei vorgenannten Verbindungen in dieser Untergruppe der untersuchten Pharmaka die meisten Befunde > BG. Metoprolol wird in 18 Proben mit Gehalten von 0,1 µg/L und darüber gefunden (Maximalwert 0,22 µg/L). Diclofenac wird 2019 in 14 Proben über 0,1 µg/L (Maximalgehalt 0,22 µg/L) nachgewiesen. Beide Maxima treten in Mülheim (28.10.2019) auf. Carbamazepin wird in 30 Proben über der BG und maximal mit 0,096 µg/L ebenfalls in Mülheim (28.10.2019) detektiert. Der zugehörige Metabolit 10,11-Dihydroxy-10,11-Dihydro-Carbamazepin (DH-CBZ) wird dagegen in 34 Proben über der BG und 14 Mal mit Konzentrationen über 0,1 µg/L gefunden (Maximum 0,18 µg/L). Im Mittel tritt DH-CBZ ab Bochum ruhrabwärts mit mittleren Konzentrationen über 0,1 µg/L auf (Tabelle 16.6). Der Metabolit Metoprololsäure wird hingegen in jeder Probe über der BG und in 30 Proben über 0,1 µg/L gefunden. Die Maximalkonzentration beträgt 0,83 µg/L (Bochum 28.01.2019). In allen Probenahmeorten tritt Metoprololsäure mit mittleren Gehalten über 0,1 µg/L auf (Tabelle 16.6).

Weitere Schmerzmittel und krampflösende Wirkstoffe wie Pregabalin, Tramadol, Ibuprofen, Primidon und Phenazon werden in vergleichsweise geringem Umfang über der BG nachgewiesen und die analysierten Gehalte liegen durchweg unter 0,1 µg/L. Die Schwerpunkte ihres Auftretens liegen ab Schwerte ruhrabwärts.

Unter den Antibiotika werden im Jahr 2019 wie in den Vorjahren vor allem die Sulfonamide Sulfamethoxazol und Sulfapyridin gefunden, wobei maximale Konzentrationen bei 0,86 µg/L (Sulfamethoxazol, Bochum Juli 2019) und 0,054 µg/L (Sulfapyridin, Schwerte April 2019) liegen.

Die Pharmaka, die ab 2015 und später 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 Guanylarnstoff, FAA und AAA treten bereits in Meschede an der oberen Ruhr mit Mediangehalten über 0,1 µg/L auf. Für Guanylarnstoff wird bereits in Meschede ein Median von 3,9 µg/L ermittelt. Dieser Medianwert steigt im Ruhrverlauf bis auf 5,3 µg/L in Schwerte an, um danach wieder etwas abzunehmen. Guanylarnstoff-Einträge scheinen durch einen Abbau im Gewässer oder durch den Zustrom unbelasteten Wassers verringert zu werden. So sinkt zwischen Meschede und Arnsberg der Guanylarnstoff-Gehalt. Dies ist ein Bereich ohne weiteren Zufluss gereinigten Abwassers aus Kläranlagen. Andererseits werden Minderungen durch erneute Einträge wieder ausgeglichen, so dass ein weitgehend beständiger Gehalt bis nach Mülheim erhalten bleibt.

Im Jahr 2019 werden in der Regel Guanylarnstoff-Konzentrationen in der Ruhr über 0,1 µg/L (33 von 36 Proben) und über 1 µg/L (31 von 36 Proben) gefunden. Der gefundene Maximalgehalt beträgt 8,3 µg/L (Schwerte 29.04.2019). 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. 0,3 und 0,77 µg/L (Tabelle 16.6). Im Jahr 2019 beträgt der Maximalwert 0,88 µg/L (Fröndenberg 28.01.2019). Ähnlich wie in den Vorjahren werden auch 2019 beständig Metformin-Gehalte über 0,1 µg/L detektiert [16.1].

Median-Gehalte von Gabapentin zeigen längs des Verlaufs der Ruhr eine weitgehend beständige Zunahme zwischen 0,22 und 0,71 µg/L, wobei in Arnsberg der Gehalt gegenüber der oberstromigen Probenahmestelle abnimmt. Dies deutet ebenfalls einen Abbau oder eine Verdünnung im Gewässer an. Auch im Jahr 2019 wird Gabapentin zumeist mit Konzentrationen über 0,1 µg/L gefunden (34 von 36 Proben). In Mülheim (29.04.2019) wird der Maximalgehalt von 1,1 µg/L für 2019 detektiert (1 mal > 1 µg/L).

Der Metamizol-Metabolit FAA zeigt im Ruhrverlauf mittlere Gehalte zwischen 0,094 und 0,55 µg/L (Tabelle 16.6). Im Jahr 2019 tritt FAA in 34 von 36 Proben mit Gehalten über 0,1 µg/L in der Ruhr auf. Der Maximalgehalt beträgt 0,72 µg/L (Essen 22.07.2019). 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 2019 werden AAA-Gehalte zwischen 0,062 und 0,39 µg/L gefunden, wobei in 34 von 36 Proben die Konzentration von 0,1 µg/L erreicht oder überschritten wird. Lamotrigin, das seit 2017 untersucht wurde, tritt an allen Probenahmestellen auf. Mittlere Gehalte übersteigen ab

-
- [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.*- gwf - 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).

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]	Stoff	GOW [µg/L]	LW [µg/L]
T CPP	1	20	Carbamazepin	0,3	3
			Clofibrat	3	n.v.
PFBA	n.v.	10	DH-CBZ	0,3	n.v.
PFPA	3	n.v.	Diclofenac	0,3	1,75
PFHxA	n.v.	6	FAA	0,3	n.v.
PFHpA	0,3	n.v.	Gabapentin	1	n.v.
PFOA	n.v.	0,1	Guanylarnstoff	1	n.v.
PFNA	n.v.	0,06	Ibuprofen	1	n.v.
PFDA	0,1	n.v.	Lamotrigin	0,3	n.v.
PFBS	n.v.	6	Metformin	1	n.v.
PFPS	1	n.v.	Phenazon	0,3	n.v.
PFHxS	n.v.	0,1	Primidon	3	n.v.
PFHpS	0,3	n.v.	Propyphenazon	0,3	n.v.
PFOS	n.v.	0,1	Amidotrizoesäure	1	n.v.
H ₄ PFOS	0,1	n.v.	Iopamidol	1	n.v.

Bochum ruhrabwärts 0,1 µg/L (Tabelle 16.6). Im Jahr 2019 werden in 10 von 36 Proben entsprechende Gehalte detektiert. Maximale Gehalte im Jahr 2019 treten in Essen und Mülheim (Juli 2019) mit 0,17 µg/L auf.

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 16.11]. Dies kann vor allem für die Pharmaka Carbamazepin, Diclofenac und Metoprolol sowie das Flammschutzmittel T CPP gelten, die in der hier beschriebenen Fundhäufigkeit und Konzentrationshöhe über die letzten zehn 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 einzuord-

nen, 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 2019 wurden die GOW und LW bereits im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser für die meisten Untersuchungsparameter mit Ausnahme von Gabapentin, Guanylarnstoff und FAA unterschritten. Gabapentin trat einmal über dem GOW 1 µg/L auf (Mülheim, April 2019). Die Oberflächenwasserkonzentration von Guanylarnstoff überschritt häufig 1 µg/L und somit auch den GOW (31 mal, alle Probenahmestellen). FAA trat im Jahr 2019 18 mal über der Konzentration von 0,3 µg/L auf (6 Probenahmestellen, nicht in Meschede, Arnsberg und Fröndenberg). Auch Gehalte über den jeweiligen GOW im Oberflächenwasser wurden 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 waren [16.17].

Die gesundheitlichen Orientierungs- und Leitwerte wurden für per- und polyfluorierte Verbindungen im Oberflächenwasser im Jahr 2019 maximal zu 43 % für eine Einzelsubstanz (H₄PFOS) erreicht. Der maximale Bewertungsquotient für die Summe aller PFC lag 2019 ebenfalls bei 0,43 (Summenbildung in Anlehnung an TRGS 402 [16.18]).

Für Carbamazepin und den zugehörigen Metaboliten DH-CBZ wurden für die Oberflächenwasserkonzentration im Jahr 2019 maximale Bewertungsquotienten (GOW) von 0,32 bzw. 0,6 erreicht. Als maximaler Bewertungsquotient für Lamotrigin wurde ein Wert von 0,57 ermittelt. Der entsprechende Wert für das Flammschutzmittel T CPP lag ebenfalls bei 0,54.

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 Fröndenberg stand 2019 wie in den Vorjahren nicht zur Auswertung zur Verfügung, während der Pegel Oeventrop für 2019 wieder in die Abflussbetrachtung einbezogen werden konnte. Die mittleren Abflüsse im gesamten Probenahmezeitraum zwischen Juli 2008 und Dezember 2019 fallen niedriger aus als die langjährigen Mittel-

Tabelle 16.8: Ergebnisübersicht der Mediane von Tagesfrachten [g/d]. Abkürzungen vgl. Tabelle 16.2. Zeitraum 2008-2019. Für die Frachtermittlung werden Konzentrationen unter der BG nicht berücksichtigt. Der Frachtermittlung liegen unterschiedliche Anzahlen von Einzelanalysen zugrunde, vgl. Tabellen 16.3 und 16.4. In die Frachtermittlung für Arnsberg gehen die Werte für das Jahr 2018 nicht ein, da der zugehörige Pegel Oeventrop nicht zur Verfügung stand, vgl. Tabelle 16.1. Grün: Median Tagesfracht = 0, grau: $100 \leq$ Tagesfracht < 500, gelb: $500 \leq$ Tagesfracht < 1.000, orange: $1.000 \leq$ Tagesfracht

Table 16.8: Median of daily loads [g/d]. Abbreviations cf. table 16.2. Time period 2008-2019, load calculation do not consider concentrations below LQ. Load calculation is based on varying analyses numbers cf. tables 16.3 and 16.4. Load calculation for Arnsberg in the year 2018 was not available due to the lack of discharge data. Green: median daily load = 0, grey: $100 \leq$ daily load < 500, yellow: $500 \leq$ daily load < 1.000, orange: $1.000 \leq$ daily load.

Stoff	Probenahmestelle							
	Meschede	Arnsberg	Wickede	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
	[g/d]							
TiBP				37	59	87	97	111
TCEP	4	8	28	53	73	146	137	91
TCPP	14	21	111	147	384	535	565	605
TBEP			67	89	117	173	172	188
TDCPP	8	10	19	25	40	67	71	67
g-PFOA	8	6	16	12				
g-PFOS				4	28	35	26	26
PFBA			5	4				
H ₄ PFOS					47	27		
Bezafibrat				33	55	133	131	118
Carbamazepin	10	9	61	72	189	269	259	309
Diclofenac	37	20	85	124	191	283	289	380
Metoprolol	27	23	143	168	328	605	637	725
Sotalol	8		48	42	56	127	137	131
Sulfamethoxazol	10		39	56	111	191	183	219
Sulfapyridin			25	56	76	114	100	76
Primidon				19		62	63	88
Metformin	165	131	473	632	2.076	2.318	2.311	2.316
Gabapentin	79	65	345	475	1.091	1.757	1.747	2.018
Pregabalin			27	62	95	126	114	133
Tramadol				35	69	115	112	116
Lamotrigin	12	18	74	105	153	284	280	305
Guanylarnstoff	1.059	824	3.940	5.810	9.054	10.802	9.810	6.830
FAA	48	34	224	397	797	1.312	1.435	1.449
AAA	63	46	211	306	645	780	669	702
Metoprololsäure	48	61	196	254	396	683	636	655
DH-CBZ	13	16	83	100	192	318	280	373
Amidotrizoensäure			220	305	844	1.230	1.218	1.497
lohexol			58	77	325	819	731	1.468
lomeprol			112	324	1.037	2.446	2.650	2.590
lopamidol			726	556	1.062	1.326	1.225	1.896
lopromid			56	103	456	788	723	766

- [16.8] Zullei-Seibert, N.; Schöpel, M.; Strücker, G.: Stoffspuren in der Ruhr – Ergebnisse aus den Wasserversorgungsunternehmen zu Arzneimitteln und Flammenschutzmitteln.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2007. Essen, 148-159 (2008).
- [16.9] Ruhrverband: Organische Spurenstoffe in der Ruhr.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2017. Essen, 86-99 (2018).
- [16.10] Ruhrverband: Organische Spurenstoffe in der Ruhr.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2018. Essen, 84-99 (2019).
- [16.11] LANUV (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen): HYGON (Hydrologische Rohdaten Online). Messwerte der Station Fröndenberg; http://luadb.lids.nrw.de/LUA/hygon/pegel.php?messstellen_nr=004108&guete=tabelle. Abgerufen: 23.03.2020.
- [16.12] Ruhrverband: Die PFT-Situation im Jahr 2009. in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2009. 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 (2011).
- [16.15] Umweltbundesamt: Liste der nach GOW bewerteten Stoffe – Stand Mai 2020; <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/dokumente/listegowstoffeohnp-sm-20200518.pdf> Abgerufen: 03.06.2020.
- [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 Mai 2020; <https://www.wasserwerke-westfalen.de/wasser/unsere-wasserwerke/hengsen/>. Abgerufen: 12.05.2020.
- [16.18] TRGS (Technische Regeln für Gefahrstoffe): TRGS 402 – Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition.- GMBI. 2010 (12), 231-253 (2010).

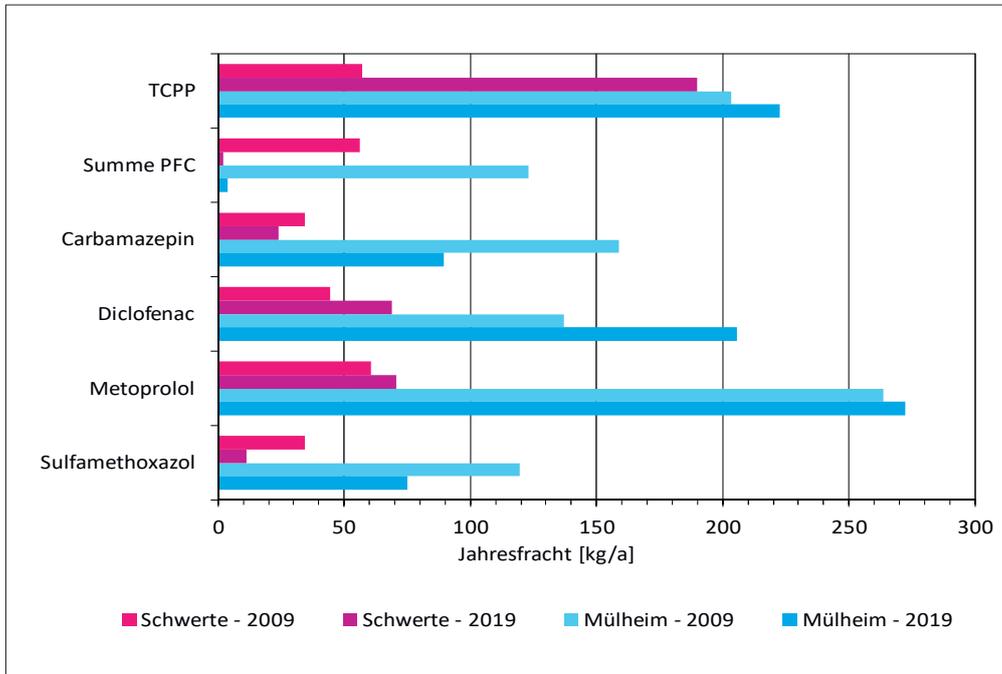


Bild 16.1: Geschätzte Jahresfrachten ausgewählter Verbindungen im Oberflächenwasser der Ruhr im Vergleich der Jahre 2009 und 2019 und der Probenahmestellen Schwerte und Mülheim

Fig. 16.1: Estimated annual loads for selected substances in comparison between 2009 and 2019 and between the sampling points Schwerte and Mülheim

werte und bestätigen damit die Situation aus den unmittelbaren Vorjahren. Die mittleren Abflüsse im Jahr 2019 entsprechen in etwa dem 11,5-jährigen Mittelwert und liegen höher als im Jahr 2018.

Die Tagesabflüsse an den Probenahmetagen im Jahr 2019 betragen zwischen 20 und 176 % des langjährigen mittleren Abflusses (MQ). Die Probenahme im Januar 2019 kennzeichnete ein Hochwasser, so dass wie im Januar 2018 die langjährigen MQ deutlich überschritten wurden. Im Mittel werden an diesem Probenahmetag 163 % des langjährigen MQ festgestellt. Durch die trockenen Witterungsverhältnisse im weiteren Verlauf des Jahres 2019 wurden im Mittel an den Probenahmetagen jedoch nur 32 % des langjährigen MQ beobachtet. Bei solch niedrigen Abflüssen in der Ruhr wird die Beschaffenheit des Oberflächenwassers stärker durch den Zufluss gereinigten Abwassers geprägt als bei hohen.

Die in diesem Monitoring betrachteten Spurenstoffe werden vor allem mit dem gereinigten Abwasser in das Fließgewässer eingetragen. Eine Ausnahme bilden Einträge von PFOA in der oberstromigen Probenahmestelle Meschede, wo diffuse Einträge aus der flächenhaften Ausbringung von PFC-belasteten Schlämmen stammen könnten. Wie im Jahr 2018 war PFOA in der Ruhr bei Meschede bei der Probenahme im Januar 2019 trotz des Hochwassers noch nachweisbar. Insbesondere bei Probenahmen mit Trockenwetterabflüssen zeigten alle Probenahmestellen ähnliche Muster des Stoff-Auftretens wie in den Vorjahren sowohl hinsichtlich ihrer Konzentrationshöhe als auch hinsichtlich der Häufigkeit ihres Auftretens.

Frachtbetrachtung

Die mittleren Tagesfrachten für einzelne Parameter nehmen in der Regel von den oberstromigen Probenahmestellen zu den unterstromigen deutlich zu. In Mülheim treten jedoch nicht für alle Stoffe die höchsten mittleren Tagesfrachten auf (Tabelle 16.8, z.B. TCEP, Sulfapyridin, Iomeprol). Auch bei einer Betrachtung der 75-Perzentilwerte der Tagesfrachten lässt sich diese Abnahme zur Mündung der Ruhr hin noch beobachten. Konzentrationsabnahmen, wie sie für einzelne Parameter nach dem Zufluss der Lennemündung festzustellen sind, werden jedoch durch die stärkere Zunahme des Abflusses kompensiert. Bei der Berechnung der Tagesfrachten werden Konzentrations-Befunde < BG nicht berücksichtigt.

Im Mittel lagen und liegen die Tagesfrachten einzelner Verbindungen in den oberstromigen Messstellen, Meschede und Arnsberg, unter 80 g/d. Lediglich für Metformin und den Metaboliten Guanylarnstoff werden hier mittlere Tagesfrachten über 100 g/d ermittelt. Ab Wickede ruhrabwärts nehmen die Untersuchungsparameter zu, bei denen die mittlere Tagesfracht je Einzelstoff 100 g/d übersteigt. In Mülheim sind dies dann 24 von 32 relevanten Stoffen.

Außer für die RKM Amidotrizoesäure, Iohexol, Iomeprol und Iopamidol werden mittlere Tagesfrachten über 1 kg/d für Metformin, Guanylarnstoff, Gabapentin und FAA gefunden. Bereits in Meschede und Wickede werden im Mittel mehr als 1 kg/d an Guanylarnstoff beobachtet. In Hagen treten Iomeprol, Iopamidol, Metformin und Gabapentin in dieser Klasse hinzu (Tabelle 16.8).

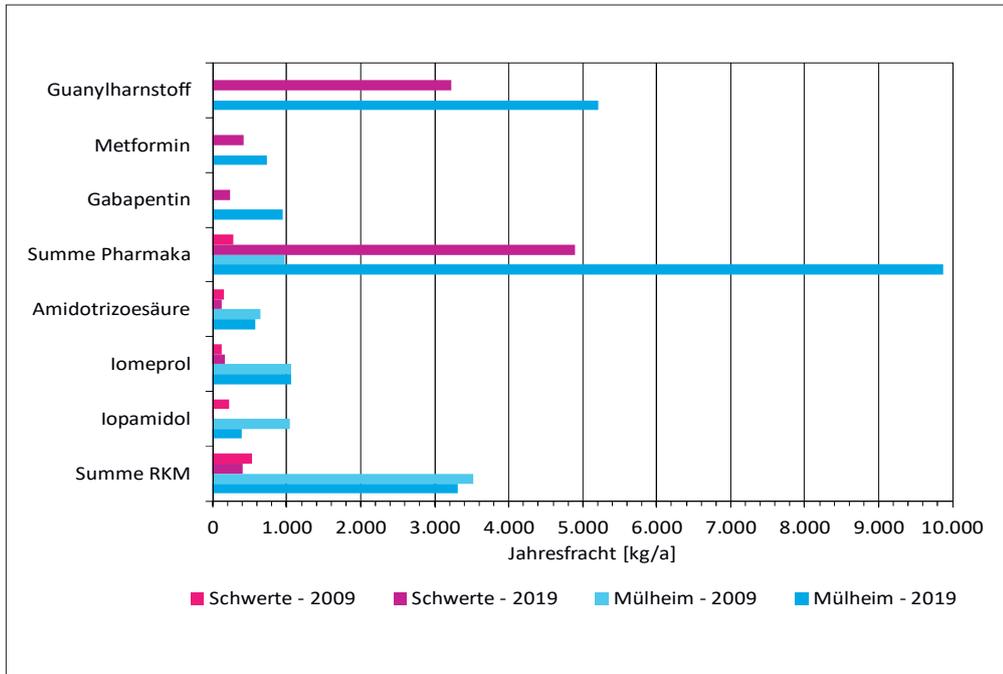


Bild 16.2: Geschätzte Jahresfrachten ausgewählter Verbindungen im Oberflächenwasser der Ruhr im Vergleich der Jahre 2009 und 2019 und der Probenahmestellen Schwerte und Mülheim. Gabapentin, Metformin und Guanylharnstoff wurden 2009 nicht untersucht, Summe Pharmaka beruht 2009 auf 11 und 2019 auf 35 untersuchten 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 guanylharnstoff were not analysed in 2009, pharmaceuticals combined is based on 11 analysed parameters in 2009 and on 35 analysed parameters in 2019

Im Gegensatz dazu liegen mittlere Tagesfrachten für einzelne PFC - wenn sie überhaupt ermittelbar sind - unter 50 g/d. Abweichend von diesen langjährigen, mittleren Tagesfrachten wurden im Jahr 2019 für H₄PFOS einzelne Tagesfrachten zwischen 320 und 440 g/d gefunden. Für die übrigen im Jahr 2019 gefundenen PFC wurden Tagesfrachten unter 22 g/d errechnet.

Aus den jährlichen vier 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 2019 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 2019 zugenommen hat, sinken die ermittelten Frachten zwischen 2009 und 2019 auf ca. 2 kg/a in Schwerte und 3 kg/a Mülheim (Abnahme um 97 %).

Für das Flammschutzmittel TCPP bleibt im Jahr 2019 die Jahresfracht von Schwerte bis Mülheim in der gleichen Größenordnung von etwa 200 kg/a (Bild 16.1). Bei langjährig untersuchten Pharmaka ist 2019 eine Zunahme von etwa 10 bis 70 kg/a in Schwerte auf ca. 75 bis 270 kg/a in Mülheim zu beobachten (Bild 16.1).

Unter den Stoffen, die im Jahr 2015 in das Monitoring aufgenommen wurden, fällt Guanylharnstoff mit einer abgeschätzten Jahresfracht zwischen ca. 3 und 5 t/a auf (Bild 16.2). An

den zusätzlichen Arzneimitteln und deren Abbauprodukten, die ab 2015 untersucht und mit hohen Konzentrationen in der Ruhr gefunden werden, liegt es, dass die Fracht-Summe der Pharmaka von 2009 zu 2019 deutlich ansteigt. In Mülheim werden 2019 summierte Jahresfrachten von ca. 10 t/a Pharmaka (einschließlich Abbauprodukte) abgeschätzt.

Für einzelne häufig gefundene RKM werden in Schwerte in der Ruhr für das Jahr 2019 Jahresfrachten zwischen ca. 4 und 170 kg/a abgeschätzt, während in Mülheim zwischen ca. 390 kg/a und 1 t/a auftreten (Bild 16.2). Für Schwerte werden vor allem geringere Jahresfrachten für lopamidol festgestellt. In der Summe aller untersuchten RKM werden in Schwerte im Jahr 2019 mit ca. 400 kg/a geringere Mengen als im Jahr 2009 mit einer Fracht von ca. 530 kg/a ermittelt, während sich für Mülheim die RKM-Jahresfrachten nur geringfügig ändern.

Zusammenfassung

Mit den Proben im Jahr 2019 wurde im Monitoring auf organische Spurenstoffe das Oberflächenwasser der Ruhr an neun Probenahmestellen insgesamt 46 Mal (in Essen 45 Mal) untersucht. Das Untersuchungsspektrum wurde bis 2019 auf 68 Substanzen aus den Stoffgruppen phosphororganische Flammschutzmittel, per- und polyfluorierte Kohlenstoffverbindungen, Humanpharmaka und Röntgenkontrastmittel erweitert.

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

2019 werden lediglich bei dem antikonvulsiven Arzneimittel Gabapentin sowie den Arzneimittel-Metaboliten Guanylarnstoff und FAA diese Trinkwasser-Vorsorgewerte im Oberflächenwasser überschritten.

Insgesamt 28 Verbindungen aus allen Stoffgruppen wurden bisher entweder gar nicht oder nur vereinzelt im Oberflächenwasser gefunden. Mittlere Konzentrationen übersteigen nur für TCPP, 4 RKM, Metoprolol, Metformin und Gabapentin sowie die Metabolite Guanylarnstoff, FAA, AAA und Metoprololsäure den Wert von 0,1 µg/L. Die Muster der Befunde in den verschiedenen Monitoringabschnitten zwischen 2008 und 2019 sind bei Flammschutzmitteln, Röntgenkontrastmitteln und vielen untersuchten Pharmaka sowohl hinsichtlich der Häufigkeit ihres Auftretens als auch hinsichtlich der gefundenen Konzentrationshöhen einander ähnlich. Für viele PFC werden dagegen ab 2012 in immer geringerem Maße Konzentrationen über den Bestimmungsgrenzen festgestellt. Die Summe aller 16 untersuchter PFC unterschreitet im Jahr 2019 in allen Proben 0,05 µg/L. In 22 der 36 Proben kann keine PFC-Verbindungen über den jeweiligen Bestimmungsgrenzen gefunden werden. Das Vorkommen von PFC in der Ruhr kann somit im Jahr 2019 ebenso wie 2018 im Vergleich zu den Jahren 2008 bis 2010 als unauffällig angesehen werden.

Unter den nach 2015 in das Monitoring aufgenommenen Stoffen fallen vor allem Metformin, Gabapentin und Lamotrigin sowie die Metabolite Guanylarnstoff, FAA, AAA und Metoprololsäure mit Konzentrationen auf, die häufig den Wert von 0,1 µg/L übersteigen.

Während im Jahr 2019 bei der Januar-Probenahme in der Ruhr Hochwasser auftritt, sind alle weiteren Probenahmen durch unterdurchschnittliche Abflüsse gekennzeichnet (im Oktober ca. 20 bis 48 % des langjährigen MQ). Entsprechend treten für viele Stoffe Maximal-Konzentration im Oktober 2019 auf. 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 80 g/d, während ab Wickede ruhrabwärts zunehmend für mehrere Stoffe mittlere Tagesfrachten über 100 g/d ermittelt werden. 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-Formyl-Aminoantipyrin (FAA) in dieser Klasse hinzu. Die Schätzungen der Jahresfrachten an den Probenahmeorten ergeben 2019 für alle untersuchten PFC Summenwerte zwischen 0 und 40 kg/a (Arnsberg bzw. Bochum). Im Jahr 2019 werden für alle Flammschutzmittel Jahresfrachten zwischen 10 und 550 kg/a ermittelt, während die Jahresfrachten für alle untersuchten Pharmaka mit Werten zwischen 0,5 und ca. 12 t/a abgeschätzt werden (jeweils als Summenwerte für die Stoffgruppen).

17 Auswirkungen von Trockenperioden auf die Wasserversorgung

*Bernd Heinz, Wasserwerke Westfalen GmbH;
Dr. Michael Plath, RWW Rheinisch-Westfälische
Wasserwerksgesellschaft mbH*

Einleitung

Viele Branchen und Wirtschaftsbereiche sind durch den Klimawandel direkt oder indirekt, z. B. über neue CO₂-Ziele, betroffen. Die Jahre 2018 und 2019 markierten eine Kehrtwende in der Wasserversorgung. Vormalig ausreichende Ressourcen, Kapazitäten und Strukturen wie auch langjährige Strategien sind anzupassen. Trinkwasserversorger an der Ruhr setzten sich neben dem Klimawandel mit dem fortschreitenden Strukturwandel, neuen Bevölkerungsentwicklungen und einer gestiegenen Wertschätzung von Trinkwasser auseinander. 2018 und 2019 gab es langanhaltende Trockenphasen, die nicht nur Auswirkungen auf die Talsperrenbewirtschaftung hatten. Auch die Wasserversorgung wurde in den unterschiedlichsten Bereichen vor große Herausforderungen gestellt. Eine spürbare Auswirkung auf Grund einer langen Trockenperiode ist die veränderte Rohwasserqualität in den Oberflächengewässern. Weiterhin konnte ein extremer werdendes Nutzerverhalten beobachtet werden, welches hohe Bedarfsspitzen zur Folge hatte.

Witterungsbedingte lange Trockenphasen

Extreme Wettersituationen traten das ganze Jahr 2018 in jeder Jahreszeit auf. Anfang März war es lange sehr kalt und Ende Mai gab es die erste Hitzewelle. Der April war der wärmste seit Beginn offizieller Temperaturmessungen. Die Niederschlagsmenge lag im Frühjahr deutlich unter dem langjährigen Mittel. Der Sommer sorgte für viele regionale Rekorde, nur 2003 war er noch heißer und der Deutsche Wetterdienst (DWD) stellte fest, dass nur der Sommer 1911 noch trockener war. Mit nur 54 % des Niederschlags gab es in vielen Gebieten in Deutschland eine Dürre und auch die Sonnenstunden lagen knapp 30 % über dem langjährigen Mittel, was die Dürre-Situation negativ beeinflusste. Es folgte ein zu trockener Herbst mit viel Wärme und Sonnenschein. Erst der Winter 2018/2019 brachte Entlastung, ist aber auch wieder als extrem zu bezeichnen und war laut DWD ein sehr milder und niederschlagsreicher mit viel Sonnenschein.

Das Frühjahr 2019 war anfänglich zu warm und trocken, was sich im Mai wieder ausglich. Der Sommer wiederum war extrem niederschlagsarm und sonnenscheinreich und sorgte mit einer Hitzewelle und neuen Temperaturrekorden für eine erhebliche Verschärfung der Dürre. In Nordrhein-Westfalen gab es fast 34 % mehr Sonnenstunden und der Niederschlag war fast 60 % geringer als im langjährigen Mittel.



Bild 17.1: Feierlichkeiten zur Einweihung der Möhnetalsperre im Juni 1913

Fig. 17.1: Celebrations on the occasion of the opening of the Möhne reservoir in June 1913

Diese aufeinander folgenden Trockenphasen müssen in Teilen zusammen betrachtet werden. Der Bodenfeuchtehaushalt konnte sich vor der nächsten Trockenphase nach dem Jahr 2018 nicht komplett regenerieren. Dies führte dazu, dass es bei der Bewertung der Bodenfeuchte 2019 große Bereiche in Deutschland mit einer außergewöhnlichen Dürre gab.

Historische Bewirtschaftung der Ruhr

Mit der Industrialisierung des Ruhrgebiets wurde die Ruhr als Ressource für eine sichere Trinkwasserversorgung für Bürger und Wirtschaft genutzt. So wurde 1872 in Schwerte-Villigst das erste Wasserwerk zur Versorgung von Dortmund errichtet. Wenige Jahrzehnte später ergänzten erste Talsperren, wie z. B. die Möhnetalsperre, das System. Sie dienen bis heute zur Vergleichmäßigung der Ruhrwasserführung (Zuspeisung in



Bild 17.2: Wasserkraftwerk Westhofen und Direktpumpe 1922
Fig. 17.2: Waterworks Westhofen and direct pumping system 1922

Trockenperioden und Hochwasserrückhalt). Erbaut wurden sie von privaten Organisationen, um die Wasserversorgung zu sichern; so vom Ruhrtalsperrenverein als Vorgängerorganisation des heutigen Ruhrverbands. Damit wurde die Ruhr zu einem Ressourcensystem mit hoher Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit. (Bild 17.1)

Die im Flusssystem enthaltene potenzielle Energie wird seit rund 100 Jahren von Wasserwerken zur Wasserversorgung genutzt. Ursprünglich trieben Laufwasserkraftwerke über Turbinen die Förderpumpen direkt an, um Trinkwasser über die Höhenzüge des Ruhrtals in die Versorgungsgebiete zu fördern. (Bild 17.2)

Dies waren u.a. versorgungstechnische Gründe für Mindestabflüsse am Pegel Villigst. Mittlerweile haben sich elektrische Pumpen durchgesetzt und die Wasserkraftanlagen erzeugen ausschließlich Strom über Generatoren. Bei den Wasserwerken Westfalen (WWW) wurden die letzten Anlagen in 2011 (Westhofen) und in 2016 (Villigst) umgebaut.

Mengenrückgängen seit den 80er Jahren wurde durch Stilllegungen und Kooperationen der Wasserwerke begegnet. Der Wasserbedarf der Stadt Dortmund hat sich seit den 1970er Jahren durch Strukturwandel und Effizienzmaßnahmen praktisch halbiert. So ist heute die Kundengruppe „Privatkunde und Gewerbe“ absolut dominierend. Bis vor kurzem stand vorwiegend die Wasserqualität im Fokus, die durch weitere Aufbereitungsstufen an der Ruhr verbessert wird, Stichwort: Aktivkohle.

Die Trinkwasserversorger an der Ruhr haben auf klimatische und strukturelle Veränderungen mit Kapazitätsanpassungen, Investitionen, flexibleren Betriebsweisen und pragmatischerem Vorgehen reagiert.

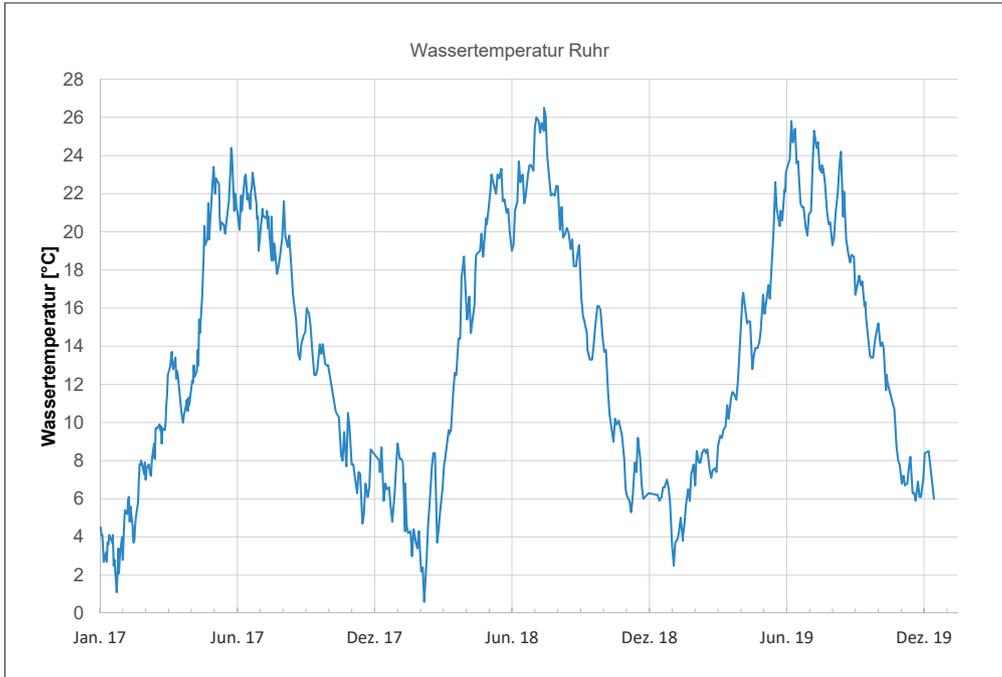


Bild 17.3: Temperaturverlauf der Ruhr, 2017 bis 2019, gemessen an den Rohwasserentnahmen der Styruemer Wasserwerke
Fig. 17.3: Temperatures in the Ruhr, 2017 to 2019

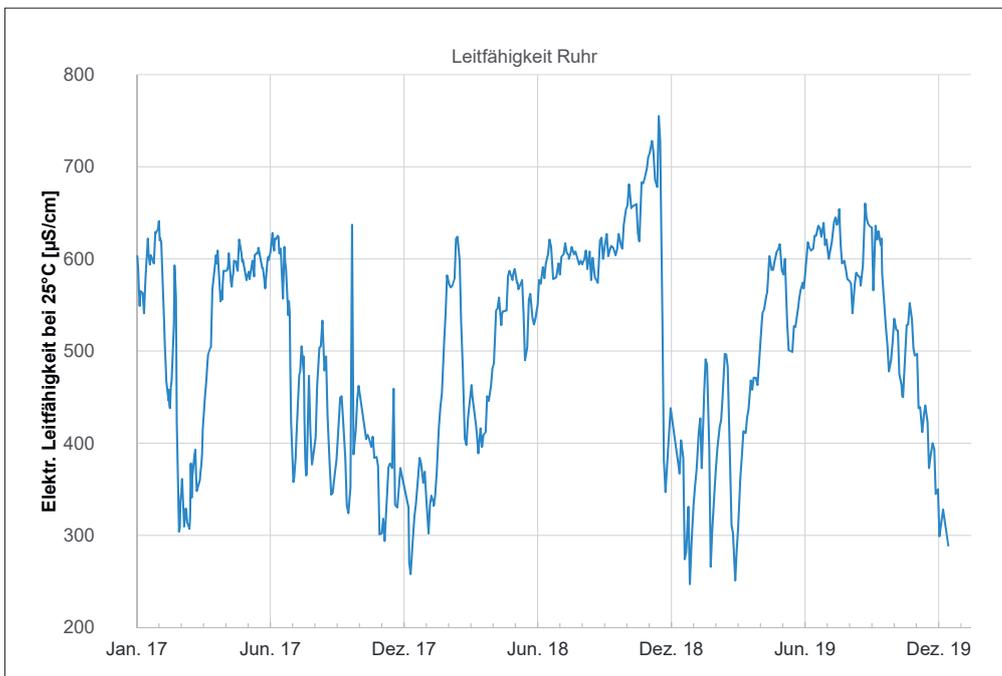


Bild 17.4: Verlauf der Leitfähigkeit der Ruhr, 2017 bis 2019, gemessen an den Rohwasserentnahmen der Styruemer Wasserwerke
Fig. 17.4: Conductivity of the Ruhr, 2017 to 2019

Veränderung der Rohwasserqualität

Durch das veränderte Abflussgeschehen und die mit der Trockenheit zumeist einhergehenden Wärme verändert sich auch die Rohwasserqualität. In Bild 17.3 ist der Temperaturverlauf der Jahre 2017 bis 2019 dargestellt. Speziell in den Wintermonaten 2018 und 2019 sank die Temperatur auf Grund der milden Winter nicht so stark ab.

Die Leitfähigkeit ist ein gutes Beispiel für einen veränderten Verlauf im Jahresgang. Im Jahr 2019 war die Leitfähigkeit zum Beispiel im Vergleich zum Jahr 2017 sehr lange sehr hoch. Noch extremer stellt sich das Jahr 2018 dar, da die Leitfähigkeit noch länger und noch höher war, mit einem Maximum erst Anfang Dezember 2018. Bild 17.4 stellt den Verlauf dar. Eine erhöhte Leitfähigkeit, speziell im Rohwasser, ist nicht kritisch. Allerdings ist ein hoher Wert ein Zeichen dafür, dass die

Konzentration von bestimmten Wasserinhaltsstoffen (z. B. Natrium und Calcium) erhöht ist. Höhere Frachten bedeuten auch mehr Aufwand für die Wasseraufbereitung. Die weitergehende Aufbereitung an der Ruhr hält die Stoffe sicher zurück und gewährleistet eine Trinkwasserqualität, die allen gesetzlichen Vorgaben entspricht.

Veränderung Wasserbedarf

Es wurde bereits die Witterung in den Jahren 2018 und 2019, speziell in den Sommermonaten, dargestellt. Eine lange Trockenheit bzw. Dürre sowie hohe Temperaturen sorgen dafür, dass der Wasserbedarf temporär steigt. Die Gärten werden vermehrt gewässert, es wird mehr geduscht, Planschbecken und Pools werden gefüllt, usw. Hierbei konnten in den Jahren 2018 und 2019 unterschiedlichste Entwicklungen festgestellt werden. Der tägliche Wasserbedarf stieg, zum Beispiel lag die maximale Tagesabgabe bei der RWW Rheinisch-Westfälischen Wasserwerksgesellschaft 2018 bei 246.000 m³/d und 2019 bei 251.000 m³/d. Weiterhin konnte eine Veränderung beim Stundenspitzenbedarf festgestellt werden. Diese markanten Entwicklungen im Stunden- und Tagesbedarf waren vor wenigen Jahren nicht absehbar. Dabei ist die Jahresmenge z. B. bei WWW weit unterproportional gestiegen (von 101,3 Mio. m³ im Jahr 2016 auf 105,6 Mio. m³ im Jahr 2019). Im Fokus liegen die kurzfristigen Spitzen, nicht der Gesamtbedarf.

