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. Die Unternehmen zwischen Winterberg und Mülheim bündeln so ihre Interessenvertretung. Die AWWR ist Ansprechpartnerin zu Themen der Trinkwasserwirtschaft 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 4,6 Millionen Menschen im Ruhrgebiet sowie im Münsterland und Sauerland dient, nachhaltig zu schützen.

ISSN 1613-4729

AWWR
Aktiv für Ihr Wasser aus dem Ruhrtal

c/o
Vereinssitz:
Wasserwerke Westfalen GmbH
Zum Kellerbach 52
58239 Schwerte
Telefon (02304) 9575-302
Fax (02304) 9575-333

Geschäftsstelle:
GELSENWASSER AG
Willy-Brandt-Allee 26
45891 Gelsenkirchen
Telefon (0209) 708-274
Fax (0209) 708-708
www.awwr.de

Ruhrverband
WISSEN, WERTE, WASSER

Kronprinzenstraße 37, 45128 Essen
Postfach 10 32 42, 45032 Essen
Telefon (0201) 178-0
www.ruhrverband.de

AWWR
Aktiv für Ihr Wasser aus dem Ruhrtal

Ruhrverband
WISSEN, WERTE, WASSER

Ruhrgütebericht **2023**

Einzugsgebiet des Ruhrverbands

8 Talsperren
Einzugsgebiete der Talsperren

5 Stauseen
66 Kläranlagen mit insgesamt 559 Niederschlagswasserbehandlungsanlagen
47 Gewässerpegel (RV anteilig)
17 Wasserkraftwerke
7 Gewässergüte-Überwachungsstationen
122 Pumpwerke
6 Kanalnetzübertragungen
4 Übertragene Gewässerunterhaltungen

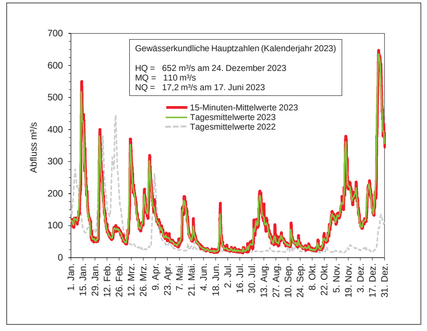
Gewässergüte-Überwachungsstationen (kontinuierlich)

1. Duisburg (RV, Ruhr-km 2,65)
2. Kraftwerk Mülheim-Kahlenberg (LANUV, Ruhr-km 14,43)
3. Essen-Werden (RV, Ruhr-km 31,18)
4. Hattingen (RV/LANUV, Ruhr-km 56,70)
5. Wetter (LANUV, Ruhr-km 81,49)
6. Fröndenberg (LANUV/WWU, Ruhr-km 113,78)
7. Echthausen (WWU, Ruhr-km 128,32)

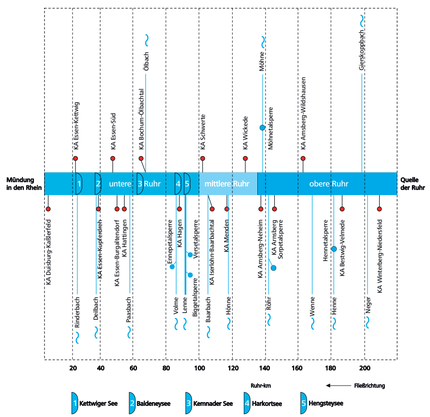
Charakterisierung des Ruhreinzugsgebiets nach EG-WRRL

Fläche:	4.478 km²
Höhenverhältnisse:	20 bis 800 m ü. NN
Anzahl der Planungseinheiten:	9
Gesamtlänge der Fließgewässer:	~7.000 km
Anzahl Gewässer im Einzugsgebiet > 10 km²:	122
Anzahl Grundwasserkörper:	30

178 natürliche und 65 als erheblich verändert ausgewiesene Wasserkörper



15-Minuten-Mittelwerte und Tagesmittelwerte des Abflusses der Ruhr am Pegel Hattingen/Ruhr
Runoff means during 15 minutes and 24 hours at the gauging station Hattingen/Ruhr

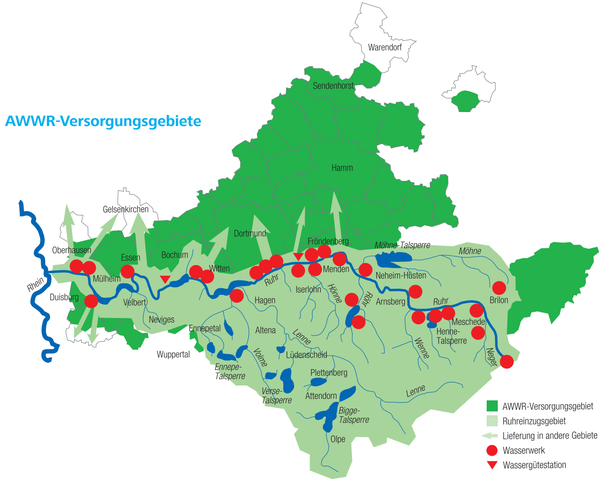


Schematische Darstellung des Fließverlaufs der Ruhr mit Einmündung von Nebengewässern und Einleitungen von Kläranlagen
Schematic representation of the Ruhr's course with inflows of tributaries and inlets of sewage treatment plants

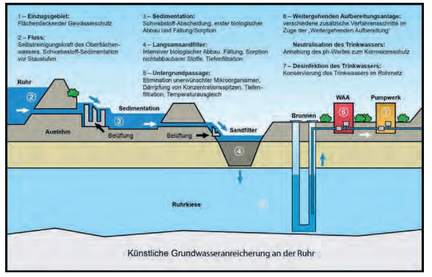
Wir danken
Julia Brekenfeld (Kapitel 3, 6, 12),
Therese Dreier (Kapitel 5, 6),
Dr. Christine Erger (Kapitel 7),
Daniela Froin (Kapitel 3, 4, 11)
Swetlana Graf (Kapitel 8),
Dr. Christoph Härtel (Kapitel 2, 7),
Christian Högel (Kapitel 11),
Inga Hölscher (Kapitel 12),
Jens Kaulfuss (Kapitel 7),
Markus Kühlmann (Kapitel 12),
Ronja Nappe (Kapitel 5, 9, 10),
Dr. Petra Podraza (Kapitel 5, 10),
Jan Hendrik Schneider (Kapitel 12),
Axel Sommerfeld (Kapitel 8),
Dr. Joanna Will (Kapitel „In Kürze") und
Georg zur Strassen (Kapitel 1)
als Autorinnen und Autoren sowie allen Beschäftigten des Ruhrverbands, die am vorliegenden Ruhrgütebericht mitgewirkt haben.

Titelbild
Das Einzugsgebiet der Hönne besteht zu rund 50 % aus Waldgebieten, zu 30 % aus landwirtschaftlichen Flächen und zu 20 % aus Siedlungen, Verkehrsflächen, Gewerbe und Industrie. Seit mehreren Jahren untersucht der Ruhrverband systematisch ganze Gewässereinzugsgebiete, das Gebiet der Hönne stand nach 2017 das zweite Mal im Fokus. Das einjährige physikalisch-chemische Untersuchungsprogramm umfasste zwölf Probenahmestellen im Gewässer sowie die Zu- und Abläufe der vier im Einzugsgebiet liegenden Kläranlagen. Die Bilder zeigen die Hönne jeweils in der Nähe der Kläranlagen Neuenrade, Balve und Balve-Binolen. Mehr zu den Ergebnissen der Hönne-Längsuntersuchung in Kapitel 11.

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 870 Landwirte im Ruhreinzugsgebiet Mitglied dieser Kooperation. Der Landwirt bekundet durch Unterzeichnung einer Kooperationserklärung seine Mitgliedschaft und verpflichtet sich, an der Umsetzung gemeinsam festgelegter Ziele und Aufgaben mitzuwirken.

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

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

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

AWWR

Aktiv für Ihr Wasser aus dem Ruhrtal

Ruhrverband

WISSEN, WERTE, WASSER

Ruhrgütebericht **2023**

Inhalt

Bericht des Ruhrverbands 4

Vorwort 6

In Kürze 8

1 Wasserführung der Ruhr 16

2 Grundlagen der Bewertung von Gewässeranalysedaten im Ruhrgütebericht 17

3 Physikalisch-chemische Überwachungen der Ruhr 24
– Messstelle Ruhr bei Essen-Rellinghausen und Gewässerüberwachungsstationen 25
– Ergebnisse der wöchentlichen Untersuchungen 31
– Ruhrlängsuntersuchungen 32

4 Monitoring gemäß EG-WRRL der Ruhr und ihrer Nebengewässer 40
– Physikalisch-chemische Untersuchungen gemäß EG-WRRL 40
– Hydrobiologische Untersuchungen gemäß EG-WRRL 51

5 Trophische Situation in der Ruhr 63
– Planktonuntersuchungen 64
– Makrophytenuntersuchungen 70

6 Talsperrenuntersuchungen
– Fürwigge- und Versetalsperre 76

7 Organische Spurenstoffe in der Ruhr 86

8 Leistungsvergleich der Kläranlagen des Ruhrverbands 102

9 Registrierte Gewässerverunreinigungen des Jahres 2023 107

Sonderthemen 107
10 Extrakt aus dem Abschlussbericht des Elodea-Projekts 107
11 Die Emissions- und Immissionssituation im Einzugsgebiet der Hönne 111
12 Möglichkeiten und Nutzen von Messbojen auf Talsperren 125

13 Der Ruhrverband in Zahlen 130

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e. V. (AWWR) im Jahr 2023 132

Bericht des Vorsitzenden der AWWR 134

14 AWWR-Ausschusstätigkeit 136
– Ausschuss Wassergüte 136
– Ausschuss Wassergewinnung und -aufbereitung 139
– Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit 140

Beiträge aus Wasserwerken und Institutionen 142
15 Monitoring organischer Spurenstoffe in der Ruhr 142
16 Das „Schwerter Verfahren“ im Wasserwerk Hengsen – Höchste Sicherheit für die Trinkwasserqualität bei Wasserwerke Westfalen 157
17 Bedeutung und Zukunft von Wasserkraft für die Trinkwasserversorgung an der Ruhr 162
18 Per- und Polyfluoralkylsubstanzen: Ein altes Thema – eine neue Herausforderung? 167

19 Organisation der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR) 170
– Mitglieder und ständige Gäste 170
– Kontakte 170
– Ausschüsse und Arbeitskreise 171

20 Die AWWR in Zahlen 174

21 Analysenergebnisse des Ausschusses Wassergüte 175
– Einführung 175
– Kommentar zu den Untersuchungsergebnissen 179

Auswahl von Veröffentlichungen 220

Contents

Report of the Ruhrverband 4

Preface 7

In brief 12

1 Flow of the River Ruhr 16

2 Basic parameters for the evaluation of analysis data for waters 17

3 Physico-chemical Ruhr water monitoring 24
– Measuring point Ruhr at Essen-Rellinghausen and water monitoring stations 25
– Results of the weekly Ruhr examinations 31
– Examinations along the Ruhr 32

4 Examinations of the Ruhr and its tributaries in line with the European Water Framework Directive 40
– Physico-chemical examinations 40
– Hydrobiological examinations 51

5 Trophic situation in the Ruhr 63
– Plankton examination 64
– Macrozoobenthos examination 70

6 Reservoir examinations
– Fürwigge and Verse Reservoir 76

7 Organic trace substances in the Ruhr 86

8 Performance comparison of the Ruhrverband's sewage treatment plants 102

9 Registered cases of water pollution in 2023 107

Special topics 107
10 Extract from the final report of the Elodea project 107
11 The emission and immission situation in the Hönne catchment area 111
12 Chances and possibilities of using measuring buoys in reservoir examinations 125

13 The Ruhrverband – facts and figures 130

Association of Ruhr Waterworks (AWWR) in 2023 132

Report of the AWWR Chairman 134

14 Activities of AWWR committees 136
– Water quality committee 136
– Water catchment committee 139
– Public relations committee 140

Reports from waterworks and institutions 142
15 Monitoring of organic trace substances in the Ruhr 142
16 The "Schwerte procedure" at the waterworks Hengsen – Highest safety standards for drinking water quality at Wasserwerke Westfalen 157
17 Importance and future of hydropower for drinking water supply along the Ruhr 162
18 Per- and polyfluoroalkyl substances: An old issue – a new challenge? 167

19 Structure of the AWWR 170
– Members and permanent guests 170
– Contacts 170
– Committees and working groups 171

24 The AWWR – facts and figures 174

25 Analytical findings of the water quality committee 175
– Introduction 175
– Explanation and annotation 179

Selection of publications 220

Die Inbetriebnahme der Profilerboje auf der Möhnetalsperre erfolgte 2018 vor dem Hintergrund der Herausforderungen, die der Klimawandel an die Wasserwirtschaft stellt. Mehr zu Möglichkeiten, die der Einsatz von Messbojen auf Talsperren bietet, lesen Sie in Kapitel 12 dieses Ruhrgüteberichts.

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

so nass wie 2023 war noch kein Jahr seit Beginn der Niederschlagsaufzeichnungen des Ruhrverbands im Jahr 1927 (Kap. 1). Damit endete eine außergewöhnliche Trockenperiode von 14 Jahren. Gleichzeitig belegte das Jahr 2023 mit einer Jahresmitteltemperatur von 10,2 °C den Spitzenplatz in der Rangliste der wärmsten Kalenderjahre seit Beginn der Temperaturaufzeichnungen im Jahr 1881. Auch das von Weihnachten 2023 bis in die ersten Januartage 2024 außergewöhnlich langanhaltende Hochwasser mit einer Abflussspitze von 652 m^3/s am Pegel Hattingen ist ein Beleg für den fortschreitenden Klimawandel. Durch die tendenziell extremeren Jahresniederschlagsverteilungen mit höheren Niederschlägen im Winter und längeren Trockenperioden im Sommer gewinnt die Bewirtschaftung der Wasserressourcen in den Talsperren an Dynamik und wird anspruchsvoller. Der Ruhrverband begrüßt es daher sehr, dass die Novellierung der Grenzwerte für die Mindestwasserführung in der Ruhr durch die Neufassung des Ruhrverbandsgesetzes vom Landtag NRW auf den Weg gebracht wurde.

Der vorliegende 51. Ruhrgütebericht befasst sich intensiv mit der Bewertung der Gewässeruntersuchungsdaten. Die Bewertung erfolgt für die chemischen Qualitätskomponenten anhand der Umweltqualitätsnormen (UQN) und der Oberflächengewässerverordnung (OGewV), für den ökologischen Zustand nach den Vorgaben der EG-WRRL (Kap. 2). Darüber hinaus wird die Güteentwicklung der Ruhr in den letzten 50 Jahren in die Betrachtung einbezogen.

In den Ruhrlängsuntersuchungen werden vierwöchentlich und an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen dreimal wöchentlich die physikalisch-chemischen Parameter und 490 organische Spurenstoffe untersucht. Die Konzentrationen an organisch gebundenem Kohlenstoff (TOC) lagen ebenso wie die der Parameter Chlorid, Sulfat sowie der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor durchgehend unterhalb der jeweiligen Grenzwerte. Für Ammonium-Stickstoff wurde sogar an elf Messstellen die Bewertung „sehr gut“ vergeben (Kap. 3).

Aus der Gruppe der organischen Spurenstoffe überschritten die nachgewiesenen Pharmazeutika, Diagnostika oder deren Metabolite nur in wenigen Ausnahmefällen die Grenzwerte. Pflanzenschutzmittel und deren Abbauprodukte konnten nur vereinzelt oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenzen nachgewiesen werden. Bei Weichmachern, Flammschutzmitteln, Hormonaktivität beeinflussende Substanzen (EAS) und den per- und polyfluorierten Chemikalien (PFAS) wurden alle aktuellen Anforderungen sicher eingehalten. Eine Ausnahme bildet die Perfluoroctansulfonsäure (PFOS), für die mit 0,65 ng/l eine sehr niedrige UQN gilt (Kap. 7).

Die Ablaufqualität des gereinigten Abwassers ist hervorragend und liegt weiterhin deutlich unter den Anforderungen. Im Jahr 2023 wurden die bisher besten Ablaufergebnisse erzielt. Der Chemische Sauerstoffbedarf (CSB) als Summenparameter für organische Verschmutzung hat sich von 59 mg/l auf 14 mg/l verbessert. Die Erfolge bei der Stickstoffelimination zeigen die Ablaufwerte für Ammoniumstickstoff (NH4-N), die im Jahr 1983 noch bei 11 mg/l lagen und 2023 nur 0,45 mg/l betragen. Der Ablaufwert für Gesamtphosphor lag im Jahr 1993 bei 0,92 mg/l und verringerte sich 2023 auf nur noch 0,34 mg/l (Kap. 8).

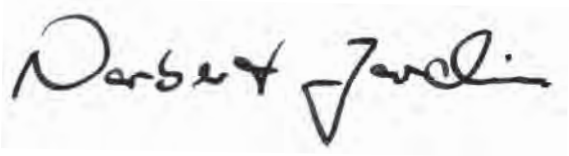
Die hohe Leistungsfähigkeit der Ruhrverbands-Kläranlagen spiegelt sich in der ökologischen Gewässergüte der Ruhr und ihrer Nebengewässer wider. Im Betrachtungszeitraum 2018 bis 2023 konnte an 368 von 381 Untersuchungsstellen, d.h. in 97 % aller betrachteten Gewässerabschnitte, ein guter oder sehr guter saprobieller Zustand festgestellt werden.

Hinsichtlich der Gewässerstruktur (Allgemeine Degradation) weisen 232 Probestellen bzw. 61 % der im Zeitraum 2018-2023 untersuchten Probestellen einen guten oder sehr guten Zustand auf. Die deutliche Verbesserung gegenüber dem Betrachtungszeitraum 2016 bis 2021, in dem noch 50 % der untersuchten Probenahmestellen in einem schlechten Zustand waren, zeigt, dass die Anstrengungen zur Renaturierung der Gewässer greifen (Kap. 4).

Hinsichtlich des Pflanzenwachstums war das Jahr 2023 ungewöhnlich, da weder Wasserpflanzen noch pflanzliches Plankton die Gewässer dominierten. Wasserpflanzen wie Elodea nuttallii bildeten überwiegend lockere Bestände, die nur lokal die Wasseroberfläche erreichten. Ursache für das geringe Pflanzenwachstum waren die Nachwirkungen des Hochwassers im Juli 2021 und die hohen Niederschläge im Jahr 2023 während der gesamten Vegetationsperiode (Kap. 5).

Im Jahr 2023 wurden drei Gewässerunfälle registriert. Im Februar kam es in einem landwirtschaftlichen Betrieb bei Velbert zu einer Leckage eines Güllebehälters. An der Brehminsel (Ruhr) in Essen-Werden wurden im März ca. 30 bis 80 tote Fische gemeldet und beim Betanken eines Heizöltanks gelangten im Oktober in Meschede ca. 200 Liter Heizöl über die Straßenabläufe in den Regenwasserkanal. Eine Gefährdung der Trinkwasserversorgung bestand bei allen drei Fällen nicht (Kap. 9).

Allen Akteurinnen und Akteuren der Wasserwirtschaft an der Ruhr danken wir für ihre stetigen Bemühungen zur Verbesserung der Ruhrwasserqualität. Der 51. Ruhrgütebericht sei Ihnen eine anregende Lektüre.



Prof. Dr.-Ing. Norbert Jardin,
Vorstandsvorsitzender und
Vorstand Technik und
Flussgebietsmanagement

Preface

Prof. Dr.-Ing. Norbert Jardin, CEO and CTO of Ruhrverband

Dear readers,

Since the Ruhrverband started its precipitation recording in 1927, no year has been as wet as 2023 (chapter 1). This put an end to an extraordinarily dry period during the previous 14 water years. At the same time, 2023 ranked first among the warmest years since temperature recording started in 1881 with a mean annual temperature of 10.2 °C. The exceptionally long-lasting flooding from Christmas 2023 to the first days of January 2024, with a peak runoff of 652 m^3/s at the Hattingen gauging station, is also proof of the fact that climate change is advancing. Due to the tendency towards more extreme annual precipitation distributions with higher precipitation in winter and longer dry periods in summer, the management of water resources in the reservoirs is becoming more dynamic and demanding. The Ruhrverband therefore very much welcomes the revision of the limits for the minimum water flow in the Ruhr, initiated by the NRW state parliament through the new version of the Ruhrverband Act.

This 51st Ruhr Water Quality Report provides an in-depth analysis of the data from water examinations. The chemical quality components are assessed on the basis of the Environmental Quality Standards (EQS) and the Surface Water Regulation (OGewV), while the ecological status is assessed in accordance with the requirements of the EC WFD (chapter 2). In addition, the development of the water quality in the Ruhr during the past 50 years is taken into account.

The physico-chemical parameters and 490 organic trace substances are being monitored in examinations along the Ruhr every four weeks and three times a week at the sampling point Essen-Rellinghausen. The concentrations of organically bound carbon (TOC) as well as the parameters chloride, sulphate and the nutrients nitrogen and phosphorus were consistently below the respective limits. Ammonium nitrogen even reached a "very good" rating at 11 sampling points (chapter 3).

From the group of organic trace substances, the detected pharmaceuticals, diagnostics or their metabolites only exceeded their limits in a few exceptions. Crop protection agents and their metabolites were only occasionally detected above the respective limits of quantification. All current requirements for plasticisers, flame retardants, substances affecting hormone activity (EAS) and perfluorinated and polyfluorinated chemicals (PFAS) were safely met. One exception is perfluorooctane sulfonic acid (PFOS), which has a very low EQS of 0.65 ng/l (chapter 7).

The outlet quality of the treated wastewater is excellent and continues to show substance levels clearly below the maximum levels. The best outlet results to date were achieved in 2023. The chemical oxygen demand (COD) as a sum parameter for organic pollution has improved from 59 mg/l to 14 mg/l. The successes in nitrogen elimination are shown by the outlet values for ammonium nitrogen (NH4-N), which were 11 mg/l in 1983 and decreased to only 0.45 mg/l in 2023. The outlet value for total phosphorus was 0.92 mg/l in 1993 and fell to 0.34 mg/l in 2023 (chapter 8).

The high performance of the Ruhrverband's sewage treatment plants is reflected in the ecological water quality of the Ruhr and its tributaries. In the monitoring period from 2018 to 2023, good or very good saprobic conditions were recorded at 368 of 381 sampling points, i.e. in 97% of all watercourse sections analysed.

In terms of water structure (general degradation), 232 sampling points equivalent to 61% of the sampling points analysed between 2018 and 2023 reached a good or very good condition. The significant improvement compared to the monitoring period from 2016 to 2021, during which 50% of the analysed sampling points were still in poor condition, shows that the efforts to restore the water bodies to their natural state are showing an effect (chapter 4).

The year 2023 was unusual in terms of plant growth as neither water plants nor phytoplankton dominated the waters. Water plants such as Elodea nuttallii formed mostly sparse stands which only locally reached the surface. The low plant growth was caused by the after-effects of the flood in July 2021 and the high precipitation in 2023 during the entire vegetation period (chapter 5).

Three incidents of water pollution were registered in 2023. In February, a leak occurred in a slurry tank on a farm in the Velbert area. Around 30-80 dead fish were reported at the Brehm island (Ruhr) in Essen-Werden in March, and around 200 litres of heating oil entered the stormwater drain via the street drains when filling a heating oil tank in Meschede in October. None of the three cases posed any hazard to the drinking water supply (chapter 9).

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 51st Ruhr Water Quality Report will be an enjoyable read.

Wasserführung der Ruhr

Die Wasserführung eines Gewässers prägt maßgebend die aquatische Flora und Fauna und beeinflusst die unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten. Zur Abmilderung negativer Auswirkungen sehr hoher oder niedriger Abflüsse und zum Ausgleich von Entnahmen und Entziehung betreibt der Ruhrverband ein Talsperrenverbundsystem. Das Kalenderjahr 2023 war das nasseste seit Beginn der Niederschlagsaufzeichnung beim Ruhrverband im Jahr 1927. Mit einem MQ_{2023} = 110 m^3/s am Pegel Hattingen wurde der größte mittlere Jahresabfluss seit vollständiger wasserwirtschaftlicher Verfügbarkeit der Biggetalsperre im Jahr 1968 registriert. Im Kalenderjahr 2023 gab es sechs Hochwasserereignisse mit Überschreitungen der Hochwassermeldegrenze an der unteren Ruhr. Der höchste Abfluss wurde am Pegel Hattingen am 24. Dezember 2023 mit HQ_{2023} = 652 m^3/s gemessen. Von Mitte Mai bis Mitte Oktober wurde, abgesehen von einer kurzzeitigen Unterbrechung im August aufgrund hoher Niederschlagsmengen, das Talsperrenverbundsystem zur Trinkwasserversorgung und zur Aufrechterhaltung der Mindestwasserführung in der Ruhr kontinuierlich abgestaut. Nach vorläufigen Berechnungen war im Kalenderjahr 2023 in Villigst an 48 Tagen und an der Mündung an 33 Tagen ein Zuschuss erforderlich. An der Mündung ist dies die neuntkleinste, am Pegel Villigst die drittkleinste Anzahl zuschusspflichtiger Tage in einem Kalenderjahr seit Novellierung der Vorgaben im Ruhrverbandsgesetz im Jahr 1990.

Grundlagen der Bewertung von Gewässeranalysedaten im Ruhrgütebericht

Die Ergebnisse der Gewässeruntersuchungen werden hinsichtlich der chemischen Qualitätskomponenten im Ruhrgütebericht in erster Linie anhand der Umweltqualitätsnormen (UQN) der Anlagen 6 (flussgebietsspezifische Schadstoffe) und 8 (prioritäre Stoffe) sowie der Werte der Anlage 7 (allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten) der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) bewertet, welche u. a. die Einstufung, Darstellung und Überwachung des ökologischen Zustands, des ökologischen Potenzials und des chemischen Zustands von Oberflächengewässern regelt. Im Jahr 2020 wurde der Monitoring Leitfaden des LANUV insofern konkretisiert, dass bei einer Überschreitung einer Komponente der allgemeinen physikalisch-chemischen Parameter trotz sehr guten biologischen Zustands nur der gute ökologische Zustand erreicht werden kann. 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 Untersuchungsstelle wird gemäß den Vorgaben der EG-WRRL und der OGewV anhand der biologischen Qualitätskomponenten „Makrozoobenthos", „Makrophyten und Phytobenthos", „Fischfauna", sowie „Phytoplankton" bewertet. Im Ruhrgütebericht wird ausschließlich die bestuntersuchte biologische Qualitätskomponente „Makrozoobenthos" dargestellt, welche 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, die hydromorphologisch als HMWB zu charakterisieren sind, werden dem worst-case-Prinzip folgend 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 getestet. Zudem werden Nährstoffkonzentrationen und organische Belastung der Ruhr bestimmt. Dafür wurden ab 1965 wöchentlich sechs Probenahmestellen untersucht. 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 Probenahmestellen zwischen Juni und Juli wurde im Berichtsjahr die Mindestanforderung für die Sauerstoffkonzentration im gesamten Ruhrverlauf eingehalten. Der in der OGewV vorgeschriebene pH-Wert von 8,5 wurde in Essen-Rellinghausen im selben Zeitraum überschritten. Zudem wurde unterhalb der Quelle mit pH 6,4 die Anforderung von pH 6,5 einmalig knapp unterschritten. Die Konzentrationen von BSB_5 und TOC hielten ebenso wie die der Kenngrößen Chlorid, Sulfat, Nitrat-Stickstoff, Ammonium-Stickstoff, Gesamtphosphor und ortho-Phosphat-Phosphor durchgehend die jeweiligen Anforderungen ein. Für Ammonium-Stickstoff erfolgte die Bewertung an elf Messstellen sogar mit „sehr gut". Die Gehalte der prioritären bzw. prioritär gefährlichen Schwermetalle Blei, Nickel, Quecksilber und – mit der bekannten Ausnahme des Bereichs unterhalb der Valmemündung – Cadmium erfüllten die UQN für den guten chemischen Zustand. Für das gesetzlich nicht geregelte Chrom sowie die flussgebietsspezifischen Schadstoffe Silber, Selen und Thallium erfolgte die Einstufung in den sehr guten bzw. guten Zustand, während sich für Zink und Kupfer mit Ausnahme von zwei bzw. drei Probenahmestellen in der Ruhr eine mäßige Bewertung ergab.

Monitoring gemäß EG-WRRL der Ruhr und ihrer Nebengewässer

Im Rahmen des operativen Monitorings wurden in Abstimmung mit dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) nach EG-WRRL in neun Planungseinheiten insgesamt 40 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 Qualitätsanforderung für den pH-Wert konnte an 4 % der Messstellen nicht eingehalten werden. Ausschließlich im Jahr 2022 wurde aufgrund der langandauernden Trockenwetterphasen mit niedrigeren Wassertiefen und erhöhter Globalstrahlung (vgl. Kapitel 5.1) an 30 % der Probenahmestellen die Wassertemperatur und an 8 % der Stellen der Sauerstoffgehalt mit „mäßig" bewertet. Hinsichtlich der Nährstoff- und der organischen Belastung lagen die mittleren Konzentrationen auf niedrigerem Niveau, so dass nur 9 % der Ammonium-Stickstoff- und 10 % der Phosphor-Konzentrationen zu Überschreitungen der Anforderungen führten. Der TOC konnte an allen untersuchten Messstellen den guten Zustand einhalten. Die durchschnittlichen Silberkonzentrationen überschritten an 2 % der untersuchten Stellen die jeweilige Umweltqualitätsnorm. Der gute Zustand wurde für Eisen an 92 %, für Kupfer an 23 % und für Zink an 64 % der Probenahmestellen eingehalten. Die Konzentrationen der Metalle Blei, Cadmium, Nickel, Thallium und des Halbmetalls Selen führten an allen untersuchten Probenahmeorten zu einer guten Bewertung.

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 Betrachtungszeitraum 2018-2023 zeigten im Rahmen der gewässerökologischen Untersuchungen an der Ruhr und ihrer Nebengewässer 368 von 381 (97 %) einen guten oder sehr guten saprobiellen Zustand.

Mit Blick auf die Allgemeine Degradation wiesen 232 Probenahmestellen, entsprechend 61 % der im Zeitraum 2018-2023 untersuchten Probenahmestellen einen guten oder sehr guten Zustand bzw. ein gutes oder besseres Potential auf. Ursache für den defizitären Zustand an nun weniger als der Hälfte der Probenahmestellen waren vielfach die nutzungsbedingt veränderten Gewässerstrukturen.

Trophische Situation in der Ruhr

Das Jahr 2023 war ungewöhnlich, da sich weder eine Makrophytendominanz noch eine Phytoplanktondominanz ausbildete. Insgesamt ist die Trophie auf Basis der Biomasse der pflanzlichen Qualitätskomponenten für das Berichtsjahr als gering zu bewerten.

Die Makrophytenflächen sind in diesem Berichtsjahr nicht in allen Stauseen als massenhaft zu bezeichnen. Es fanden sich hauptsächlich lockere Bestände, die nur lokal die Oberfläche erreichten. Daher sind sowohl die durch Mahd entnommenen Biomassen als auch die Treibgutmengen im Berichtsjahr 2023 gering. Die Nachwirkungen des Hochwassers im Juli 2021 und der hohe Niederschlag 2023 während der gesamten Vegetationsperiode, mit der hierdurch entstandenen Trübung, sind daher die Ursache, dass weder *Elodea nuttallii* noch das Phytoplankton, die in den letzten Jahren üblichen Dichten und Biomassen erreichten.

Talsperrenuntersuchungen mit besonderem Blick auf die Fürwigge- und Versetalsperre

Die acht Ruhrverbandstalsperren dienen vor allem der Niedrigwasseraufhöhung, um stets genügend Rohwasser für die Trinkwassergewinnung zur Verfügung zu stellen. Daneben unterstützen sie den Hochwasserschutz in abflussreichen Zeiten. Zur Beurteilung ihres Zustands erfolgen limnologische Untersuchungen der Wasserkörper. Das aussagekräftigste Kriterium hierbei ist der Trophiegrad, bestehend aus dem Gesamtindex und den Einzelindizes für den Chlorophyll-a-Gehalt, die Phosphorkonzentration und die Sichttiefe. Aufgrund zahlreicher unter anderem technischer und gesetzlicher Maßnahmen zur Verringerung der Nährstoffeinträge, hat sich die Wasserqualität in den Talsperren im Vergleich zu den 1980er Jahren deutlich verbessert. Seit rund 20 Jahren haben die Henne-, Möhne- und Biggetalsperre ein stabiles Niveau im mittleren und die Ennepe- und Listertalsperre im unteren mesotrophen Bereich erreicht. Die Verse- und Fürwiggetalsperre sowie seit einigen Jahren die Sorpetalsperre weisen oligotrophie Verhältnisse auf. In der Möhnetalsperre musste im September und Oktober eine Tiefenwasserbegasung mit Sauerstoff erfolgen. Von Juni bis September fand im Vorbecken der Sorpetalsperre eine Sedimentberäumung statt.

Die Fürwiggetalsperre dient vor allem der Trinkwasserversorgung. Die Zuläufe zu der von Versauerung betroffenen Talsperre gehören zu den am geringsten mit Phosphor belasteten Gewässern im Ruhreinzugsgebiet. Nach Durchführung von Sanierungsarbeiten an der Talsperrenmauer und dem Wiedereinstau im Jahr 2007 sowie nach Rodungsarbeiten in den Jahren 2021 bis 2023 und nach Besatz der Fürwiggetalsperre mit Edelkrebsen im Jahr 2017 befindet sich das Ökosystem in der Talsperre in einer Phase der Veränderung.

Die ebenfalls zur Trinkwasserversorgung genutzte Versetalsperre stellt sich weiterhin als ein oligotrophes Gewässer dar. Sie wurde im Jahr 2021 ebenfalls mit Edelkrebsen besetzt.

Vor dem Hintergrund der Klimaerwärmung ist der Erhalt und wenn möglich die weitere Verbesserung der Wasserqualität in den Talsperren weiterhin von fundamentaler Bedeutung. Ferner wird die Nutzung von autark arbeitenden Multisensoren zur täglichen Beobachtung an Bedeutung gewinnen.

Organische Spurenstoffe in der Ruhr

Ergänzend zu den zwölf Messstellen der in der Regel monatlich durchgeführten Ruhrlängsuntersuchung wurden wöchentlich Wasserproben an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen auf mehr als 490 organische Substanzen untersucht, deren Auswahl sich u. a. an der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) und der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) orientiert. Neben den darin enthaltenen Umweltqualitätsnormen (UQN) werden auch die für Trinkwasser geltenden gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW) und die für Oberflächenwasser geltenden Orientierungswerte (OW) als nicht gesetzlich geregelte Qualitätskriterien zur Beurteilung der Gewässergüte herangezogen.

Nur in wenigen Ausnahmefällen überschritten die nachgewiesenen Pharmaka, Diagnostika oder deren Metabolite die für sie betrachteten Grenzwerte. Wiederholt wurde nur ein sehr geringer Anteil der untersuchten Pflanzenschutzmittel und -metabolite im Betrachtungszeitraum oberhalb ihrer jeweiligen Bestimmungsgrenzen detektiert. Für die PFAS konnten bis auf die mit 0,65 ng/l sehr niedrige UQN von PFOS alle aktuellen Anforderungen sicher eingehalten werden. Die vielseitig verwendeten, polaren Substanzen TFA und Amidosulfonsäure unterschritten sehr deutlich die für sie existierenden Trinkwasserleitwerte. Auch die betrachteten Süßstoffe, für die keine Grenzwerte existieren, wurden regelmäßig in der Ruhr nachgewiesen. Zu den untersuchten endokrinen aktiven 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 Flammschutzmittel und Weichmacher, wie die polybromierten Diphenylether (PBDE), Hexabromcyclododecan (HBCD), die kurzkettigen Chloralkane (SCCP) und die Organophosphate mit Ausnahme der polychlorierten Biphenyle (PCB) zu. Die wenigen, mit vergleichsweise geringen Konzentrationen nachgewiesenen, flüchtigen organischen Substanzen (VOC) hielten auch 2023 die bestehenden UQN sehr sicher ein. PAK waren in niedrigen Konzentrationen, die in Ausnahmen die UQN überschritten, hingegen regelmäßig in der Ruhr nachweisbar ebenso wie die Komplexbildner EDTA und MGDA. Der für EDTA existierende OW wurde dabei sicher eingehalten. Auch die JD-UQN für Anilin, Nitrobenzol und die Chlornitrobenzole wurden sicher eingehalten. Für die in der Ruhr nachgewiesenen Benzothiazole und TMDD liegen aktuell keine Qualitätskriterien vor, die zur Beurteilung der Wassergüte herangezogen werden können.

Leistungsvergleich der Kläranlagen

Bei einem Anschlussgrad von über 99 % der EinwohnerInnen im Ruhreinzugsgebiet wurden auf den Verbandskläranlagen im Jahr 2023 rund 479 Mio. m^3 Abwasser gereinigt. Dies entspricht einem Jahresmittelwert von 15,2 m^3/s und liegt ca. 39 % über dem Vorjahreswert. Diese deutliche Steigerung der Jahresabwassermenge ist auf die hohen Niederschlagsmengen zurückzuführen. Die Ablaufqualität des gereinigten Abwassers ist weiterhin ausgezeichnet und liegt deutlich unter festgelegten Anforderungen. Zusätzlich zu den Überwachungswerten wurden seit 2016 für inzwischen 42 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 festgelegten Jahresmittelwerte für Phosphor und Ammoniumstickstoff konnten im Jahr 2023 auf den meisten Kläranlagen erreicht werden. Durch die Abwasserreinigung entstehen Reststoffe in Form von Rechen- und Sandfanggut und Klärschlamm. Gegenüber dem Vorjahr ist die Menge an stabilisiertem Schlamm mit 35.819 t Trockenmasse um 3,1 % zurückgegangen. Die Abwasseranlagen werden bezüglich ihres Energieeinsatzes eingehend analysiert. Um den externen Bezug von Strom von Energieversorgungsunternehmen zu senken, werden rund 50 Blockheizkraftwerke und Direktverdichter eingesetzt. Mit der Aufstellung von Photovoltaikanlagen und der Übernahme von Wasserkraftanlagen an der Ruhr machte der Ruhrverband sich unabhängiger vom Strommarkt. Insgesamt konnten erstmalig in einem Jahr bilanziell 100 % des erforderlichen Strombedarfs auf Kläranlagen durch regenerativ erzeugten Strom von eigenen Wasserkraftanlagen, Blockheizkraftwerken und Photovoltaikanlagen abgedeckt werden. Der spezifische Stromverbrauch für die Kläranlagen des Ruhrverbands beträgt derzeit 37,5 kWh je Einwohner und Jahr.

Registrierte Gewässerverunreinigungen

Im Jahr 2023 wurden drei Gewässerunfälle bekannt. Am 20. Februar 2023 kam es bei einem landwirtschaftlichen Betrieb im Raum Velbert zu einer Leckage in einem Gülletank. Am 19. März.2023 wurden ca. 30-80 tote Fische an der Brehminsel (Ruhr) gemeldet. Eine weitere Gewässerverunreinigung ereignete sich beim Betanken eines Heizöltanks am 25.Oktober .2023 in Meschede. Ca. 200 Liter Heizöl wurden dabei über die Straßeneinläufe in den Regenwasserkanal eingeleitet. Eine Gefahr für die Trinkwasserversorgung bestand bei allen drei Fällen nicht.

Ergebnisse aus dem *Elodea* II Abschlussbericht

Nachdem die getesteten Maßnahmen alle keinen nachhaltigen Effekt zur *Elodea*-Reduktion erbrachten, müssen die Maßnahmen zwar als ökologisch verträglich, aber auch als wirkungslos eingestuft werden. Für den Baldeneysee bleibt die Mahd als die wesentliche Option zum Management von Massenentwicklungen aquatischer Makrophyten.

Die Emissions- und Immissionssituation im Einzugsgebiet der Hönne

Kombinierte Untersuchungen von Kläranlagenzu- und -ablauf sowie im Gewässer oberhalb und unterhalb der jeweiligen Einleitung liefern detaillierte und gewässerabschnittsspezifische Informationen über die Emissions- und Immissionssituation 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. Zudem sind sie eine wichtige Bewertungshilfe für Ablaufanforderungen an Kläranlagen. Die Hönne-Längsuntersuchung 2023 fand an zwölf Stellen im Gewässer sowie im Zu- und Ablauf der vier Kläranlagen im Einzugsgebiet statt. Die Ablaufwerte der Kläranlagen hielten die wasserrechtlichen Überwachungswerte und die niedrigerklärten Werte durchgehend ein. Die Zahlenwerte der Betriebsmittelwerte für Ammonium-Stickstoff und Phosphor wurden mit wenigen Ausnahmen unterschritten. Die Untersuchungen ergaben einen erkennbaren Einfluss der Kläranlagenemission auf die Nährstoffgehalte im Gewässer unmittelbar unterhalb der jeweiligen Einleitungen, der bei den Anlagen unterschiedlich ausgeprägt und für Phosphor deutlicher als für Ammonium-Stickstoff ist. Beim Gesamtphosphor wurde das Qualitätsziel mit Ausnahme der Kläranlage Balve-Binolen trotz rückläufiger mittlerer Konzentrationen im Gewässer überschritten. Für Ammonium-Stickstoff konnte dagegen bereits unterhalb der Kläranlagen Neuenrade, Balve und Balve-Binolen der gute Zustand bei Ammonium-Stickstoff eingehalten werden. Ohne den auf Mischwasserentlastungen zurückzuführenden Maximalwert im Mai wäre dies auch auf der Kläranlage Hemer der Fall. Die festgestellten Konzentrationsanstiege bei einigen Süßstoffen, Röntgenkontrastmitteln und einer Anzahl von Arzneimittelrückständen an den Probenahmestellen unterhalb der Kläranlagen sind vor allem auf die Einleitungen der gereinigten Abwässer zurückzuführen.

Möglichkeiten und Nutzen von Messbojen auf Talsperren

Vor dem Hintergrund der Herausforderungen durch den Klimawandel, wie beispielsweise länger andauernde Gewässerschichtungen und die damit verbundene Entscheidungsfindung zu Tiefenwasserbelüftungen, wurde ein profilierendes System benötigt, welches neben dem hydroakustischen Echtzeit-Monitoring pelagischer Fischbestände parallel auch hydrologische Messdaten bis 50 m Wassertiefe automatisiert erfasst. Die seit Juli 2020 auf der Möhnetalsperre im Regelbetrieb eingesetzte Profilerboje ist eine von den Fachleuten für die fischereiliche Bewirtschaftung des Ruhrverbands mit Unterstützung aus dem Kooperationslabor umgesetzte Weiterentwicklung der Fischmessboje, welche die Abteilung Flussgebietsmanagement im Rahmen eines innovativen Pilotprojekts bereits seit 2014 im Einsatz hat.

Mittels einer Tiefensensor gesteuerten Multiparametersonde erfasst die autarke Profilerboje je Meter Wassertiefe mehrmals täglich die Parameter Sauerstoff, Temperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert, Phycocyanin (Parameter zur Erfassung von Cyanobakterien) sowie Chlorophyll-a (Parameter zur Erfassung von Phytoplankton) und ermöglicht somit eine engmaschige Überwachung des Wasserkörpers. Aufgrund der klimabedingten Veränderungen in den Talsperren, welche die aquatische Ökologie sowie das Talsperrenmanagement maßgeblich beeinflussen, gewinnt der Einsatz automatisierter Mess- und Überwachungssysteme in Form von Profilern auf Bojen oder schwimmenden Plattformen immer mehr an Bedeutung.

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 very high or very low runoffs and to balance abstraction and withdrawal, the Ruhrverband operates a reservoir system. The calendar year 2023 was the wettest year since the Ruhrverband started its precipitation recording in 1927. With an MQ_{2023} = 110 m^3/s at the Hattingen gauging station, the highest mean annual runoff was recorded since the Bigge Reservoir went into full water management operation in 1968. Six incidents of high water exceeding the reporting threshold for high water were recorded at the lower Ruhr during the calendar year 2023. The highest runoff at the Hattingen gauging station was recorded on December 24, 2023, with a rate of HQ_{2023} = 652 m^3/s. Except for a short interruption in August due to heavy rainfall, the Ruhrverband's reservoir system was continuously drained from mid-May to mid-October to ensure the drinking water supply and maintain a minimum flow. According to preliminary calculations, the reservoirs had to support the Ruhr's flow by releasing higher amounts of water in 2023 on 48 days at Villigst and on 33 days at the river's mouth. This is the ninth lowest number of days at the mouth and the third lowest number of days at the Villigst gauging station on which the reservoirs had to support the flow during a calendar year since the requirements were revised as part of the Ruhrverband Act in 1990.

Basic parameters for the evaluation of analysis data for waters

In the Ruhr Water Quality Report, the results of the water monitoring programs are being evaluated regarding the chemical quality components primarily based on the Environmental Quality Standards (EQS) 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 2020, the LANUV monitoring guidelines were specified insofar that if one component of the general physico-chemical parameters is being exceeded, only a good ecological status can be reached even if the biological condition is high. 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 averages (AA). Apart from the limits for the aqueous phase, the OGewV also stipulates requirements for 11 substances or groups of substances in biota. These requirements are 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 via the respective modules 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, to which the hydromorphological classification as HMWB applies, are being evaluated based on their ecological condition following the worst-case principle.

Physico-chemical Ruhr water monitoring

For over 90 years, samples have been taken from the Ruhr at the Essen-Rellinghausen sampling point three times a week in order to monitor a large number of parameters. In addition, nutrient concentrations and organic loads in the Ruhr are being determined. To this aim, samples have been taken weekly at six sampling points since 1965. From 2017 onwards, this program 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 source to the mouth of the Ruhr, providing representative insights into 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 sampling points between June and July, the required minimum oxygen concentration could be achieved along the entire course of the Ruhr during the reporting year. During the same time, the pH-value of 8.5 laid down in the OGewV was exceeded at Essen-Rellinghausen. In addition, a one-time pH of 6.4 fell slightly short of the requirement of pH 6.5 downstream of the Ruhr's source. The concentrations of BOD_5 and TOC met their respective criteria, and so did the parameters chloride, sulphate, nitrate nitrogen, ammonium nitrogen, total phosphorus and orthophosphate-phosphorus in all instances. Ammonium nitrogen even reached a "high" classification at 11 measuring points. The priority and priority hazardous heavy metals lead, nickel, mercury and – with the familiar exception in the section downstream of the Valme mouth – cadmium met the EQS defining a good chemical condition. Chrome, to which no legal requirements apply, and the river basin-specific contaminants silver, selenium and thallium reached a high or good status, while zinc and cooper were classified as moderate at all but two and three sampling points respectively.

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 40 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 requirement for the pH-value could not be met at 4% of the measuring points. Only in the year 2022, "moderate" results had been reached at 30% of the sampling points for water temperature and at 8% of the points for oxygen content, due to continuous periods of dry weather with low water depths and increased global radiation (see chapter 5.1). Regarding the nutrient concentration and organic loads, the mean concentrations were lower, leading to a situation where 9% of the ammonium nitrogen concentrations and 10% of the phosphorus concentrations exceeded the required limits. The TOC maintained a good classification at all sampling points. The average silver concentrations exceeded the respective environmental quality standard at 2% of the sampling points. Iron reached a good status at 92% of the sampling points. This also applied to 23% of the sampling points for copper and 64% for zinc. The concentrations of the metals lead, cadmium, nickel, thallium and the metalloid selenium resulted in a good classification at all sampling points.

Since 2007, the water condition in the Ruhr catchment area has been presented in the form of ecological water status maps on the basis of the Ruhrverband's cooperative involvement in operational water monitoring in accordance with the EC WFD. In the period under review from 2018 to 2023, the hydroecological examinations along the Ruhr and its tributaries showed a good or very good saprobic condition at 368 out of 381 sampling points (97%).

Regarding general degradation, 232 sampling points, representing 61% of those monitored between 2018 and 2023, reached a "good" or "high" status or a good or even better ecological potential. The documented deficits at now less than half of the sampling points were mostly accounted for by modified water structures due to specific uses.

Trophic situation in the Ruhr

2023 was an unusual year as neither a dominance of macrophytes nor a dominance of phytoplankton developed. Overall, the trophic state based on the biomass of the plant quality components can be assessed as low for the reporting year.

In this reporting year, there was no mass development of macrophytes in any of the impounding lakes. The macrophyte stands were mostly sparse and only locally reached the surface. As a result, both the biomass removed by mowing and the quantities of floating debris were low in 2023. The aftereffects of the flood in July 2021 and the high rainfall in 2023 during the entire vegetation period, with the resulting turbidity, therefore prevented *Elodea nuttallii* and phytoplankton from reaching their usual densities and biomass levels seen in previous years.

Reservoir examinations focusing on the Fürwigge and Verse reservoirs

The eight Ruhrverband's reservoirs mainly serve the purpose of helping to raise low water levels to make sure that there is always enough raw water available for the production of drinking water. In addition, they contribute to flood protection during times of high runoff. Limnological examinations of the bodies of water are conducted to determine their conditions. The most significant indicator here is the trophic level, consisting of the overall index and subindices for chlorophyll a concentrations, phosphorus concentrations and visibility depth. Due to numerous, in part technical and legal, measures to reduce the input of nutrients, the water quality in the reservoirs has improved considerably compared to the 1980s. For about 20 years now, the trophic classification for the Henne, Möhne and Bigge reservoirs has reached a stable level at the middle of the mesotrophic range. The Ennepe and the Lister reservoirs came in at the lower mesotrophic range. The Verse and the Fürwigge reservoirs show oligotrophic conditions. For some years now, this has also applied to the Sorpe Reservoir. Oxygenation was required in the deep waters of the Möhne Reservoir in September and October. From June to September, sediment was removed from the forebay of the Sorpe Reservoir.

The Fürwigge Reservoir mainly serves the purpose of drinking water supply. The tributaries to the reservoir affected by acidification are among the waters in the Ruhr catchment area with the lowest phosphorus loads. The reservoir's ecosystem is currently in a phase of transformation, due to the restoration work on the reservoir dam and the subsequent refilling in 2007, clearing work in 2021 to 2023 and the stocking of the Fürwigge Reservoir with crayfish in 2017.

The Verse Reservoir, which is also used for drinking water supply, is still characterized as an oligotrophic water. It was also stocked with crayfish in 2021.

Given the context of global warming, maintaining and, if possible, further improving the water quality in the reservoirs continues to be of fundamental importance. Furthermore, the use of autonomous multi-sensors for daily monitoring will gain in importance.

Organic trace substances in the Ruhr

In addition to the 12 sampling points for the examinations along the Ruhr that usually take place every month, water samples were taken weekly at the sampling point Essen-Rellinghausen and screened for more than 490 organic substances, the selection of which is guided by the Surface Water Regulation (OGewV) and the European Water Framework Directive (EC WFD), among other factors. Apart from the Environmental Quality Standards (EQS) specified therein, the health reference values for drinking water and the reference values applicable to surface waters are taken into account when assessing the water quality as quality criteria without legal regulation.

The documented pharmaceuticals, diagnostic agents or their metabolites only exceeded their respective limits in a few exceptions. Once again, only a small part of the crop protection products and metabolites were detected in amounts above the respective limits of quantification during the period under review. For PFAS, all current requirements were safely met, apart from the very low EQS at 0.65 ng/l for PFOS. The widely-used polar substances TFA and amidosulfonic acid were well below their drinking water guideline values. The monitored sweeteners, for which there are no established limits, were regularly detected in the Ruhr. Bisphenol A and F, nonylphenol and octylphenol as well as steroid hormones and phthalates were among the endocrinically active substances, for which the limits were met if concentrations were found. This also applies to the investigated flame retardants and plasticisers, such as polybrominated diphenyl ethers (PBDEs), hexabromocyclododecane (HBCDs), short-chain chlorinated paraffins (SCCPs) and organophosphates with the exception of polychlorinated biphenyls (PCBs). The few volatile organic compounds (VOCs) detected in comparatively low concentrations also complied very reliably with the existing EQS in 2023. PAHs, on the other hand, were regularly detected in the Ruhr in low concentrations, which in exceptional cases exceeded the EQS. This also applied to the complexing agents EDTA and MGDA. The existing reference value for EDTA was safely met. The AA-EQS for aniline, nitrobenzene and the chloronitrobenzenes were safely met. For the benzothiazoles and TMDD detected in the Ruhr, there are currently no quality criteria that can be used to assess the water quality.

Performance comparison of sewage treatment plants

With a network for around 99% of all residents in the Ruhr catchment area, the Ruhrverband's sewage treatment plants treated around 479 million m^3 of wastewater in 2023. This result corresponds to an annual mean value of 15.2 m^3/s and lies about 39% above the previous year's value. This significant increase of the annual sewage volume can be attributed to the high amounts of precipitation. The outlet quality of the treated wastewater continues to be excellent with substance levels clearly below the defined maximum levels. In addition to the monitoring values, operational mean values for specific parameters have been agreed on with the authorities since 2016 for meanwhile 42 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 defined annual mean values for phosphorus and ammonium nitrogen were met at most of the sewage treatment plants in 2023. Sewage treatment generates residues such as screenings, grit chamber trappings and sewage sludge. The volume of stabilised sludge decreased by 3.1% compared to the previous year, amounting to 35,819 tonnes of dry mass. Thorough analyses of the energy usage are carried out at the sewage facilities. In order to reduce the amount of purchased electricity, around 50 combined heat and power units and direct compressors are in operation. By installing photovoltaic systems and by acquiring hydroelectric power plants along the Ruhr, the Ruhrverband has reduced its dependence on the electricity market. Overall, for the first time in a year, 100% of the electricity required at the sewage treatment plants was covered by renewable electricity generated by the company's own hydropower plants, combined heat and power plants and photovoltaic systems. The specific electricity consumption for the Ruhrverband's sewage treatment plants currently amounts to 37.5 kWh per inhabitant per year.

Registered cases of water pollution

In 2023, three incidents of water pollution became known. On February 20, 2023, a leak occurred in a slurry tank on a farm in the Velbert area. On March 19, 2023, around 30 to 80 dead fish at the Ruhr's Brehm island were reported. Another incident of water pollution occurred while refuelling a heating oil tank on October 25, 2023, in Meschede. Around 200 litres of heating oil were discharged via the street inlets into the rainwater drain. None of the three cases posed a hazard to the drinking water supply.

Results of the *Elodea* II final report

Since none of the tested measures had a lasting impact on reducing *Elodea*, they can be considered ecologically sustainable but ineffective. For Lake Baldeney, mowing remains the main option to manage mass developments of aquatic macrophytes.

Emission and immission situation in the Hönne catchment area

Combined examinations of the inflow and outflow of sewage treatment plants, as well as the water upstream and downstream of the discharges, provide detailed, 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. They are also an important evaluation aid for effluent requirements for sewage treatment plants. Examinations along the Hönne in 2023 took place at 12 points in the water as well as in the inlets and outlets of the four sewage treatment plants in the catchment area. The outlet values of the sewage treatment plants consistently met the legal monitoring standards and the declared lower values. Apart from a few exceptions, the values for ammonium nitrogen and phosphorus were below the mean operating values. The examinations revealed a recognisable influence of sewage treatment plant emissions on the nutrient levels in the water immediately downstream of the respective discharges, which is more pronounced for phosphorus than for ammonium-nitrogen. With the exception of the Balve-Binolen sewage treatment plant, the quality target for total phosphorus was exceeded despite declining average concentrations in the water. In contrast, the good status for ammonium nitrogen was already achieved downstream of the Neuenrade, Balve and Balve-Binolen sewage treatment plants. Without the maximum value in May due to mixed water discharges, this would have been the case as well at the Hemer sewage treatment plant. Increased concentrations measured for some sweeteners, radiology contrast agents and a number of pharmaceutical residues at the sampling points downstream of the sewage treatment plants are mainly due to the inflow of treated wastewater.

Possibilities and benefits of measuring buoys in reservoirs

Against the background of the challenges posed by climate change, such as longer-lasting water stratification and the associated decision-making on deep water aeration, a profiling system was required which, in addition to the hydroacoustic real-time monitoring of pelagic fish stocks, also automatically records hydrological measurement data up to a water depth of 50 metres. The profiling buoy, which has been in regular operation in the Möhne Reservoir since July 2020, is an advancement of the fish measuring buoy implemented by the Ruhrverband's fisheries management experts with support from the cooperation laboratory, which the river basin management department has been using since 2014 as part of an innovative pilot project.

Via a multiparameter sonde controlled by a depth sensor, the autonomous profiling buoy records the parameters oxygen, temperature, conductivity, pH value, phycocyanin (parameter for recording cyanobacteria) and chlorophyll-a (parameter for recording phytoplankton) several times a day for each metre of water depth, enabling a close monitoring of the water body. Due to climate-related changes in the reservoirs, which have a significant impact on aquatic ecology and the reservoirs' management, the use of automated measuring and monitoring systems in the form of profilers on buoys or floating platforms is becoming increasingly important.

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 Kalenderjahr 2023 (1. Januar bis 31. Dezember 2023) dargestellt. Ergänzend sind die gewässerkundlichen Hauptzahlen und zum Vergleich die Tagesmittelwerte des vorangegangenen Kalenderjahres aufgeführt. Im Kalenderjahr 2023 gab es in den ersten vier und letzten zwei Monaten insgesamt sechs Hochwasserereignisse, bei denen die Hochwassermeldegrenze an der unteren Ruhr überschritten worden ist. Beim letzten Ereignis Ende Dezember wurde am Pegel Hattingen am 24. Dezember 2023 mit HQ_{2023} = 652m³/s (Tagesmittelwert 636 m³/s, ebenfalls am 24. Dezember) der höchste Abfluss im Kalenderjahr 2023 registriert. Die jeweiligen abflussreichen Zeiten zu Jahresanfang und -ende konnten zum Einstau der Talsperren im Ruhreinzugsgebiet genutzt werden.

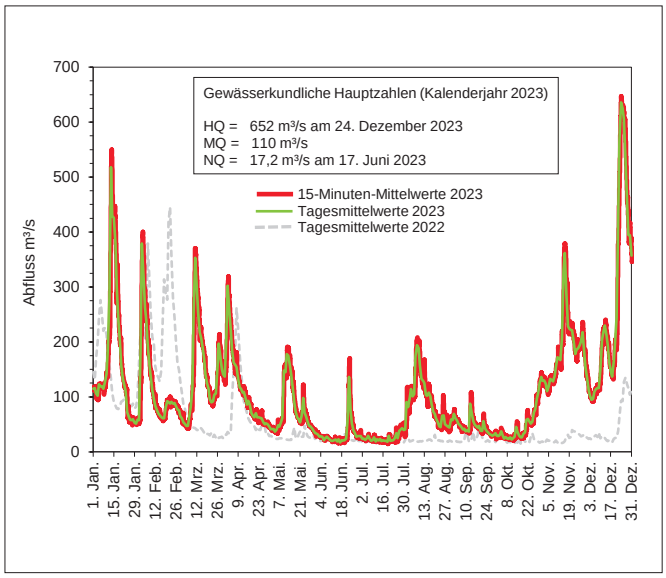


Bild 1.1: 15-Minuten-Mittelwerte und Tagesmittelwerte am Pegel Hattingen/ Ruhr im Kalenderjahr 2023
Fig. 1.1: Runoff means during 15 minutes and 24 hours at the gauging station Hattingen/Ruhr in the year 2023

Von Mitte Mai bis Mitte Oktober, abgesehen von einer kurzzeitigen Unterbrechung im August aufgrund hoher Niederschlagsmengen, wurde das Talsperrenverbundsystem zur Trinkwasserversorgung und zur Aufrechterhaltung der Mindestwasserführung in der Ruhr kontinuierlich abgestaut. Der niedrigste Tagesmittelwert des Abflusses im Kalenderjahr 2023 wurde am Pegel Hattingen am 17. Juni 2023 mit NQ_{2023} = 17,2 m³/s registriert.

Der mittlere Abfluss am Pegel Hattingen im Kalenderjahr 2023 berechnet sich zu MQ_{2023} = 110 m³/s. Er liegt damit um gut 61 % über dem langjährigen mittleren Abfluss von $MQ_{1968\text{-}2022}$ = 68,1 m³/s und um 52 m³/s über dem Vorjahreswert. Seit vollständiger wasserwirtschaftlicher Verfügbarkeit der Biggetalsperre im Jahr 1968 ist dies der größte mittlere Jahresabfluss, ähnlich groß war nur der des Kalenderjahres 2007 mit 108 m³/s. Das 1. Halbjahr des Kalenderjahres 2023 weist mit 109 m³/s den neunthöchsten, das zweite Halbjahr den dritthöchsten mittleren Abfluss seit dem Kalenderjahr 1968 auf. Nur die zweiten Halbjahre 1999 und 2008 waren abflussreicher. Insgesamt gesehen lag das Abflussvolumen im ersten Halbjahr 2023 um etwa 18 % über dem Vorjahresniveau, das zweite Halbjahr hingegen war mehr als vier Mal abflussreicher als im Vorjahr. Der Abfluss ist im Durchschnitt der langjährigen Betrachtung zu 59 % auf das erste Halbjahr und zu 41 % auf das zweite Halbjahr verteilt. Im Kalenderjahr 2023 ergab sich aufgrund der sehr nassen und damit abflussreichen Monate November und Dezember eine Verschiebung zum zweiten Halbjahr hin (49 % zu 51 %).

Nach einer nur im Kalenderjahr 2017 unterbrochenen Folge von 14 Kalenderjahren mit einem Niederschlagsdefizit schloss das Kalenderjahr 2023 mit einem deutlichen Niederschlagsüberschuss. Mit 1.466 mm wurde so viel Niederschlag registriert, wie noch nie in einem Kalenderjahr seit Beginn der Niederschlagsaufzeichnung beim Ruhrverband im Jahr 1927. Nur die zwei Monate Juni und September wiesen ein Niederschlagsdefizit auf, alle übrigen zehn hingegen einen Niederschlagsüberschuss. Der Dezember war mit 202 mm, dies entspricht 194 % des langjährigen Mittelwerts von 1927/2022, der niederschlagsreichste Monat des Kalenderjahres. Es gab seit 1927 erst fünf Mal einen nasseren Dezember, zuletzt im Jahr 1994 mit 260 mm. Der September war mit 66 mm der trockenste Monat des Kalenderjahres.

Eine Stützung der Ruhrwasserführung durch erhöhte Abgaben aus den Talsperren war im Kalenderjahr 2023 nur zwischen Juni und Oktober erforderlich. Insgesamt musste in Villigst nach vorläufigen Berechnungen an 48 Tagen, an der Mündung hingegen an nur 25 Tagen Zuschuss aus den Talsperren geleistet werden. Dies sind in Villigst 59 % und an der Mündung 61 % weniger als im Durchschnitt der Kalenderjahre

1991/2022. An der Mündung ist dies die neuntkleinste, am Pegel Villigst hingegen die drittkleinste Anzahl zuschusspflichtiger Tage in einem Kalenderjahr seit Novellierung der Vorgaben im Ruhrverbandsgesetz im Jahr 1990.

In dem jährlich erscheinenden Bericht Ruhrwassermenge findet sich eine ausführliche Beschreibung der auf den Zeitraum eines Abflussjahres bezogenen wassermengenwirtschaftlichen Gegebenheiten im Ruhreinzugsgebiet [1.1].

[1.1] Ruhrverband: 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 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. Im Folgenden werden die darin enthaltenen Bestimmungen sowie weitere relevante Vorgaben für die Beurteilung der biologischen und chemischen Komponenten zusammenfassend dargelegt.

Chemische Qualitätskomponenten

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] aufgeführt sind, sowie den gesundheitlichen Orientierungswerten (GOW) des Umweltbundesamts (UBA) [2.5]. Berücksichtigt sind in

[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] https://www.flussgebiete.nrw.de/monitoring-leitfaden-oberflaechengewaesser, Zugriff 26. April 2024

[2.5] Umweltbundesamt: Liste der nach GOW bewerteten Stoffe von März 2023, https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/trinkwasser/trinkwasserqualitaet/toxikologie-des-trinkwassers/gesundheitlicher-orientierungswert-gow, Zugriff 26. April 2024

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]

der Anlage D4 Orientierungswerte (OW), die auf Basis ökotoxikologischer Studien abgeleitet wurden, und Parameter aus der Trinkwasserverordnung – TrinkwV [2.6]. Es ist hervorzuheben, dass es sich hierbei teilweise um Vorgaben handelt, die den direkten Gebrauch des Wassers als Trinkwasser betreffen und nicht die Beschaffenheit des Gewässers. Gleichwohl dienen diese Werte im Sinne des Vorsorgegrundsatzes als Orientierungshilfe.

In der Regel erfolgt die Bewertung von Wasserproben anhand von Mittel- bzw. Jahresdurchschnittswerten (JD). Ausnahmen bilden die Parameter Wassertemperatur, Sauerstoff, pH-Wert sowie Quecksilber, Chrom, Kupfer, Zink und die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK), Anthracen, Benzo[a]pyren, Benzo[b]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 [2.7].

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

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

In Tabelle 2.1 sind für ausgewählte, im Ruhreinzugsgebiet relevante prioritäre Stoffe (Anlage 8 OGewV) und für Nitrat die 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, falls nicht methodische Einschränkungen bei der Analyse dagegensprechen, 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. Abweichend dazu werden hier die Messwerte in der filtrierten Probe denen des bioverfügbaren Anteils gleichgestellt, was einer Bewertung nach dem worst case Prinzip entspricht, da die bioverfügbare Konzentration zumeist niedriger als die Konzentration in der filtrierten Probe ist. Bei Cadmium ist die Toxizität und somit die UQN von der Wasserhärte abhängig. Zur Einstufung in eine der Wasserhärteklassen wird das 50-Perzentil der molaren Calciumkarbonat-Konzentration herangezogen. In der Gruppe der PAK kann Benzo[a]pyren als Repräsentant für die anderen in der Oberflächengewässerverordnung aufgeführten PAK-Kenngrößen betrachtet werden.

Flussgebietsspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Zustands

In Tabelle 2.2 sind die Umweltqualitätsnormen für die im Ruhreinzugsgebiet relevanten flussgebietsspezifischen Schadstoffe zusammengefasst. Für die Einstufung in den sehr guten Zustand (blaue Kennzeichnung) muss die Konzentration bei synthetischen Schadstoffen unterhalb der Nachweisgrenze bzw. bei nicht synthetischen Schadstoffen im Bereich der Hintergrundkonzentration liegen. Der gute Zustand (grüne Kennzeichnung) ist erreicht, wenn der sehr gute Zustand verfehlt, aber die jeweilige UQN nicht überschritten ist. Bei einer Überschreitung der UQN kann der ökologische Zustand bzw. das ökologische Potenzial höchstens als „mäßig" eingestuft werden (gelbe Kennzeichnung). Die UQN für Selen, Silber und

Tabelle 2.1: Auszug aus Anlage 8 der OGewV, UQN zur Beurteilung des chemischen Zustands (prioritäre Stoffe und Nitrat) [2.3]
Table 2.1: Abstract from appendix 8 of the German Surface Water Regulation (OGewV), EQS for the evaluation of the chemical status (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	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)	≤ 0,45 (Klasse 1) 0,45 (Klasse 2) 0,6 (Klasse 3) 0,9 (Klasse 4)	–
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	–	–

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

[2.6] Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 (BGBl. I S. 459), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 22. September 2021 (BGBl. I S. 4343) geändert worden ist

[2.7] Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC), Guidance Document No.32 on Biota monitoring (the implementation of EQSBiota) under the water framework directive. Technical Report-2014-083. Office for Official Publications in the European Communities, Luxembourg.

[2.8] MULNV: Bewirtschaftungsplan 2022-2027 für die nordrhein-westfälischen Anteile von Rhein, Weser, Ems und Maas – Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Dezember 2021, https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/bewirtschaftungsplan_nrw_2022-2027.pdf, Zugriff: 25. April 2024

Tabelle 2.2: Auszug aus Anlage 6 der OGewV, UQN zur Beurteilung von im Ruhreinzugsgebiet relevanten flussgebietsspezifischen Schadstoffen [2.3]
Table 2.2: Abstract from appendix 6 of the German Surface Water Regulation (OGewV), EQS for the evaluation of the river basin-specific pollutants relevant in the Ruhr catchment area [2.3]

UQN für flussgebietsspezifische Schadstoffe	
Stoffname	JD-UQN in der Wasserphase µg/l
Chlortoluron	0,4
MCPA	2
Metazachlor	0,4
PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180	0,0005 [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

Thallium beziehen sich auf den gelösten Anteil, der nach Filtration (Porengröße: 0,45 µm) der Wasserprobe 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. Im Jahr 2020 wurde die Aussage „Unterstützung der Bewertung" im Monitoring Leitfaden des LANUV konkretisiert, indem festgehalten wurde, dass bei einer Überschreitung einer ACP-Komponente nur der gute ökologische Zustand erreicht werden kann, auch wenn die biologischen Qualitätskomponenten einen sehr guten Zustand anzeigen sollten [2.4]. In Tabelle 2.3 sind die ACP gemeinsam mit den biologischen Qualitätsklassen für das Modul Saprobie des Makrozoobenthos für den guten Zustand dargestellt.

Gesetzlich nicht verbindliche Vorgaben

Der Leitfaden „Monitoring Oberflächengewässer" des Landes NRW dient derzeit in NRW als Bewertungsgrundlage für die vom LANUV NRW untersuchten Parameter, die gesetzlich nicht verbindlich geregelt sind. Entsprechend dem Vorgehen des LANUV erfolgt im Ruhrgütebericht die Kennzeichnung für den sehr guten Zustand (≤ halber Orientierungswert) mit blau, während grün eine gute Bewertung (≤ Orientierungswert) bedeutet. Die Überschreitung des Orientierungswerts und der daraus folgende, bestenfalls mäßige ökologische Zustand wird gelb gekennzeichnet. Bei Metallen beziehen sich die aufgeführten Anforderungen auf die filtrierte Wasserprobe. Davon abweichend wird im Ruhrgütebericht für Kupfer und Zink die unfiltrierte Wasserprobe zur Bewertung herangezogen. Dies entspricht wiederum einem worst case Ansatz, da die Konzentration in der filtrierten Wasserprobe zumeist niedriger als in der unfiltrierten Probe ist. Bis zum Jahr 2023 wurde für Mangan ebenfalls die unfiltrierte Wasserprobe herangezogen. Ab dem Ruhrgütebericht 2023 wird zur Bewertung die filtrierte Wasserprobe verwendet. Tabelle 2.4 listet die aktuellen 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.

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 [2.5]. In Tabelle 2.5 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 Bewertung der Gewässer aufgrund ihrer naturräumlichen und morphologischen Unterschiede wurde für die Umsetzung der EG-WRRL eine Gewässertypologie mit Verbreitungskarte erstellt, in der z. B. die Unterschiede zwischen Gewässern im Mittelgebirge und im Tiefland berücksichtigt sind. Ebenso wurden für die biologischen Qualitätskomponenten spezielle Bewertungsverfahren entwickelt. Im Ruhrgütebericht wird ausschließlich die Qualitätskomponente „Makrozoobenthos (MZB)" dargestellt. Dies einerseits, weil MZB die bestuntersuchte Qualitätskomponente ist, andererseits aber auch, weil darüber die meisten Stressoren des ökologischen Zustands identifiziert und zugeordnet werden können. Für eine Bewer-

Tabelle 2.3: Qualitätsklassen des Moduls Saprobie nach PERLODES für die im Ruhreinzugsgebiet vorkommenden Gewässertypen mit den zugehörigen allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten der OGewV, Anlage 7, Anforderungen an den guten ökologischen Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial

Table 2.3: 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 Stromtälern 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

tung anhand der anderen biologischen Qualitätskomponenten wird auf das ELWAS-WEB NRW verwiesen [2.9].

Qualitätskomponente Makrozoobenthos

Das Makrozoobenthos (wirbellose Kleintiere der Gewässersohle), dies sind die im Gewässer und auf dem Gewässergrund lebenden Insektenlarven, Strudelwürmer, Krebstiere, Muscheln, Schnecken und weitere Organismen, 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. Die biologische Qualitätskomponente Makrozoobenthos spiegelt demnach nicht nur stoffliche Defizite wider, sondern auch Beeinträchtigungen der hydromorphologischen Bedingungen. Zur Aufnahme des Makrozoobenthos wird nach dem methodischen Handbuch der Fließgewässerbewertung empfohlen die gesamte Bach- bzw. Flussbreite zu beproben [2.10]. Bei nicht oder nur teilweise durchwatbaren Gewässern ist es vor dem Hintergrund der WRRL ebenso zulässig die Proben vorrangig im Uferbereich zu nehmen. Da durch diese Probenahmetechnik ein reduziertes Arten- und Abundanzspek-

[2.9] https://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/, Zugriff: 25. April 2024
[2.10] https://www.gewaesser-bewertung.de/index.php?article_id=119&clang=1, Zugriff: 24. Juni 2024

Tabelle 2.4: Aktuelle Grenzwerte von ausgewählten Stoffen der Anlage D4, Leitfaden „Monitoring Oberflächengewässer" des Landes NRW [2.5]
Table 2.4: Latest limit values of selected substances from the appendix D4, „Guidelines on monitoring of surface waters", of the State of North Rhine-Westphalia [2.5]

Gesetzlich nicht verbindliche Orientierungswerte	
Stoffname	Orientierungswert µg/l
Arsen	1,3
Barium	60
Beryllium	0,1
Bor	100
Chrom*	3,4
Kobalt	0,9
Kupfer*	1,1
Molybdän	7
Uran	0,44
Vanadium	2,4
Zink*	10,9
Pyren	0,0023
Ibuprofen	0,01
Diclofenac	0,05
Erythromycin	0,2
Clarithromycin	0,1
Azithromycin	0,019
Sotalol	0,1
Iopamidol	0,1
Iopromid	0,1
Amidotrizoesäure	0,1
Metoprolol	8,6
EDTA	2200
Bisphenol A	0,1

sehr gut | gut | mäßig

*zur Bewertung wird das 50 Perzentil herangezogen

trum an MZB zu erwarten ist, sollte im Fall von Vergleichen ober- zu unterhalb die gleiche Technik zur Aufnahme von Makrozoobenthos umgesetzt werden.

Für die Umsetzung der Anforderungen der EG-WRRL wurde im Auftrag der LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) für die biologische Qualitätskomponente Makrozoobenthos das multimetrische Verfahren PERLODES mit der Auswertungssoftware ASTERICS entwickelt [2.11].

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. [2.12]). Im 4. Monitoringzyklus (2015 - 2018) sowie in den Jahren 2019 und 2020 wurden die Auswertungen mit der ASTERICS-Version 4.0.4 durchgeführt. Seit dem Jahr 2021 wird mit der PERLODES-Version 5.0 gerechnet. Diese unterscheidet sich neben einigen technischen Umstellungen in folgenden, möglicherweise bewertungsrelevanten Punkten von den vorangegangenen Versionen:

Nach Beschluss des zuständigen LAWA-Expertenkreises wird der Core-Metric Hyporhithral (Makrozoobenthos-Besiedler des unteren Gewässerabschnittes) nicht mehr zur Berechnung hinzugezogen. Mit Blick auf die unterschiedlichen Bewertungsansätze der Fließgewässertypologie wirkt sich dies potenziell nur auf die Bewertung von „grobmaterialreichen, silikatischen Mittelgebirgsbächen" (Typ 05 Gewässern) aus.

Zudem wurden bislang zur Auswertung der Qualitätskomponente „Makrozoobenthos" (MZB) immer sogenannte gefilterte Daten, d. h. Taxa, die auf ein bundesweit einhaltbares Mindestbestimmungsniveau zurückgesetzt wurden, verwendet. Dies hatte unter Umständen zur Folge, dass autökologische Informationen nicht mit in die Bewertung eingingen. Da die Qualitätssicherung durch das Landesumweltamt dem Kooperationslabor über die vergangenen Jahre eine ausgezeichnete Determinationsleistung bestätigte, wurde entschieden, mit der Version PERLODES 5.0 im Kooperationslabor die originalen Taxalisten zu verwenden. Dadurch ist es möglich, viele bewer-

Tabelle 2.5: Auszug aus der Tabelle der nach GOW bewerteten Stoffe [2.6]
Table 2.5: Abstract from the table of substances evaluated according to health-oriented values (HOW) [2.6]

Stoffname	GOW µg/l
10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin	0,3
Amidotrizoesäure	1,0
Azithromycin	0,3
Benzotriazol	3,0
Carbamazepin	0,3
Gabapentin	1,0
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonsäure (H4PFOS)	0,1
Iopamidol	1,0
Metazachlor ESA	3,0
Metformin	1,0
Metolachlor ESA	3,0
Valsartansäure	0,3

Tabelle 2.6: Liste der im Ruhreinzugsgebiet relevanten HMWB-Fallgruppen, verändert aus: [2.9]
Table 2.6: 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 mit Hochwasserschutz	x	x
TsP	Talsperren	x	x
Wkr	Wasserkraft	-	x

tungsrelevante und ökologische Informationen in die Bewertung sowie Bewirtschaftung der Fließ- und Stillgewässer mit aufzunehmen.

Die EG-WRRL unterscheidet in ihrer Zieldefinition zwischen den natürlichen Wasserkörpern (NWB), die den „guten ökologischen Zustand" erreichen sollen, sowie den künstlichen (AWB) und den erheblich veränderten Wasserkörpern (HMWB), in denen die menschliche Nutzung das Erreichen eines guten Zustands ohne weitgehende, signifikante Einschränkungen unmöglich macht. Für diese Wasserkörper ist der Zielzustand das „gute ökologische Potenzial", d. h. ein Zustand, der unter Beibehaltung der relevanten Nutzung erreicht werden kann. Um für diese Gewässer ein Bewertungsverfahren zu entwickeln, das zu vergleichbaren Bewertungsergebnissen führt, wurden so genannte HMWB-Fallgruppen entwickelt, denen die Gewässer zuzuordnen sind. Aufbauend auf dem PERLODES-Verfahren wurde für jede HMWB-Fallgruppe ein Bewertungsmaßstab definiert, der als „höchstes ökologisches Potenzial" das maximal Erreichbare bei der bestehenden Nutzung beschreibt. Im Vergleich zum ökologischen Zustand wurden in Abhängigkeit von der jeweiligen HMWB-Fallgruppe unterschiedlich stark abgesenkte Anforderungen entwickelt, die in der Software ASTERICS ab der Version 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 2.6 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 wurde. Mit Vorliegen des Abschlussberichts [2.13] ist die Vorgehensweise für das Ruhreinzugsgebiet mit dem Ruhrverband abgestimmt und bereits in der Datenbank ELWAS-WEB umgesetzt worden. Somit können alle ab dem Jahr 2015 untersuchten Probenahmestellen in HMWB nach ihrem ökologischen Potenzial bewertet und kartographisch dargestellt werden.

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 [2.14]. Eine Übersicht über die Qualitätsklassen des Moduls Saprobie mit den zugehörigen Werten für die allgemeinen physikalisch-chemischen Komponenten (ACP) der im Ruhreinzugsgebiet vorkommenden Gewässertypen ist in Tabelle 2.5 dargestellt. Die hier aufgeführten Werte dienen bei der Bewertung des ökologischen Zustands (ÖZ) bzw. des ökologischen Potenzials (ÖP) der Unterstützung der Zustandsermittlung zwischen den Klassengrenzen „gut" und „mäßig" [2.3].

Innerhalb des Moduls Allgemeine Degradation erfolgt die Berechnung mittels Core-Metrics, wie z. B. Artenzusammensetzung, Auftreten oder Fehlen bestimmter funktionaler Gruppen. Diese Core-Metrics unterscheiden sich sowohl nach vorliegendem Gewässertyp als auch danach, ob die Bewertung des ökologischen Zustands oder des ökologischen Potenzials durchgeführt wird. Eine Berücksichtigung der verminderten Anforderungen an das ökologische Potenzial findet im Modul Allgemeine Degradation innerhalb der Core-Metrics statt. Diese Einzelmetrics werden zu einem Gesamtwert – dem Multimetrischen Index – verrechnet, aus dem sich die Qualitätsklasse der Allgemeinen Degradation ergibt. Die zur Beurteilung dieses Moduls festgelegten Klassengrenzen des Multimetrischen Indexes sind in Tabelle 2.7 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.

[2.11] https://gewaesser-bewertung-berechnung.de/index.php/home.html, Zugriff: 26. April 2024
[2.12] Ruhrverband: Hydrobiologische Untersuchungen der Ruhr und ihrer Nebengewässer – Untersuchungen des Makrozoobenthos. In: Ruhrgütebericht, 2014, S. 44 – 57.
[2.13] Planungsbüro Koenzen: Ableitung des ökologischen Potenzials für erheblich veränderte Fließgewässer (HMWB) mit der Fallgruppe „Einzelfallbetrachtung" -Einzelfallbetrachtung in NRW- Stand 14.07.2020
[2.14] DIN 38410: 2004: Bestimmung des Saprobienindex in Fließgewässern, Berlin: Beuth-Verlag GmbH

Tabelle 2.7: Qualitätsklassen des Moduls Allgemeine Degradation nach PERLODES [2.9]
Table 2.7: 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

Im Rahmen des für den Ruhrverband 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 vergleichsweise schärferen Anforderungen belegt.

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.

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Untersuchungen der Ruhr an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen („Zornige Ameise") dargestellt, die seit über 90 Jahren dreimal wöchentlich auf eine Vielzahl von Parametern untersucht wird. Die Probenahmestelle Essen-Rellinghausen liegt noch oberhalb des Baldeneysees.

Darüber hinaus werden in diesem Kapitel die Nährstoffkonzentrationen und die organische Belastung an drei 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. Damals wurden sechs Probenahmestellen untersucht. Seit dem Jahr 2017 ist dieses Programm in das der Ruhrlängsuntersuchungen integriert. Die 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 Sauerstoffkonzentration herangezogen. In der Vegetationsperiode kann diese vor allem in und unterhalb von Stauhaltungen zum Teil erheblichen Schwankungen unterliegen, wenn sauerstoffproduzierende (Photosynthese) und verbrauchende Vorgänge (Atmung, Biomasseabbau) die O_2-Konzentrationen beeinflussen.

Die Auswertungen der Ergebnisse aus den oben genannten Untersuchungsprogrammen bezogen sich bisher auf das Abflussjahr. Zur Vereinheitlichung und um im Einklang mit der Auswertung nach Oberflächengewässerverordnung zu sein, findet in diesem Kapitel ab dem Berichtsjahr 2023 eine Betrachtung für das Kalenderjahr statt. Die Bewertungen der einzelnen Parameter nach den Vorgaben der aktuellen Oberflä-

chengewässerverordnung (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 unverändert auf das Kalenderjahr 2023.

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 (Kapitel 21).

Ergebnisse der Messstelle Ruhr bei Essen-Rellinghausen und der Gewässerüberwachungsstationen

Die relevanten statistischen Kenngrößen an der intensiv untersuchten Probenahmestelle in Essen-Rellinghausen (Bild 3.2) sind für das Kalenderjahr 2023 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 Kalenderjahres 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-Überwa-

[3.1] 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

[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 16. April 2024:

[3.4] https://www.flussgebiete.nrw.de/monitoring-leitfaden-oberflaechengewaesser-anhang-d4-7724, Zugriff 16. April 2024

[3.5] Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV) vom 20. Juni 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 159, 2)

Tabelle 3.1: Monats- und Jahresmittelwerte verschiedener Kenngrößen der Ruhr bei Essen-Rellinghausen, Probenahmestelle "Zornige Ameise", Kalenderjahr 2023. Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Mittelung als halbe Bestimmungsgrenze berücksichtigt.

Table 3.1: Monthly and annual averages of several parameters for the Ruhr at Essen-Rellinghausen, sampling point "Zornige Ameise", calendar year 2023. Results below the limit of quantification were considered in the calculation as half of the limit of quantification.

	Abfluss am Pegel Hattingen	Wasser-temperatur	pH-Wert (Median)	Elektr. Leitfähigkeit	Abfiltr. Stoffe	Abfiltr. Stoffe Glührückstand	Sauerstoff Gehalt	Sauerstoff Sättigungsindex	BSB_5 gesamt	Chem. Sauerstoffbedarf CSB gesamt	TOC	DOC	Absorptionskoeffizient 254 nm	Ammonium-Stickstoff	Nitrat-Stickstoff	Gesamt-Phosphor	o-Phosphat-Phosphor
	m³/s	°C		µS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	m^{-1}	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Januar	166	7,0	7,8	325	7,5	6,0	12,1	99	1,5	7,3	2,5	1,9	4,5	0,04	3,7	0,07	0,04
Februar	124	6,2	7,8	352	10,8	8,4	12,5	101	1,5	6,0	3,2	2,1	4,8	0,05	3,7	0,07	0,03
März	140	7,2	7,8	341	4,8	2,9	12,1	100	1,6	5,5	2,8	2,0	4,5	0,03	3,5	0,06	0,02
April	112	9,8	7,9	339	4,5	2,8	11,4	101	1,9	6,7	3,0	2,0	4,8	0,08	3,2	0,05	0,02
Mai	76,5	14,5	7,9	397	7,6	5,1	10,0	98	2,2	11,3	4,5	2,7	6,1	0,10	2,9	0,08	0,03
Juni	32,3	21,1	8,0	490	8,6	4,3	8,8	98	2,5	8,1	4,2	3,0	6,8	0,05	2,2	0,09	0,03
Juli	25,9	20,2	7,9	515	3,5	1,6	8,3	92	1,4	8,8	3,8	3,0	6,6	0,03	2,1	0,08	0,04
August	94,1	17,6	7,8	341	5,8	4,2	9,1	96	1,0	8,0	2,9	2,4	7,0	0,04	2,7	0,09	0,05
September	46,4	17,9	7,8	400	3,0	2,4	9,0	95	0,9	4,9	3,7	3,0	6,0	0,05	2,5	0,07	0,04
Oktober	47,7	14,2	7,9	440	2,6	1,5	9,6	94	0,9	7,5	3,2	2,6	6,1	0,03	2,7	0,08	0,06
November	186	9,3	7,8	293	8,9	7,9	11,2	98	1,2	7,0	3,4	2,4	6,7	0,04	3,0	0,07	0,04
Dezember	266	6,7	7,9	340	3,4	2,5	12,1	99	1,0	5,3	2,7	2,2	5,0	0,04	3,1	0,06	0,03
Jahresmittel	110	12,8	7,8	380	5,9	4,2	10,5	97	1,5	7,3	3,3	2,4	5,7	0,05	2,9	0,07	0,04
Jahresmittel Vorjahr	60,8	13,2	8,0	475	6,2	4,2	10,4	97	1,8	9,7	3,4	2,6	6,0	0,04	2,6	0,08	0,03

Tabelle 3.2: Monats- und Jahresmittelwerte verschiedener Kenngrößen der Ruhr bei Essen-Rellinghausen, Probenahmestelle "Zornige Ameise", Kalenderjahr 2023. Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Mittelung als halbe Bestimmungsgrenze berücksichtigt.
Table 3.2: Monthly and annual averages of several parameters for the Ruhr at Essen-Rellinghausen, sampling point "Zornige Ameise", calendar year 2023. Results below the limit of quantification were considered in the calculation as half of the limit of quantification.

	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
Januar	31	27	0,07	0,03	1,1	0,06	1,9	0,8	2,5	16	0,37	47	5	1,1	0,03	
Februar	33	30	0,08	0,03	1,7	0,10	2,3	1,0	3,1	21	0,51	45	4	1,4	0,03	
März	32	29	0,08	0,03	0,83	0,06	1,9	0,7	2,2	16	0,27	30	5	1,0	0,03	4
April	29	31	0,08	< 0,05	0,77	0,06	1,8	0,6	2,3	11	0,25	35	6	1,6	0,03	8
Mai	35	35	0,09	0,04	1,2	0,06	2,2	0,8	3,0	13	0,41	56	6	1,7	0,04	13
Juni	53	43	0,11	0,07	1,1	0,06	2,3	0,7	3,6	11	0,26	61	8	1,9	0,06	23
Juli	60	41	0,10	0,07	0,52	0,04	2,0	0,4	3,0	6	0,13	34	5	1,7	0,06	9
August	29	29	0,09	0,03	1,1	0,05	2,2	0,8	3,3	11	0,29	43	6	1,1	0,04	2
September	40	33	0,09	0,04	0,65	0,04	1,7	0,6	2,9	8	0,16	33	8	1,9	0,05	2
Oktober	46	35	0,09	0,06	0,72	0,05	2,0	0,6	2,9	9	0,18	32	7	2,4	0,05	2
November	21	24	0,07	< 0,05	1,7	0,06	2,2	1,0	2,9	17	0,49	48	6	0,87	0,03	
Dezember	30	28	0,07	< 0,05	0,83	0,04	2,1	1,1	2,0	17	0,27	32	5	1,2	0,03	
Jahresmittel	37	32	0,09	0,04	1,0	0,06	2,0	0,7	2,8	13	0,30	41	6	1,5	0,04	7
Jahresmittel Vorjahr	55	37	0,09	0,07	1,1	0,06	2,2	0,7	3,2	12	0,30	47	7	2,4	0,06	12

chungsstationen werden vom Ruhrverband, dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV), der Bezirksregierung Arnsberg sowie der Westfälischen Wasser- und Umweltanalytik GmbH (WWU) zum Teil gemeinsam betrieben. Weiterhin beteiligt sich die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) an den Betriebskosten der Gewässergüte-Überwachungsstation Hattingen. Die Gewässergüte-Überwachungsstationen mit den dazugehörigen Ausstattungen zeigt die Tabelle 3.3.

Allgemeine Kenngrößen

Entsprechend des Wetters im Jahr 2023, das nur im Juni, Anfang Juli, September und Anfang Oktober mehrheitlich trocken und ansonsten durch häufige Niederschläge geprägt war, ist der mittlere Abfluss im Kalenderjahr 2023 mit 110 m³/s im Vergleich zu den letzten Jahren ungewöhnlich hoch. Jahresmittelwerte über 100 m³/s kamen am Pegel Hattingen während der letzten 60 Jahre lediglich viermal vor. In den Monaten Januar, Februar, März, April, November und Dezember 2023 lagen die Monatsmittel über 100 m³/s. Das Maximum von 636 m³/s als Tagesmittelwert trat am 24. Dezember 2023 auf, als das Ruhrhochwasser von Ende 2023/Anfang 2024 begann. Diese Abflussverhältnisse können beim Konzentrationsverlauf von Parametern eine entscheidende Rolle spielen.

Die mittleren **Wassertemperaturen** der typischerweise kühleren Monate (Januar bis April, November, Dezember) blieben unter 10 °C und bewegten sich auf dem Niveau der letzten Jahre. Auffällig waren die milden Wassertemperaturen im Winter, vor allem im Januar (Monatsmittel: 7,0 °C) und Februar (Monatsmittel: 6,2 °C). Der trockene Juni lieferte das Tagesmaximum, das mit 23,9 °C am 21. Juni 2023 verzeichnet wurde. Während der typischen Sommermonate Juli und August, die im Berichtsjahr durch ungewöhnlich viel Regen gekennzeichnet waren, lagen die Tagesmittelwerte häufig unter 20 °C.

Die **pH-Werte** wiesen mit Ergebnissen zwischen pH 7,6 (während der Monate Februar bis April in Zeiten hoher Abflüsse; außerdem nach Abflussspitzen) und pH 8,6 (während des Maximums der Algenentwicklung im Juni) eine vergleichsweise moderate Spannweite auf. Analog zum Verlauf der Chlorophyll-a-Konzentrationen und entsprechend gegenläufig zu den ortho-Phosphat-Konzentrationen, sind die auffälligsten Schwankungen in den Monaten April (Beginn der Vegetationsperiode) und Juni (im Berichtsjahr vergleichsweise sonnig und warm) zu erkennen. 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 entsprechend bei Anstiegen des Abflusses. Die jeweiligen Höchstwerte betrugen

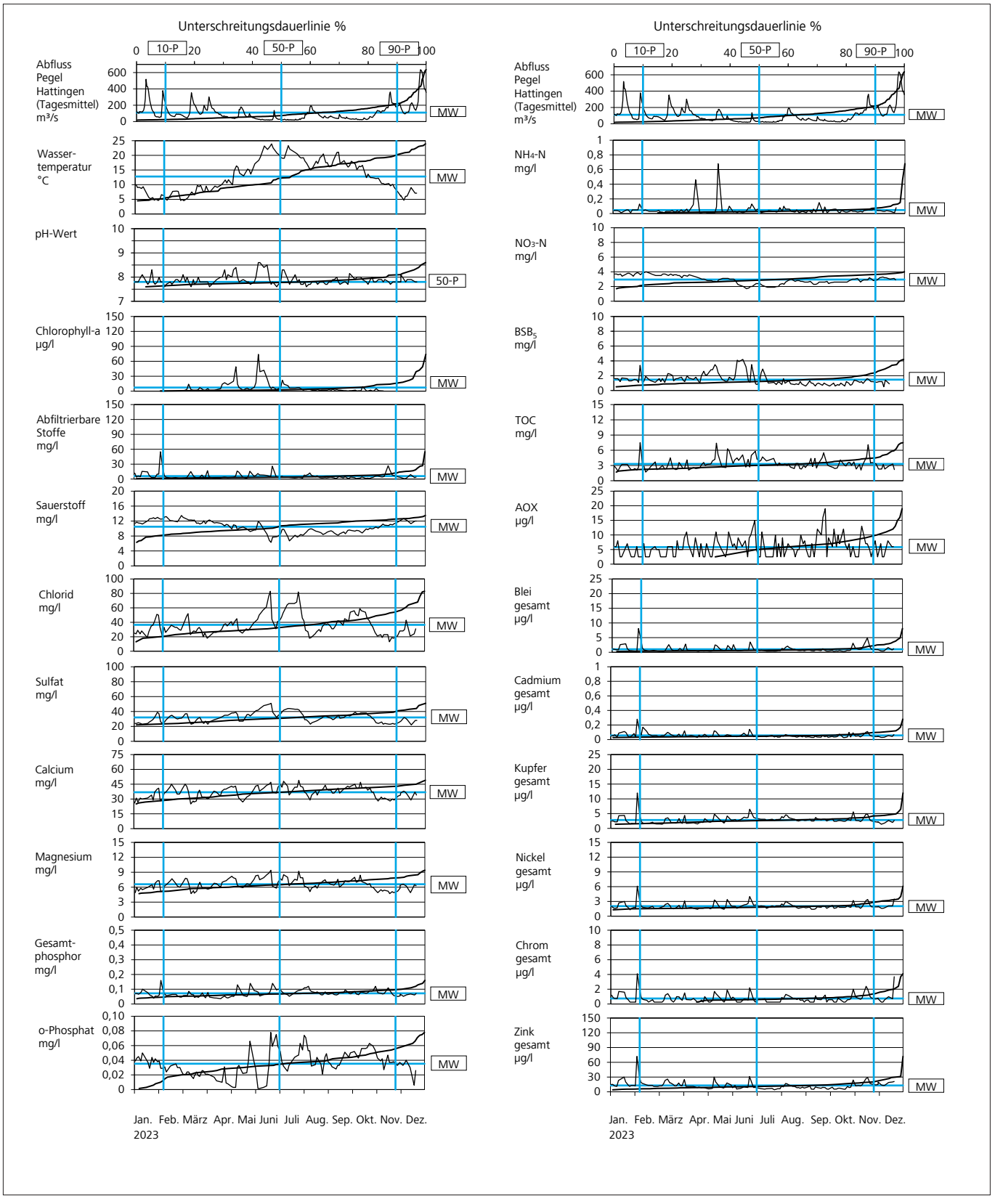


Bild 3.1: Ganglinien und Unterschreitungsdauerlinien verschiedener Kenngrößen, Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Kalenderjahr 2023
Fig. 3.1: Time-variation curves and curves showing the durations below limit for selected parameters, Ruhr at Essen-Rellinghausen in the calendar year 2023

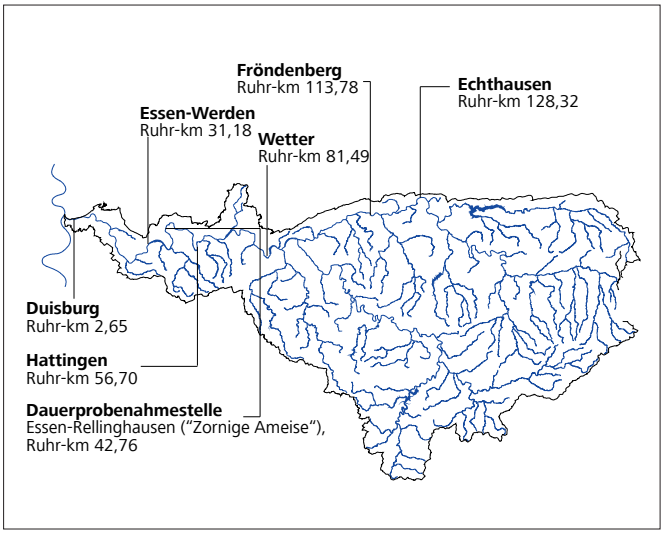


Bild 3.2: Lage der Gewässerüberwachungsstationen an der Ruhr
Fig. 3.2: Location of water quality monitoring stations along the Ruhr

Bild 3.3: Untere Ruhr
Fig. 3.3: Lower Ruhr

55 mg/l (03.02.2023) und 143 FNU (17.11.2023). Wie auf die Trübung wirkt sich das Abflussgeschehen auch entscheidend auf die **Elektrische Leitfähigkeit** (nicht grafisch dargestellt) aus. So fiel der Spitzenwert am 21. Juni 2023 mit 638 µS/cm in eine Zeit niedriger Abflüsse zwischen 20 m³/s und 30 m³/s. Das Minimum von 251 µS/cm wurde am 17. November 2023 bei einem Abfluss von 288 m³/s gemessen. Auf Grund der vergleichsweise häufigen Niederschläge im Berichtsjahr, ist der Jahresmittelwert der Elektrischen Leitfähigkeit für 2023 mit 380 µS/cm entsprechend niedrig und liegt unterhalb der Schwankungsbreite der letzten zehn Jahre.

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

Die im Kalenderjahr 2023 an der Station Rellinghausen gemessenen Werte (Bild 3.1) zeigen den typischen Jahresverlauf, bei dem die Sauerstoffkonzentrationen während der Vegetationsperiode (April bis Oktober) durch den Biomasseabbau tendenziell niedriger sind als in den kälteren Monaten Januar bis März, November und Dezember. Es wurden keine Auffälligkeiten beobachtet.

Tabelle 3.3: Einrichtungen der Gewässer-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	Kraftwerk Mülheim-Kahlenberg LANUV	Duisburg RV
Physikalisch-chemische Kenngrößen							
Wassertemperatur	x	x	x	x	x	x	x
pH-Wert	x	x	x	x	x	x	x
Redox-Potenzial			x				
Sauerstoffgehalt	x	x	x	x	x	x	x
Elektrische Leitfähigkeit	x	x	x	x	x	x	x
Trübung	x	x	x	x	x		
Sonstige							
Chlorophyll-a (in vivo Fluorescenz)			x	x	x		
Lufttemperatur			x				
Solarstrahlung			x		x		
Biomonitore							
Daphnientest		x					
Probenahmeeinrichtungen							
Sammelprobenahme-Einrichtungen		x	x	x	x	x	x
Selbstentleerende Probenahme Einrichtungen					x		
Schwebstoffgewinnung							
Datenerfassung/-übertragung							
Messwertspeicher		x	x	x	x	x	x
Datenfernübertragung		x	x		x	x	x

Die prozentuale Verteilung der Sauerstoffwerte im Kalenderjahr 2023 in der unteren Ruhr an den Gewässergüte-Überwachungsstationen Hattingen, Essen-Werden, Duisburg sowie an der Probenahmestelle in Essen-Rellinghausen ist in Bild 3.4 dargestellt.

Die prozentualen Anteile der Messwerte mit Sauerstoffkonzentrationen unterhalb von 7 mg/l Sauerstoff lagen an der Gewässergüte-Überwachungsstation Hattingen und an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen zwischen 2 und 3 %. An den Messstationen Essen-Werden und Duisburg waren es 10 % und 18 %. In Duisburg trat am 01. Juli 2023 das Minimum von 5,3 mg/l O_2 auf, was noch ein unkritischer Wert ist und bedeutet, dass sich die guten bis sehr guten Sauerstoffverhältnisse der letzten Jahre, die sich aufgrund geringer organischer Belastung des Ruhrwassers und kaum noch vorhandener planktischer Primärproduktion eingestellt haben, auch im Jahr 2023 fortsetzen.

Mineralische Inhaltsstoffe

Die Gehalte von **Chlorid** und **Sulfat** schwankten im Berichtsjahr innerhalb der bisherigen Konzentrationsniveaus. Erwartungsgemäß stiegen sie in Korrelation mit niedrigen mittleren Abflüssen an, beispielsweise im Juni, Juli und Oktober. Die diesjährigen Durchschnittskonzentrationen betrugen 37 mg/l Chlorid bzw. 32 mg/l Sulfat und lagen somit vor allem beim Chlorid deutlich unter den Vorjahreswerten.

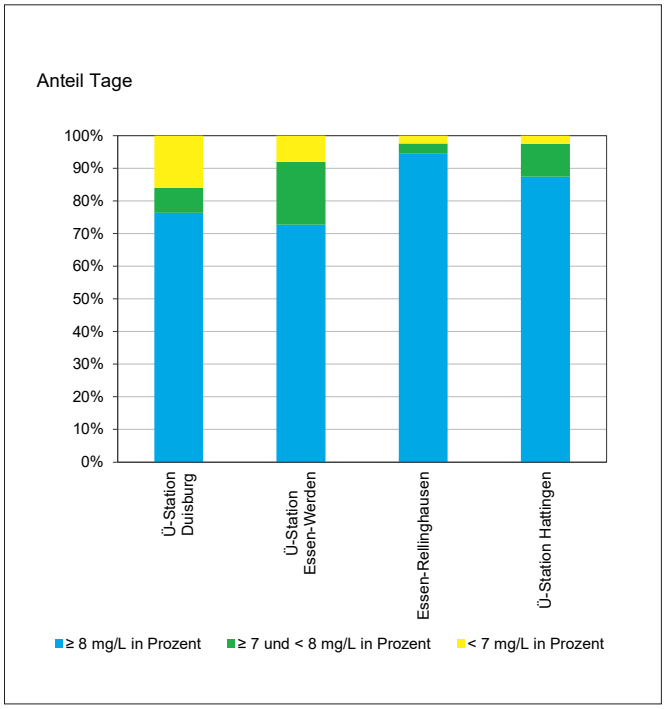


Bild 3.4: Zeitliche Verteilung der Sauerstoffgehalte in der unteren Ruhr, Kalenderjahr 2023
Fig. 3.4: Temporal distribution of oxygen levels in the lower Ruhr, calendar year 2023

Die beiden Anionen **Fluorid** und **Bromid** (nicht grafisch dargestellt) lagen mit Mittelwerten von 0,09 bzw. 0,04 mg/l in den gleichen Konzentrationsbereichen wie im Vorjahr.