Veränderung des Tagesspitzenbedarfs

Bei WWW ist der Tagesbedarf an Spitzentagen die entscheidende Größe, da die meisten Versorgungsgebiete für 1,5 Mio. Menschen über Hochbehälter mit entsprechender Speicherkapazität versorgt werden. 2019 betrug die höchste Tagesförderung 408.000 m³ und überschritt den Spitzentag 2018 mit 387.000 m³ deutlich. Letztmals war im Jahr 2003 eine höhere Tagesmenge bei letztlich deutlich höherer Jahresmenge produziert worden. Die Spreizungen zwischen Min-/Max-Tagesförde-

runge sind 2018 und 2019 stark gestiegen. Im gleichen Zeitraum haben die Tage mit hoher und sehr hoher Förderung signifikant gegenüber den Vorjahren zugenommen (Bild 17.5).

Veränderung des Stundenspitzenbedarfs

Die Veränderungen des Stundenspitzenbedarfs werden anhand von RWW Förderdaten dargestellt. 2018 betrug die Trinkwasserförderung der Wasserwerke in der Spitzenstunde 13.755 m³/h (Juli). 13.889 m³/h wurden im Juni 2019 erreicht. Diese von allen RWW-Wasserwerken abgegebene Menge zeigt aber noch nicht die spezielle Herausforderung. Weiterhin ist anzumerken, dass der Stundenmittelwert häufig nicht entscheidend ist, sondern die in 15 Minuten bzw. sogar in wenigen Minuten zu fördernde Wassermenge. Bild 17.6 zeigt den Wasserbedarf einer Zone mit fast reiner Wohnbebauung. Dargestellt sind die Tagesverläufe der Spitzentage in den Jahren 2017 bis 2019. 2019 lag der Spitzenbedarf am Abend fast 10 % höher als 2018. Weiterhin zeigt das Bild sehr deutlich, worin die Herausforderung liegt: nachts werden Abgaben unter 10 m³/h erreicht und in der Spitze 480 m³/h abgenommen. Diese Extreme in der gezeigten Zone finden sich auch in anderen Versorgungszonen.

Niedrigwassermanagement Ruhr

Die Ruhr als 24/7-„Vorlieferant“ ist unverzichtbar für die Trinkwasserversorgung von ca. 4,5 Mio. Menschen. Bisher waren die Talsperren mit einem einfachen, auf niederschlagsreiche Zeiten basierenden Bewirtschaftungskonzept gut zu managen. Kernpunkte sind fixe gesetzliche Mindestabflüsse an den Pegeln Villingst und Hattingen, verankert im Ruhrverbandsgesetz. Diese binäre Steuerung genügt den Anforderungen im Klimawandel nicht mehr, wie die beiden letzten Jahre zeigten. Zur Risikominderung (insbesondere bei Kombination von trockenen Sommern und trockenen Wintern) ist mit den Talsperrenressourcen viel schonender umzugehen, um die Trinkwas-

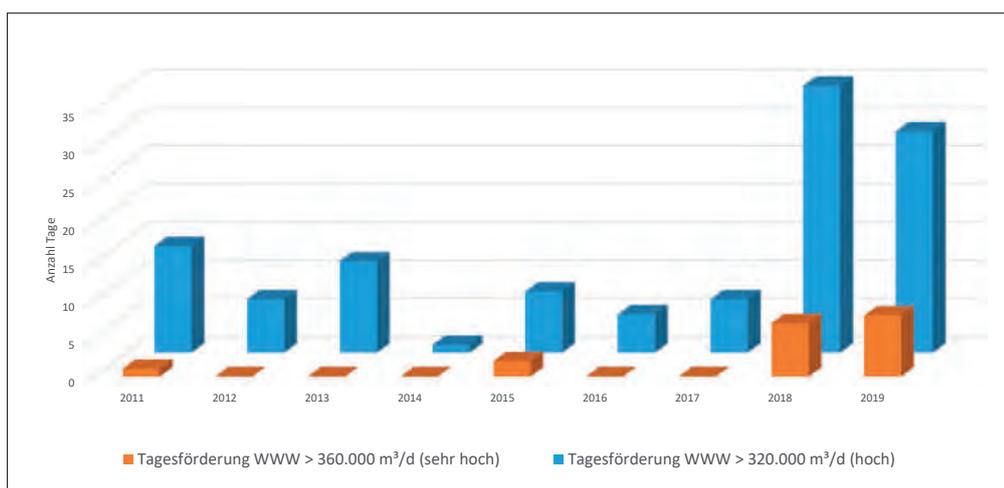


Bild 17.5: Entwicklung der Tagesförderung im Hochlastbereich
Fig. 17.5: Development of daily supply at peak times

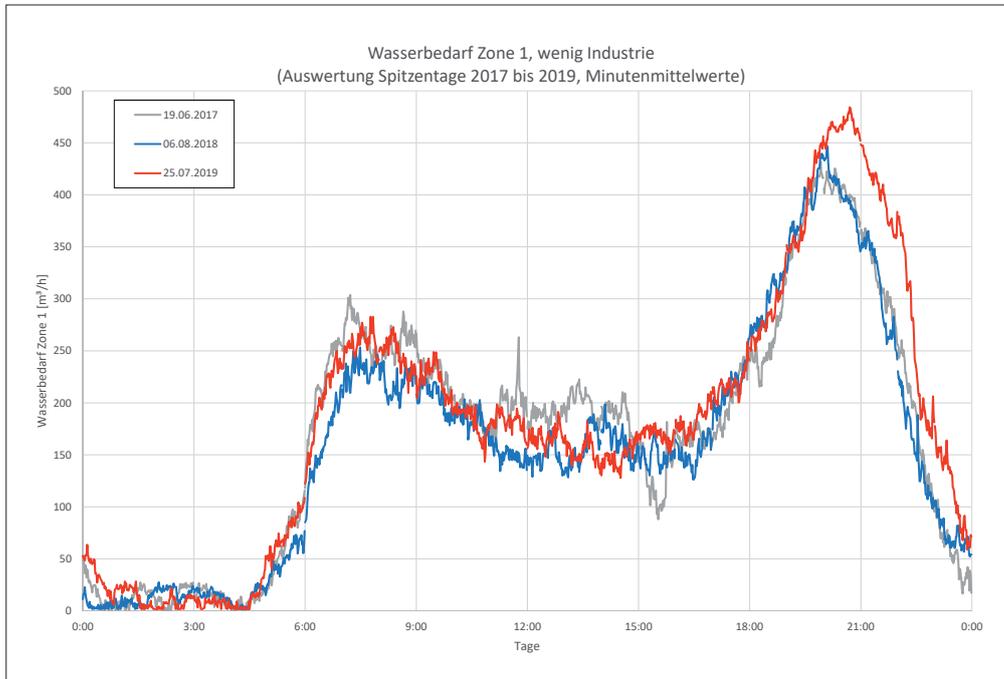


Bild 17.6: Beispielhafter Verlauf des Wasserbedarfs einer Zone am Spitzentag
Fig. 17.6: Example of the development of a zone's water requirements on a peak day

serversorgung auch für längere Trockenperioden zu sichern. Mittel- bis langfristig ist mit weiteren Ruhrwassernutzern zu rechnen, z. B. durch steigenden Bewässerungsbedarf der Landwirtschaft.

Weitere Talsperren sind aus heutiger Sicht nicht notwendig, aber eine modernere und dynamischere Talsperrenbewirtschaftung als im bisherigen System tut Not. Die Wasserversorger fordern vom Gesetzgeber Rahmenbedingungen für eine deutlich flexiblere und bürokratieärmere Handhabung. Zur nachhaltigen Sicherung der Trinkwasserversorgung benötigt unser Vorlieferant Ruhrverband deutlich mehr Handlungsspielraum. Er muss schneller und eigenverantwortlicher agieren dürfen. Starre Mindestabflüsse und lange Genehmigungszeiten für Ausnahmen passen nicht zur Dynamik des Klimawandels. Daher brauchen wir umgehend einen Systemwechsel des Wassermanagements hin zu Vertrauen, Geschwindigkeit, Mut zu mehr Pragmatismus sowie der Bereitschaft bei Bedarf schnell nachzusteuern.

Fazit

Trinkwasser als Lebensmittel Nr. 1 lebt vom Vertrauen in Qualität und Sicherheit. Daher besitzen Wasserversorger und auch der Ruhrverband ein hohes Eigeninteresse verantwortungsvoll und transparent mit der Ressource Ruhr und dem Produkt Trinkwasser im Klimawandel umzugehen. Die Wasserversorger passen sich den neuen Anforderungen mit Investitionen und flexiblerem Betrieb an. Jetzt benötigen die Verantwortlichen für ihre Talsperren mehr Flexibilität, um das Gesamtsystem zukunftsfest zu gestalten. Die Wasserwirtschaft an der Ruhr muss bei Investitionen und Nachhaltigkeit weiter in Generationen denken und handeln und bei der Bewirtschaftung der Ressourcen deutlich flexibler werden, als es die aktuellen Rahmenbedingungen zulassen.

18 Wasserwende – Leitungs- statt Flaschenwasser

Mareike Roszinsky, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen;
Ramon Stegink, Rheinisch-Westfälische
Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim

Als Partner des Vereins a tip:tap unterstützen die GELSENWASSER AG und das RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH das bundesweite Projekt „Wasserwende“. Ziel ist der Umstieg von Flaschen- auf Leitungswasser. In bundesweit zwölf Wasser-Quartieren, unter anderem in Gelsenkirchen und Mülheim, sollen gemeinsam mit den lokalen Wasserversorgern und weiteren Partnern die Vorteile von Trinkwasser betont werden.

Leitungswasser zu trinken, ist aktiver Klimaschutz. Wer zu Kraneberger statt Flaschenwasser greift, reduziert Plastikmüll, schont Ressourcen und verringert den eigenen CO₂-Fußabdruck. Mit seinem Projekt „Wasserwende“ engagiert sich der Berliner Verein **a tip:tap e. V.** für den Umstieg von Flaschen- auf Trinkwasser (Bild 18.1). Dazu setzt das Team auf vier Säulen:



Bild 18.1: Plakat von a tip:tap zur Wasserwende: fünf Gründe für Trinkwasser aus dem Hahn

Fig. 18.1: Poster by a tip:tap promoting five reasons for tap water

1. Trinkorte schaffen – zum Beispiel öffentliche Brunnen
2. Bildungsangebote organisieren - für Kitas und Schulen
3. Beratung anbieten – für Unternehmen, Vereine und Verwaltungen
4. Bürger*innen motivieren, auf Leitungswasser umzusteigen – durch Aktionen und Infostände

Was im Mariannenkiez in Berlin-Kreuzberg mit einigen Ehrenamtlern begann, ist inzwischen zu einer bundesweiten Initiative geworden. Unterstützt wird der Verein vom Bundesumweltministerium, das 1,3 Mio. Euro aus Fördermitteln der Nationalen Klimaschutzinitiative bereitstellt. Es läuft insgesamt drei Jahre bis zum 30. April 2022. Bundesumweltministerin Svenja Schulze war auf die Initiative aufmerksam geworden.

Zwölf Wasser-Quartiere bundesweit

Die AWWR-Mitgliedsunternehmen Gelsenwasser und RWW zählen zu den insgesamt zwölf Trinkwasserversorgern, die sich an dem Projekt beteiligen. Die Wasserversorger sind die regionalen Partner von a tip: tap. Nach dem Vorbild des Berliner Wasserkiezes werden gemeinsam Wasser-Quartiere aufgebaut (Bild 18.2).

Neben den vier Säulen geht es dabei auch vornehmlich um das Netzwerken, um die Idee der Wasserwende populär zu machen und möglichst viele Menschen über Trinkwasser und seine einwandfreie Qualität aufzuklären und zu einem Wechsel im Verbraucherverhalten zu bewegen.

Wasser-Quartier Gelsenkirchen: a tip:tap mitten in Ückendorf

Das Wasser-Quartier Gelsenkirchen umfasst die Stadtteile Ückendorf, Alt- und Neustadt, mit zusammen knapp 35.000 Einwohner*innen. Ückendorf ähnelt dem Wasserkiez in Berlin-Kreuzberg. Es ist ein multikulturelles, vielfältiges Stadtviertel, das viele Jahrzehnte als Problemviertel Gelsenkirchens galt, mit hoher Arbeitslosenquote und schwieriger sozialer Lage. Das spiegelte sich in heruntergekommen Häusern, leeren Ladenlokalen und NoGo-Areas. Doch das ändert sich seit einigen Jahren sukzessive. Wissenschaftspark, Kreativ-Quartier und weitere städtische Initiativen verändern langsam das Bild in Ückendorf, stark gefördert vom Land. Die meisten finanziellen Mittel fließen in Projekte an der Bochumer Straße – der wichtigsten Straße des Viertels. Dort haben auch die Gelsenkirchener Mitarbeiter von a tip:tap in einem Coworking-Space ein Zuhause gefunden. Die Umgebung mit Künstlern und Start-ups einerseits, der multikulturellen Bevölkerung und städtischen Einrichtungen andererseits bietet ein kreativ-soziales Umfeld.

Von dort plant a tip:tap die Wasserwende in Gelsenkirchen mit seiner Aktionskraft vor Ort. Bei Gelsenwasser wird das Projekt organisatorisch von einer Mitarbeiterin betreut. Der enge Austausch mit a tip:tap sowie eine rege Beteiligung an Veranstaltungen und gute gegenseitige Unterstützung, auch von der



Bild 18.2: Geschäfte, öffentliche Einrichtungen und Gastronomie können durch die Refill-Stationen Leitungswasser anbieten und auf Flaschenwasser verzichten.

Fig. 18.2: Shops, public places and catering businesses can offer tap water via refill stations and do without bottled water.

Stadtverwaltung, sorgen dafür, dass das Wasser-Quartier nach und nach bekannt wird. So übernahm Oberbürgermeister Frank Baranowski die Schirmherrschaft für das Wasserquartier Gelsenkirchen. Und auch die Stadt-erneuerungsgesellschaft kooperiert mit a tip:tap.

Start mit dem ersten Trinkwasserspender

Nach über sechs Monaten Vorbereitung im Jahr 2019 ist das Wasser-Quartier Ückendorf im Januar 2020 offiziell an den Start gegangen. (Bild 18.3). Auftakt war die Einweihung der Bewegungshalle „Sport Bude“ an der Bochumer Straße.

Gleichzeitig wurde dort der erste Trinkwasserspender des Wasser-Quartiers in Betrieb genommen – gesponsert von Gelsenwasser. Seitdem können dort durstige Sportler direkt frisches Leitungswasser zapfen. Bei der Eröffnung waren der Oberbürgermeister, Gelsenwasser-Vorstandsvorsitzender Henning R. Deters und natürlich das Team von a tip:tap dabei.

Hier wird seit dem Start ein Netzwerk aufgebaut, um die Wasserwende in Ückendorf populär zu machen. Es werden Refill-Stationen auf der Bochumer Straße eröffnet, das Angebot an Online-Beratungen kontinuierlich auf- und das Netzwerk digital ausgebaut.

Wasserwende im Wasser-Quartier Mülheim(-Styrum)

Auch im neuen Wasser-Quartier in Mülheim im Ortsteil Styrum geht es voran. In einem Pressetermin (Bild 18.4) haben die Vertreterinnen von a tip:tap, Alexandra Jaik (Regionalkoordinatorin Nord-West) und Franziska Adams (Ansprechpartnerin in Mülheim), das Vorhaben vorgestellt und den aktuellen Sachstand erläutert. Adams brachte eingangs noch einmal die Vorteile einer Umstellung von Mineral- auf Trinkwasser aus der Leitung auf den Punkt: „Wer auf Leitungswasser umsteigt, spart nicht nur CO₂, sondern auch Geld, vermeidet Plastikmüll und schont folglich die Umwelt. Und frisch ist es sowieso.“

Zahlreiche Partner unterstützen

Dem Verein ist es gelungen, Mülheims Oberbürgermeister als Schirmherrn zu gewinnen. Für den Referenten des Oberbürgermeisters und RWW-Aufsichtsratsmitglied Guido Brücker ist es selbstverständlich, sich hier zu engagieren: „Es ist ein tolles Projekt, das auf Nachhaltigkeit abzielt, bei der Diskussion über Klima und Plastikvermeidung Aufmerksamkeit erzeugt und bestenfalls zum Mitmachen anregt. Daher ist auch die Mülhei-



Bild 18.3: Offizielle Eröffnung des Wasser-Quartiers Gelsenkirchen mit Oberbürgermeister und Schirmherr Frank Baranowski, Gelsenwasser-Vorstand Henning R. Deters und Regional Koordinatorin Alexandra Jaik von a tip:tap (v.l.).

Fig. 18.3: Official opening of the water district Gelsenkirchen with Senior Mayor and Patron Frank Baranowski, Gelsenwasser Board Member Henning R. Deters and Regional Coordinator Alexandra Jaik from a tip:tap (from left)



Bild 18.4: Pressetermin zum neuen Wasserquartier in Mülheim-Styrum (v.l.): Franziska Adams, Ansprechpartnerin von a tip:tap vor Ort, Referent des Oberbürgermeisters und RWW-Aufsichtsratsmitglied Guido Brücker, Elena Karmann vom Centrum für Bürgerschaftliches Engagement (CBE), Alexandra Jaik, Regionalkoordinatorin Nord-West, und RWW-Pressesprecher Ramon Steggink.

Fig. 18.4: Press event on the new water district Mülheim-Styrum (from left): Franziska Adams, contact person for a tip:tap, Guido Brücker, advisor to the senior mayor and Supervisory Board Member of RWW, Elena Karmann from the non-profit organization Centrum für Bürgerschaftliches Engagement (CBE), Alexandra Jaik, Regional Coordinator North-West, and RWW spokesperson Ramon Steggink

mer Klimainitiative an Bord.“ Mit der Feldmann-Stiftung, der Willy-Brandt-Schule, dem Sportverein Styrumer TV und dem CBE Centrum für bürgerschaftliches Engagement sind weitere namhafte Einrichtungen aus dem Stadtteil von der Idee überzeugt und gewillt, a tip:tap zu unterstützen. CBE-Geschäftsführer Michael Schüring setzt noch einen drauf: „Unsere Talentwerkstatt in Styrum ist Refill-Station. Fußgänger, Besucher und sonstige Interessierte können ab sofort ihre mitgebrachte Trinkflasche bei uns mit Leitungswasser nachfüllen. Ein blauer Aufkleber draußen am Gebäude weist darauf hin.“

Die RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft hat mit Styrum einen Ortsteil für das Wasser-Quartier vorgeschlagen, in dem sie ausgezeichnet vernetzt ist und so Kontakte herstellen kann. Neben zahlreichen partnerschaftlich verbundenen Vereinen, Schulen und auch Initiativen betreibt die RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft dort zwei Wasserwerke und auch das Aquarius Wassermuseum, wo Themen der Trinkwasserversorgung und des vorbeugenden Gewässerschutzes mit Multimedia-Präsentationen und Computer-Technik vermittelt werden. Zudem ist mit dem IWW Zentrum Wasser ein namhaftes Beratungs- und Forschungsunternehmen im Stadtteil vertreten.

Weitere Infos unter

<https://www.gelsenwasser.de/wasser/wasserwende/>

www.wasserwende.org

<https://www.bmu.de/pressemitteilung/bundesumweltministerium-foerdert-klimafreundliche-trinkwasser-quartiere/>

19 Untersuchungen der Grubenwasserqualität aus Erb- und Wasserlösungsstollen im Einzugsgebiet der unteren Ruhr

Dr. Mathias Schöpel, Bochum (vormals RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr)

Einleitung

Im Ruhrgütebericht 2018 [19.1] wurde über die mögliche Auswirkung der Grubenwassereinleitungen aus dem Altbergbau auf die Wassergüte der unteren Ruhr berichtet, wobei der Beitrag auf bereits vorhandenen und veröffentlichten Literaturdaten basierte. In Ergänzung zu diesen Daten beschloss die AWWR, zusätzliche eigene Untersuchungen zur aktuellen Wasserqualität an bedeutenden Erb- und Wasserlösungsstollen durchzuführen. Hierzu wurden im Raum Wetter, Witten und Sprockhövel der Schlebuscher, Franziska, St. Johannes und Edeltraut Erbstoppen quartalsweise über ein Untersuchungsjahr beprobt, um so möglichst auch jahreszeitliche Schwankungen der Wasserqualitäten in Abhängigkeit der Abflussmengen und geochemischen Prozesse zu erfassen. Zusätzlich wurden je eine Wasserprobe aus zwei weiteren Erbstoppen im Bochumer Raum (General 5 und Isabella) gezogen, die nördlich der Ruhr im Wirkungsbereich der RAG-Grubenwasserhaltungen liegen.

Neben der Analytik der wichtigsten anorganischen Haupt- und Spurenstoffe zur Charakterisierung der Wasserchemie wurden auch mikrobiologische Parameter bestimmt, um eventuelle Einleitungen von Fremdwasser wie Niederschlags- und Abwasser in die Erbstoppen zu erfassen.

Untersuchungsgebiet

Der Steinkohlenbergbau im Ruhrrevier begann bekanntlich im 13. Jahrhundert dort, wo das Ruhrkarbon unmittelbar unter der Erdoberfläche ansteht und mit einfachen technischen Mitteln Kohle abzubauen war [19.2]. In diesem über 500 km² großen Gebiet südlich und nördlich der unteren Ruhr zwischen Harkort- und Baldeneysee existieren noch heute eine große Anzahl von Erb- und Wasserlösungsstollen, die überwiegend im 18. und 19. Jahrhundert von den Bergleuten errichtet wurden und erst mit dem Übergang der Zechen zum Tiefbau und der Einführung von Wasserhaltungen mittels Förderpumpen

[19.1] Schöpel, M.: Betrachtung der möglichen Auswirkungen der Grubenwassereinleitungen aus Erb- und Wasserlösungsstollen des Altbergbaus auf die Wassergüte der unteren Ruhr, Ruhrgütebericht 2018, 162-166, Essen

[19.2] Pfläging, K.: Die Wiege des Ruhrkohlenbergbaus, Geschichte der Zechen im südlichen Revier, Verlag Glückauf GmbH, 1987, Essen

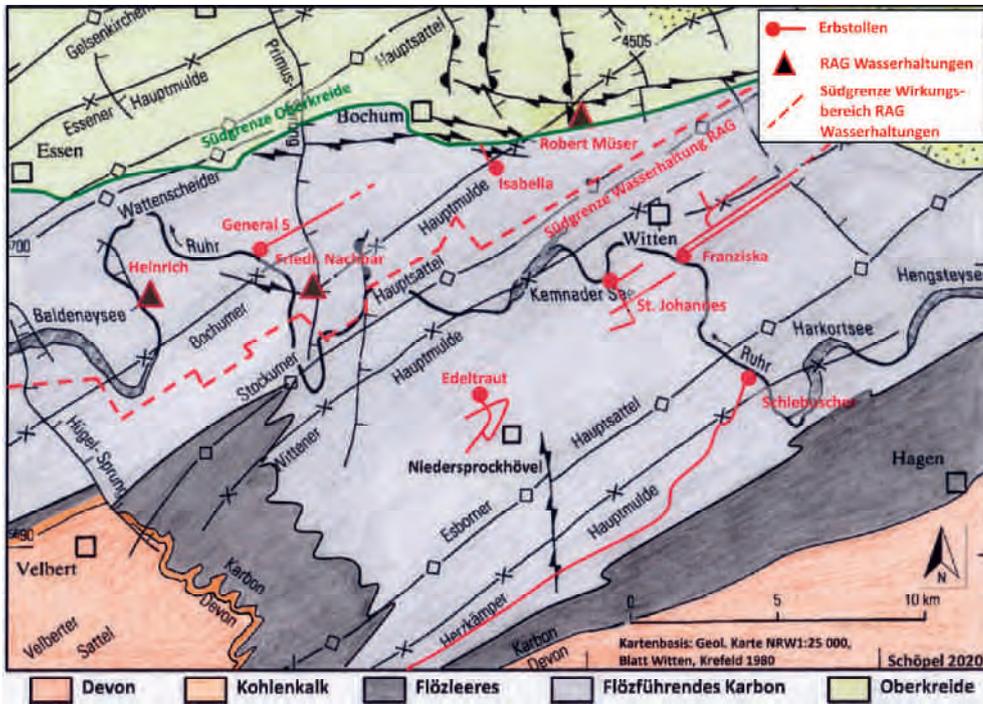


Bild 19.1: Geologie des Untersuchungsgebietes mit Lage der Probenahmestellen

Fig. 19.1: Geology of the investigated area with the location of sampling points

Mitte des 19. Jahrhunderts ihre herausragende Aufgabe zur Ableitung der Grubenwässer verloren. Dennoch erfüllen diese Stollen bis heute ihre ursprüngliche Aufgabe und sind an vielen Stellen im südlichen Ruhrrevier durch Austritte von Grubenwasser aktiv.

Im Bild 19.1 ist die geologische Situation des Untersuchungsgebietes mit den Probenahmestellen sowie den auch zukünftig betriebenen RAG-Grubenwasserhaltungen [19.3] dargestellt. Hier ist zudem die geologische Grundstruktur des Gebietes mit den wichtigsten tektonischen Mulden- und Sattelstrukturen, die das Ruhrkarbon im südlichen Ruhrrevier gliedern und für die Grubenwasserführung des Steinkohlengebirges von Bedeutung sind, enthalten, worauf später mehrfach eingegangen wird.

Im Untersuchungsgebiet besitzt das deckgebirgsfreie flözführende Karbon eine Flächengröße von ca. 440 km², wovon ca. 280 km² südöstlich des Stockumer Hauptsattels liegen und die Herzkämper und Wittener Hauptmulden umfassen, wo vorrangig Mager- und Esskohlen anstehen und abgebaut wurden. Nordwestlich des Stockumer Sattels befindet sich ein ca. 160 km² großes Areal mit der Bochumer Hauptmulde, wo neben den erwähnten beiden Kohlenarten bereits die jüngeren Fettkohlen abgebaut wurden, die für eine Verkokung geeignet sind. Auffallend ist, dass die Südgrenze des Wirkungsbereiches der RAG-Grubenwasserhaltungen weitgehend parallel zur Faltenachse des Stockumer Sattels verläuft und damit eine wichtige hydraulische Barriere für die Grubenwasserführung im südlichen Ruhrrevier darstellt.

Tabelle 19.1: Daten zu den untersuchten Erb- und Wasserlösungsstollen
Table 19.1: Data on the investigated drainage and dewatering adits

Erbstopfen	UTM Geodaten		Höhe in mNHN	Örtlichkeit	Gesamtlänge in m	errichtet Jahr
		Örtlichkeit				
Franziska Erbstopfen (Wittener Hauptmulde)	56 98942 3 84269	Mundloch Stollen	82	Witten	4.000	1772-1855
St. Johannes Erbstopfen (Wittener Hauptmulde)	56 97996 3 81873	Mundloch Stollen	86	Witten	8.500	1767-1887
Schlebuscher Erbstopfen (Herzkämper Hauptmulde)	56 94445 3 86458	Mundloch Rösche	101	Wetter	ca. 15 .000	1765-1865
Edeltraut Erbstopfen (Wittener Hauptmulde)	56 93211 3 77152	Mundloch Rohr	137	Sprockhövel	600	1858-1865
Isabella Erbstopfen (Bochumer Hauptmulde)	57 02775 3 79763	Sammel- schacht	90	Bochum	über 1.000	1833-1837
General 5 Erbstopfen (Bochumer Hauptmulde)	56 99685 3 70636	Kanal- schacht	65	Bochum	3.200	1792-1828

Nach den Daten des Deutschen Wetterdienstes [19.4] fallen in dem Untersuchungsgebiet durchschnittlich ca. 873 (Station Bochum) bis 935 mm/a (Station Witten-Gedern) Niederschlag (Jahresdurchschnittswerte 1981 bis 2010). Die mittlere Grundwasserneubildungsrate wird nach den Daten des DWD mit ca. 150 bis 200 mm/a angegeben. Für den Bereich des zutage tretenden flözführenden Karbons ist mit einer Grundwasserneubildungsrate von maximal 6 l/s pro km² und Jahr (entsprechend 190 mm/a) auszugehen [19.5].

Probenahmestellen

In der Tabelle 19.1 sind die wichtigsten Daten der untersuchten Stollen aufgeführt [19.6]. Das Mundloch des Franziska Erbstollens befindet sich am Mühlengraben in Witten und musste vor einigen Jahren wegen eines Verbruchs unter der Ruhrstraße aufwändig saniert werden [19.7]. Diese Arbeiten wurden von der Bergbehörde dazu genutzt, am Stollenausgang Einrichtungen zur Messung des Abflusses und verschiedener chemisch-physikalischer Parameter zu installieren.

Das Mundloch des St. Johannes Erbstollens liegt unmittelbar am Ruhrufer unterhalb der Burg Hardenstein und entwässert bis heute das Steinkohlengebirge oberhalb der Erbstollensohle der ehemaligen Zechen im Revier von Witten-Bommern.

Der Schlebuscher Erbstollen erreicht mit seinen Querschlägen eine Länge von ca. 15 km Länge und ist damit der längste Entwässerungstollen im Ruhrrevier. Das Mundloch mündet unter einer Steinplatte der Rösche am Stollenbach in Wetter-Wengern. Das Grubenwasser bestimmt maßgeblich die Wasserführung des Baches, der zur Ruhr hin entwässert (Bild 19.2).

Im Februar 2020 trat als Folge des starken Anstiegs des Grubenwasserabflusses infolge hoher Niederschläge der Stollenbach über die Ufer, führte zu Überschwemmungen der Wiesen und zu einer intensiven Rotfärbung des Baches (Bild 19.3).

Der Edeltraut Erbstollen führt bis heute das Grubenwasser der ehemaligen Zeche Alte Haase in Sprockhövel ab. Der Stollen mündet an der Straßenböschung der Bredenscheider Straße (L 651) unterhalb von Niedersprockhövel und besteht aus einer Betonrohrleitung. Der Stollen kann bei Starkregenereignissen überlaufen (Bild 19.4), so dass die Wiesen am Sprockhöveler Bach überflutet werden.

Der in einem Schachtbauwerk endende Isabella Erbstollen liegt in Bochum-Laer und diente zuletzt der Ableitung des Grubenwassers der Zeche *Dannenbaum*, das oberhalb der Erbstollensohle anfiel. Dieses Wasser, gemischt mit Grundwasser aus einer Drainage, wird heute für die Speisung der Gräfte der Wasserburg *Haus Laer* genutzt. Für die Nutzung des Grund- und Grubenwassers existiert eine wasserrechtliche Genehmigung der Stadt Bochum.

Im Gegensatz zu vielen anderen Erbstollen-Anlagen, die im Bereich der Bochumer Hauptmulde liegen, weist der General 5

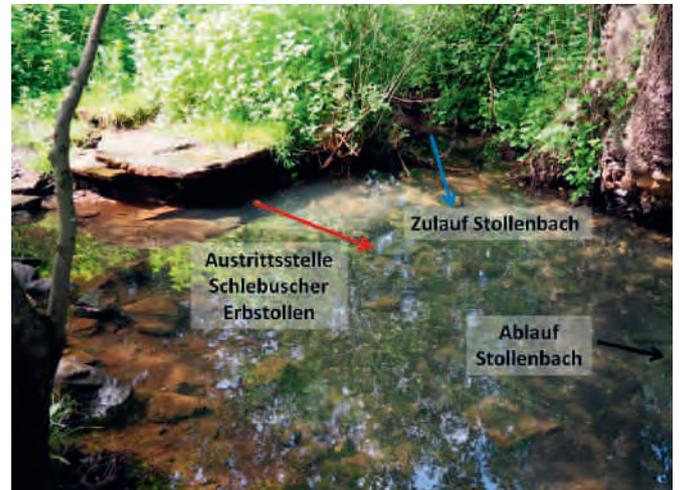


Bild 19.2: Rösche des Schlebuscher Erbstollens (Fotos Schöpel 2019)
Fig. 19.2: Trench of the Schlebusch drainage adit (Photos Schöpel 2019)

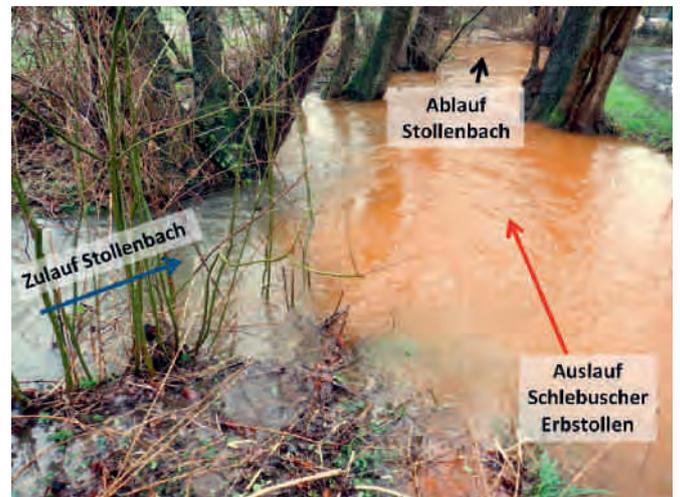


Bild 19.3: Hochwasser am Schlebuscher Erbstollen (Fotos Schöpel 2020)
Fig. 19.3: High water at the Schlebusch drainage adit (Photos Schöpel 2020)

- [19.3] Hensel, P., Kugel, J., Terwelp, T., Tuschmann, J.: Grubenwasserhaltungen des Steinkohlenbergbaus für die Ewigkeit – Zwischenbilanz der Erkenntnisse zu den Betriebsplänen und den wasserrechtlichen Erlaubnissen, Jahresbericht 2018 der Bergbehörden des Landes Nordrhein-Westfalen, Dortmund
- [19.4] Deutscher Wetterdienst: Wetter- und Klimadaten in Deutschland, Stand 2020, https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/cdc/cdc_node.html
- [19.5] Geol. Landesamt NRW: Geologische Karten von Nordrhein-Westfalen 1:25.000 - Blatt 4510 Witten und Blatt 4509 Bochum, 1980/1988, Krefeld
- [19.6] Huske, J.: Die Steinkohlenezchen im Ruhrrevier – Daten und Fakten von den Anfängen bis 2005, 3. Auflage 2006, Deutsches Bergbaumuseum, Bochum
- [19.7] Högbe, H., Vierhaus, N.: Monitoring eine Grubenwasserabflusses am Beispiel des Franziska Erbstollens in Witten, Jahresbericht 2018 der Bergbehörden des Landes Nordrhein-Westfalen, Dortmund



Bild 19.4: Überlauf Edeltraut Erbstollen am 26.02.2020 (Foto Schöpel)
 Fig. 19.4: Overflow at the Edeltraut drainage adit on Feb. 26, 2020 (Photo Schöpel)



Bild 19.5: Einleitestelle Erbstollen General 5 in die Kanalisation (Foto Schöpel)
 Fig. 19.5: Inflow of drainage adit General 5 into the sewer system (Photo Schöpel)

Erbstollen ganzjährig eine permanente Grubenwasserführung auf. Der Stollen gehört zu der ehemaligen Zeche *Generaler Erbstollen*, diente später auch zur Ableitung von Grubenwässern der Zeche *Ver. Engelsburg* in Bochum-Eppendorf. Der Stollen entwässert heute in das städtische Kanalnetz der Stadt Bochum und ist nur über einen Kanalschacht erreichbar (Bild 19.5).

Untersuchungsmethoden

Die Probenahme und Untersuchung der Wasserproben erfolgte im Auftrag der AWWR durch die Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen, die u.a. für Trinkwasseruntersuchungen akkreditiert ist. Für die Probenahme

und Analytik wurden die in der TrinkwV genannten Verfahren [19.8] angewandt. Bei den Abflussmessungen wurde das magnetisch-induktive Strömungsmessgerät OTT MF pro eingesetzt.

Vor Ort wurden die Parameter Wassertemperatur, pH-Wert, Redoxpotenzial Eh und elektrische Leitfähigkeit bestimmt. Für die Untersuchung der Schwermetalle wurden die Wasserproben vor Ort mittels einer 0,45 µm Membrane filtriert und anschließend mit ultra-gereinigter HNO₃ auf pH < 2 angesäuert.

Ergebnisse Abflusswerte

Die Ergebnisse der Abflussmessungen der untersuchten Probenahmestellen sind in Tabelle 19.2 aufgelistet. Die erste Bepro-

Tabelle 19.2: Ergebnisse der Abflussmessungen 2020
 Table 19.2: Results of runoff monitoring 2020

Erbstollen	Probenahmedatum	Abflussmessungen		
		in l/s	in m ³ /min*	in Mio. m ³ /a*
Franziska Erbstollen	28.08.2019	81,6	4,9	2,57
	27.11.2019	80,1	4,8	2,53
	26.02.2020	Keine Messung wegen Hochwasser möglich		
	13.05.2020	80,1	4,8	2,53
St. Johannes Erbstollen	28.08.2019	28	1,68	0,88
	27.11.2019	40,3	2,42	1,27
	26.02.2020	275	16,5	8,67
	13.05.2020	39,7	2,38	1,25
Schlebuscher Erbstollen	28.08.2019	112	6,72	3,53
	27.11.2019	253	15,19	7,98
	26.02.2020	551	33,06	17,4
	13.05.2020	169	10,12	5,32
Isabella Erbstollen	26.02.2020	ca. 4**	0,24	0,13
General 5 Erbstollen	26.02.2020	ca. 50**	3,0	1,58

* = hochgerechnete Werte ** = Ablaufmengen geschätzt

Tabelle 19.3: AWWR Untersuchungsergebnisse 2019/2020
 Table 19.3: AWWR test results 2019/2020

Erbstollen		Franziska				St. Johannes				Schlebuscher				Edeltraut				Isabella	General 5
Parameter	Dimension	Datum				Datum				Datum				Datum				Datum	Datum
Vor-Ort-Parameter:		07/2019	11/2019	05/2020	07/2019	11/2019	02/2020	05/2020	07/2019	11/2019	02/2020	05/2020	07/2019	11/2019	02/2020	05/2020	02/2020	02/2020	
Wassertemperatur	°C	15,9	15,7	15,1	11,1	11,1	10,6	10,7	11,2	11,1	10,4	10,9	13,7	13,4	12,6	12,8	9,8	10,9	
pH-Wert	-	7,03	6,96	7,00	6,88	6,74	6,37	6,75	7,12	7,00	6,63	7,27	6,97	6,88	6,72	6,92	6,85	6,76	
Redox-Potenzial Eh	mV	188	234	246	258	271	261	276	348	360	337	326	252	254	241	253	282	203	
Labor-Parameter:		07/2019	11/2019	05/2020	07/2019	11/2019	02/2020	05/2020	07/2019	11/2019	02/2020	05/2020	07/2019	11/2019	02/2020	05/2020	Q3	Q3	
pH-Wert	-	7,08	7,02	7,09	6,98	6,79	6,66	6,79	7,25	7,06	6,95	7,38	7,01	6,94	6,96	7,06	6,98	6,90	
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	1412	1415	1408	787	725	598	782	642	599	549	598	828	769	736	736	953	771	
Trübung	FNU	40	26	26	20	9,4	23	6,3	1,9	3,5	6,2	2,0	5	3,9	12	6,8	19	14	
Natrium	mg/l	177	184	170	15	14	12	13	42	38	30	33	77	64	59	61	33	17	
Kalium	mg/l	13,6	11,9	12,1	8,3	7,4	6,0	7,8	8,7	7,9	7,6	8,3	10,6	10,1	10,0	9,7	5,4	8,6	
Calcium	mg/l	93	93	92	90	82	61	89	52	48	45	50	56	56	52	50	123	99	
Magnesium	mg/l	33,6	32,6	32,1	38,9	35,0	28,8	38,0	24,9	22,4	21,6	24,1	27,4	26,7	26,4	24,6	25,5	31,8	
Chlorid	mg/l	65	65	65	21	21	17	20	28	29	22	24	19	19	17	18	84	21	
Sulfat	mg/l	211	206	196	194	176	134	197	70	68	76	74	156	148	139	133	129	133	
Hydrogencarbonat	mg/l	585	582	577	248	219	173	227	278	239	204	254	301	296	278	287	237	316	
Nitrat	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,2	8,4	0,8	1,2	5,0	10,5	2,7	0,8	<0,5	1,1	<0,5	1,3	1,6	
Ammonium	mg/l	0,38	0,41	0,36	0,13	0,12	<0,05	0,11	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,22	0,2	0,09	0,15	0,08	<0,05	
Arsen	µg/l	3,1	3,2	3,2	1,2	1,1	<1,0	1,4	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	2,8	2,5	<1,0	1,2	<1,0	<1,0	
Barium	mg/l	0,034	0,034	0,035	0,024	0,025	0,022	0,024	0,062	0,057	0,059	0,060	0,028	0,029	0,027	0,028	0,051	0,034	
Blei	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
Bor	mg/l	0,45	0,45	0,43	0,16	0,15	0,08	0,13	0,11	0,10	0,08	0,09	0,15	0,14	0,13	0,12	0,08	0,16	
Cadmium filtriert	µg/l	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	
Chrom filtriert	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
Eisen filtriert	mg/l	2,83	2,93	2,84	3,37	2,57	1,81	3,07	0,02	0,02	0,013	0,023	1,76	1,90	0,94	1,24	0,29	4,10	
Kupfer filtriert	µg/l	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	
Mangan filtriert	mg/l	0,57	0,57	0,56	0,85	0,66	0,43	0,81	0,10	0,14	0,17	0,14	0,84	0,80	0,73	0,72	0,49	0,79	
Nickel filtriert	µg/l	<2	<2	<2	5	5	4	6	<2	<2	2	<2	<2	<2	<2	<2	3	6	
Selen	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Strontium	mg/l	1,13	1,07	1,17	0,66	0,58	0,39	0,65	0,34	0,29	0,28	0,33	0,35	0,33	0,33	0,32	0,5	0,67	
Zink filtriert	µg/l	47	<5	<5	9	10	9	8	<5	<5	5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	18	
DOC	mg/l	0,6	1,1	0,7	0,5	1,0	0,8	<0,5	0,6	1,2	0,8	0,5	0,5	0,9	0,6	0,5	1,7	0,7	
Koloniezahl bei 22°C	1/ml	0	225	0	1	10	50	0	22	30	330	46	0	10	10	0	420	10	
Koloniezahl bei 36°C	1/ml	0	310	0	7	20	30	0	19	60	190	3	4	10	10	0	110	10	
Coliforme Bakterien	1/100 ml	6	1.400	0	1	9	10	0	210	20	97	16	9	1	0	0	310	0	
E.coli	1/100 ml	0	0	0	0	1	0	0	3	0	10	0	1	1	0	0	0	0	

Die Abflüsse der Erbstopfen im August 2019 erfolgte zu einem Zeitpunkt, zu dem auf Grund des sehr trockenen Sommers die Abflüsse Minimalwerte erreichten. Die hohen Niederschläge im Februar 2020 führten dagegen zu extrem hohen Abflüssen der Erbstopfen während der dritten Probenahmekampagne (Wetterstation Witten-Geldern ca. 160 mm Niederschlag von 27.01. bis 26.02.2020). Der Franziska Erbstopfen war wegen des hohen Wasserstandes im Mühlengraben durch das Ruhrhochwasser überflutet, so dass eine Abflussmessung und Beprobung nicht möglich war.