Die Konzentrationen der Erdalkalimetallkationen **Calcium** und **Magnesium** (nicht tabellarisch dargestellt) zeigten leichte Schwankungen, die maßgeblich vom Abflussgeschehen abhingen. Die Werte waren durchgehend unauffällig. Die Jahresdurchschnittswerte lagen bei 37 mg/l für Calcium und bei 6,6 mg/l für Magnesium und damit unterhalb des Niveaus der letzten zehn Jahre, das im Zehnjahresmittel bei 41 mg/l für Calcium und bei 7,5 mg/l für Magnesium lag. Hier zeigte sich der Einfluss des hohen mittleren Abflusses im Jahr 2023. Mit einem mittleren **Härtegrad** von 1,2 mmol/l ist das Wasser 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.

Ähnlich zum Vorjahr betrug der mittlere Gehalt für **Gesamt-Phosphor (TP)** 0,07 mg/l. Die höchste Konzentration von 0,16 mg/l TP trat im Februar nach einem Regenereignis auf und geht mit einem auffällig hohen Wert für die Abfiltrierbaren Stoffe einher, eine erwartbare Beobachtung, die vermutlich auf Sedimentmobilisierung, Abschwemmung von umliegenden Flächen oder Mischwassereinleitung zurückzuführen ist.

Anhand des im Wasser gelösten Phosphoranteils, dem **ortho-Phosphat-Phosphor (o-PO_4-P)**, lässt sich der Konsum von Phosphor durch das Phytoplankton erkennen. Während der Frühjahrsentwicklung, die mit steigenden Chlorophyll-a-Konzentrationen korrespondiert, wurde der sehr geringe Wert von 0,003 mg/l o-PO_4-P zweimal erreicht. Zum Zeitpunkt des starken Wachstums während der sonnigen und warmen Phase im Juni lag die Konzentration sogar unter der Bestimmungsgrenze von 0,003 mg/l. Im Durchschnitt betrug die Konzentration 0,04 mg/l o-PO_4-P.

Der mittlere **Nitrat-Stickstoffgehalt (NO_3-N)** lag mit 2,9 mg/l im Bereich der mehrjährigen Schwankung. Der Maximalgehalt von 4,0 mg/l trat im Winter auf, als die Wassertemperatur bei niedrigen 4,7 °C lag. Dies passt zum typischen Jahresverlauf, bei dem die Nitratgehalte im Winter tendenziell höher sind, weil Wassertemperaturen unter 6 °C die Geschwindigkeit von Denitrifikationsprozessen im Gewässersediment vermindern. Durch die erhöhte Denitrifikation im Sommerhalbjahr nehmen die Nitrat-Stickstoffkonzentrationen wieder ab. Das Jahresminimum wurde im Juni 2023 mit 1,7 mg/l NO_3-N gemessen.

Das niedrige Konzentrationsniveau für **Ammonium-Stickstoff (NH_4-N)** der letzten Jahre wurde mit einem mittleren Gehalt von 0,05 mg/l auch im Kalenderjahr 2023 bestätigt. Das Maximum von 0,68 mg/l wurde im Mai während einer Abflussspitze im Anschluss an ein mehrtätiges Regenereignis detektiert. Typischerweise steigen Nährstoffkonzentrationen in Folge von Regenereignissen nach Trockenperioden, was sowohl durch Mischwasserabschlag als auch durch Sedimentmobilisierung und Abschwemmung von umliegenden Flächen hervorgerufen werden kann. Mitte April wurde mit 0,46 mg/l ebenfalls eine Konzentrationsspitze gemessen. Sie lässt sich keinem bestimmten Regenereignis zuordnen, sondern wurde nach einer längeren Phase mit häufigem Regen und dauerhaft hohen Abflüssen detektiert.

Organische Summenparameter

Zur Beurteilung des Wassers der Ruhr hinsichtlich der organischen Belastung werden mehrere Summenparameter herangezogen. Dazu gehören der Biochemische Sauerstoffbedarf (BSB_5), 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).

Der **BSB_5 (ohne ATH)** lag im Kalenderjahr 2023 mit durchschnittlichen 1,5 mg/l im langjährigen Mittel. Während des sonnigen und warmen Junis stieg der BSB_5 im Anschluss an das Maximum der Algenentwicklung auf 4,2 mg/l an.

Während der Abflussspitze im Februar, die auf eine regenreiche Zeit folgte, wurde das **TOC**-Maximum von 7,5 mg/l festgestellt. Der zweithöchste Wert (7,4 mg/l) wurde im Mai detektiert, ebenfalls nach einem Regenereignis sowie während hoher Abflüsse. Sämtliche Konzentrationen für TOC sowie für **CSB** (nicht grafisch dargestellt) bewegten sich im Bereich der mehrjährigen Schwankung.

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. Die AOX-Werte in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen lagen im langjährigen mittleren Bereich und bewegten sich im Kalenderjahr 2023 zwischen < 5 und 19 µg/l. Der Mittelwert lag bei 6 µg/l.

Schwermetalle

Schwermetallbelastungen der Gewässer haben unterschiedliche Ursachen wie Auswaschungen, Abtrag natürlich vorkommender Gesteine und Böden, oder Einleitungen behandelter 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** in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen sind stark vom Abflussgeschehen abhängig. So trat der Spitzenwert von 8,1 µg/l Pb_{ges} in der unfiltrierten Probe beim Abflussanstieg am 03. Februar 2023 auf (Bild 3.1). Der Durchschnittswert von 1,0 µg/l lag auf dem Niveau des Zehnjahresmittels von 1,1 µg/l. Die Bleiwerte in den filtrierten Proben bewegten sich im unteren langjährigen Schwankungsbereich, wobei 78 % der Ergebnisse unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen.

Auch die **Cadmiumkonzentrationen** zeigten eine Abflussabhängigkeit. So trat die höchste $Cd_{ges.}$-Konzentration mit 0,28 µg/l ebenfalls bei dem Abflussanstieg im Februar 2023 auf (Bild 3.1). Die Cadmiumkonzentrationen der filtrierten Proben bewegten sich im Kalenderjahr 2023 mehrheitlich auf einem unauffälligen Niveau. Die arithmetischen Jahresmittel liegen innerhalb der mehrjährigen Schwankung und betrugen 0,06 µg/l $Cd_{ges.}$ und 0,03 µg/l $Cd_{filtr.}$

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. Ähnlich wie im letzten Jahr erreichte der Jahresmittelwert (2,8 µg/l Cu) wieder ein niedriges Niveau. Das Maximum von 12 µg/l Cu wurde bei dem hohen Abfluss am 03. Februar 2023 gemessen (Bild 3.1).

Die Belastung der Ruhr mit **Nickel** wird im Wesentlichen durch Emissionen aus metallbe- und verarbeitenden Betrieben beeinflusst. Wie bei den übrigen Schwermetallen traten dennoch für Nickel höhere Werte an den abflussreichen Tagen auf, vermutlich hervorgerufen durch Sedimentaufwirbelung. Das Maximum von 6,1 µg/l Niges. wurde ebenfalls während der Abflussspitze am 03. Februar 2023 festgestellt. Der Höchstgehalt für die filtrierte Probe betrug 2,9 µg/l $Ni_{filtr.}$ und wurde während der Abflussspitze im Mai festgestellt. Die Durchschnittswerte lagen mit 2,0 µg/l $Ni_{ges.}$ und 1,6 µg/l $Ni_{filtr.}$ wie in den Vorjahren auf einem sehr niedrigen Niveau.

Der **Chromgehalt** (nicht grafisch dargestellt) spielt in der Ruhr seit vielen Jahren keine große Rolle mehr. Die höchste Konzentration von 4,1 µg/l $Cr_{ges.}$ wurde während der Abflussspitze am 03. Februar 2023 registriert. Der Durchschnittswert betrug wie im letzten Bericht 0,7 µg/l $Cr_{ges.}$ und liegt somit im Bereich der niedrigen Werten der letzten Jahre.

Quecksilber (nicht grafisch dargestellt) ist im Einzugsgebiet der Ruhr in der Wasserphase ohne Bedeutung. Die höchste Konzentration von 0,014 µg/l Hg wurde im Juni 2023 in einer Zeit niedriger Abflüsse gemessen. Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze für Quecksilber von < 0,005 µg/l lagen lediglich in 17 % der Wasserproben vor.

Zink ist von Natur aus nur in sehr geringen Konzentrationen im Wasser enthalten. Der größte Teil gelangt durch anthropogene Verunreinigungen in die Gewässer. So kann das Metall aus verzinkten Rohren und Regenrinnen herausgelöst werden. In der Ruhr spielen allerdings vor allem geogene Belastungen aus Grubenwässern des ehemaligen Erzabbaus im Oberlauf der Ruhr eine wichtige Rolle. Wie bei den restlichen Metallen traten für Zink erhöhte Gehalte während Abflussspitzen auf. So wurde für Zink der Maximalwert von 72 µg/l während des hohen Abflusses am 03. Februar 2023 gemessen. Mit einer Durchschnittskonzentration von 13 µg/l Zn wurde im Kalenderjahr 2023 eine vergleichsweise niedrige Konzentration erreicht.

Ergebnisse der wöchentlichen Ruhruntersuchungen

Das Bild 3.5 zeigt in gestapelten Säulendiagrammen wie sich die heutigen Konzentrationen relevanter Parameter für die organische Belastung (CSB) und die Nährstoffbelastung (NH4-N, TP) an mehreren Probenahmestellen im Vergleich zu den fünf Dekaden von 1970 bis 2020 verändert haben. Als Ergänzung zur Abbildung zeigt Tabelle 3.4 die wichtigsten Perzentile. Sowohl in der Abbildung als auch in der Tabelle sind die Daten von je einer Probenahmestelle der oberen („Wildshausen"), mittleren („Westhofen") und unteren („Essen-Rellinghausen") Ruhr abgebildet. Es ist offensichtlich, dass sich die in den 1970er Jahren merkliche Belastung der

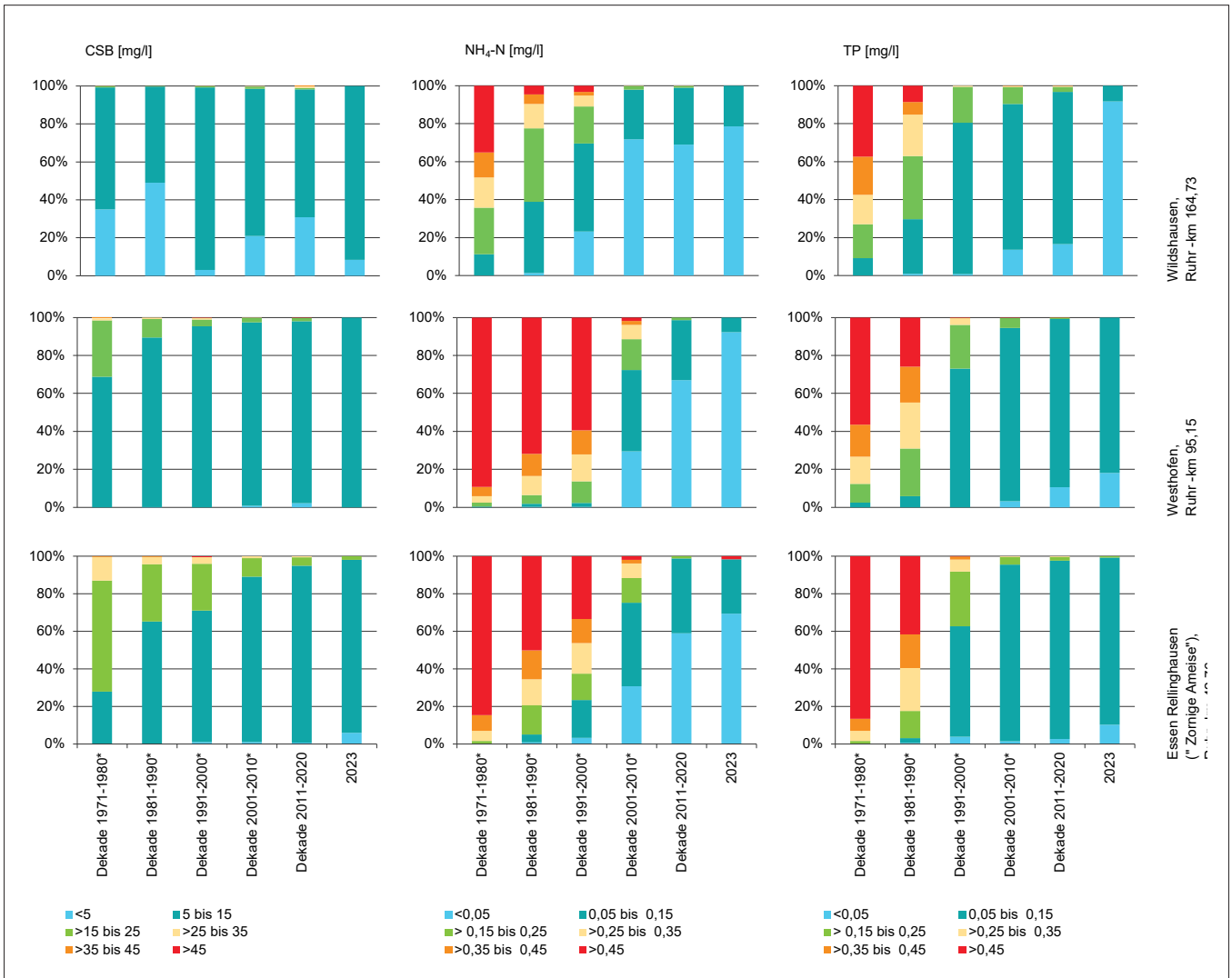


*Bild 3.5: Ruhrwasserbeschaffenheit nach den Ergebnissen der wöchentlichen Ruhruntersuchung, dargestellt als gestapelte Säulendiagramme für unterschiedliche Perioden. *: Abweichend zur Legendenangabe in Kalenderdekaden werden die Daten von November des ersten Jahres bis Oktober des letzten Jahres der Dekade dargestellt, aufgrund der Verfügbarkeit von Altdaten. Der Unterschied ist vernachlässigbar.*

*Fig. 3.5: Ruhr water condition according to the results of weekly examinations, shown as stacked column charts for different periods. *: While the legend specifies the period in calendar decades, the data shown refers to the period from November of the first year until October of the last year of the decade. The difference caused hereby is negligible.*

Tabelle 3.4: Ruhrwasserbeschaffenheit nach den Ergebnissen der wöchentlichen Ruhruntersuchung, zusammengefasst in drei verschiedenen Perzentilen (P10, P50 = Median, P90) für unterschiedliche Perioden.
** Abweichend zur Legendenangabe in Kalenderdekaden werden die Daten von November des ersten Jahres bis Oktober des letzten Jahres der Dekade dargestellt, aufgrund der Verfügbarkeit von Altdaten. Der Unterschied ist vernachlässigbar.*

Table 3.4: Ruhr water condition according to the results of weekly examinations, summarized to three different percentiles (P10, P50 = Median, P90) for different periods.
**: While the legend specifies the period in calendar decades, the data shown refers to the period from November of the first year until October of the last year of the decade. The difference caused hereby is negligible.*

			Wildshausen, Ruhr-km 164,73; Obere Ruhr			Westhofen, Ruhr-km 95,15; Mittlere Ruhr			Essen-Rellinghausen ("Zornige Ameise"), Ruhr-km 42,76; Untere Ruhr		
			10. Perzentil	Median	90. Perzentil	10. Perzentil	Median	90. Perzentil	10. Perzentil	Median	90. Perzentil
Dekade 1971-1980*	CSB	mg/l	<BG	6,0	10,6	10,1	13,6	18,3	12,0	17,8	26,5
	NH4-N	mg/l	0,15	0,34	0,63	0,45	0,86	1,55	0,40	0,80	1,73
	TP	mg/l	0,16	0,39	0,62	0,25	0,48	0,71	0,41	0,81	1,18
Dekade 1981-1990*	CSB	mg/l	<BG	5,0	8,5	8,8	11,9	15,3	8,4	13,3	21,0
	NH4-N	mg/l	0,09	0,17	0,35	0,29	0,60	1,27	0,20	0,46	1,41
	TP	mg/l	0,10	0,21	0,40	0,17	0,33	0,59	0,20	0,41	0,75
Dekade 1991-2000*	CSB	mg/l	5,0	7,0	10,0	8,0	10,0	14,0	7,2	11,7	20,3
	NH4-N	mg/l	0,02	0,10	0,27	0,22	0,52	1,22	0,08	0,34	0,97
	TP	mg/l	0,07	0,11	0,18	0,09	0,13	0,20	0,09	0,14	0,23
Dekade 2001-2010*	CSB	mg/l	<BG	5,0	8,0	6,1	8,4	12,0	6,4	9,7	15,6
	NH4-N	mg/l	0,01	0,03	0,08	0,02	0,08	0,27	0,02	0,08	0,26
	TP	mg/l	0,04	0,08	0,15	0,06	0,09	0,14	0,06	0,09	0,14
Dekade 2011-2020	CSB	mg/l	<BG	6,0	9,0	5,9	8,3	11,0	6,4	8,8	13,0
	NH4-N	mg/l	0,01	0,03	0,07	0,01	0,03	0,08	0,02	0,04	0,08
	TP	mg/l	0,04	0,07	0,12	0,05	0,07	0,11	0,06	0,09	0,13
2023	CSB	mg/l	5,1	6,2	8,8	5,9	7,7	10,1	5,3	7,0	10,8
	NH4-N	mg/l	<BG	<BG	0,06	0,02	0,03	0,03	<BG	0,03	0,08
	TP	mg/l	<BG	<BG	<BG	0,05	0,07	0,08	0,05	0,07	0,10

Ruhr bis heute deutlich vermindert hat. Die Erfolge der kontinuierlich durchgeführten abwassertechnischen Maßnahmen wie u. a. der Ausbau und die Optimierung von Kläranlagen sowie der Bau von Niederschlagswasserbehandlungsanlagen, werden hier deutlich sichtbar.

Ergebnisse der physikalisch-chemischen Ruhrlängsuntersuchungen

Die geographische Lage der zwölf Ruhr-Probenahmestellen ist in Bild 3.6 dargestellt. Die ersten fünf Probenahmeorte befinden sich zwischen der Ruhrquelle und der Mündung der Möhne. Drei weitere Messstellen liegen auf der Strecke von der Möhnemündung 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 untersucht. Die Flusskilometerangaben basieren auf der 3. Auflage der Gewässerstationierung des LANUV [3.6].

In Bild 3.7 sind die **Abflusstagesmittelwerte** der Ruhrpegel Meschede 1, Bachum und Hattingen an elf Untersuchungsterminen – im März konnte keine Probenahme durchgeführt werden - sowie die Monatsmittelwerte am Pegel Hattingen im Kalenderjahr 2023 dargestellt. Aufgrund der höheren Niederschläge im Jahr 2023 lag der mittlere Jahresabfluss am Pegel Hattingen mit 110 m^3/s im Vergleich zu den Jahren davor auf einem hohen Niveau. In den Monaten Januar, Februar, Mai, August und November lagen die mittleren Abflüsse am Pegel Hattingen an den Untersuchungstagen über den Monatsmitteln. Dabei wurden im Januar sogar doppelt so hohe Abflüsse und im Mai beinah doppelte Abflüsse, erreicht. Im Juni und Juli sowie September und Oktober lagen sowohl niedrige mittlere Monats- als auch Tagesabflüsse an allen drei Pegeln vor.

In Bild 3.8 sind die statistischen Daten der untersuchten Kenngrößen für das Kalenderjahr 2023 und die Jahre 2002 bis 2022 dargestellt. Die grauen Linien repräsentieren 10- und 90-Perzentile, die rote Linie die arithmetischen Mittelwerte der langjährigen Betrachtung. Die Minima und Maxima für das

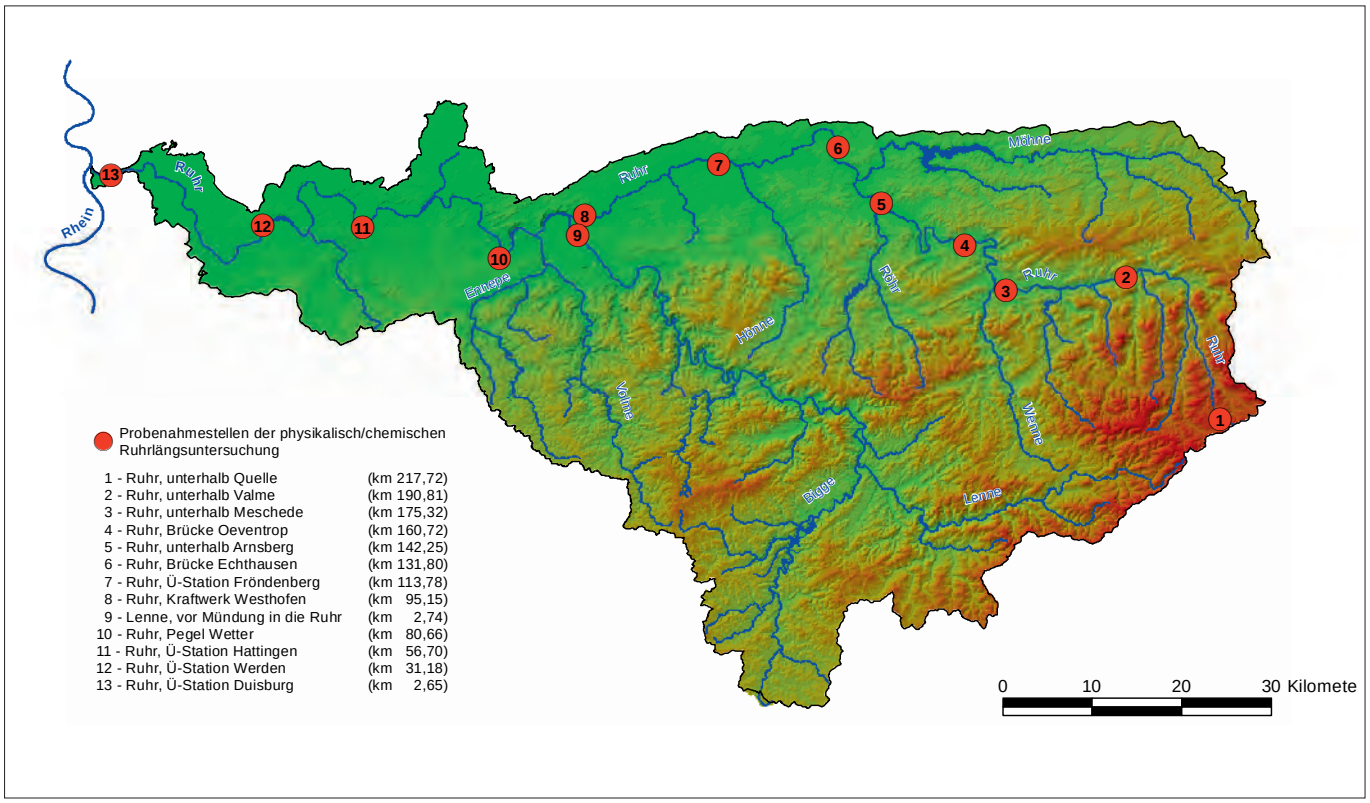


Bild 3.6: Geografische Lage der 13 Probenahmestellen der Ruhrlängsuntersuchungen
Fig. 3.6: Location of the 13 sampling points for quality monitoring along the Ruhr
Quelle/Source: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2008

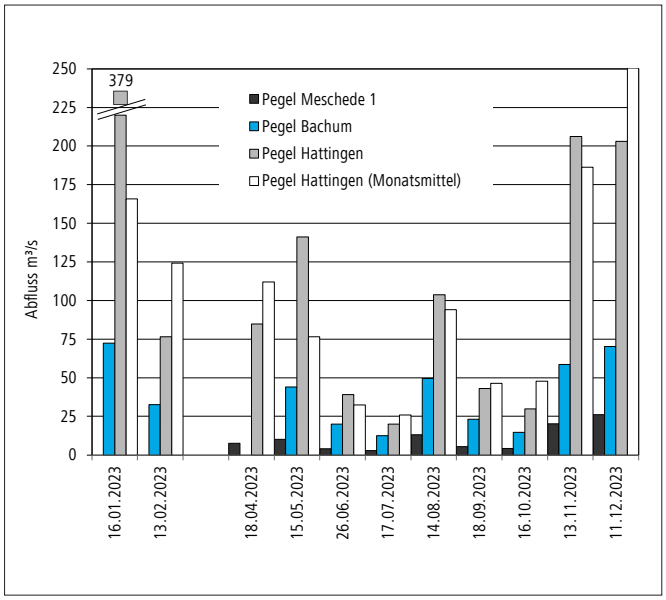


Bild 3.7: Abflüsse an den Pegeln Meschede 1, Bachum und Hattingen an den Probenahmestellen des Abflussjahres 2023 (Tagesmittelwerte). Dargestellt werden die verfügbaren Pegeldaten.
Fig. 3.7: Ruhr runoff at the gauging stations Meschede, Bachum and Hattingen at the sampling points of 2023 (daily means). Only available data is shown.

Jahr 2023 entsprechen den Endpunkten der Linien. Das arithmetische Mittel des Berichtsjahrs wird durch den schwarzen Punkt abgebildet.

Allgemeine physikalisch-chemische Kenngrößen

Die durchschnittliche **Wassertemperatur** in der Ruhr lag über die gesamte Fließstrecke oberhalb der jeweiligen langjährigen Mittelwerte. Der größte Temperaturunterschied mit 1,1 °C war an der Probenahmestelle unterhalb Meschede zu verzeichnen. Im Fließverlauf der Ruhr ist ein Temperaturanstieg zu erkennen, der durch die längere Aufenthaltszeit des Wassers in den Stauseen Hengstey und Harkort hervorgerufen wird. Erkennbar ist auch der Einfluss des kühleren Wassers vom Auslauf der Möhnetalsperre, das kurz vor der Probenahmestelle Brücke Echthausen über die Möhne in die Ruhr fließt, wodurch die Temperatur um 1,5 °C abgesenkt wird.

[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)

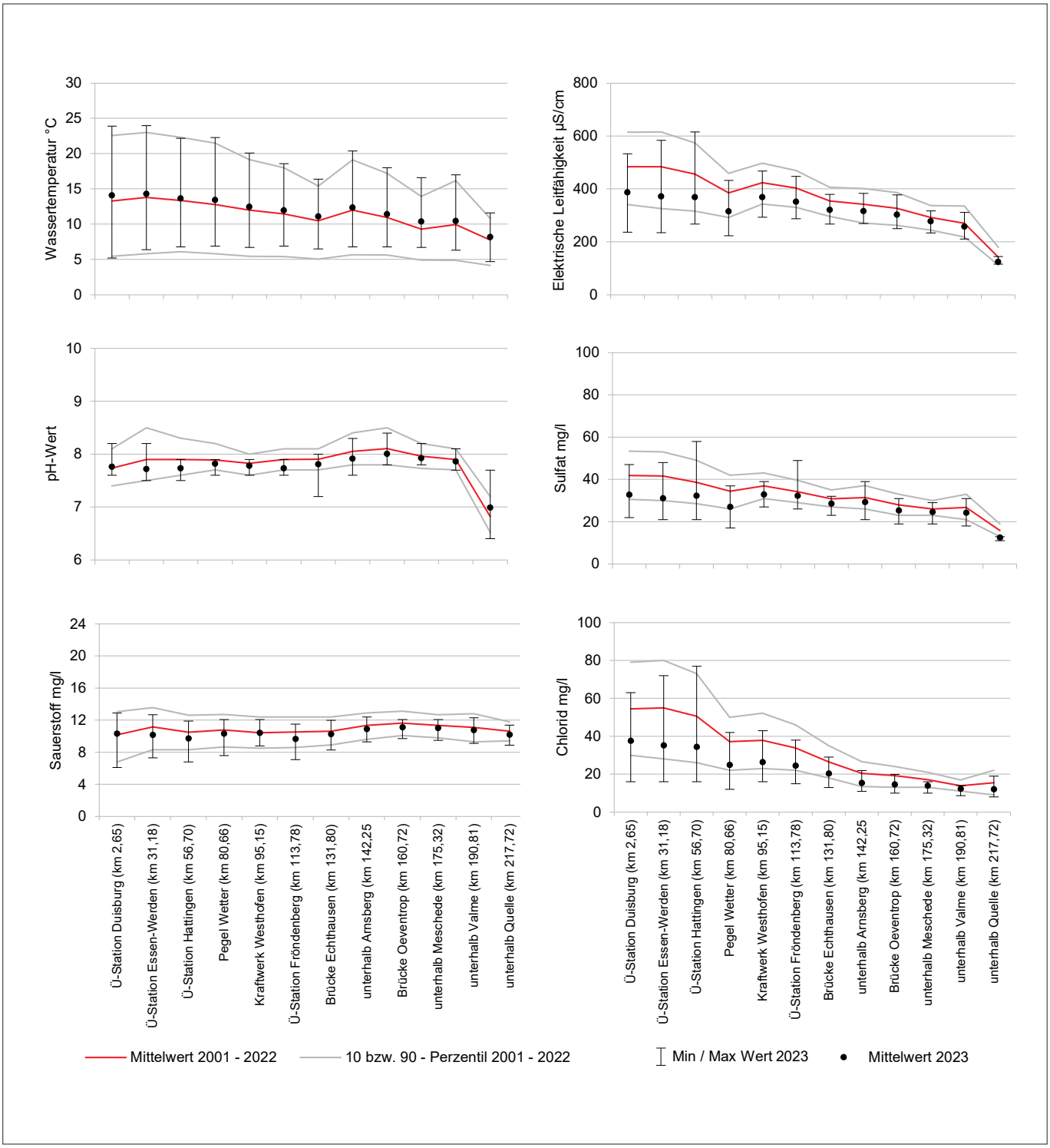


Bild 3.8: Ruhrlängsuntersuchungen im Kalenderjahr 2023, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen
Fig. 3.8: Examinations along the Ruhr during the year 2023, statistical data of selected parameters

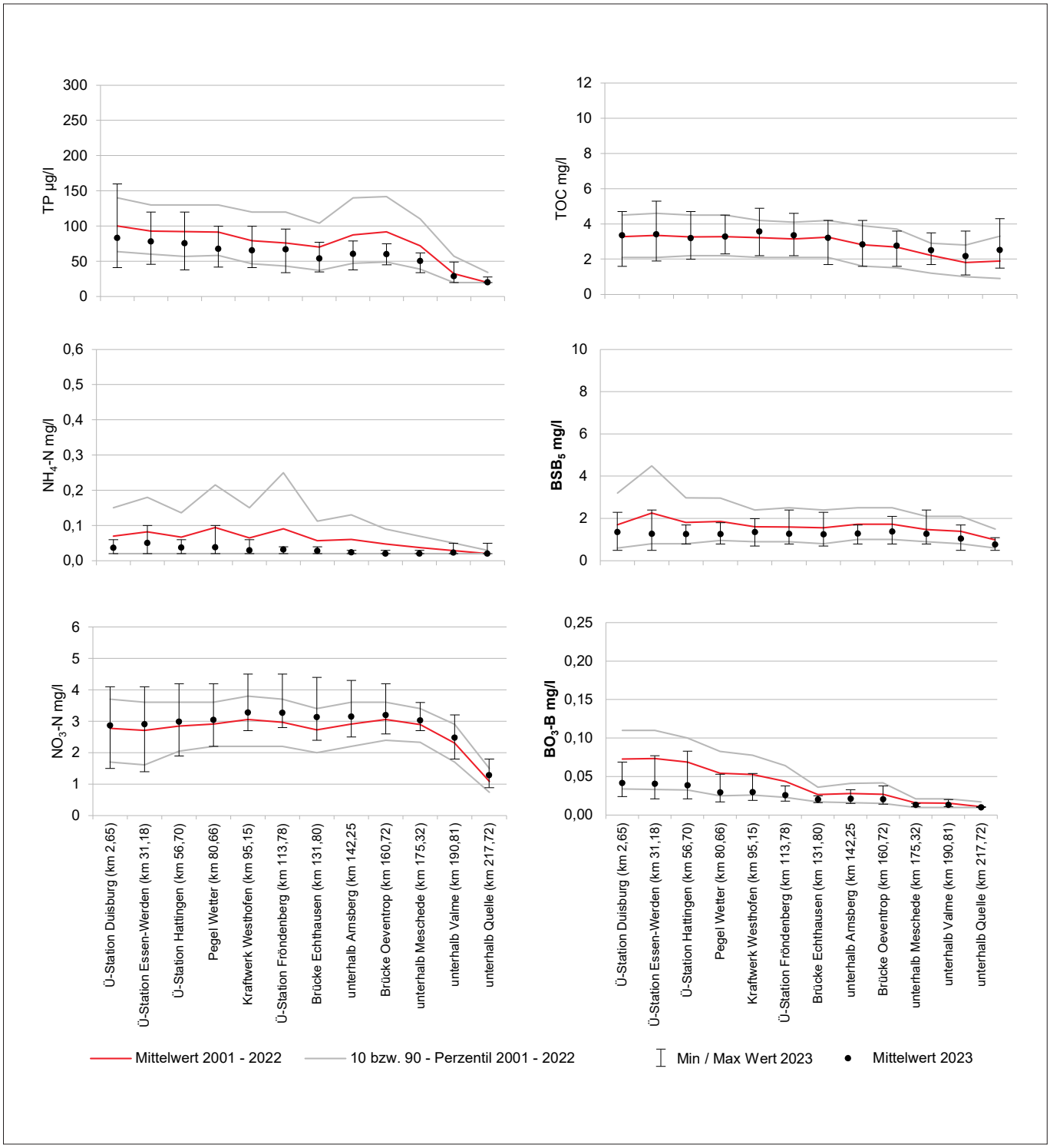


Bild 3.8: Ruhrlängsuntersuchungen im Kalenderjahr 2023, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen
Fig. 3.8: Examinations along the Ruhr during the year 2023, statistical data of selected parameters

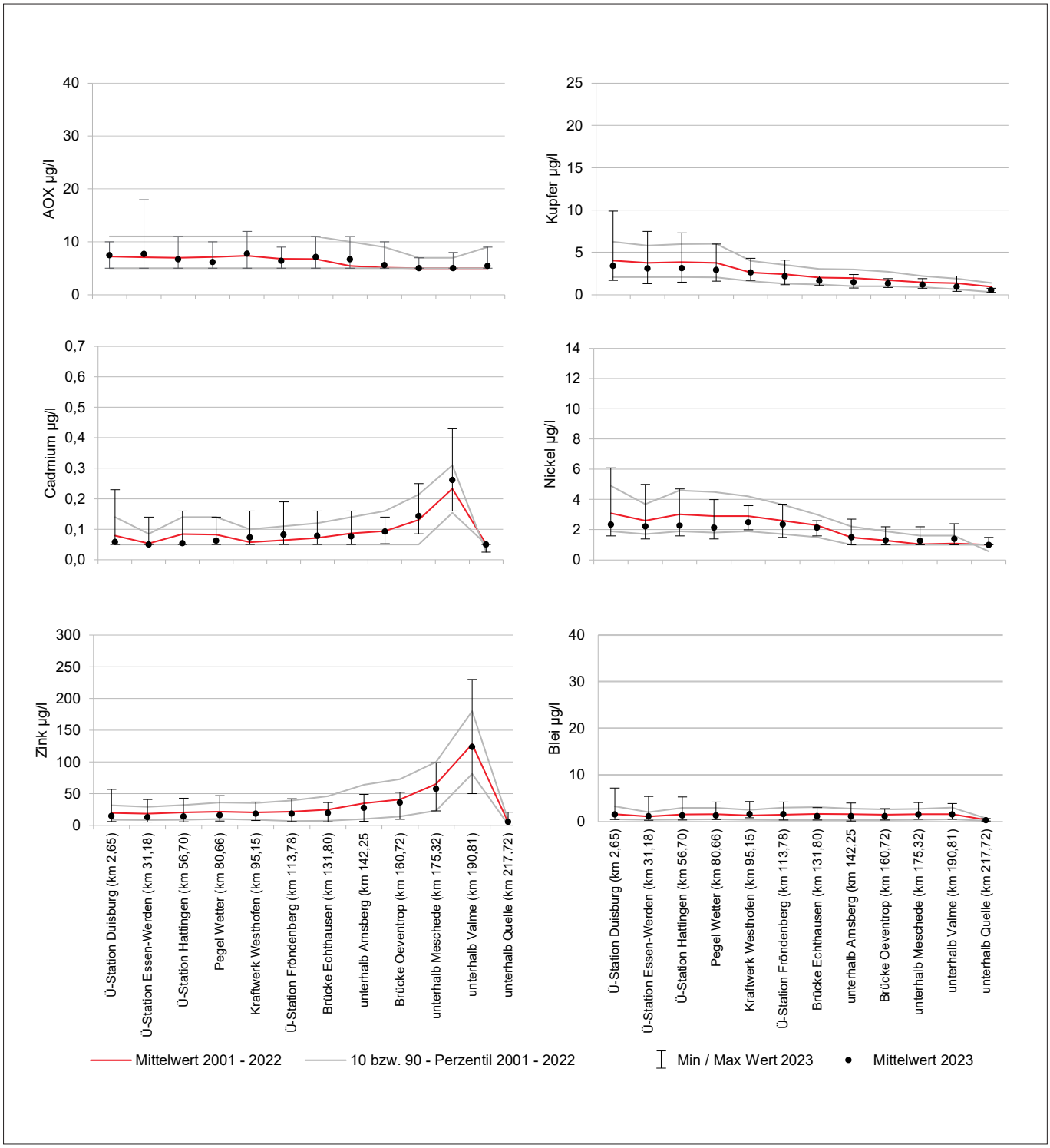


Bild 3.8: Ruhrlängsuntersuchungen im Kalenderjahr 2023, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen
Fig. 3.8: Examinations along the Ruhr during the year 2023, statistical data of selected parameters

Die Mittelwerte der **pH-Werte** lagen im Jahr 2023 mit Ausnahme der beiden Probenahmestellen unterhalb Quelle und Überwachungsstation Duisburg unterhalb der langjährigen Mittelwerte. Ein pH-Wert von 8,5 wurde im Berichtszeitraum im Mittel an keiner Stelle überschritten. Dies ist vor allem auf die vergleichsweise geringe planktische Primärproduktion und die damit einher gehende geringe Photosyntheseaktivität zurückzuführen. Das Minimum wurde einmalig an der Probenahmestelle unterhalb der Quelle mit pH 6,4 gemessen.

Sauerstoffhaushalt

Ausgenommen an der Probenahmestelle Überwachungsstation Duisburg lagen die mittleren **Sauerstoffkonzentrationen** an allen Messstellen unter den durchschnittlichen Konzentrationen der langjährigen Betrachtung (Jahre 2002 bis 2022). Typischerweise sinkt im Sommer die Sauerstoffkonzentration an der Probenahmestelle in Echthausen durch die Vermischung mit dem sauerstoffärmeren Tiefenwasser aus der Möhnetalsperre. An den Überwachungsstationen Hattingen und Duisburg traten ebenfalls im Sommer Sauerstoffkonzentrationen unterhalb von 7 mg/l auf, die auf die sauerstoffzehrende Mineralisierung der zuvor gebildeten Biomasse zurückzuführen sind. Insgesamt zeigte die Ruhr hinsichtlich der Sauerstoffverhältnisse keine Auffälligkeiten.

Mineralische Inhaltsstoffe

Der Parameter **Elektrische Leitfähigkeit** ist ein Leitparameter der Ionenkonzentrationen und zeigt deshalb häufig ähnliche Trends wie die einzelnen mineralischen Inhaltsstoffe. Typischerweise nimmt die elektrische Leitfähigkeit in der Ruhr aufgrund anthropogener und geogener Einflüsse von der Quelle bis zur Mündung zu. Durch die Zuflüsse der ionenärmeren Lenne und Volme nimmt sie an der Probenahmestelle Pegel Wetter ab. Danach steigt die elektrische Leitfähigkeit vor allem durch die Aufnahme der Grubenwässer der ehemaligen Bergwerke „Robert Müser" und „Friedlicher Nachbar" wieder an, was sich an der Probenahmestelle Überwachungsstation Hattingen bemerkbar macht.

Aufgrund erhöhter Abflüsse im Berichtszeitraum lagen im gesamten Fließverlauf der Ruhr zum Teil deutlich niedrigere mittlere **Leitfähigkeiten** im Vergleich zu den Vorjahren vor.

Die wesentlichen mineralischen Bestandteile des Ruhrwassers sind die **Kationen Calcium**, **Magnesium**, **Natrium** und **Kalium** sowie die Anionen **Chlorid**, **Sulfat**, **Nitrat** und Hydrogencarbonat.

Aufgrund der höheren Abflüsse und der damit einhergehenden höheren Verdünnung im Berichtszeitraum zeigten sowohl die Gehalte von **Sulfat** als auch von **Chlorid** einen ähnlichen Trend wie die Elektrische Leitfähigkeit. Es wurden weit unterdurchschnittliche, im unteren Bereich der Langzeitbetrachtung liegende mittlere Konzentrationen in der gesamten Ruhr für beide Kenngrößen gemessen. Auch die Maximalkonzentrationen zeigten eine deutlich niedrigere Ausprägung. So lagen für Chlorid und Sulfat mit Ausnahme an der Überwachungsstation Hattingen und für Sulfat an den beiden Messstellen unterhalb Arnsberg und Überwachungsstation Fröndenberg die Höchstkonzentrationen unter den 90-Perzentilen der langjährigen Betrachtung.

Die durchschnittlichen Konzentrationen der Anionen **Fluorid** und **Bromid** sowie der Kationen Calcium, Magnesium, Natrium und Kalium waren unauffällig und bewegten sich in der Schwankungsbreite der Vorjahre.

Borat-Bor

Mit zunehmender Bevölkerungsdichte im Fließverlauf der Ruhr und dem damit einhergehenden größeren Anteil an kommunalen Abwässern stieg die **Borat-Bor**-Konzentration auf dem gesamten Fließweg nahezu kontinuierlich an. Die Werte blieben im diesjährigen Berichtszeitraum wie im Vorjahr unter 100 µg/l. Damit bleibt das Konzentrationsniveau in der Ruhr weiterhin auf einem niedrigen Stand.

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 über den größten Teil des Jahres 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** waren im Jahr 2023 mit Ausnahme der Probenahmestelle Ruhr unterhalb Quelle deutlich geringer als das Niveau der letzten Jahre. Ab Ruhr-km 175 bis 142 blieben sogar die Maximalwerte unterhalb der langjährigen Mittelwerte. Mit Ausnahme von jeweils zwei Überschreitungen an den drei mündungsnahen Probenahmestellen im Juni sowie bei der vom hohen Abfluss geprägten Probenahme im Januar, lagen die TP-Gehalte durchgehend unter 0,1 mg/l. Dabei wurde an der Überwachungsstation Duisburg am 16. Januar 2023 ein vergleichsweise niedriger Maximalwert von 0,16 mg/l TP gemessen. Der für die Primärproduktion wichtige Anteil an gelöstem Phosphor schwankte je nach Abflussgeschehen und Biomasseauf- bzw. -abbau. Über die gesamte Fließstrecke der Ruhr waren die durchschnittlichen **o-Phosphat-Phosphorkonzentrationen** im Berichtszeitraum niedrig. Lediglich an den drei Überwachungsstationen Hattingen, Essen-Werden und Duisburg wurden einmalig im Juni Werte von über 0,07 mg/l o-PO_4-P gemessen.

Die mittleren **Ammonium-Stickstoffkonzentrationen** lagen im Jahr 2023 mit Werten zwischen 0,02 und 0,05 mg/l mit Ausnahme an der Probenahmestelle unterhalb Quelle in der gesamten Ruhr unter dem langjährigen Mittel. An acht der zwölf Probenahmestellen lagen sogar die Maximalgehalte unterhalb der Mittelwerte der letzten 20 Jahre. Werte oberhalb 0,1 mg/l wurden nicht festgestellt. Dies ist auf Verdünnungseffekte, aber auch auf die niedrigen Ablaufwerte der Kläranlagen, zurückzufuhren. Die mittleren Gehalte für **Nitrat-Stickstoff** blieben im Berichtszeitraum an allen Messstellen unterhalb von 3,3 mg/l und bestätigten das niedrige Niveau der letzten Jahre.

Organische Summenparameter

Die organische Belastung der Ruhr wird hier durch die Parameter BSB_5 (ohne ATH), TOC und 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.

Die mittleren **TOC**-Konzentrationen lagen im Berichtszeitraum auf einem ähnlichen Niveau wie bei der langjährigen Betrachtung. Dabei wurde lediglich eine Höchstkonzentrationen von 5,3 mg/l unter Niederschlagseinfluss an der Überwachungsstation Essen-Werden nachgewiesen. Der **BSB_5** zeigte kaum Auffälligkeiten. Hier blieben die Konzentrationen innerhalb der langjährigen Schwankungsbreite. An drei Probenahmestellen trat das Maximum des BSB_5 mit 2,4 mg/l auf, das im Vergleich zum Vorjahr nur halb so hoch war. In der gesamten Ruhr blieb der BSB_5 unterhalb der langjährigen Mittelwerte. Die Gehalte für **AOX** liegen seit vielen Jahren auf einem niedrigen Niveau und konnten auch dieses Jahr bestätigt werden. Die mittleren Konzentrationen lagen in einem engen Bereich zwischen 5 und 8 µg/l.

Schwermetalle

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

An den Konzentrationen der Metalle Blei, Nickel und Cadmium ist der Einfluss der insgesamt erhöhten Abflussverhältnisse im Jahr 2023 zu erkennen. Vor allem durch die bei hohen Abflüssen auftretenden Gehalte waren die mittleren Konzentrationen für Nickel und Cadmium an den Probenahmestelle unterhalb Valme und unterhalb Meschede sowie für Cadmium und Blei in der mittleren und zum Teil auch in der unteren Ruhr höher als die langjährigen Mittelwerte. Die erhöhten Abflüsse hatten dagegen keinen erkennbaren, großen Einfluss auf die Konzentrationen der Metalle Kupfer und Zink. Für beide Parameter wurden mittlere Gehalte im Bereich der langjährigen Mittel gemessen. Die Gehalte der beiden Schwermetalle **Cadmium** und **Zink** werden bekanntermaßen im Oberlauf durch die Einträge aus dem ehemaligen Erzbergbau in den Einzugsgebieten von Valme und Elpe beeinflusst. Auf der weiteren Fließstrecke bis zur Mündung in den Rhein gehen die Konzentrationen schon unterhalb Meschede deutlich zurück.

Zusammenfassende Bewertung

Zur Bewertung anhand der Vorgaben der OGewV wird das Kalenderjahr 2023 herangezogen. In der Tabelle 3.5 sind relevante Parameter, die entsprechend der OGewV und des Leitfadens NRW bewertet werden (siehe Kapitel 2), für die insgesamt 13 untersuchten Messstellen im Ruhrverlauf zusammengestellt. Ergänzend ist eine Bewertung für die Lennemündung aufgeführt. Für die Bewertung organischer Spurenstoffe wird auf das Kapitel 7 verwiesen.

Die Anforderung für den guten Zustand nach OGewV für die Wassertemperatur im Winter (Januar bis März und Dezember 2023) wurde an allen Probenahmestellen eingehalten, während die Qualitätsanforderungen von 20 bzw. 23 °C im Juni und Juli an den Probenahmestelle Essen Rellinghausen und Überwachungsstation Essen Werden überschritten wurde. Der vorgeschriebene pH-Wert von 8,5 konnte in Essen-Rellinghausen zu denselben Zeitpunkten nicht eingehalten werden. Zudem wurde unterhalb der Quelle mit pH 6,4 die Anforderung von pH 6,5 knapp unterschritten. Auch die Mindestanforderung für die Sauerstoffkonzentration von 7,0 mg/l bzw. 8,0 mg/l konnte an der Überwachungsstation Hattingen und in Essen-Rellinghausen im Juni sowie an der Überwachungsstation Duisburg im Juni und Juli jeweils einmal nicht eingehalten werden, was zu einer mäßigen Bewertung führte.

Die mittleren Konzentrationen für Chlorid und Sulfat lagen an den einzelnen Messstellen in einem Bereich zwischen 13 und 33 mg/l Sulfat bzw. 12 und 38 mg/l Chlorid. Die Anforderungen für den guten Zustand gemäß Anlage 7 der OGewV für Chlorid von 200 mg/l und Sulfat von 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 [3.5] herangezogen, der an allen Messstellen weit unterschritten wird.

Der für die Beurteilung des ökologischen Zustands in der OGewV definierte Orientierungswert von 3,0 mg/l BSB_5 im Jahresdurchschnitt wird an allen Messstellen eingehalten. Die mittleren Gehalte für den TOC blieben im gesamten Ruhrverlauf stets unter 4,0 mg/l und unterschritten damit deutlich die Anforderung der OGewV von 7,0 mg/l.

Im gesamten Ruhrverlauf lagen die mittleren Gehalte für Gesamtphosphor unter 0,1 mg/l. Entsprechend der OGewV konnten alle Probenahmestellen mit „gut“ bzw. unterhalb Quelle und Valme, an denen die Jahresmittel sogar unter 0,05 mg/l blieben, mit „sehr gut“ bewertet werden. Beim

Tabelle 3.5: Bewertung der Ruhruntersuchungen des Jahres 2023 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer" des Landes NRW

Table 3.5: Evaluation of water examinations in the water year 2023 based on the German Surface Water Regulation (OGewV) and the appendices D4 and D5 of the "Guidelines of monitoring surface waters" issued by the State of North Rhine-Westfalia

					ACP										UQN				UQN					
					OGewV Anl. 7										OGewV Anl. 8				OGewV Anl. 6					
LANUV Messstellen - Nummer-	Gewässer	Probenahmestellen - Bezeichnung-	Ruhr- km	Untersuchungen (n)	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- Relllinghausen																								
505110	Ruhr	Essen-Rellinghausen	42,76	135																				
Ruhrlängsuntersuchungen																								
400014	Ruhr	unterhalb Quelle	217,72	11																				
687560	Ruhr	unterhalb Valme	190,81	11																				
401201	Ruhr	unterhalb Meschede	175,32	11																				
687571	Ruhr	Brücke Oeventrop	160,72	11																				
	Ruhr	unterhalb Arnsberg	142,25	11																				
402102	Ruhr	Brücke Echthausen	131,80	11																				
	Ruhr	Ü-Station Fröndenberg	113,78	11																				
	Ruhr	Kraftwerk Westhofen	95,15	11																				
503253	Ruhr	Pegel Wetter	80,66	11																				
	Ruhr	Ü-Station Hattingen	56,70	11																				
	Ruhr	Ü-Station Essen-Werden	31,18	11																				
320754	Ruhr	Ü-Station Duisburg	2,65	11																				
Lenne																								
422903	Lenne	vor Mündung in die Ruhr	2,74	11																				

OGewV Flussgebietsspezifische Schadstoffe, Ökologischer Zustand (Anl. 6)
OGewV Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (Anl. 7)
Leitfaden NRW (Anl. D4)
sehr gut
gut
mäßig

* gesetzlich nicht verbindliche Stoffe, Leitfaden Anlage D4

OGewV Prioritäre Stoffe, Chemischer Zustand (Anl. 8)
eingehalten
nicht eingehalten
nicht bewertet

o-Phosphat-Phosphor erhielten alle Messstellen die gleiche Bewertung wie für den entsprechenden Gesamtphosphor.

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 inzwischen sehr niedrigen 1,3 bis 3,3 mg/l erneut im gesamten Ruhrverlauf sehr sicher eingehalten. Schon seit vielen Jahren verbessert sich auch die Ammoniumsituation in der Ruhr. Im Jahr 2023 wurde an elf der 13 untersuchten Messstellen die Anforderung der Anlage 7 der OGewV von ≤ 0,04 mg/l NH_4-N im Jahresmittel nicht überschritten, so dass eine Bewertung mit „sehr gut" erfolgen konnte. An den übrigen Gewässerstrecken wurde zwar diese Anforderung nur knapp überschritten, der „gute" Zustand wurde mit großem Abstand 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 der üblichen Ausnahme der Probenahmestelle unterhalb der Valmemündung, an der mit 0,27 µg/l $Cd_{filtr.}$ die UQN von 0,15 µg/l $Cd_{filtr.}$ allerdings über-

schritten 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 2023 mit Ausnahme der Probenahmestelle unterhalb Quelle und an der Überwachungsstationen Essen Werden eine mäßige Bewertung vor. Mit Ausnahme der ersten drei Stellen im Fließweg der Ruhr wiesen auch die Kupferkonzentrationen eine mäßige Bewertung auf.

Die Ergebnisse an der Mündung der Lenne zeigen hinsichtlich der Bewertung ein ähnliches Bild wie der Ruhrabschnitt oberhalb des Zusammenflusses.

Insgesamt stellen sich die Lenne (im Mündungsbereich) und die Ruhr als Gewässer dar, welche trotz der anthropogenen Einflüsse aus Bevölkerung, Landwirtschaft und Industrie die genannten Anforderungen an den guten ökologischen Zustand gemäß OGewV weitgehend erfüllen.

4 Monitoring der Ruhr und ihrer Nebengewässer gemäß EG-WRRL

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 40 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 Berichtzeitraum dabei die Planungseinheiten untere Ruhr, Volme und untere Lenne. Der Ruhrverband beteiligte sich an 11 Gewässern mit insgesamt 21 Probenahmestellen. Die weiteren 60 Messstellen wurden vom LANUV bereits im Jahr 2022 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 vom LANUV 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 dieser Tabelle sind ausgewählte Stoffe mit einer mäßigen Bewertung aufgeführt.

Planungseinheit untere Ruhr

Diese Planungseinheit (A_{EO}: 651 km²) zeichnet sich stark durch städtische und industrielle Prägung aus. Die Untersuchungen fanden in der Ruhr sowie in drei ihrer Nebengewässer an elf Probenahmestellen statt. An den beiden Probenahmestellen unterhalb Hattingen (Fluss-km 56,94) und Mühlheim-Kahlenberg (Fluss-km 14,34) wurde die Anforderung für die Wassertemperatur im Februar 2022 und unterhalb Hattingen im August 2022 nicht eingehalten. Zudem führten erhöhte pH-Werte und niedrige Sauerstoffgehalte in Mühlheim-Kahlenberg zu einer Überschreitung bzw. Unterschreitung der jeweiligen Orientierungswerte. Darüber hinaus lagen an beiden Messstellen erhöhte Gehalte für Kupfer und Zink vor, wodurch sich eine mäßige Bewertung ergab. Weiter wurde an der Probenahmestelle Ruhr oberhalb Baldeneysee der gute Zustand für Gesamtphosphor verfehlt, wo-

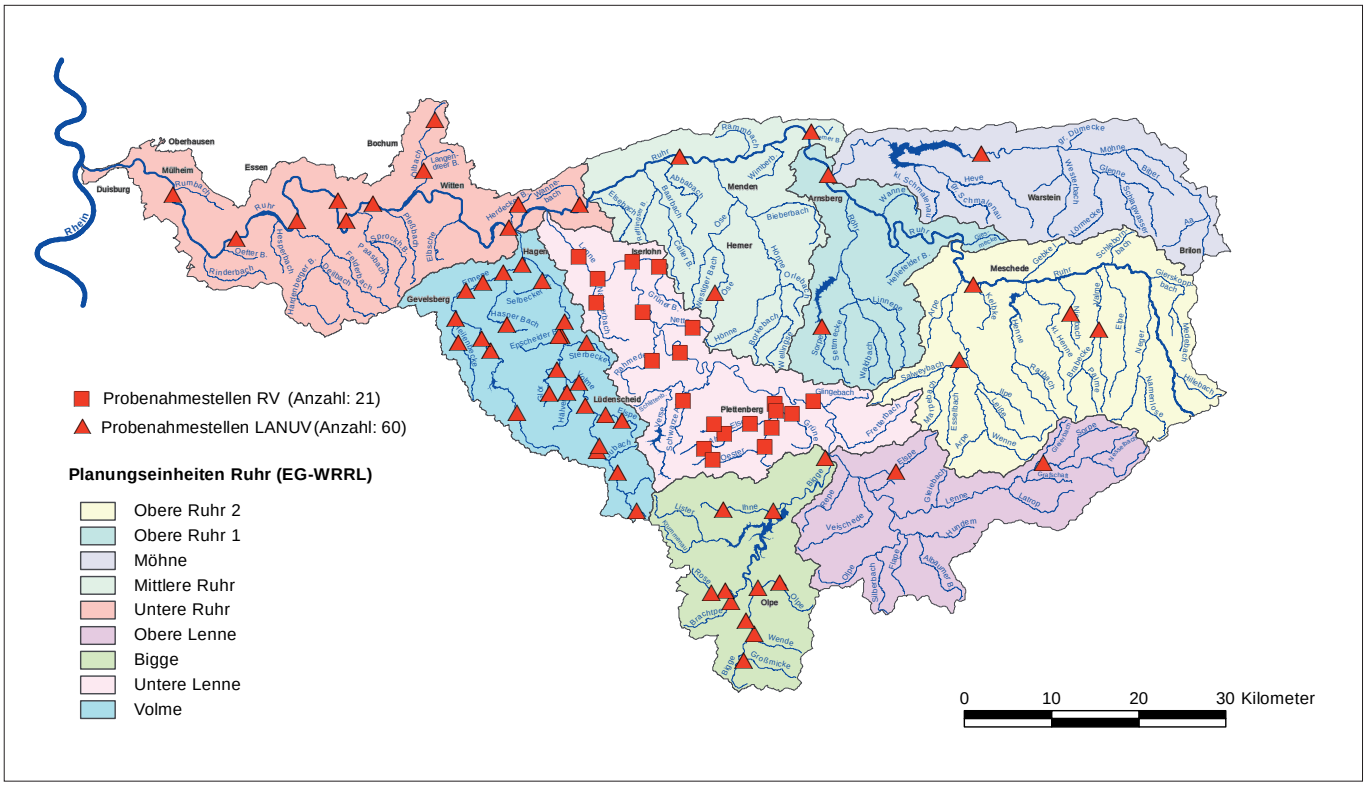


Bild 4.1: Lage der im Jahr 2022 und 2023 untersuchten Fließgewässer einschließlich der jeweiligen Probenahmestellen
Fig. 4.1: Location of the flowing waters monitored in 2022 and 2023 by Ruhrverband and LANUV including the respective sampling points
Quelle/Source: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2015

bei erhöhte Werte nur bei zwei von vier Untersuchungen, unter Einfluss von Niederschlag, gemessen wurden. An allen fünf Messstellen traten erhöhte Konzentrationen für mehrere Vertreter aus der Gruppe der PAK's auf, sodass die UQN für Benzo[a]pyren nicht eingehalten werden konnte. Unterhalb Hattingen wurden Überschreitungen der nicht verbindlichen Orientierungswerte für die Parameter Iopamidol, Iomeprol, Iopromid, Diclofenac und Metformin sowie acht weitere Arzneimittelwirkstoffe festgestellt. Die Gehalte der untersuchten Pflanzenschutzmittel (PSM) lagen an allen fünf Stellen mit Ausnahme des Glyphosat-Metaboliten AMPA unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Alle weiteren gemessenen Parameter z. B. aus den Gruppen der Nährstoffe sowie der mineralischen und organischen Inhaltsstoffe konnten an den untersuchten Probenahmestellen in der Ruhr den guten bzw. sehr guten Zustand einhalten.

Die Probenahmen im Ölbach fanden bei Haus Holte (Fluss-km 10,61) und oberhalb der Kläranlage Ölbachtal (Fluss-km 3,38) statt. Das Gewässer wird stark durch Grubenwassereinleitungen der Zeche Robert Müser geprägt. An beiden Messstellen führten erhöhte Nährstoffgehalte an zwei Untersuchungstagen zu einer mäßigen Bewertung für die mittleren Gesamtphosphorgehalte. Darüber hinaus kam es oberhalb der Kläranlage Ölbachtal für den Parameter Orthophosphat-Phosphor, Ammonium- und Nitrit-Stickstoff zu Überschreitungen der jeweiligen Anforderungen. Zudem wurden hier die Konzentrationen, die zur Erreichung des guten Zustands führen für den Sauerstoff im Juli 2022 unterschritten und für Chlorid durchgehend überschritten. Ebenso verfehlten an beiden Stellen mehrere der Messwerte der 16 untersuchten PAK´s den guten Zustand.

Der Herdecker Bach wurde bei Fluss-km 3,85 und 0,20 untersucht. An der erstgenannten Messstelle lagen niedrige Gehalte an Nährstoffen sowie an organischen und mineralischen Inhaltsstoffen vor, sodass die Stelle mit „gut" bzw. „sehr gut" bewertet wurde. Allerdings wurde die Qualitätsanforderung für die Wassertemperatur im Februar überschritten. Aufgrund erhöhter Konzentrationen im Juli erfuhren Eisen, Kupfer und Zink an beiden Stellen eine mäßige Einstufung. Weiter konnten vor Mündung in die Ruhr die jeweiligen Orientierungs-

[4.1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV), Bundesgesetzblatt G 5702, Bonn, Juni 2016
[4.2] Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW (Hrsg.): Leitfaden Monitoring Oberflächengewässer, https://www.flussgebiete.nrw.de/ Monitoring-Leitfaden – Oberflächengewässer | flussgebiete.nrw, Zugriff 16. April 2024
[4.3] https://www.flussgebiete.nrw.de/monitoring-leitfaden-oberflaechengewaesser-anhang-d4-zyklus-4, Zugriff 16. April 2024

Tabelle 4.1: Ausgewählte Stammdaten der im Jahr 2022 und 2023 physikalisch-chemisch untersuchten Gewässer
Table 4.1: Selected master data for the waters that were physico-chemically examined in the year 2022 and 2023

Gewässer	Gewässer-kennzahl	Gesamtfläche (AE0) km²	Länge km	Messstellen Anzahl	Untersuchungen Anzahl
Planungseinheit 1000: Untere Ruhr ▲					
Ruhr	276	651,0	99,0	6	33
Ölbach	27692	53,4	13,4	2	8
Herdecker Bach	276912	11,4	6,0	2	8
Wannebach	27658	16,4	8,2	1	4
Planungseinheit 1100: Volme ▲					
Volme	2768	428,0	50,5	8	32
Ennepe	27688	187,3	42,1	6	24
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	2	8
Sterbecke	276874	16,0	7,6	1	4
Hasper Bach	2768898	20,8	12,3	2	8
Selbecker Bach	276878	16,0	7,6	1	4
Planungseinheit 1200: Bigge ▲					
Bigge	27664	369,2	44,6	2	8
Olpe	276642	35,9	10,3	2	8
Rose	2766442	26,2	8,1	2	8
Brachtpe	276644	51,0	10,5	1	4
Ihne	276648	44,4	12,2	2	8
Großmicke	2766414	23,0	7,9	1	4
Wende	2766416	22,2	6,9	1	4
Planungseinheit 1300: Untere Lenne ■					
Lenne	2766	529,0	73,6	4	16
Ahe	276662	12,6	8,0	2	8
Rahmede	276692	29,8	11,7	1	4
Else	27666	96,2	12,9	3	12
Grüne	2766644	14,5	9,2	1	4
Grüner Bach	276696	25,2	11,6	2	8
Nahmerbach	276698	25,9	11,5	2	8
Nette	276694	14,8	8,0	1	4
Nuttmecke	2766642	11,9	3,4	1	4
Öster	276664	56,2	15,6	3	12
Schwarze Ahe	276686	20,1	8,3	1	4
Planungseinheit 1400: Obere Lenne ▲					
Lenne	2766	457,0	55,5	1	4
Elspe	276634	42,5	12,1	1	4
Planungseinheit 1500: Mittlere Ruhr ▲					
Ruhr	276	505,0	32,8	1	4
Öse	27648	63,6	19,6	1	4
Bremer Bach	27634	11,7	4,3	1	4
Planungseinheit 1600: Obere Ruhr 1 ▲					
Sorpe	276188	57,6	18,6	1	4

Tabelle 4.1: Ausgewählte Stammdaten der im Jahr 2022 und 2023 physikalisch-chemisch untersuchten Gewässer
Table 4.1: Selected master data for the waters that were physico-chemically examined in the year 2022 and 2023

Gewässer	Gewässer-kennzahl	Gesamtfläche (AE0) km²	Länge km	Messstellen Anzahl	Untersuchungen Anzahl
Planungseinheit 1700: Obere Ruhr 2 ▲					
Ruhr	276	740,0	53,0	1	4
Brabecke	276122	32,4	13,6	1	4
Nierbach	276134	19,3	10,1	1	4
Salweybach	276168	67,7	14,8	1	4
Planungseinheit 1800: Möhne ▲					
Möhne	2762	468,6	65,1	2	8
Summe		5355,0	860,9	81,0	333,0

■ Probenahmestellen RV
▲ Probenahmestellen LANUV

werte für Ammonium-Stickstoff und Gesamtphosphor nicht eingehalten werden.

Der Wannebach mündet in Westhofen in die Ruhr und wurde bei Fluss-km 0,47 untersucht. Niedrige Gehalte der untersuchten Nährstoffe sowie der mineralischen und organischen Inhaltsstoffe führten zu einer guten Bewertung. Lediglich für Kupfer und Metolachlor ESA wurden hier die gesetzlich nicht verbindlichen Orientierungswerte überschritten.

Planungseinheit Volme

Die Planungseinheit Volme (A_{EO}: 427 km²) wird überwiegend durch Waldflächen, aber auch durch metallverarbeitende Betriebe geprägt. Neben der Volme selbst wurden neun weitere Gewässer beprobt. An den acht untersuchten Probenahmestellen in der Volme führten niedrige Gehalte an Nährstoffen sowie mineralischen und organischen Inhaltsstoffen zu einer guten oder sehr guten Bewertung, während für Kupfer der gute Zustand nicht eingehalten werden konnte. Zudem konnte in Meinerzhagen die Qualitätsanforderung für Beryllium, bei erhöhten Abflüssen im Februar und April, nicht eingehalten werden. Weitere Überschreitungen traten im Fließverlauf zwischen Fluss-km 42 und 13 für die Röntgenkontrastmittel Iomeprol und Iopromid sowie mehrere Wirkstoffe, wie z. B. Diclofenac, Gabapentin und Metformin, auf. Dort machte sich auch der Einfluss von diffusen Quellen in Form von Überschreitungen mehrerer PAK's wie von Benzo[a]pyren bemerkbar. An der Probenahmestelle unterhalb Einmündung Lösebach wurden keine Parameter aus der Gruppe der Arzneimittelwirkstoffe und Röntgenkontrastmittel sowie an der Probenahmestelle oberhalb Bollwerk keine Vertreter der PAK's untersucht.

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. An der Probenahmestelle unterhalb der Kläranlage Gevelsberg erfolgte für die Parameter Ammonium- und Nitrit-Stickstoff eine mäßige Bewertung. An der darauffolgenden Stelle, bei Fluss-km 0,99, waren diese Belastungen zurückgegangen, sodass hier die Bewertung für Ammonium-Stickstoff die Kategorie sehr gut erreichte. Der pH-Wert dagegen erhielt aufgrund der im April gemessenen Werte nur eine mäßige Einstufung. Die Qualitätsanforderung für Kupfer konnte an fünf und für Zink an drei der sechs untersuchten Stellen nicht eingehalten werden. In der Ennepe oberhalb Peddenöde, oberhalb der Kläranlage Gevelsberg und unterhalb der Firma Varta machte sich auch der Einfluss von diffusen Quellen in Form von Überschreitungen mehrerer PAKs wie von Benzo[a]pyren und Pyren bemerkbar.

In den Gewässern Elspe Lüdenscheid, Glör, Sterbecke, Heilenbecke und Hälver lagen niedrige Gehalte für die Mehrheit der untersuchten Parameter vor, sodass die Nährstoffe sowie mineralischen und organischen Inhaltsstoffen mit gut oder sehr gut bewertet werden konnten. Lediglich für Kupfer erfolgte an acht von neun und für Zink an einer Messtelle eine Einstufung mit mäßig. Im Epscheider Bach erfuhren die meisten Parameter ebenfalls eine gute oder sogar bessere Bewertung. Dagegen konnte die Qualitätsanforderung für Kupfer und einige Wirkstoffe, wie z. B. Diclofenac und Metformin sowie Metazachlor ESA nicht eingehalten werden. Zudem wurde die UQN für Benzo[a]pyren nicht eingehalten.

An den Probenahmestelle Hasper Bach oberhalb der Talsperre und vor Mündung in die Ennepe führten niedrige Gehalte an Nährstoffen sowie mineralischen und organischen Inhaltsstoffen zu einer guten oder sehr guten Bewertung. An der erstgenannten Stelle lagen Überschreitungen für die jeweiligen Qualitätsanforderungen von Metazachlor ESA und Benzo[a]pyren vor. An der Messstelle vor Mündung traten Überschreitungen für die Metalle Silber, Kupfer und Zink auf.

Tabelle 4.2: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2022 und 2023 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 2022 and 2023 based on the Surface Water Regulation (OGewV June 2016) and the appendices D4 and D5 of the "Guidelines on monitoring surface waters" issued by the State of North Rhine-Westphalia

				ACP								UQN						UQN					
				OGewV Anl. 7								OGewV Anl. 8						OGewV Anl. 6					
LANUV Messstellen -Nummer-	Gewässer	Probenahmestelle -Bezeichnung-	Fluss-km	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	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
Planungseinheit 1000 - Untere Ruhr																							
22810	Ruhr	Mülheim-Kahlenberg	14,34																				Benzo(a)anthracen, Benzo(a)pyren, Benzo(ghi)perylen, Fluoranthen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Pyren
505043	Ruhr	uh Baldeneysee	27,95																				Benzo(a)anthracen, Benzo(a)pyren, Fluoranthen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Pyren
505020	Ruhr	oh Baldeney See	38,41																				Benzo(a)anthracen, Benzo(a)pyren, Benzo(ghi)perylen, Fluoranthen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Pyren
503800	Ruhr	Brücke Dahlhausen	51,36																				Benzo(a)anthracen, Benzo(a)pyren, Fluoranthen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Pyren
503708	Ruhr	uh Hattingen	56,94																				Benzo(a)pyren, Pyren, Iomeprol, Iopamidol, Iopromid, 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Ibuprofen, Gabapentin, Metformin, Valsartan, Valsartansaeure
503605	Ruhr	oh Hattingen	61,45																				Benzo(a)anthracen, Benzo(a)pyren, Fluoranthen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Pyren
518906	Oelbach	bei Haus Holten	10,61																				Benzo(a)anthracen, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(ghi)perylen, Benzo(k)fluoranthen, Fluoranthen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Pyren
519005	Oelbach	oh Ka Oelbachtal	3,38																				Nitrit-Stickstoff, Orthophosphat-Phosphor, Benzo(a)anthracen, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(ghi)perylen, Benzo(k)fluoranthen, Fluoranthen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Pyren
419102	Herdecker Bach	Bahnhof Wittbraeucke	3,85																				
419205	Herdecker Bach	v Mdg i d Ruhr	0,20																				
686487	Wannebach	in Westhofen	0,47																				Metazachlor ESA
Planungseinheit 1100 - Volme																							
439952	Volme	in Meinerzhagen	49,26																				Beryllium
440152	Volme	uh KA Kierspe	42,46																				Benzo(a)pyren, Pyren, 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Valsartan, Valsartansaeure
440206	Volme	bei in der Gruene	38,46																				Benzo(a)pyren, Pyren, 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Valsartan, Valsartansaeure
688186	Volme	oh Bollwerk	37,90																				4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Valsartan, Valsartansaeure

OGewV Flussgebietsspezifische 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 2022 und 2023 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 2022 and 2023 based on the Surface Water Regulation (OGewV June 2016) and the appendices D4 and D5 of the "Guidelines on monitoring surface waters" issued by the State of North Rhine-Westphalia

				ACP								UQN						UQN					
				OGewV Anl. 7								OGewV Anl. 8						OGewV Anl. 6					
LANUV Messstellen -Nummer-	Gewässer	Probenahmestelle -Bezeichnung-	Fluss-km	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	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
Planungseinheit 1100 - Volme																							
440462	Volme	uh Einmdg Loesebach	31,14																				Benzo(a)anthracen, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(ghi)perylen, Benzo(k)fluoranthen, Fluoranthen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Pyren,
688198	Volme	uh Strücken	26,82																				Benzo(a)anthracen, Benzo(a)pyren, Fluoranthen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Pyren, Iomeprol, 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Ibuprofen, Gabapentin, Metformin, Valsartan, Valsartansaeure
440851	Volme	in Priorei	17,36																				Benzo(a)pyren, Pyren, 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Ibuprofen, Gabapentin, Metformin, Valsartan, Valsartansaeure
687790	Volme	in Dahl am Sportplatz	14,85																				Benzo(a)anthracen, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(ghi)perylen, Benzo(k)fluoranthen, Fluoranthen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Pyren, 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Ibuprofen, Gabapentin, Metformin, Valsartan, Valsartansaeure
441302	Elspe Lüdenscheid	oh Fa. Hueck	3,56																				
441351	Elspe Lüdenscheid	uh KA Elspetal	1,05																				
441752	Glör	oh Talsperre	5,03																				
441806	Glör	v Mdg i d Volme	0,16																				
441831	Epscheider Bach	v Mdg i d Volme	0,28																				Benzo(a)anthracen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Pyren, 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Valsartansaeure, Metazachlor ESA
441867	Selbecker Bach	oh Rundsporthalle	0,89																				
441909	Sterbecke	uh Roelvedermuehle	3,02																				
442203	Ennepe	uh Einmdg Loehbach	33,64																				
442501	Ennepe	oh Peddenoede	21,61																				Benzo(a)pyren, Pyren
442604	Ennepe	uh Peddenoede	18,56																				
442963	Ennepe	oh KA Gevelsberg	8,86																				Benzo(a)anthracen, Benzo(a)pyren, Fluoranthen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Pyren
443001	Ennepe	uh KA Gevelsberg	6,47																				Nitrit-Stickstoff
443256	Ennepe	uh Fa. Varta	0,99																				Benzo(a)anthracen, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(ghi)perylen, Benzo(k)fluoranthen, Fluoranthen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Pyren

OGewV Flussgebietsspezifische 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 2022 und 2023 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 2022 and 2023 based on the Surface Water Regulation (OGewV June 2016) and the appendices D4 and D5 of the "Guidelines on monitoring surface waters" issued by the State of North Rhine-Westphalia

				ACP								UQN						UQN					
				OGewV Anl. 7								OGewV Anl. 8						OGewV Anl. 6					
LANUV Messstellen -Nummer-	Gewässer	Probenahmestelle -Bezeichnung-	Fluss-km	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	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
Planungseinheit 1100 - Volme																							
443657	Heilenbecke	oh Gimmelsberg	3,40																				
443700	Heilenbecke	v Mdg i d Ennepe	0,05																				
443785	Hasper Bach	oh Talsperre	9,29																				Benzo(a)pyren, Metazachlor ESA
444108	Hasper Bach	v Mdg i d Ennepe	0,05																				
687807	Hälver	oh Herbecke	1,96																				
Planungseinheit 1200 - Planungseinheit Bigge																							
688216	Bigge	Am Beul	32,18																				Orthophosphat-Phosphor, 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Ibuprofen, Gabapentin, Metformin, Valsartan, Valsartansaeure, Venlafaxin, Imidacloprid
432404	Bigge	v Mdg i d Lenne	0,62																				Iomeprol, Iopamidol, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Metformin
432702	Olpe	uh Stachelau	3,54																				Benzo(a)anthracen, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(ghi)perylen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Pyren
432805	Olpe	v Mdg i d Bigge	0,65																				Ibuprofen, Metformin
432507	Großmicke	v Mdg i d Bigge	0,62																				
432600	Wende	v Mdg i d Bigge	0,06																				
432908	Brachtpe	in Berlinghausen	2,83																				
687819	Rose	in Drolshagen	4,20																				
433068	Rose	uh Drolshagen	1,82																				
433550	Ihne	uh KA Valbert	8,74																				Orthophosphat-Phosphor
433706	Ihne	Pegel Kraghammer	1,95																				
Planungseinheit 1300 - Planungseinheit Untere Lenne																							
421856	Lenne	oh Pasel	64,30																				Benzo(a)pyren, Iohexol, Guanylharnstoff, Ibuprofen, Metformin
422230	Lenne	in Dresel oh. Elverlinsen	38,00																				Benzo(a)pyren, Pyren, Acesulfam, Iohexol, 4-Acetamidoantipyrin, Guanylharnstoff, Ibuprofen, Metformin
422502	Lenne	uh KA Altena	24,40																				Benzo(a)pyren, Acesulfam, Iohexol, 4-Formylaminoantipyrin, Gabapentin, Guanylharnstoff, Ibuprofen, Metformin
422800	Lenne	Pegel Hohenlimburg	6,90																				Benzo(a)pyren, Pyren, Acesulfam, Iohexol, Iopamidol, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Guanylharnstoff, Ibuprofen, Metformin, Valsartan
434206	Ahe	uh. KA Herscheid	4,57																				4-Acetamidoantipyrin
434309	Ahe	vor Mündung in die Else	0,40																				Acesulfam, Iohexol, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Diclofenac, Gabapentin, Guanylharnstoff, Ibuprofen, Metformin, Valsartan

OGewV Flussgebietsspezifische 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 2022 und 2023 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 2022 and 2023 based on the Surface Water Regulation (OGewV June 2016) and the appendices D4 and D5 of the "Guidelines on monitoring surface waters" issued by the State of North Rhine-Westphalia

				ACP								UQN						UQN						
				OGewV Anl. 7								OGewV Anl. 8						OGewV Anl. 6						
LANUV Messstellen -Nummer-	Gewässer	Probenahmestelle -Bezeichnung-	Fluss-km	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	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
Planungseinheit 1300 - Planungseinheit Untere Lenne																								
435569	Schwarze Ahe	bei Wigginghausen	1,18																					
688952	Else	(R298b) nördlich Elsen	10,69																					
434000	Else	oh Pl-Holthausen	5,83																					Amidotrizoesäure, Iohexol, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Guanylharnstoff, Metformin
434085	Else	(R301) uh Einmdg Oesterob.	1,21																					Ibuprofen, Metformin
434735	Grüne	Landemerterweg	1,67																					
436112	Grüner Bach	Bei Firma Stamm	3,97																					
436306	Grüner Bach	in Untergruene	1,14																					Metformin
436409	Nahmerbach	Bei Lahmen-Hasen	3,27																					Abfiltrierbare Stoffe, Cobalt, Vanadium
436501	Nahmerbach	vor Mündung in die Lenne	0,05																					
435958	Nette	bei Busstelle Fuleck	5,80																					
434711	Nuttmecke	V MDG I D OESTER	0,10																					Metformin
434358	Oester	oh Talsperre	12,70																					
442999	Oester	Oestertalstraße	2,97																					Metformin
434700	Oester	v Mdg i d Else	0,32																					Metformin
435855	Rahmede	uh KA Rahmedetal	3,59																					Abfiltrierbare Stoffe, Orthophosphat-Phosphor, Arsen, Chrom, Cobalt, Vanadium, Zinn, Benzo(a)anthracen, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(ghi)perylen, Benzo(k)fluoranthen, Fluoranthen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Pyren, Acesulfam, Amidotrizoesäure, Iohexol, Iopromid, rac trans-10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin, 4-Formylaminoantipyrin, 4-Acetamidoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Guanylharnstoff, Metformin, Valsartan, Azithromycin
Planungseinheit 1400 - Obere Lenne																								
420402	Lenne	oh Gleidorf	111,83																					Benzo(a)pyren
431205	Elspe	oh Elspe	4,48																					Nitrit-Stickstoff, Benzo(a)pyren
Planungseinheit 1500 - Mittlere Ruhr																								
402503	Ruhr	in Langscheid	111,90																					Benzo(a)pyren
417609	Öse	in Heppingsen	15,95																					Benzo(a)pyren
687832	Bremer Bach	bei Waltringen	0,63																					10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Primidon, Valsartan, Valsartansaeure, Amidotrizoesaeure
Planungseinheit 1600 - Obere Ruhr 1																								
415900	Sorpe	oh Talsperre	9,13																					Benzo(a)pyren

OGewV Flussgebietsspezifische 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 2022 und 2023 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 2022 and 2023 based on the Surface Water Regulation (OGewV June 2016) and the appendices D4 and D5 of the "Guidelines on monitoring surface waters" issued by the State of North Rhine-Westphalia

				ACP								UQN						UQN					
				OGewV Anl. 7								OGewV Anl. 8						OGewV Anl. 6					
LANUV Messstellen -Nummer-	Gewässer	Probenahmestelle -Bezeichnung-	Fluss-km	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	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
Planungseinheit 1700 - Obere Ruhr 2																							
401201	Ruhr	unterhalb Meschede	175,16																				Benzo(a)pyren
412004	Brabecke	v Mdg i d Valme	0,04																				Benzo(a)pyren
412170	Nierbach	uh Mdg Nier	5,38																				
414402	Salweybach	vor Mdg i d Wenne	0,89																				Benzo(a)pyren
Planungseinheit 1800 - Möhne																							
628608	Möhne	oh KA Völlinghausen	24,82																				
416204	Möhne	vor Mdg i d Ruhr	0,15																				Benzo(a)pyren

OGewV Flussgebietsspezifische 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 Bigge

Das 369 km² große Einzugsgebiet der Bigge wird wesentlich durch Forst- und Landwirtschaft genutzt. Die Untersuchungen fanden in der Bigge an zwei Probenahmestellen sowie in sechs Nebengewässern an insgesamt neun Probenahmestellen statt. In der Bigge am Beul führten erhöhte Gehalte an Gesamtphosphor, Orthophosphat-Phosphor und Ammonium-Stickstoff zu einer mäßigen Bewertung. Auch die Anforderungen an die Konzentrationen der gesetzlich nicht verbindlichen Kenngrößen wie Kupfer, Zink, Gabapentin, Diclofenac, Metformin und acht weitere Arzneimittelwirkstoffe konnten nicht eingehalten werden. Zudem wurde die UQN für Imidacloprid im August 2022 überschritten. An der 30 Kilometer unterhalb gelegenen Probenahmestelle erreichten die Gehalte an Nährstoffen sowie mineralischen und organischen Inhaltsstoffen den guten Zustand. Allerdings erfolgte auch hier für mehrere nicht gesetzlich verbindlichen Kenngrößen, wie z. B. Kupfer, Iomeprol, Iopamidol, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin und Metformin eine mäßige Bewertung.

Die Olpe wurde unterhalb Stachelau (Fluss-km 3,54) und vor Mündung in die Bigge (Fluss-km 0,65) untersucht. An beiden Messstellen lagen niedrige Gehalte an Nährstoffen sowie organischen und mineralischen Inhaltsstoffen vor und wurden mit „gut" bzw. „sehr gut" bewertet. Unterhalb Stachelau wurden die Qualitätsanforderungen für Kupfer und sechs Vertreter aus der Gruppe der PAK's wie z. B. Benzo[a]pyren und Pyren überschritten. Vor Mündung in die Bigge führten erhöhte Gehalte an Kupfer, Zink, Ibuprofen und Metformin zu einer mäßigen Bewertung.

Die Großmicke und die Wende wurden vor der Mündung in die Bigge, bei Fluss-km 0,62 bzw. 0,06 beprobt. In beiden Gewässern wurden die Qualitätsanforderung für die untersuchten Kenngrößen mit Ausnahme von Eisen in der Großmicke eingehalten.

Die 10,5 km lange Brachtpe wurde an der Probenahmestelle in Berlinghausen (Fluss-km 2,83) untersucht. Hier wurden die Qualitätsanforderung mit Ausnahme von Kupfer, welches mit mäßig eingestuft wurde, für die untersuchten Kenngrößen eingehalten.

Die Untersuchungen in der Rose fanden in und unterhalb Dorlshagen bei Fluss-km 2,83 sowie 1,82 statt. An beiden Probenahmestellen lagen niedrige Gehalte der untersuchten Nährstoffe und der mineralischen und organischen Inhaltsstoffe sowie mehrerer Metalle vor, sodass für diese mindestens der gute Zustand erreicht wurde. Dagegen führten erhöhte Kupfergehalte zu einer Überschreitung des Orientierungswertes.

Weitere Untersuchungen wurden in der Ihne unterhalb der Kläranlage Meinerzhagen-Valbert (Fluss-km 8,74) und bei Pegel Kraghammer (Fluss-km 1,95) durchgeführt. An der ersten

Messstelle führten erhöhte Nährstoffgehalte zu einer mäßigen Bewertung für Gesamtphosphor und Orthophosphat-Phosphor. Darüber hinaus konnte der gute Zustand für Kupfer nicht eingehalten werden. An der darauffolgenden Probenahmestelle wurden die Qualitätsanforderungen für nahezu alle untersuchten Kenngrößen eingehalten. Lediglich für den pH-Wert erfolgte im August 2022 eine mäßige Bewertung. An beiden Messstellen fanden keine Untersuchungen der Arzneimittelwirkstoffe und der Röntgenkontrastmittel statt.

Planungseinheit untere Lenne

Das Einzugsgebiet dieser Planungseinheit (A_{EO}: 528 km²) zeichnet sich durch städtische und industrielle Prägung aus. Hier fanden die Untersuchungen im Jahr 2023 statt. Es wurden neben der Lenne zehn weitere Gewässer an insgesamt 21 Probenahmestellen untersucht. Die Lenne selbst wurde an vier Stellen von Fluss-km 64,30 bis 6,90 beprobt. An allen vier Probenahmestellen lagen niedrige Gehalte der untersuchten Nährstoffe sowie der mineralischen und organischen Inhaltsstoffe vor, sodass für diese der gute oder sehr gute Zustand erreicht wurde. Erhöhte Gehalte an Kupfer und Zink führten jedoch zu einer Überschreitung der jeweiligen Orientierungswerte. Neben den beiden Metallen konnte an den vier Messstellen die UQN für PFOS nicht eingehalten werden. Weitere Überschreitungen betrafen u. a. einige PAK's, Ibuprofen, Diclofenac, Metformin, Gabapentin, Valsartan, mehrere Arzneimittel-Metabolite und einige Röntgenkontrastmittel.

Die in der 12,6 km langen Ahe untersuchten Probenahmestellen unterhalb Herscheid (oberhalb KA Herscheid) und vor Mündung in die Else liegen bei Fluss-km 4,57 und 0,40. Hier wurden die Qualitätsanforderung für die meisten untersuchten Kenngrößen eingehalten, lediglich für die leicht erhöhten Gehalte an Kupfer und Zink erfolgte eine mäßige Bewertung. Zudem wurde die UQN für PFOS überschritten. Darüber hinaus wurde die Anforderung an beiden Stellen für 4-Acetamidoantipyrin und vor der Mündung in die Else für Acesulfam, Iohexol, 4-Formylaminoantipyrin, Diclofenac, Gabapentin, Guanylharnstoff, Ibuprofen, Metformin und Valsartan nicht eingehalten.

An den drei Probenahmestellen in der Else – nördlich Elsen, oberhalb Pl-Holthausen und unterhalb der Einmündung Öster - erreichten die Gehalte der Nährstoffe sowie der mineralischen und organischen Inhaltsstoffe den sehr guten oder guten Zustand. An der Messstelle oberhalb Pl-Holthausen kam es zu Überschreitungen der Orientierungswerte für Kupfer, Amidotrizoesäure, Iohexol, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Guanylharnstoff und Metformin sowie an der Stelle unterhalb Einmündung Oester für Ibuprofen und Metformin. Die Mehrheit der Orientierungswerte wurde durchgängig überschritten, was vermutlich auf Mischwassereinleitungen zurückzuführen ist, da die Probenahme an allen vier Untersuchungstagen unter Niederschlagseinfluss stattfand.

In den Gewässern Grüne, Nette und Schwarze Ahe führten die niedrigen Gehalte aller untersuchten Parameter zu einer guten bzw. sehr guten Bewertung. Auch die Gewässer Nuttmecke, Grüner Bach und Nahmer Bach wiesen niedrige Gehalte für die Mehrheit der untersuchten Parameter auf. Allerdings konnte der gute Zustand für Metformin im Grüner Bach in Untergrüne und in der Nuttmecke vor Mündung in die Öster nicht eingehalten werden. Des Weiteren führten erhöhte Gehalte in beiden Gewässern zur Überschreitung der jeweiligen Qualitätsanforderungen von Kupfer und Zink. Im Nahmerbach bei Fluss-km 3,27 erfolgte auch für die Gehalte von Eisen, Cobalt und Vanadium eine mäßige Einstufung. Zudem konnte im Grünerbach in Untergrünen die UQN von Cadmium nicht eingehalten werden.

In der Rahmede führten an der Stelle unterhalb Kläranlage Rahmedetal erhöhte Gehalte an Gesamtphosphor und Orthophosphat-Phosphor zu einer mäßigen Bewertung. Des Weiteren konnten die Grenzwerte für die Metalle Kupfer, Zink, Arsen, Chrom, Cobalt, Vanadium und Zinn nicht eingehalten werden. Auch die UQN für PFOS wurde überschritten. Weitere Überschreitungen betrafen u. a. einige PAK's, Ibuprofen, Diclofenac, Metformin, Gabapentin, Valsartan, mehrere Arzneimittel-Metabolite und einige Röntgenkontrastmittel.

Planungseinheit obere Lenne

Das Einzugsgebiet obere Lenne (A_{EO}: 456 km²) besteht zu 70 % aus Waldflächen. Die Untersuchungen fanden in der Lenne oberhalb Gleidorf und in der Elspe oberhalb Elspe statt. An der erstgenannten Stelle sind hinsichtlich der Nährstoffparameter und der mineralischen sowie organischen Kenngrößen sehr gute bis gute Verhältnisse vorhanden. An beiden Probenahmestellen wurde die Anforderungen für Kupfer und Benzo[a]pyren überschritten. Die Gehalte der untersuchten PSM führten zu einer Einordordnung in den sehr guten bzw. guten Zustand. In der Elspe lagen erhöhte Konzentrationen an Nährstoffen vor, sodass Ammonium- und Nitrit-Stickstoff mit „mäßig" bewertet wurden.

Planungseinheit mittlere Ruhr

Die Planungseinheit mittlere Ruhr umfasst eine Fläche von 503 km² und ist überwiegend durch Waldflächen und ackerbauliche Nutzung geprägt. Neben der Ruhr selbst wurden zwei weitere Gewässer untersucht. In der Ruhr in Langscheide und in der Öse in Heppingsen führten niedrige Gehalte an Nährstoffen sowie an mineralischen und organischen Inhaltsstoffen zu einer guten oder besseren Bewertung. Zudem erfolgte in der Öse für die Mehrheit der untersuchten Metalle die Einstufung in den sehr guten Zustand. Allerdings konnte die UQN für Benzo[a]pyren an beiden Stellen nicht eingehalten werden. Auch im Bremer Bach bei Waltringen erreichten die Gehalte an Nährstoffen sowie mineralischen und organischen Inhaltsstoffen den guten Zustand. Die Kenngrößen mit einem gesetzlich nicht verbindlichen Orientierungswert, wie z. B. Amidotrizoesäure, Diclofenac, Metformin und Kupfer konnten dagegen nur mit mäßig bewertet werden.

Planungseinheit obere Ruhr 1

Die Planungseinheit obere Ruhr 1 umfasst eine Fläche von 339 km² und besteht zu knapp zwei Dritteln aus Waldfläche. Die Untersuchungen fanden lediglich in der Sorpe oberhalb der Talsperre statt. Hier lagen die Gehalte der untersuchten Nährstoffe, der mineralischen und organischen Inhaltsstoffe sowie der Metalle auf einem niedrigen Niveau und konnten mit „gut" bzw. „sehr gut" bewertet werden. Lediglich die UQN für Benzo[a]pyren wurde nicht eingehalten.

Planungseinheit obere Ruhr 2

Die Planungseinheit obere Ruhr 2 (A_{EO}: 739 km2) wird überwiegend durch Wald sowie landwirtschaftliche Flächen geprägt. Es wurden neben der Ruhr drei weitere Gewässer an jeweils einer Probenahmestellen untersucht. An allen vier Probenahmestellen lagen niedrige Gehalte der untersuchten Nährstoffe sowie der mineralischen und organischen Inhaltsstoffe vor, sodass für diese mindestens der gute Zustand erreicht wurde. Jedoch führten erhöhte Gehalte an Kupfer und Zink in der Ruhr und an Zink in der Barbecke zu Überschreitungen der jeweiligen Orientierungswerte. Zudem wurde an beiden Stellen, sowie im Salweybach, die UQN für Benzo[a]pyren überschritten. Darüber hinaus lagen im Februar 2022 in den Gewässern Brabeck und Salweybach Temperaturen von über 8 °C vor. Des Weiteren wurde im Nierbach im Juli 2022 die Qualitätsanforderung für den Sauerstoff unterschritten.

Planungseinheit Möhne

Das 468 km² große Einzugsgebiet der Möhne ist überwiegend durch Waldflächen geprägt. Ein knappes Drittel umfasst landwirtschaftliche Nutzflächen. Die Untersuchung dieser Planungseinheit erfolgte an den Stellen Möhne oberhalb Kläranlage Völlinghausen und vor Mündung in die Ruhr. Oberhalb der Kläranlage Völlinghausen hielten die untersuchten Parameter die jeweiligen Anforderungen ein. Hervorzuheben ist, dass sowohl Gesamtphosphor als auch Ammonium-Stickstoff den sehr guten Zustand erreichten. Aufgrund gestiegener Abflüsse traten vor Mündung in die Ruhr, im September 2022 erhöhte Ammonium-Stickstoff- und Phosphorkonzentrationen auf, wodurch hier der gute Zustand verfehlt wurde. Darüber hinaus überschritten auch die Parameter Kupfer, Benzo[a]pyren und PFOS die jeweilige Güteanforderung. Aus der Gruppe der PSM wiesen die Gehalte aller untersuchten Kenngrößen den sehr guten bzw. guten Zustand auf.

Zusammenfassung

Insgesamt wurden neun Planungseinheiten mit insgesamt 40 Gewässern untersucht. Bild 4.2 zeigt die Verteilung der Bewertungen der im Jahr 2022 durch das LANUV und im Jahr 2023 durch den Ruhrverband untersuchten Kenngrößen auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung sowie für weitere Parameter des Monitoringleitfadens. Die Qualitätsanforderung für den pH-Wert konnte an 4 % der Messstellen nicht

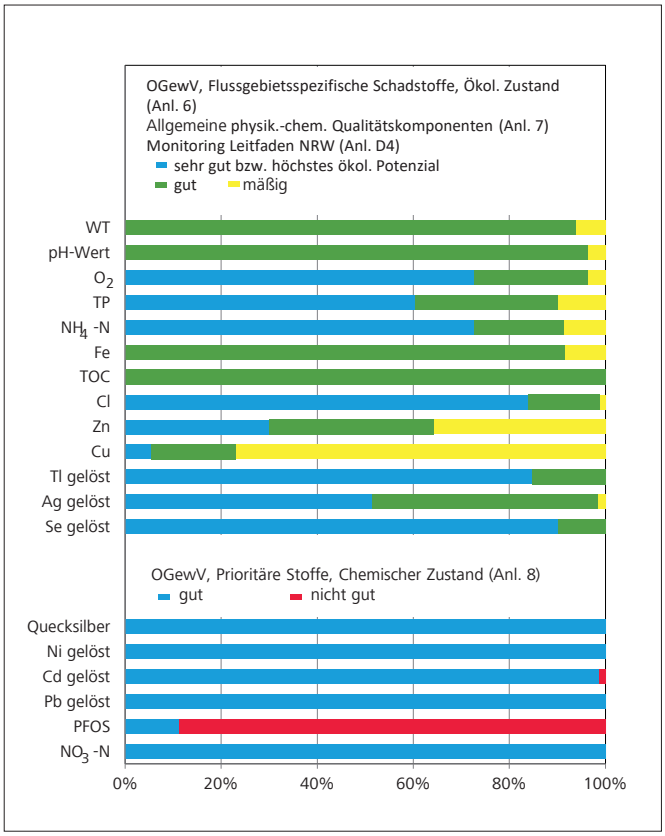


Bild 4.2: Relative Verteilung der Bewertungen ausgewählter Kenngrößen auf der Basis der Oberflächenwasserverordnung (OGewV Juni 2016)
Fig. 4.2: Relative distribution of evaluations for selected parameters on the basis of the Surface Water Regulation (OGewV June 2016)

eingehalten werden. Ausschließlich im Jahr 2022 wurde aufgrund der langandauernden Trockenwetterphasen mit niedrigeren Wassertiefen und erhöhter Globalstrahlung (vgl. Kapitel 5.1) an 30 % der Probenahmestellen die Wassertemperatur und an 8 % der Stellen der Sauerstoffgehalt mit „mäßig" bewertet. Hinsichtlich der Nährstoff- und der organischen Belastung lagen die mittleren Konzentrationen auf niedrigem Niveau, sodass nur 9 % der gemessenen Ammoniumstickstoff- und 10 % der Phosphor-Konzentrationen zu Überschreitungen der jeweiligen Anforderungen führten. Beim TOC konnte an allen untersuchten Messstellen der gute Zustand eingehalten werden. Die durchschnittlichen Silberkonzentrationen überschritten an 2 % der untersuchten Stellen die jeweilige Umweltqualitätsnorm. Der gute Zustand wurde für Eisen an 92%, für Kupfer an 23 % und für Zink an 64% der Probenahmestellen eingehalten. Die Konzentrationen der Metalle Blei, Cadmium, Nickel, Thallium und des Halbmetalls Selen führten an allen untersuchten Probenahmeorten zu einer guten Bewertung. Die PFOS-Konzentrationen konnten an 8 von 14 untersuchten Probenahmestellen nicht den guten Zustand einhalten, was auch auf die geltende, extrem niedrige UQN zurückzuführen ist. Zusätzlich wurden ausgewählte Probenahmestellen auf flussgebietsspezifische und gesetzlich nicht gere-

gelte Stoffe untersucht. Hierbei handelte es sich um weitere Schwermetalle, Arzneimittel, Diagnostika, Pflanzenschutzmittel sowie deren Metabolite, Polyzyklische 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 an den untersuchten Probenahmestellen in der unteren, mittleren und oberen Ruhr sowie 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 flossen u. a. auch Daten der „Integralen Entwässerungsplanung“ (IEP) [4.5] und des Niedrigwassermanagements des Ruhrverbandes in die Auswertung mit ein. Diese Daten sollten unter Berücksichtigung der Ziele der EG-WRRL helfen, notwendige Maßnahmen hinsichtlich Zielerreichung und Aufwand zu optimieren.

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

Untersuchungen an der Ruhr

Die Ruhr entspringt nordöstlich von Winterberg auf einer Höhe von 674 m als „Grobmaterialreicher silikatischer Mittelgebirgsbach“ (LAWA-Gewässertyp - 05). Ab Olsberg-Bigge (Fluss - km 199,6) wird sie zum Mittelgebirgsfluss (LAWA-Gewässertyp 09 „Silikatischer Mittelgebirgsfluss“), der sich ab dem Zufluss der Röhr (Fluss-km 141,8) bis zur Mündung in den Rhein als „Großer Fluss des Mittelgebirges“ (LAWA-Gewässertyp 09.2) darstellt. Von den 219 km der Ruhr sind 125 km, das entspricht 57 % 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 2018 bis 2023.

Im Betrachtungszeitraum 2018-2023 wurde die Ruhr an 36 Probenahmestellen untersucht. Neun Untersuchungen fanden im Jahr 2023 in der Ruhr in der Planungseinheiten Obere Ruhr 2 statt.

Im hier dargestellten Betrachtungszeitraum (2018-2023) zeigte die Ruhr saprobiell wieder fast durchgängig einen guten Zustand. Die Probenahmestelle „Brücke in Wetter“ konnte sogar mit „sehr gut“ bewertet werden. Das heißt, die Ruhr ist an dieser Probenahmestelle saprobiologisch leitbildkonform.

Drei Stellen in der Ruhr „unterhalb RÜB KA Arnsberg“ (SI: 2,16), „unterhalb RÜ Erlenstr.“ (SI: 2,28) und „oberhalb Pegel Hattingen“ (SI: 2,28) überschritten in diesem Betrachtungszeitraum die gewässertypische Klassengrenze für den guten saprobiellen Zustand von 2,10 (Fließgewässertyp 9, “Silikatische, fein bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse”) und 2,25 (Fließgewässertyp 9.2, “Große Flüsse des Mittelgebirges”) und waren daher mit „mäßig“ zu bewerten. Die im Jahr 2023 neu untersuchten Probenahmestellen in der Ruhr konnten im Modul der Saprobie durchweg mit „gut“ bewertet werden.

Grund für den mit „mäßig“ bewerteten Saprobienindex an den Probenahmestellen war zum einen die fehlende Substratdiversität als auch das Vorkommen eingewanderter Neozoen. Auch wenn Neozoen kausal keine Belastung anzeigen, werden sie doch als gebietsfremde Arten negativ bewertet. Besonders der Unterlauf der Ruhr als Gewässertyp 09.2 weist an einigen Probenahmestellen durch ein höheres Vorkommen an Stillwasserarten scheinbar eine gewisse saprobielle Belastung auf. Diese Arten gehen in den langsam fließenden Strömen negativ in die Bewertung ein.