Nach den im Jahresbericht 2018 der Bergbehörden NRW veröffentlichten Abflussmessungen [19.7] des Franziska Erbstopfens schwanken die Abflüsse zwischen 80 und 200 l/s und liegen im Mittel bei 100 l/s (= 3,15 Mio. m³/a). Für die Abflüsse des Edeltraut Erbstopfens wurden die Abflussdaten der RWE Technology International GmbH [19.9] herangezogen, da eigene Messungen vor Ort nicht durchgeführt werden konnten. Im Zeitraum Juni 2016 bis Juni 2018 wurden Abflüsse von 20 bis 335 l/s und durchschnittlich 85 l/s (= 2,68 Mio. m³/a) ermittelt.

Die Abflüsse der Isabella und General 5 Erbstopfen während der Beprobung im Februar 2020 konnten nicht bestimmt, sondern nur mit 4 l/s (Isabella) und 50 l/s (General 5) geschätzt werden.

Ergebnisse Qualität

In Tabelle 19.3 sind die wichtigsten Parameter der AWWR-Untersuchungen der untersuchten Erbstopfen des Zeitraums August 2019 bis Mai 2020 zusammengefasst. Die Zusammensetzung wird demnach maßgeblich durch die Pyritoxidation und Folgereaktionen wie Pufferreaktionen und Ionenaustauschvorgängen bestimmt. So herrschen bei den Anionen das Hydrogencarbonat und Sulfat vor, während Chlorid nur in geringen Konzentrationen vorkommt, ganz im Gegenteil zu den Grubenwässern des Tiefbergbaus im Ruhrrevier, wo Chlorid als wichtigster Vertreter der Anionen vorhanden ist [19.1, 19.10]. Bei den Kationen dominieren sowohl die Erdalkalien Calcium und Magnesium als auch Natrium. Somit handelt es sich bei den Grubenwässern des Altbergbaus um Wässer des Typs Na-Ca-(Mg)-HCO₃-SO₄ oder Ca-(Mg)-Na-HCO₃-SO₄.

[19.8] Bundesministerium für Gesundheit: Trinkwasserverordnung 2001 in der Fassung vom 09.01.2018, BGB

[19.9] RWE Technology International GmbH: Unveröffentlichte Monitoringergebnisse Edeltraut Erbstopfen und Stollen von Braut, 2016 bis 2018, Dortmund

[19.10] Bezirksregierung Arnsberg, Abt. Bergbau u. Energie in NRW: Monitoringergebnisse Grubenwassermengen 2013 bis 2018, Arnsberg

Tabelle 19.4: Abflusswerte der wichtigsten Erbstollen
 Table 19.4: Runoff coefficients of the most important drainage adits

Erbstollen		Abflusswerte			Datengrundlage
		in l/s	in m ³ /min	in Mio. m ³ /a	
Franziska	Minimum	80	4,8	2,52	Bergbehörde NRW
	Maximum	200	12,0	6,31	
	Mittel	100	6,0	3,15	
St. Johannes	Minimum	28	1,7	0,88	AWWR
	Maximum	275	16,5	8,67	
	Mittel	96	5,7	3,02	
Schlebuscher	Minimum	112	6,7	3,53	AWWR
	Maximum	551	33,1	17,38	
	Mittel	271	16,3	8,55	
Edeltraut	Minimum	20	1,2	0,63	RWE Technology Int. GmbH
	Maximum	335	20,1	10,56	
	Mittel	85	5,1	2,68	

Die jahreszeitlichen Einflüsse haben nur geringe Auswirkungen auf die jeweilige Zusammensetzung der Grubenwässer, wobei im Spätsommer bei geringeren Abflüssen infolge Trockenheit und geringer Grundwasserneubildung die Konzentrationen der Kat- und Anionen leicht ansteigen, im Winter bei hohen Abflüssen die Konzentrationen dagegen abnehmen. Die Lösungsfrachten steigen bei hohen Abflusswerten der Stollen generell an.

Als Reaktionsprodukte der Pyritoxidation werden zwei- und dreiwertiges Eisen, Sulfat und H⁺-Ionen freigesetzt [19.1], wobei das Eisen letztendlich als Eisenhydroxid ausgefällt wird und die Eisenausfällungen die intensive Rotfärbung der Grubenwässer sowie der Sedimente an den Stollenausläufen hervorrufen und so charakteristisch für diese Anlagen sind. Bei der Fällung des Eisenhydroxids werden H⁺-Ionen freigesetzt und bewirken eine Herabsetzung des vor Ort gemessenen pH-Wertes in den Grubenwässern. So erklären sich auch die generell niedrigeren pH-Werte der dritten Beprobung im Februar 2020, wo bei höheren Abflusswerten die Mobilisierung von Eisenhydroxiden deutlich höher war und außer den niedrigeren pH-Werten auch die Eisenfärbung der Grubenwässer erheblich intensiver war (Bild 19.3). Erwartungsgemäß wird neben Eisen auch Mangan aus den Gesteinen gelöst und mit dem Grubenwasser ausgetragen.

Die natürlichen Karbonatgehalte (Minerale Siderit, Calcit etc.) des flözführenden Karbons sind offensichtlich so hoch, dass bis heute keine Versauerung der Grubenwässer aus dem Altbergbau zu erkennen ist, die eine Freisetzung von umweltrelevanten Schwermetallen zur Folge hätte. Nach Scheffer & Schachtschnabel [19.11] ist die Mobilisierung von Schwermetallen in Böden oder Gesteinen bei pH-Werten oberhalb von 6,5 äußerst gering.

Die Strontium-Gehalte (Tabelle 19.3) schwanken zwischen 0,28 und 1,17 mg/l und liegen damit in der Größenordnung normaler Grundwässer vor. Es ist chemisch mit Calcium und Magnesium verwandt, ist daher häufiger Bestandteil der Karbonate und wird bei deren Auflösung mobilisiert.

Nitrate sind in den Grubenwässern des Altbergbaus meist in niedrigen Konzentrationen im einstelligen Milligramm-Bereich nachweisbar, wobei die höheren Gehalte bis 10,5 mg/l Nitrat Hinweise auf Zumischungen von Wässern anthropogener Herkunft wie beim Schlebuscher und Isabella Erbstollen sind. Die Grubenwässer weisen verschiedentlich leicht erhöhte Ammonium-Gehalte auf, die beim Franziska Erbstollen bis auf 0,41 mg/l ansteigen können.

Die Konzentrationen an gelösten organischen Kohlenstoffverbindungen (DOC) liegen allgemein auf einem niedrigen Niveau zwischen 0,1 und 1,7 mg/l.

Positivbefunde von mikrobiologischen Parametern als wichtiger Indikator für eventuelle Zumischung von Fremdwasser sind bei einigen Erbstollen nachweisbar.

Diskussion Abflusswerte

Die Grubenwasserzuflüsse der jeweiligen Erb- und Wasserlösungsstollen richten sich hauptsächlich nach den jeweiligen oberirdischen Einzugsgebieten der untertägig angeschlossenen Grubengebäude. Nach der endgültigen Stilllegung des südöstlich des Stockumer Sattels gelegenen Bergbaus in den 1960er Jahren (südliche Erbstollenzone) haben sich die Grubengebäude bis zur Erbstollensohle nahezu überall mit Grundwasser gefüllt (Flutung des tieferen Grubengebäudes). Das aus diesen Stollen abfließende Grubenwasser besteht weitgehend aus oberflächennahen Grundwasserzuflüssen, das auf Trennfugen (Klüften, Störungen) oder in Auflockerungszonen des Gesteinsverbandes transportiert wird und sich aus dem versickernden Anteil des Niederschlagswassers generiert. Es bestehen häufig unterirdische Verbindungen zu anderen Erbstollen und Grubengebäuden von benachbarten Zechen (Franziska, St. Johannes und Schlebuscher Erbstollen), so dass die Ermittlung des oberirdischen Einzugsgebietes der jeweiligen Erbstollen kaum möglich ist.

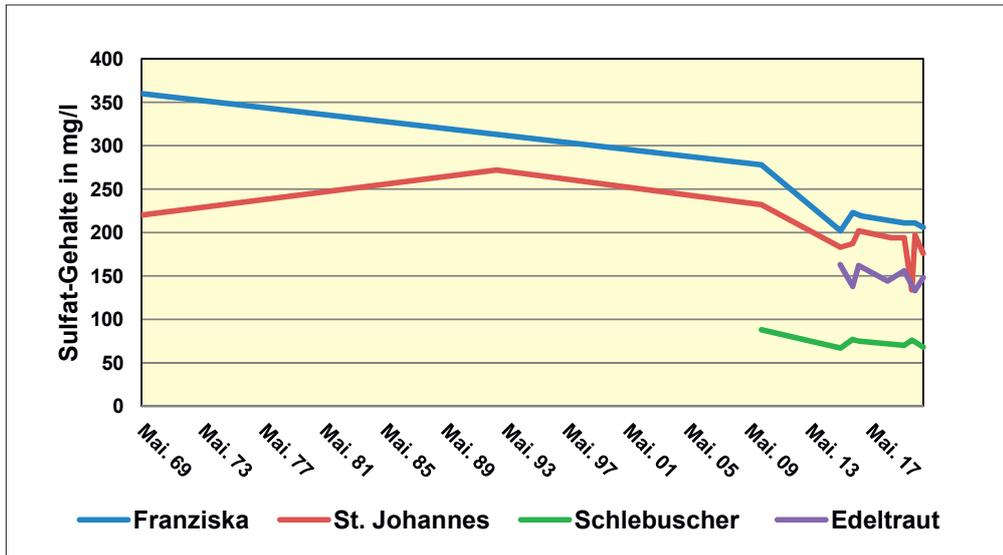


Bild 19.6: Zeitliche Entwicklung der Sulfat-Gehalte verschiedener Erbstollen
 Fig. 19.6: Chronological development of sulfate loads of different drainage adits

Im Wirkungsbereich der RAG-Grubenwasserhaltungen an der Ruhr wird dagegen der Grundwasserstand im Steinkohlengebirge bis heute unterhalb der Erbstollensohle abgesenkt. In diesem nordwestlich des Stockumer Sattels gelegenen Gebiet (nördliche Erbstollenzone) führen daher viele Erb- und Wasserlösungsstollen häufig kein oder nur sporadisch Grubenwasser (Beispiele St. Mathias II Erbstollen, Tiefer Treue Stollen), während dauerhaft bespannte Stollen wie der General 5 bzw. Isabella Erbstollen eher die Ausnahme sind.

Nimmt man im Untersuchungsgebiet für das 440 km² große deckgebirgsfreie Ruhrkarbon eine maximale Grundwasserneubildungsrate von 6 l/s x km an [19.5], so ergibt sich ein geschätzter Gesamtabfluss von 83 Mio. m³/a Grundwasser, das entweder über dem Grundwasserpfad direkt oder indirekt der Ruhr zufließt bzw. als Grubenwasser in den Erb- und Wasserlösungsstollen abgeleitet wird oder in den drei RAG-Grubenwasserhaltungen gehoben wird.

Für die südliche Erbstollenzone im Untersuchungsgebiet ergibt sich bei einer Flächengröße von ca. 280 km² eine maximale Grundwasserneubildung von ca. 53 Mio. m³/a. Geht man davon aus, dass in den Wasserlösungs- oder Erbstollen etwa die Hälfte dieser Menge abfließt, so ist hier eine durchschnittliche Jahresmenge von ca. 26,5 Mio. m³/a zu erwarten, die aus diesen Stollen noch heute austritt. Alleine die vier untersuchten Erbstollenanlagen Franziska, St. Johannes, Schlebuscher und Edeltraut führen zusammen im Mittel ca. 17,4 Mio. m³/Jahr ab und machen so ca. 65 % der Grubenwasseraustritte in der südlichen Erbstollenzone aus (Tabelle 19.4).

In der nördlichen Erbstollenzone mit einer Flächengröße von ca. 160 km² im Untersuchungsgebiet werden im Mittel ca. 30 Mio. m³ Grundwasser jährlich neu gebildet. Durch die RAG-Grubenwasserhaltungen an der Ruhr wurden im Zeitraum 2013 bis 2018 durchschnittlich ca. 27,9 Mio. m³/a

gehoben [19.11]. Bilanztechnisch würden somit ca. 2 Mio. m³ jährlich verbleiben, die aus dieser Zone der Ruhr direkt oder indirekt zufließen. Jedoch wirken sich die Wasserhaltungsmaßnahmen auch auf den südlichen Rand des Steinkohlengebirges aus, wo bereits das Deckgebirge ansteht, so dass der Grubenwasserzufluss tatsächlich höher ausfallen dürfte, der aus den Erb- und Wasserlösungsstollen austritt und mit 5 bis 7,5 Mio. m³/a abgeschätzt wird.

Diskussion Qualität

Für die Klärung der Frage, ob die Pyritoxidation mit der Zeit zu- oder abgenommen hat, wurden die vorhandenen Sulfat-Daten aus der Literatur [19.1] und die aktuellen Untersuchungsergebnisse der AWWR der vier Erbstollen Franziska, St. Johannes, Schlebuscher und Edeltraut ausgewertet (Bild 19.6). Während für den Franziska Erbstollen eine langsame Abnahme der Sulfat-Gehalte und damit der Pyritoxidation über die Zeit angenommen werden kann, ist für die übrigen Erbstollen kein eindeutiger Trend erkennbar. Die aktuellen Sulfat-Gehalte der Erbstollen liegen zwischen 68 und 211 mg/l und weisen nur geringe Schwankungen verursacht durch die jeweilige Abflusssituation auf. Alle Sulfat-Konzentrationen bleiben unterhalb des Grenzwertes der TrinkwV von 240 mg/l.

Die vor Ort und im Labor gemessenen pH-Werte unterscheiden sich durch die Tatsache, dass durch den Fällungsprozess von Eisen im Stollen bzw. an der Austrittsstelle des Stollen H⁺-Ionen freigesetzt werden, die den pH-Wert vor Ort gegenüber der Labormessung absenken können (Tabelle 19.3). Die Redoxpotenziale der Grubenwässer aus den Stollen schwan-

[19.11] Scheffer & Schachtschabel: Lehrbuch der Bodenkunde, 15. Auflage 2002, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/Berlin

Tabelle 19.5: Vergleich der Grubenwässer Zeche Alte Haase und Edeltraut Erbstollen
 Table 19.5: Comparison of the mine waters of the Alte Haase mine and the Edeltraut drainage adit

Grubenwasseruntersuchungen Zeche Alte Haase (Daten aus Puchelt, 1964)									
Tiefe	Pr.-Nummer* Datum	Sr	SO ₄	Cl	HCO ₃	Na	Ca	Mg	pH-Wert
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	Labor
↓	64 - 3.3.1964	0,16	35,8	9,95	216	86,4	13,6	9,2	7,3
	69 - 3.3.1964	0,16	151	86,6	349	338	26,8	10,7	7,8
	60 - 2.3.1964	0,24	172	19,2	238	47,1	64,8	34,8	7,2
	61 - 2.3.1964	0,35	177	17,8	202	28	70,5	35,3	7,3
	70 - 3.3.1964	0,39	353	20,95	251	367	55,2	32,8	7,1
	66 - 3.3.1964	0,43	616	20,6	252	253,5	88,9	61	7,5
	71 - 3.3.1964	0,49	722	15,96	177	96,3	144,8	94,6	7,5
	63 - 2.3.1964	0,90	890	22,0	71	73,2	210,4	131,8	6,4-6,5
	68 - 3.3.1964	1,36	579	20,95	359	368,6	81,7	55,2	7,2
	65 - 3.3.1964	2,08	40,2	217,5	219	261,13	34,4	18,2	7,9
Grubenwasseraustritt Mundloch Edeltraut Erbstollen (Daten 2019/2020 AWWR)									
Probenahmedatum		Sr	SO ₄	Cl	HCO ₃	Na	Ca	Mg	pH-Wert
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	Labor
AWWR	28.08.2019	0,35	156	19	301	77	56	27,4	7,01
AWWR	27.11.2019	0,33	148	19	296	64	56	26,7	6,94
AWWR	26.02.2020	0,33	139	17	278	59	52	26,4	6,96
AWWR	13.05.2020	0,32	133	18	287	61	50	24,6	7,06

ken zwischen Eh + 188 und + 360 mV, so dass unter diesen Bedingungen das Eisenhydroxid stabil ist. Das Mangan ist zwar gegenüber dem Eisen mobiler, wird aber vermutlich bei der Eisenfällung mit ausgefällt. Auch andere Schwermetalle, soweit diese gelöst im Grubenwasser in Spuren überhaupt vorkommen, werden bei der Fällung von Eisen ebenfalls ausgefällt. Daher sind diese Schwermetalle nur in sehr niedrigen Konzentrationen im Grubenwasser nachweisbar.

Die mikrobiologischen Befunde sind bei verschiedenen Erbstollen (Tabelle 19.3) Hinweis darauf, dass zumindest zeitweise Fremdwasserzutritte vorhanden sind. Während der Franziska Erbstollen im August 2019 nach dem langen und extrem trockenen Sommer nahezu ohne mikrobiologischen Befund war, konnten im November 2019 höhere Koloniezahlen sowie Coliforme Keime nachgewiesen werden. Da *E.coli*-Bakterien als Hinweis für fäkale Abwässer nicht vorhanden waren, dürfte es sich hierbei um Einträge von Niederschlags- oder Sickerwasser aus oberflächennahen Bodenschichten handeln.

Auffallend sind die höheren mikrobiologischen Befunde u. a. auch *E.coli* des Schlebuscher Erbstollens. Für diese Befunde könnte eine mikrobiologische Verunreinigung des Stollenbachs bzw. einsickerndes Oberflächenwasser im Bereich der untertägig verlaufenden Rösche in Frage kommen. Beim Isabella Erbstollen ist der DOC-Wert mit 1,7 mg/l erhöht und zusammen mit den mikrobiologischen Befunden ein Hinweis darauf, dass das Grubenwasser im Wesentlichen aus oberflächennahen Gesteinsschichten des flözführenden Karbons stammt und der versickernde Anteil des Niederschlagswassers nach relativ kurzer Fließzeit von Wochen bis Monaten den Erbstollen erreicht.

Tabelle 19.5 enthält den Vergleich der Qualitätsdaten von Grubenwasseruntersuchungen der Zeche *Alte Haase* aus dem Jahre 1964 kurz vor der Stilllegung [19.12] sowie die Daten der AWWR-Untersuchungen des Grubenwassers aus dem Edeltraut Erbstollen und macht deutlich, dass sich die Grubenwasserzusammensetzung durch die Stilllegung der Zeche erheblich verändert hat. Ursache hierfür ist die vollständige Flutung des Grubengebäudes unterhalb der Erbstollensole der Zeche, die zuletzt im Tiefbau Kohle bis ca. 400 m unter der Erdoberfläche abgebaut hat [19.6].

Mit zunehmender Tiefe steigen 1964 die Strontium-Gehalte kontinuierlich an. Sulfat nimmt zunächst mit der Tiefe zu und erreicht maximale Konzentrationen von 890 mg/l Sulfat als Folge der Pyritoxidation im ehemals gut belüfteten Grubengebäude. Erst in größeren Tiefen ist eine Abnahme der Sulfat-Gehalte ersichtlich, da hier offensichtlich kein ausreichender Sauerstoff mehr für die Oxidation von Pyrit zur Verfügung steht und zudem sulfatreduzierende Bakterien das im Grubenwasser gelöste Sulfat abbauen.

Der nach 1969 erfolgte Grubenwasseranstieg hatte zur Folge, dass im gefluteten Grubengebäude die Pyritoxidation stark abgenommen hat. Die aktuelle Grubenwasserzusammensetzung des Edeltraut Erbstollens entspricht damit weitgehend der damaligen Zusammensetzung des Grubenwassers aus dem oberen Tiefenbereich der aktiven Bergbauzeit. Die in tieferen Grubenbereichen vorhandenen Grubenwässer nehmen somit heute kaum noch am aktiven Wasserkreislauf teil (Standwasser).

Tabelle 19.6: Wasserqualität der Erb- und Wasserlösungsstollen im Vergleich zu Zielwerten für Fließgewässer und Grenzwerten des Trinkwassers
 Table 19.6: Water quality of the drainage and dewatering adits compared to the target values for flowing waters and limits for drinking water

Parameter	Dimension	Erb- und Wasserlösungsstollen Ruhrrevier				Ruhr*	Zielwert Europ. Fließgew. Memorandum 2020	Grenzwert Trinkwasser (TrinkwV)
		Min-Wert AWWR	Max-Wert AWWR	Mittelwert AWWR	Mittelwert FHGA	Mittelwert 2018		
Wassertemp. Vor-Ort	°C	9,8	15,9	12,2	13,0	11,7	25	
pH-Wert vor Ort		6,37	7,27	6,87	7,58		7 - 9	6,5 - 9,5
pH-Wert Labor		6,66	7,38	6,99		7,9		
Leitfähigkeit 25 °C	µS/cm	549	1415	842	853	509	700	2790
Strontium	mg/l	0,28	1,17	0,55	0,65			
Bor	mg/l	0,08	0,45	0,18	0,24			1,0
Eisen	mg/l	0,013	4,1	1,75	2,2	0,24		0,200
Mangan	mg/l	0,1	0,85	0,55	0,48	0,043		0,050
Chlorid	mg/l	17	84	33	46	62	100	250
Sulfat	mg/l	68	211	144	144	39	100	250
Nitrat	mg/l	<0,5	10,5	2,2	4,1	9,7	25	50
Ammonium	mg/l	<0,05	0,41	0,14		0,16	0,3	0,50
DOC	mg/l	<0,5	1,7	0,8		TOC: 3,8	3	ohne anormale Veränderungen
Arsen	µg/l	<1,0	3,2	1,4				10
Cadmium	µg/l	alle Werte <0,3				0,06		3
Chrom	µg/l	alle Werte <0,5				0,6		50
Kupfer	µg/l	alle Werte <5				3,3		2000,0
Nickel	µg/l	<2	6	2		2,6		20
Blei	µg/l	alle Werte <1				0,93		10
Zink	µg/l	<5	47	8		17		
Selen	µg/l	alle Werte <1,0						10
		= unauffällige Werte					= erhöhte Werte	

* = Probenahmestelle Ruhr bei Essen-Rellinghausen "Zornige Ameise" (Quelle: Ruhrverband)

Auswirkungen auf die Wasserqualität der Ruhr

In der Tabelle 19.6 sind die Ergebnisse der AWWR-Untersuchungen der Erb- und Wasserlösungsstollen mit ihren Minimal-, Maximal- und Mittelwerten der wichtigsten Parameter aufgeführt. Zum Vergleich sind die Mittelwerte der Untersuchungen der Fachhochschule Georg Agricola (FHGA) genannt [19.13]. Für die Bewertung der Wasserqualität dieser Grubenwässer wurden die Wasserqualität der Ruhr bei Essen sowie die Zielwerte des Europäischen Fließgewässermemorandums 2020 [19.14] und die Grenzwerte der TrinkwV [19.8] herangezogen.

Demnach können die Grubenwässer bei den Parametern pH-Wert, Leitfähigkeit, Sulfat und Ammonium die Zielwerte des Europäischen Fließgewässermemorandums überschreiten. Bei Eisen und Mangan sind zwar keine Zielwerte in dem Memorandum genannt, allerdings werden die in der TrinkwV genannten Grenzwerte häufig überschritten, während alle übrigen Schwermetalle unauffällig sind.

Wegen des hohen Gesamtabflusses der unteren Ruhr von durchschnittlich 2,55 Mrd. m³ im Vergleich zu den geschätzten Abflüssen aller im Untersuchungsgebiet befindlichen Erb- und Wasserlösungsstollen von maximal 34 Mio. m³ pro Jahr und dem damit

verbundenen Verdünnungseffekt haben die Grubenwässer allerdings keine Auswirkungen auf die Ruhrwasserqualität. Insbesondere das Eisen wird nach dem Austritt am Mundloch sofort ausgefällt und hat damit nur einen lokal begrenzten Einfluss auf die Wasserqualität der Bäche oder der Ruhr.

- [19.12] Puchelt, H.: Zur Geochemie des Grubenwassers im Ruhrgebiet, Zeitschrift der Deutschen Geologischen Ges. 116/1, 1964, Hannover
- [19.13] 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
- [19.14] IAWR, AWBR, ARW, RIWA-RIJN, IAWD, AWE, AWWR, RIWA-MAAS, RIWA-SHELDE: Europäisches Fließgewässermemorandum zur qualitativen Sicherung der Trinkwassergewinnung, 2020

20 Organisation der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR)

Stand 31. Dezember 2019

Präsidium

*Vorsitzender: Roland Rüter,
Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen
stellv. Vorsitzender: Robert Dietrich,
Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede*

Robert Dietrich (stellvertretender Vorsitzender),
Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede
Klaus Döhmen, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH,
Witten
Bernd Heinz, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Roland Rüter, Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen
(Vorsitzender)
Dr. Franz-Josef Schulte, RWW Rheinisch-Westfälische
Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr

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
Bernd Heitmann, Stadtwerke Fröndenberg GmbH
Thomas Kroll, Wasserbeschaffungsverband Arnsberg
und Stadtwerke Arnsberg
Gregor Langenberg, Wassergewinnung Essen GmbH
Dr. Frank Peper, Stadtwerke Bochum GmbH
Friedrich Reh, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen
Bernd Reichelt, Stadtwerke Menden
Axel Reuber, Stadtwerke Brilon AöR
Roland Rüter, Mark-E AG, Hagen
Sascha Adamski, 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
Henrik Weiß, Stadtwerke Winterberg AöR, Winterberg

Ständige Gäste

Heinz Esser, DVGW-Landesgruppe NRW, Düsseldorf
Dr. Dirk Grete, Bezirksregierung Arnsberg
Christoph Humpert, VKU-Landesgruppe NRW, Düsseldorf
Prof. Dr.-Ing. Norbert 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:

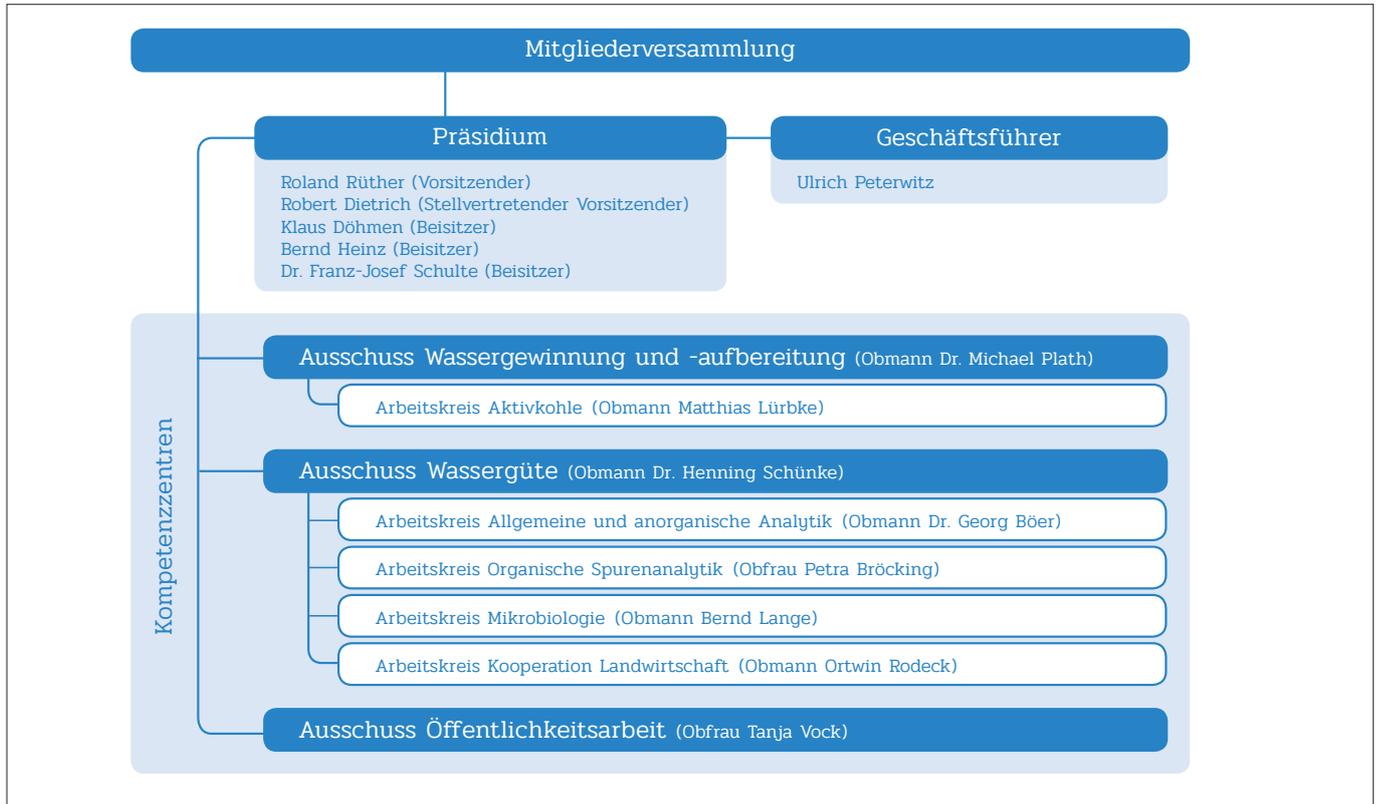
AWWR Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V.
Zum Kellerbach 52
58239 Schwerte

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

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



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
 Henrike Kreft, VWW Verbund Wasserwerk Witten GmbH, Witten
 Thomas Kroll, Stadtwerke Arnsberg GmbH & Co KG, Arnsberg
 Bernd Lange, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, Mülheim

Monika Raabe, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Hagen
 Ortwin Rodeck, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen
 Ulrich Schulte-Ebbert, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
 Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte
 Christian Skark, Gast (ehem. 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, Hamm
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, Hagen
Dr. Achim Rübel, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung Gemeinnützige GmbH, Mülheim
Dr. Daniel Schunk, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Als Gast:
Sonja Klenk, Bergisches Wasser- und Umweltlabor der BTV-GmbH, Wuppertal

Arbeitskreis Organische Spurenanalytik

Obfrau: Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen

Dr. Peter Balsaa, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH, Mülheim
Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen
Beate Steinsiepe-Burchard, Ruhrverband, Essen
Ulrich Gatzemann, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte (bis Juni 2019)
Marina Klapat, Mark-E Aktiengesellschaft, ENERVIE Gruppe, Labor
Regina Respondek, LANUV Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Recklinghausen, Außenstelle Düsseldorf
Dr. Daniel Schunk, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Thomas Sentis, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen
Als Gast:
Yannik Racherbäumer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Arbeitskreis Mikrobiologie

Obmann: Bernd Lange, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, Mülheim

Stellvertretende Obfrau: Monika Raabe, Mark-E AG, Hagen

Dr. Thomas Bals, Energie- und Wasserversorgung Hamm GmbH, Fröndenberg
Guido Geburtzky, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Dr. Anne Heyer, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Antje Wygoda, Verbundwasserwerk Witten GmbH, Witten
Bettina Langer, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen
Ute Stratmann, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte
Gisela Trope, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen
Dr. Jost Wingender, Universität Duisburg-Essen, Essen
Susanne Zander-Hauck, Ruhrverband, Essen

Arbeitskreis Kooperation

Landwirtschaft – Wasserwirtschaft an der Ruhr

Obmann: Ortwin Rodeck, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen

Thomas Dietz, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Klaus Döhmen, Verbundwasserwerk Witten GmbH, Witten
Ortwin Rodeck, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen
Ulrich Schulte-Ebbert, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte

Ausschuss Wassergewinnung und -aufbereitung

Obmann: Dr. Michael Plath, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr

Sascha Adamski, Stadtwerke Essen AG (ab 12.03.2019)
Thomas Bock, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Thomas Brenne, Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen
Robert Dietrich, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede
Klaus Döhmen, AVU Aktiengesellschaft für Versorgungsunternehmen, Gevelsberg
Dr. Peter Evers, Ruhrverband, Essen (bis 12.03.2019)
Christian Finger, Stadtwerke Brilon, Brilon
Peter Klein, Ruhrverband, Essen (bis 12.03.2019)
Volker Kretschmer, Stadtwerke Fröndenberg GmbH, Fröndenberg
Thomas Kroll, Stadtwerke Arnsberg GmbH & Co KG, Arnsberg
Peter Lemmel, Ruhrverband, Essen (ab 12.03.2019)

Matthias Lürbke, Stadtwerke Menden GmbH, Menden
Andreas Lütz, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen
Dr. Michael Plath, RWW Rheinisch-Westfälische
Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Dieter Schick, Stadtwerke Hamm GmbH, Hamm
Petra Scholten, Stadtwerke Essen AG (bis 12.03.2019)
Jürgen Schwarberg, Stadtwerke Sundern, Sundern
Priv. Doz. Dr. Georg-Joachim Tuschewitzki, Hygiene-Institut
des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen
Henrik Weiß, Stadtwerke Winterberg AöR (ab 12.03.2019)
Stephan Willmes, Stadtwerke Bochum GmbH, Bochum
Georg zur Strassen, Ruhrverband, Essen (ab 12.03.2019)

Arbeitskreis Aktivkohle

*Obmann: Matthias Lürbke, Stadtwerke Menden GmbH,
Menden*

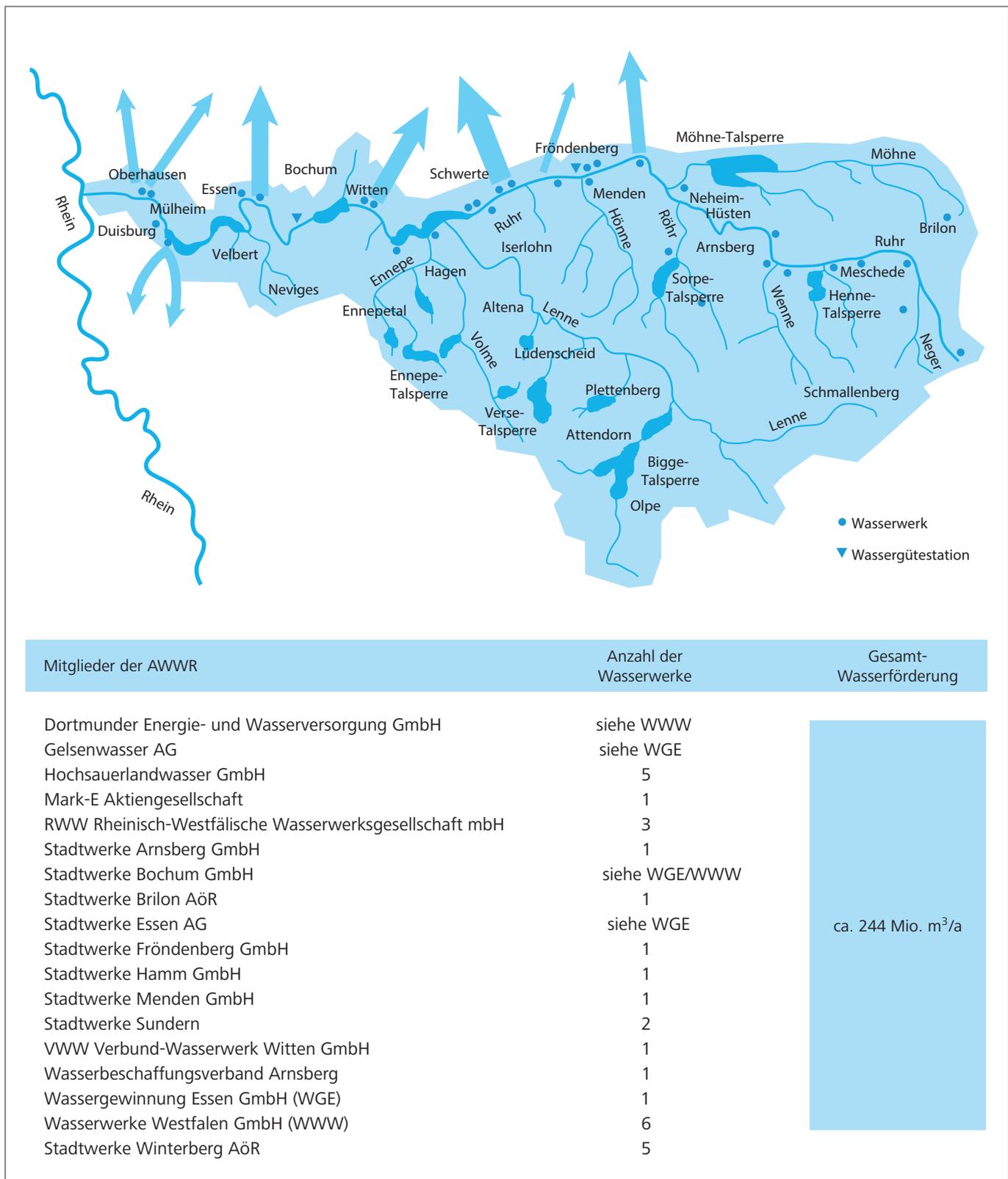
Thomas Bals, Energie- und Wasserversorgung
Hamm GmbH, Hamm
Klaus Döhmen, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH,
Witten
Frank Eifler, Stadtwerke Menden GmbH, Menden
Thomas Kroll, Stadtwerke Arnsberg GmbH, Arnsberg
Guido Lens, RWW Rheinisch-Westfälische
Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Dr. Andre Liesener, Westfälische Wasser- und
Umweltanalytik GmbH, Schwerte
Andreas Lütz, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen
Uwe Pott, Westfälische Wasser- und
Umweltanalytik GmbH, Schwerte
Monika Raabe, Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen
Markus Roters, Stadtwerke Sundern, Sundern
Ulrich Schulte, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH,
Witten
Jürgen Schwarberg, Stadtwerke Sundern, Sundern
Rolf 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
Jana-Larissa Marx, Dortmunder Energie- und
Wasserversorgung GmbH, Dortmund (ab 1.4.2019)
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 (bis 31.3.2019)
Ramon Steggink, RWW Rheinisch-Westfälische
Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Tanja Vock, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte

21 Die AWWR in Zahlen



22 Analyseergebnisse des Ausschusses Wassergüte

Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH

Ursprung und Verarbeitung der Daten

In seinen Sitzungen diskutiert der Ausschuss Wassergüte regelmäßig die Wasserbeschaffenheit der Ruhr anhand der Ergebnisse der zeitdichten Ruhruntersuchungen durch den Ruhrverband. Zusätzlich werden die Analysen aus der zeitdichten Untersuchung sowie den Ruhrlängsuntersuchungen der AWWR-Mitglieder und des Ruhrverbands für den Ruhrgütebericht zusammengefasst und bewertet. Die Analyseergebnisse für das Ruhrwasser aus dem Jahr 2019 werden in diesem Kapitel dokumentiert und ausgewertet. Die Daten für diesen Bericht wurden von den folgenden Unternehmen zur Verfügung gestellt:

- Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede
- Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen
- Ruhrverband, Essen
- RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
- Stadtwerke Hamm GmbH, Hamm
- Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten
- Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte

Die Untersuchungen erfolgten in den unternehmenseigenen Laboren und durch das Hygiene-Institut des Ruhrgebiets bzw. für die Wasserwerke Westfalen GmbH durch die Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH sowie den Ruhrverband.

Seit 2006 ist in der gültigen Messstrategie 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 22.1 aufgeführt werden.

Durch den Ruhrverband erfolgt für die acht wichtigsten Nebenflüsse eine Messung für verschiedene physikalische, chemische und biologische Parameter. Die erhaltenen Mittelwerte werden mit den Messwerten in der Ruhr im Mündungsbereich vergleichend dargestellt, um ggf. eine örtliche Beeinflussung der Ruhr durch die jeweiligen Zuflüsse darzustellen.

Tabelle 22.1: Mittlere Abflüsse während der Längsuntersuchungen
Table 22.1: Average flows during examinations along the course of the river

Längsuntersuchung Untersuchungslabor	Untersuchungs- zeitraum	Abfluss am Pegel Hattingen m ³ /s
Winter / Hygiene-Institut (HYG)	04.02.2019	65,2
Frühjahr / Ruhrverband (RV)	25./26./27.03.2019	77,5
Sommer / Hygiene-Institut (HYG)	05.08.2019	20,5
Herbst / Ruhrverband (RV)	04./05./06.11.2019	31,2

Eine Übersicht über die beprobten Messstellen sowie die untersuchenden Labore gibt Tabelle 22.2 wieder.

Für die Nebengewässermessstellen wird in der Spalte „Ruhr-km“ in Klammern die Kilometrierung aufgeführt, bei der die Gewässer in die Ruhr münden. In der Tabelle 22.3 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. Seit 2013 wird durch die AWWR das Europäische-Fließgewässermemorandum unterstützt. 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 22.4 sind für die 16 Stoffe bzw. Stoffgruppen die im Europäischen Fließgewässermemorandum geltenden Zielwerte mit den im Jahr 2019 nachgewiesenen Überschreitungen zusammengefasst.

Eine Zusammenfassung und Auswertung der untersuchten Pflanzenschutzmittel erfolgt gesondert in Tabelle 22.5.