Große Planktonblüten, die durch autosaprobielle Prozesse ihres Stoffwechsels oder bei ihrem Absterben den Sauerstoffgehalt der Ruhr senkten und sich so negativ auf die Bewertung der Saprobie auswirkten, sind 2023 ausgeblieben. Ursächlich war in diesem Jahr nicht wie in den Vorjahren die hohe Filtrationsrate der invasiven asiatischen Körbchenmuschel *Corbicula* [4.6], sondern die durch immer wieder aufgetretene Hochwasserwellen ausgelöste mineralische Trübung der Ruhrstauseen.

[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

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

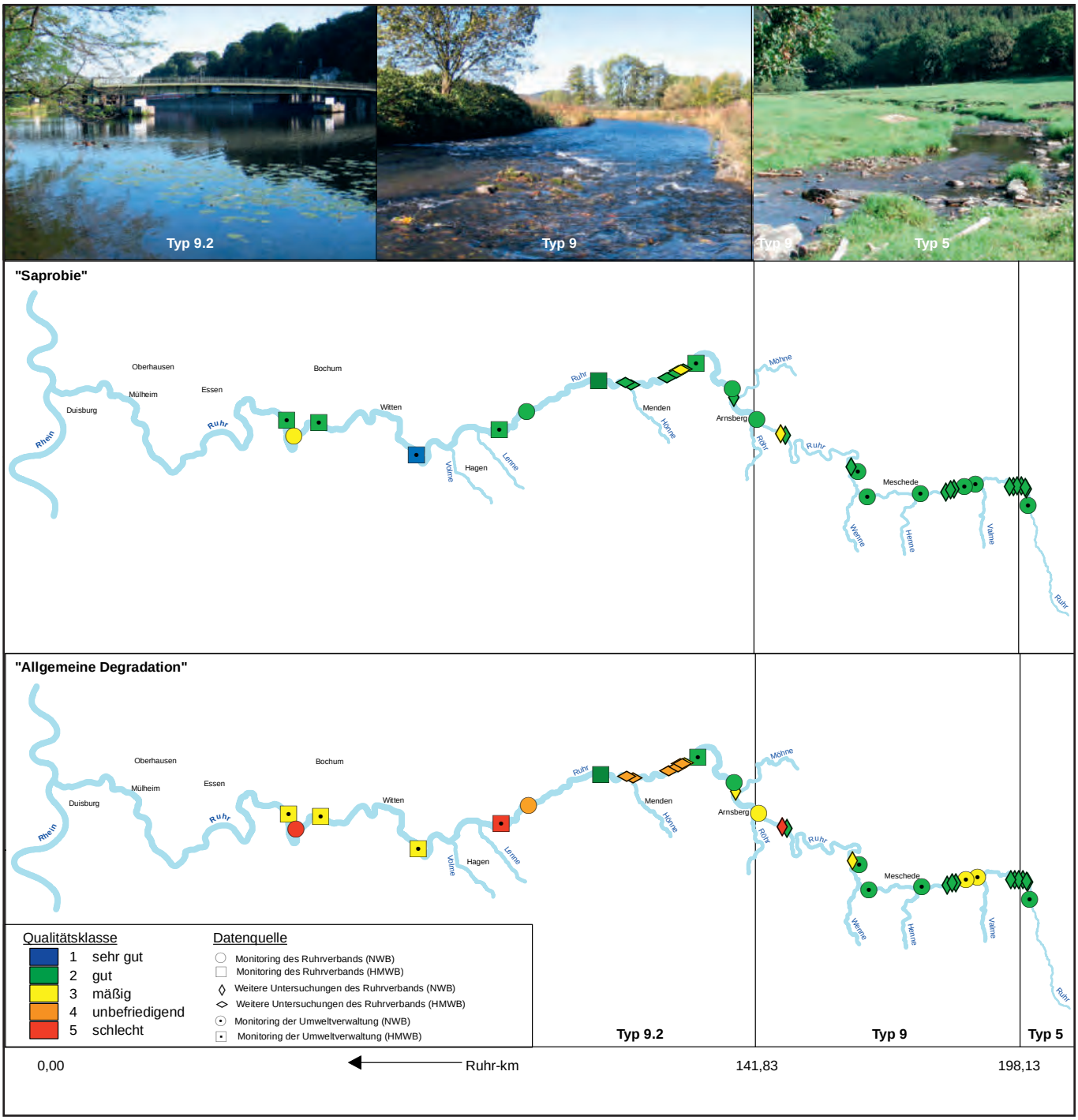


Bild 4.3: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos (Module Saprobie und Allgemeine Degradation) im Fließverlauf der Ruhr für die Jahre 2018 bis 2023. Ergebnisse „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, http://www.lanuv.nrw.de 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, 2018 to 2023. 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)

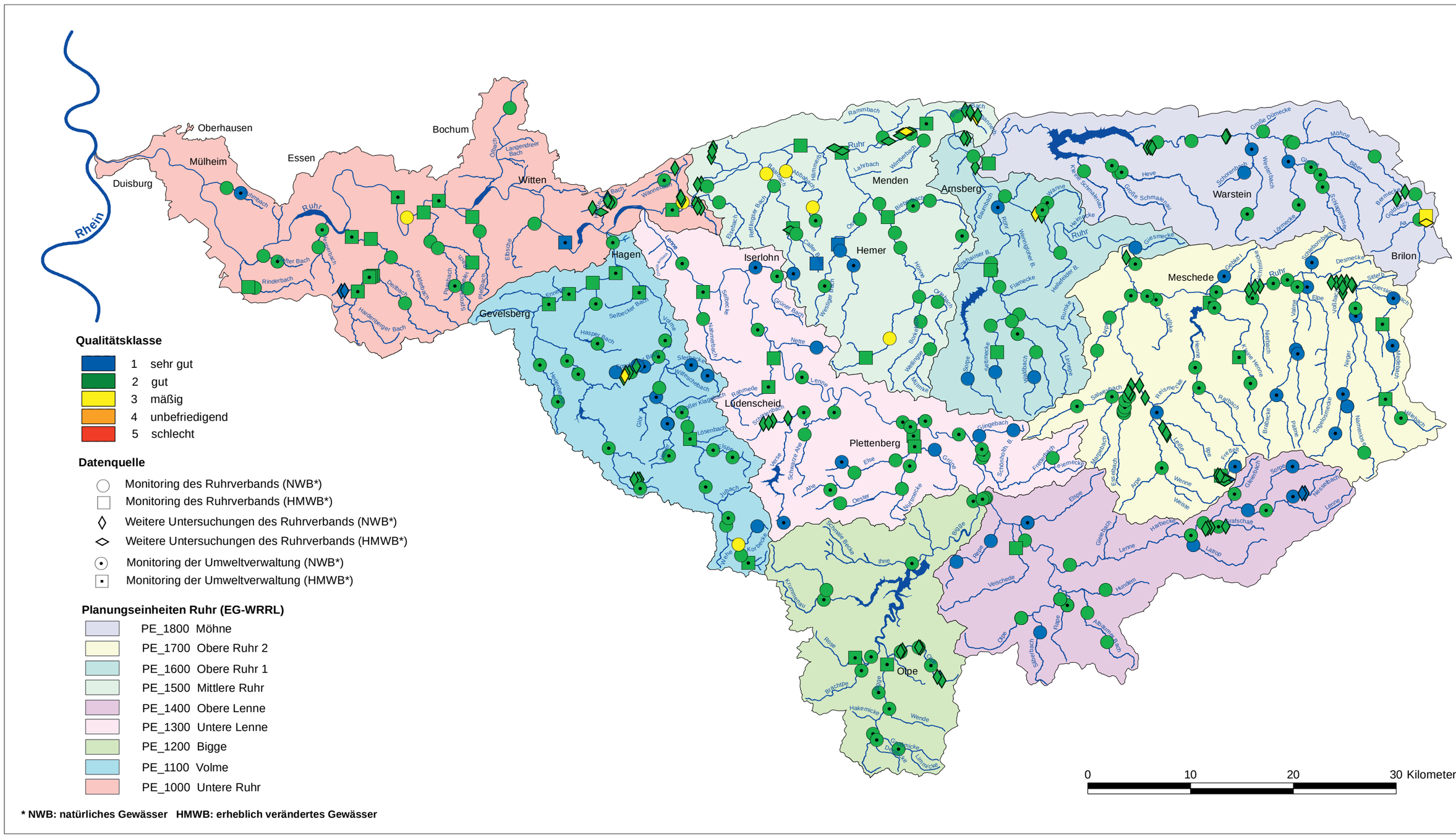
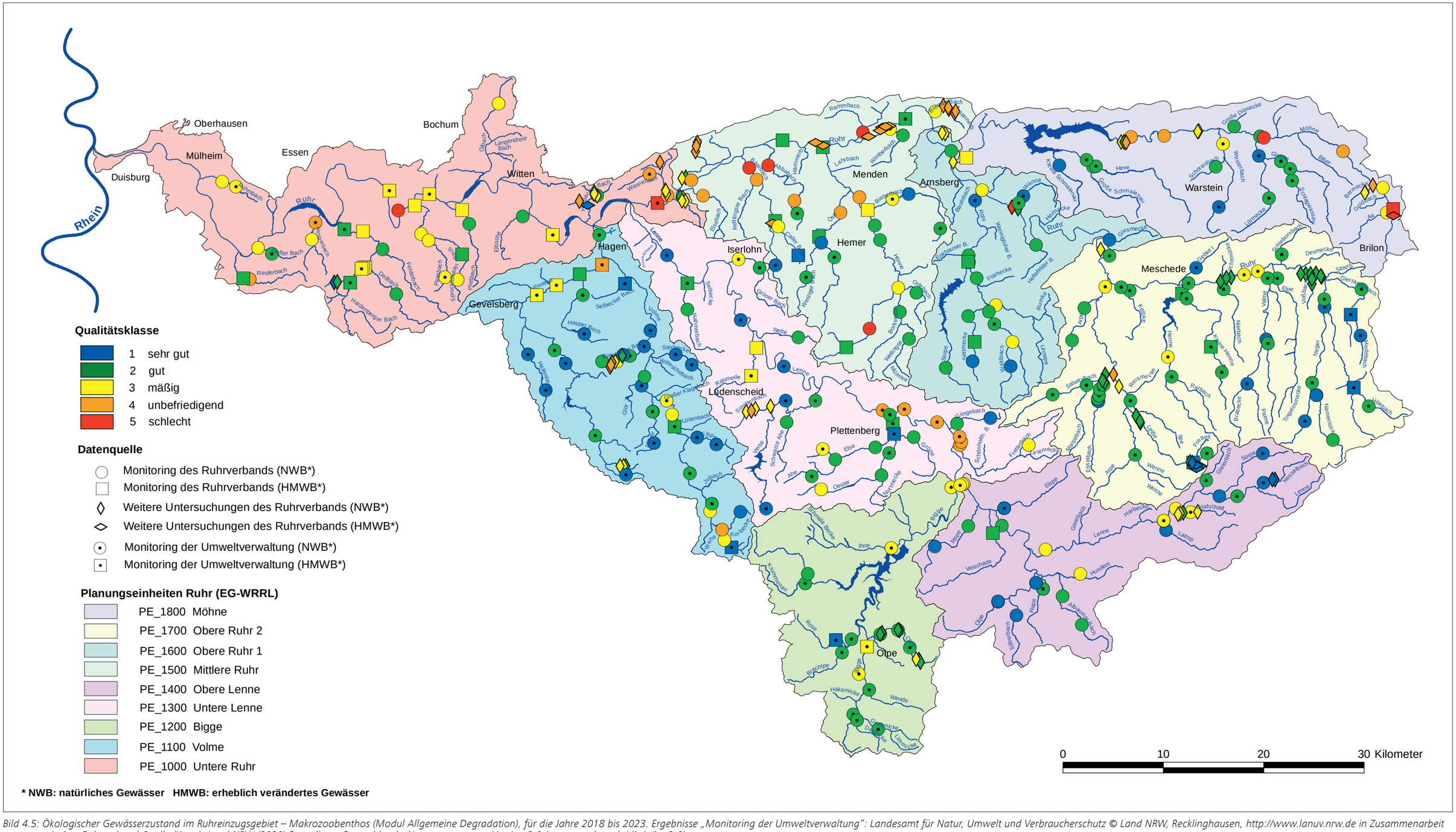


Bild 4.4: Ökologischer Gewässerzustand im Ruhreinzugsgebiet – Makrozoobenthos (Modul Saprobie), für die Jahre 2018 bis 2023. Ergebnisse „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, http://www.lanuv.nrw.de in Zusammenarbeit mit dem Ruhrverband Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.4: Ecological status in the Ruhr catchment area – macrozoobenthos (module saprobic index), 2018 to 2023. 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)



*** NWB: natürliches Gewässer HMWB: erheblich verändertes Gewässer**

Bild 4.5: Ökologischer Gewässerzustand im Ruhreinzugsgebiet – Makrozoobenthos (Modul Allgemeine Degradation), für die Jahre 2018 bis 2023. 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 general degradation), 2018 to 2023. 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)

Von den 36 Probenahmestellen, die im Betrachtungszeitraum 2018-2023 vom Ruhrverband und dem LANUV NRW untersucht wurden, zeigen 17 einen mit gut bewerteten(s) ökologischen Zustand/ ökologisches Potential an. Die in 2023 untersuchten neun Probenahmestellen aus der Planungseinheit 1700 „Obere Ruhr 2" sind mit Blick auf den ökologischen Zustand bzw. das ökologische Potential erfreulicherweise wieder überwiegend mit gut bewertet.

Bis Arnsberg ist die Ruhr in ihrem ökologischen Zustand überwiegend mit gut bewertet.

Im weiteren Fließverlauf der Ruhr traten zunehmend strukturelle Defizite auf. Dazu zählten fehlende oder unzureichende Habitatstrukturen, vor allem durch Querbauwerke verursachte Staueffekte 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. So wurden die als HMWB ausgewiesenen Probenahmestellen auch in diesem Betrachtungszeitraum überwiegend als defizitär bewertet. Die angepasste Typzuweisung der unteren Ruhr als Typ 21_N Seeausflussgeprägtes Fließgewässer, spiegelt die Charakteristika der durch Stauhaltung geprägten unteren Ruhr besser wider als die ursprünglich der Bewertung zugrunde gelegte Typzuweisung eines 9.2 Gewässers (s. Kapitel 2).

Der Aspekt der Versauerung ist nur im oberen Ruhrabschnitt, der dem Typ eines silikatischen Mittelgebirgsbachs (LAWA – Typ - 05) entspricht, relevant. Die Ruhr unterliegt jedoch keinem nachweisbaren Versauerungseinfluss und weist für dieses Modul einen sehr guten Zustand auf.

Hydrobiologische Untersuchungen gemäß EG-WRRL in den Gewässern der Planungseinheiten

Im Rahmen des kooperativen Gewässermonitorings lag im Jahr 2023 seitens des Ruhrverbands der Schwerpunkt der hydrobiologischen Untersuchungen mit insgesamt 19 Probenahmestellen auf der Planungseinheit Obere Ruhr 2 und Obere Lenne, während das LANUV NRW 22 Untersuchungen in den Planungseinheiten Untere Lenne, Bigge und der Unteren Ruhr durchgeführt hat. Weitere Untersuchungen an 29 Probenahmestellen fanden im Jahr 2023 im Rahmen des IEP-Programms des Ruhrverbands in den Planungseinheiten Obere Ruhr 2, Untere Lenne, Bigge und Untere Ruhr statt.

Die Bilder 4.4 und 4.5 zeigen die Gewässerzustandskarten für die Module Saprobie und Allgemeine Degradation. In den Karten sind die Ergebnisse messstellengenau mit farbig codierten Symbolen entsprechend der fünfstufigen Qualitätsklassifizierung nach EG-WRRL dargestellt. Die Darstellung des ökologischen Potenzials (für HMWB) für das Modul Allgemeine Degradation erfolgt in der gleichen fünfstufigen Farbcodierung wie für NWB, jedoch zur Differenzierbarkeit mit anderen Symbolen. Dies weicht vom offiziellen HMWB-Farbcode gemäß OGewV [4.1], 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 2018 bis 2023 durchgeführt wurden. Alle Daten von Untersuchungen aus den vorhergehenden Jahren wurden entfernt bzw. durch neuere Ergebnisse ersetzt. Die Karten repräsentieren daher den Gewässerzustand der letzten sechs Jahre und umfassen 381 Probenahmestellen. Dies Ergebnisse aus dem diesjährigen Betrachtungszeitraum wurden bei der Aktualisierung der vorliegenden Gewässerzustandskarten mitberücksichtigt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse aus dem Jahr 2023 sowohl im Vergleich als auch ergänzend zu den Ergebnissen aus den zurückliegenden Jahren 2018 bis 2022 in Ausschnittskarten dargestellt und diskutiert.

Planungseinheit 1800 Möhne (Bild 4.6)

Die Planungseinheit Möhne wurde 2023 weder vom LANUV NRW noch vom RV biologisch untersucht. Von den 32 Probenahmestellen, welche insgesamt im Betrachtungszeitraum 2018-2023 untersucht wurden, konnten 94% der Probenahmestellen im Modul der Saprobie mit „gut" oder „sehr gut" bewertet werden. Ausnahmen sind hier nur die beiden Probenahmestellen „unterhalb Kläranlage Brilon" und „(M3) unterhalb Kläranlage Brilon, oberhalb Aabach" die beide mit „mäßig" bewertet sind. Die Möhne (Hunderbecke) verläuft hier überwiegend verrohrt durch das Stadtgebiet von Brilon und ist nur an sehr wenigen Tagen wasserführend, d.h. dass die Möhne an dieser Stelle fast ausschließlich durch den Kläranlagenabfluss gespeist wird. Zurückzuführen ist dies in erster Linie auf die geologische Situation des Karstgebietes, aber auch auf die Versiegelung und Überbauung des oberen Einzugsgebietes, welches die Grundwasserneubildung reduziert. Aufgrund der besonderen Situation wird die Kläranlage Brilon bis 2024 mit einer vierten Reinigungsstufe ausgerüstet.

Anders als das überwiegend mit „gut" bewertete Modul der Saprobie zeigten die Bewertungsergebnisse der Allgemeinen Degradation ein heterogenes Bild. 54 % der untersuchten Probenahmestellen erreichten noch keinen guten Zustand oder kein gutes Potenzial. Die Ursachen hierfür sind weiterhin vielfältig. Viele der Nebengewässer, welche aufgrund der zu geringen Einzugsgebietsgröße (≤ 10 km2) nicht als berichtspflichtig gelten und somit weiterhin als natürliche Wasserkörper bewertet werden, sind ebenso teilweise morphologisch überformt (Sohl- und Uferverbau, anthropogene Überformung des Gewässersumfelds). Dies führt u. a. zu einer Veränderung in der Fließgeschwindigkeit, schwankenden Wassertemperaturen aufgrund fehlender Beschattung und somit zu einer typfremden Besiedlung. Aufgrund der worst case Betrachtung ging diese typfremde Besiedlung in vollem Umfang und somit negativ in die Bewertung des ökologischen Zustands mit ein

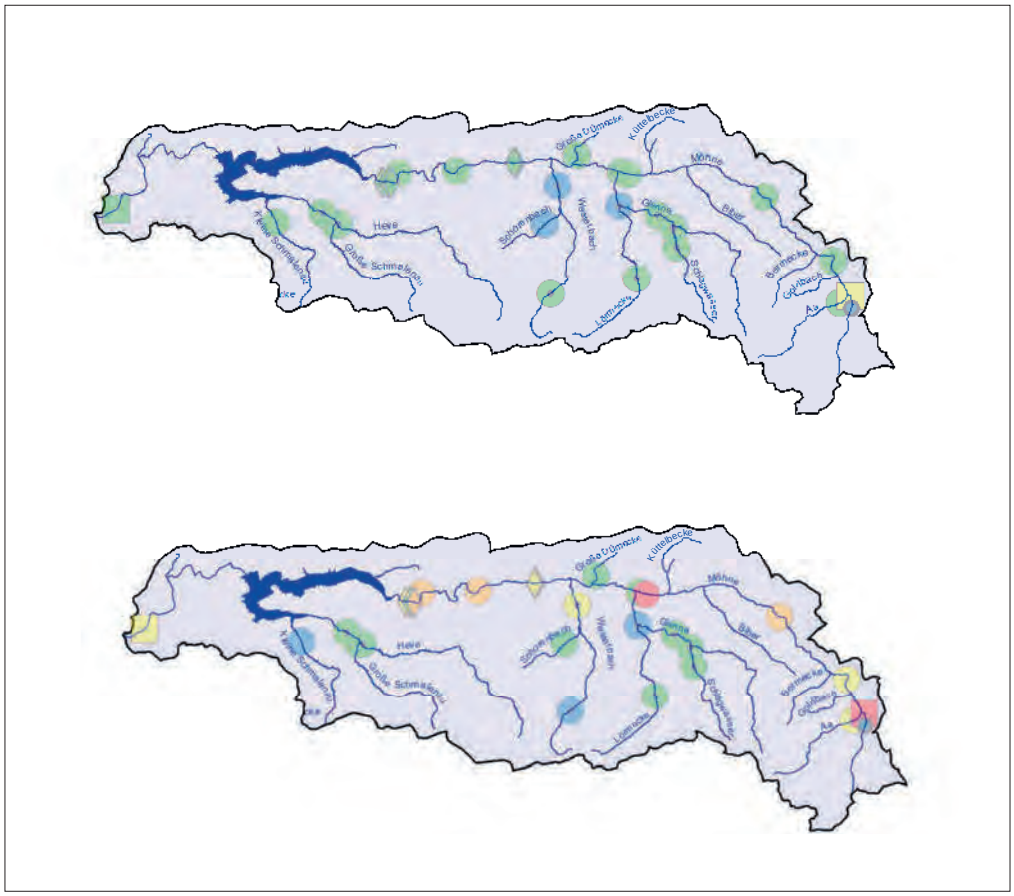


Bild 4.6: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Untere Ruhr (PE 1800) (oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2023, große, schwach gefärbte Symbole = 2018 bis 2022.
Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.6: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Lower Ruhr (PE 1800). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2023, large, lightly coloured symbols = 2018 to 2022.
Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

(vgl. Kapitel 2). Darüber hinaus sind große Gewässerabschnitte sowohl der Möhne als auch ihrer Nebengewässer strukturell degradiert und landwirtschaftlich überprägt, was sich ebenfalls negativ auf die Bewertung auswirkt.

Planungseinheit 1700 Obere Ruhr 2 (Bild 4.7)

Das Einzugsgebiet der „Oberen Ruhr 2" umfasst in diesem Betrachtungszeitraum 73 Probenahmestellen, von denen im Jahr 2023 drei vom LANUV NRW und 13 vom Ruhrverband untersucht wurden. Von den 73 Probenahmestellen lagen 64 in als NWB ausgewiesenen und neun in als HMWB ausgewiesenen Wasserkörpern, mit den Fallgruppen Bebauung mit und ohne Vorland (BoV und BmV) sowie Landentwässerung und Hochwasserschutz (LuH).

Diese Planungseinheit wies für den Betrachtungszeitraum 2018 - 2023 an allen Probenahmestellen einen guten oder sehr guten saprobiellen Zustand auf. Die Allgemeine Degradation erfüllte an rund 89 % der Probenahmestellen die Anforderungen für einen guten oder sehr guten ökologischen Zustand bzw. eines guten oder sehr guten ökologischen Potenzials im Sinne der WRRL. 9 % der Probenahmestellen waren mit „mäßig" und eine Probenahmestelle (2 %) mit „unbefriedigend" bewertet.

Planungseinheit 1600 Obere Ruhr 1 (Bild 4.8)

Auch in dieser Planungseinheit wurden 2023 keine der überwiegend als NWB ausgewiesenen Probenahmestellen vom Ruhrverband oder dem LANUV NRW untersucht.

Von den 23 im Probenahmezeitraum 2018-2023 untersuchten Probenahmestellen wiesen, bis auf eine Ausnahme, alle einen guten oder sehr guten saprobiellen Zustand auf. Auch das Modul der Allgemeinen Degradation konnte wie im vorherigen Betrachtungszeitraum überwiegend mit „gut" und „sehr gut" bewertet werden. Lediglich 22 % der Probenahmestellen erhielten eine defizitäre Bewertung.

Planungseinheit 1500 Mittlere Ruhr (Bild 4.9)

Die Planungseinheit „Mittlere Ruhr" wurde im Jahr 2023 vom Ruhrverband im Rahmen der integralen Entwässerungsplanung an fünf Probenahmestellen untersucht. Diese erneute Untersuchung der IEP Schwerte zeigt mit Blick auf die Saprobie durchgehend einen guten saprobiellen Zustand.

In diesem Untersuchungszyklus fanden 57 Untersuchungen in 22 Gewässern statt, wovon fünf Probenahmestellen in vier Gewässern 2023 neu untersucht wurden.

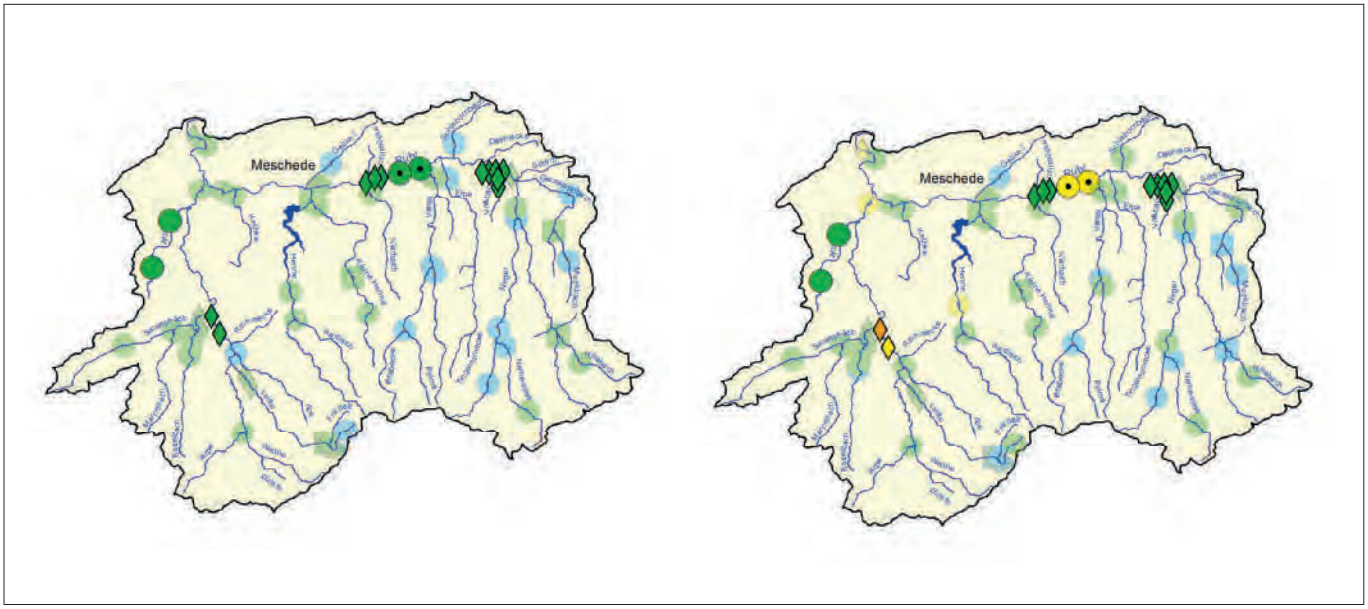


Bild 4.7: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Volme (PE 1700) (links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2023, große, schwach gefärbte Symbole = 2018 bis 2022. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz 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 Volme (PE 1700). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2023, large, lightly coloured symbols = 2018 to 2022. Source (map): Land NRW (2020) Daten-lizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

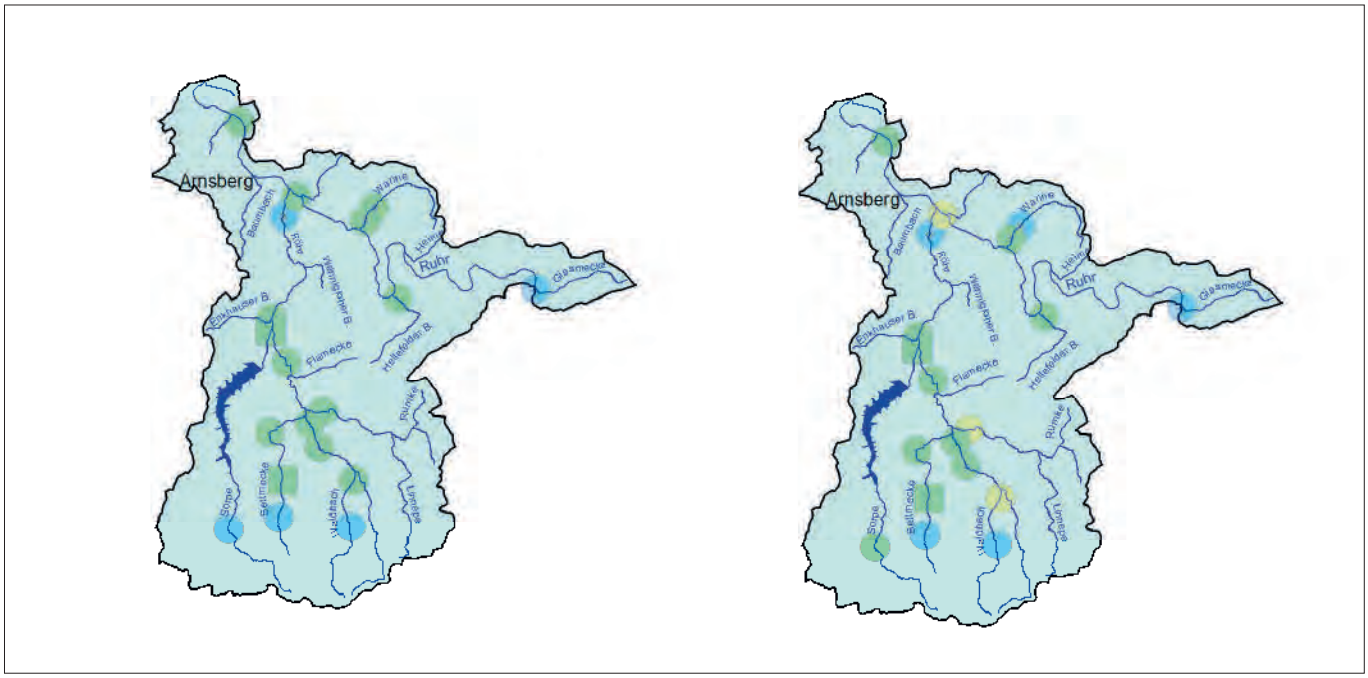


Bild 4.8: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Bigge (PE 1600) (links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2023, große, schwach gefärbte Symbole = 2018 bis 2022) Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz 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 Bigge (PE 1600). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2023, large, lightly coloured symbols = 2018 to 2022. Source (map): Land NRW (2020) Daten-lizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

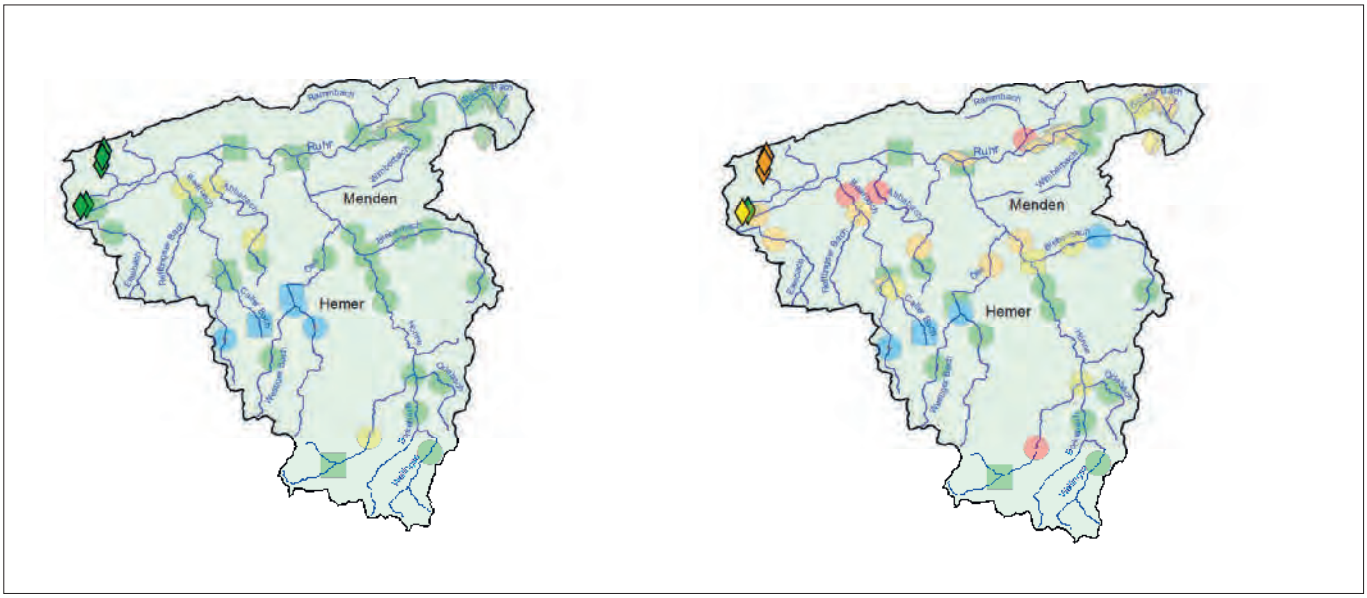


Bild 4.9: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Untere Lenne (PE 1500) (links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2023, große, schwach gefärbte Symbole = 2018 bis 2022. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.9: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Lower Lenne (PE 1500). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2023, large, lightly coloured symbols = 2018 to 2022. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

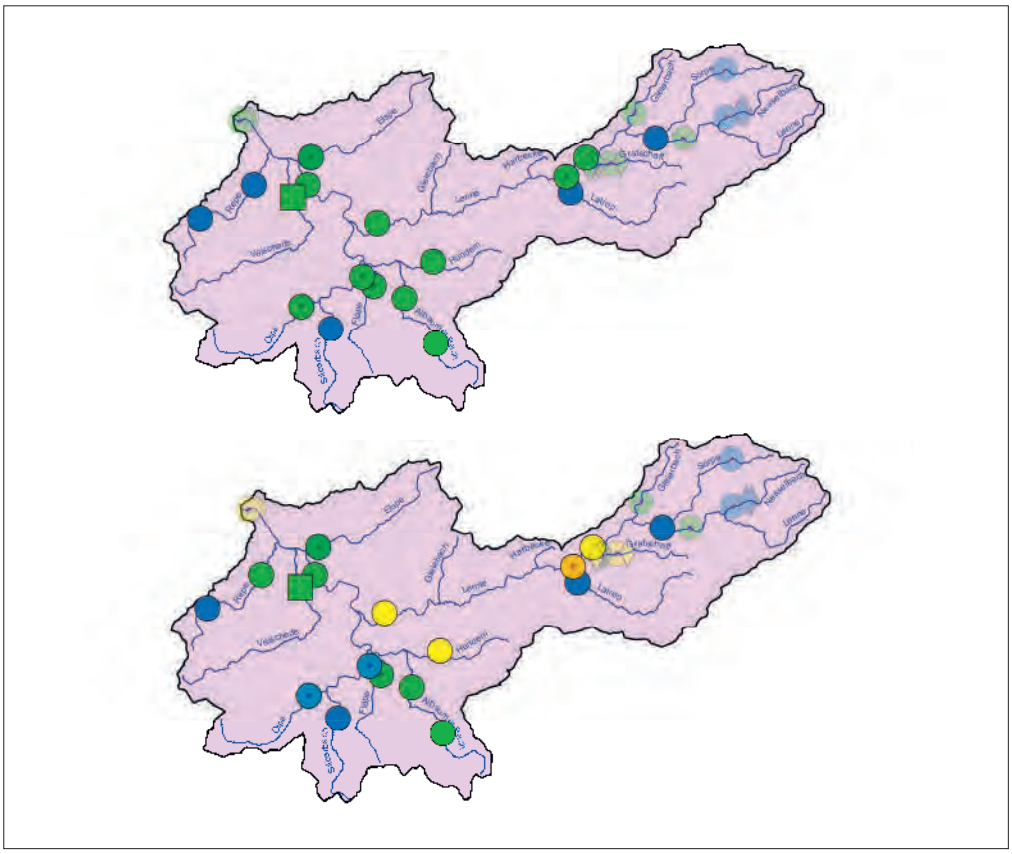


Bild 4.10: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Obere Lenne (PE 1400) (oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2023, große, schwach gefärbte Symbole = 2018 bis 2022. Quelle (Karte): Land NRW (2020) 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 Upper Lenne (PE 1400). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2023, large, lightly coloured symbols = 2018 to 2022. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

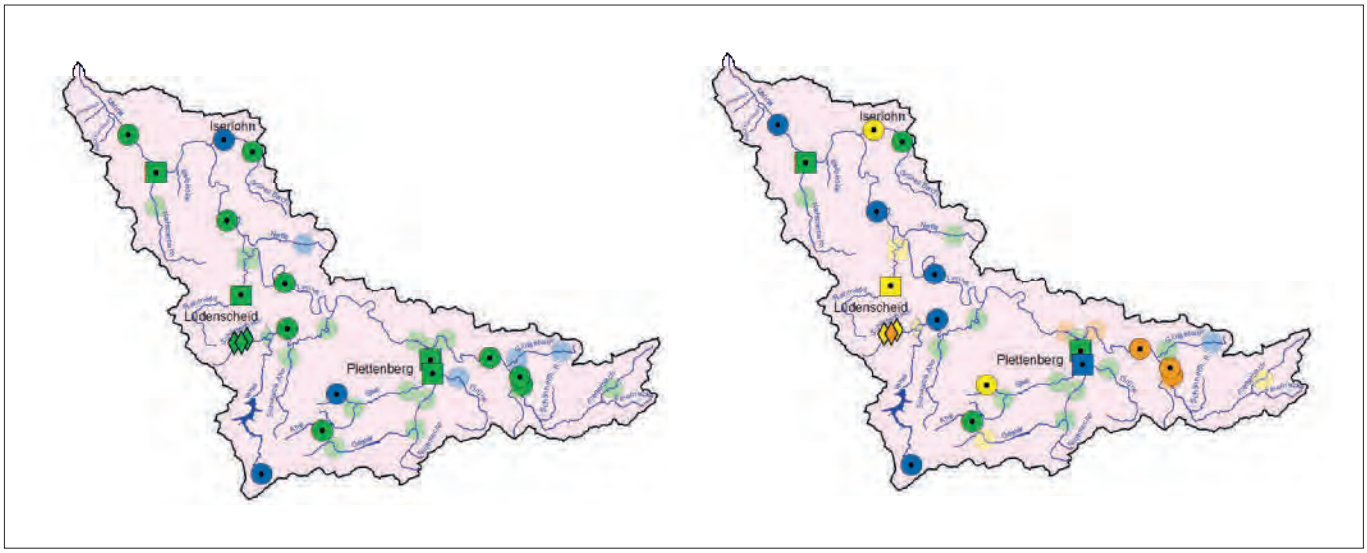


Bild 4.11: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Mittlere Ruhr (PE 1300) (links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2023, große, schwach gefärbte Symbole = 2018 bis 2022. Quelle (Karte): Land NRW (2020) 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 Middle Ruhr (PE 1300). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2023, large, lightly coloured symbols = 2018 to 2022. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Planungseinheit 1400 Obere Lenne (Bild 4.10)

Diese Planungseinheit wurde im Jahr 2023 ausschließlich vom Ruhrverband an 17 Probenahmestellen neu untersucht. Im Vergleich zum vorherigen Betrachtungszeitraum konnten sich erfreulicherweise sechs Probenahmestellen in ihrem Ergebnis verbessern. Die Monitoringstelle „(R266) Bei Breitenbruch" im Silberbach konnte in ihrer Bewertung durchweg mit „sehr gut" bewertet werden. Sie ist damit leitbildkonform. Lediglich eine Probenahmestelle verschlechterte sich in ihrer Bewertung im Vergleich zum Vorjahreszeitraum. Alle 36 der insgesamt von 2018-2023 betrachteten Probenahmestellen konnten somit saprobiell mit „gut" oder „sehr gut" bewertet werden. Hinsichtlich der allgemeinen Degradation konnten 24 der 36 untersuchten Probenahmestellen (67 %) mit „gut" oder „sehr gut" bewertet werden. 30 % der Probenahmestellen waren mit „mäßig" und nur eine Probenahmestelle (3 %) mit „unbefriedigend" bewertet. Es gab keine Probenahmestelle, die mit „schlecht" bewertet wurde.

Planungseinheit 1300 Untere Lenne (Bild 4.11)

Im Zeitraum zwischen 2018 und 2023 wurden in dieser Planungseinheit 38 Probenahmestellen, davon 33 in NWB und fünf in HMWB untersucht. 2023 wurde diese Planungseinheit vom LANUV NRW und im Rahmen der integralen Entwässerungsplanung an 19 Probenahmestellen untersucht. Damit gehört diese Planungseinheit zu den am intensivsten untersuchten Planungseinheiten. Sechs der untersuchten Probenahmestellen konnten ihr Bewertungsergebnis aus dem Vorjahreszeitraum bestätigen. Zwei Probenahmestellen in der Lenne „(R244) In Dresel oh Elverlingsen (AQEM)" und „(R249) uh KA Altena", verbesserten sich erfreulicherweise in ihrem Bewertungsergebnis und zeigen nun mit einem durchweg guten oder sehr guten Bewertungszustand keinen Handlungsbedarf mehr an. Auch die Probenahmestelle aus der integralen Entwässerungsplanung konnte sich im Vergleich zu den Untersuchungen von 2018 von „unbefriedigend" auf „mäßig" verbessern. Alle Probenahmestellen konnten saprobiell mit „gut" oder „sehr gut" bewertet werden.

Bei der Bewertung des Moduls Allgemeine Degradation lag der Anteil der mit „sehr gut" und gut bewerteten Probenahmestellen bei 58 %. 24 % der Probenahmestellen wurden mit „mäßig", 18 % mit „unbefriedigend" und keine der Probenahmestellen mit „schlecht" bewertet.

Planungseinheit 1200 Bigge (Bild 4.12)

In der Planungseinheit Bigge zeigten alle der 25 dargestellten, überwiegend als NWB bewerteten Probenahmestellen einen guten saprobiellen Zustand.

Im Modul der Allgemeinen Degradation konnten 76 % der Probenahmestellen mit „gut" oder „sehr gut" bewertet werden. Im vorherigen Bewertungszeitraum waren es noch 68 %. Nur 24 % der Probenahmestellen wiesen weiterhin einen gewissen Handlungsbedarf auf. Keine der Probenahmestellen war mit „unbefriedigend" oder „schlecht" bewertet.

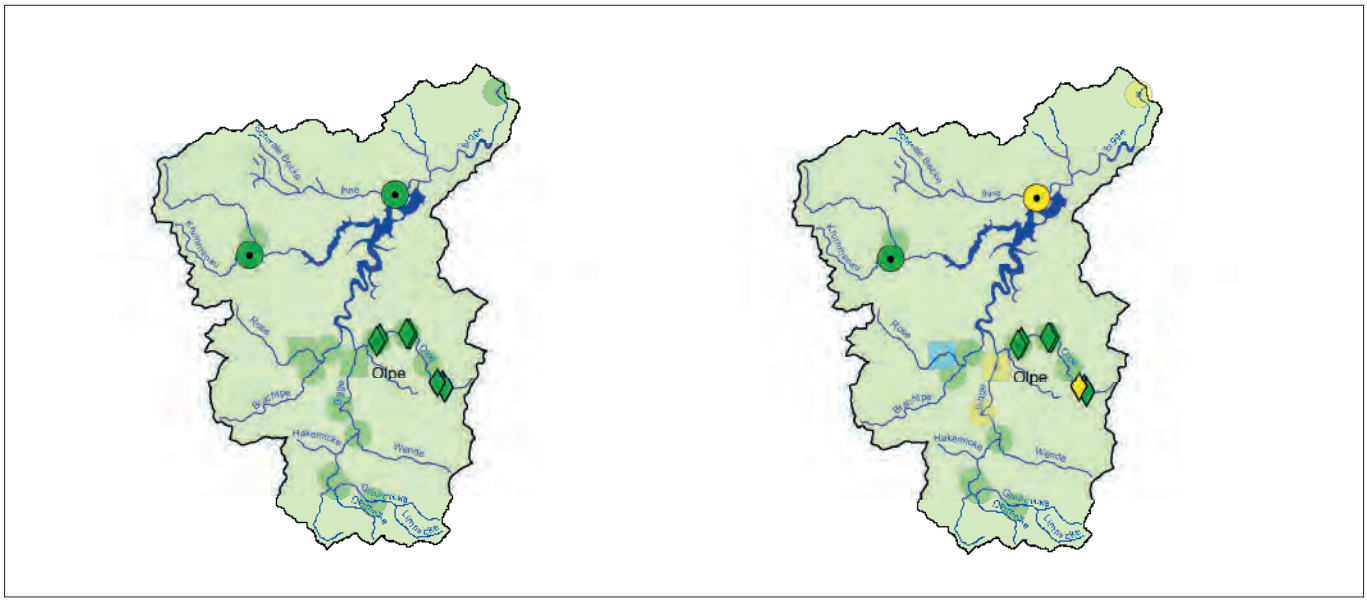


Bild 4.12: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Obere Ruhr 1 (PE 1200) (links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation) Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2023, große, schwach gefärbte Symbole = 2018 bis 2022. Quelle (Karte): Land NRW (2020) 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 Ruhr 1 (PE 1200). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2023, large, lightly coloured symbols = 2018 to 2022. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

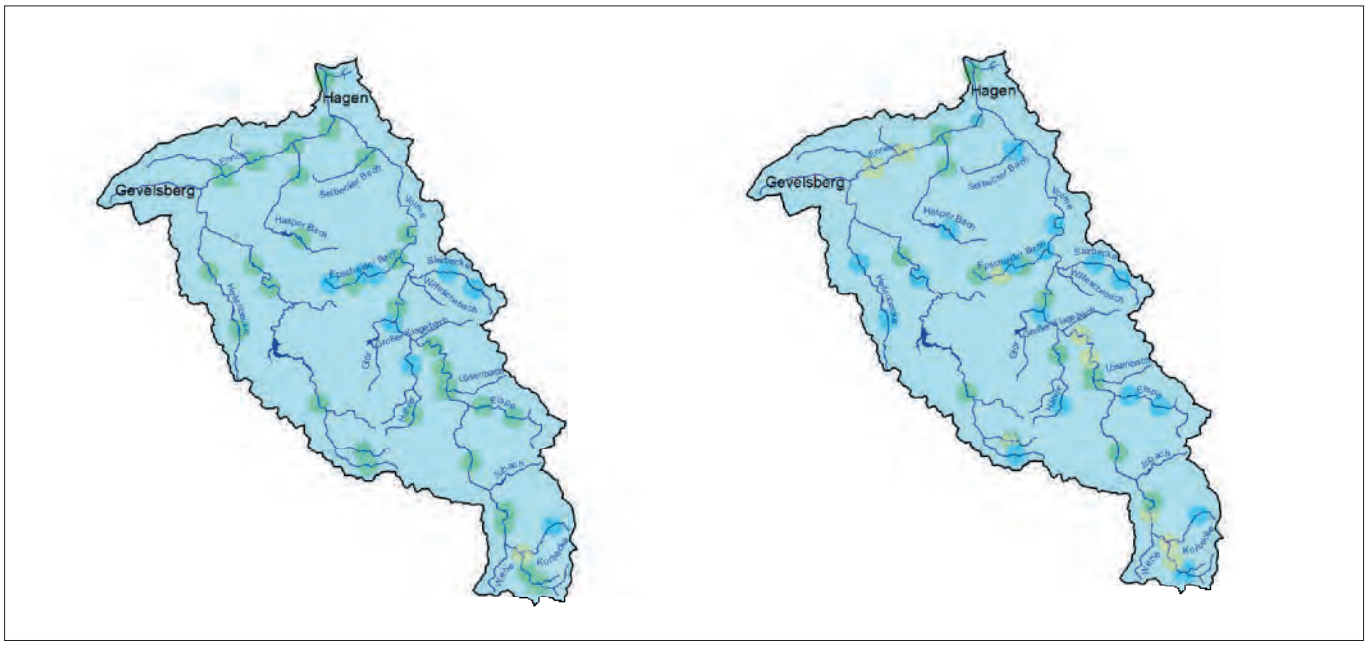


Bild 4.13: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Obere Ruhr 2 (PE 1100) (links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2023, große, schwach gefärbte Symbole = 2018 bis 2022. Quelle (Karte): Land NRW (2020) 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 Upper Ruhr 2 (PE 1100). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2023, large, lightly coloured symbols = 2018 to 2022. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

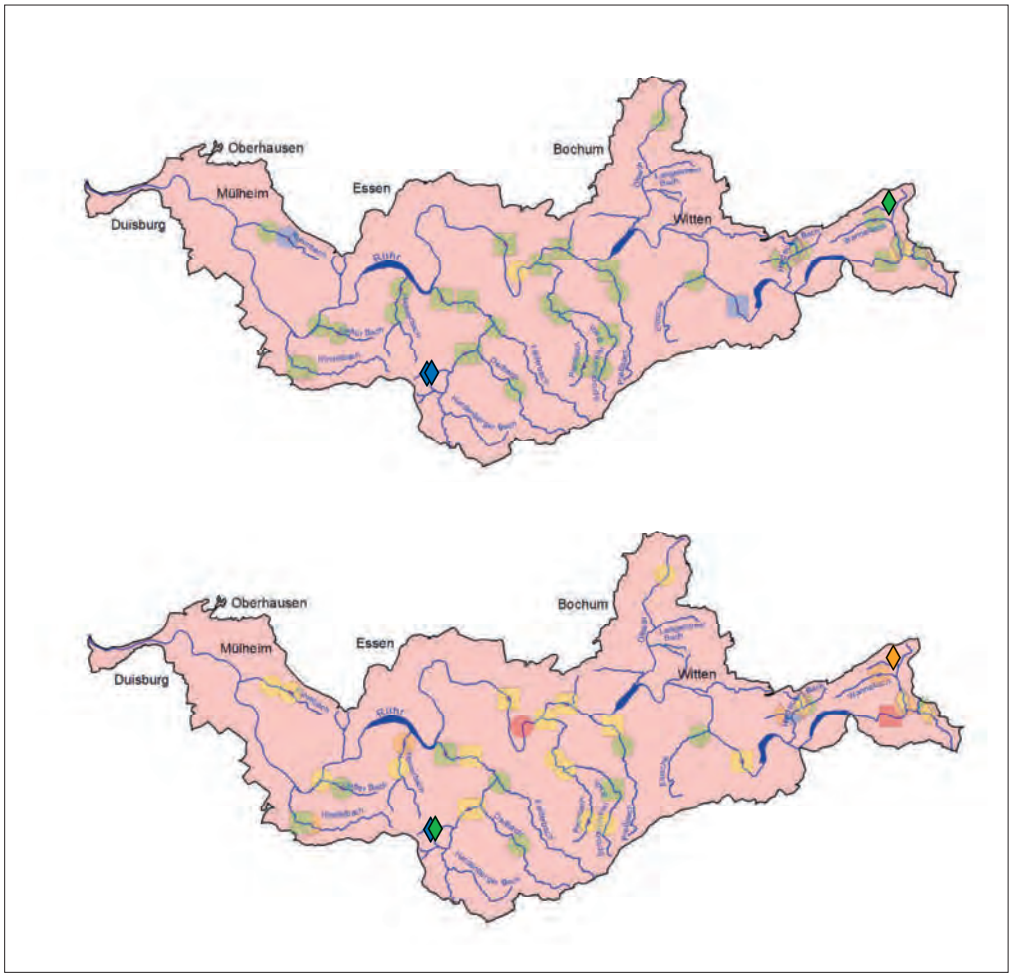


Bild 4.14: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Möhne (PE 1000) (oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2023, große, schwach gefärbte Symbole = 2018 bis 2022. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz 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 Möhne (PE 1000). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2023, large, lightly coloured symbols = 2018 to 2022. Source (map): Land NRW (2020) Daten-lizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Planungseinheit 1100 Volme (Bild 4.13)

Diese Planungseinheit im Volme Einzugsgebiet weist überwiegend als NWB ausgewiesene Wasserkörper aus. Mit 49 Probenahmestellen, die im Betrachtungszeitraum 2018 – 2023 untersucht wurden, gehört sie zu den am intensivsten untersuchten Planungseinheiten. Im Jahr 2023 wurden hier keine Untersuchungen durchgeführt.