Ruhrlängsuntersuchungen

Bei den Längsuntersuchungen der Ruhr wurden durch den Ruhrverband und das Hygiene-Institut über den Ruhrverlauf zu einem Zeitpunkt Proben gezogen. Die Analysen für die Längsuntersuchungen decken den Verlauf der Ruhr ab und wurden durch den Ruhrverband sowie durch das Hygiene-Institut in Gelsenkirchen im Auftrag von Hochsauerlandwasser, Stadtwerke Hamm, Mark-E, Gelsenwasser, Verbundwasserwerk Witten, Wassergewinnung Essen und der Rheinisch Westfälischen-Wasserwerke vorgenommen. Die beiden Labore übermittelten die Daten per E-Mail an die Westfälische Wasser- und Umweltanalytik, die die Auswertung übernimmt.

Das Hygiene-Institut entnahm dabei an 13 Stellen Proben, die auf bis zu 52 Parameter untersucht wurden. Insgesamt wurden (ohne Pflanzenschutzmittel) knapp 1270 Werte analysiert. Der Ruhrverband entnahm an 31 Probenahmestellen Wasserproben und analysierte darin bis zu 40 Kenngrößen (ohne Pflanzenschutzmittel). Insgesamt wurden durch den Ruhrverband für diese Messreihe 2542 Analysewerte erhoben.

Bei den vier Längsuntersuchungen wurden am Pegel Hattingen die in Tabelle 22.1 aufgeführten Abflüsse gemessen.

Tabelle 22.2: Übersicht über die Messstellen und die untersuchenden Laboratorien
 Table 22.32: 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 Arnberg, 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 Gütestation
108,39		X		WWU	Ruhr, Hengsen Obergraben
(106,96)	0,08	X			Baarbach, 80 m vor Mündung in die Ruhr (unterh. Kläranlage)
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 WWW
69,00		X			Ruhr, Einlauf Stausee Kemnade
(67,35)	1,33	X			Ölbach, unterhalb Teich 3, 1330 m vor Mündung in die Ruhr
62,65		X	X	WWU	Ruhr, Oberwasser Kraftwerk Stiepel WMR
51,28		X			Ruhr, Schwimmbücke 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				

Die Analysenergebnisse aus den Ruhrlängsuntersuchungen werden nachfolgend in Form von Ganglinien dargestellt (Bild 22.1 bis 22.7). Dabei wurden bis zu sechs Kenngrößen zu einem Block zusammengefasst. In der 42. Graphik ist der mittlere Abfluss am Pegel Hattingen als zusätzliche Größe an den Probenahmen in Bild 22.7 dargestellt.

Analysenwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze werden mit dem Wert der Bestimmungsgrenze in den Grafiken berücksichtigt und durch das Symbol „*“ kenntlich gemacht. Die senkrechten, gestrichelten Linien kennzeichnen die Lage der Probenahmestellen. Die Abkürzungen RV bzw. HYG stehen für Ruhrverband bzw. Hygiene-Institut des Ruhrgebietes.

Für die zusätzlich vorgenommenen Untersuchungen der acht Nebenflüsse/-bäche werden die Werte als Mittelwert zusammengefasst in Tabelle 22.3 dargestellt. Zusätzlich werden für sechs ausgesuchte Kenngrößen die Mittelwerte aus den Nebenflüssen den Ganglinien aus der Ruhr in einer Grafik gegenübergestellt (Bild 22.8).

Zeitlich dichte Ruhrüberwachung

Für die zeitlich dichte Überwachung der Ruhr werden an zehn Stellen durch die Versorgungsunternehmen Wasserwerke Westfalen, Stadtwerke Hamm, Mark-E und Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft sowie dem Ruhrverband Pro-

Tabelle 22.3: Mittelwerte ausgewählter Güteparameter von acht Nebenflüssen der Ruhr
 Table 22.3: Means of selected quality parameters for eight tributaries of the Ruhr

Kenngröße	Einheit	Zufluss/Ruhr-km							
		Rinderbach 23,24	Ölbach 67,35	Volme 87,67	Lenne 92,72	Baarbach 106,96	Hönnne 116,58	Möhne 137,35	Röhr 141,83
Wassertemperatur	° C	9,8	12,0	11,4	10,9	10,8	12,3	8,7	8,7
pH-Wert		8,30	7,60	8,22	7,71	7,60	8,48	8,10	8,10
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	602	1963	352	400	789	704	381	414
Trübung	FNU	3,9	2,5	3,3	2,0	6,3	1,6	1,4	3,9
Spektr. Absorptionskoeff. bei 254 nm	l/m	7,0	10,8	5,8	4,8	10,3	3,3	7,7	4,4
Spektr. Absorptionskoeff. bei 436 nm	l/m	0,60	0,70	0,40	0,30	0,60	0,33	0,55	0,45
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	mg/l	19,3	22,9	7,3	5,6	18,4	< 5,0	8,1	5,4
Gelöster organ. gebund. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	2,5	4,9	2,1	1,9	4,6	1,3	3,2	1,6
Gelöster Sauerstoff	mg/l	11,7	8,4	11,7	10,8	10,1	11,3	11,4	11,1
Chlorophyll-a	µg/l	8,5	11,0	2,5	2,5	3,5	1,5	< 1,0	1,0
Gesamter gelöster Phosphor als PO4	mg/l	0,57	0,86	0,20	0,36	0,43	0,19	< 0,06	0,14
Borat-Bor	mg/l	0,06	0,28	< 0,05	< 0,05	0,17	0,08	0,02	0,02
Ethylendinitril-tetraessigsäure (EDTA)	µg/l	2,2	6,3	2,3	2,8	19,5	2,3	0,5	0,9
Nitritotriessigsäure (NTA)	µg/l	< 2,5	< 5,0	< 2,0	< 2,0	< 2,5	< 2,0	< 0,5	< 0,5
Diethylentri-nitri-l-pentaessigsäure (DTPA)	µg/l	< 5,0	< 10,0	< 1,0	< 1,0	< 5,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Ammonium	mg/l	0,28	1,32	0,06	0,05	0,44	< 0,04	0,01	0,10
Nitrat	mg/l	20,2	7,3	13,7	13,2	24,1	19,7	8,2	14,4
Nitrit	mg/l	0,25	0,38	0,07	0,05	0,15	0,05	< 0,03	0,20
Organisch gebundener Stickstoff	mg/l	0,49	0,63	0,24	< 0,20	0,86	< 0,20	< 0,20	0,28
Mangan	µg/l	71	125	17	32	74	11	19	29
Gelöstes Mangan	µg/l	15	119	< 10	23	50	< 10	< 10	15
Eisen	mg/l	0,78	0,24	0,12	0,08	0,34	0,06	0,04	0,14
Gelöstes Eisen	mg/l	0,03	0,03	0,02	0,02	0,04	< 0,01	0,01	0,01
Natrium	mg/l	41	320	28	30	57	47	31	13
Kalium	mg/l	7,2	17,5	4,1	4,4	12,1	4,5	2,8	2,7
Magnesium	mg/l	12,5	20,5	5,6	7,1	10,5	7,8	6,3	8,0
Calcium	mg/l	67	69	26	33	77	82	41	63
Barium	µg/l	14	375	< 50	< 50	24	< 50	23	43
Kupfer	µg/l	4,9	1,8	< 5,0	< 5,0	6,4	< 5,0	1,4	1,9
Nickel	µg/l	5,1	6,1	2,4	1,7	8,8	1,6	2,7	3,6
Chrom	µg/l	2,6	< 0,5	0,5	< 0,5	1,1	0,6	< 0,5	< 0,5
Zink	µg/l	36	15	13	25	118	< 10	2	8
Blei	µg/l	9,5	0,3	< 1,0	< 1,0	1,0	< 1,0	< 0,1	1,0
Cadmium	µg/l	0,19	0,03	< 0,10	< 0,10	0,13	< 0,10	0,02	0,04
Chlorid	mg/l	65	420	40	47	111	78	43	20
Sulfat	mg/l	51	82	29	30	84	45	29	56
Fluorid	mg/l	0,13	0,24	0,09	0,09	0,15	0,08	0,09	0,07
Polycyclische arom. Kohlenwasserstoffe	ng/l	5	12	7	3	3	1	0	3
Adsorb. org. geb. Halogene (AOX)	µg/l	6	17	< 10	< 10	15	< 10	9	7
Coliforme Bakterien	1/100 ml	4422	19564	9824	7734	22030	4622	266	5806
Escherichia coli	1/100 ml	947	6500	3059	2374	18115	550	21	2656

ben entnommen. Dabei werden bis maximal 24 Messgrößen untersucht, die aufgrund der unterschiedlichen Monitoringstrategien der Unternehmen abhängig von der Kenngröße meist in wöchentlichen oder monatlichen Untersuchungen bestimmt werden. In Essen-Rellinghausen betrug die Untersuchungshäufigkeit durch den Ruhrverband sogar bis zu 135 Proben. Nicht alle Kenngrößen wurden an allen Messstellen bestimmt. Der Auswertung der zeitdichten Untersuchungen liegen knapp 9.500 Messwerte (ohne Pflanzenschutzmittel) zugrunde.

Die Ergebnisse der Analysen wurden zu statistischen Größen wie Mittel-, Extrem- und Perzentilwerten verdichtet und werden nachfolgend kombiniert tabellarisch/grafisch dargestellt (Bild 22.9 bis 22.33). Innerhalb der Rechenalgorithmen wurden Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze mit 30 % der Bestimmungsgrenze berücksichtigt. Bei den Mittelwerten und Perzentilen, deren errechneter Betrag unterhalb der Bestimmungsgrenze lag, wurde ersatzweise die Bestimmungsgrenze mit einem vorangestellten Zeichen „<“ angegeben. Für die Minimal- und Maximalwerte wird jeweils das zugehörige Mess-

Tabelle 22.4: Zielwerte für die Qualität des Ruhrwassers mit Überschreitungen im Jahr 2019

Table 22.4: Target values for the quality of Ruhr water and exceedings in 2019

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 ₄	mg/l	0,3	0,5	1 (von 463 Proben)
Nitrat	NO ₃	mg/l	25	50	keine
Phosphat gesamt gelöst	PO ₄	mg/l	-	-	-
Gel. org. geb. Kohlenstoff	DOC	mg/l	3	-	118 (von 483 Proben)
Tetrachlorethen		µg/l	0,1	10 für die Summe aus beiden	keine
Trichlorethen		µg/l	0,1		keine
Diethyltrinitrilopentaessigsäure	DTPA	µg/l	1	-	(54 (von 193 Proben < 2 / < 2,5 ³⁾) 226 (von 240 Proben)
Ethylendinitrilotetraessigsäure	EDTA	µg/l	1	-	
Nitritotriessigsäure	NTA	µg/l	1	-	(6 (von 240 Proben) < 2 ³⁾)
PSM ¹⁾		ng/l	100	100	keine
Coliforme Bakterien		100 ml ⁻¹	-	0	-
Zusätzliche Parameter					
Elektrische Leitfähigkeit	LF	µS/cm	700	2170	keine
pH-Wert			7 – 9	6,5 – 9,5	keine
Temperatur	T	°C	25	-	3 (von 538 Proben)
Sauerstoff	O ₂	mg/l	> 8	-	59 (von 469 Proben)
Chlorid	Cl	mg/l	100	-	1 (von 463 Proben)
Sulfat	SO ₄	mg/l	100	250	keine
Fluorid	F	mg/l	1,0	1,0	keine

¹⁾ Organisch-chemische Stoffe zur Pflanzenbehandlung und Schädlingsbekämpfung.

²⁾ Zielwerte als geometrisches Jahresmittel.

³⁾ Bestimmungsgrenze liegt über dem Zielwert des Fließgewässermemorandums.

datum mit angegeben. Sofern ein Maximalwert mehrfach nachgewiesen wurde, wird statt eines Datums der Wert mit „Mehrere“ kenntlich gemacht.

Unterhalb der Tabellen werden die Messwerte der zeitlich dichten Untersuchung in ihrem jahreszeitlichen Verlauf dargestellt. Die Grafiken enthalten die Messwerte von jeweils zwei benachbarten Probenahmestellen. Welche Ganglinie zu welcher Datenspalte gehört, wird mittels der schwarzen bzw. blauen Linie unterhalb der Tabellenspalten kenntlich gemacht. Zur besseren Vergleichbarkeit sind alle Grafiken für eine Kenngröße gleich skaliert. Als ergänzende Information ist jeweils links auf der Seite der zeitliche Verlauf des Abflusses der Ruhr am Pegel Hattingen dargestellt. Für die Zielwertbetrachtung werden die Zielwerte des europäischen Fließgewässermemorandums herangezogen.

Untersuchungen von Pflanzenschutzmittel (PSM)

Pflanzenschutzmittel sind chemische Verbindungen, die in erster Linie Nutzpflanzen vor Schädlingsbefall -durch zum Beispiel Insekten oder Pilze- schützen oder einen konkurrierenden Pflanzenwuchs unterbinden sollen. Diese hochwirksamen Verbindungen werden z.T. nur langsam abgebaut, dürfen aber in Lebensmitteln und dem Trinkwasser nur in geringen Spuren vorkommen. Der Gesetzgeber hat für Einzelsubstanzen im Trinkwasser einen Grenzwert von 100 ng/l festgelegt, für die Summe der nachgewiesenen Einzelsubstanzen einen Wert von 500 ng/l.

Neben den wasserchemischen Parametern wurden sowohl in den Längsuntersuchungen als auch der zeitdichten Ruhrüberwachung 2019 knapp 4.950 mal Pflanzenschutzmittel analy-

siert. Die Ergebnisse aus den Untersuchungen dieser Pflanzenschutzmittel werden in der Tabelle 22.5 aufsummiert und als Überschreitungsstatistik aufgeführt.

Für die Kooperation Landwirtschaft/Wasserwirtschaft an der Ruhr wird durch die nachfolgend dargestellten Ergebnisse zu den Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln die Berichterstattung für das laufende Jahr gewährleistet. Wie in den Vorjahren werden diese Ergebnisse im Beirat der Kooperation diskutiert und fließen in die Tätigkeit der von den Wasserversorgungsunternehmen finanzierten Berater ein.

Kommentierung der Ergebnisse 2019

Seit der Aufgabe des Wasserwerkes in Bochum wird die Messstelle Stiepel nicht mehr beprobt, so dass hier keine Werte vorliegen.

Niederschläge und Abfluss: Bei den Niederschlägen wurde 2019 erneut ein sehr trockenes Jahr verzeichnet: nur zwischen Januar und März sowie im Dezember konnten Niederschläge in der Höhe der langjährigen Mittel gemessen werden. Vor allem im Januar und März wurden die höchsten Niederschläge verzeichnet, die die Defizite aus dem Vorjahr in den Talsperren ausglich. Die maximale Niederschlagsrate lag im März mit 125 % deutlich über dem Durchschnitt, während in den übrigen Monaten die Regenmengen im Ruhreinzugsgebiet mit 48 bis 66 % weit unter dem langjährigen Durchschnitt lagen. Insgesamt war 2019 als ein weiteres Trockenjahr mit knapp 83 % der durchschnittlichen Niederschlagsmenge gekennzeichnet. Dieser Wert lag über den Niederschlägen aus dem Jahr 2018, wirkte sich aber auf Grund der geringen Bodenfeuchte durch die trockenen Vorjahre nicht direkt auf die Abflüsse aus (2013 71 %, 2014 75 %, 2015 90 %, 2016 81 %; 2017 91 %; 2018 70 %, Quelle: DGJ-Seite Ruhrverband).

Die Niederschläge spiegelten sich im Abfluss der Ruhr wider: nach den hohen Abflüssen im Januar erreichte der Abfluss im März bei den höchsten Niederschlägen seine Spitze mit 421 m³/s. Zwischen April und November lagen die Abflüsse – trotz der Stützung aus den Talsperren – deutlich unter den Durchschnittswerten. Auch im Jahr 2019 wurde der Abfluss durch die Nord- und Südgruppe der Talsperren gestützt, wobei die Stützung des Abflusses durch die Nordgruppe erneut eine starke Belastung der Wasserressourcen in den Talsperren erzeugte. Erneut musste nach 2018 auch im Jahr 2019 für die Nordgruppe eine Reduktion des Mindestabflusses beantragt werden, um die weitere Absenkung in den Talsperren einzuschränken. Der Ruhrabfluss am Pegel Hattingen, der den Gesamtabfluss repräsentiert, wird als ergänzende Information zur Einordnung der Konzentrationen an Wasserinhaltsstoffen in den Abbildungen 22.9 bis 22.33 aufgeführt.

Temperaturen: Nach 2018 war auch das Jahr 2019 neben der Trockenheit durch überdurchschnittlich hohe Temperaturen charakterisiert, die gegenüber 2018 noch höhere Werte erreichten. Die höheren Lufttemperaturen wirkten sich entspre-

chend auf die Wassertemperaturen aus, sodass der Jahresgang höhere Temperaturen aufwies (Bild 22.9). Nachdem im Februar die Minimalwerte bei den Temperaturen erreicht worden waren, stieg die Wassertemperatur bis zum Juni / Juli stetig an und erreichte nach den Stauhaltungen zwischen Ende Juni und Anfang Juli im mittleren Ruhrverlauf über den Zielwert des Europäischen Gewässermemorandums. Das Maximum wurden in drei Proben die Grenzen mit Werten über 25 °C an zwei Messstellen überschritten (Tab. 22.4). Diese Überschreitungen trat bei Einzelwerten auf. Die Dauer dieser thermischen Belastung konnte auf Grund der niedrigen Datendichte nicht ermittelt werden. Neben den höheren Lufttemperaturen könnte aber auch der reduzierte Abfluss mit für die Überschreitung des Zielwertes verantwortlich sein. Im Unterlauf der Ruhr ab Essen wurde bei einer niedrigeren Probeanzahl keine der Temperaturüberschreitungen mehr nachgewiesen. Dieses hohe Temperaturniveau im Sommer wurde auch in der Ruhrlängsuntersuchung im August wiedergefunden, wobei sich die Temperatur über den Ruhrverlauf aufbaute (Bild 22.1).

Leitfähigkeit und Salze: Die Leitfähigkeit und die sie verursachenden Salze hängen direkt von den Abflüssen ab. Neben der Leitfähigkeit wurde das Chlorid als eine Hauptkomponente der verursachenden Salze untersucht (Bilder 22.10 und 22.11). Der jahreszeitliche Verlauf der beiden Parameter ist an allen Probestellen nahezu identisch. Mit den schwankenden Abflüssen zu Jahresbeginn treten die gegengleichen Schwankungen bei Leitfähigkeit und Chlorid durch die Verdünnungseffekte bzw. Konzentrationen bei höheren bzw. niedrigen Abflüssen auf. Über den Sommer stiegen die beiden Parameter bei den niedrigen Abflüssen stetig an und fielen erst mit dem Einsetzen höherer Abflüsse zu Ende des Jahres wieder ab.

Die Abhängigkeit der Leitfähigkeit von den Abflüssen war auch in den Ruhrlängsuntersuchungen zu beobachten (Bild 22.1). In diesen Untersuchungen wurde die Zunahme der Leitfähigkeit über den Ruhrverlauf deutlich, die durch Einleitungen im Verlauf der Ruhr zunimmt. Durch den größten Zustrom der Lenne trat allerdings eine Absenkung der Leitfähigkeit bei Kilometer 92 auf. Eine Zunahme tritt durch den Zustrom des Ölbachs hinter Witten bei Kilometer 67 auf, der den Effekt der Verdünnung hinter dem Zustrom der Lenne durch hohe Salzfrachten wieder aufhebt. Diese Zunahme in der Leitfähigkeit wurde auch durch die Messwerte unterhalb des Ölbachs bestätigt (Bild 22.10). Trotz des niedrigen Abflusses wurde bei dem genannten Parameter auch an der unteren Ruhr der Zielwert des Gewässermemorandums nicht erreicht (Tab. 22.4).

Diese Befunde wurden durch die Ruhrlängsuntersuchung ebenfalls unterstützt: hier war die Zunahme der Leitfähigkeit über den Fließweg der Ruhr besonders in der Herbstmessung deutlich, mit einem erheblichen Sprung nach dem Zufluss des Ölbachs in Bochum. Die gleiche Tendenz war in der Längsuntersuchung bereits im Sommer ablesbar (Bild 22.1).

Für das Chlorid, als wichtigste Komponente der Salzfracht, wurde bei der sehr dichten Datenlage in Essen das einmalige Erreichen des Zielwertes des Gewässer Memorandums bei einem Maximalwert nachgewiesen (Bild 22.11). Das Chlorid wies in der Untersuchung des Ruhrlängsverlaufs den deutlichen Anstieg auf und zeigte die Effekte durch die Zuleitungen (Bild 22.4).

Als weiterer Bestandteil der Salzfracht wies auch das Kation Natrium einen parallelen Verlauf in der Ruhrlängsuntersuchung auf. Eine Konzentrationserhöhung durch den Ölbach-Zufluss konnte auch bei anderen Ionen in der Längsuntersuchung beobachtet werden (Bild 22.4).

Trübung: Trübungen werden in der Ruhr meist durch die Mobilisierung von Sedimenten bei Hochwasserereignissen verursacht. Die zeitdichten Untersuchungen weisen entsprechend die höchsten Werte zu Zeiten mit den höchsten Abflüssen auf (Bild 22.12). Die deutliche Korrelation zwischen Abfluss und Trübung wird vor allem bei der Messreihe in Essen-Rellinghausen und dem Pegel sichtbar: hier sind nahezu identische Verläufe zu verzeichnen. Bei den Untersuchungen in der oberen Ruhr wurden noch weitere Spitzen gemessen, die vor allem auf lokale Ereignisse zurückgeführt werden dürften.

In den Längsuntersuchungen der Ruhr traten vor allem bei der Winter- und der Frühjahrsuntersuchung während der Zeiten des höheren Abflusses auch höhere Werte bei der Trübung auf. Die höheren Trübungen wurden vor allem im oberen Bereich der Ruhr, der nicht durch große Stauhaltungen beeinflusst wird, nachgewiesen. Dies bestätigt die Ergebnisse aus den Vorjahren, die insgesamt auf einem sehr niedrigen Niveau lagen. In den Untersuchungen aus dem Sommer und Herbst wurden durchgängig eine sehr niedrige Trübung über den gesamten Ruhrverlauf (mit einem Ausreißer am Pegel Wetter im Sommer) nachgewiesen. Die Ursache dürfte aus den niedrigen Abflüssen im Sommer und Herbst begründet sein (Bild 22.1).

Chlorophyll, Sauerstoff und pH-Werte: Der Parameter Chlorophyll a (Chl-a) wird in den Untersuchungen als Größe für das Wachstum von pelagischen Algen bewertet (Bild 22.13). Durch das Wachstum der Algen können im Wasserkörper weitere Parameter wie der Sauerstoffgehalt (Bild 22.15) und der pH-Wert (Bild 22.14) stark beeinflusst werden. Ein Wachstum an Algen konnte wie in den Vorjahren im Bereich der unteren Ruhr nachgewiesen werden, an den Probestellen, die in oder nach einer Stauhaltung der Ruhr liegen. Hier liegen Nachweise an den Probestellen Hengstey, Witten und Essen vor. Im oberen Ruhrverlauf wurde Chlorophyll dagegen oft als Einzelbefund gemessen. Im Vergleich zu den vorangegangenen Jahren wurden auch bei den Nachweisen im April geringere Chlorophyllwerte nachgewiesen: die höchsten Konzentrationen an Chl-a lagen in Essen bei etwa 60 % im Vergleich zum Vorjahr. Damit setzte sich der Trend der abnehmenden Konzentrationen an Chl-a trotz der Schwankung im Vorjahr gegenüber

den Werten aus den früheren Jahren fort. Für die Längsuntersuchungen liegen nur Werte aus den Frühjahrs- und Herbstuntersuchungen vor, die nicht in dem Zeitrahmen der hauptsächlichsten Algenentwicklungen lagen. In beiden Untersuchungsreihen wurden deshalb keine nennenswerten Chlorophyllkonzentrationen nachgewiesen (Bild 22.3).

Die Entwicklung der Algen stellt neben anderen Faktoren auch einen entscheidenden Einfluss auf den pH-Wert dar. Da die Algen für ihr Wachstum aus ihrem aquatischen Lebensraum Kohlendioxid aufnehmen, das mit der im Wasser enthaltenen Kohlensäure im Gleichgewicht steht. Folglich bewirken sie durch deren Verbrauch eine Anhebung des pH-Wertes. Dem entsprechend weist dieser Parameter die höchsten Werte in den unteren Ruhrbereichen während der Zeiten einer Algenentwicklung auf (Bild 22.14). In der oberen Ruhr wurden dagegen pH-Werte gemessen, die nicht mit dem Algenwachstum korrelierten.

Der gelöste Sauerstoff stellt einen weiteren Parameter dar, der durch die Entwicklung von Algen entscheidend beeinflusst werden kann. Sauerstoff tritt als Nebenprodukt der Photosynthese durch Algen auf und wird freigesetzt. Darüber hinaus wird der Sauerstoff als Gas vor allem durch die Löslichkeit auf Grund der Wassertemperaturen maßgeblich beeinflusst. Bei den im Jahr 2019 gemessenen Sauerstoffkonzentrationen konnte kein signifikanter Einfluss des Algenwachstums auf das gelöste Gas beobachtet werden (Bild 22.15). Da im Jahr 2019 das Wachstum der Algen relativ gering ausfiel, waren auch keine großen Effekte zu erwarten. Auf der anderen Seite lag die Temperatur im Jahr 2019 über den Werten der Vorjahre, sodass die reduzierte Löslichkeit den Sauerstoffgehalt bestimmte. Die Gehalte an Sauerstoff zeigten entsprechend im Vergleich mit der Temperatur (Bild 22.9) den gegenläufigen Verlauf.

Für die Bewertung des Sauerstoffgehaltes kann das Fließgewässer Memorandum herangezogen werden. Bei den Minimalwerten wurde das untere Ziel von 8 mg/l unterschritten. Positiv ist zu werten, dass trotz der höheren Temperaturen die Konzentrationen über den Werten des Vorjahres lagen. An den meisten Untersuchungsstellen wurden minimale Gehalte um 7 mg/l gemessen und lagen damit noch weit über den fischtoxischen Minima.

In den Längsuntersuchungen zeigte der Sauerstoffnachweis nur in der Sommeruntersuchung eine Abnahme über den Ruhrverlauf, der dem Anstieg der Temperatur und der dadurch bedingt abnehmenden Löslichkeit entsprach. Zu den übrigen Untersuchungszeiten lag die Konzentration in einem nahezu gesättigten Bereich vor (Bild 22.3).

Nährstoffe, UV-Absorption und gebundener Kohlenstoff:

In naturbelassenen Fließgewässern werden die Nährstoffe durch die unbeeinflussten Einträge aus Nebengewässern und dem Grundwasser und die Vegetationszeiten bestimmt. Hier kann das Wachstum der Algen als Primärproduzenten auch auf diese Parameter Einfluss nehmen. In einem beeinflussten Gewässersystem werden dagegen die Gehalte an Nährstoffen durch weitere Einleitungen zum Teil zusätzlich überprägt, so dass der Einfluss der Vegetationsphasen oft nicht sehr ausgeprägt ausfällt. Für das Wachstum von Algen sind vor allem Phosphat und Stickstoff als Makronährstoffe notwendig. Diese Nährstoffe werden aber auch für das Wachstum von Kulturpflanzen in den Kreislauf eingebracht. Als weitere Quelle für diese Nährstoffe ist das Klarwasser aus der Abwasserbehandlung und die Abschlüge bei starken Niederschlägen zu nennen.

Als entscheidender Nährstoff für das Algenwachstum wurde das Phosphat untersucht (Bild 22.18). Da Phosphat an Böden adsorbiert, wird eine Freisetzung bei der landwirtschaftlichen Anwendung nur bei großem Überschuss relevant oder durch oberflächliche Abschwemmung in die Gewässer eingetragen. In den Untersuchungsreihen konnte im oberen Ruhrverlauf auf Grund des geringen Algenwachstums keine signifikante Zehrung des Phosphates festgestellt werden, lediglich eine geringe Abnahme in der Hauptvegetationszeit April-Mai gegenüber den übrigen Jahreszeiten. Vor allem im September wurden ansteigende Phosphatkonzentrationen im Oberlauf gemessen, die nach dem Ende der Vegetation und der Ernte freigesetzt werden kann. Im weiteren Ruhrverlauf sind in den Zeiten des Algenwachstums kleine Rückgänge bei der Phosphatkonzentration nachweisbar, die aber nicht eindeutig auf das Algenwachstum zurückgeführt werden können. Insgesamt lässt sich keine eindeutige Korrelation der Phosphate mit dem Algenwachstum feststellen, vor allem, da die Konzentrationen durch Einträge beeinflusst werden. So konnte im Ruhrverlauf eine leichte Zunahme nachgewiesen werden, die wahrscheinlich durch Einleitungen bewirkt wurde. Hierdurch wurden im oberen Ruhrverlauf 90er-Perzentilwerte zwischen 0,15 und 0,21 mg/l gemessen, während im weiteren Lauf die Werte auf 0,30 bis 0,39 mg/l stiegen.

Bei der Ruhrlängsuntersuchung liegen für Phosphat Messreihen für das Frühjahr und den Herbst vor (Bild 22.2). Die Frühjahrsuntersuchung zeigte geringe Zunahmen der Konzentrationen von Phosphat über den Flussverlauf. Mit Ausnahme der Zunahmen nach Wickede/Ruhr und der Volmemündung traten nur geringe Änderungen auf. Deutlichere Steigerungen der Phosphatwerte waren in der Herbstmessung nach Wickede/Ruhr und im Verlauf des Baldeneysees zu erkennen. Letztere könnte auch durch die Freisetzung aus der Biomasse im See begründet sein.

Als weitere Haupt-Nährstoffe wurden die Stickstoffe untersucht, die als Nitrat oder Ammonium vorkommen können. Das Nitrat als Stickstoffquelle wies in der zeitdichten Untersuchung einen jahreszeitlichen Verlauf auf, der den Vorjahren entsprach: nach den höchsten Werten zu Beginn des Jahres nahm die Konzentration ab April in der Ruhr ab und stieg im weiteren Jahresverlauf zum Winter wieder an (Bild 22.17). Damit wurden mit dem Einsetzen der Vegetationszeit eine Abnahme beobachtet und ein Anstieg am Ende der Vegetation. Eine deutliche Korrelation zu dem Algenwachstum war jedoch nicht feststellbar.

Aus den Ruhrlängsuntersuchungen konnten unterschiedliche Niveaus für die Jahreszeiten bestätigt werden (Bild 22.2). In der Sommeruntersuchung wurde dabei eine Abnahme des Nitrats über den Ruhrverlauf nachgewiesen, die durch die biologische Aktivität im Gewässer verursacht wurde.

Beim Ammonium wurden im jahreszeitlichen Verlauf an den Messstellen der Ruhr höhere Werte in den Wintermonaten nachgewiesen (Bild 22.16). Diese Stickstoffverbindung wird vor allem bei einem Abbau organischer Substanz freigesetzt, der im Vegetationsverlauf oder bei der Reinigung von Abwasser auftritt. Die Spitzenwerte traten entsprechend im Herbst auf, während die niedrigsten Werte im Sommer gemessen wurden. Die Sommertemperaturen gewährleisteten eine gute Abwasserreinigung für Ammonium. In den Längsuntersuchungen wurden für das Ammonium unterschiedliche Konzentrationsniveaus nachgewiesen (Bild 22.2). Hier wurden die höchsten Werte in der Wintermessung Anfang Februar gemessen. In der Sommermessung konnte hinter der ersten größeren Stauhaltung, dem Kemnader See ein Anstieg nachgewiesen werden, der auf Abbau von pflanzlicher Biomasse in der Stauhaltung zurückzuführen sein dürfte.

Neben Ammonium und Nitrat wurden bei der Ruhrlängsuntersuchung für Nitrit ebenfalls in der Wintermessung die höchsten Werte ermittelt (Bild 22.2). Das Nitrit deutet auf eine unvollständige Oxidation bei dem Abbau von Stickstoffverbindungen hin. In den hier vorgefundenen Konzentrationen weist es aber keine nachteilige Wirkung auf.

Der organische Kohlenstoff wird neben den anthropogenen Einträgen aus der biologischen Aktivität durch die Primärproduktion von Algen und die Destruktion des gebildeten biologischen Materials beeinflusst. Im Jahr 2019 waren nur geringe Änderungen in der Konzentration feststellbar (Bild 22.19). Nach dem Winter wurde ein geringer, aber nicht signifikanter Anstieg ab Ende April beobachtet. Die Ursache könnte sowohl an der Vegetationsphase als auch an den geringen Abflüssen liegen. Zum Jahresende trat mit dem höheren Abfluss wieder eine leichte Erniedrigung der Werte auf. Eine eindeutige Korrelation mit dem Abfluss wurde aber nicht beobachtet.

Der gelöste Kohlenstoff lag mit den Maximalwerten über den Grenzen nach dem Fließgewässermemorandum, und auch die 90er-Perzentile lagen noch etwas oberhalb der Ziele. Im Mittel für das gesamte Jahr oder auch die Halbjahre wurde der Wert von 3 mg/l jedoch nicht überschritten.

Auch in den beiden Längsuntersuchungen der Ruhr im Frühjahr und Herbst wurden die Ziele in weiten Bereichen des Gewässers unterschritten. Größere Schwankungen traten nur im oberen Lauf der Ruhr in beiden Messungen und hinter den Stauhaltungen im unteren Ruhrverlauf in der Frühjahresmessung auf (Bild 22.2).

Neben der direkten Messung des Kohlenstoffes lässt sich der Gehalt an organischer Substanz durch die UV-Adsorption bei 254 nm nachweisen. Dieser Parameter stellt eine sensitive Alternative zu der Messung des Kohlenstoffes dar und zeigte einen parallelen Verlauf zum DOC (Bild 22.20). Vor allem in der oberen Ruhr korrelierten die Schwankungen im Abfluss mit starken Schwankungen in der UV-Adsorption.

In der Längsuntersuchung wurde ein weitgehend ausgeglichener Verlauf bei der UV-Adsorption nachgewiesen, der über die Messreihen in den vier jahreszeitlichen Untersuchungen unterschiedliche Niveaus aufwies (Bild 22.1). Erhöhte Werte lagen vor allem während des niedrigen Abflusses im Sommer und Herbst vor.

In der zeitlich dichten Messung der Farbe traten ebenfalls nur geringe Änderungen im zeitlichen oder örtlichen Verlauf auf (Bild 22.21). Dagegen trat in der Längsuntersuchung bei der Farbmessung ein Anstieg in der Herbstmessung nach dem Zufluss der Möhne auf, der sich aber im weiteren Verlauf nicht fortsetzte (Bild 22.2). Hier scheint ein kurzfristiger punktueller Eintrag ursächlich gewesen zu sein.

In den Längsuntersuchungen wurde zusätzlich der chemische Sauerstoffbedarf untersucht, der ebenfalls Informationen zu einer Belastung mit oxidierbaren Kohlenstoffen liefert (Bild 22.3). Anders als bei dem gebundenen Kohlenstoff liegen hier die Werte für die Winter- und die Frühjahresmessung auf einem niedrigen Niveau. Bei der Sommeruntersuchung wurde bei den niedrigen Abflüssen der höchste mögliche Sauerstoffverbrauch gemessen.

Metalle: Für die Metalle werden die Labore unterschiedliche Bestimmungsgrenzen an, so dass nicht an jeder Probestelle ein Verlauf beobachtet werden konnte. Für Cadmium konnten in Essen-Rellinghausen mit der niedrigsten Bestimmungsgrenze ganzjährig Werte ermittelt werden (Bild 22.22). An den übrigen Messstellen lagen die Messwerte zum überwiegenden Teil unterhalb der Bestimmungsgrenzen, so

dass nur die höchsten Konzentrationen durch eine Messung erfasst wurden. Auch für Chrom wurden nur an den Probestellen in Essen und in Warmen einige Werte oberhalb der Bestimmungsgrenzen ermittelt, während an den übrigen Messstellen nur die Konzentrationsspitzen im Messbereich lagen (Bild 22.23). Die Anzahl der gemessenen Werte ließ deshalb keine gesicherte statistische Auswertung zu. Bei beiden Metallen traten die Konzentrationsspitzen in den Zeiten der höchsten Abflüsse im Januar bis März auf und wurden wahrscheinlich durch die Remobilisierung von Sedimenten verursacht.

Die Längsuntersuchungen der Ruhr wiesen nur für Cadmium bei den niedrigen Bestimmungsgrenzen einen nachweisbaren Konzentrationsverlauf auf: hier wurden bei stärkeren Abflüssen im oberen Bereich der Ruhr die höchsten Konzentrationen gemessen, die im Verlauf der Ruhr wieder zurückgingen (Bild 22.5). In der Herbstmessung wurde mit einem geringeren Abfluss ein durchgehend niedriges Konzentrationsniveau gefunden, so dass die Remobilisierung der Sedimente in der oberen Ruhr vor der Mündung der Möhne auch hier als Ursache für die höheren Konzentrationen verantwortlich gemacht werden konnte. Ein vergleichbares Bild zeigte auch die Untersuchung von Chrom in der Längsuntersuchung (Bild 22.5).

Analog zu Cadmium und Chrom wurden bei Nickel unterschiedliche Bestimmungsgrenzen angewendet (Bild 22.24). In Essen und Warmen wurden bei der niedrigeren Bestimmungsgrenze allerdings unterschiedliche jahreszeitliche Verläufe nachgewiesen: während im oberen Ruhrverlauf keine Konzentrationsspitzen bei den erhöhten Abläufen auftraten, korrelierten die höchsten Werte im unteren Verlauf mit dem Abfluss. Neben den hohen Werten in Essen wurden in Witten sogar die Spitzenwerte gemessen. In den Längsuntersuchungen wurden dagegen eher ausgeglichene Konzentrationen im Ruhrverlauf nachgewiesen.

Als weiteres Metall wurde das gelöste Mangan sowohl in der zeitdichten Untersuchung (Bild 22.25) als auch in der Ruhr-längsuntersuchung analysiert: Als Marker für industrielle Einleitungen zeigte das gelöste Mangan an den unterschiedlichen Probestellen in der oberen, mittleren und unteren Ruhr ein uneinheitliches Bild. In den Winter- und Herbstmonaten konnte keine Korrelation zu den Abflüssen festgestellt werden. Ein Anstieg der Konzentration bei den niedrigen Abflüssen während der Sommermonate war nur an der unteren Ruhr nachweisbar.

Bei der Betrachtung der Längsprofile in den vier Längsuntersuchungen wurden jedoch für das gelöste Mangan, aber auch für Mangan gesamt, in der Sommeruntersuchung einzelne Spitzenwerte nach den Zuflüssen aus dem Baarbach und der Volme sowie an der unteren Ruhr nachgewiesen (Bild 22.6). Die erhöhten Werte nach Zufluss der Volme wurden in der Sommermessung auch für das gelöste Eisen und das Eisen gesamt gemessen.

Anthropogene Spurenstoffe: Im langjährigen Ruhrmonitoring werden Spurenstoffe nur eingeschränkt untersucht. Ausgewählte Spurenstoffe werden durch die AWWR in einem Sondermonitoring untersucht, über das in diesem Ruhrgütebericht in Kapitel 16 berichtet wird.

Adsorbierbare-organische-Halogene (AOX) werden als Summenparameter für organische Industriechemikalien untersucht (Bild 22.26). In dieser Stoffgruppe sind neben geringen Gehalten an natürlichen Halogenverbindungen vor allem Industriechemikalien und Pestizide zu finden. Nachgewiesen werden organische Verbindungen, die mindestens ein Chlor-, Brom- oder Jod-Atom enthalten. Fluororganische Verbindungen, wie die Perfluorierten Tenside (PFT oder PFAS), werden durch diesen Nachweis nicht erfasst. Bei einer angewendeten Bestimmungsgrenze von 5 µg/l an der Messstelle Essen-Rellinghausen ließ sich ein Konzentrationsverlauf über das Jahr verfolgen. An dieser Probestelle wurde ein Maximalwert von 16 µg/l und ein Median von 6 µg/l gemessen. Im weiteren Ruhrverlauf konnte bei vier Messungen in Mülheim eine Konzentrationssteigerung nachgewiesen werden, während die Werte in den oberhalb liegenden Ruhrabschnitten, die mit höhere Bestimmungsgrenzen gemessen wurden, nur anhand der Konzentrationsspitzen (12 und 18 µg/l) beurteilt werden konnten. Danach weist die Ruhr über weite Strecken eine gleichbleibende Belastung auf, die im unteren Ruhrverlauf etwas ansteigt. In den Längsuntersuchungen wurden diese Konzentrationsniveaus über den Ruhrverlauf bestätigt (Bild 22.7): trotz der niedrigen Wasserführung im Herbst waren keine erhöhten Konzentrationen im Vergleich zum Frühjahr festzustellen.

Auch im Jahr 2019 lagen die Messwerte für die kurzkettingen Chlorkohlenwasserstoffe Tetrachlorethen (Bild 22.27) und Trichlorethen (Bild 22.28) in allen Messungen unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Die Komplexbildner treten als anthropogene Spurenstoffe durch Einträge aus der Abwasserbehandlung in allen Flusssystemen auf. Von den drei untersuchten Verbindungen - DTPA, EDTA und NTA – konnte bei dem DTPA (Diethyltriaminpen-taessigsäure) in den letzten Jahren ein starker Rückgang festgestellt werden, nachdem die Emission an der Lennemündung zurückgegangen war. Dieser Komplexbildner, der durch die industrielle Einleitung verursacht wurde, konnte im Jahr 2019 auch mit einer Bestimmungsgrenze von 1 µg/l in der unteren Ruhr nicht mehr nachgewiesen werden (Bild 22.29).

Als Komplexbildner mit einer breiten Anwendung wurde das EDTA (Ethylendiamintetraessigsäure) im gesamten Ruhrverlauf nachgewiesen. Dieser Komplexbildner wird aus industriellen und häuslichen Anwendungen oder als Abbauprodukt anderer Komplexbildner freigesetzt (Bild 22.30). Als Abbauprodukt aus DTPA wies das EDTA in den vergangenen Jahren ebenfalls einen Rückgang auf. Im Jahr 2019 konnten erneut geringere Maximalwerte für das EDTA gemessen werden und auch bei den 90er-Perzentilen fiel eine deutliche Abnahme auf. Dagegen wiesen die Mittelwerte z.T. höhere Werte auf, die auf den geringen Abfluss zurückzuführen waren. Im Ruhrverlauf war durch den Eintrag in Hagen noch immer der Einfluss der Punktquelle trotz der Rückgänge nachweisbar. Die maximal erreichten Konzentrationen blieben aber auch hinter Hagen im einstelligen Bereich und zeigten damit die deutliche Entspannung bei der Belastung im Vergleich zu den Vorjahren an.

Die Nitroloessigsäure (NTA) wird als dritter Komplexbildner analysiert. Auf Grund seiner Abbaubarkeit wurde aber auch im Jahr 2019 keine nennenswerte Konzentration vorgefunden (Bild 22.31).

Eine Bestätigung der Befunde erbrachte auch die Ruhr längsuntersuchung: nach den niedrigen Konzentrationen im Oberlauf der Ruhr, trat der deutliche Einfluss durch die Punktmission in Hagen in den vier Längsprofilen auf. Im weiteren Verlauf nahmen die Konzentrationen durch Verdünnungseffekte in der unteren Ruhr wieder ab (Bild 22.7).

Gewässerhygiene: Für den Nachweis des hygienischen Zustandes der Ruhr wurden im Jahr 2019 in der Ruhr neben den bisher untersuchten coliformen Bakterien (Bild 22.32) zusätzlich die Daten für *Escherichia coli* erhoben (Bild 22.33). Beide Datenreihen wiesen dabei vergleichbare Ergebnisse auf: zu Beginn des Jahres wurden die Belastungen mit Bakterien stark durch die Abflusssituation beeinflusst. Der Einfluss von Niederschlägen wurde auch zum Jahresende wieder deutlich. Die Belastungen konnten bis hinter Essen nachgewiesen werden. Im Bereich der oberen Ruhr traten aber auch in den Zeiten der niedrigen Abflüsse im Sommer lokal vereinzelt kleine Belastungsspitzen auf; hier dürften kurzfristige lokale Niederschläge verantwortlich sein. Wie in den früheren Jahren wurden diese Spitzen durch die Stauhaltungen der Ruhr reduziert, so dass sie im weiteren Verlauf in der Ruhr nicht mehr nachgewiesen wurden. Die Höhe der Nachweise von coliformen Bakterien lag über den Nachweisen für *E. coli*, da neben den *E. coli* noch weitere Bakterienspezies zu den coliformen Bakterien gezählt werden.

Die stark durch den Abfluss beeinflussten Bakterienzahlen konnten auch in den Ruhrlängsuntersuchungen nachgewiesen werden: vor allem in der mittleren Ruhr waren in der Frühjahrmessung hinter dem Hengsteysee sehr hohe Zahlen für coliforme Bakterien und *E. coli* nachweisbar (Bild 22.3).

Pflanzenschutzmittel: Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe (PSM) wurden in der Ruhr 2019 mit knapp 4.950 Analysen untersucht. Insgesamt konnten bei 35 Analysen Wirkstoffe in der Ruhr nachgewiesen werden, die oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze lagen (Tabelle 22.5). Nach einem Rückgang der Nachweise von 2017 zu 2018 ist dies ein weiterer Rückgang bei den Nachweisen. Für die Wirkstoffe Bentazon und 2,4-D (2,4-Dichlorphenolessigsäure) traten Einzelbefunde auf. Für diese Wirkstoffe wurden unterschiedliche Bestimmungsgrenzen angewendet: Diese umfassten den Bereich von 3 bis 50 ng/l. Die hier nachgewiesenen Konzentrationen lagen dabei im unteren Nachweisbereich. Auch bei Terbutylazin waren die drei positiven Analysen an einem Probenahmetag gefunden worden. Hier lagen alle drei Analysen an der Bestimmungsgrenze von 20 ng/l.

Bei den Analysen wurde das MCPA (2-Methyl-4-chlorphenoxyessigsäure) ebenfalls mit unterschiedlichen Bestimmungsgrenzen nachgewiesen. Die Grenzen lagen auch hier zwischen 3 und 50 ng/l. Die meist nachgewiesenen Konzentrationen wurden im einstelligen Nanogramm-Bereich (24 Analysen) nachgewiesen. Weitere vier Analysen lagen in niedrigen zweistelligen Konzentrationen. Nur zwei Nachweise zeigten höhere Konzentrationen. Damit hat sich die Situation bei den Pflanzenschutzmitteln trotz der niedrigen Abflüsse im Jahr 2019 weiter entspannt.

Nebengewässer: Der Ruhrverband und das Hygiene-Institut untersuchen neben der Ruhr an vier Probenahmetagen die acht wichtigsten Nebengewässer. Die Mittelwerte aus diesen Untersuchungen werden in Tabelle 22.3 zusammengefasst. In Bild 22.8 werden für sechs ausgewählte Wasserparameter die Mittelwerte der Zuflüsse den Mittelwerten der Ruhr im Bereich der Mündung gegenübergestellt. In den grafischen Darstellungen werden die Unterschiede der Belastungen der Nebengewässer mit den Ruhrwerten verglichen und damit der mögliche Einfluss auf die Ruhr verdeutlicht.

Auch für das Jahr 2019 wurde bei den Messungen der Nebengewässer eine deutliche Belastung in einigen Zuflüssen durch Abwasser nachgewiesen, wie es die Ergebnisse in der Tabelle 22.3 zeigen. Die höchsten Belastungen wiesen die Nebengewässer Baarbach und Ölbach auf; zum Teil wurden auch im Rinderbach auffällige Werte gemessen. Bei der Lenne werden die Proben 2.740 m vor der Mündung noch oberhalb der Kläranlage Hagen-Boele entnommen, so dass an der Probestelle nicht alle Einflüsse erfasst werden, die durch den Lennezufluss erfolgen.

Entsprechend den Untersuchungen aus den Vorjahren wurden die höchsten Belastungen für 2019 im Ölbach nachgewiesen, gefolgt von den Belastungen des Baarbachs. Die Werte weisen sowohl einen Eintrag aus häuslichen Abwässern auf (Chemischer Sauerstoffbedarf - CSB, Gelöster organisch-gebundener Kohlenstoff - DOC, Phosphat -PO₄, Bor - B, Nitrat - NO₃, Fluorid - F, Coliforme Bakterien und *E. coli*), als auch auf die Einleitung industrieller Abwässer (Mangan - Mn, Eisen - Fe, Kupfer - Cu, Nickel - Ni, Komplexbildner EDTA) hin. Neben dem Abwasser, das die Probestelle Ölbach belastet, wurde hier auch ein Einfluss von Grubenwasser aus dem Bergbau mit sehr hohen Salzfrachten deutlich, die aus der Sumpfung der Zeche Robert Müser stammen.

Die besonders hohen Gehalte an Salzfrachten aus dem Bergbau sind im Ölbach anhand der Leitfähigkeit, Natrium, Chlorid und Sulfat nachweisbar. Aber auch die industriellen Abwässer hinterlassen mit den Nachweisen von gelöstem Mangan, Mangan_{ges.}, PAK, AOX ihre Spuren. Zusätzlich weisen vor allem die hygienischen Parameter coliforme Bakterien, *E. coli* und weitere chemische Parameter (Ammonium, Nitrit) mit hohen Werten auf häusliches Abwasser hin. Durch diese Belastungen werden, wie z.B. bei den Werten für Barium und Ammonium, z.T. toxische Werte für die aquatische Lebewelt überschritten.

Ebenfalls hohe Belastungen wurden im Baarbach gefunden: hier war der Komplexbildner EDTA in hohen Konzentrationen vorhanden, aber auch bei Metallen wie z.B. Zink, sowie bei den hygienischen Parametern coliforme Bakterien und *E. coli* wurden Belastungen gemessen. Diese nachgewiesenen Werte deuten auch hier auf einen Eintrag aus Industrie und Haushalten hin.

Etwas weniger Auffälligkeiten wies der Rinderbach auf. Erhöhte Konzentrationen, z.B. bei den Metallen Blei und Zink, deuteten auf eine industrielle Beeinflussung dieses Baches hin.

Das Bild 22.8 stellt die Konzentrationen für die Parameter Leitfähigkeit, chemischer Sauerstoffbedarf, EDTA, Cadmium, coliforme Bakterien und *E. coli* in den Zuflüssen den Werten der Ruhr an der Einleitungsstelle gegenüber. Die Grafik weist

ebenfalls die hohen Belastungen der vorgenannten Gewässer Baarbach, Ölbach und Rinderbach gegenüber den Konzentrationen in der Ruhr auf. Dabei wurden für den Ölbach die Salzfrachten (Leitfähigkeit), die Abwasseranteile (CSB) und die hygienische Belastung (coliforme Bakterien, *E. coli*) deutlich.

Im Baarbach wurde durch die hohen Werte für den CSB, das EDTA, das Cadmium und die bakteriellen Parameter ein deutlicher Einfluss aus industriellen und häuslichen Einleitungen offensichtlich. Im Rinderbach wiesen die Werte für den CSB und die coliformen Bakterien die erhöhte Belastung dieses Gewässers nach.

Zielwerte: Seit 2017 werden als Ziele für die Wasserqualität die Grenzen des Europäischen Fließgewässermemorandum verwendet. Die Tabelle 22.4 gibt einen Überblick über die Erreichung und die Überschreitungen der Zielwerte aus dem Ruhrmonitoring. Für eine weitere Orientierung werden in der Tabelle zusätzlich die Grenzwerte aus der Trinkwasserverordnung mit aufgeführt. Für die Bewertung nach dem Fließgewässermemorandum werden die Maximalwerte herangezogen; bei den früheren Zielwerten wurde dagegen der 90-Perzentilwert genutzt, um eine Bewertung unabhängig von den Spitzenwerten zu erreichen.

Für Ammonium gibt das Memorandum einen Zielwert von 0,3 mg/l vor, der 2019 nur in einer Probe am oberen Ruhrlauf überschritten wurde. Damit wurde bei dem Ammonium eine weitere Verbesserung der Werte nachgewiesen, was auch aus den Mittelwerten und dem Median hervorgeht. Die Überschreitung trat als Einzelereignis unabhängig von den Abflussverhältnissen auf (Bild 22.16).

Wie in den Vorjahren lagen dagegen beim gelösten organischen Kohlenstoff über den gesamten Ruhrverlauf die Spitzenwerte über den Werten des Gewässermemorandums. Auch die Häufigkeit der Überschreitungen bei knapp einem Viertel der Proben weist auf eine höhere Belastung hin, die auch mit Überschreitung durch das 90er-Perzentil eine Grundlast der Ruhr bei diesem Parameter verdeutlicht (Bild 22.19). Bei den Mittelwerten und dem Median wurde der Zielwert von 3 mg/l jedoch durchweg unterschritten. Trotz der niedrigen Wasserführung im Jahr 2019 lagen die Durchschnittswerte unter den Werten der Vorjahre, sodass ein positiver Trend zu erkennen ist.

Bei den Komplexbildnern ließen sich die Untersuchungsergebnisse nur für das EDTA sinnvoll auswerten. Auf Grund der höheren Bestimmungsgrenzen bei den Komplexbildnern DTPA und NTA lagen in den Untersuchungen an den meisten Probestellen nur Messungen oberhalb der Zielwerte vor, die keine korrekte Auswertung ermöglichten. Nur für NTA konnte an der Probestelle Rellinghausen als Maximalwert eine Konzentration von 0,8 µg/l nachgewiesen werden (Bild 22.31). Für EDTA wurde an allen Messstellen mindestens eine Bestimmungsgrenze von 1 µg/l angewendet (Bild 22.30). Hier wurden die Zielwerte über den gesamten Ruhrverlauf überschritten, aber auch alle statistischen Werte lagen über dem Zielwert von 1 µg/l. Trotz des geringen Abflusses wurden die Mittelwerte des Vorjahres in den meisten Probestellen unterschritten und wiesen auf einen positiven Trend hin.

Bei den weiteren Parametern lagen vereinzelt einzelne Zielwertverletzungen vor: so wurden in drei Proben die Temperatur überschritten, in 59 Proben die Sauerstoffkonzentration von 8 mg/l unterschritten und in einem Fall bei Chlorid der Grenzwert erreicht (Tab. 22.4).

Zusammenfassung

Nach den vorangegangenen trockenen Jahren war 2019 als weiteres extremes Trockenjahr von sehr niedrigen Abflüssen bestimmt. Trotz dieser niedrigen Abflüsse lagen die Analysenergebnisse meist noch unter den Werten des Vorjahres, in dem ebenfalls bereits niedrigere Werte zu den Vorjahren gemessen wurden.

Besonders bei den Komplexbildnern hat sich der positive Trend aus dem Vorjahr noch beschleunigt. Auch unterhalb der Punktquelle in Hagen lagen die Konzentrationen weit unter denen des Vorjahres, obwohl hier noch immer ein deutlicher Konzentrationssprung in den Längsuntersuchungen auftrat. Eine weitere Reduktion, auch der diffusen Einträge, sollte vor allem für EDTA für den gesamten Verlauf der Ruhr angestrebt werden.

Die Pflanzenschutzmittel wurden ebenfalls mit geringeren Häufigkeiten nachgewiesen. Wie in den Vorjahren wurde 2019 meist das MCPA nachgewiesen. Alle anderen Befunde waren Einzelbefunde oder wurden für einen Probenahmetag ermittelt.

Die Nebengewässer zeigten weiterhin auffällige Belastungen: Komplexbildner wurden neben der Lenne auch im Baarbach gefunden. Kritische Belastungen sind vor allem in den Zuläufen des Ölbachs und Rinderbach zu finden, teils mit toxisch relevanten Stoffkonzentrationen.



Bild 22.1: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 22.1: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee



Bild 22.2: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 22.2: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

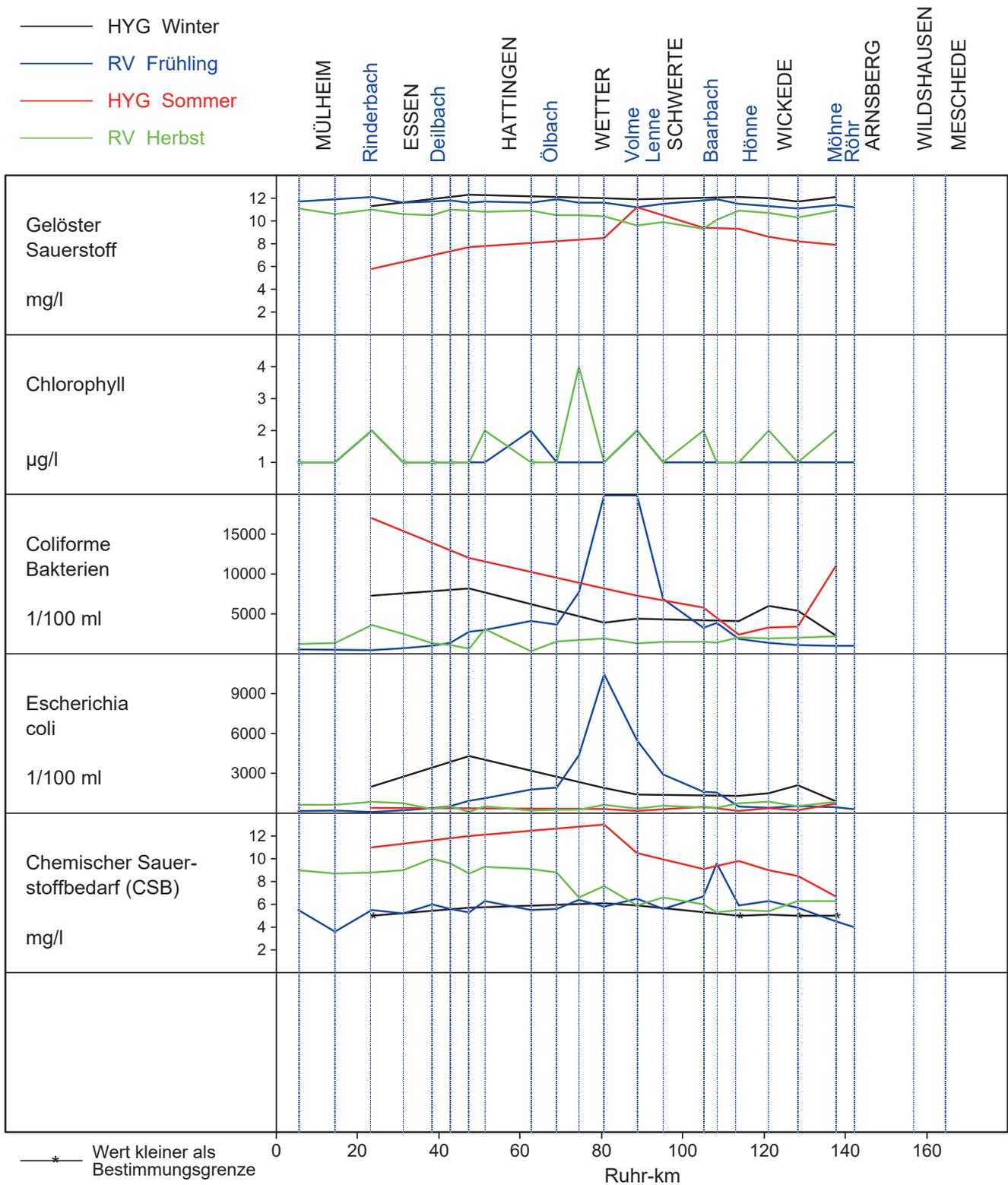


Bild 22.3: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 22.3: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

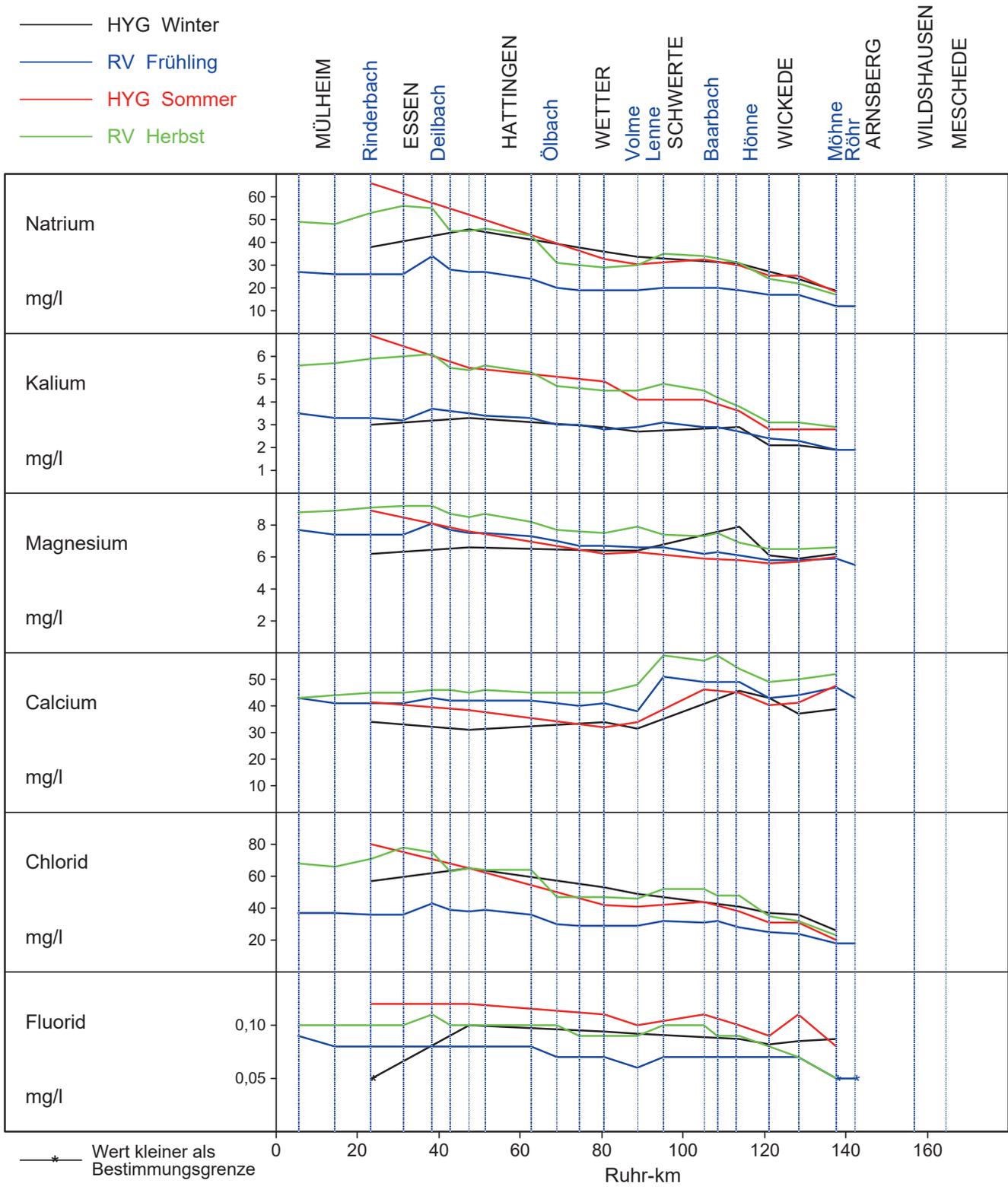


Bild 22.4: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 22.4: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

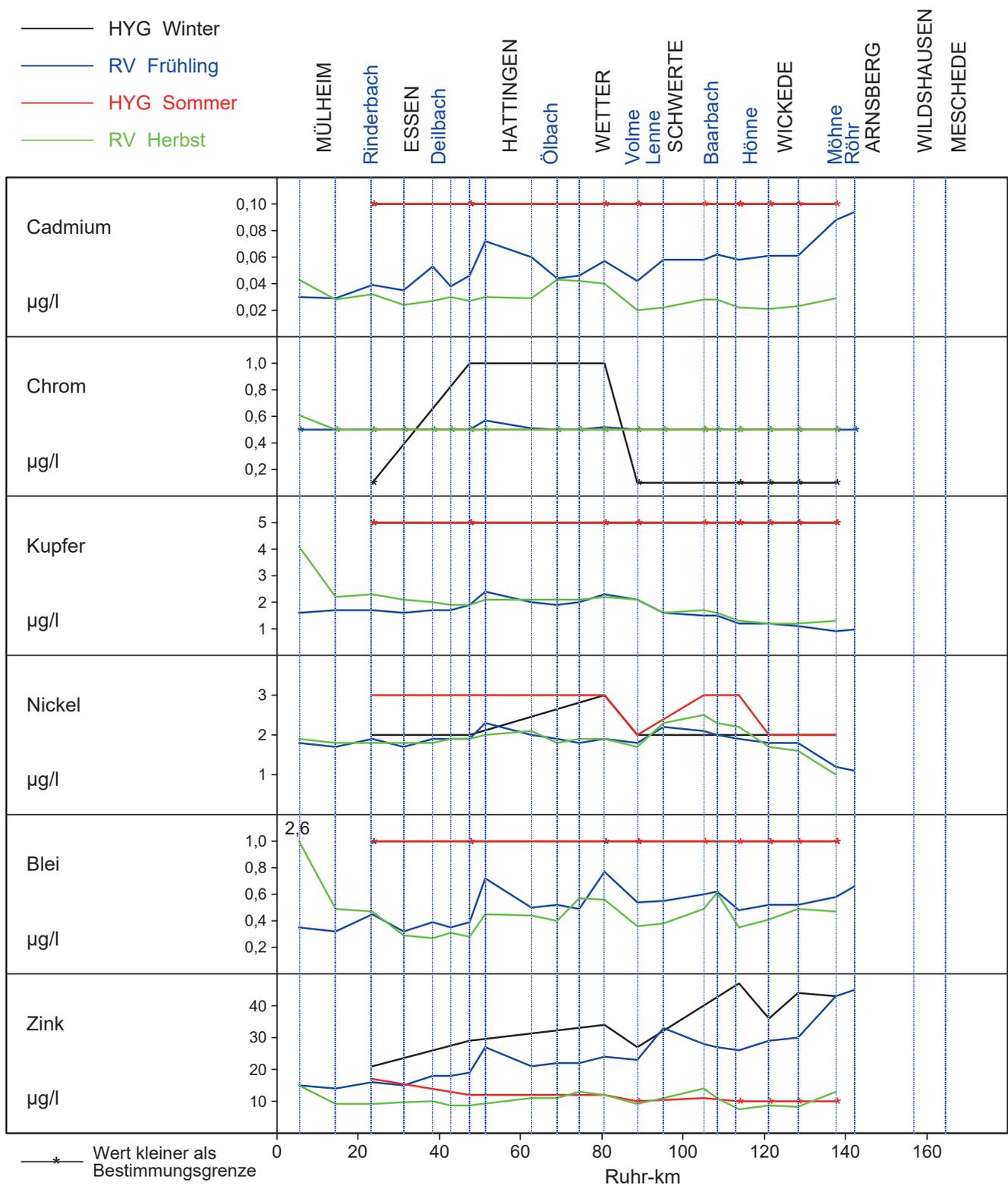


Bild 22.5: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 22.5: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

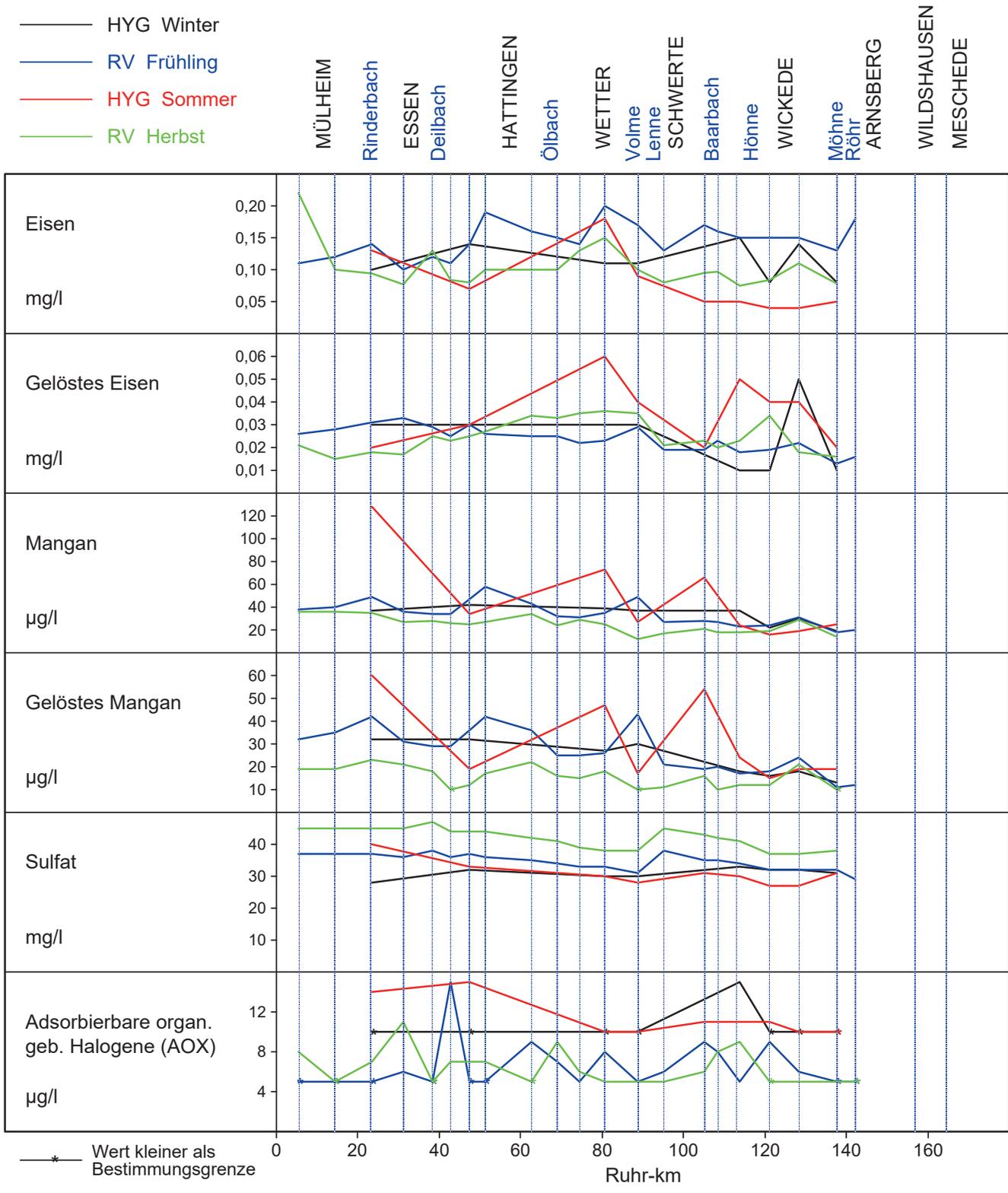


Bild 22.6: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 22.6: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

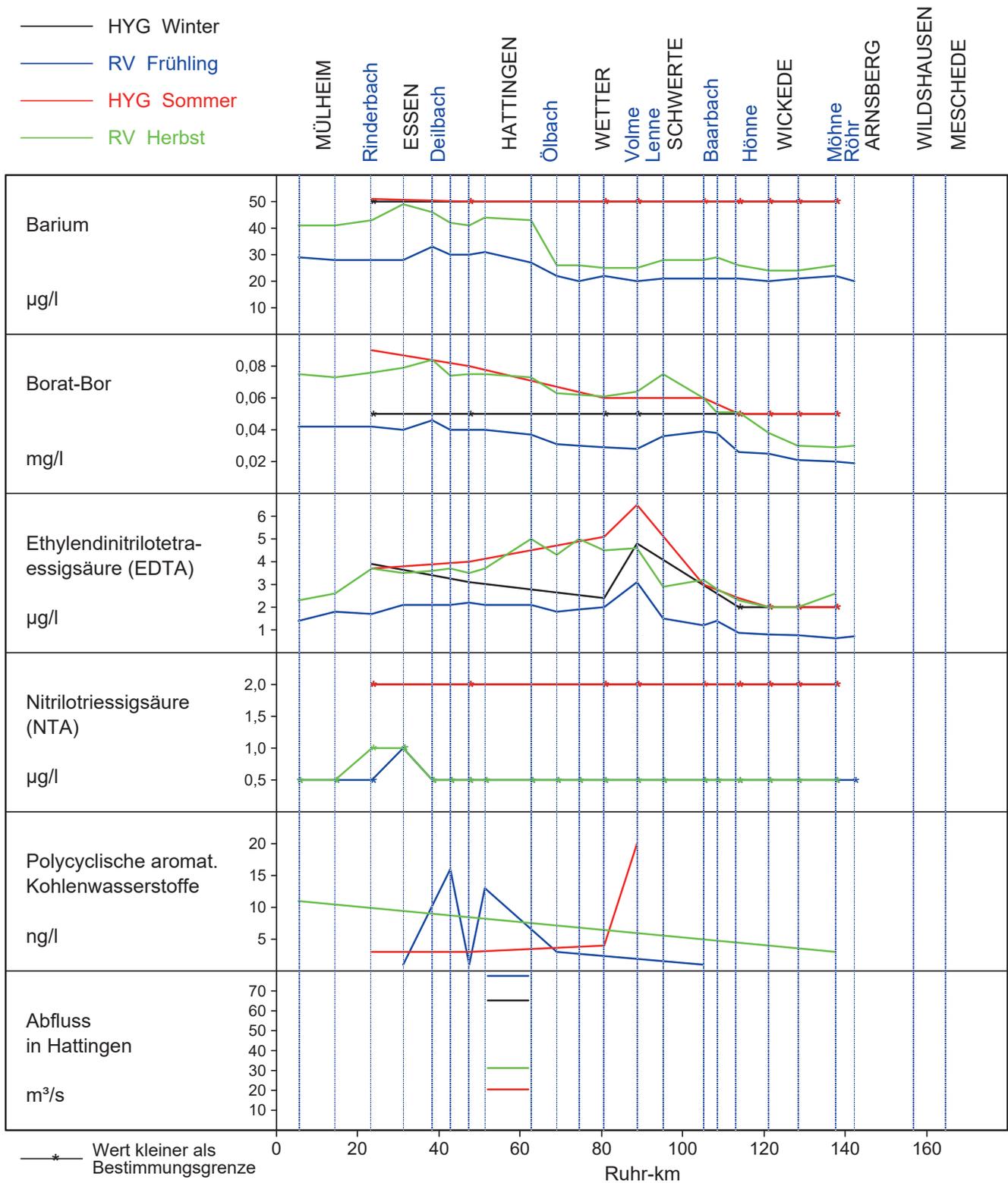


Bild 22.7: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 22.7: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

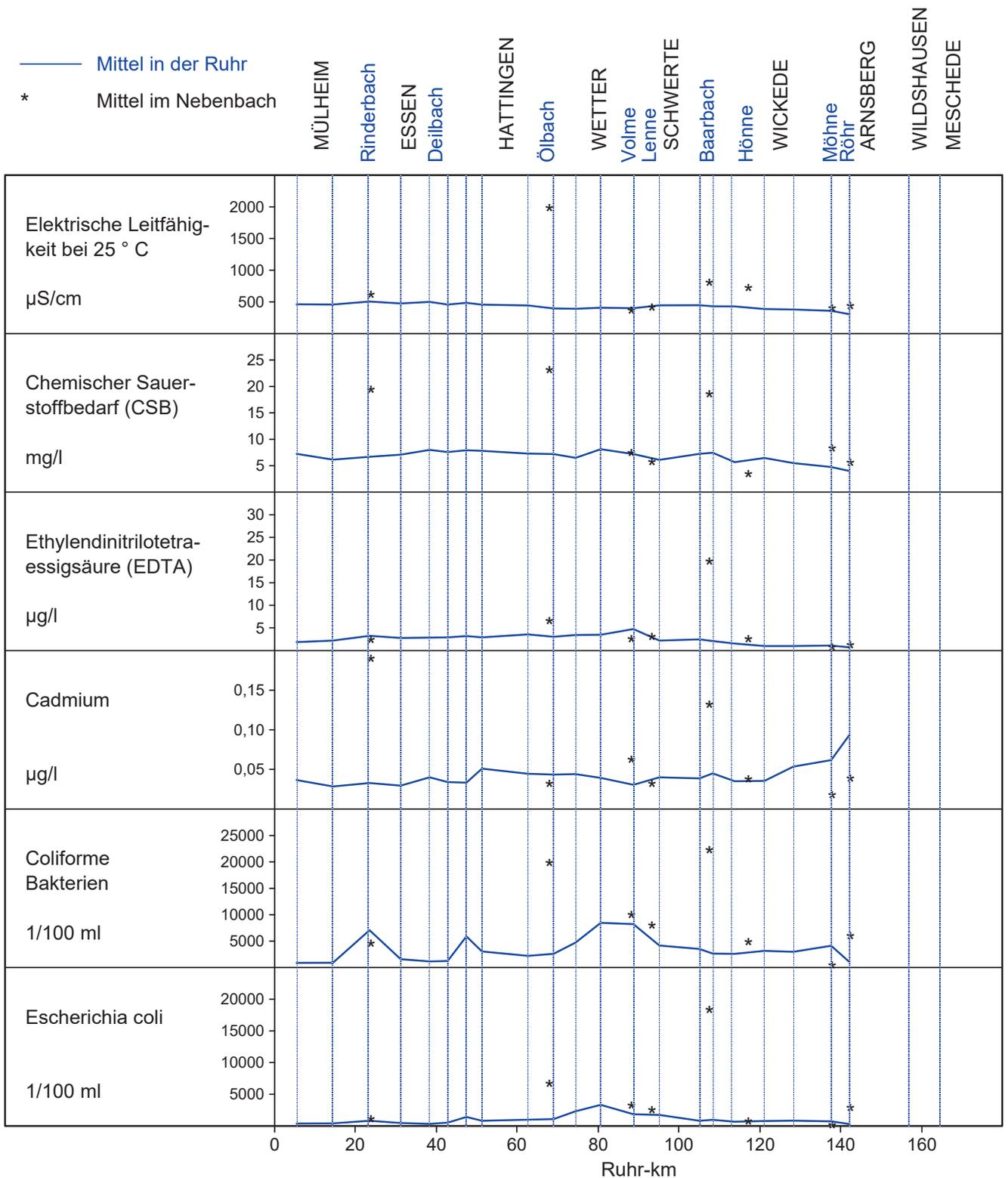


Bild 22.8: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr und ihrer Nebenbachmündungen anhand von sechs ausgesuchten Güteparametern
 Fig. 22.8: Water condition of the Ruhr and its tributaries at their inflows indicated by six selected parameters

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	135	4	59	53	64	61	59	79
Arith. Jahresmittel	13,3	14,0	13,5	13,1	12,7	12,5	11,4	11,2	11,2	12,1
Geom. Jahresmittel	11,6	12,4	11,9	11,4	11,1	10,9	10,1	10,0	10,2	11,0
Geom. Sommermittel	17,6	18,4	17,8	17,1	17,3	16,7	15,7	15,3	14,4	15,4
Geom. Wintermittel	7,6	8,4	7,7	7,6	7,1	7,0	6,8	6,8	7,3	7,7
Maximalwert	23,1	23,2	26,0	21,2	25,5	23,5	22,2	20,5	19,8	22,3
Datum des Max.	05.08	07.08	26.06	22.07	01.07	01.07	01.07	01.07	27.06	24.06
90-Perzentil	21,4	21,9	22,2	19,0	21,1	20,4	18,6	18,4	17,8	18,8
50-Perzentil	12,0	12,9	13,3	13,4	12,3	11,9	11,0	10,0	10,9	12,1
10-Perzentil	6,1	7,0	6,3	7,0	6,1	6,6	5,7	5,8	5,8	6,4
Minimalwert	3,8	4,8	2,5	4,4	2,5	1,7	2,3	2,5	2,6	2,9
Datum des Min.	04.02	06.02	23.01	28.01	21.01	21.01	21.01	21.01	24.01	21.01

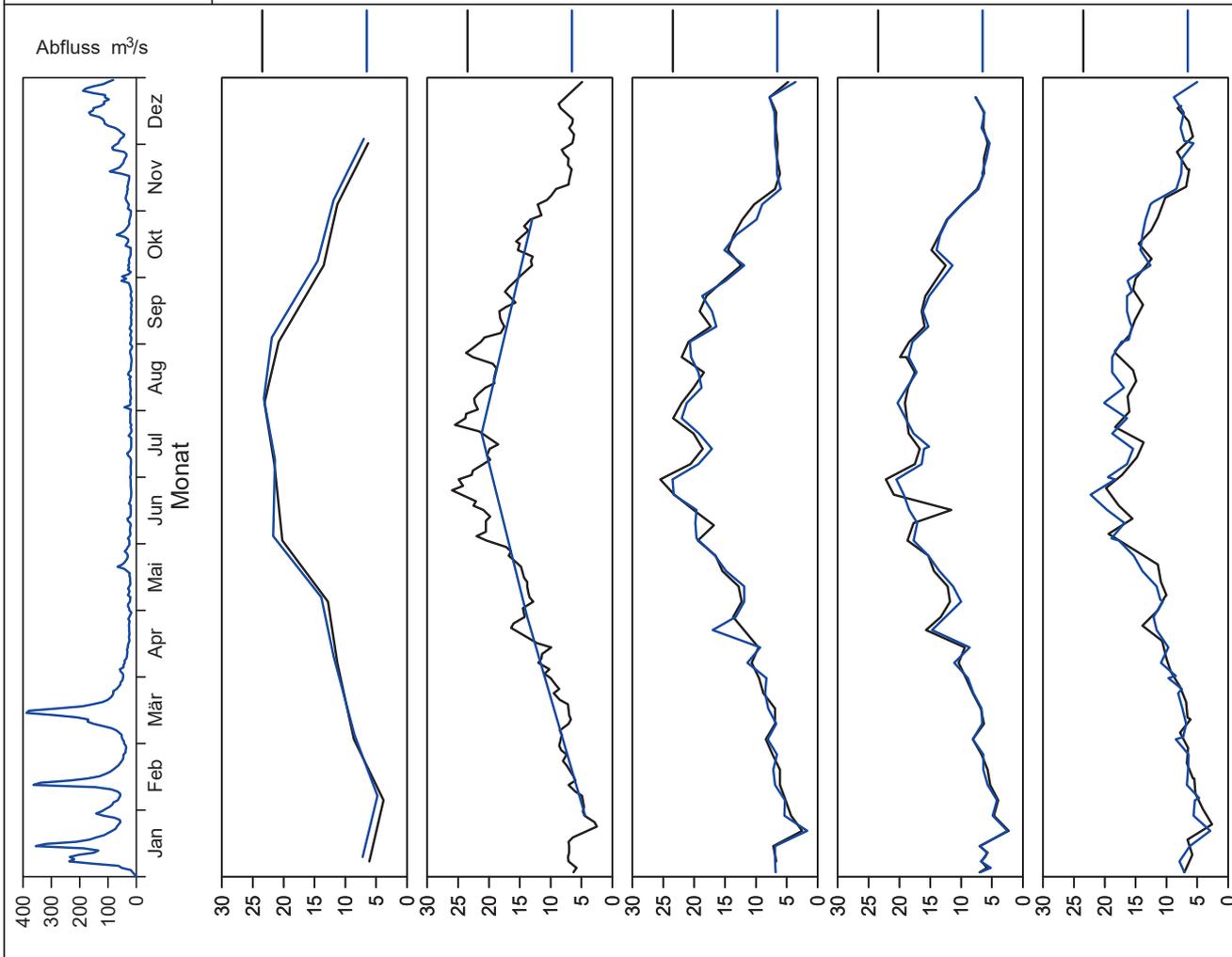


Bild 22.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 22.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Elektrische Leitfähigkeit bei 25 ° C