Von den 49 dargestellten Probenahmestellen wiesen bis auf zwei Ausnahmen alle einen guten oder sogar sehr guten saprobiellen Zustand auf. Unter anderem wurde die Probenahmestelle „unterhalb KA Breckerfeld" in der Illekatte im Modul der Saprobie mit „mäßig" bewertet. Da der Abfluss der Illekatte bei mittlerem Abfluss zu etwa 60 % aus Kläranlagen-Ablauf besteht, ist nicht zu erwarten, dass auch bei Einhaltung der Phosphor und Ammoniumwerte ein guter ökologischer Zustand bei optimaler Reinigungsleistung der Kläranlage erreicht werden kann. Im Modul der Allgemeinen Degradation konnten 69 % mit „gut" oder „sehr gut" bewertet werden. Es gab in dieser Planungseinheit keine Probenahmestelle, die mit „schlecht" bewertet wurde.

Die Probenahmestelle „oberhalb Mündung Illekatte" im Epscheider Bach konnte sich im Vergleich zur Voruntersuchung aus dem Jahr 2015 in allen Modulen auf einen mit „sehr gut" bewerteten ökologischen Zustand verbessern und ist damit leitbildkonform.

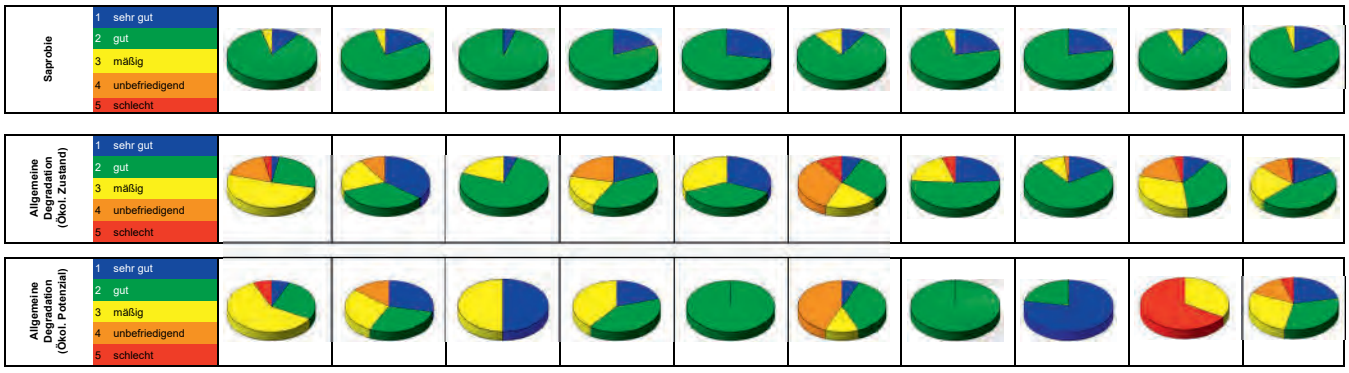
Planungseinheit 1000 Untere Ruhr (Bild 4.14)

Das Einzugsgebiet der „Unteren Ruhr" wurde in diesem Betrachtungszeitraum an 48 Probenahmestellen in 19 Gewässern untersucht. Von den 48 Probenahmestellen lagen 35 in als NWB ausgewiesenen und 13 in als HMWB ausgewiesenen Wasserkörpern mit der Fallgruppe Bebauung mit und ohne Vorland (BoV und BmV) sowie Einzelfallbetrachtung (EFB). Anders als noch im Vorjahreszeitraum, in welchem die Bewertungsgrundlage von Seiten des Landes für HMWB – Wasserkörper der unteren Ruhr noch nicht abschließend geklärt war und diese Probenahmestellen nach dem worst case Prinzip als NWB – Wasserkörper bewertet wurden, konnte seit 2022 eine angepasste Typbewertung zugrunde gelegt werden („Grundlagen der Bewertung von Gewässeranalysedaten im Ruhrgütebericht") (s. Kapitel 2), so dass die betroffenen Probenahme-

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 2018 bis 2023. 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, 2018 to 2023. Results „Monitoring der Umweltverwaltung": Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, http://www.lanuv.nrw.de in cooperation with Ruhrverband

		Untere Ruhr (1000)				Volme (1100)				Bigge (1200)				Untere Lenne (1300)				Obere Lenne (1400)				Mittlere Ruhr (1500)				Obere Ruhr 1 (1600)				Obere Ruhr 2 (1700)				Möhne (1800)				Ruhreinzugs-gebiet
		Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Summe	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Summe	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Summe	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Summe	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Summe	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Summe	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Summe	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Summe	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Summe	Summe
NWB		○	◊	⊙		○	◊	⊙		○	◊	⊙		○	◊	⊙		○	◊	⊙		○	◊	⊙		○	◊	⊙		○	◊	⊙		○	◊	⊙		
Saprobie	1 sehr gut	0	3	2	**5**	2	0	6	**8**	0	1	0	**1**	4	0	3	**7**	5	2	3	**10**	3	0	2	**5**	4	0	1	**5**	1	1	14	**16**	1	0	2	**3**	**60**
	2 gut	18	13	12	**43**	7	8	24	**39**	2	6	14	**22**	9	4	18	**31**	12	4	10	**26**	21	19	6	**46**	12	2	3	**17**	3	25	29	**57**	10	9	8	**27**	**308**
	3 mäßig	1	0	1	**2**	1	1	0	**2**	0	0	0		0	0	0		0	0	0		4	2	0	**6**	0	1	0	**1**	0	0	0		1	1	0	**2**	**13**
	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		
	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		
	Summe				**50**				**49**				**23**				**38**				**36**				**57**				**23**				**73**				**32**	**381**
Allgemeine Degradation (Ökol. Zustand)	1 sehr gut	0	1	0	**1**	1	0	14	**15**	0	1	0	**1**	1	0	5	**6**	6	2	3	**11**	2	0	1	**3**	3	0	2	**5**	1	1	8	**10**	1	0	2	**3**	**55**
	2 gut	5	3	1	**9**	2	3	9	**14**	2	5	9	**16**	8	0	5	**13**	7	1	5	**13**	6	2	4	**12**	8	1	2	**11**	3	18	26	**47**	3	1	7	**11**	**146**
	3 mäßig	7	9	2	**18**	5	3	1	**9**	0	1	3	**4**	2	3	2	**7**	3	3	5	**11**	3	3	2	**8**	3	1	0	**4**	0	2	4	**6**	2	6	1	**9**	**76**
	4 unbefriedigend	1	2	3	**6**	1	3	0	**4**	0	0	0		1	1	5	**7**	0	0	0		6	8	0	**14**	0	0	0		0	1	0	**1**	3	2	0	**5**	**37**
	5 schlecht	1	0	0	**1**	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		4	0	0	**4**	0	1	0	**1**	0	0	0		1	0	0	**1**	**7**
	Summe				**35**				**42**				**21**				**33**				**35**				**41**				**21**				**64**				**29**	**321**
HMWB		□	◇	▪		□	◇	▪		□	◇	▪		□	◇	▪		□	◇	▪		□	◇	▪		□	◇	▪		□	◇	▪		□	◇	▪		
Allgemeine Degradation (Ökol. Potenzial)	1 sehr gut	0	1	0	**1**	0	0	2	**2**	0	0	1	**1**	0	0	1	**1**	0	0	0		1	0	0	**1**	0	0	0		0	4	3	**7**	0	0	0		**13**
	2 gut	2	0	2	**4**	1	0	1	**2**	0	0	0		0	0	2	**2**	1	0	0	**1**	5	0	1	**6**	2	0	0	**2**	0	0	2	**2**	0	0	0		**19**
	3 mäßig	3	0	6	**9**	0	0	2	**2**	0	0	1	**1**	1	0	1	**2**	0	0	0		1	1	0	**2**	0	0	0		0	0	0		1	0	0	**1**	**17**
	4 unbefriedigend	0	0	0		0	0	1	**1**	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	7	0	**7**	0	0	0		0	0	0		0	0	0		**8**
	5 schlecht	0	0	1	**1**	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		1	1	0	**2**	**3**
	Summe				**15**				**7**				**2**				**5**				**1**				**16**				**2**				**9**				**3**	**60**



stellen als HMWB – Wasserkörper in ihrem ökologischen Potenzial bewertet wurden.

Diese Planungseinheit wies für den Betrachtungszeitraum 2018 bis 2023 an 96 % der Probenahmestellen einen sehr guten oder guten saprobiellen Zustand auf. Die Allgemeine Degradation erfüllte jedoch nur an 29 % der insgesamt 48 berücksichtigten Probenahmestellen die Anforderungen für einen guten oder sehr guten ökologischen Zustand im Sinne der EG-WRRL. Ursächlich dafür waren vor allem veränderte Gewässerstrukturen. Die Gewässer sind durch bestehende Nutzungsansprüche (Siedlungstätigkeiten, Hochwasserschutz, Wasserkraftnutzung, Rohwasserentnahme für die Trinkwassergewinnung, etc.) so überprägt, dass ein natürlicher oder naturnaher Zustand selten vorliegt.

Zusammenfassung zum Makrozoobenthos

Eine Gesamtübersicht über die messstellenbezogene Verteilung der Ergebnisse der biologischen Gewässeruntersuchungen in den jeweiligen Planungseinheiten und dem gesamten Ruhreinzugsgebiet gibt Tabelle 4.3 wieder.

Die Ruhr zeigte saprobiell fast durchgängig einen guten oder sogar sehr guten Zustand. Zusammenfassend waren im Ruhrlängsverlauf im Berichtszeitraum (2018 bis 2023) 3 % der 36 untersuchten Probenahmestellen saprobiell mit „sehr gut", 89 % mit „gut" und 8 % mit „mäßig" bewertet.

Die Bewertung der Ruhr im Modul AD 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 im Zeitraum von 2018 bis 2023 betrachteten 36 Probenahmestellen 48 % mit „gut", 25 % mit „mäßig", 19 % mit „unbefriedigend" und 8 % mit „schlecht" bewertet. Anders als im vorherigen Betrachtungszeitraum, in welchem 63 % der Probenahmestellen den guten ökologischen Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial verfehlten, sind es in diesem Betrachtungszeitraum nur noch 52 %.

Im Betrachtungszeitraum 2018 bis 2023 zeigten im Rahmen der gewässerökologischen Untersuchungen der Planungseinheiten an der Ruhr und ihren Nebengewässern insgesamt 368 von 381 Probenahmestellen (97 %) einen guten oder sehr guten saprobiellen Zustand.

Mit Blick auf die Allgemeine Degradation wiesen 232 Probenahmestellen, entsprechend 61 %, der im Zeitraum 2018 bis 2023 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 nun weniger als der Hälfte der Probenahmestellen waren vielfach die nutzungsbedingt veränderten Gewässerstrukturen.

5 Trophische Situation in der Ruhr

Die trophische Situation der unteren Ruhr mit ihren Flussstauseen wird von den physikalisch-chemischen Gegebenheiten und biologischen Prozessen wie der planktischen Primär- und Sekundärproduktion beeinflusst. Seit etwa zwei Jahrzehnten haben sich die in der Vergangenheit typischen Verhältnisse mit zwei Phytoplanktonblüten im Frühjahr und Spätsommer und einem durch die Zooplanktonentwicklung bedingten, dazwischenliegenden Klarwasserstadium deutlich verändert. Sie sind nun nicht mehr in jeder Vegetationsperiode erkennbar. Ursache hierfür sind die mittlerweile in allen Stauseen der Ruhr etablierten Makrophyten, in erster Linie die eingewanderte Gattung *Elodea nuttallii*, die in jeder Vegetationsperiode aufs Neue in Konkurrenz zu den planktischen Algen um die freien Nährstoffe in der Ruhr stehen. Auch die Verbreitung der aus Asien eingeschleppten algivoren (algenfressenden) Körbchenmuschel *Corbicula sp.* [5.1] in den Uferbereichen der Ruhr ist für das Nahrungsnetzgefüge und die Trophie zunehmend von Belang und beeinflusst die Entwicklung des Zooplanktons als zusätzlicher Phytoplankton-Konsument.

Zur Bewertung der planktischen Primärproduktion (Algenwachstum) wird routinemäßig der Chlorophyll-a-Gehalt herangezogen. Ergänzt werden diese Ergebnisse durch qualitative und quantitative Bestimmungen des Phytoplanktons (Primärproduzenten) am Ein- und Auslauf des Baldeneysees und des Zooplanktons (v. a. Primärkonsumenten) am Auslauf des Sees, da nur dort die erforderliche Wassertiefe für eine Zooplanktonprobenahme gegeben ist. In den folgenden Abschnitten werden die Untersuchungsergebnisse aus dem Jahr 2023 gemeinsam mit den langjährigen Untersuchungen unter Berücksichtigung abiotischer (Globalstrahlung, Wassertemperatur und Abfluss) und biotischer Faktoren (algenkonsumierende Zooplankter bzw. Muscheln sowie Makrophyten) dargestellt und erläutert.

Klimatische Bedingungen

Das Jahr 2023 war wieder außergewöhnlich warm, im Vergleich zu den langjährigen Bedingungen aber sehr regenreich. Betrachtet man Deutschland in seiner Gesamtheit gilt es als das wärmste, aber sechsnasseste Jahr seit Messbeginn 1881 [5.2]. In der Jahressumme wurden für Essen durch den Deutschen Wetterdienst 1372 l/m² Niederschlag registriert, was 148 % des langjährigen Mittels (Vergleichszeitraum 1991 – 2020) entspricht [5.2]. Aus einer meist überdurchschnittlichen Regenbilanz, die angeführt wurde vom März mit 248 % der

[5.1] Ruhrverband: Vorkommen und Bedeutung der neozooischen Körbchenmuschel Corbicula in der Ruhr. – Ruhrgütebericht 2016. S. 99-104.

[5.2] Deutscher Wetterdienst (DWD): Deutschlandwetter im Jahr 2023; www.dwd.de/presse

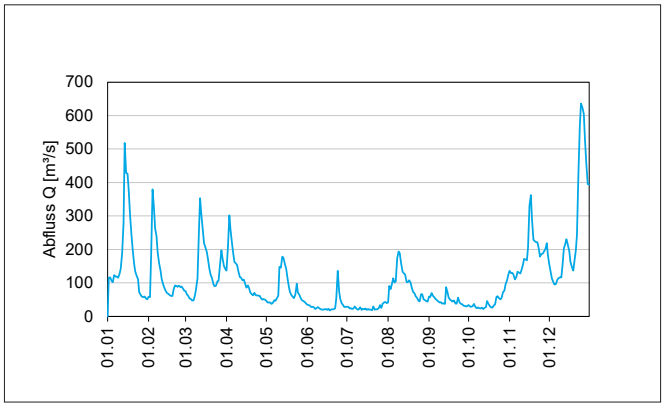


Bild 5.1: Abflussganglinie der Ruhr am Pegel Hattingen von Januar bis Dezember 2023 (b) auf Basis von Tagesmittelwerten
Fig. 5.1: Runoff hydrograph at the Hattingen gauging station from January to the end of December (b) based on the daily average

sonst üblichen Menge, traten lediglich der Februar, Mai und September mit nur etwa 70 % des langjährigen Mittelwerts hervor. In allen anderen Monaten regnete es jeweils weit mehr als durchschnittlich. Darum folgten auch in diesem Jahr auf die üblichen Hochwasserereignisse an der Ruhr im Frühjahr, mit Abflusswerten bis etwa 400 m³/s am Pegel Hattingen, mehrere kleinere Wellen bis etwa 200 m³/s im Laufe des Sommers. Bereits im November wurde dann wieder ein Hochwasser bis an die 400 m³/s heran und Ende Dezember weit darüber hinaus (Bild 5.1) registriert. Bezüglich der mittleren Lufttemperaturen blieben nur die Monate April, Juli und August unter den Werten des Vergleichszeitraums. Alle anderen Monate waren zwischen 0,3 °C und 4,0 °C zu warm. Die Monatsmittelwerte der Globalstrahlung des Jahres 2023 (Bild 5.2), dargestellt als kJ/cm²*d, lagen bis in den April hinein im Bereich der Mittelwerte der Jahre 1971 – 2022. Der Juni erreichte einen neuen Höchstwert mit 2,4 kJ/cm²*d. Für das gesamte Jahr 2023 lag die Globalstrahlung in Summe bei 12,98 kJ/cm²*d. Das sind 119 % im Vergleich zum Mittelwert der letzten 52 Jahre (10,95 kJ/cm²*d).

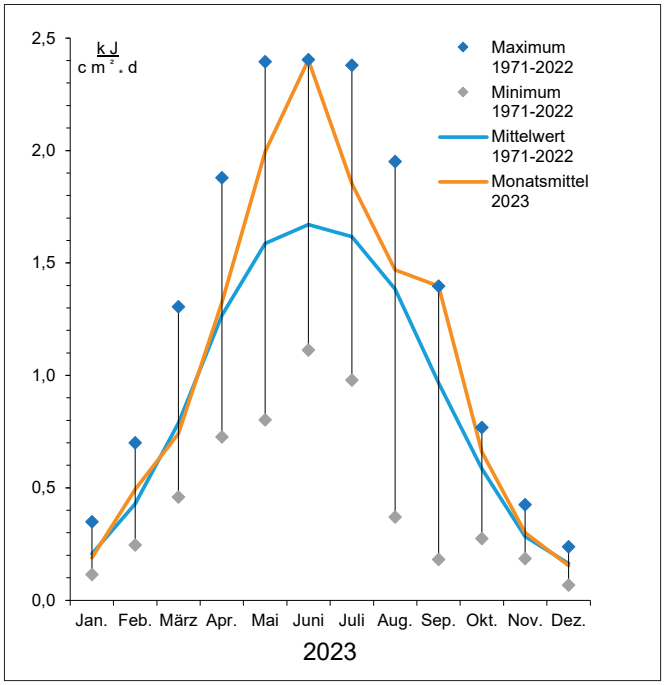


Bild 5.2: Monatsmittelwerte der Globalstrahlung bei Essen im Jahr 2023 und Spannweite der Mittelwerte der Jahre 1971 bis 2022
Fig. 5.2: Monthly means of global radiation at Essen 2023 and spectrum of mean values from 1971 to 2022

Plankton

Die Bilder 5.3 bis 5.5 beruhen auf der mikroskopischen Zählung der Algentaxa. Hierzu wurden aus den dreimal wöchentlich in Essen-Rellinghausen (Einlauf Baldeneysee) entnom-

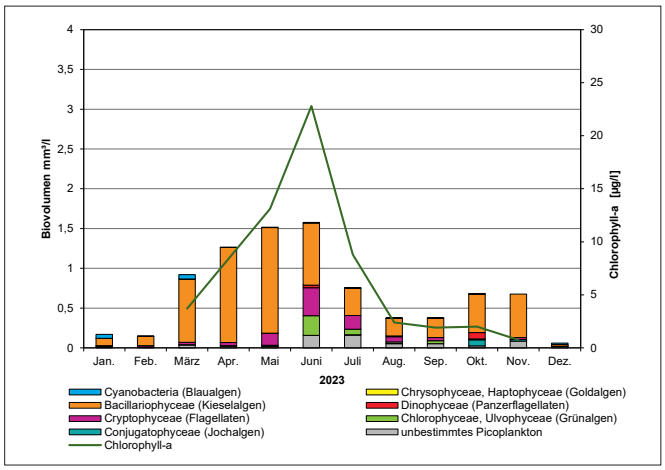


Bild 5.3: Jahreszeitliche Sukzession der Planktonalgen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Jahr 2023
Fig. 5.3: Seasonal succession of phytoplankton in the River Ruhr at Essen-Rellinghausen 2023

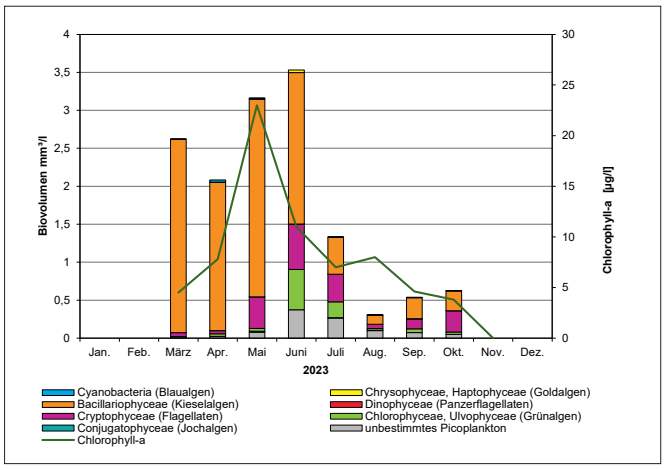


Bild 5.4: Jahreszeitliche Sukzession der Planktonalgen im Baldeneysee vor dem Wehr im Jahr 2023
Fig. 5.4: Seasonal succession of plankton algae in Lake Baldeney in front of the weir during the year 2023

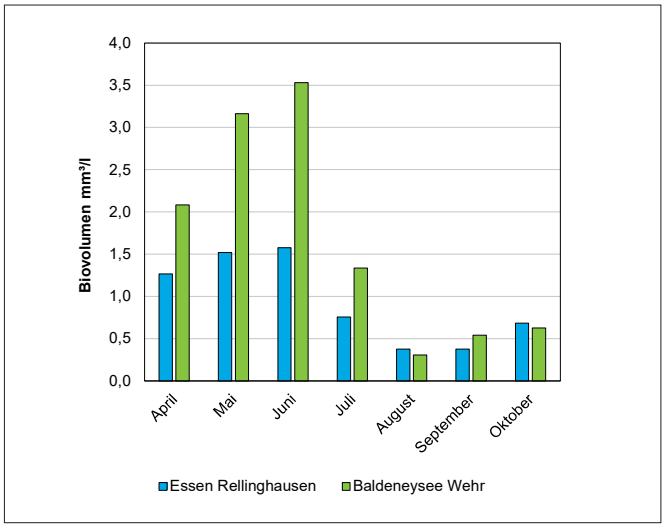


Bild 5.5: Jahreszeitliche Sukzession der Biovolumen des Phytoplanktons in Zulauf (Ruhr in Essen Rellinghausen) und am Ende des Baldeneysees vor dem Wehr in der Vegetationsperiode 2023.
Fig. 5.5: Seasonal succession of biovolume of phytoplankton at the inflow (Ruhr at Essen-Rellinghausen) and the end of Lake Baldeney in front of the weir during the vegetation period 2023

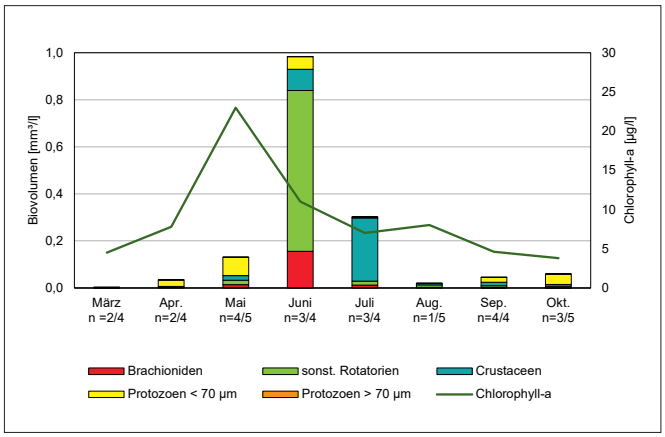


Bild 5.6: Jahreszeitliche Sukzession des Zooplanktons der Ruhr bei Essen Werden im Jahr 2023
Fig. 5.6: Seasonal succession of zooplankton in the Ruhr at Essen Werden in 2023

menen Schöpfproben Monatsmischproben hergestellt und ausgezählt (Bild 5.3). Nach gleicher Methode wurden Phytoplanktonproben aus dem Baldeneysee auf Höhe des Wehres (Auslauf des Baldeneysees) untersucht (Bild 5.4). Durch den Vergleich beider Ergebnisse kann über Eintrag und Austrag von Phytoplankton sowie, unter Berücksichtigung des „Grazings" durch das Zooplankton, der Zuwachs an Algenbiomasse im Baldeneysee im Verlauf der Vegetationsperiode quantifiziert werden (Bild 5.5). Zur Analyse der Zusammensetzung des Zooplanktons (Bild 5.6) wird am Wehr des Baldeneysees wöchentlich eine Probenahme mit Hilfe eines Zooplanktonnetzes über die gesamte Wassertiefe vorgenommen. Auf Grund des immer wieder erhöhten Abflusses während der Vegetationsperiode konnten in diesem Jahr jedoch nicht in jeder Woche Proben gezogen werden, da das trichterförmige Zooplanktonnetz nur in stehendem Wasser korrekt verwendet werden kann. Daher sind in Bild 5.6 unter den jeweiligen Monatsbezeichnungen unter der x-Achse die Anzahl der gezogenen Proben pro Monat angegeben. Jede vorhandene Probe wurde einzeln ausgezählt und die Ergebnisse im Nachgang zu Monatswerten zusammengefasst. Bild 5.7 zeigt die Langzeitentwicklung des Zooplanktons am Wehr des Baldeneysees im Laufe der letzten 20 Jahre an Hand des Biovolumens der vorkommenden Klassen. Die räumliche und zeitliche Entwicklung des Algenvorkommens in der Ruhr auf der Fließstrecke von Hattingen bis Duisburg ist durch die in der Vegetationsperiode gemessenen Chlorophyll-a-Gehalte in Bild 5.8 dargestellt.

Situation am Einlauf des Baldeneysees (Essen-Rellinghausen)

Dass sich die Abflusssituation im Laufe des Jahres 2023 kaum über längere Phasen entspannte, spiegelt sich sehr deutlich an der Planktonentwicklung in den Ruhrstauseen wider. Die Gesamtkonzentration lag am Einlauf des Baldeneysees mit 8,5 mm³/l nur etwa halb so hoch wie 2022 mit 15,5 mm³/l, was sicher zu einem großen Teil den über das gesamte Jahr immer wieder erhöhten Pegelständen und damit einhergehender Drift geschuldet ist. Erst Anfang März 2023 beruhigte sich die Abflusssituation der Ruhr (Bild 5.1) für kurze Zeit, so dass mit ansteigender Globalstrahlung (Bild 5.2) eine zögerliche Planktonentwicklung in den Ruhrstauseen möglich wurde. Ab Ende März erreichten die Wassertemperaturen dann erstmals kontinuierlich Werte um 8 °C, so dass *Elodea nuttallii*, beginnen konnte zu wachsen. Von März bis Juni kam es zu einem von Monat zu Monat leicht ansteigenden Eintrag von Phytoplankton in den Baldeneysee mit Biovolumen von 0,93 mm³/l bis 1,58 mm³/l (Bild 5.3), dazu schwankenden Chlorophyll-Konzentrationen bis zu 40 µg/l (Bild 5.8). Die Planktonpopulation bestand bis in den Mai hinein zu 90 % aus Kieselalgen (Diatomeen), hier kleine und mittelgroße radiäre Diatomeen (5-20 µm) und der fadenbildenden Kieselalge Melosira varians (Bild 5.9). Diese Zusammensetzung ist in der Ruhr typisch für Frühlingsbedingungen, da Kieselalgen sich bereits bei kalten Wassertemperaturen gut vermehren können [5.3]. Auch das Zooplankton konnte sich auf Grund des immer wieder erhöhten Abflusses und der daraus resultierenden Drift erst ungewöhnlich spät entwickeln. Erst im Juni entstand eine größere Population, die in erster Linie aus Rädertierchen (Rotatorien) bestand. Durch deren Fraßdruck wurde das Phytoplankton von 1,58 mm³/l im Juni um die Hälfte auf ein Biovolumen von 0,75 mm³/l im Juli reduziert. Ab Mai nahm das sogenannte Sommerplankton, wärmeliebende Grünalgen, Goldalgen und Flagellaten, zu und erreichte im Juni seinen Höhepunkt mit einem Biovolumen von

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

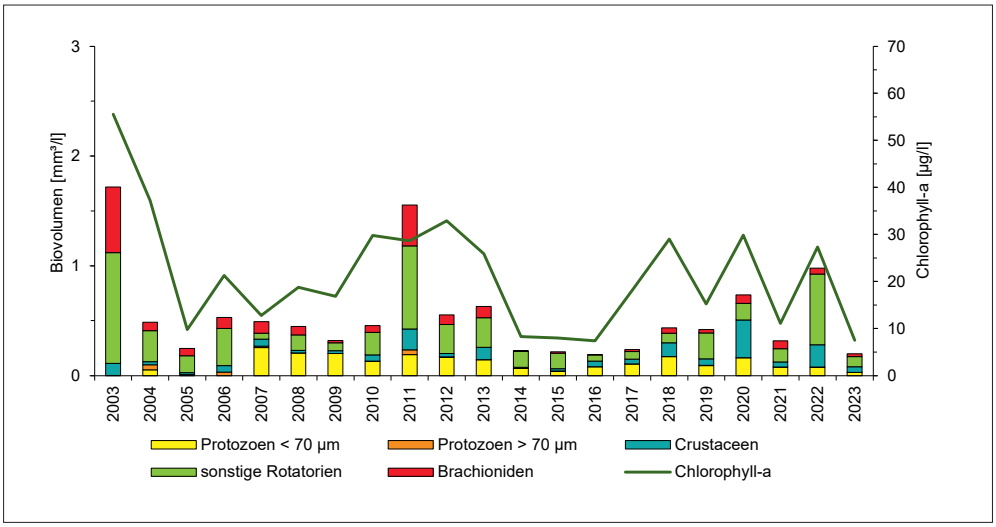


Bild 5.7: Zooplankton und Chlorophyll-a im Baldeneysee (Saisonmittel März bis Oktober)
Fig. 5.7: Zooplankton and chlorophyll-a in Lake Baldeney (seasonal means March to October)

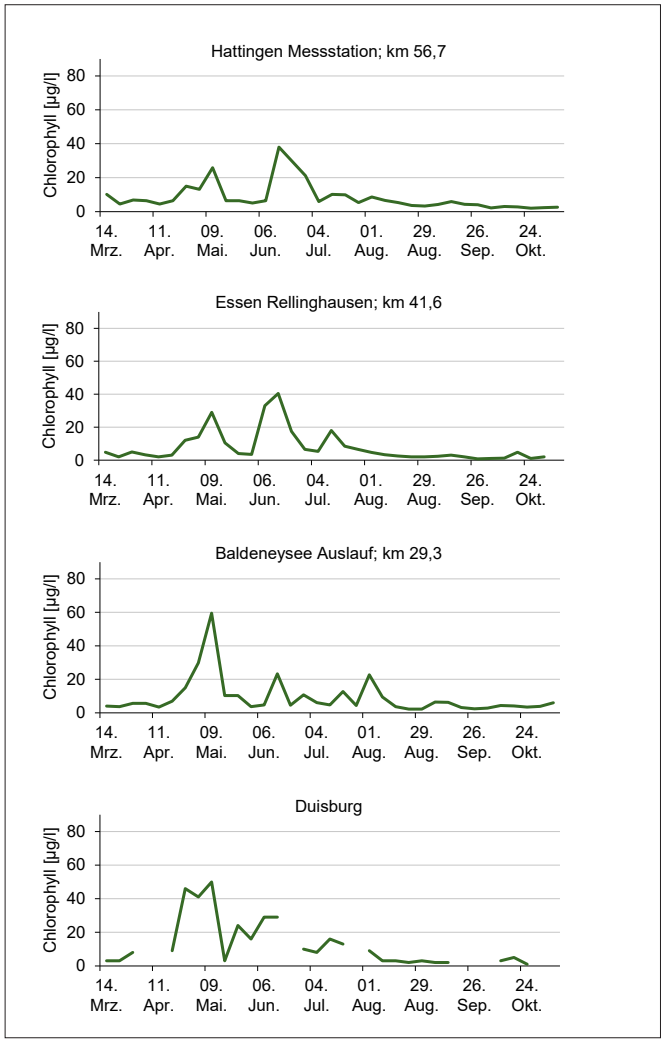


Bild 5.8: Algenentwicklung (als Chlorophyll-a-Gehalt) an verschiedenen Stellen der Ruhr im Verlauf des Jahres 2023
Fig. 5.8: Development of phytoplankton (as chlorophyll a concentration) determined in various cross-sections of the River Ruhr in 2023

0,6 mm³/l, etwa 40 % der Gesamtmenge. Bezogen auf die Vegetationsperiode von April bis Oktober, lag der Anteil des sogenannten Sommerplanktons bei 19 %, der Volumenanteil der Kieselalgen bei 70 %. Somit ist im Vergleich zum letzten Jahr die Zusammensetzung des Phytoplanktons ähnlich (15 % zu 67 %), jedoch wie bereits zu Beginn des Abschnitts erwähnt, mit auf die Hälfte reduziertem Gesamtbiovolumen. Etwa 8 % (2022: 13 %) entfielen in der Vegetationsperiode am Einlauf des Sees auf die sehr kleinen Zellen (unter 5 µm) des unbestimmten Picoplanktons, das in der Ruhr immer einen relativ hohen Anteil ausmacht. Auf Grund seiner geringen Größe ist es eine sehr gute Nahrungsgrundlage für den kleinvolumigen Anteil des Zooplanktons, die Rotatorien (Rädertiere).

Auch in diesem Jahr kam es zwischen März und Oktober zu einem Eintrag von Cyanobakterien, hier die fadenbildenden Gattungen Oscillatoria spec. und Romeria spec. in den Balde-

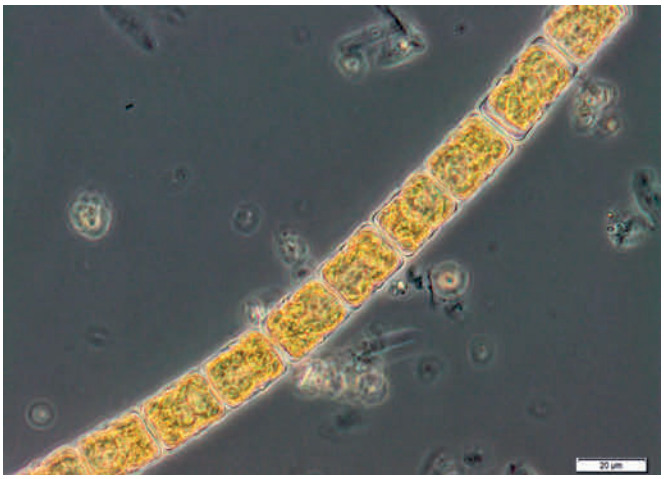


Bild 5.9: Exemplarisches Bild der Kieselalge Melosira varians
Fig. 5.9: Exemplary image of the diatom Melosira varians

neysee. Ihr Anteil an der Gesamtmenge lag bei sehr geringen 0,8 %, ihr Vorkommen ist aber innerhalb der Vegetationsperiode noch relativ neu und ungewöhnlich. Oscillatoria spec. wächst in Matten am Gewässergrund und schwimmt nur bei hohen Photosyntheseraten auf, da die entstehenden Sauerstoffbläschen ihnen dann Auftrieb bieten. Auch die erhöhten Strömungsverhältnisse im See trugen sicher zu einem vermehrten Ablösen vom Gewässergrund und Aufschwimmen dieser Alge bei. Erst dadurch wurde diese Gattung in den Planktonproben sichtbar.

Mit einem mittleren Chlorophyll-a-Gehalt von 8,0 µg/l von April bis Oktober lag die Ruhr bei Essen-Rellinghausen weiterhin unter dem Kennwert planktonführender Fließgewässer gemäß dem Monitoringleitfaden NRW. Demnach werden Fließgewässer nur dann als „planktonführende Fließgewässer" bezeichnet, wenn sie in der Vegetationsperiode eine Chlorophyll-a-Konzentration von 20 µg/l als Saisonmittel überschreiten (Bild 5.10). Dies war in den letzten 20 Jahren in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen nur 2011 der Fall, einem Jahr mit bereits überdurchschnittlicher Globalstrahlung über die gesamte Vegetationsperiode hinweg, kombiniert mit sehr geringen Abflusswerten.

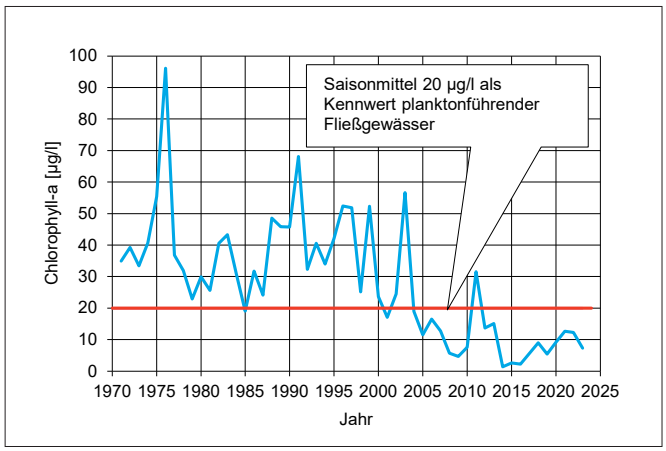


Bild 5.10: Jahresmittelwerte des Chlorophyll-a-Gehalts in der Ruhr bei Essen Rellinghausen in der Vegetationsperiode April-Oktober 1971 bis 2023

Fig. 5.10: Annual means of the chlorophyll-a-concentration in the Ruhr at Essen-Rellinghausen during vegetation period (April to October), 1971 to 2023

Planktonentwicklung im Baldeneysee

Bild 5.5 stellt die aufsummierten Ergebnisse in Biovolumen (mm^3/l) der monatlichen Phytoplanktonzählung am Einlauf und am Auslauf des Baldeneysees gegenüber. Durch den direkten Vergleich kann der Zuwachs an Algenbiomasse im Baldeneysee im Verlauf der Vegetationsperiode unter Berücksichtigung des „Grazings" durch das Zooplankton quantifiziert werden. Hier zeigt sich, dass auch innerhalb des Baldeneysees das Phytoplankton in diesem Jahr nur geringe Möglichkeiten hatte, sich zu entwickeln. 2022 hatte sich das Biovolumen, bei bereits zweimal so großem Eintragsvolumen im Vergleich zu 2023, im April innerhalb des Sees vervierfacht (von 2,36 mm^3/l auf 10,6 mm^3/l) und in den folgenden Monaten bis in den Juli jeweils mehr als verdoppelt. Dagegen kam es im Berichtsjahr 2023 zwar ab April zu einem stetigen Anstieg der Population, jedoch erst im Juni zu einer Verdopplung des Biovolumens zwischen Essen-Rellinghausen und Baldeneysee Wehr von 1,58 mm^3/l auf 3,53 mm^3/l. Im Juli war dieser Trend bereits rückläufig und im August kam es sogar kurz zu einer Umkehr des Prozesses: Es wurde mehr Phytoplankton in den See eingetragen, als hinausfloss. Die Gründe hierfür sind die sich in diesem Zeitraum gut entwickelnde Zooplanktonpopulation als Fraßfeind und der im August wieder stark ansteigende Abfluss, der die Aufenthaltszeit des Planktons im Baldeneysee minimiert und so die Möglichkeit zur Primärproduktion fast unmöglich macht. Die Zusammensetzung des Phytoplanktons bestand im Frühjahr in erster Linie aus der fädigen Kieselalge Melosira varians (5.9) die im März über 80 % der Population ausmachte. Sie eignet sich auf Grund ihres großen Biovolumens von bis zu 7000 $µm^3$ und ihrer Neigung zur Fadenbildung nicht als Nahrung für das im Baldeneysee übliche Frühlings-Zooplankton, die kleinen Rotatoriengattungen *Keratella quadrata*, *Brachionus calyciflorus*., *Polyarthra spec.* und *Synchaeta spec.*. Diese erreichen selbst nur Biovolumen bis etwa 3000 $µm^3$. Die radiären Diatomeen, die mit 5-20 µm Durchmesser und somit einem Biovolumen von 25-800 $µm^3$ besser geeignet gewesen wären, waren zu diesem Zeitpunkt mit nur etwa 10 % an der Gesamtpopulation beteiligt. Im Laufe des fortschreitenden Frühlings nahmen die radiären Diatomeen zu und *Melosira varians* ab, was im Mai der Rotatoriengemeinschaft im See zumindest eine geringe Möglichkeit gab, sich zu entwickeln. Erst im Juni, bei verstärktem Auftreten des sog. „Sommerplanktons" (Grünalgen, Flagellaten und Goldalgen), einer guten Nahrungsquelle für Zooplankton, insbesondere den Rädertierchen, und einer Beruhigung des vorher stets stark schwankenden Abflusses für einige Wochen, begann sich eine umfangreichere Zooplanktonpopulation von etwa 1 mm^3/l zu entwickeln (5.6). Sie bestand aber noch immer zu 90 % aus den kleinen, im Baldeneysee heimischen Rotatorien, die noch nicht so effektiv zur Reduktion des Phytoplanktons in der Lage waren, wie dann im Juli die deutlich größeren, wärmeliebenden Blattfußkrebse (Cladoceren) *Bosmina longirostris* [5.4], *Ceriodaphnia spec.* und *Diaphanosoma brachyurum*. Alle drei Gattungen haben ein Temperaturoptimum bei ≥ 20°C und nehmen in den letzten Jahren im Baldeneysee deutlich zu. Sie waren, auf Grund ihrer feinen Filterkämme, in der Lage das in diesem Zeitraum dominierende kleine Phytoplankton, hier das nicht näher bestimmbare Picoplankton unter 5 µm und das sogenannte „Sommerplankton" (Grünalgen, Flagellaten und Goldalgen), wesentlich stärker zu reduzieren als die im Frühling und Frühsommer dominierenden Rotatorien [5.5].

[5.4] Lieder, U.: Süßwasserfauna von Mitteleuropa 8/2-3 Crustacea: Cladocera: Bosminidae, 1999, Spektrum Akademischer Verlag, Gustav Fischer

[5.5] Flößner, D.: Die Haplopoda und Cladocera Mitteleuropas, 2000, Backhuys Publishers.

Der in Bild 5.6 erkennbare starke Rückgang des Zooplanktons im August ist wegen fehlender Datensätzen nicht eindeutig belegt, da am Anfang des Monats mehrere Wochen lang, wegen starker Strömung, keine Zooplanktonnetzzüge eingeholt werden konnten. Allerdings ist ein solcher Rückgang durchaus plausibel, da es durch den erneut erhöhten Abfluss von bis zu 190 m^3/s zu großen Verlusten der Cladoceren-Population durch Verdriften gekommen sein dürfte.

In Bild 5.8 lässt sich die Entwicklung des Chlorophyll-a und damit des Phytoplanktons von der Messstation Hattingen über Ein- und Auslauf des Baldeneysees bis nach Duisburg gut nachvollziehen. Das in Hattingen bereits vorliegende Chlorophyll-a beruhte zu einem großen Teil auf dem ausgeschwemmten Phytoplankton aus den vorher bereits passierten drei Stauseen der Ruhr, Hengsteysee, Harkortsee und Kemnader See. Bis zum Einlauf in den Baldeneysee waren die Werte relativ unverändert, da bis dorthin keine Stillwasserbereiche vorhanden sind, in denen sich das Phytoplankton gut entwickeln könnte. Erst im Baldeneysee kam es im Mai zu einer Zunahme des Chlorophyll-a, allerdings wie oben beschrieben in diesem Jahr auch nur in geringem Ausmaß. Bis zum Messpunkt in Duisburg nahm die Fließgeschwindigkeit der Ruhr ab, so dass die Chlorophyllmengen aus dem Baldeneysee dort mit verzögerten Spitzen eintrafen.

Summiert man die dem Bild 5.8 zugrunde liegenden Wochenwerte des Chlorophyll-a für den Baldeneysee Auslauf auf, erhält man für das aktuelle Berichtsjahr 262 µg/l. Im Jahr 2022 lag dieser Wert bei 671 µg/l, folglich eine Reduktion um etwa 60 %. Dazu passend hat sich das Biovolumen aller Phytoplankter von April bis Oktober 2023 im Vergleich zum letzten Jahr von 34,35 mm^3/l auf 11,58 mm^3/l um etwa 65 % verringert. Das „Sommerplankton" (Grünalgen, Flagellaten und Goldalgen) machte innerhalb der gesamten Vegetationsperiode mit 2,86 mm^3/l etwa 25 % des Gesamtbiovolumens aus. Im letzten Jahr stellte es mit der dreifachen Summe (7,49 mm^3/l) 22 % des Gesamtbiovolumens. Der Anteil an Kieselalgen am Gesamtbiovolumen betrug 7,69 mm^3/l und damit 66 % der Gesamtmenge (im Jahr 2022 waren 22,46 mm^3/l immerhin 65 % der Gesamtmenge). Einen für den Baldeneysee ungewöhnlich hohen Anteil von 16 % des Biovolumens nahmen im Jahr 2023 die Cryptophyceen (Flagellaten) mit 1,8 mm^3/l ein. Wie bereits für den Einlauf des Sees geschildert, waren die Cyanobakterien mit 0,4 mm^3/l und somit 0,3 % nur in geringem Maße vertreten. Am Wehr des Sees wurden, wie am Einlauf, die Gattungen Romeria spec. und Oscillatoria spec. identifiziert. Etwa 7 % entfielen auf das nicht bestimmbare, sehr kleine Picoplankton unter 5 µm. Das Phytoplankton entsprach mit seinen dominierenden Gruppen in etwa immer noch der Zusammensetzung, wie sie typischerweise für das Plankton natürlicher Stillgewässer beschrieben wird [5.6].

Zu der geringen Entwicklung des Phytoplanktons passt für 2023 das zweitkleinste mittlere Biovolumen/Monat des Zooplanktons seit 20 Jahren mit 0,20 mm^3/l (Bild 5.7). 2022 lag dieser Wert bei 0,98 mm^3/l und somit fast fünfmal so hoch.

Auf Grund des Mangels an fressbarem Phytoplankton und des immer wieder erhöhten Abflusses entwickelte sich die sonst übliche Frühjahrspopulation von Rotatorien erst im Frühsommer, etwa gleichzeitig mit dem Wachstumsbeginn der sommerlichen Cladoceren- und Crustaceengesellschaft (Bild 5.6). Die Räuber-Beute-Konstellation [5.7] zwischen dem räuberischen Rädertier Asplanchna spec. und den kleineren vorkommenden Rotatorien, wie z. B. Brachionus calyciflorus und Keratella quadrata war wesentlich geringer ausgeprägt als im letzten Jahr, in dem Asplanchna spec. 22 % der Gesamtpopulation der Rotatorien ausmachte. In diesem Jahr waren es nur 8 % und somit der Fraßdruck aus den eigenen Reihen kaum vorhanden. Die große Nahrungskonkurrenz der effektiveren Cladoceren und der Einbruch in der Nahrungsdichte ist sicher ursächlich für den fast völligen Zerfall der Rotatorienpopulation im Juli. Gleichzeitig war innerhalb der Crustaceenpopulation im Juni und Juli der Anteil der adulten cyclopoiden Copepoden (Ruderfußkrebse) recht hoch, so dass von dieser Seite Fraßdruck auf die Rotatorien ausgeübt wurde. Adulte Cyclopoida ernähren sich, im Gegensatz zu ihren Juvenilstadien, den sog. Nauplien, eher carnivor, das heißt, sie bevorzugen tierische Nahrung [5.8].

Die in den kiesigen Uferbereichen eingegraben lebenden, planktonfiltrierenden Körbchenmuscheln Corbicula sp., hatten in diesem Jahr noch nicht wieder erkennbaren Einfluss auf die Trophie im Baldeneysee. Die Population war durch das außergewöhnliche Hochwasser im Juli 2021 auf weniger als 20 % ihrer vorherigen Bestände reduziert worden. Wie aus Bild 5.11 hervorgeht, begann sich 2023 der Bestand im Baldeneysee zu erholen. Es waren aber bisher in erster Linie juvenile Muscheln unter einem Jahr an der Probenahmestelle zu finden, da die älteren Generationen durch das Hochwasser stark geschädigt wurden. Die noch sehr kleinen Muscheln unter 10 mm Durchmesser haben eine nur sehr geringe Filtrationsleistung, die kaum ins Gewicht fällt. Die hohe Dichte von fast 500 Individuen/m^2 lässt jedoch eine vollständige Erholung der Population in den nächsten Jahren erwarten.

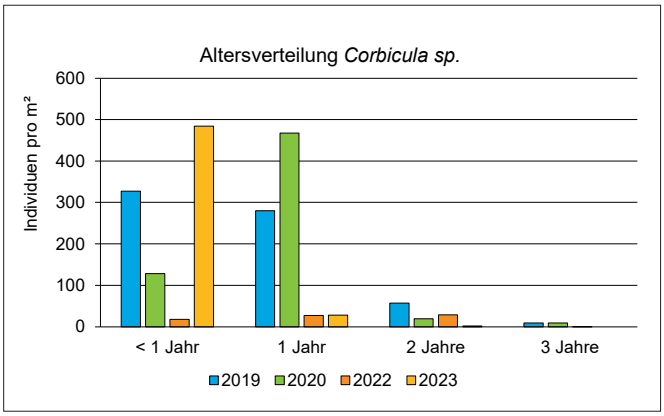


Bild 5.11.: Altersverteilung der im Baldeneysee ausgezählten Corbicula sp. im Jahr 2023
Fig. 5.11.: Age distribution of Corbicula sp. counted in Lake Baldeney 2023

Zusammenfassend lässt sich für das Jahr 2023 über eine klimabedingte, geringe trophische Intensität aufgrund der überdurchschnittlich hohen Niederschläge und dem daraus folgenden hohen Abfluss berichten. Weder Phytoplankton noch Makrophyten waren in dominierenden hohen Dichten vorhanden.