Einheit: $\mu\text{S/cm}$

Zielwert: 700 $\mu\text{S/cm}$

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	135		48	53	52	52	59	48
Arith. Jahresmittel	518	503	470		390	374	421	404	370	364
Geom. Jahresmittel	512	492	459		384	368	415	399	367	361
Geom. Sommermittel	566	561	538		433	411	453	432	386	381
Geom. Wintermittel	464	432	395		340	329	385	372	349	342
Maximalwert	648	631	662		472	480	497	493	442	456
Datum des Max.	05.08	10.07	02.09		22.07	29.04	14.10	18.11	29.10	18.11
90-Perzentil	631	599	575		454	433	483	459	411	402
50-Perzentil	512	503	490		408	397	450	428	381	380
10-Perzentil	425	378	320		286	276	314	304	297	296
Minimalwert	384	280	259		235	225	247	236	268	223
Datum des Min.	07.01	09.01	16.01		18.03	18.03	14.01	14.01	10.01	14.01

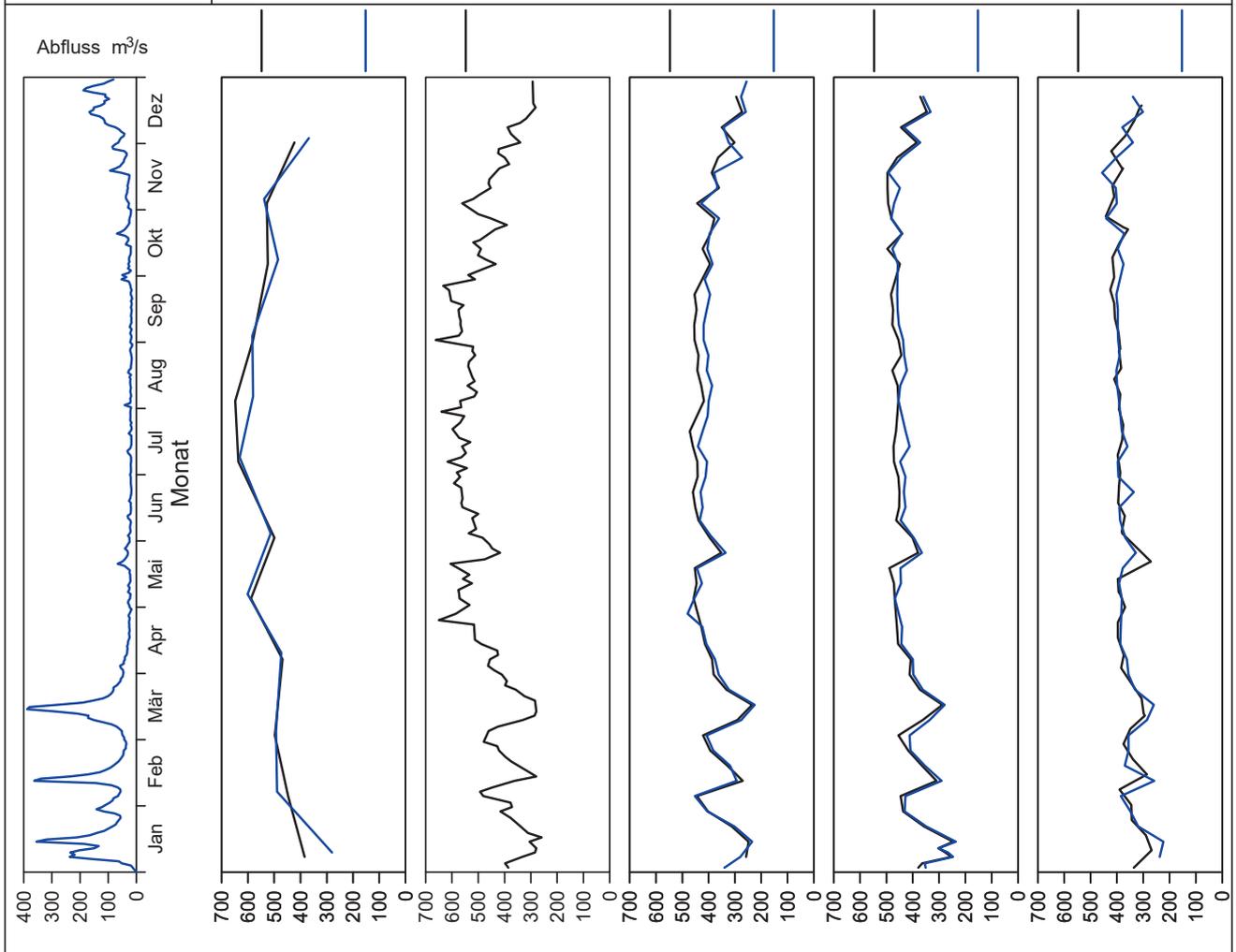


Bild 22.10: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 22.10: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	135		48	44	48	48	59	48
Arith. Jahresmittel	65	63	57		40	40	41	38	29	29
Geom. Jahresmittel	63	59	53		39	39	39	36	28	28
Geom. Sommermittel	72	72	68		47	44	46	42	33	33
Geom. Wintermittel	56	49	42		32	32	33	31	24	25
Maximalwert	92	85	100		55	52	57	53	43	44
Datum des Max.	05.08	10.07	02.09		02.09	Mehrere	23.09	28.01	26.09	18.11
90-Perzentil	86	83	81		53	49	53	49	38	37
50-Perzentil	66	66	59		42	42	44	40	30	30
10-Perzentil	46	37	31		26	27	26	25	18	20
Minimalwert	38	24	20		20	20	16	15	16	14
Datum des Min.	07.01	09.01	16.01		14.01	14.01	14.01	14.01	14.02	14.01

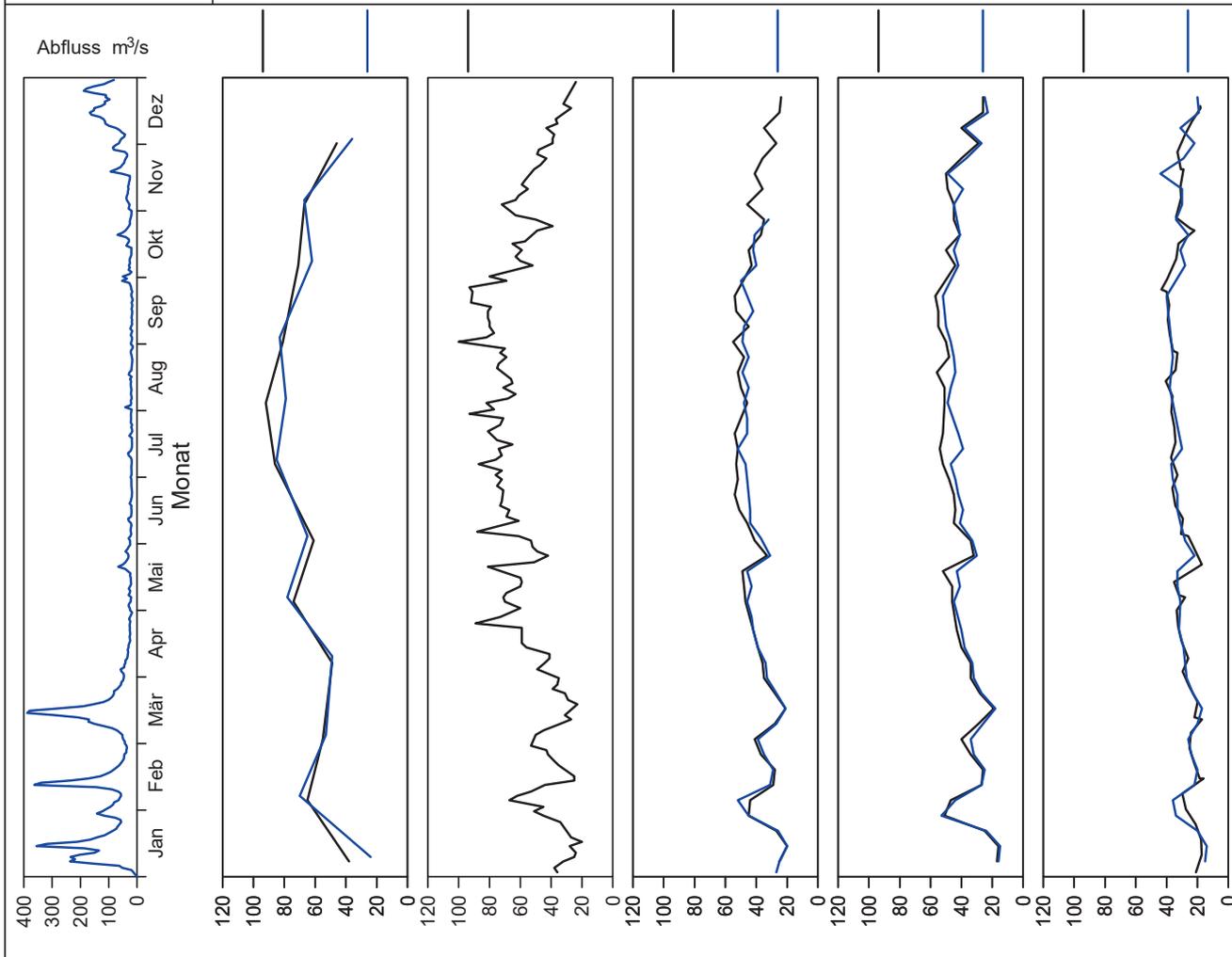


Bild 22.11: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 22.11: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	135		23	53	24	24	59	36
Arith. Jahresmittel	3,8	5,3	5,2		5,3	4,3	9,4	9,0	4,9	6,3
Geom. Jahresmittel	3,0	3,9	2,9		3,2	2,6	3,4	3,5	3,1	2,8
Geom. Sommermittel	3,0	4,4	2,0		1,9	1,7	1,8	2,0	1,8	1,9
Geom. Wintermittel	2,9	3,4	4,3		5,5	3,9	6,3	6,4	5,1	4,2
Maximalwert	13,9	22,5	62,0		41,0	36,4	96,2	98,8	25,8	84,0
Datum des Max.	07.01	09.01	11.02		07.01	11.02	14.01	14.01	10.01	07.01
90-Perzentil	5,9	8,8	10,6		10,6	8,9	12,1	16,0	12,5	10,1
50-Perzentil	2,6	2,9	2,4		2,5	2,8	2,3	2,8	2,4	2,2
10-Perzentil	1,5	2,0	1,1		1,4	0,9	1,2	1,2	1,2	1,2
Minimalwert	1,3	1,9	0,9		1,2	0,5	0,8	1,0	1,0	1,0
Datum des Min.	04.11	06.11	04.11		16.09	16.09	23.09	12.08	08.08	15.04

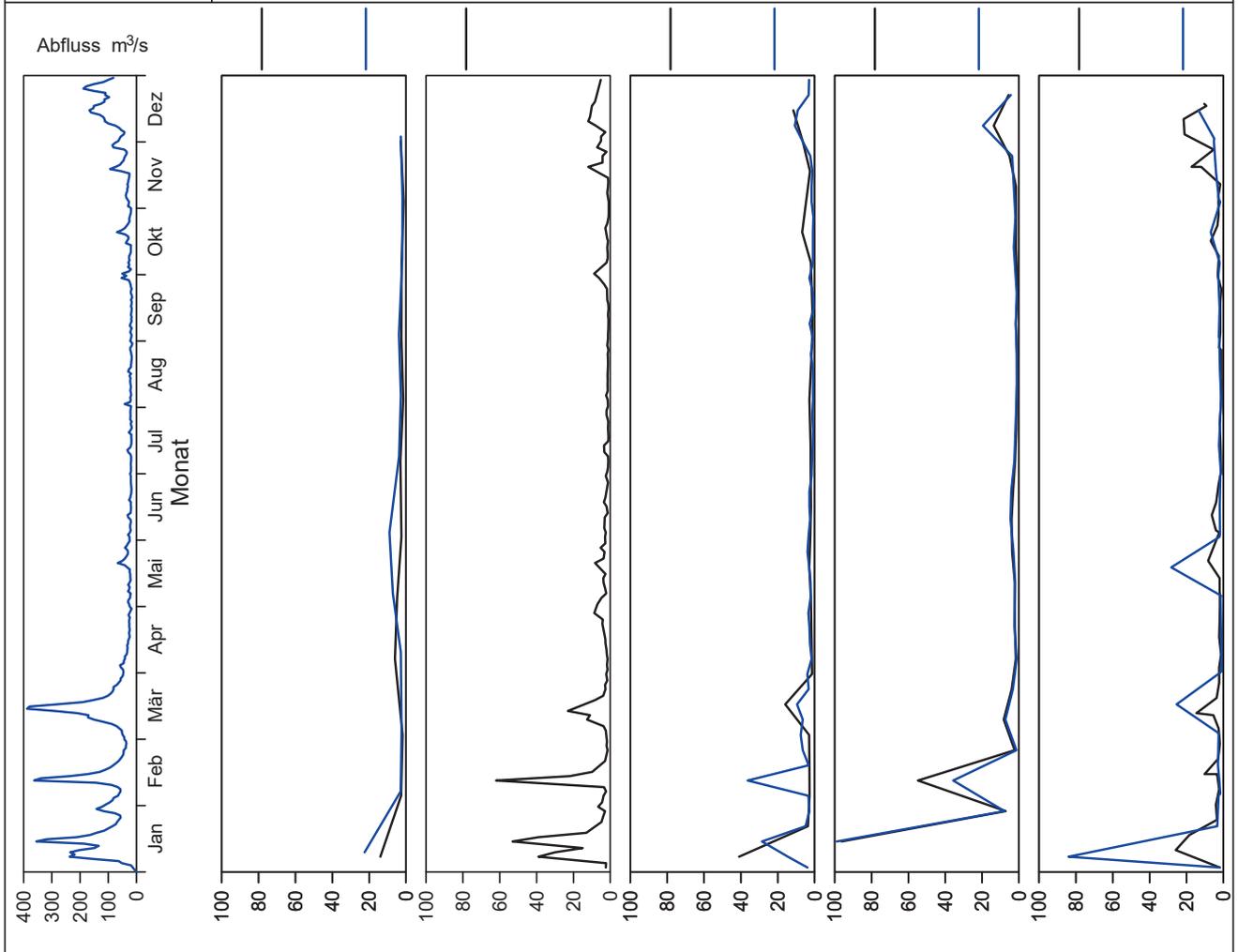


Bild 22.12: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 22.12: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Chlorophyll-a
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			92		22	51	24	24	16	34
Arith. Jahresmittel			4,6		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	2,3	< 5,0
Geom. Jahresmittel			1,9		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 2,0	< 5,0
Geom. Sommermittel			2,3		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 2,0	< 5,0
Geom. Wintermittel			< 1,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 2,0	< 5,0
Maximalwert			63,0		24,5	27,2	46,8	11,8	4,9	51,4
Datum des Max.			03.05		23.04	23.04	01.07	05.08	02.05	20.05
90-Perzentil			7,0		10,1	14,8	7,6	10,6	4,0	7,9
50-Perzentil			2,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	2,7	< 5,0
10-Perzentil			< 1,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 2,0	< 5,0
Minimalwert			< 1,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 2,0	< 5,0
Datum des Min.			Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	07.02	Mehrere

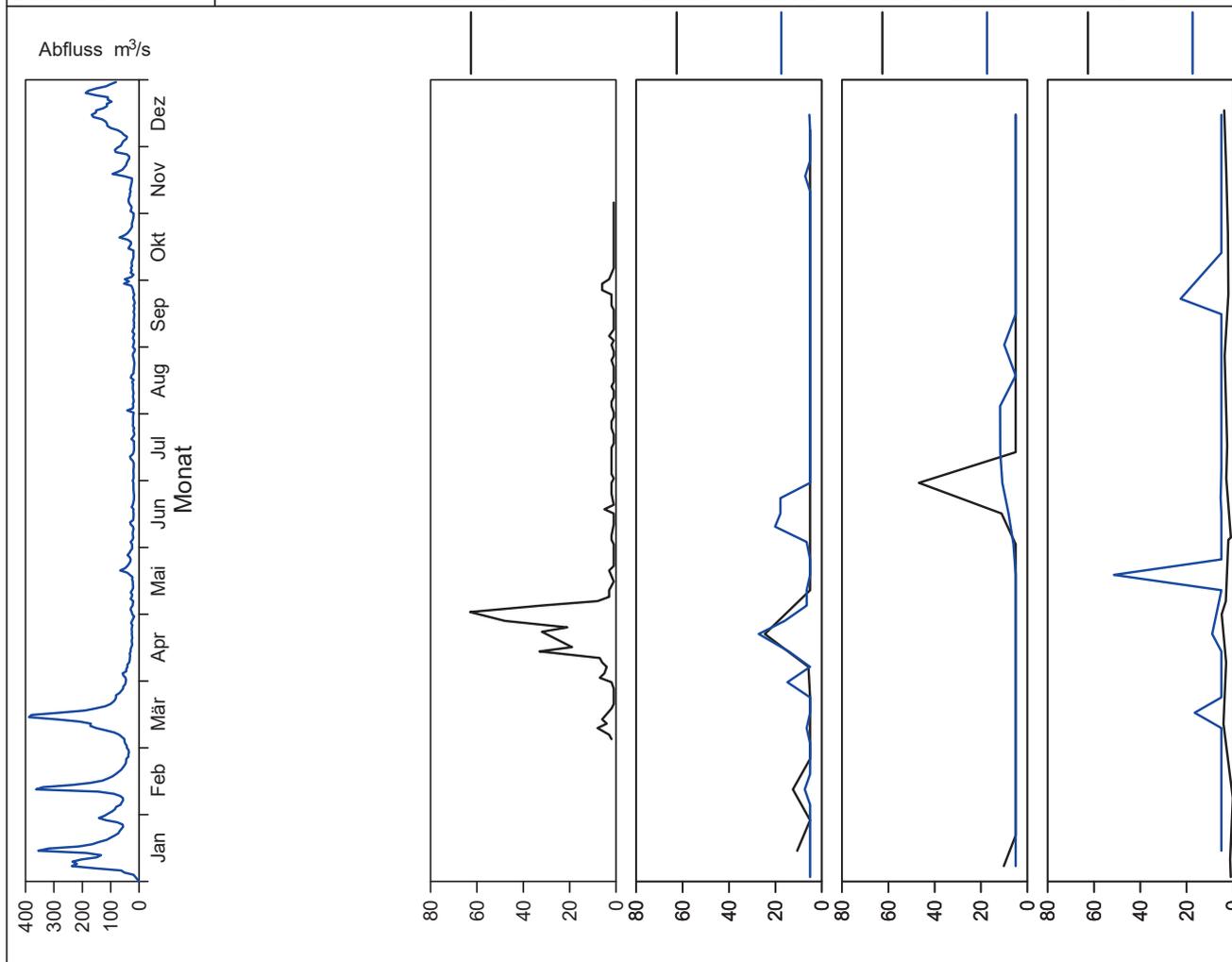


Bild 22.13: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 22.13: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	135		48	53	52	52	59	60
Arith. Jahresmittel	7,79	7,72	7,91		7,83	7,79	7,94	8,00	7,87	8,02
Geom. Jahresmittel	7,79	7,71	7,91		7,83	7,78	7,93	8,00	7,87	8,02
Geom. Sommermittel	7,88	7,84	7,98		7,87	7,90	7,98	8,05	7,88	8,10
Geom. Wintermittel	7,69	7,59	7,83		7,78	7,67	7,89	7,96	7,87	7,94
Maximalwert	8,37	8,46	8,80		8,63	8,61	8,50	8,40	8,32	9,31
Datum des Max.	06.05	08.05	Mehrere		23.04	23.04	23.04	01.07	03.07	24.06
90-Perzentil	8,08	7,94	8,10		7,97	8,05	8,08	8,17	7,99	8,32
50-Perzentil	7,72	7,64	7,90		7,79	7,73	7,92	7,99	7,86	7,96
10-Perzentil	7,61	7,52	7,70		7,70	7,54	7,82	7,85	7,73	7,83
Minimalwert	7,55	7,51	7,50		7,63	7,34	7,65	7,76	7,66	7,42
Datum des Min.	04.02	09.10	28.01		27.05	18.02	07.10	15.07	20.08	18.02

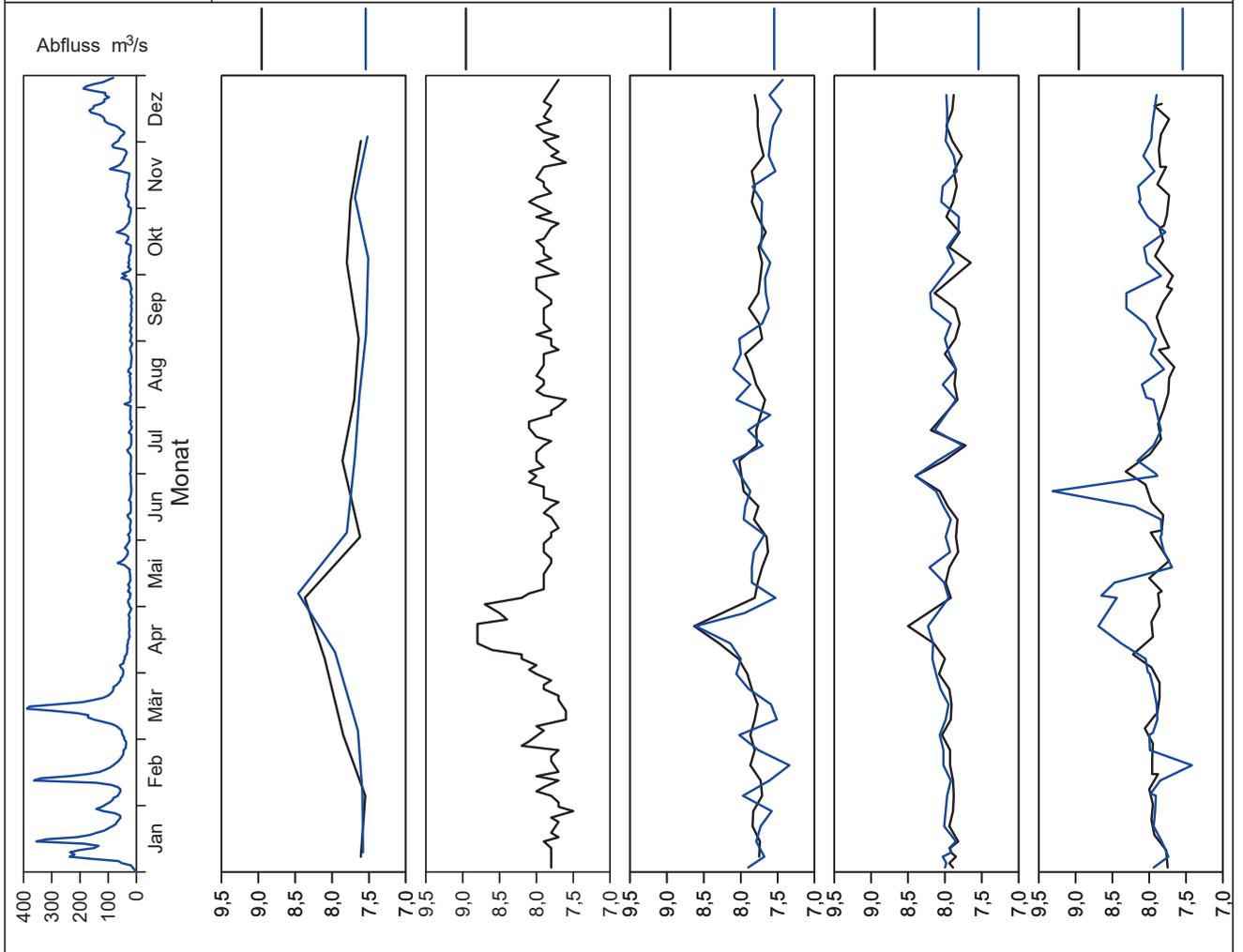


Bild 22.14: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 22.14: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	11	135		48	53	47	47	59	57
Arith. Jahresmittel	9,3	8,6	10,1		9,8	10,1	10,5	10,6	10,3	10,1
Geom. Jahresmittel	9,1	8,4	9,9		9,6	10,0	10,4	10,5	10,1	10,0
Geom. Sommermittel	8,2	7,5	8,6		8,5	9,3	9,6	9,6	9,0	9,1
Geom. Wintermittel	10,1	9,6	11,5		10,9	10,8	11,2	11,4	11,4	11,0
Maximalwert	12,1	10,8	13,3		13,0	12,3	13,8	14,0	13,9	13,4
Datum des Max.	07.01	09.01	23.01		21.01	21.01	21.01	21.01	24.01	21.01
90-Perzentil	11,5	10,7	12,3		12,1	11,4	12,4	12,5	13,0	11,9
50-Perzentil	9,6	9,4	10,1		9,4	10,2	10,6	10,4	9,8	10,6
10-Perzentil	7,2	5,8	7,6		7,6	8,6	8,8	8,9	8,2	7,9
Minimalwert	6,9	5,6	6,3		6,7	7,4	7,9	7,6	7,7	7,0
Datum des Min.	05.08	10.07	29.07		02.09	29.07	15.07	15.07	Mehrere	04.06

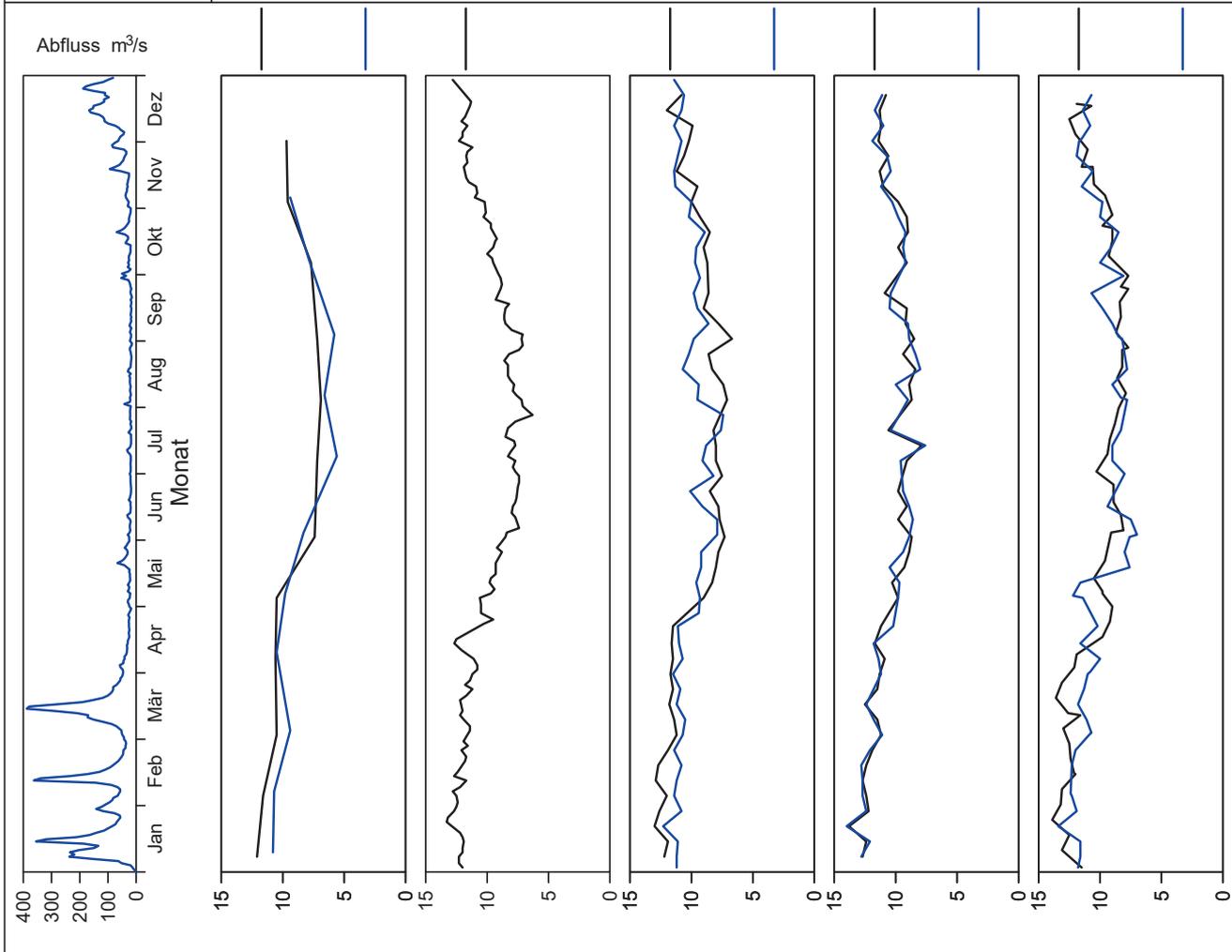


Bild 22.15: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 22.15: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	135		48	53	48	48	59	48
Arith. Jahresmittel	0,05	0,07	0,07		< 0,05	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05
Geom. Jahresmittel	0,03	0,05	0,06		< 0,05	0,06	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05
Geom. Sommermittel	< 0,02	0,06	0,05		< 0,05	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05
Geom. Wintermittel	0,06	0,05	0,07		< 0,05	0,08	0,06	0,06	0,06	< 0,05
Maximalwert	0,14	0,12	0,27		0,18	0,18	0,19	0,23	0,21	0,37
Datum des Max.	04.02	06.02	20.11		28.01	07.01	28.01	15.07	Mehrere	20.05
90-Perzentil	0,11	0,11	0,13		0,10	0,13	0,14	0,15	0,11	0,12
50-Perzentil	0,04	0,06	0,05		< 0,05	0,06	0,05	0,06	< 0,04	< 0,05
10-Perzentil	< 0,02	0,02	0,03		< 0,05	0,03	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05
Minimalwert	< 0,02	< 0,02	0,03		< 0,05	0,02	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05
Datum des Min.	Mehrere	11.04	Mehrere		Mehrere	23.04	Mehrere	Mehrere	11.07	Mehrere

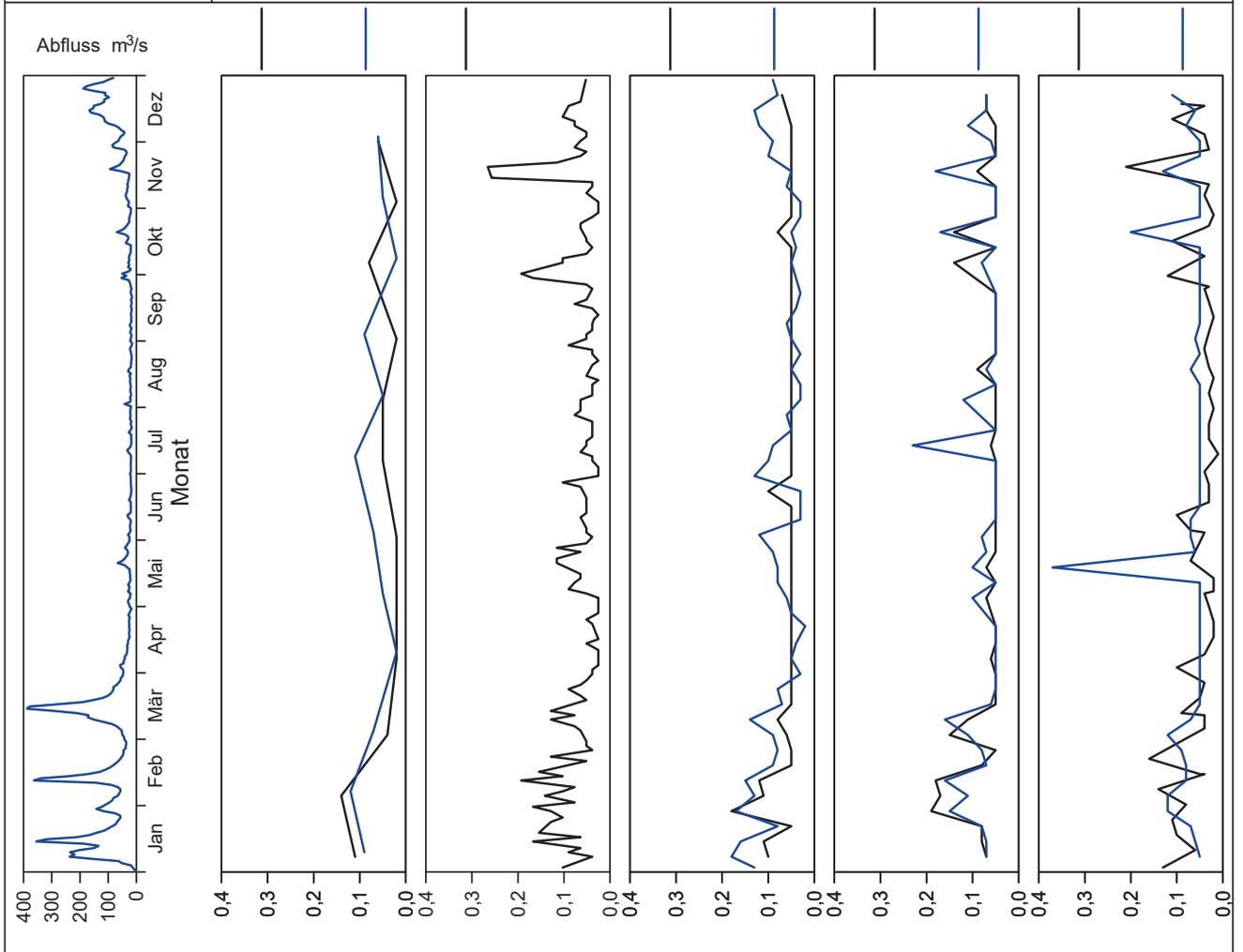


Bild 22.16: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 22.16: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	135		48	53	48	48	59	48
Arith. Jahresmittel	10	10	11		11	10	12	12	11	11
Geom. Jahresmittel	9	9	10		11	10	12	12	11	10
Geom. Sommermittel	6	6	8		9	9	10	10	9	9
Geom. Wintermittel	13	13	13		13	12	14	13	13	12
Maximalwert	15	16	16		16	15	17	17	17	16
Datum des Max.	04.02	09.01	Mehrere		07.01	02.01	21.01	21.01	12.12	16.12
90-Perzentil	15	15	15		15	13	16	16	15	14
50-Perzentil	10	10	11		12	10	12	12	10	10
10-Perzentil	5	6	7		8	7	8	9	8	8
Minimalwert	3	4	6		7	7	8	8	7	3
Datum des Min.	08.07	10.07	Mehrere		26.08	Mehrere	26.08	02.09	28.08	24.06

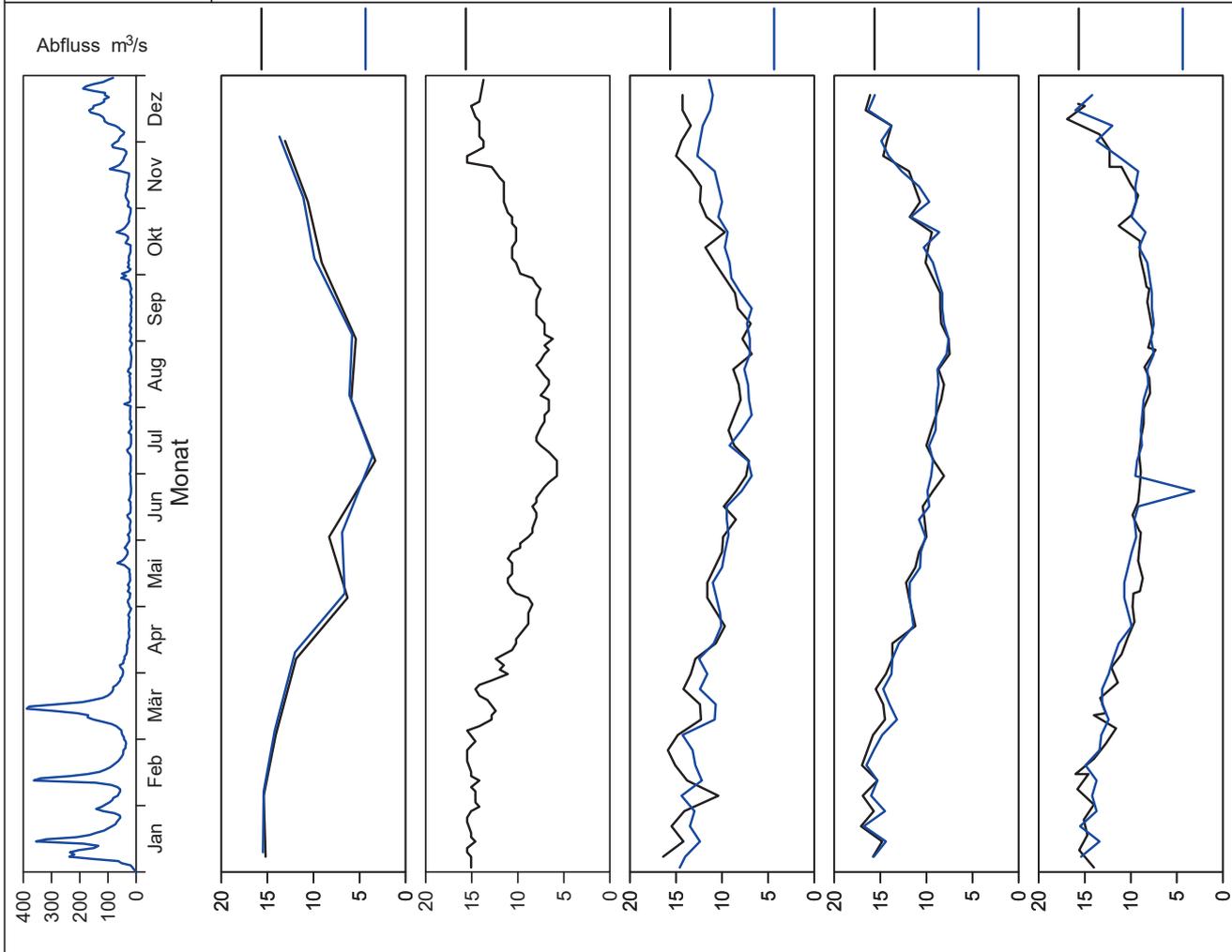


Bild 22.17: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 22.17: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	135		48	53	48	48	59	48
Arith. Jahresmittel	< 0,30	< 0,30	0,22		0,15	0,16	0,12	0,12	0,12	0,11
Geom. Jahresmittel	< 0,30	< 0,30	0,20		0,15	0,15	0,11	0,11	0,10	0,10
Geom. Sommermittel	< 0,30	< 0,30	0,20		0,14	0,14	0,08	0,08	0,08	0,08
Geom. Wintermittel	< 0,30	< 0,30	0,21		0,16	0,17	0,14	0,14	0,13	0,12
Maximalwert	0,40	0,40	0,43		0,25	0,25	0,28	0,28	0,27	0,25
Datum des Max.	Mehrere	Mehrere	15.03		Mehrere	Mehrere	21.10	21.10	07.11	21.10
90-Perzentil	0,39	0,39	0,30		0,21	0,21	0,18	0,18	0,20	0,15
50-Perzentil	< 0,30	< 0,30	0,22		0,15	0,16	0,12	0,12	0,11	0,10
10-Perzentil	< 0,30	< 0,30	0,13		0,12	0,11	0,06	0,06	0,05	0,06
Minimalwert	< 0,30	< 0,30	< 0,06		0,03	< 0,06	0,03	< 0,03	< 0,04	< 0,03
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	Mehrere		23.04	23.04	Mehrere	23.04	Mehrere	24.06

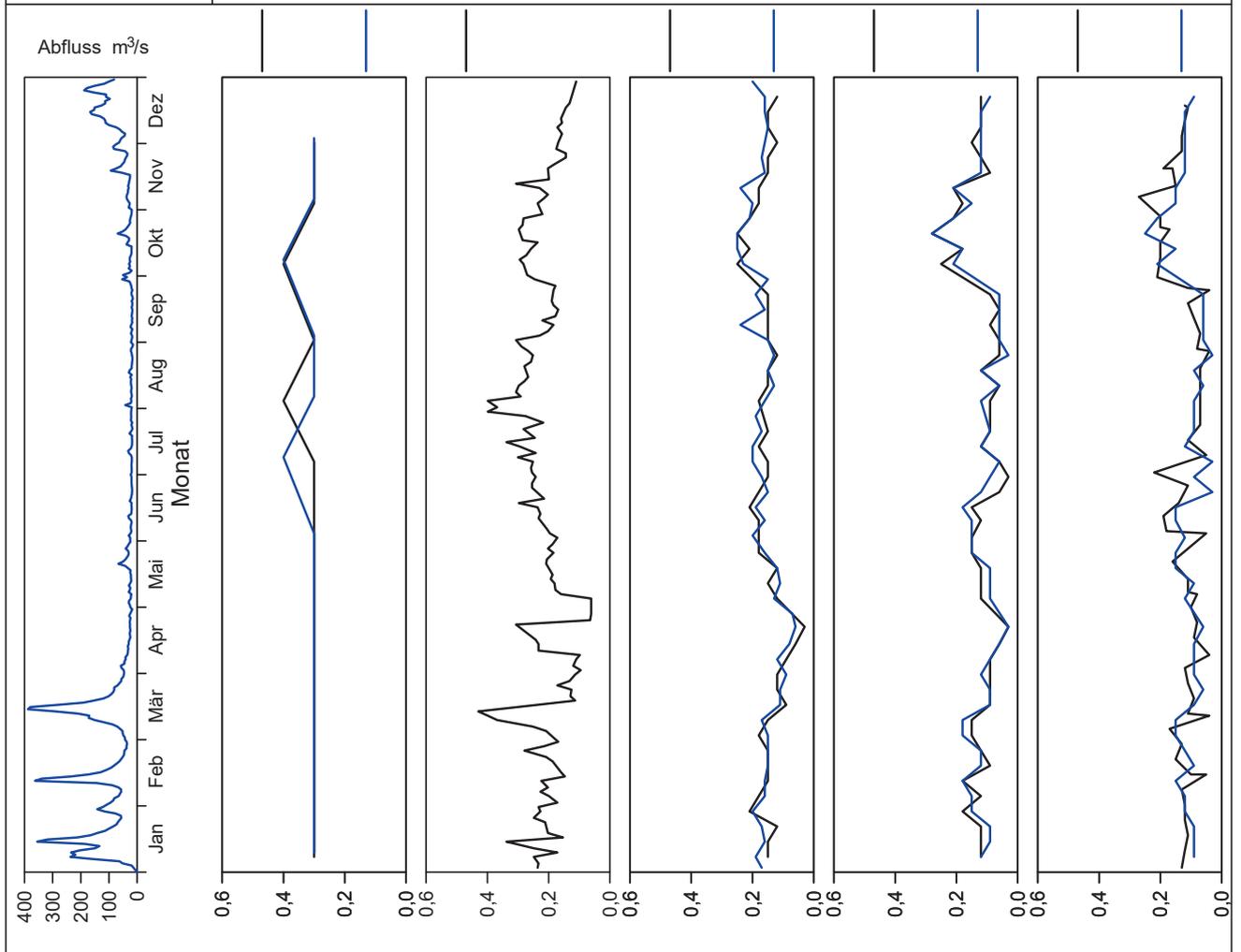


Bild 22.18: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 22.18: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gelöster organisch gebundener Kohlenstoff (DOC) Einheit: mg/l
 Zielwert: 3 mg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	135		48	53	52	52	59	60
Arith. Jahresmittel	2,6	2,6	2,9		2,6	2,5	2,6	2,6	2,6	2,5
Geom. Jahresmittel	2,6	2,5	2,7		2,6	2,5	2,6	2,5	2,5	2,4
Geom. Sommermittel	2,8	2,8	3,0		2,9	2,7	2,9	3,0	2,9	2,8
Geom. Wintermittel	2,3	2,3	2,4		2,3	2,2	2,3	2,2	2,2	2,1
Maximalwert	3,2	3,2	14,0		3,8	4,0	4,4	4,8	7,6	4,4
Datum des Max.	08.07	10.07	25.10		22.07	02.12	19.08	12.08	02.01	24.06
90-Perzentil	3,2	3,1	3,6		3,2	3,1	3,2	3,3	3,2	3,1
50-Perzentil	2,7	2,6	2,7		2,7	2,6	2,6	2,6	2,7	2,6
10-Perzentil	2,1	2,0	1,9		2,0	1,8	1,9	1,8	1,7	1,7
Minimalwert	1,9	1,9	1,4		1,8	1,6	1,7	1,5	1,4	1,2
Datum des Min.	04.02	06.02	15.02		Mehrere	30.12	Mehrere	Mehrere	24.01	14.01

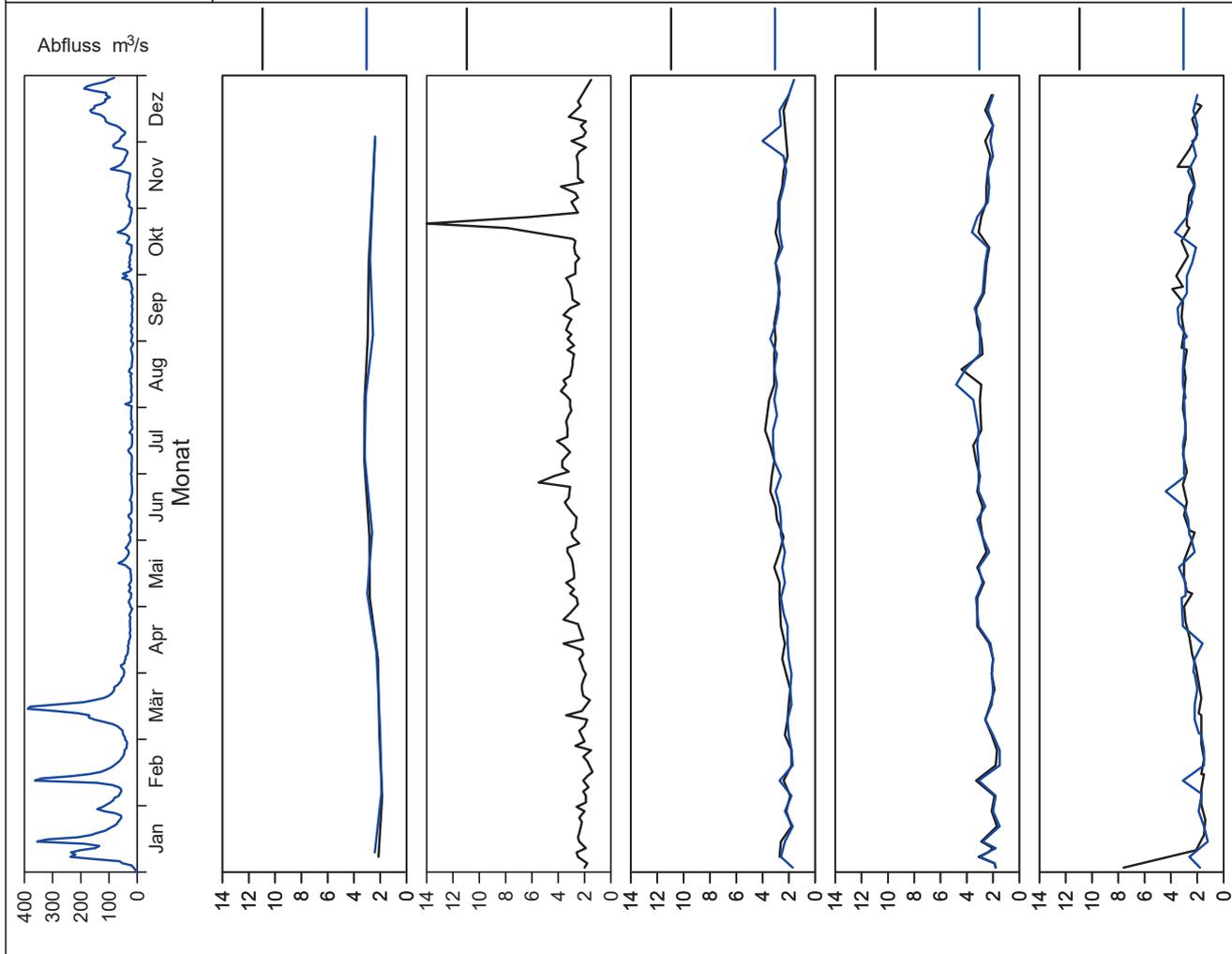


Bild 22.19: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 22.19: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	135		48	53	52	52	59	60
Arith. Jahresmittel	6,4	6,4	6,3		6,4	6,4	6,2	6,0	6,1	6,1
Geom. Jahresmittel	6,3	6,4	6,2		6,3	6,3	6,0	5,9	6,0	5,9
Geom. Sommermittel	6,9	6,7	6,8		6,9	6,7	6,4	6,4	6,7	6,5
Geom. Wintermittel	5,8	6,1	5,6		5,7	5,8	5,7	5,5	5,3	5,4
Maximalwert	8,0	7,8	9,6		8,8	8,4	9,8	9,1	8,5	9,0
Datum des Max.	08.07	07.08	14.10		07.01	22.07	11.02	14.01	23.05	11.02
90-Perzentil	7,8	7,5	7,8		7,9	7,9	8,0	8,1	7,5	7,9
50-Perzentil	6,6	6,7	6,4		6,8	6,7	6,2	6,0	6,2	6,2
10-Perzentil	4,7	5,0	4,4		4,7	4,7	4,7	4,4	4,3	4,6
Minimalwert	4,6	4,7	3,9		4,0	3,6	3,7	3,5	3,7	3,4
Datum des Min.	04.03	06.02	Mehrere		18.02	02.01	Mehrere	Mehrere	Mehrere	18.02

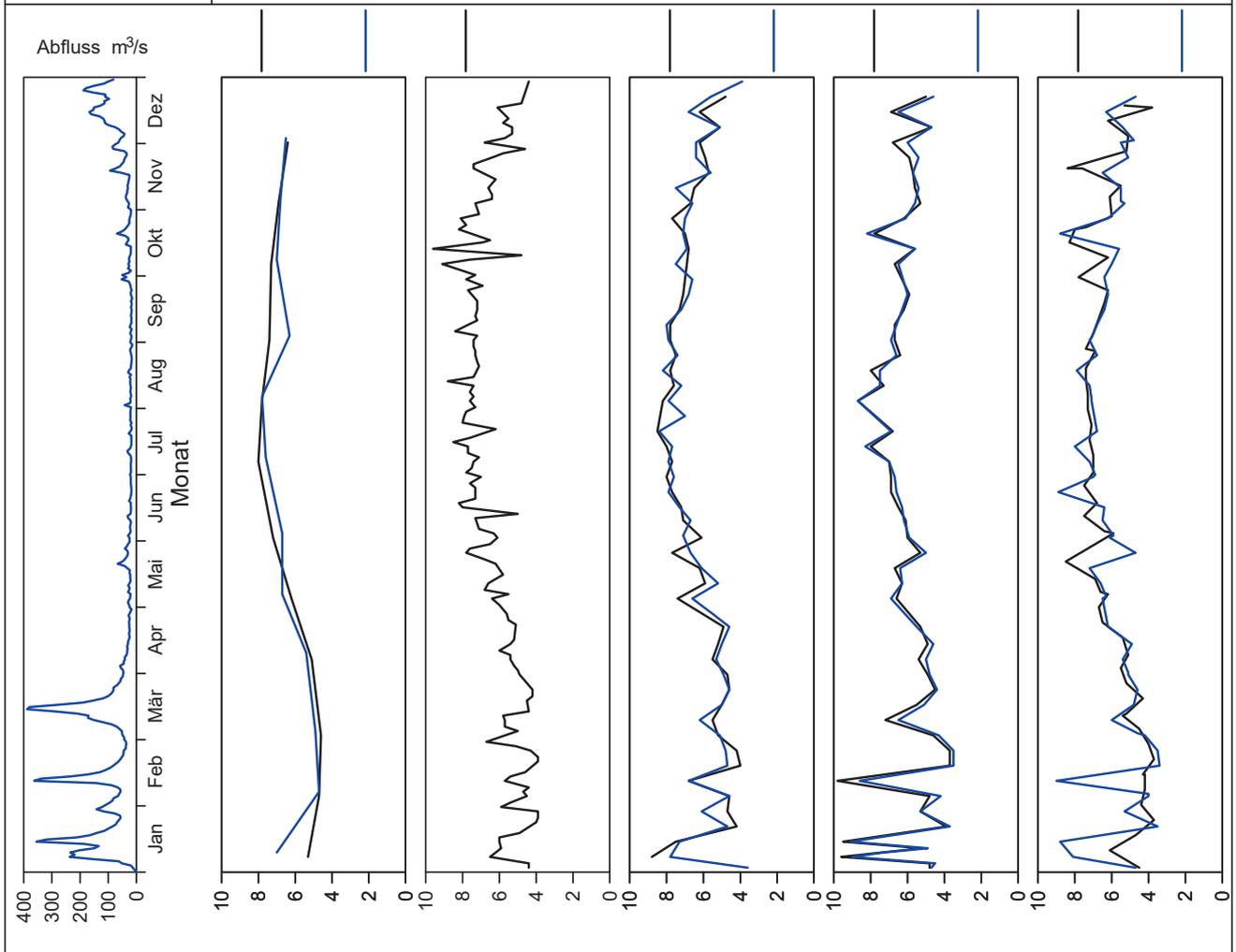


Bild 22.20: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 22.20: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	135			53			47	
Arith. Jahresmittel	0,40	0,38	0,39			0,40			0,37	
Geom. Jahresmittel	0,39	0,37	0,37			0,39			0,35	
Geom. Sommermittel	0,43	0,37	0,41			0,41			0,40	
Geom. Wintermittel	0,35	0,36	0,34			0,37			0,31	
Maximalwert	0,50	0,50	0,80			0,80			0,60	
Datum des Max.	Mehrere	08.05	17.07			11.11			Mehrere	
90-Perzentil	0,50	0,40	0,50			0,50			0,50	
50-Perzentil	0,40	0,40	0,40			0,40			0,40	
10-Perzentil	0,30	0,30	0,30			0,30			0,20	
Minimalwert	0,20	0,20	0,20			0,20			0,20	
Datum des Min.	04.02	11.04	Mehrere			Mehrere			Mehrere	

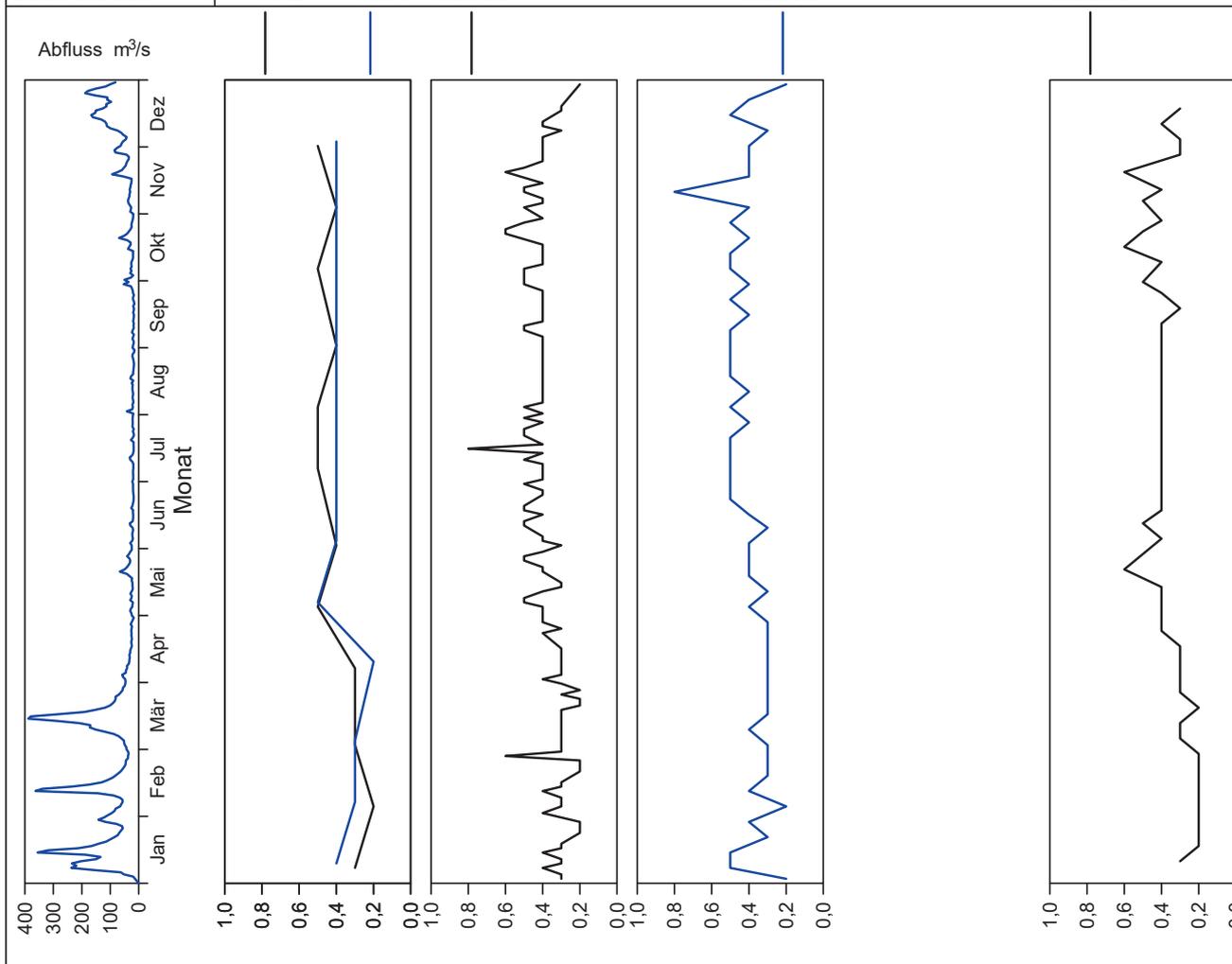


Bild 22.21: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 22.21: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Cadmium
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	135		26	53	26	26	23	26
Arith. Jahresmittel	< 0,30	< 0,30	0,06		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Geom. Jahresmittel	< 0,30	< 0,30	0,05		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Geom. Sommermittel	< 0,30	< 0,30	0,04		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Geom. Wintermittel	< 0,30	< 0,30	0,05		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Maximalwert	< 0,30	< 0,30	0,38		0,80	0,20	0,60	0,70	0,50	0,60
Datum des Max.	Mehrere	Mehrere	14.01		11.02	Mehrere	07.01	07.01	18.12	11.02
90-Perzentil	< 0,30	< 0,30	0,08		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
50-Perzentil	< 0,30	< 0,30	0,04		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
10-Perzentil	< 0,30	< 0,30	0,03		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Minimalwert	< 0,30	< 0,30	0,02		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

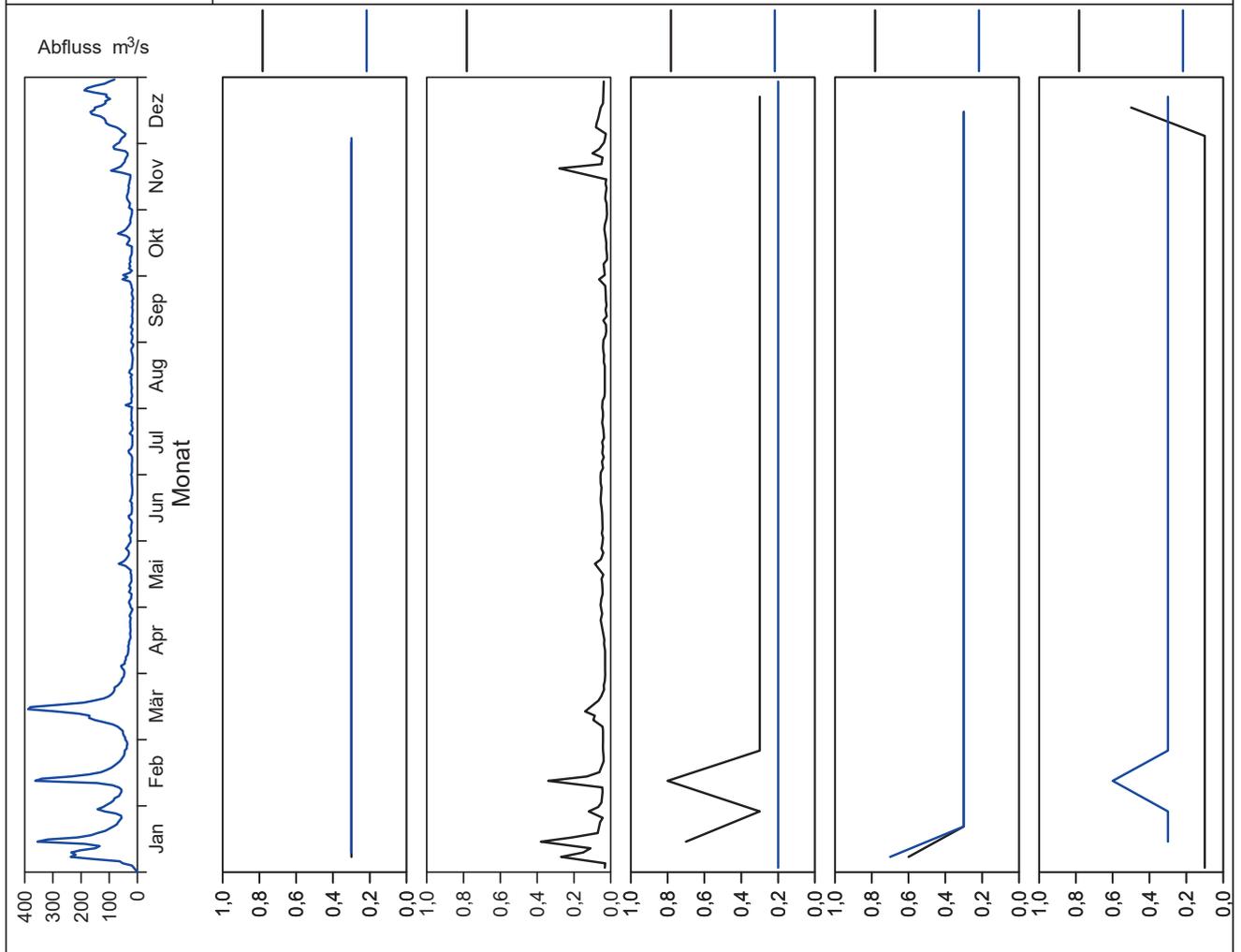


Bild 22.22: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 22.22: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	135		26	53	26	26	23	26
Arith. Jahresmittel	< 1,0	< 1,0	0,6		< 1,0	< 0,5	< 1,0	< 1,0	< 0,5	< 1,0
Geom. Jahresmittel	< 1,0	< 1,0	< 0,5		< 1,0	< 0,5	< 1,0	< 1,0	< 0,5	< 1,0
Geom. Sommermittel	< 1,0	< 1,0	< 0,5		< 1,0	< 0,5	< 1,0	< 1,0	< 0,5	< 1,0
Geom. Wintermittel	< 1,0	< 1,0	< 0,5		< 1,0	< 0,5	< 1,0	< 1,0	< 0,5	< 1,0
Maximalwert	4,0	3,0	4,9		4,0	3,1	2,0	2,0	1,0	2,0
Datum des Max.	07.01	09.01	14.01		Mehrere	11.02	07.01	07.01	Mehrere	11.02
90-Perzentil	< 1,0	< 1,0	1,2		1,0	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0
50-Perzentil	< 1,0	< 1,0	< 0,5		< 1,0	< 0,5	< 1,0	< 1,0	< 0,5	< 1,0
10-Perzentil	< 1,0	< 1,0	< 0,5		< 1,0	< 0,5	< 1,0	< 1,0	< 0,5	< 1,0
Minimalwert	< 1,0	< 1,0	< 0,5		< 1,0	< 0,5	< 1,0	< 1,0	< 0,5	< 1,0
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

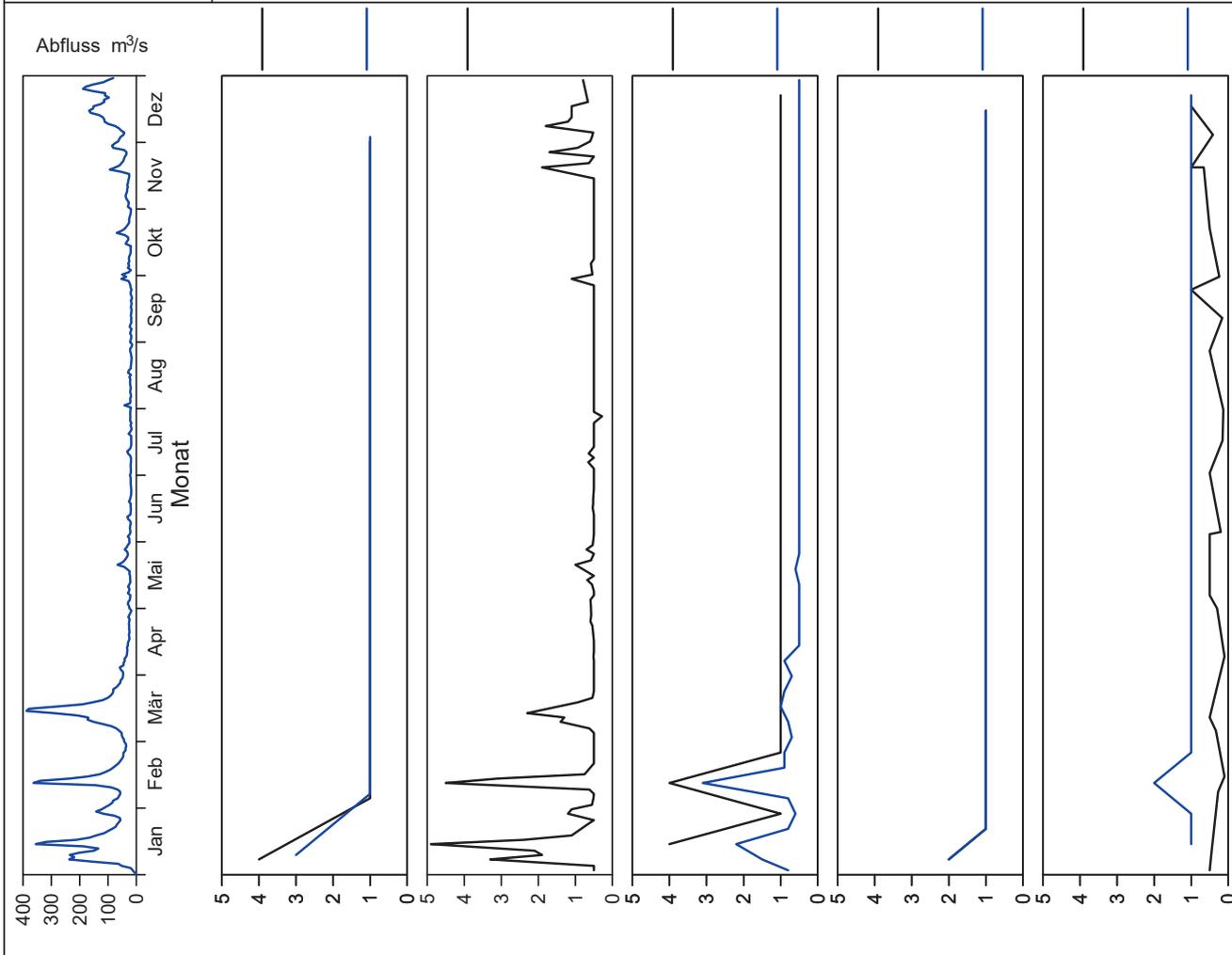


Bild 22.23: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 22.23: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Nickel

Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	135		26	53	26	26	23	26
Arith. Jahresmittel	2,7	2,7	2,5		3,0	< 2,0	2,3	2,2	1,7	< 2,0
Geom. Jahresmittel	2,6	2,6	2,4		2,1	< 2,0	2,0	< 2,0	1,4	< 2,0
Geom. Sommermittel	2,8	2,8	2,3		2,5	< 2,0	2,3	2,5	1,4	< 2,0
Geom. Wintermittel	2,4	2,4	2,5		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	1,4	< 2,0
Maximalwert	4,0	4,0	7,4		10,0	4,0	6,0	6,0	5,0	6,0
Datum des Max.	07.01	09.01	14.01		Mehrere	Mehrere	07.01	07.01	18.12	11.02
90-Perzentil	3,0	3,0	3,2		6,0	3,0	3,0	3,5	2,0	3,0
50-Perzentil	3,0	3,0	2,3		2,5	< 2,0	2,0	2,0	1,7	< 2,0
10-Perzentil	2,0	2,0	1,8		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Minimalwert	2,0	2,0	1,5		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	06.12		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

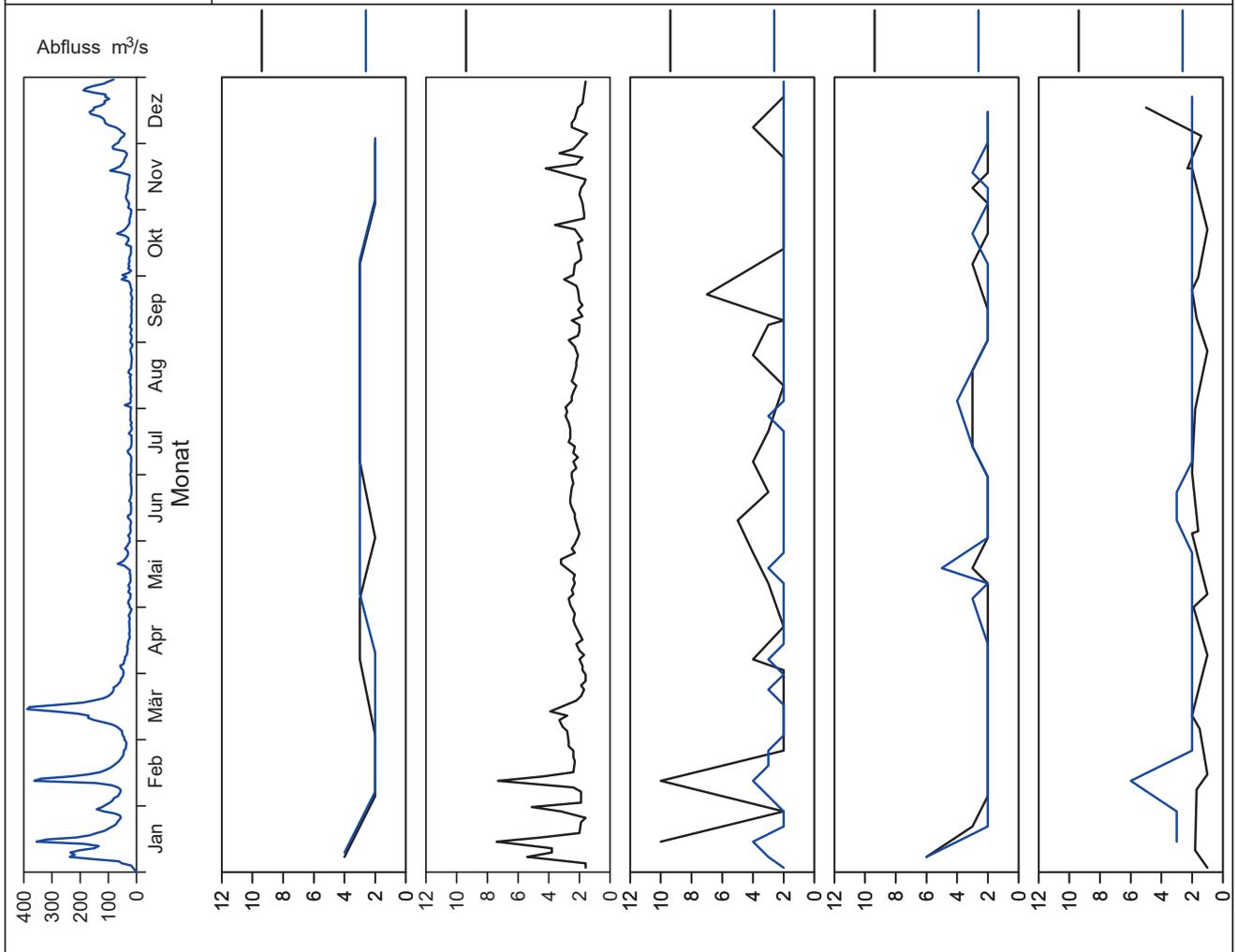


Bild 22.24: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 22.24: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	135		48	53	48	48	24	48
Arith. Jahresmittel	26	24	14		16	22	14	11	13	14
Geom. Jahresmittel	15	18	10		13	15	9	8	12	12
Geom. Sommermittel	8	13	< 10		9	14	7	6	10	13
Geom. Wintermittel	28	25	13		19	16	13	12	14	12
Maximalwert	57	46	35		34	81	118	25	24	25
Datum des Max.	04.03	06.03	Mehrere		07.01	25.02	08.04	27.05	20.11	27.05
90-Perzentil	50	41	27		27	42	20	20	18	21
50-Perzentil	20	22	13		16	19	13	11	13	14
10-Perzentil	4	5	< 10		4	< 10	4	4	8	7
Minimalwert	< 1	1	< 10		< 2	< 10	< 2	< 2	5	< 2
Datum des Min.	06.05	08.05	Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	01.08	07.01

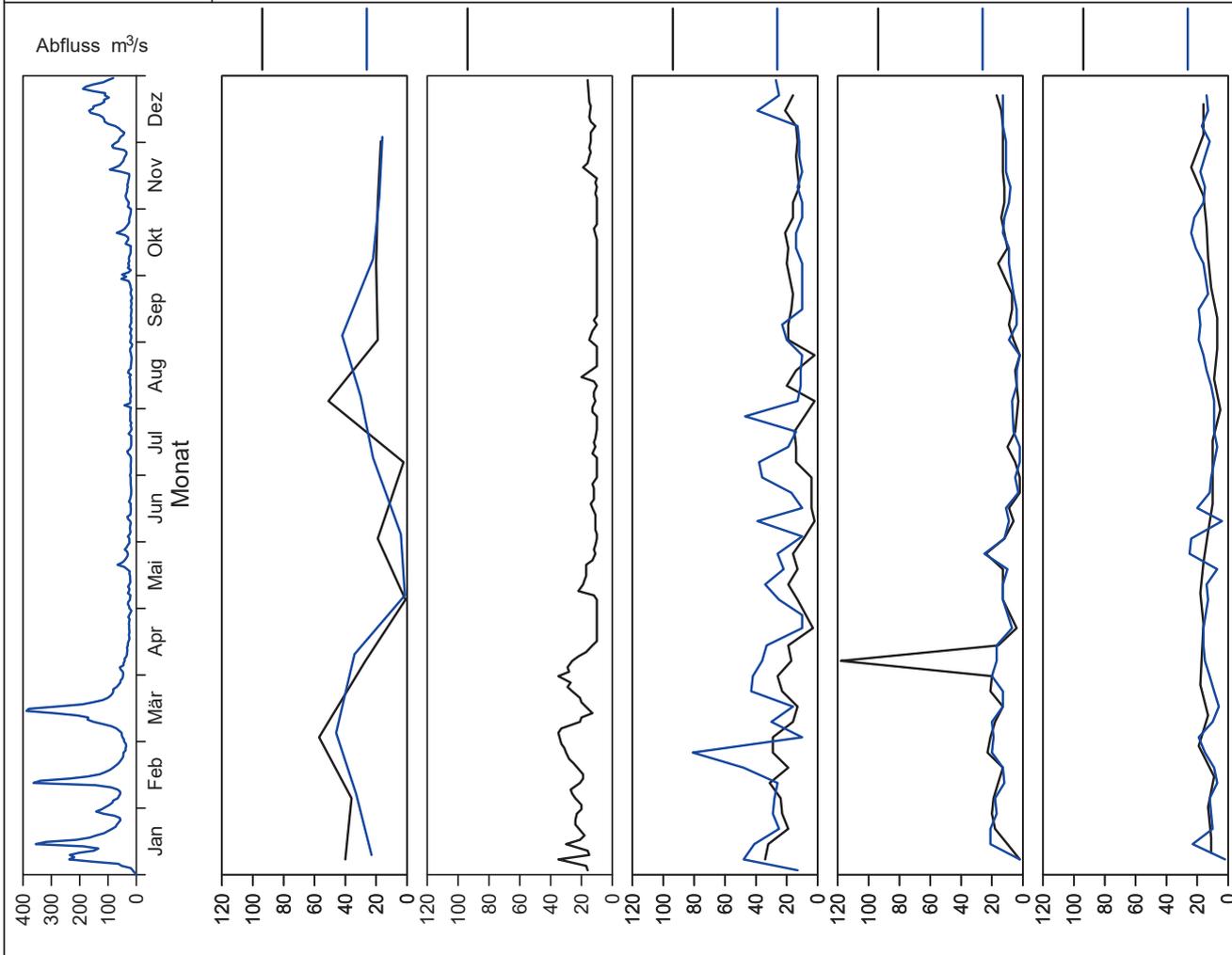


Bild 22.25: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 22.25: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX) Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	4		135		24		26	26	12	26
Arith. Jahresmittel	15,0		6,6		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Geom. Jahresmittel	14,1		5,3		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Geom. Sommermittel	14,1		6,7		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Geom. Wintermittel	14,1		< 5,0		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Maximalwert	20,0		16,0		18,0		12,0	13,0	17,0	16,0
Datum des Max.	Mehrere		Mehrere		28.01		Mehrere	07.10	08.05	11.03
90-Perzentil	20,0		11,6		12,0		11,5	12,0	12,9	11,0
50-Perzentil	15,0		6,0		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
10-Perzentil	10,0		< 5,0		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Minimalwert	10,0		< 5,0		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Datum des Min.	Mehrere		Mehrere		Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

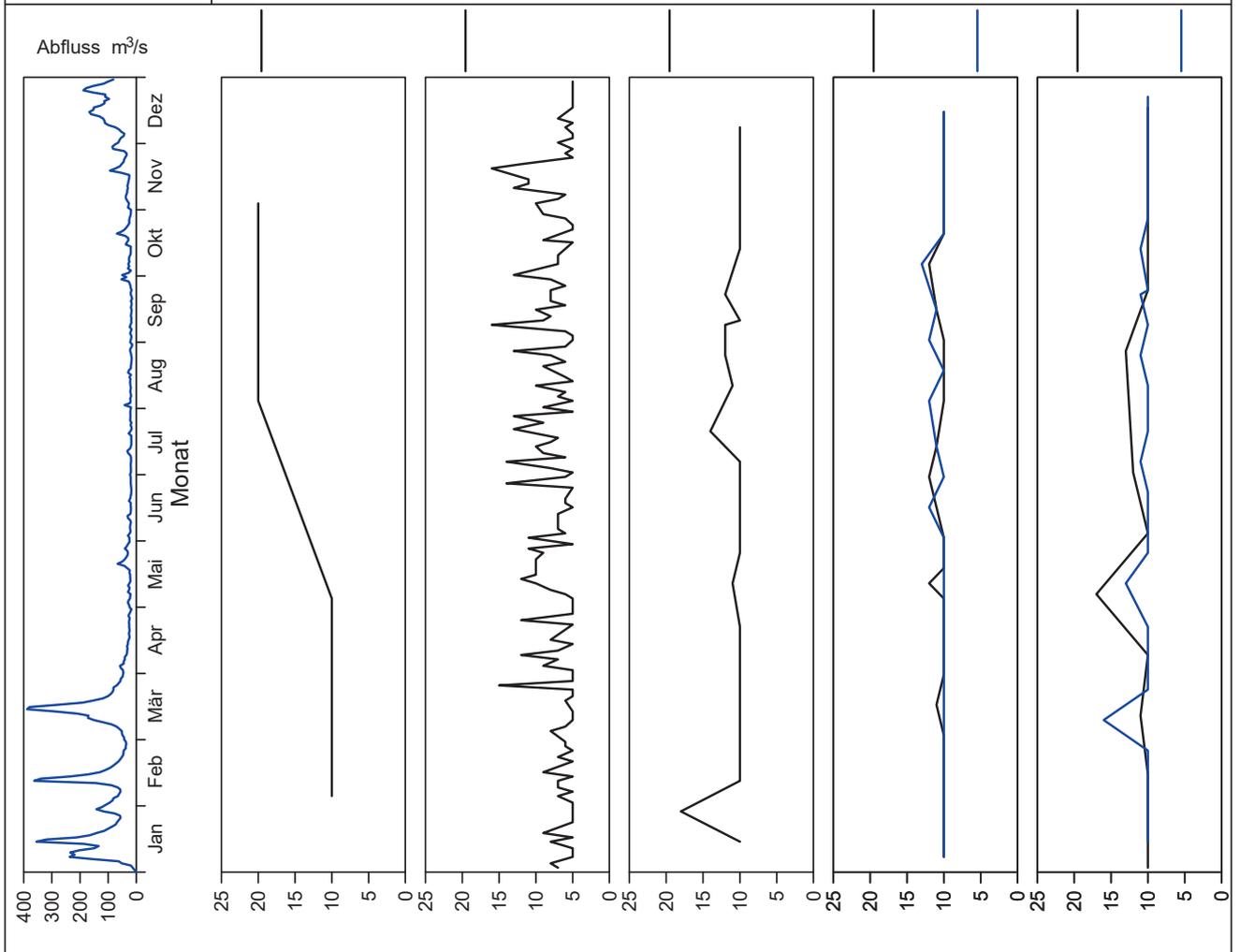


Bild 22.26: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 22.26: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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				25	53	26	26	12	25
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

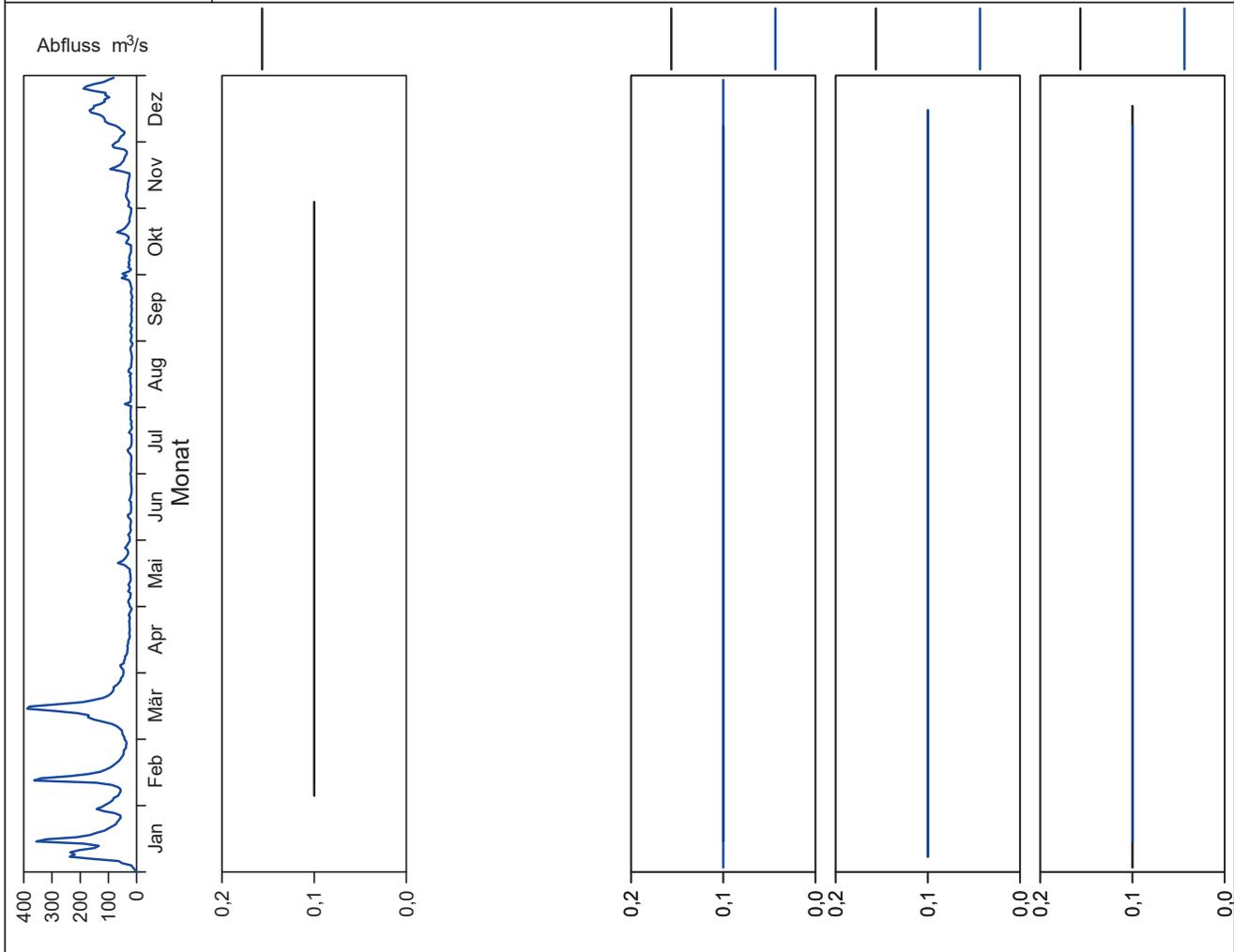


Bild 22.27: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 22.27: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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				25	53	26	26	12	25
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