Einfluss abiotischer Faktoren auf die Planktonentwicklung und den Sauerstoffhaushalt im Baldeneysee

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 (Bild 5.1), Strahlung und physikalisch-chemischen Verhältnissen verknüpft. Einige dieser Faktoren und ihre Auswirkungen auf den Sauerstoffhaushalt zeigt Bild 5.12 am Beispiel des Baldeneysees. Aus Tageseinzelwerten der Ü.-Station Essen-Werden wurden hier Wochenmittel für Wassertemperatur, Globalstrahlung, Chlorophyll-a und Sauerstoffsättigung errechnet und untereinander dargestellt. Zusätzlich wird die Differenz der Sauerstoffminima und -maxima in mg/l gezeigt, um die Zehrung aller Organismen (Bakterien, Zooplankter, Fische und ohne Sonnenlicht auch die Pflanzen) im Gewässer zu visualisieren.

Die Hochwasserphasen zu Beginn des Jahres 2023 mit ihrer ausschwemmenden Wirkung, Verkürzung der Aufenthaltszeiten und Trübung des Wassers verzögerten die Entwicklung der Primärproduktion (5.1). Erst bei Rückgang des Abflusses auf etwa 50 m^3/s für zumindest einige Tage bildeten sich größere Mengen an Chlorophyll-a.

Sehr deutlich lässt sich in Graphik a) und b) des Bildes 5.12 erkennen, dass der erste Chlorophyll-a-Peak im Frühjahr und damit das Wachstum der Algen mit der Zunahme der Globalstrahlung und mit dem Anstieg der Wassertemperatur einherging. Im Verlauf des Jahres wird aber auch klar, dass ein weiterer Anstieg der beiden Faktoren nicht eine immer größere Chlorophyll-a-Menge verursacht. Andere Komponenten, wie die oben beschriebenen biotischen Faktoren und besonders die in diesem Jahr immer wieder ansteigende Fließgeschwindigkeit auch im Laufe des Sommers, nahmen im Verlauf der Vegetationsperiode starken Einfluss auf das Algenwachstum und verhinderten einen immer weiter anwachsenden Chlorophyll-a-Verlauf.

In den Graphiken c) und d) des Bildes 5.12 sind der Sauerstoffsättigungsindex in Kombination mit der O2-Differenz dargestellt. Die O2-Sättigung von Süßwasser ist abhängig vom Luftdruck und der Wassertemperatur. Eine hundertprozentige

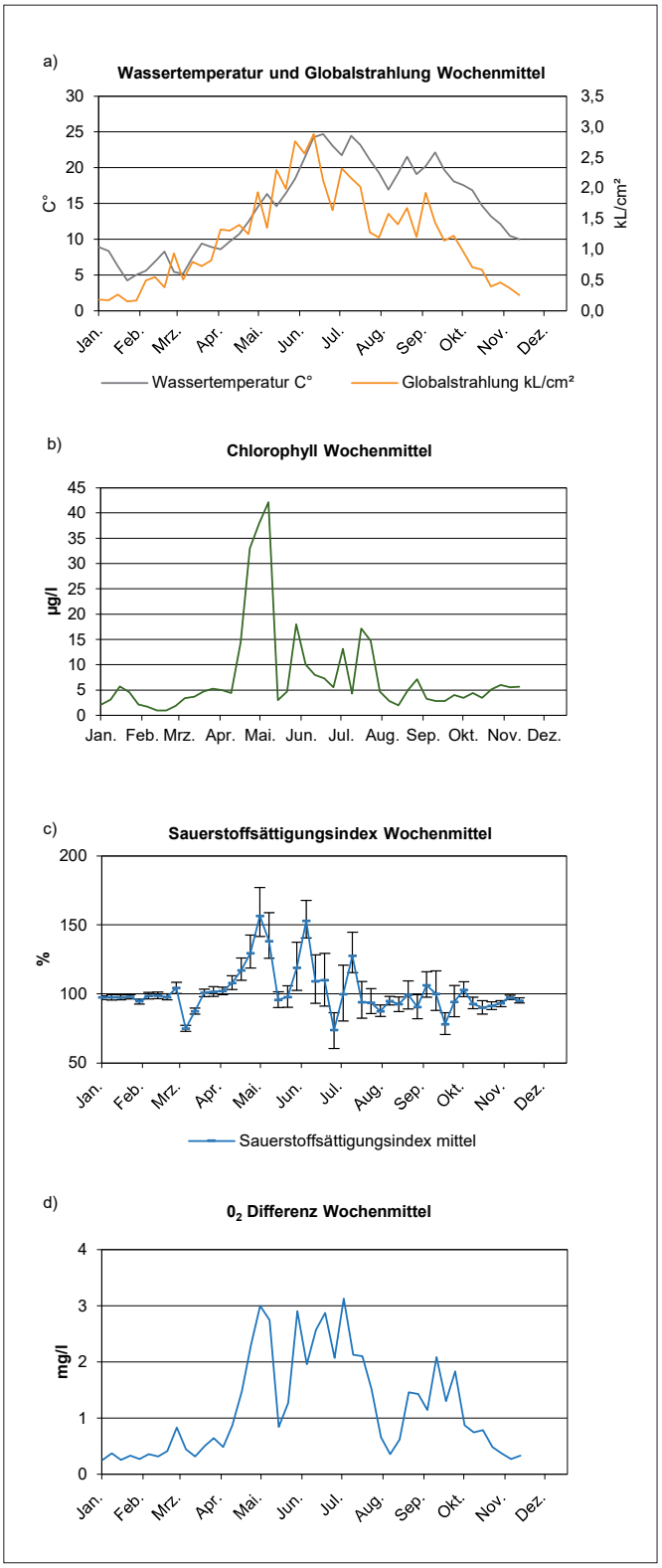


Bild 5.12: Einfluss der Wassertemperatur und der Globalstrahlung auf die Algenentwicklung im Baldeneysee und deren Auswirkung auf den Sauerstoffgehalt im Jahr 2023

Fig. 5.12: Influence of water temperature and total radiation on phytoplankton growth in Lake Baldeney and the resulting impact on the oxygen balance in 2023

[5.6] Schwoerbel, J. und Brendelberger H.: Einführung in die Limnologie, 11. Auflage, 2022, Springer Verlag
[5.7] Lampert, W. und Sommer, U.: Limnoökologie, 2. Neu bearbeitete Auflage, 1999, Thieme Verlag
[5.8] Einsle, U.: Süßwasserfauna von Mitteleuropa 8/4-1; Crustacea, Copepoda, Calanoida und Cyclopoida, 1993, Gustav Fischer Verlag

Sättigung wird bei 10 °C Wassertemperatur mit 11,3 mg/l erreicht, bei 20 °C aber schon mit 9,1 mg/l. Eine Sättigung von über 100 % entsteht durch biogenen Sauerstoffeintrag durch Photosynthese bei Tageslicht. Hier zeigt sich, dass auch 2023, wie 2022, die zeitliche Abfolge der Sauerstoffsättigung mit der Chlorophyll-a-Entwicklung im Laufe des Jahres sehr gut korrelierte. Daraus lässt sich ableiten, dass der Sauerstoff im See im Berichtsjahr wieder zum größten Teil von der Photosynthese des schwebenden Phytoplanktons und nicht von im See vorhandenen Makrophyten produziert wurde. Deren Chlorophyll-a-Anteil wird bei der Messung an der Ü.-Station am Wehr des Baldeneysees nicht detektiert, weil sie im Seeboden fest verwurzelt sind. Da die Makrophyten im Jahr 2023 im See nur in geringen Mengen vorhanden waren, hatten sie auch kaum Anteil an der Sauerstoffproduktion. Auf Grund des geringeren Gesamtbiovolumens des Phytoplanktons im Vergleich zu 2022 ist auch die prozentuale Sauerstoffsättigung geringer. Das Maximum lag am 06.Mai 2023 bei 156 %. Dieser Wert wurde im Vorjahr 2022 zwischen März und Juni viermal überschritten mit einem Maximum von 184 % bereits im April.

Je höher die Peaks in der Kurve der O_2-Differenz in der Graphik d) sind, umso größer ist der Unterschied zwischen dem Sauerstoffgehalt des Wassers bei nächtlicher Zehrung durch Atmung aller Organismen im See und bei Produktion des vorhandenen Chlorophyll-a bei Tageslicht in Phytoplankton und Makrophyten. Fällt in der Nacht der O_2-Gehalt zu stark, führt dies zu Stress bei Fischen. Im Berichtsjahr wurden die niedrigsten Sauerstoffgehalte unter 4 mg/l, in den Nächten der ersten Juliwoche gemessen. Dies waren auch die Zeiträume der größten Amplitude zwischen Sauerstoffminimum und -maximum im Jahresverlauf in der Aufzeichnung der O_2-Differenz. Die niedrigen Sauerstoffgehalte führten jedoch nicht zu Fischsterben.

Im Vergleich zu 2021 waren die Sauerstoffminima und -maxima schon im letzten Berichtsjahr 2022 deutlich geringer ausgeprägt. Die höchste Übersättigung lag 2021 bei 270 %, im Jahr 2022 wurden nur 200 % erreicht. Die Minimalwerte lagen 2021 bei unter 25 %. Im Jahr 2022 wurden 50 % nicht unterschritten. Im aktuellen Berichtsjahr 2023 sind die Werte noch stärker rückläufig: Die maximale Übersättigung lag bei 170 %, der Minimalwert bei 60 %. Dies ist nun im zweiten Jahr auf den starken Rückgang der Makrophyten im See zurückzuführen, die sich auch 2023 auf Grund der hohen Niederschläge und der daraus resultierenden hohen Abflusswerte nicht gut entwickeln konnten. Sie hatten in den Jahren vor dem ungewöhnlichen Hochwasser im Sommer 2021 einen sehr großen Anteil sowohl an der Sauerstoffproduktion als auch an der nächtlichen Zehrung im See, konnten aber ihr Niveau von vor 2021 noch nicht wieder erreichen.

Makrophyten

Das Vorkommen von aquatischen Makrophyten (d. h. mit bloßem Auge sichtbare Wasserpflanzen) in den Ruhrstauseen war seit den 1950er Jahren auf Teichrosen in Ufernähe beschränkt. Dieser Zustand dauerte etwa 50 Jahre lang an [5.9]. Eine hohe Nährstoffkonzentration förderte zu dieser Zeit die Phytoplanktonentwicklung und führte während der Vegetationsperiode zu einer Trübung des Wassers. Da durch das dunkle trübe Wasser kein Licht bis zum Gewässergrund dringen konnte, war das Wachstum submerser, d. h. untergetaucht wachsender Wasserpflanzen nicht möglich. 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. Ein Jahrzehnt lang wechselten sich nun Jahre mit hohen Makrophytendichten mit Jahren ab, in denen die Makrophytenaufkommen von untergeordneter Bedeutung waren [5.10; 5.11]. Das Jahr 2010 war das letzte mit nur geringem Wasserpflanzenaufkommen [5.12].

Mit dem durch den Rückgang der Nährstoffkonzentrationen hervorgerufenen Wechsel von einem quasi makrophytenfreien, Phytoplanktondominierten Zustand in den potenziell

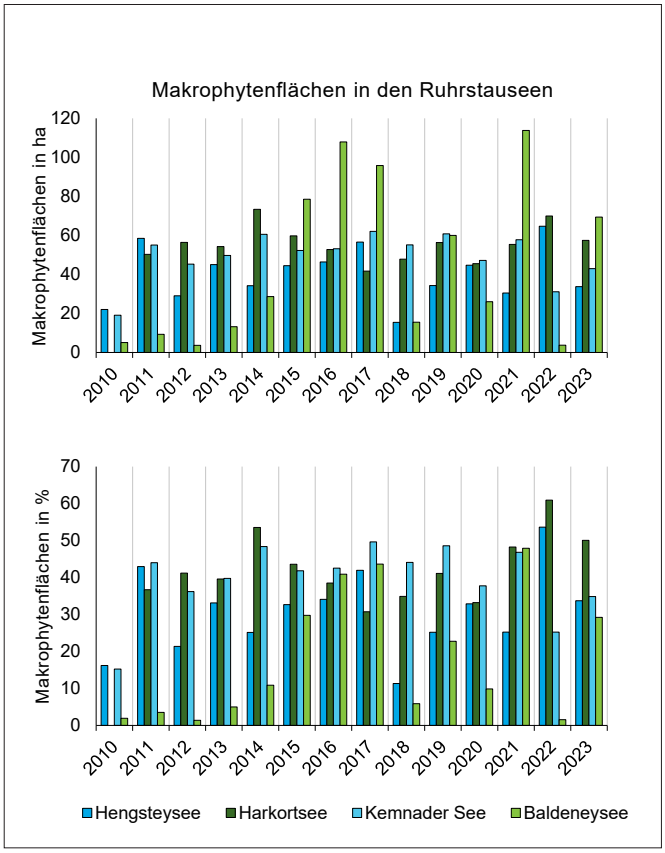


Bild 5.13: Makrophytenflächen in den Ruhrstauseen in den Jahren 2010 bis 2023 in Hektar (oben) und in prozentualem Anteil zur gesamten Wasserfläche (unten).

Fig. 5.13: Macrophyte cover in the impounded lakes of the River Ruhr from 2010 to 2023 in hectare (above) and as percentage of the entire lake surface (below).

natürlichen Zustand eines Makrophytendominierten, mesotrophen Flachsees zeigte sich in den Ruhrstauseen in den letzten Jahren eine aus ökologischer Sicht positive Entwicklung. Neben der neophytischen *Elodea nuttallii* besiedeln inzwischen auch heimische Wasserpflanzenarten in zunehmenden Abundanzen die Ruhrstauseen und treten damit in Raumkonkurrenz zu den dominierenden *Elodea*-Beständen.

Denn im Verlauf der Jahre 2011 bis einschließlich 2020 wurde der sommerliche Vegetationsaspekt aller Ruhrstauseen, außer dem des Kettwiger Sees, der von ausgedehnten Massenvorkommen verschont geblieben ist, durchgehend durch Makrophyten-Massenaufkommen geprägt [5.13 - 5.20]. Allerdings verlief die Intensität der Massenentwicklungen in dieser Zeit nicht einheitlich in den betrachteten Seen (Bild 5.13), d. h. Zunahmen und Abnahmen der bewachsenen Flächen zeigten sich in den Seen zu unterschiedlichen Zeiten. Hier ist jedoch zu beachten, dass die Flächenauswertung – außer im Jahr 2021 - im Herbst, zum Zeitpunkt der maximalen Flächenausdehnung erfolgte.

Das Jahr 2021 hätte sich mit hoher Wahrscheinlichkeit, ohne die außergewöhnliche Hochwassersituation im Juli, zu einem Jahr mit sehr großen Makrophytenbeständen entwickelt. Und besonders der Baldeneysee wäre 2021 von einer intensiven Verkrautung von rund der Hälfte der Seefläche betroffen gewesen.

Im Jahr 2023 kam es im Baldeneysee und im Kemnader See wieder zu einer Zunahme an Makrophytenflächen, im Hengstey- und Harkortsee hingegen zu einer Abnahme der gemessenen Flächen.

Kemnader See

Im Jahr 2023 konnten keine Massenbeständen im Kemnader See festgestellt werden. Die Bestände nahmen dennoch im Vergleich zu 2022 wieder deutlich zu. Bild 5.14 zeigt die maximalen Makrophytenflächen im Kemnader See in ihrer zeitlichen Entwicklung über die Jahre 2001 bis 2023. Im Jahr 2023 betrug die ermittelte Makrophytenfläche 43 ha (Bild 5.15) und ist damit um 12 ha größer als die maximale Fläche im Vorjahr. Bezogen auf die mittlere maximale Makrophytenfläche von 52 ha in den letzten 11 Jahren im Kemnader See war die Fläche im Jahr 2023 um 18 % geringer. Der vermeintliche Rückgang der Makrophytenfläche liegt wahrscheinlich an den Folgen des Hochwassers 2021. Es ist allerdings zu erwarten, dass sich die Makrophyten erholen und es bald wieder zu Massenbeständen kommen wird.

Der maximale Abfluss im März bis April lag im Jahr 2023 mit 353 m³/s wieder näher den Spitzenabflüssen der Jahre 2019 und 2020 mit 388 bzw. 390 m³/s (Bild 5.16). Im Januar, Februar und auch März kam es wieder zu Frühjahrshochwasser, sodass diese die Startphase des Makrophytenwachstums negativ beeinflusste.

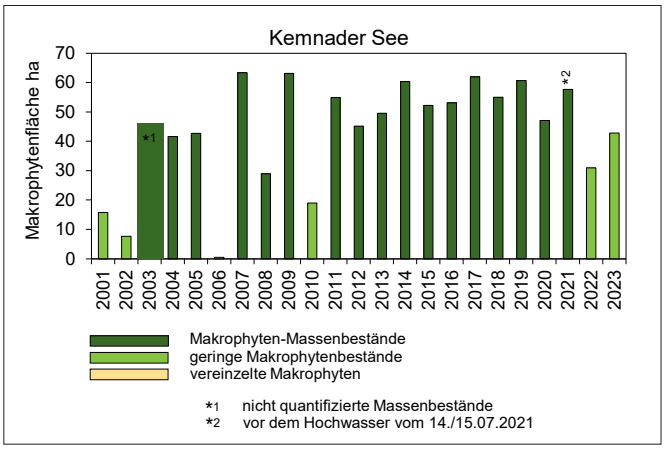


Bild 5.14: Bestandsflächen von Elodea nuttallii im Kemnader See in den Jahren 2001 bis 2023 (Daten auf Basis von Satelliten- und Luftbildauswertungen sowie Vor-Ort-Kartierung, in den Jahren 2008, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 und 2020 Bestände durch Mahd reduziert)

Fig. 5.14: Vegetation cover of Elodea nuttallii in Lake Kemnade from 2001 to 2023 (data based on satellite and aerial view pictures as well as field mapping, occurrence reduced in 2008, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017,2018, 2019 and 2020 through mowing)

Die aufsummierte Wassertagestemperatur des Betrachtungszeitraums März bis April lag im Jahr 2023 mit 548 °C unter dem Mittelwert von 576 °C der Periode 2001 bis 2022 (Bild 5.17).

Das Jahr 2023 war geprägt von hohen Niederschlagsmengen. Dies führte zu einem im Vergleich zum Vorjahr (geringerer Nie-

[5.9] Ruhrverband: Makrophyten in den Ruhrstauseen – Vergangenheit und Gegenwart. Ruhrgütebericht 2004, S. 80 – 85.

[5.10] Ruhrverband: Untersuchungen zur Massenentwicklung von Wasserpflanzen in den Ruhrstauseen und Gegenmaßnahmen. Abschlussbericht des Forschungsvorhabens im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW 2008.

[5.11] Ruhrverband: Untersuchungen zur Massenentwicklung von Wasserpflanzen in den Ruhrstauseen und Gegenmaßnahmen. Broschüre der Kurzfassung des Forschungsvorhabens im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW 2009.

[5.12] Ruhrverband: Elodea-Vorkommen in den Ruhrstauseen. Ruhrgütebericht 2010, S. 93 - 98

[5.13] Ruhrverband: Elodea-Vorkommen in den Ruhrstauseen. Ruhrgütebericht 2011, S. 54 - 68.

[5.14] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2012, S. 58 – 70.

[5.15] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2013, S. 60 – 75.

[5.16] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2014, S. 63 – 72.

[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.

[5.19] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2019, S. 76 – 84.

[5.20] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2020, S. 72 – 89.

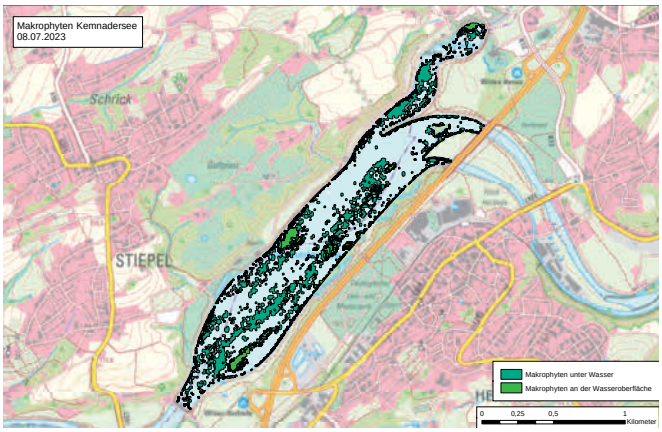


Bild 5.15: Kartographische Darstellung der Makrophytenflächen im Kemnader See.
Fig. 5.15: Cartographic presentation of macrophyte cover in Lake Kemnade.

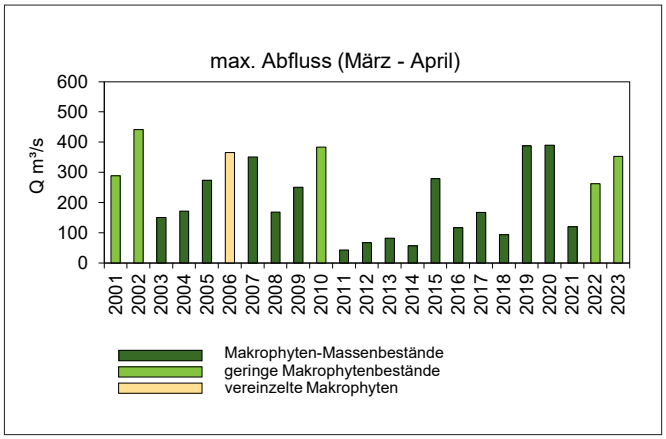


Bild 5.16: Maximaler Abfluss (Tagesmittelwerte) im Zeitraum März bis April am Pegel Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2023 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.
Fig. 5.16: Maximum discharge (daily means) in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2023 in relation to Elodea abundance.

derschlag, höhere Temperaturen) verminderten Wachstum der Makrophyten.

Die mittlere Chlorophyll-a-Konzentration in den Monaten März und April des aktuellen Berichtsjahres war mit 9 µg/l deutlicher geringer als im Vorjahr mit 14 µg/l und liegt um 8 µg/l niedriger als die mittlere Chlorophyll-a-Konzentration der letzten 21 Jahre (Bild 5.18). Die mittlere Trübung in den Monaten März und April 2023 lag mit 8 FNU deutlich höher als im Vorjahr. Seit dem Jahr 2010 wurde im Kemnader See kein so hoher Trübungswert gemessen. (Bild 5.19).

Die Frühjahrshochwässer, die vergleichsweise geringeren Temperaturen und vor allem die hohe Trübung sind die Ursachen für das Ausbleiben eines Massenvorkommens von Makrophyten im Kemnader See.

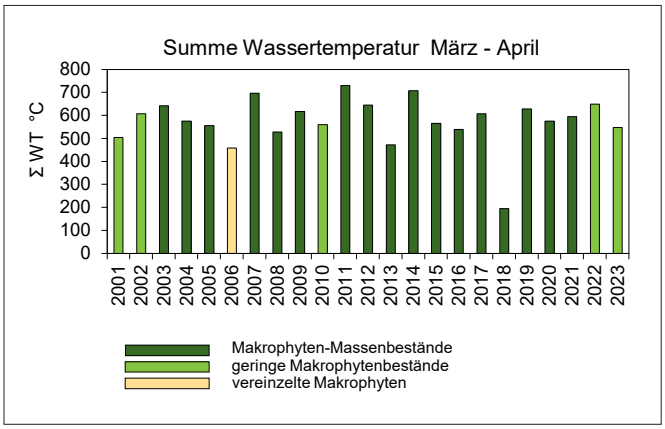


Bild 5.17: Summe der mittleren Tageswassertemperaturen des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2023 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.
Fig. 5.17: Sum of daily mean water temperatures during March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2023 in relation to Elodea abundance.

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 [5.11; 5.14 - 5.17; 5.20]. Die bisher vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass bei einem Produkt kleiner 2.000 FNU • m^3/s die Lichtbedingungen und Abflusssituationen für *Elodea nuttallii* und die anderen Wasserpflanzenarten so günstig sind, dass sie die Bildung ausgedehnter Makrophytenmassenbestände im Laufe des Sommers fördern [5.18; 5.20]. Das Produkt von 2818 FNU • m^3/s im Jahr 2023 liegt deutlich über diesem Schwellenwert (Bild 5.20) und bestätigt damit Habitatbedingungen, die für die Ausbildung eines Makrophytendominierten Zustands nicht förderlich sind. Auch in 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), ist der Quotient mit 0,64 $m^3/(s \cdot °C)$ sehr hoch, was eher schlechte Habitatbedingungen für das Wachstum von *Elodea nuttallii* beschreibt.

Lange Zeit wurde solch ein Quotient kleiner 0,55 $m^3/(s \cdot °C)$ als Schwellenwert dafür angesehen, dass sich ein Makrophytendominierter Zustand im weiteren Jahresverlauf ausbilden wird [5.18], was durch den Wert des aktuellen Berichtsjahres bestätigt wird. Jedoch kam es in den Jahren 2019 und 2020 auch bei Überschreitungen der genannten beiden Schwellenwerte trotzdem zu einer Makrophytendominanz [5.19, 5.20]. Die Definition der Schwellenwerte wird daher weiter überarbeitet werden müssen, wobei der globale Klimawandel möglicherweise auch Ursache der Verschiebung der indirekt über Niederschlag und Temperatur definierten Kipp-

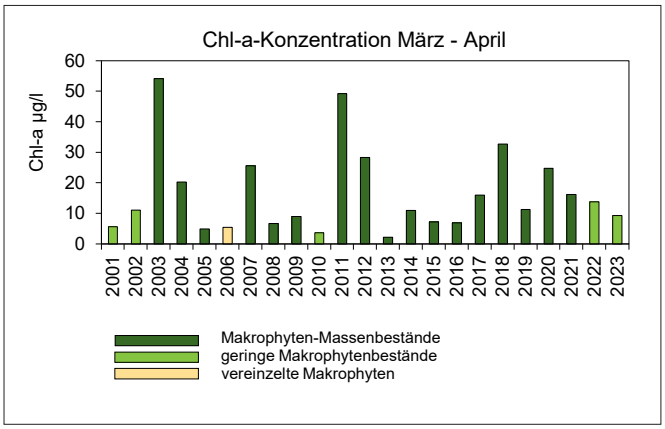


Bild 5.18: Mittelwerte der Chlorophyll-a-Konzentrationen des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2023 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.

Fig. 5.18: Mean concentration of chlorophyll-a in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2023 in relation to Elodea abundance.

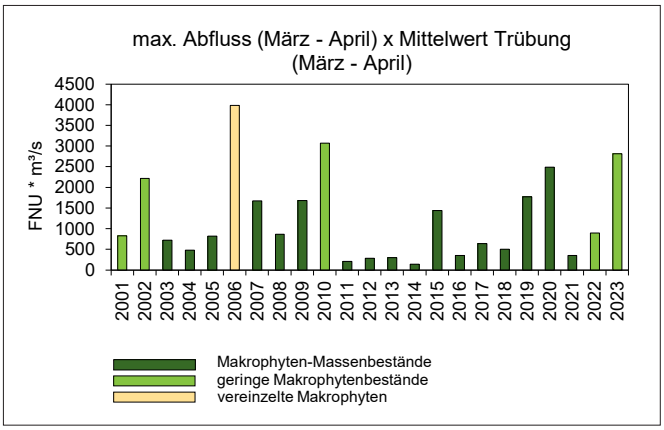


Bild 5.20: Produkt aus maximalem Abfluss und Mittelwert der Trübung des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2023 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.

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 2023 in relation to Elodea abundance.

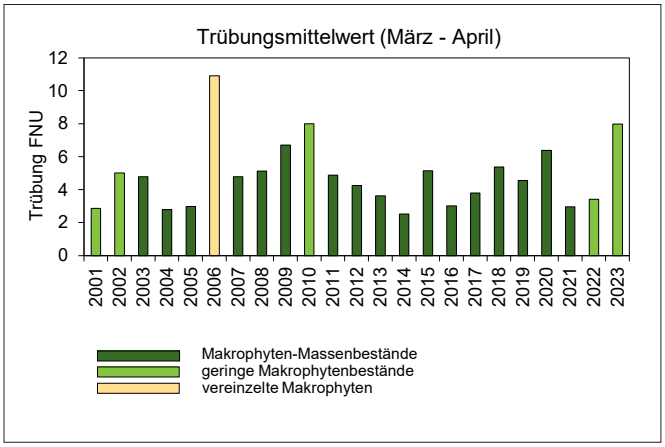


Bild 5.19: Mittelwerte der Trübung des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2023 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.

Fig. 5.19: Mean turbidity in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2023 in relation to Elodea abundance.

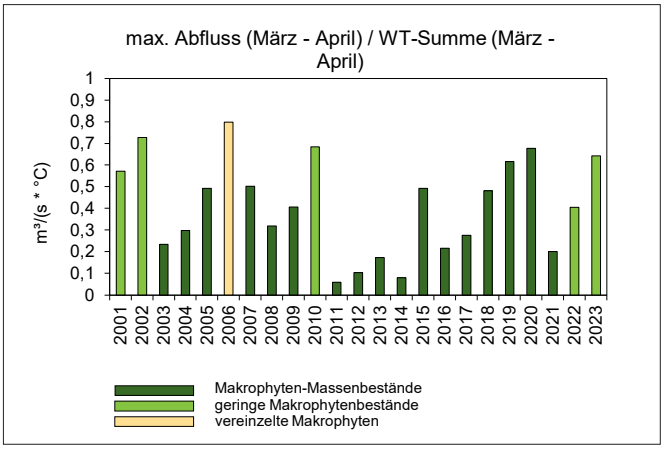


Bild 5.21: Verhältnis des maximalen Tagesabflusses zu der Summe der Tagesmittelwassertemperaturen des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2023 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.

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 2023 in relation to Elodea abundance.

punkte zwischen Makrophyten-Dominanz und Plankton-Dominanz sein kann.

Neben der theoretisch hergeleiteten Prognose der Makrophytenentwicklung im weiteren Jahresverlauf lässt der Ruhrverband seit Beginn der Elodea-Massenbestände jährlich im Frühjahr Tauchuntersuchungen in den Ruhrstauseen durchführen, um einen ersten Eindruck des beginnenden Makrophytenwachstums zu erhalten. Im Kemnader See ergab die Unterwasserkartierung der Wasserpflanzen im April 2023 ein durchgehendes Vorkommen von *Elodea nuttalli,* allerdings mit variierenden Häufigkeiten. In der Fahrrinne war ein durchgängiger Bewuchs mit dem Einfachen Igelkolben (*Sparganium emersum*) vorhanden. Wie schon in den Vorjahren fand sich auch in der Fahrrinne eine Schlammschicht. Die Vor-Ort-Untersuchungen bestätigten damit die bivariate Prognose, dass die Frühjahrsbedingungen sich nicht förderlich für das Makrophytenwachstum darstellten und eine ausgeprägte Makrophytenentwicklung im weiteren Jahresverlauf nicht zu erwarten war. Die Wiederbesiedlung der frei gespülten Flächen aus dem Jahr 2021 sind auch 2023 noch nicht vollständig abgeschlossen. Insgesamt sind im Berichtsjahr 195 m³ Mähgut im Kemnader See angefallen (Bild 5.22).

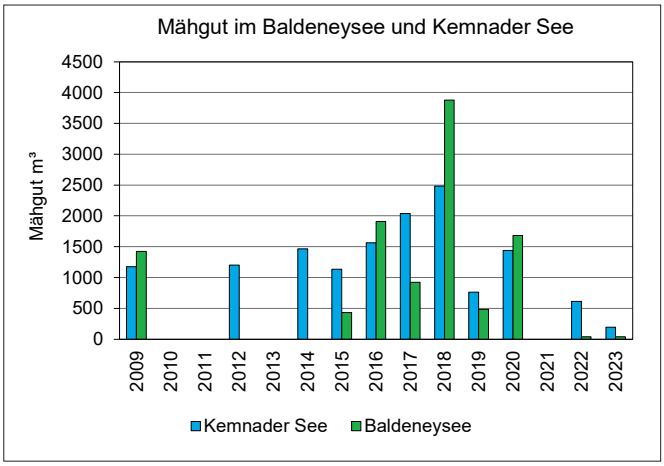


Bild 5.22: Zusammenstellung der jährlichen Mähgutmengen im Kemnader Stausee und Baldeneysee in den Jahren 2009 bis 2023.
Fig. 5.22: Overview of annual water plant cuttings from Lake Kemnade and Lake Baldeney from 2009 to 2023.

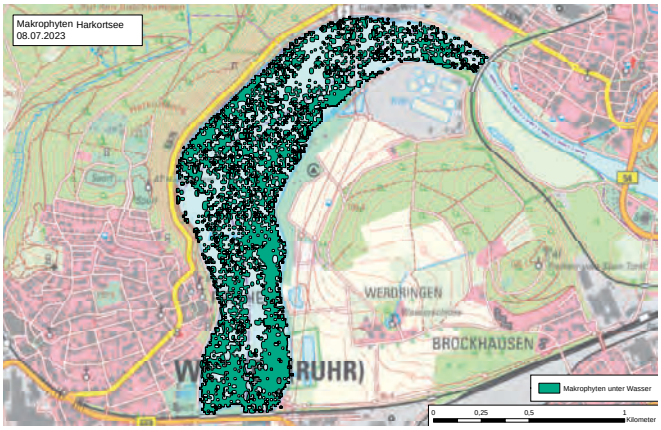


Bild 5.23: Kartographische Darstellung der Makrophytenflächen im Harkortsee.
Fig. 5.23: Cartographic presentation of macrophyte cover in Lake Harkort.

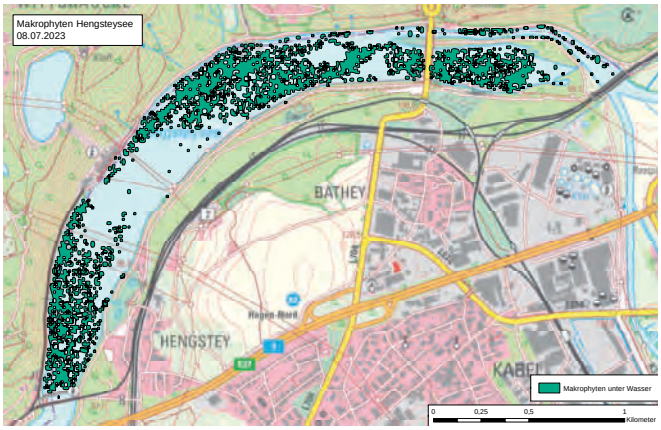


Bild 5.24: Kartographische Darstellung der Makrophytenflächen im Hengsteytsee.
Fig. 5.24: Cartographic presentation of macrophyte cover in Lake Hengstey.

Hengstey- und Harkortsee

Die Makrophytenflächen im Harkortsee können im Berichtsjahr mit einer Fläche von 57 ha, d. h. einer Bedeckung von rund 50 % der Seefläche als ein Massenaufkommen eingestuft werden (Bild 5.23). Die Tauchuntersuchungen im April 2023 ergaben, dass in fast allen Abschnitten des untersuchten Transekts *Elodea nuttallii* in kleinwüchsigen Beständen (< 0,1 m) vorhanden war. Der Bewuchs im April 2023 lag deutlich über dem Wert der Vorjahre.

Die Situation im Hengsteysee stellte sich zeitgleich anders dar (Bild 5.24): wie in den Jahren 2019 und 2021 war der Bewuchs dort gering. Die Gesamtfläche, die mit Makrophyten bewachsen war, lag mit 34 ha in einer ähnlichen Größenordnung wie im Jahr 2019 (34 ha) und 2021 (30 ha) (Bild 5.13). Der Bewuchs mit *Elodea nuttallii* war im April 2023 während der Tauchuntersuchungen im untersuchten Transekt durchgängig. Die Wuchshöhe lag bei < 0,1 m. Der Bewuchs im April 2023 lag etwas unter dem Wert des Vorjahres.

Bild 5.25 gibt den Treibgutanfall im Jahr 2023 an der Wasserkraftanlage des Hengsteysees im Vergleich zu den Vorjahren wieder. Allgemein lag die Menge des Treibguts unter dem Durchschnitt der letzten Jahre und überschritt den Durchschnitt nur knapp im März bis Juni, sowie August. Insgesamt wurde im Jahr 2023 eine Menge von 270 m³ in keinem Monat überschritten. In Harkversuchen konnten Makrophyten nur spärlich nachgewiesen werden. Die ermittelte Fläche von 34 ha umfasst auch die Bestände unter der Wasserfläche und zeigt auch, dass die Makrophytenbestände locker verteilt standen.

Baldeneysee

Seit dem Jahr 2015 hat es auch auf dem Baldeneysee in jedem Jahr Flächen gegeben, auf denen es zu einem massenhaften Makrophytenwachstum gekommen ist (Bild 5.26). Im Jahr 2018 und den Jahren davor, sowie im Jahr 2020 wurden die Flächen auf Basis von Luftbildern ermittelt. Ab dem Jahr 2019 (Ausnahme: 2020) erfolgte die Erfassung der Makrophyten über die Auswertung von Satellitenaufnahmen. Aufgrund der technikunterstützten Auswertung per Satellitenfoto können die Flächen im Vergleich zu der Luftbildauswertung größer ausfallen. Es werden, technisch bedingt, mehr Makrophyten erfasst. Die größte Gesamtfläche wurde im Jahr 2016 mit 108 ha ermittelt, wobei es 2021 mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer größeren Massenentwicklung gekommen wäre. Denn bereits im Juni lag die Fläche bei etwa 114 ha. Das Hochwasser im Juli verringerte die Makrophyten drastisch. Die geringste Makrophytenfläche wurde im Jahr 2022 mit 4 ha ermittelt.

2023 liegt die ermittelte Fläche bei 69 ha und bedeckt damit 29 % des Baldeneysees (Bild 5.27). Trotz der scheinbar großen Fläche kam es zu keinen Massenbeständen, da wenig Makrophyten die Wasseroberfläche erreichten und es hauptsächlich viele kleine Einzelvorkommen gab. Die Auswertung per Satellitenfotos ermöglicht auch eine Erfassung von kleineren Bestän-

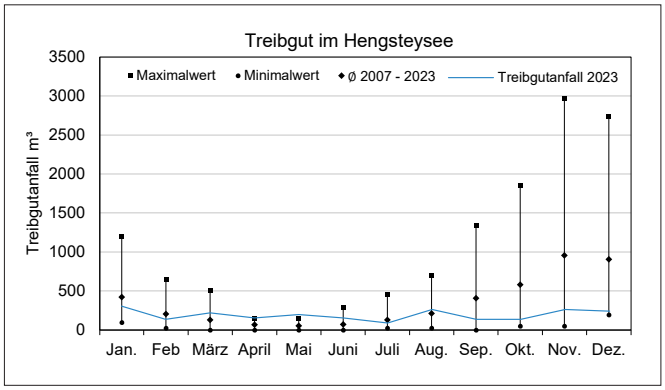


Bild 5.25: Mittelwerte des monatlichen Treibgutanfalls [m³] mit Minimum- und Maximum-Werten an der Rechenanlage des Wasserkraftwerks am Hengsteysee im Zeitraum der Jahre 2007 bis 2022 sowie der zeitliche Verlauf der Treibgutmengen für das Jahr 2023

Fig. 5.25: Minimum, maximum, and mean amount of floating debris [m³] per month at the screening unit of the Hengsteysee hydropower plant from 2007 to 2022 and this amount in 2023.

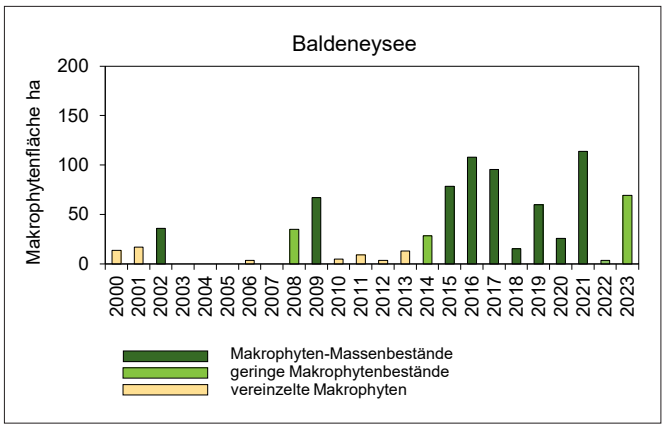


Bild 5.26: Bestandsflächen von Elodea nuttallii im Baldeneysee in den Jahren 2000 bis 2023 (Daten auf Basis von Satelliten- und Luftbildauswertungen sowie Vor-Ort-Kartierung, in den Jahren 2009, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 und 2020 Bestände durch Mahd reduziert)

Fig. 5.26: Vegetation cover of Elodea nuttallii in Lake Baldeney from 2000 to 2023 (data based on satellite and aerial view pictures as well as field mapping, occurrence reduced in 2009, 2015, 2016, 2017,2018, 2019 and 2020 through mowing)

den, die per Luftbildaufnahme nicht erfasst worden wären. Die Tauchuntersuchungen im April 2023 zeigten, dass zu diesem Zeitpunkt der Bewuchs mit *Elodea nuttallii* an allen Untersuchungsstellen sehr gering war. Auch wurden nur kleinwüchsige (< 0,1 m) Bestände festgestellt.

Weder Plankton noch Makrophyten kamen in diesem Jahr in hohen Dichten vor. Aufgrund der überdurchschnittlich hohen Niederschläge und dem daraus folgenden hohen Abfluss kann in diesem Jahr von einer klimabedingten geringen trophischen Intensität gesprochen werden.

Die Bestände der Körbchenmuschel *Corbicula* hatten in diesem Jahr weder Einfluss auf die Makrophyten noch auf das

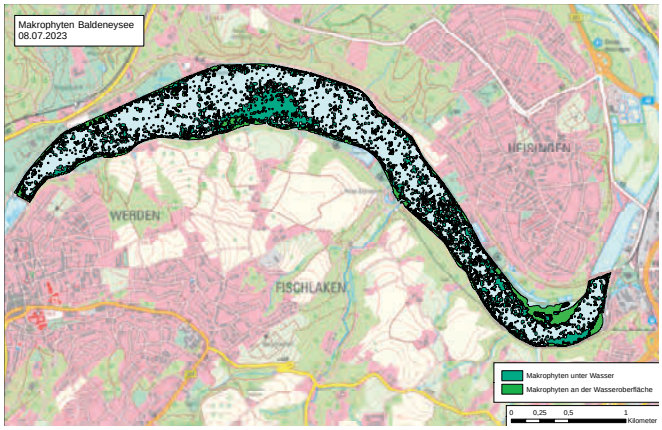


Bild 5.27: Kartographische Darstellung der Makrophytenflächen im Baldeneysee.

Fig. 5.27: Cartographic presentation of macrophyte cover in Lake Baldeney.

Phytoplankton. Es gab wenig große Individuen (Bild 5.11). Die *Corbicula*-Population hat sich noch nicht erholt von den Verlusten des Hochwassers. Die hohe Anzahl an jungen *Corbicula* lässt vermuten, dass spätestens ab übernächstem Jahr (sollten keine weiteren klimabedingten Ausfälle entstehen) wieder mit einer höheren Filterleistung zu rechnen ist, welche zu mehr Lichteinfall führen wird und somit das Makrophytenwachstum fördert.

Eine Beschreibung der im Rahmen des Forschungsprojekts Elodea II durchgeführten Maßnahmen, die Ergebnisse und eine Diskussion findet sich in Kapitel 10 dieses Ruhrgütebe-richts, weitere Details im Abschlussbericht des Projekts.

Zusammenfassung

Das Jahr 2023 war ungewöhnlich, da sich weder eine Makrophytendominanz noch eine Phytoplanktondominanz ausbildete. Insgesamt ist die Trophie auf Basis der Biomasse der pflanzlichen Qualitätskomponenten für das Berichtsjahr als gering zu bewerten.

Die Makrophytenflächen sind in diesem Berichtsjahr nicht in allen Stauseen als massenhaft zu bezeichnen. Es fanden sich hauptsächlich lockere Bestände, die nur lokal die Oberfläche erreichten. Daher sind sowohl die durch Mahd entnommenen Biomassen als auch die Treibgutmengen im Berichtsjahr 2023 gering. Die Nachwirkungen des Hochwassers im Juli 2021 und der hohe Niederschlag 2023 während der gesamten Vegetationsperiode, mit der hierdurch entstandenen Trübung, sind daher die Ursache, dass weder *Elodea nuttallii* noch das Phytoplankton, die in den letzten Jahren üblichen Dichten und Biomassen erreichten.

6 Talsperrenuntersuchungen mit besonderem Blick auf die Fürwigge- und Versetalsperre

Allgemeines

Der Ruhrverband besitzt und bewirtschaftet im Sauerland die Henne-, Möhne-, Sorpe-, Verse-, Fürwigge-, Ennepe-, Bigge- und Listertalsperre. Mit einem Gesamtstauinhalt von 463 Mio. m^3 dienen diese zunehmend der Niedrigwasseraufhöhung, um die Trinkwassergewinnung 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 im letzten Jahrzehnt deutlich an Bedeutung gewonnen. In abflussreichen Zeiten stehen die Speicherauffüllung und 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. Außerdem finden limnologische Untersuchungen statt, die dazu dienen, die Trophie 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 bereits zu einer Reduzierung des Nährstoffeintrags in die Talsperren. Unterstützt wurden und werden die Maßnahmen zum Aufbau und Erhalt ökologisch intakter Talsperren durch die seit ca. 50 Jahren etablierte fischereiliche Bewirtschaftung, die lebensraumspezifisch durchgeführt wird. Dazu gehört eine Abwärtssteuerung („top-down control") des Nahrungsnetzes, z.B. durch Besatz mit krautlaichenden Raubfischen, sowie eine gezielte Befischung. Das funktionierende Nahrungsnetz mit großen Zooplanktern, wie beispielsweise den Kleinkrebsen Daphnia und Bosmina, und deren erhöhter Fraßdruck auf das Phytoplankton wirken Eutrophierungserscheinungen wie Algenmassenentwicklungen entgegen.

Sechs der vom Ruhrverband betriebenen Talsperren, Bigge-, Ennepe-, Henne-, Möhne-, Sorpe-, Versetalsperre, verfügen über mindestens ein Vorbecken. Diese leisten einen wichtigen Beitrag zum Rückhalt von Nährstoffen, indem Partikel durch Sedimentation zurückgehalten werden. Naturgemäß kann es daher dazu kommen, dass sich am Grund des Vorbeckens so viel Schlamm anhäuft, dass eine Räumung nötig wird. In der Regel wird eine Sedimentberäumung nach mehreren Jahrzehnten fällig. Im Berichtsjahr fand im Vorbecken der **Sorpetalsperre** eine solche Beräumung statt, wofür der Pegel des Vorbeckens im Zeitraum von Mitte Juni bis Ende September um rund zwei Meter abgesenkt wurde, so dass der vordere Teil des Beckens für die Baggerarbeiten frei lag (Bild 1).

Die limnologischen Untersuchungen der Ruhrverbandstalsperren einschließlich der verschiedenen Zuflüsse und der Ausläufe blicken auf eine ca. 50 Jahre lange Geschichte zurück. Dabei wurde das Untersuchungskonzept in Probenahmefrequenz und Untersuchungsumfang den sich ändernden Notwendigkeiten, Entwicklungen und Anforderungen angepasst. Dazu gehören u.a. die Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) bzw. der Oberflächengewässerverordnung (OGewV), der Klimawandel und die trophischen Verhältnisse. Darüber hinaus werden die Nährstoffeinträge über die Zuflüsse und durch den auf die Talsperre fallenden Niederschlag bestimmt. Heute werden die Hauptbecken der Talsperren regulär jeweils im März und im Dezember an der Oberfläche und von April bis Oktober in der lichtdurchfluteten Zone sowie in mehreren Tiefen an der Hauptprobenahmestelle (tiefste Stelle, liegt im Bereich vor der Staumauer bzw. dem Staudamm) physikalisch-chemisch und biologisch untersucht. Dabei wird an den Probenahmestellen die Festlegung der jeweiligen Probenahmetiefen jeder Untersuchung an die aktuellen limnischen Verhältnisse im Staukörper angepasst. Dies ist nötig, weil sich die Stauhöhe und die Sichttiefe laufend in Abhängigkeit von der Jahreszeit verändern. Die Ergebnisse dieser limnologischen Untersuchungen dienen sowohl einer adäquaten fischereilichen Bewirtschaftung, dem frühzeitigen Handeln bei Gefährdungen des Ökosystems oder der Gewässernutzungen, der Überwachung und Bewertung entsprechend den Vorgaben der Oberflächengewässerverordnung – OGewV [6.1] als auch der Kontrolle der Wasserqualität in der Rolle des Betreibers von Talsperren [6.2].

Zur zeitnahen Überwachung des Wasserkörpers misst eine energetisch autarke Profilerboje seit 2021 auf der **Möhnetalsperre** verlässlich im regulären Betrieb von April bis Oktober viermal täglich Echogramme zur Ortung von Fischschwärmen und Tiefenprofile für die Parameter Temperatur, Sauerstoff, pH-Wert, Chlorophyll und Phycocyanin (enthalten in Cyanobakterien). Durch eine Datenfernübertragung stehen die Ergebnisse zeitnah zur Verfügung und können unmittelbar bewertet werden. Die Daten der Messboje ergänzen die oben beschriebenen monatlichen Beprobungen und unterstützen in kritischen Zeiten eine schnelle Entscheidung, ob eine Maßnahme, wie z. B. eine Tiefenwasserbelüftung mit Sauerstoff, erforderlich ist. Zudem kann die Wirksamkeit einer durchgeführten Maßnahme kontinuierlich verfolgt werden. Die Erfahrungen aus dem Betrieb der Profilerboje auf der Möhnetalsperre zeigen, dass diese Technik auch auf anderen Talsperren nutzbringend eingesetzt werden könnte (s. Kapitel 12).

Bild 6.1: Das Vorbecken der Sorpetalsperre während der Sedimentberäumung im Zeitraum Mitte Juni bis Ende September 2023. Für die Arbeiten wurde der Pegel um rund 2 m abgesenkt, so dass der vordere Teil des Beckens für die Baggerarbeiten frei lag.
Fig. 6.1: The forebay of the Sorpe Dam during sediment removal in the period from mid-June to the end of September 2023. The water level was lowered by around 2 m for the measures, so that the front part of the basin was exposed for dredging work.

Die Bewertung stehender Gewässer, wie hier der Talsperren, erfolgt in erster Linie durch die Bestimmung des Trophiegrads. Diese wird entsprechend dem LAWA-Abschlussbericht 2013 [6.3] mit den Anpassungen zur „Vorläufigen Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren" [6.4] durchgeführt. Dazu werden in der Vegetationsperiode, in der der Wasserkörper geschichtet ist, siebenmal im Epilimnion der Chlorophyll-a-Gehalt, die Phosphorkonzentration und die Sichttiefe sowie einmal die Phosphorkonzentration während der Vollzirkulation im Frühjahr bestimmt.

In Bild 6.2 ist die vierzigjährige Entwicklung der Trophie der Ruhrverbandstalsperren dargestellt. Abhängig von der Beckenmorphologie, der Nährstoffzufuhr, des Nährstoffkreislaufs, sowie der Gewässerökologie haben sich die Trophien in den verschiedenen Talsperren individuell verändert.

Im Vergleich zum Niveau der Vorjahre ist die Trophie der **Listertalsperre** im Jahr 2023 ein wenig gestiegen (Bild 6.2). Bei den anderen Talsperren bewegten sich die Trophiewerte für das Jahr 2023 im üblichen Bereich der Vorjahre.