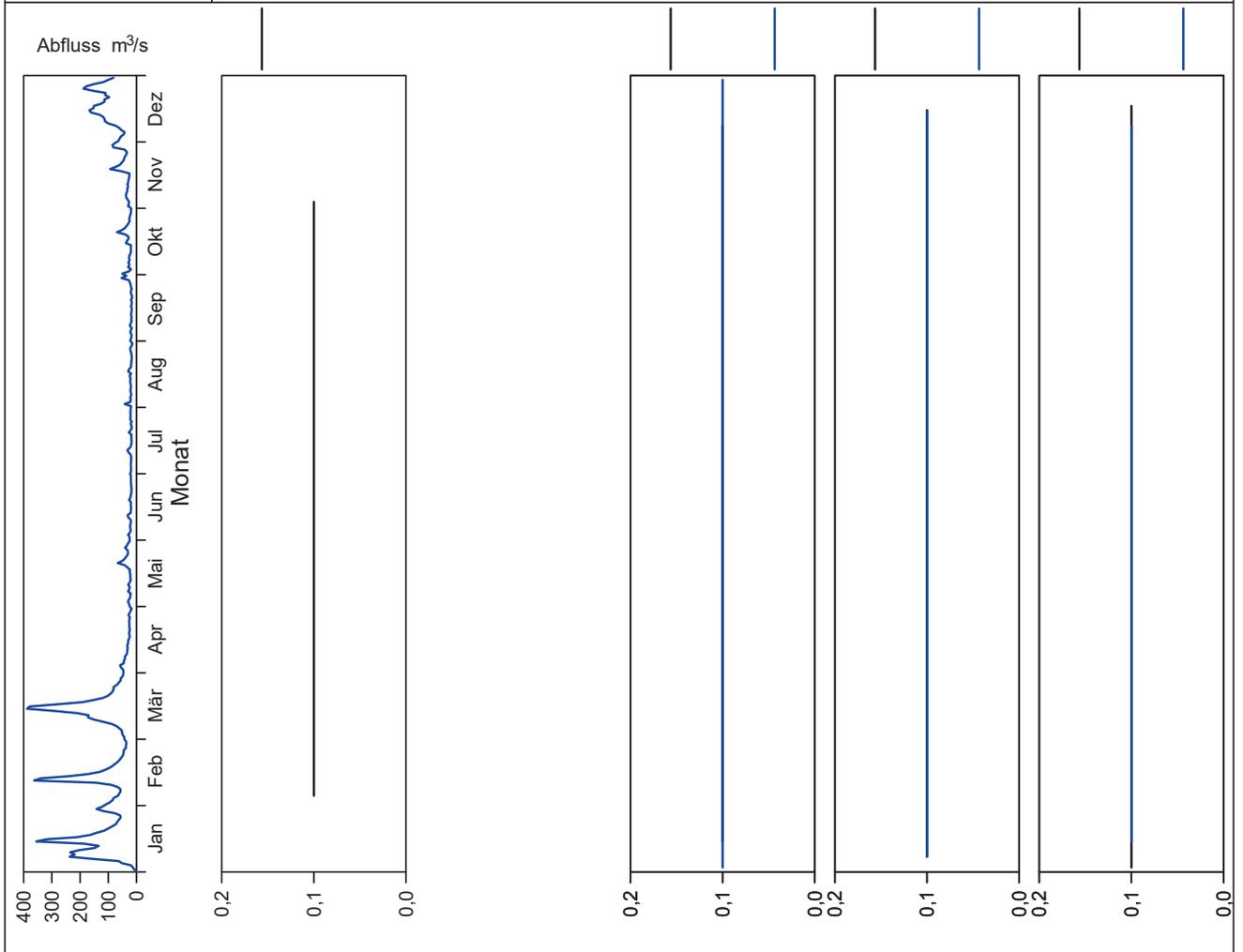


Bild 22.28: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 22.28: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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		135		12	6	12	12		12
Arith. Jahresmittel	< 1,0		< 1,0		< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
Geom. Jahresmittel	< 1,0		< 1,0		< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
Geom. Sommermittel	< 1,0		< 1,0		< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
Geom. Wintermittel	< 1,0		< 1,0		< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
Maximalwert	< 1,0		< 1,0		< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
Datum des Max.	Mehrere		Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere
90-Perzentil	< 1,0		< 1,0		< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
50-Perzentil	< 1,0		< 1,0		< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
10-Perzentil	< 1,0		< 1,0		< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
Minimalwert	< 1,0		< 1,0		< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
Datum des Min.	Mehrere		Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere

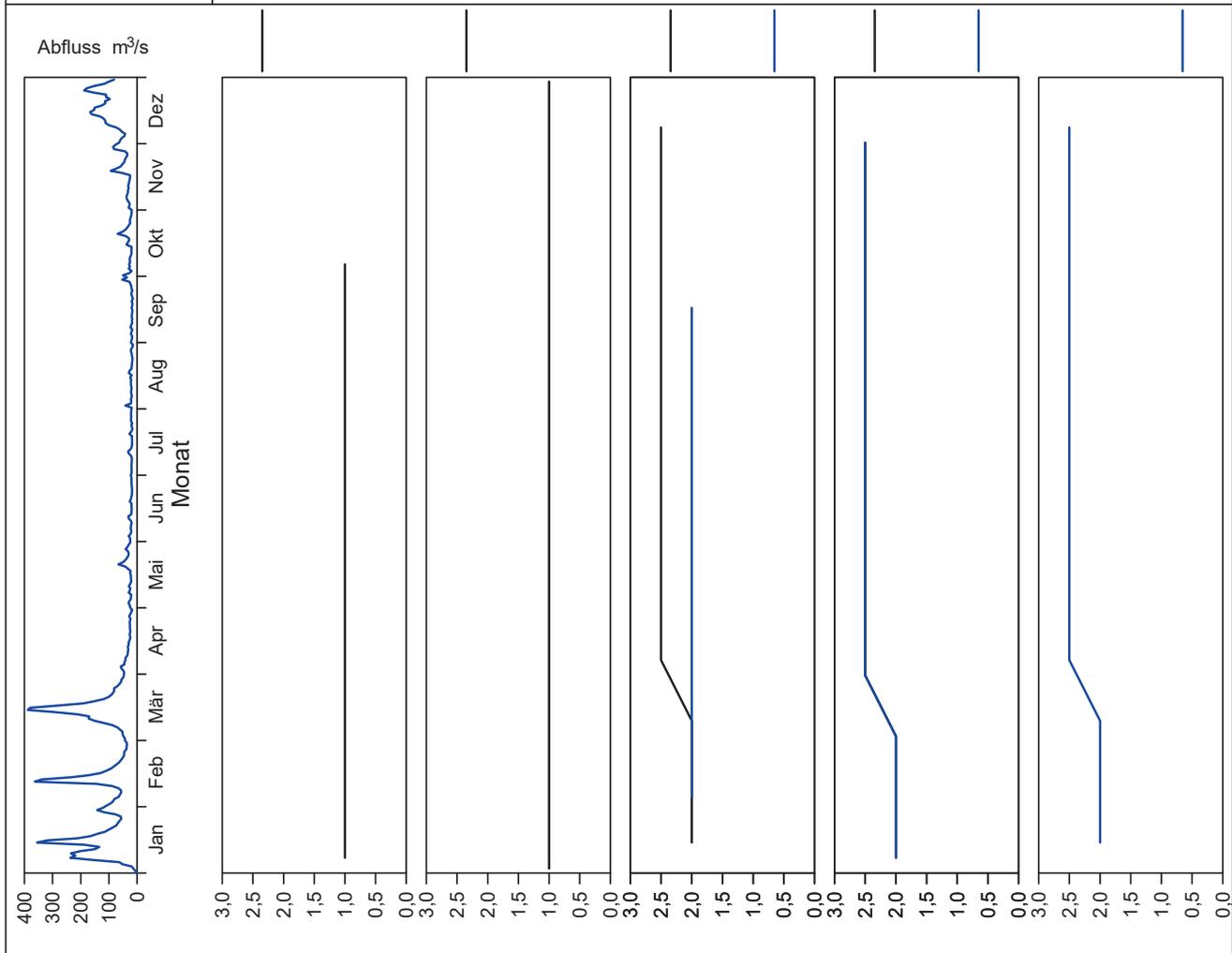


Bild 22.29: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 22.29: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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		135		23	6	24	24		24
Arith. Jahresmittel	4,5		2,5		4,1	4,7	2,7	2,3		1,7
Geom. Jahresmittel	4,4		2,4		3,9	4,5	2,2	1,9		1,5
Geom. Sommermittel	3,6		2,7		4,2	5,2	2,4	2,3		1,6
Geom. Wintermittel	5,3		2,0		3,6	3,3	2,0	1,7		1,4
Maximalwert	6,3		4,4		6,3	6,5	4,9	5,3		3,3
Datum des Max.	07.01		18.09		09.09	05.08	18.11	18.11		28.10
90-Perzentil	5,8		3,5		5,6	6,3	4,2	3,6		2,5
50-Perzentil	4,2		2,7		4,2	4,7	2,8	2,2		1,8
10-Perzentil	3,5		1,3		2,6	3,1	< 1,0	1,3		1,0
Minimalwert	3,3		0,6		1,9	2,3	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Datum des Min.	08.04		30.12		14.01	27.03	Mehrere	Mehrere		Mehrere

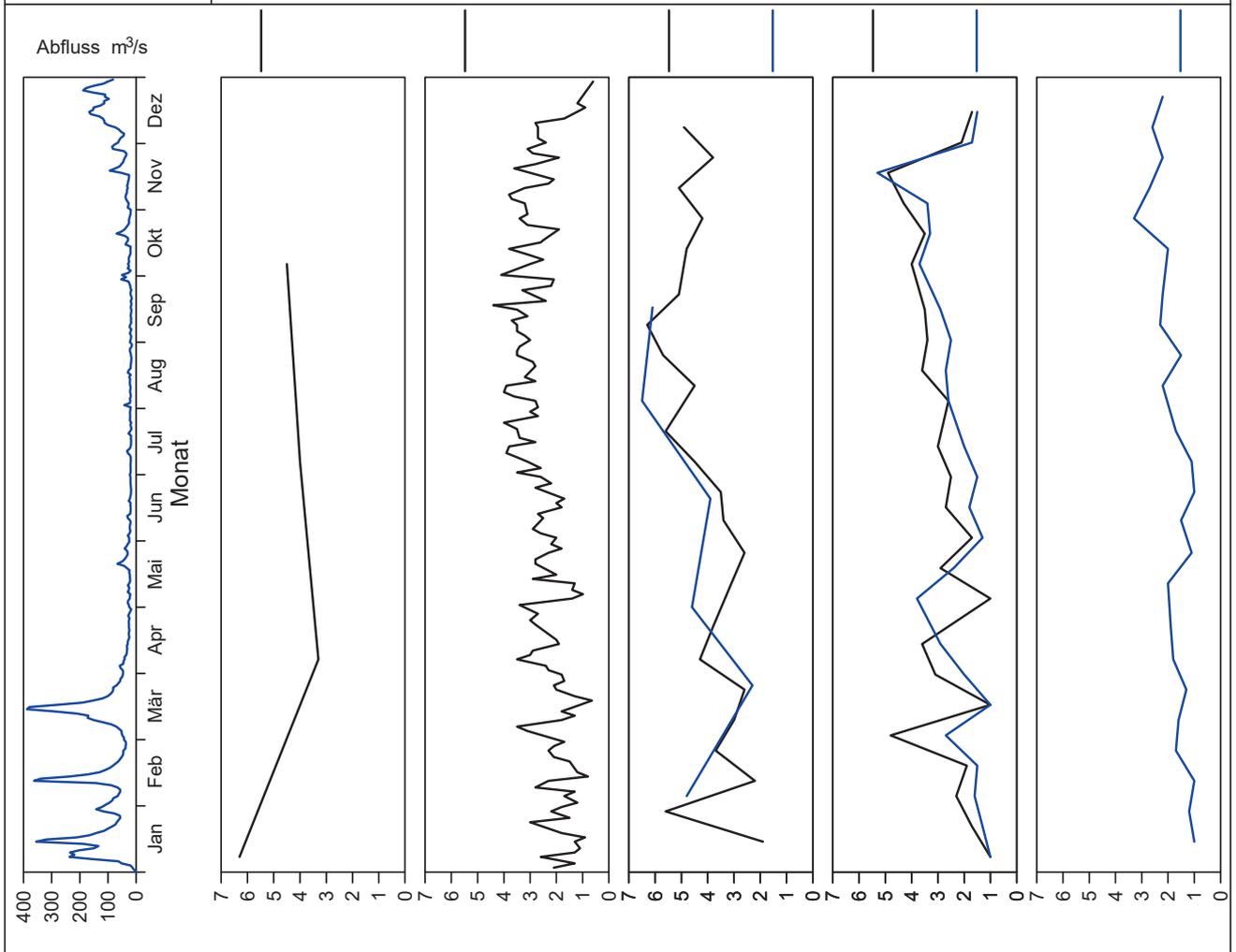


Bild 22.30: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 22.30: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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		135		23	6	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		0,8		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Datum des Max.	Mehrere		24.05		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere
90-Perzentil	< 1,0		< 0,5		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
50-Perzentil	< 1,0		< 0,5		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
10-Perzentil	< 1,0		< 0,5		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Minimalwert	< 1,0		< 0,5		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Datum des Min.	Mehrere		Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere

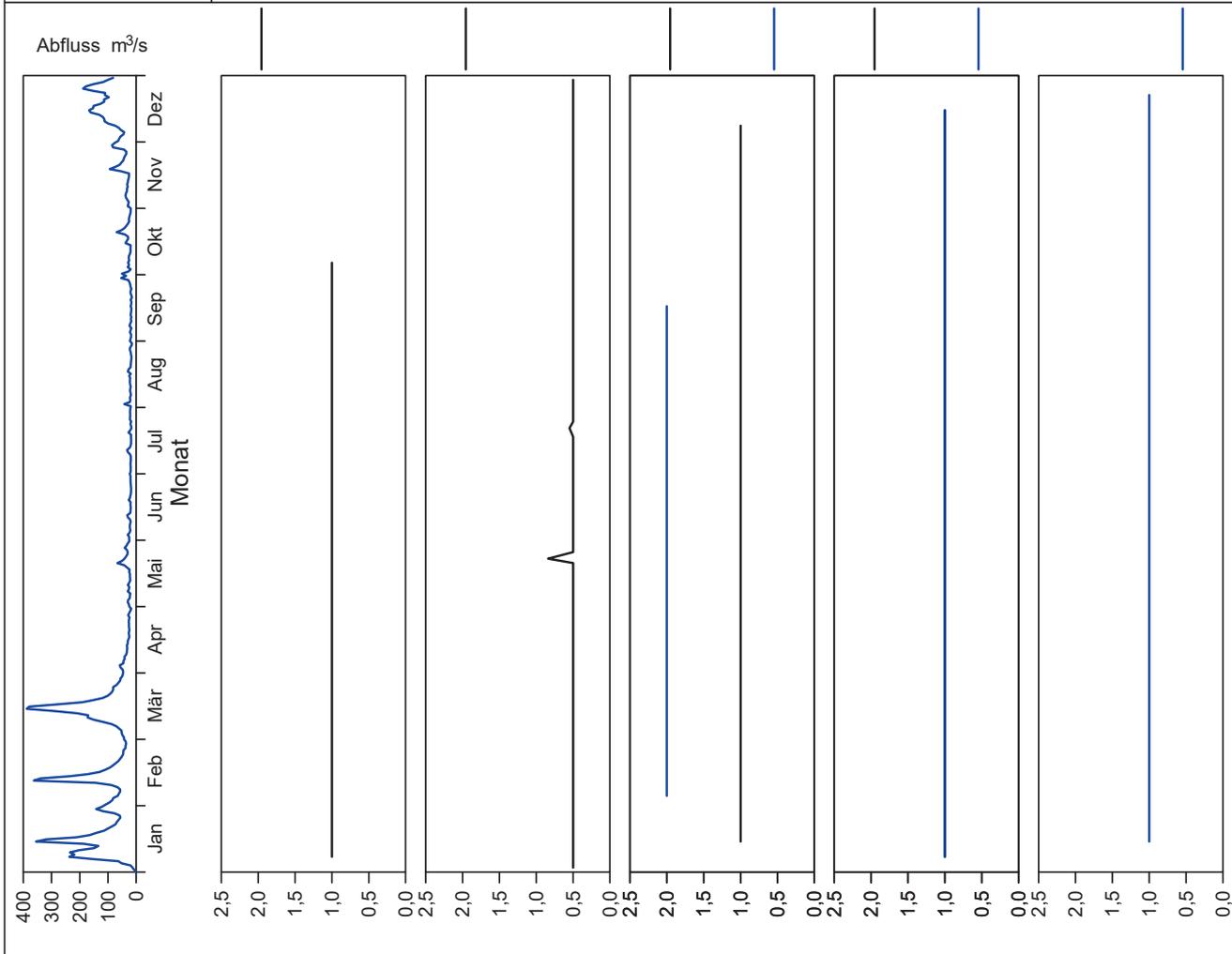


Bild 22.31: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 22.31: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	51		52	53	41	41	48	53
Arith. Jahresmittel	6465	4537	9311		11394	15768	10938	12189	5318	8737
Geom. Jahresmittel	3026	1766	2370		2937	3672	3723	3796	2318	3391
Geom. Sommermittel	2669	1483	1647		1388	2020	1479	1360	1170	2131
Geom. Wintermittel	3432	2102	3460		6216	6833	7668	8474	4876	5492
Maximalwert	24200	19900	120330		240000	241920	87000	77000	36540	65000
Datum des Max.	Mehrere	10.07	11.02		14.01	02.12	11.02	09.12	14.03	18.11
90-Perzentil	22760	16183	24196		24000	42400	24000	33000	15786	24000
50-Perzentil	1945	1395	2143		2250	2900	2400	2400	1664	2600
10-Perzentil	962	538	384		540	766	740	770	584	778
Minimalwert	399	132	199		300	0	370	550	175	410
Datum des Min.	08.04	11.04	24.04		15.04	11.06	13.05	14.10	15.05	13.05

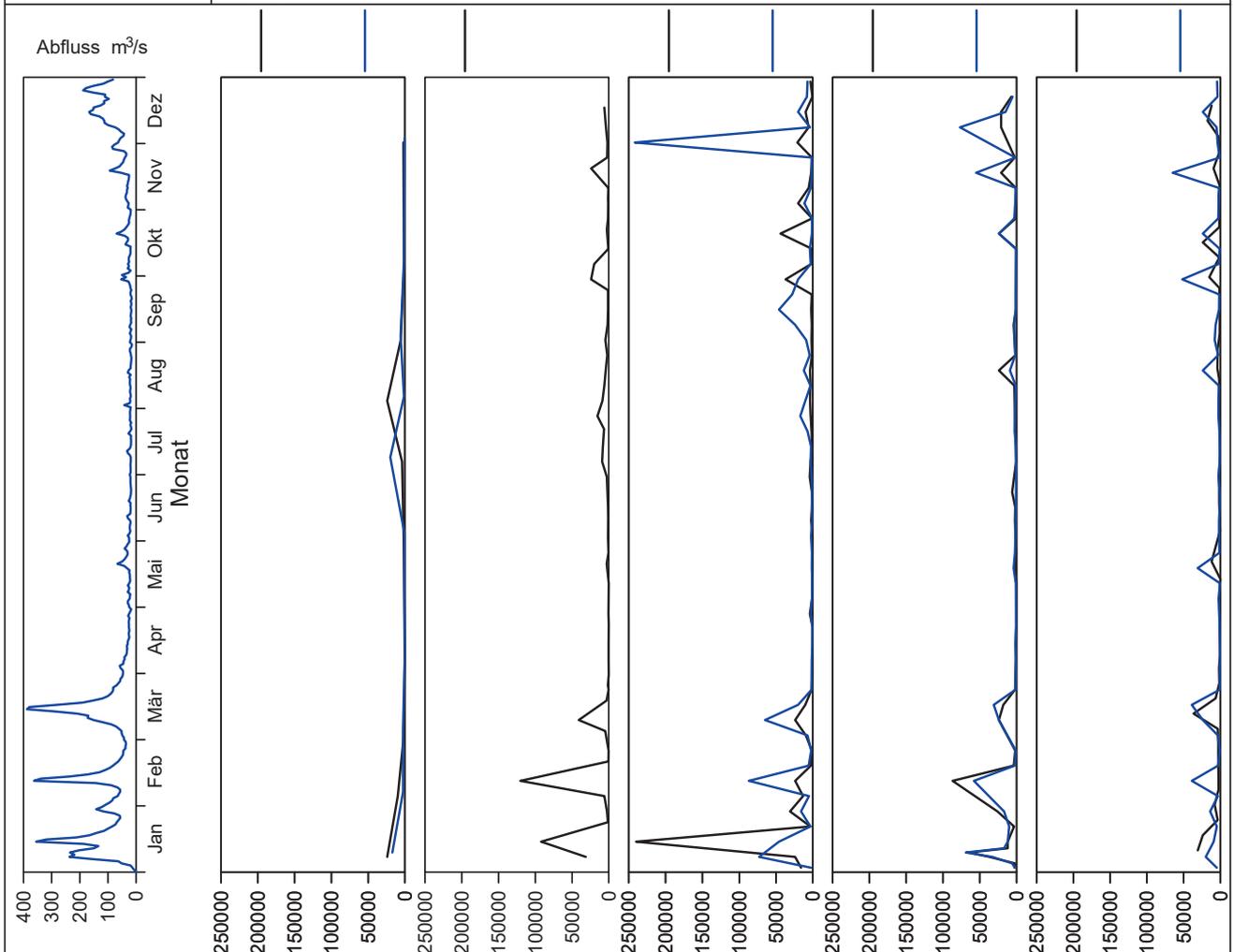


Bild 22.32: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 22.32: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Escherichia coli

Einheit: 1/100 ml

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	51		52	53	41	41	44	53
Arith. Jahresmittel	1668	669	2988		7719	2494	4009	4818	3270	2755
Geom. Jahresmittel	435	22	337		324	267	897	817	550	580
Geom. Sommermittel	152	1	95		56	66	226	164	171	205
Geom. Wintermittel	1242	483	1256		1882	1137	2639	2868	1600	1706
Maximalwert	10500	6130	38730		240000	34480	31000	26000	67000	20000
Datum des Max.	07.01	09.01	11.02		14.01	11.02	11.02	18.11	01.10	18.11
90-Perzentil	5297	838	9340		12800	8564	11000	17000	6608	9540
50-Perzentil	312	68	160		205	275	470	630	359	330
10-Perzentil	70	0	31		17	20	120	60	72	72
Minimalwert	52	0	20		0	0	51	20	31	10
Datum des Min.	08.07	Mehrere	06.05		13.05	02.09	08.07	Mehrere	06.06	Mehrere

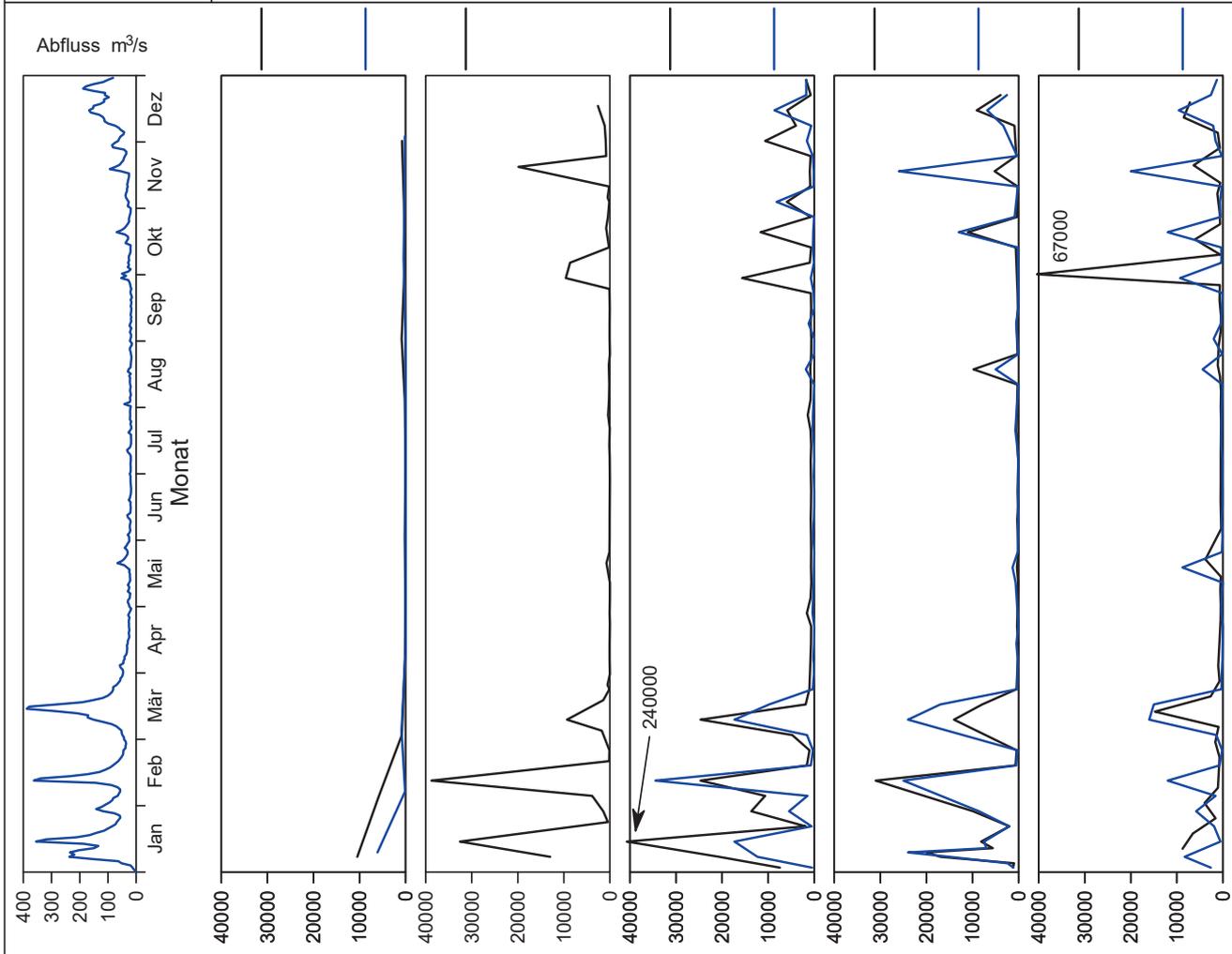


Bild 22.33: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 22.33: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Tabelle 22.5: Im Ruhrwasser bestimmte PSM und Überschreitungen der Trinkwassergrenzwerte von 100 ng/l bzw. der Zielwerte von 50 ng/l
 Table 22.5: Pesticides measured in the Ruhr water and exceedings of the limit for drinking water of 100 ng/l and the target value of 50 ng/l respectively

KenngroÙe	Zahl der ausgewerteten Analysen	Zahl der Proben mit positivem Befund	Anteil der Proben mit positivem Befund %	Zahl der Proben mit Werten >100 ng/l	Anteil der Proben mit Werten >100 ng/l %	Zahl der Proben mit Werten >50 ng/l	Anteil der Proben mit Werten >50 ng/l %	Maximalwert ng/l
Atrazin	96	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Bentazon	185	1	0,5	0	0,0	0	0,0	3,9
Bifenox	93	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Bromoxynil	185	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Carbetamid	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Carfentraton-ethyl	72	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Chloridazon	72	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Chlorthalonil	101	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Chlortoluron	96	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Clodinafop	96	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Clopyralid	185	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 100
2,4-D	185	1	0,5	0	0,0	0	0,0	5
Desethylatrazin	96	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Desethylterbuthylazin	96	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Desisopropylatrazin	4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Desmedipham	123	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Dichlorprop	96	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Diflufenikan	96	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Dimefuron	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Diuron	96	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Epoxiconazol	76	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Ethofumesat	72	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Fenpropimorph	76	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Flufenacet	209	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Fluroxypyr	185	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 100
Flurtamone	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Hexazinon	185	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Ioxynil	185	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Isoproturon	96	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
MCPA	185	30	16,2	0	0,0	0	0,0	50
Mecoprop	96	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Metamitron	96	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Metazachlor	96	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Methabenzthiazuron	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Metolachlor	96	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Metribuzin	72	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Pendimethalin	72	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Phenmedipham	185	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Propiconazol	76	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Quinmerac	185	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Simazin	96	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Tebuconazol	76	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Terbuthylazin	96	3	3,1	0	0,0	0	0,0	20

Bachmann-Machnik, A.; Schönfeld, A.; Mälzer, H.-J.; Dittmer, U.:

Baden in der Ruhr - Nutzung von Niederschlags- und Mischwasserüberlaufdaten zur Vorhersage der Badegewässerqualität
Bathing in the Ruhr River - Using precipitation and combined sewer overflow data to predict bathing water quality.
Aqua Urbanica 2019: Regenwetter weiterdenken – Bemessen trifft Gestalten. Rigi Kaltbad, Schweiz, 8.-10.9.2019, S. 3-8

Bettzieche, V.:

Dam-Monitoring 4.0
Dam-Monitoring 4.0
DTK-Talsperrensosymposium, Leipzig, 8./9. Mai 2019

Bettzieche, V.:

Dam-Monitoring 4.0
Dam-Monitoring 4.0
In: Wasserwirtschaft, Heft 5, Mai 2019

Bettzieche, V., et al.:

Gekoppelte experimentelle und numerische Analyse von Stau-
mauern mittels 3-dimensionaler Mehrphasen und Mehrfeld-
modelle
Coupled experimental and numerical analysis of dams based
on 3-dimensional multiphase and multifield models
DTK-Talsperrensosymposium, Leipzig, 8./9. Mai 2019

Bettzieche, V., et al.:

Gekoppelte experimentelle und numerische Analyse von Stau-
mauern mittels 3-dimensionaler Mehrphasen und Mehrfeld-
modelle
Coupled experimental and numerical analysis of dams based
on 3-dimensional multiphase and multifield models
In: Wasserwirtschaft, Heft 5, Mai 2019

Bettzieche, V.:

Zuverlässigkeitsnachweise für kleine Staudämme
Stability assesement of small dams
DWA-Seminar Kleine Stauanlagen, Köln, 26.9.2019

Bettzieche, V.:

Das neue DWA-Themenheft T 1/2019 „Dokumente für kleine
Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken“
The new DWA-Booklet T 1/2019 „Documents for small reser-
voirs and flood retention basins“
DWA-Seminar Kleine Stauanlagen, Köln, 26.9.2019

Bruening, Y.; Bachmann-Machnik, A.; Bakhshipour, A. E.; Dittmer, U.:

Messdatenbasierte Optimierung von Drosselabflüssen im
Mischsystem
Data based optimization of controlled outflows in combined
sewer systems
Aqua Urbanica 2019: Regenwetter weiterdenken – Bemessen
trifft Gestalten. Rigi Kaltbad, Schweiz, 8.-10.9.2019, S. 20-26

Gallas, C., Gellert, G., Grünebaum, T., Hurck, R., Kapp, J.-E., Kirn, B., Klösger, C., Laser, S., Möbius, T., Nordhardt, B., Podraza, P., Rath, L., Tünste, H., Wehling, U., Weyand, M.:

Flussgebietsmanagement im Zeichen aktueller Megatrends
– Reflexion des Workshops Flussgebietsmanagement
Actual megatrends influencing river basin management – re-
flections on the workshop of river basin management
In: Korrespondenz Wasserwirtschaft 13, 3/20, S. 140-141

Graf, F.; Kruse, K.; Evers, P.; Jardin, N. (2019):

Erfahrungen mit der anaeroben Vorbehandlung industrieller
Abwässer auf kommunalen Kläranlagen
Experiences with anaerobic pretreatment of industrial sewage
at municipal wastewater treatment plants
In: KA Korrespondenz Abwasser, Abfall, 66 (6), S. 450–455.

Grauduschus, S.; Last, K.:

Handlungskonzept für den Umgang mit bestehendem Gehölz
auf Stauhaltungs-dämmen
Guide for dealing with existing trees on Embankment Dams
DTK-Talsperrensosymposium, Leipzig, 8./9. Mai 2019

Grauduschus, S.; Last, K.:

Handlungskonzept für den Umgang mit bestehendem Gehölz
auf Stauhaltungs-dämmen
Guide for dealing with existing trees on Embankment Dams
In: Wasserwirtschaft, Heft 5, Mai 2019

Grünebaum, T.:

Wasserwirtschaftliche Planung in Zeiten des Klimawandels
Planning in water management in times of climate change
Vortrag auf dem 18. Forum Ruhrverband, 9.4.2019, Essen

Grünebaum, T.:

Gewässergütemanagement beim Ruhrverband
Water quality management at Ruhrverband
Gastvorlesung an der RWTH Aachen im Rahmen der Veran-
staltung „Grundlagen der Gewässergütemanagement und Sied-
lungswasserwirtschaft“, 25.6.2019

Grünebaum, T.:

Folgewirkungen des Klimawandels für den Zustand der Fließ-
gewässer – Bedeutung für Bewertung und Management
Effects of climate change on the status of streaming waters –
consequences for assessment and managemen
Workshop Flussgebietsmanagement, 27./28.11.2019, Essen

Grünebaum, T.:

Vierte Reinigungsstufe in kommunalen Kläranlagen – die Lö-
sung für Spurenstoffe im Wasserkreislauf?
Advanced Treatment of micropollutants in municipal wastewa-
ter treatment plants – the answer for micropollutants in water
cycle?
Ringvorlesung der Fachhochschule Münster, 11.12.2019

Hennerkes, J.:

Probleme und Lösungen bei der Fremdwasserreduktion
Problems and solutions in the reduction of infiltration and in-flow water

Vortrag auf dem 32. Lindauer Seminar Praktische Kanalisations-technik – zukunftsfähige Entwässerungssysteme am 14. und 15. März 2019 in Lindau

Jardin, N.:

Novelle des Abwasserabgabengesetzes aus Sicht der Branche
Revision to the waste water levy act from the perspective of the wastewater industry

18. Wasserwirtschaftliche Jahrestagung des BDEW. Berlin, 25.06.2019

Jardin, N.:

Herausforderungen an der Ruhr – Das Trockenjahr 2018

Challenges in the Ruhr basin – the drought year 2018

DWA Dialog 2019. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall. Berlin, 23.09.2019

Jardin, N.:

Anaerobe Anlagen für die Vorbehandlung organischer Abwässer auf den Kläranlagen Warstein, Arnsberg-Wildhausen und Arnsberg-Neheim

Anaerobic plants for the pretreatment of organic wastewater at the WWTPs Warstein, Arnsberg-Wildhausen and Arnsberg-Neheim

Technische Innovationen bei der Abwasserreinigung. Oswald Schulze Stiftung. Münster, 17.10.2019

Jardin, N.:

Digitalisierung und zukünftige Herausforderungen beim Ruhrverband

Digitalization and future challenges for Ruhrverband

Wasserwirtschaft – Mensch und Organisation. Ruhrverband. Essen, 28.10.2019

Jardin, N.; Becker, A.; Weyand, M.; Zur Strassen, G.:

Niedrigwassermanagement Ruhr – Neue Wege zur Talsperrensteuerung in Zeiten des Klimawandels

Managing low flow situations in the Ruhr basin – new ways for reservoir operation in this era of climate change

In: Gewässerschutz – Wasser – Abwasser, Schriftenreihe des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, Band 252, S. 3/1-3/13.

Kühlmann, M.:

Kooperationen von Anglern und Fischzüchtern – Empfehlungen für die Umsetzung von Fischschutzprojekten

Cooperation between anglers and fish-farmers – recommendations for the implementation of fish protection projects

Vortrag auf der Tagung der Arbeitsgemeinschaft für Fischarten- und Gewässerschutz in Norddeutschland (AFGN) am 29. September 2019 in Bad Lippspringe

Kühlmann, M.:

Empfehlungen zum Fischbesatz und die Bedeutung regionaler Besatzfische

Recommendations for fish-stocking and the relevance of regional fish species

Vortrag auf der Versammlung der Fischereigenossenschaft Arnsberg am 27. Februar 2020 in Arnsberg-Bruchhausen

Last, K.; Reinhardt, K.

Lösungsvorschläge für die Sanierung eines alten Stauhaltungsdamms am Baldeneysee

Proposed solutions for the remediation of an old embankment dam at Lake Baldeney

DTK-Talsperrensymposium, Leipzig, 8./9. Mai 2019

Last, K.; Reinhardt, K.:

Lösungsvorschläge für die Sanierung eines alten Stauhaltungsdamms am Baldeneysee

Proposed solutions for the remediation of an old embankment dam at Lake Baldeney

In: Wasserwirtschaft, Heft 5, Mai 2019

Noack, M.; Lechner, A.; Podraza, P.:

Untersuchungen von Mikrohabitaten und deren Bedeutung für das Makrozoobenthos in zwei renaturierten Mittelgebirgs-gewässern

Investigations on microhabitats and their importance for aquatic invertebrates in two restored mountain streams

In: Korrespondenz Wasserwirtschaft 12, 1/19, S. 18-23

Podraza, P.:

Der Einfluss von Niederschlagswasserabflüssen von Straßen auf das Makrozoobenthos von Fließgewässern – Wirkungsketten, Bewertung, Beispiele

The impact of discharges from streets, roads and highways on the invertebrate community of running waters – chain of effects, assessment, examples

Tagung „Sauber in den Fluss“ am 4.12.2019 an der HafenCity Universität Hamburg

Rothe, L.E.; Feld, K.; Sures, B.; Weyand, M.;**Gerhardt, A.:**

Einfluss von Mikroschadstoffen auf Makrozoobenthosorganismen (MZB)

Influence of micro-pollutants on benthic invertebrate organisms

In: Gewässerschutz – Wasser – Abwasser, Schriftenreihe des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, Band 252, S. 9/1-9/8.

Schnatmann, C.:

Sicherer Betrieb von Faulgasanlagen

Safety operation of digester gas plants

Zweitägiges DWA-Seminar, 7./8. Mai 2019, Erfurt

Schneider, Y.:

Strategische Ansätze für die Ausrichtung von Abwasserreinigung und Klärschlammbehandlung vor dem Hintergrund der Phosphor-Rückgewinnung
Strategic approaches for the future design of wastewater treatment and sewage sludge treatment taking into account the need for phosphorus recovery
Vortrag bei den DWA-Klärschlamm-Tagen vom 21.-23.5.2019 in Würzburg und Abstract im Tagungsband

Schneider, Y.:

FLUSSHYGIENE – Hygienisch relevante Mikroorganismen und Krankheitserreger in multifunktionalen Gewässern und Wasserkreisläufen
FLUSSHYGIENE – Hygienically relevant microorganisms and pathogens in multi-functional rivers and water cycles
Vortrag beim Future Water Kolloquium, Universität Duisburg-Essen, am 27.6.2019

**Schönfeld, A.; Mälzer, H.-J.; Schneider, Y.;
Bachmann-Machnik, A.:**

Frühwarnsystem zur Bewirtschaftung von Badestellen in Fließgewässern
Early warning system for the management of bathing sites in rivers
Vortrag bei der 52. ESSENER TAGUNG für Wasserwirtschaft „Wasser und Gesundheit“ vom 20.-22.3.2019 in Aachen und Beitrag im Tagungsband (Band 250 der Schriftenreihe Gewässerschutz – Wasser – Abwasser, Hrsg. Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen University)

Weyand, M.:

Wasserwirtschaft zwischen politischem Anspruch, wissenschaftlichen Auffassungen und technischer Umsetzung
Water management among political demands, scientific views and technical implementation
In: KW Korrespondenz Wasserwirtschaft, 12. Jahrgang, Heft 9/2019, Seite 494 bis 501

Weyand, M.:

Einfluss dynamischer Prozesse auf die Gewässerentwicklung – Versuch einer Standortbestimmung
Impact of dynamic processes on water body development – An attempt to take stock
KW Korrespondenz Wasserwirtschaft, 13. Jahrgang, Heft 5/2020, Seite 265 bis 271

zur Strassen, G.:

Anpassung an den Klimawandel: Niedrigwassermanagement Ruhr
Adaptation to Climate Change: Low Water Management in the Ruhr Catchment Area
Treffpunkt Wasser NRW 2019 in Düsseldorf, 7.10.2019

zur Strassen, G.; Weyand, M.:

Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft an der Ruhr – Das Trockenjahr 2018
Impacts of Climate Change on Water Management in the Ruhr Catchment Area – Drought 2018
19. IFWW Fachkolloquium in Haltern, 16.5.2019



bvdm.

Nachdruck – aus auszugsweise –
nur mit Quellenangabe gestattet.