Die **Möhne**- und **Biggetalsperre**, die sich bis in die 1980er Jahre hinein zeitweise noch als eutrophe Gewässer darstellten, befinden sich dank der Reduzierung des Nährstoffeintrags (s.o.) seit mehr als 30 Jahren stabil in einem mesotrophen Zustand (Bild 6.2). An der Hennetalsperre hat sich dieser Prozess aufgrund massiver Entwicklungen des Cyanobakteriums („Blaualge") Planktothrix (Oscillatoria) rubescens bis Ende der 1990er Jahre verzögert, so dass hier der mesotrophe Zustand seit gut 20 Jahren gegeben ist.

Die größte Entwicklung hinsichtlich der Reoligotrophierung erfuhr die **Sorpetalsperre** (Bild 6.2). 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. Seit dem Jahr 2013 ist die Sorpetalsperre erfreulicherweise als oligotroph (nährstoffarm und deshalb mit geringem Phytoplanktonwachstum) zu bewerten, wenngleich der Wert häufig an der Grenze zur Mesotrophie liegt.

[6.1] Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverodnung - OGewV) vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373), die zuletzt durch Artikel 2 Absatz 4 des Gesetzes vom 9. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2873) geändert worden ist.
[6.2] DIN 19700-11 Stauanlagen – Teil 11: Talsperren, Juli 2004
[6.3] 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
[6.4] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) 2001 (Hrsg.): Gewässerbewertung – stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren, Schwerin: Kulturbuch Verlag Berlin GmbH 2001. ISBN 3889612377

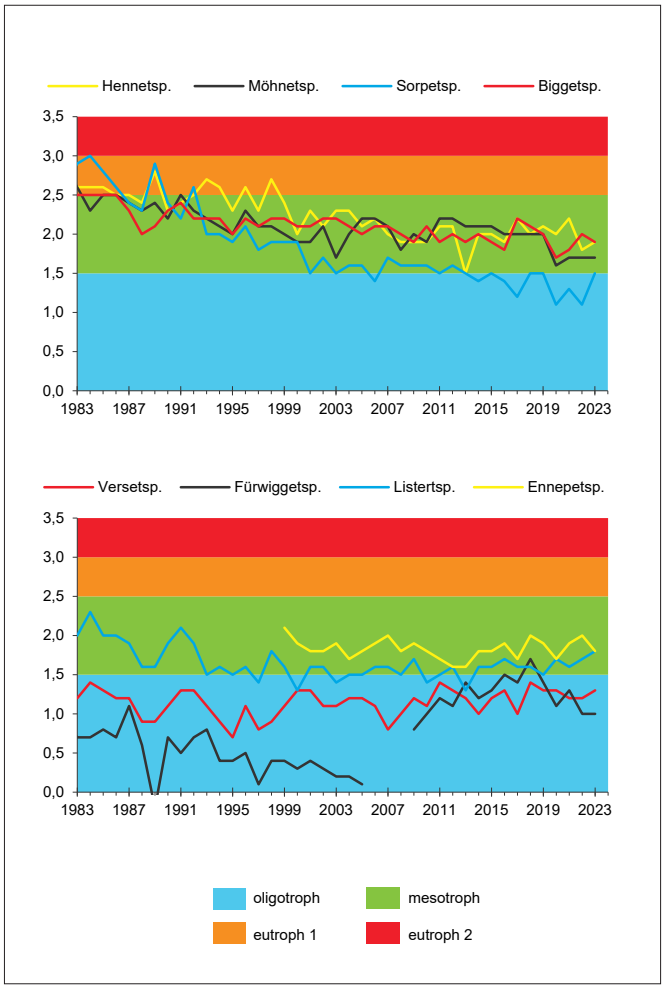


Bild 6.2: Entwicklung der Trophie in den letzten 40 Jahren in den Ruhrverbandstalsperren entsprechend der überarbeiteten Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren (LAWA 2013)
Fig. 6.2: Development of the trophic status in the Ruhrverband's reservoirs during the last 40 years according to the revised directive for the trophic classification of reservoirs (LAWA 2013)

Die Trophie der im Jahr 1997 vom Ruhrverband übernommenen **Ennepetalsperre** liegt stabil im mittleren mesotrophen Bereich (Bild 6.2). Bei der kurzzeitigen Nähe zur nächstbesseren Qualität (Oligotrophie) in den Jahren 2012 und 2013 könnte der Phosphoreintrag eine Rolle gespielt haben, der seit dem Jahr 2009 auf einem niedrigeren Niveau schwankt als vorher.

Auch Witterungsverhältnisse haben Einfluss auf das Geschehen in der Talsperre, da beispielsweise das Phytoplanktonwachstum sowie die Wassertemperatur und das Schichtungsverhalten des Wassers beeinflusst werden. Im Jahr 2023 war das Wetter in Nordrhein-Westfalen wechselhaft und es gab vergleichsweise viel Niederschlag. Auf einen eher nassen Frühling folgte ein ungewöhnlich warmer und sonniger Juni. Die Monate Juli und August zeichneten sich durch häufigen Regen und teilweise nur mäßige Temperaturen aus. Daraufhin folgte von September bis Mitte Oktober ein ungewöhnlich warmer und trockener Herbstanfang, gefolgt von einem kurzen Temperatursturz und anschließend reichlichen Niederschlägen. Unwetter traten hin und wieder auf. Der Sommersturm „Poly" im Juli 2023 war zwar im Norden Deutschlands am stärksten, verursachte jedoch auch andernorts, zum Beispiel im westlichen Sauerland, starken bis stürmischen Wind.

Starke Massenentwicklungen von Cyanobakterien („Blaualgen"), wie sie in den 1990er Jahren in der Hennetalsperre vorhanden waren, treten aufgrund der guten Wasserqualität schon lange nicht mehr auf. Wohl aber wurden Cyanobakterien temporär an einzelnen Uferstellen als auftreibende „Blüten" beobachtet. Solche Ansammlungen entstehen, wenn Arten, die aufgrund ihrer Gasvakuolen an der Wasseroberfläche treiben können, durch Wind zusammengetrieben werden. Auch im Jahr 2023, das sich durch eher wenig Sonne im Hochsommer auszeichnete, wurden bei der **Bigge**-, **Henne**-, **Möhne**- und **Sorpetalsperre** lokal Ansammlungen von Cyanobakterien am Ufer beobachtet. Verwunderlich ist dies nicht, da es Cyanobakterienarten gibt, die bei wenig Licht Überlebensvorteile gegenüber anderem Phytoplankton aufweisen. Ist das Wetter überdies windig, können sie zum Beispiel in einer Uferbucht vom Wind zusammengetrieben werden. Kurzzeitig war dies zum Beispiel an der ausgewiesenen Badestelle in Körbecke (Möhnetalsperre) der Fall, weshalb dort für einige Tage vor Cyanobakterien gewarnt wurde. Ein Badeverbot musste an den ausgewiesenen Badestellen und Badeanstalten nicht ausgesprochen werden. [6.5]

Metalimnische Sauerstoffdefizite, deren Entstehung auch in Stillgewässern guter Qualität möglich sind, kommen hin und wieder vor. Indem abgestorbenes Phytoplankton zum Ende des Sommers unter Sauerstoffverbrauch im Bereich des Metalimnions, der Sprungschicht zwischen oberer Wasserschicht und Tiefenwasser, abgebaut wird, kann sich im Spätsommer und frühen Herbst eine stabile sauerstoffarme Schicht bilden. Es ist anzunehmen, dass solches Phytoplankton, welches eher langsam sedimentiert dafür verantwortlich ist. Bildet sich ein metalimnisches Sauerstoffdefizit aus, bleiben kälteliebende Fische, die sich typischerweise im Hypolimnion (Tiefenwasser) aufhalten, unterhalb dieser sauerstofffreien Schicht, da sie sauerstoffarmes Wasser meiden und deshalb nicht ins sauerstoffreichere Epilimnion (obere Wasserschicht) ausweichen. In Verbindung mit der weiterhin stattfindenden Sauerstoffzehrung im Tiefenwasser sowie der gegebenenfalls notwendigen Abgabe von Tiefenwasser über die Talsperren-Grundablässe können kritische Sauerstoffverhältnisse für Fische, wie z. B. die Kleine Maräne, auftreten.

Wie schon häufiger (2013, 2016, 2018, 2020-2022) kam es in der **Möhnetalsperre** trotz der guten Gewässerqualität auch im Jahr 2023 zu einem metalimnischen Sauerstoffdefizit und gleichzeitig zu niedrigen Sauerstoffkonzentrationen im Hypolimnion, was eine Tiefenwasser-Belüftung zum Schutz der Fischfauna erforderlich machte. Dafür wurden zwischen dem

06.09.2023 und dem 24.10.2023 rund 38 Tonnen Sauerstoff eingebracht und Kosten von rund 24.000 € aufgewendet.

Im Gegensatz zu den letzten zwei Jahren musste der Ruhrverband im Berichtsjahr diesbezüglich bei der **Ennepetalsperre** nicht aktiv werden. Bemerkenswerterweise war das Wasser bereits im August komplett durchmischt, wodurch die Sauerstoffgehalte zu keinem Zeitpunkt bedenklich waren. Dieser Zeitpunkt der Durchmischung ist untypisch früh und ist vermutlich auf die vergleichsweise geringe Tiefe des Talsperrenbeckens in Kombination mit dem teilweise sehr windigen Sommerwetter zurückzuführen. Weiterhin besitzt die Ennepetalsperre die Besonderheit, dass die AVU AG, die Rohwasser für Trinkwasseraufbereitung aus der Talsperre bezieht, kurz vor dem Sperrbauwerk nach Bedarf im Sommer eine Tiefenwasserbelüftung betreibt. Sie dient der Verhinderung anaerober Sedimentrücklösung von Eisen und Mangan, da die Metalle in gelöster Form einen Störfaktor bei der Trinkwasseraufbereitung darstellen. Als Nebeneffekt trägt sie vermutlich auch zum Erhalt geeigneter Sauerstoffkonzentra--tionen für Fische im Tiefenwasser bei. In den letzten Jahren fiel die Anlage oft aus, im Berichtsjahr wurde sie jedoch regelmäßig betrieben.

In der **Hennetalsperre** war der unter Sauerstoffverbrauch stattfindende Abbau abgestorbener Biomasse im Hypolimnion, der zum typischen Kreislauf eines temperaturgeschichteten Gewässers gehört, im Jahr 2023 besonders ausgeprägt. Dies führte besonders im Oktober zu niedrigen Sauerstoffkonzentrationen von maximal 2-3 mg/l im gesamten Hypolimnion bis hinein ins Metalimnion. Da sich das Sauerstoffdefizit vom Grund her nach oben entwickelte, hatte die Fischpopulation die Möglichkeit, nach oben ins sauerstoffreichere Wasser auszuweichen. Eine Tiefenwasserbelüftung war aus diesem Grund nicht vonnöten.

Durch Tiefenwasserbelüftungen hat der Ruhrverband seit Ende der 1990er Jahre in der Bigge-, Ennepe-, Henne- und Möhnetalsperre einem Fischsterben vorgebeugt. Anfang der 2000er Jahre rechnete man beim Ruhrverband damit, dass auf diese Maßnahme zukünftig verzichtet werden könnte. Allerdings hat sich herausgestellt, dass die Anzahl der Fälle, in denen belüftet wurde, seit 2013 wieder steigen, gleichwohl die Wasserqualität in allen Talsperren des Ruhrverbands inzwischen ausgezeichnet ist. Abnehmende Sauerstoffgehalte im Tiefenwasser gehören bei temperaturgeschichteten stehenden Gewässern zum üblichen Jahreszyklus und stehen nicht zwingend in Zusammenhang mit der Wasserqualität. Als Folge der durch den Klimawandel verursachten Situation treten allerdings metalimnische Sauerstoffabnahmen auf, die der Auslöser für kritische Verhältnisse, auch in trophiearmen, Gewässern sein können. In den letzten vier Jahren waren hauptsächlich die Möhnetalsperre, aber auch die Ennepetalsperre davon betroffen. An der Möhnetalsperre existiert inzwischen eine fest installierte Reinsauerstoff-Begasungseinrichtung, so dass auf diese veränderten Bedingungen bedarfsgerecht und schnell reagiert werden kann.

Zusammenfassend kann weiterhin festgestellt werden, dass sich die durchgeführten abwassertechnischen Maßnahmen im Einzugsgebiet sowie die Talsperrenbewirtschaftung mit der Berücksichtigung wassermengenwirtschaftlicher, ökologischer und fischereilicher Aspekte positiv auf die einzelnen Talsperrensysteme auswirken.

Fürwiggetalsperre

Die mit 1,67 Mio. m^3 Stauraum und 0,18 km^2 Speicheroberfläche kleinste der Ruhrverbandstalsperren dient in erster Linie der Trinkwasserversorgung der Stadt Meinerzhagen und der Gemeinde Herscheid (Bild 6.3). Mit einer Höhenlage von 438,95 m ü.NN ist sie die höchstgelegene Talsperre des Ruhrverbands. Sie ist als Trinkwassertalsperre nicht für den Gemeingebrauch, wie z. B. Baden oder Bootfahren, zugelassen. Das Einzugsgebiet besteht zu über 80 % aus Wald und zu knapp 20 % aus landwirtschaftlich genutzten Flächen. Lediglich 0,5 % sind bebaut. Durch den hohen Anteil von Nadelwäldern und Mooren sowie die geologischen Verhältnisse im mit 4,5 km^2 sehr kleinen Einzugsgebiet sind einige der Zuflüsse zur Fürwiggetalsperre von Versauerung betroffen. Zeitweise werden hier pH-Werte um pH 5 gemessen. Darüber hinaus weist der Boden in weiten Teilen ein sehr geringes Pufferungsvermögen auf, was auch zu einem mineralstoffarmen Talsperrenwasser beiträgt.

Bild 6.3: Luftaufnahme der Fürwiggetalsperre
Fig. 6.3: Aerial photograph of the Fürwigge Reservoir

[6.5] Empfehlung zum Schutz von Badenden vor Cyanobakterien-Toxinen, Bundesgesundheitsblatt 2015, Heidelberg, 58:908-920

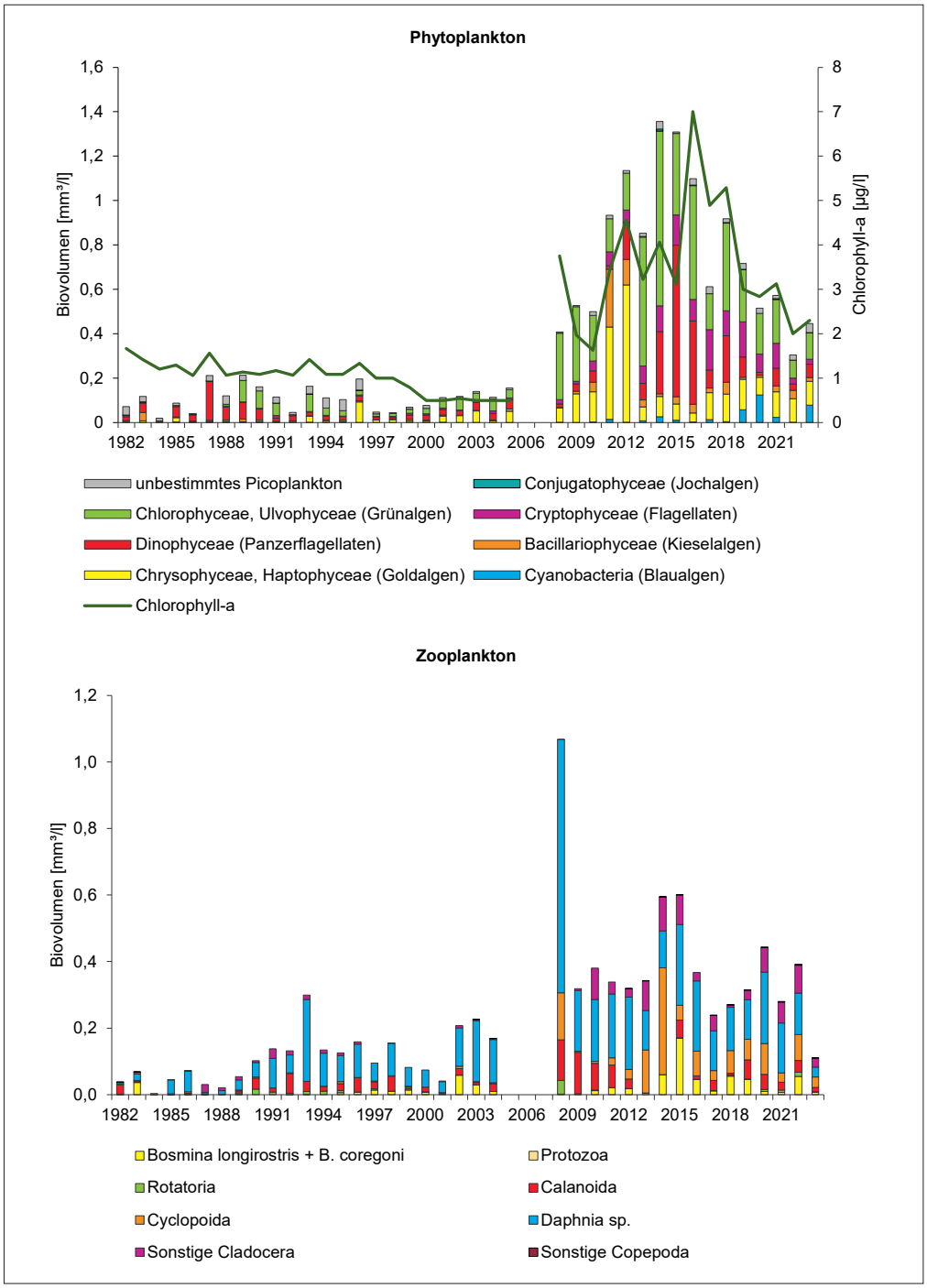


Bild 6.4: Phyto- und Zooplankton an der Probenahmestelle „Fürwiggetalsperre vor Mauer" in den letzten 41 Jahren (Jahresmittel)
Fig. 6.4: Phytoplankton and zooplankton at the sampling point "Fürwigge Reservoir before the dam" during the last 41 years (annual means)

In den Jahren 2006 und 2007 war die Fürwiggetalsperre wegen Sanierungsarbeiten an der Talsperrenmauer vollkommen entleert [6.6]. Nach dem Wiedereinstau Ende 2007 kann seit 2009 wieder das gesamte Untersuchungsprogramm durchgeführt werden.

Die Zuläufe zur Fürwiggetalsperre gehörten im Jahr 2023 mit durchschnittlich 7 µg/l TP (Gesamtphosphor) wieder zu den am geringsten mit Phosphor belasteten Gewässern im Ruhreinzugsgebiet. Die Folge ist ein außerordentlich niedriger Phosphorgehalt in dieser Talsperre (mittlere 5 µg/l im Jahr 2023). Zwar war der TP-Gehalt trotz geringer Konzentrationen in den Zuläufen zwischenzeitlich angestiegen: Im Epilimnion stiegen die Werte zwischen 2009 und 2018 tendenziell an bis auf einen Maximalwert von 10 µg/l. Dies wurde vermutlich durch Vegetationsreste verursacht, die während des entleerten Zustands gewachsen waren und sich nach dem Wiedereinstau trotz Räumung noch im Talsperrenbecken befanden. Ihr mikro-

Bild 6.5: Edelkrebse, die aus der Fürwiggetalsperre gefangen wurden, als Beifang während einer Fischbestandsuntersuchung durch den Ruhrverband im Jahr 2023.
Fig. 6.5: Crayfish incidentally caught in the Fürwigge Reservoir during a fish population investigation by the Ruhrverband in 2023.

biologischer Abbau im Wasser führte zu einer Nährstofffreisetzung. Damit im Zusammenhang steht auch die sich nach dem Wiedereinstau neu entwickelte Phytoplanktonbiozönose (Bild 6.4). In dieser werden Phosphorverbindungen fixiert, wodurch sie in gebundenem Zustand im Wasser verbleiben und sich der Gesamtphosphorgehalt in der Wasserphase erhöht. Seit 2019 ist der TP-Gehalt im Epilimnion allerdings wieder tendenziell gesunken und lag im Berichtsjahr bei mittleren 5 µg/l. Diese Veränderungen beim TP-Gehalt spiegeln sich bei den Trophie-Werten der letzten Jahre wider (Bild 6.6).

Rund 15 Jahre nach dem Wiedereinstau der Fürwiggetalsperre ist das Phytoplankton in seiner Entwicklung zwar wieder stark rückläufig (Bild 6.4), hat aber mit einem Gesamtbiovolumen von 0,41 mm³/l das niedrige Niveau von vor dem Leerstand 2006/2007 nicht wieder erreicht. Damals lag über viele Jahre hinweg das Biovolumen des Phytoplanktons um 0,1 mm³/l. Die Zusammensetzung des Phytoplanktons veränderte sich jedoch wieder in Richtung der eines oligotrophen Sees, mit einem prozentual rückläufigen Anteil an Chlorophyceen (Grünalgen), die eher in mesotrophen Gewässern heimisch sind und tendenziell höheren Anteilen von Chrysophyceen und Haptophyceen (Goldalgen), wie z. B. der mixotrophen Goldalge Dinobryon divergens, die sich auch von kleinen Bakterien unter 1 µm ernähren kann. Die Bacillariaphyceen (Kieselalgen) nahmen, wie in der Fürwiggetalsperre üblich, einen sehr geringen Anteil am Biovolumen ein.

In den letzten 5 Jahren ist eine Tendenz zu höheren Biovolumina an Blaualgen zu verzeichnen, hier im Vordergrund die Gattung Aphanothece, eine in gallertigen Kolonien von jeweils einigen hundert bis in die Tausend lebenden Zellen, die unter oligotrophen Bedingungen wachsen kann. Im Jahr 2023 nahmen die Cyanophyceen mit 0,8 mm³/l etwa 20 % des Gesamtbiovolumens ein. Ihre Zunahme könnte in Zusammenhang mit dem Absterben und Roden der Fichtenbestände an den Süd- und Westhängen der Talsperre stehen. Die Fichtenbestände wurden zwischen 2021 und 2023 aufgrund von übermäßigem Borkenkäferbefall, eine Folge von Monokultur und Trockenheit durch den fortschreitenden Klimawandel, gefällt. Der Vorgang des Rodens verursacht häufig einen akuten stellenweisen Eintrag von Nährstoffen durch Bodenerosion und hohe Staubentwicklung, der zur Entwicklung von Aphanothece bereits ausreichen kann.

Das mittlere Biovolumen aller Zooplankter (Bild 6.4) hat sich im Jahr 2023 mit 0,1 mm³/l auf etwa ein Drittel der Biovolumina der Vorjahre reduziert. Neben den großen Daphnien hat sich die Art Holopedium gibberum immer stärker etabliert und nahm im Jahr 2023 erstmals ähnliche Biovolumen wie die vorherrschenden Daphnien ein. Beide lagen bei einem mittleren Biovolumen von 0,03 mm³/l. Holopedium gibberum gilt als Besiedler kalkarmer, oligo- bis mesotropher Gewässer und tritt in den Talsperren des Ruhrverbands nur in der Fürwigge- und Versetalsperre auf. Sie ernährt sich vornehmlich von Chrysophyceen und benötigt niedrige Kalkgehalte und einen pH-Wert im sauren Bereich. Bei Veränderung dieser Bedingungen wird sie von Daphnien ersetzt. Ihr zunehmend höherer Anteil am Gesamtbiovolumen hängt vermutlich direkt mit der starken

[6.6] FROST U.: Der Wiedereinstau der Fürwiggetalsperre – Limnologie und Trophie. KW Korrespondenz Wasserwirtschaft, 1: 17-21, Januar 2012.

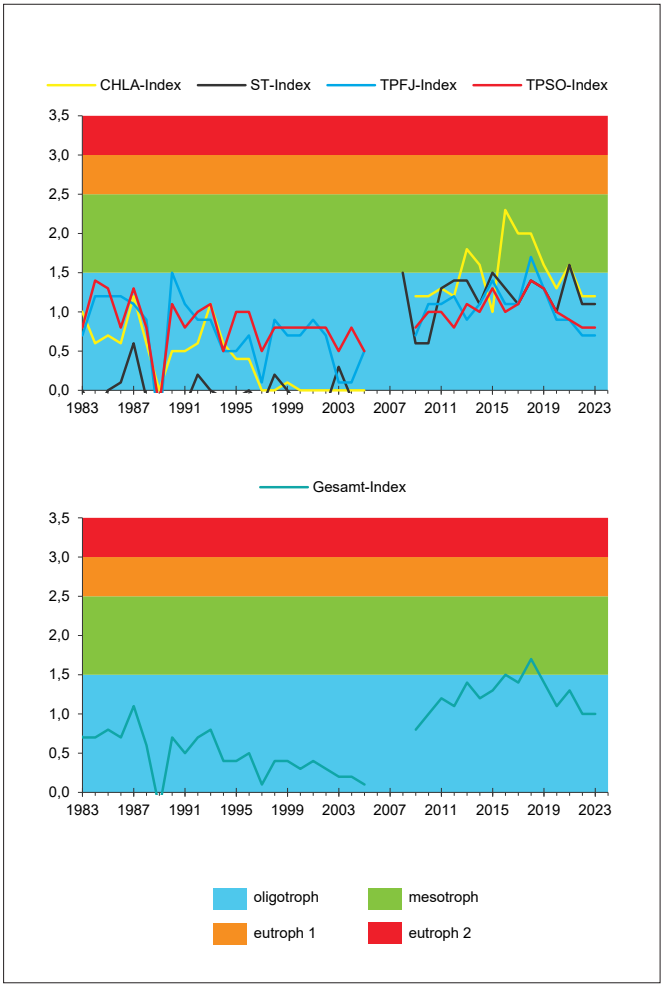


Bild 6.6: Entwicklung der Trophie in den letzten 40 Jahren in der Fürwiggetalsperre entsprechend der überarbeiteten Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren (LAWA 2013) [CHLA: Chlorophyll-a; ST: Sichttiefe; TP: Gesamtphosphor; FJ: Frühjahr; SO: Sommer]

Fig. 6.6: Development of the trophic status during the last 40 years in the Fürwigge Reservoir according to the preliminary directive for the trophic classification of reservoirs (LAWA 2013) [CHLA: chlorophyll a; ST: Secchi depth; TP: total phosphorus; FJ: spring; SO: summer]

Abnahme der Fischpopulation zusammen (s. u. und Tabelle 6.1), da sie als bevorzugte Fischnahrung gilt [6.7].

Insgesamt lässt sich aus den vorliegenden Langzeitergebnissen heraus vermuten, dass sich das Nahrungsnetzgefüge der Fürwiggetalsperre aufgrund der Veränderung der äußeren Verhältnisse auf einem etwas höheren Niveau einpendeln wird, als es vor dem Jahr 2006, also vor dem Leerstand der Talsperre, üblich war.

Seit dem Jahr 2017 wurde die Artvielfalt in der Fürwiggetalsperre durch den in Deutschland vom Aussterben bedrohten Edelkrebs erweitert (Bild 6.5), denn das waldreiche, schon fast endemische Einzugsgebiet dieser Talsperre bietet gefährdeten Tierarten einen geeigneten Lebensraum. So sind bis jetzt keine Anzeichen der Pilzinfektionskrankheit „Krebspest" festgestellt worden, die durch amerikanische Flusskrebse nach Europa kam, und die den Bestand des in Nordrhein-Westfalen heimischen Edelkrebses beträchtlich verringerte. Ebenfalls wurden die invasiven Krebsarten selbst nicht im Einzugsgebiet nachgewiesen. Diese entscheidenden Vorteile wurden genutzt, um den Edelkrebs in der Fürwiggetalsperre anzusiedeln und damit einen wichtigen Beitrag zum Arterhalt zu leisten. Im Jahr 2017 wurden ungefähr 2500 Exemplare ausgesetzt, deren Zahl sich bis 2019 verdoppelte [6.8]. Die weitere Bestandsentwicklung wird momentan alle zwei bis drei Jahre durch Stichprobenkontrollen vom Naturschutzzentrum Märkischer Kreis e.V. in Lüdenscheid begleitet und zeigte bisher, dass sich die Edelkrebse weiterhin vermehren, eine stabile Population bilden und die Tiere von der „Krebspest" verschont geblieben sind. Das Projekt wird zukünftig sogar zu weiteren Besatzmaßnahmen beitragen, weil der Bestand in der Fürwiggetalsperre groß genug ist, um Teilpopulationen zu entnehmen und anderen Gewässern zur Verfügung zu stellen. Bemerkenswert ist, dass der Besatz in der Fürwiggetalsperre erfolgreich war, obwohl es Bedenken zur Eignung des Gewässers gab. Sowohl der geringe Carbonatgehalt als auch die wenigen verfügbaren Versteckmöglichkeiten und die Nährstoffarmut des Gewässers erschweren die Ansiedlung des Edelkrebses. Dem gegenüber steht jedoch die Abwesenheit von Fressfeinden. Die schwierigen Rahmenbedingungen führen zwar dazu, dass die Bestandsgröße im Vergleich zu optimalen Verhältnissen niedriger bleibt und die Panzer wegen der geringen Carbonatkonzentration nicht vollständig aushärten, jedoch ist die Population wegen des geringen Prädationsdrucks trotzdem überlebens- und vermehrungsfähig. Die Ansiedlung der Edelkrebse in der Fürwiggetalsperre hat somit zu dem Erkenntnisgewinn beigetragen, dass Besatzmaßnahmen zum Arterhalt unter bestimmten Bedingungen auch dann zum Erfolg führen können, wenn der Zustand des Gewässers dafür nicht optimal ist. [6.8]

Tabelle 6.1: Fischbestandsuntersuchungen in der Fürwiggetalsperre in den Jahren 2019 und 2023. Es wird die Gesamtanzahl aus Netz- und Elektrofang gezeigt.

Table 6.1: Investigation of the fish population in the Fürwigge Reservoir in the years 2019 and 2023. Shown is the total count from net and electric pulse fishing.

	Fischbestand Anzahl	
Fischart	**2019**	**2023**
Seeforelle	26	17
Dreistacheliger Stichling	370	2
Elritze	132	13
Mühlkoppe	34	kein Fang
Seesaibling	18	1
Summe	580	33

Ferner wird von Interesse sein, wie sich die Edelkrebspopulation in das Ökosystem einfügt. Durch das Einführen einer solchen, sich omnivor ernährenden Art, kann ein Ökosystem auf mehreren trophischen Ebenen beeinflusst werden. Beispielsweise ist bekannt, dass Krebse im Allgemeinen über vielfältige Nahrungsquellen verfügen, darunter unter anderem Fischlaich, Invertebraten und pflanzliche Nahrung wie aquatische Makrophyten. Außerdem konsumieren Krebse pflanzlichen und tierischen Detritus, wodurch sie den Gehalt an organischen Substanzen im Sediment verringern. Bei der Versteck- und Futtersuche treten Krebse als Konkurrenten für benthische Fische auf. [6.9 - 6.12]

Das Ökosystem der Fürwiggetalsperre wird durch einen für ihre Verhältnisse typischen Fischbesatz mit Seeforellen und Alpinen Seesaiblingen unterstützt. Im Berichtsjahr ist der Fischbestand im Vergleich zum Jahr 2019 deutlich gesunken. Tabelle 6.1 zeigt in welchem Maße die Fischpopulation zurück gegangen ist. Interessanterweise hat das Biovolumen des Zooplanktons und des Phytoplanktons seit 2019 ebenfalls abgenommen (s. o.). Vermutlich handelt es sich hier um eine Wechselbeziehung unter anderem mit den gesunkenen Gesamtphosphorkonzentrationen (s. o.), da ein gesunkenes Angebot des limitierenden Nährstoffes Phosphor sich auf das Phytoplanktonwachstum und somit auf das Nahrungsnetz, bis hin zu den Fischen, auswirkt. Hinzu kommen weitere Einflussfaktoren wie die Ansiedlung des Edelkrebses sowie die Zusammensetzung des Planktons.

Die Entwicklung des Fischbestands und des Phyto- und Zooplanktons zeigen deutlich, dass sich das Ökosystem in der Fürwiggetalsperre momentan offenbar aufgrund der genannten diversen Einflüsse in einer Phase der Veränderung befindet. Bei den Untersuchungen in den nächsten Jahren wird diese Thematik weiterhin verfolgt.

Die Trophie der Fürwiggetalsperre wurde durch die beschriebenen Phänomene nach dem Wiedereinstau stark beeinflusst. Bild 6.6 zeigt den Gesamttrophieindex sowie die Einzelindices für die letzten 40 Jahre. Die Einzelindices werden für den epilimnischen Gesamtphosphorgehalt im Frühjahr (TPFJ) und Sommer (TPSO) sowie für die Sichttiefe im Sommer (ST) und für den sommerlichen epilimnischen Chlorophyllgehalt (CHLA) bestimmt. Nach dem Wiedereinstau der Talsperre befanden sich der Gesamttrophieindex sowie die Indices für Chlorophyll-a und Sichttiefe, letzterer erhöht sich aufgrund der Trübung durch Algen, auf einem deutlich höheren Niveau als vor den Baumaßnahmen. Dagegen waren beide Phosphorindices nur leicht erhöht. Zwischen 2015 und 2019 waren die höchsten Trophiewerte zu verzeichnen, die zum Teil sogar kurz in den Bereich der Mesotrophie gelangten. Inzwischen ist die Tendenz wieder sinkend und seit dem Jahr 2022 zeigen alle Trophieindices (Gesamt- und Einzel-) wieder oligotrophe Verhältnisse an.

Versetalsperre

Etwa 5 km unterhalb der Fürwiggetalsperre liegt im Lüdenscheider Raum die ebenfalls zur Trinkwasserversorgung genutzte Versetalsperre (Bild 6.7). Diese wurde 1951 in Betrieb genommen, nachdem die bereits im Jahr 1932 begonnenen Arbeiten während des Krieges unterbrochen werden mussten. Die Versetalsperre sollte in den Nachkriegsjahren den ständig steigenden Wasserbedarf vor allem der im Versetal angesiedelten Industriebetriebe decken. Heute sichert sie zudem die Trinkwasserversorgung der Städte Lüdenscheid, Werdohl und Plettenberg. Bis auf Angeln (ca. 150 Jahresfischereierlaubnisscheine) sind direkte Freizeit- und Erholungsnutzungen, wie Baden, Bootfahren und andere Wassersportarten, auf oder an der Versetalsperre aufgrund des Trinkwasserschutzes nicht erlaubt. So fehlen auch Erholungseinrichtungen und Gastronomiebetriebe, wie sie an anderen für Freizeitnutzungen freigegebenen Talsperren üblich sind.

Bild 6.7: Luftaufnahme der Versetalsperre
Fig. 6.7: Aerial photograph of the Verse Reservoir

[6.7] FLÖßNER D.: Die Haplopoda und Cladocera Mitteleuropas. Buch erschienen bei Backhuys Publishers, Leiden, 2000.
[6.8] GRAF D.: Erfolgskontrolle von Wiederansiedlungsmaßnahmen des Edelkrebses (Astacus astacus). Masterarbeit bei der Stiftung Universität Hildesheim, Institut für Biologie & Chemie, Abteilung Biologie, 09.06.2020.
[6.9] DORN J. N., WOJDAK J. M.: The role of omnivorous crayfish in littoral communities. Oecologia 140: 150-159, 2004.
[6.10] NYSTRÖM P., BRÖNMARK C., GRANELI W.: Patterns in benthic food webs: a role for omnivorous crayfish? Freshwater Biology, 36: 631-646, 1996.
[6.11] WILSON K. A., MAGNUSON J. J., LODGE D. M., HILL A. M., KRATZ T. K., PERRY W. L., WILLIS T. V.: A long-term rusty crayfish (Orconectes rusticus) invasion: dispersal patterns and community change in a north temperate lake. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences; 61(11): 2255-2266; 2004.
[6.12] DORN N. J. & MITTELBACH G. G.: More than predator and prey: A review of interactions between fish and crayfish. VIE ET MILIEU, 49 (4): 229-237, 1999.

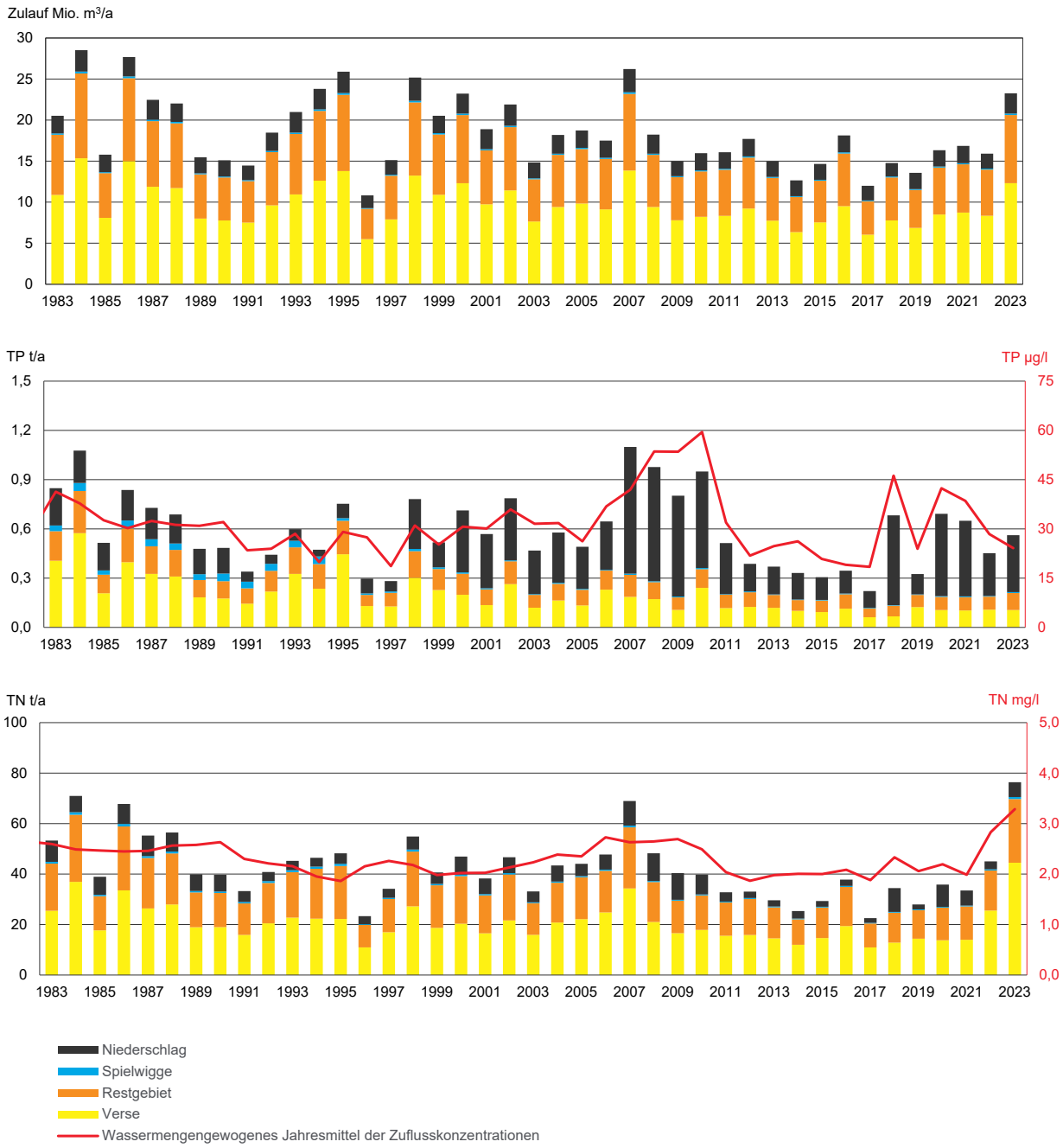


Bild 6.8: Zulauffrachten und wassermengengewichtete Jahresmittel aller untersuchten Zuflusskonzentrationen an der Versetalsperre in den letzten 40 Jahren
Fig. 6.8: Input loads and flowweighted annual means of analysed inflow concentrations at the Verse Reservoir during the last 40 years

Bei einer Speicheroberfläche von 1,7 km² beträgt das Gesamtvolumen der Versetalsperre 32,8 Mio. m³. Die maximale Tiefe von 51,2 m wird vor dem Damm erreicht. Die theoretische Aufenthaltszeit beträgt 1,5 Jahre (Ausbaugrad: 1,49). Das 24,1 km² große Einzugsgebiet ist zu zwei Dritteln bewaldet. Die landwirtschaftliche Nutzung spielt bei 4 % Acker und 28 % Wiesen und Weiden ebenso wie die bebaute Fläche von 1,2 % nur eine untergeordnete Rolle. Damit weist die Versetalsperre eine für die Wasserqualität günstige Nutzungsstruktur des Einzugsgebietes auf.

Aufgrund der vorteilhaften Nutzungsstruktur sind die Nährstoffkonzentrationen TP (Gesamtphosphorgehalt) und TN (Gesamtstickstoffgehalt) in den Zuläufen der Versetalsperre gering (Bild 6.8), wenn man sie mit den Talsperren vergleicht, deren Einzugsgebiete urbaner und landwirtschaftlicher geprägt sind. So ist es möglich, dass in den letzten 25 Jahren häufig mindestens die Hälfte des Phosphoreintrags nur durch die Niederschläge verursacht wurde. Die TP-Gesamtfracht und das Jahresmittel liegen für das Jahr 2023 im Schwankungsbereich der letzten Jahre. Hingegen sind sowohl die TN-Fracht als auch die TN-Konzentration im Talsperrenzulauf merklich angestiegen, was hauptsächlich auf den Eintrag aus der Verse zurückzuführen ist. Offensichtlich wurde der Nährstoff während der regenreichen Monate durch Niederschlagswasser aus den zum Teil landwirtschaftlich genutzten Uferzonen in den Bach geschwemmt. Gleichzeitig durch den Regen gestiegene Abflüsse führten zu den höheren TN-Frachten.

In der Talsperre nehmen die ohnehin schon niedrigen Phosphorwerte im Verlauf vom Vorbecken bis hin zum Auslauf weiter ab (Bild 6.9). Hier wirkt sich auch die lange Aufenthaltszeit des Wassers im Talsperrensystem positiv auf die Phosphorumsetzung und - retention aus.

In der Versetalsperre veränderte sich die Zusammensetzung des Phyto- und Zooplanktons seit 2017 nicht gravierend. Es waren vor allem Kieselalgen, Goldalgen und Panzerflagellaten sowie Flagellaten und Grünalgen zu finden, also eine Biozönose, die für oligotrophe Verhältnisse mit einer leichten Tendenz zur Mesotrophie typisch ist. Unter den Panzerflagellaten (Dinophyceen) war die vorherrschende Art Gymnodinium uberimum, die laut WRRL-Bewertungsverfahren ein Indikatortaxon für saure Gewässer mit niedrigem Kalkgehalt ist. Im Bereich der Kieselalgen waren Asterionella formosa und Rhizosolenia longiseta die Leitarten. Letztere ist beschrieben als Besiedlerin klarer, tiefer, basenarmer Seen. Das Zooplankton ist seit etwa 20 Jahren stabil in seiner Zusammensetzung mit einem hohen Bestand an Daphnien, sehr guten Filtrierern von Phytoplankton sowie cyclopoiden Copepoden, die sich in erster Linie räuberisch von kleinerem Zooplankton ernähren, in von Jahr zu Jahr leicht wechselnden Anteilen. Auffällig sind die Zunahmen von Bosmina longirostris und Bosmina coregoni seit etwa 20 Jahren. Diese beiden kleineren Cladocerenarten sind schon seit langem in den Talsperren des Sauerlands etabliert, nehmen aber in ihren Zahlen zu, da

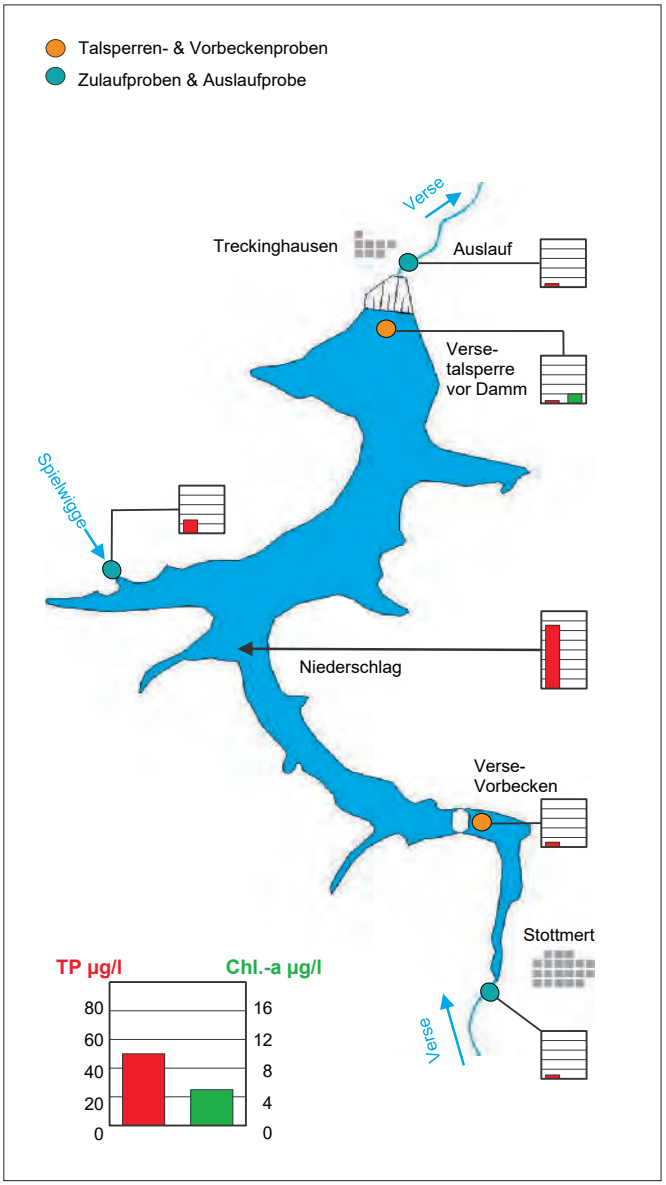


Bild 6.9: Probenahmestellen an der Versetalsperre und Gradienten der Phosphor- und Chlorophyll-a-Konzentrationen im Talsperrensystem 2023
Fig. 6.9: Sampling points at the Verse Reservoir and phosphorus and chlorophyll a concentrations in the reservoir system in 2023

sie als „Sommerorganismen" von der durch den Klimawandel verlängerten Vegetationsperiode und steigenden Wassertemperaturen profitieren.

Der Gesamt-Trophieindex (Bild 6.10) schwankte in den letzten 40 Jahren ausnahmslos im oligotrophen Bereich. Bei den Einzelindices fällt der Chlorophyll-a-Trophieindex auf, der in den letzten 20 Jahren immer wieder mesotrophe Verhältnisse angezeigt hatte, möglicherweise als Folge der seit 1998 merklich

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

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

gestiegenen TP-Frachten im Niederschlag. Die auffällig niedrigen Chlorophyll-a- und Gesamtindices im Jahr 2007 waren auf die außergewöhnlichen Hochwässer im August zurückzuführen, als die Algenentwicklung unterbrochen bzw. verhindert wurde. Aktuell wie auch im gesamten Betrachtungszeitraum stellt sich die Versetalsperre als ein oligotrophes Gewässer dar.

Nach dem Erfolg in der Fürwiggetalsperre wurde auch das Ökosystem im Vorbecken der Versetalsperre um den Edelkrebs erweitert. Nach dem im Jahr 2021 erfolgten Initialbesatz wird auch hier die weitere Entwicklung begleitet werden.

7 Organische Spurenstoffe in der Ruhr

Die Ruhr wurde im Jahr 2023 elfmal im Rahmen der Ruhrlängsuntersuchungen 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. Darüber hinaus erfolgte eine wöchentliche Beprobung der Ruhr an der Entnahmestelle in Essen-Rellinghausen. Im Folgenden werden ausgesuchte Ergebnisse durchgeführter Wasseranalysen auf mehr als 490 organische Substanzen deren Gehalte sich im Spurenbereich bewegen, vorgestellt. Das Substanzspektrum umfasst beispielsweise Pharmaka, Pestizide, endokrin aktive Substanzen, Flammschutzmittel, Weichmacher sowie Haushalts- und Industriechemikalien (Tabelle 7.1), die anteilig auch durch gereinigtes Abwasser in die Ruhr gelangen können. 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 für Trinkwasser geltende gesundheitliche Orientierungswert (GOW) und der für Oberflächenwasser geltende Orientierungswert (OW) verwendet, die hier aber für Oberflächengewässer herangezogen werden (siehe Kapitel 2). Frachtberechnungen erfolgten für die an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen gemessenen Konzentrationen durch Multiplikation mit den korrespondierenden Tagesmittelwerten der jeweiligen Abflüsse der Ruhr am Pegel Hattingen und dienen zur besseren Einordnung der Eintragsmengen unabhängig von den Abflussverhältnissen. Die ergiebigen Regenfälle im Jahr 2023 und die damit verbundenen höheren Abflüsse (siehe Kapitel 1) hatten Auswirkungen auf

[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

Tabelle 7.1: Ausgewählte organische Einzelverbindungen des Untersuchungsprogramms für das Jahr 2023
Table 7.1: Selected organic compounds of the investigation program 2023

Röntgenkontrastmittel	Piperacillin	Fluroxypyr	Acenaphthylen
Amidotrizoesäure [3]	Roxythromycin	Flurtamon [2, 3]	Anthracen [1,2]
Iohexol	Sulfadiazin	Haloxyfop	Benzo[a]anthracen [4]
Iomeprol	Sulfamethoxazol [4], Acetyl-Sulfametaxazol	HCH (α-,β-,δ-,ε-,und γ-) [1,2]	Benzo[a]pyren [1,2]
Iopamidol [3]	Sulfapyridin	Heptachlor, Heptachlorepoxid [1,2]	Benzo[b]fluoranthen [1,2,4]
Iopromid	Trimethoprim	Hexachlorbenzol	Benzo[g,h,i]perylen [1,2]
Medikamente und ihre Metabolite	**Süßstoffe**	Hexachlorbutadien	Benzo[k]fluoranthen [1,2,4]
10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin	Acesulfam	Hexazinon [2]	Chrysen
4-Acetamidoantipyrin	Cyclamat	Imazalil	Fluoranthen [1,2]
4-Aminophenazon	Saccharin	Imidacloprid [2]	Fluoren [4]
4-Formylaminoantipyrin	Sucralose	Ioxynil [4]	Indeno[1,2,3-cd]pyren [1,2,4]
Amisulprid	**Synthetische Komplexbildner**	Isoproturon [1,2]	Naphthalin [1,2]
Bezafibrat	DTPA	Linuron [2]	Phenanthren [2]
Bisoprolol	EDTA [4]	MCPA [2]	Pyren [4]
Buflomedil	MGDA	MCPB [4]	**Flammschutzmittel, Weichmacher**
Candesartan [3]	NTA [4]	Mecoprop (MCPP) [2]	BDE 28, 47, 99, 100, 153, 154 [1,2], 183
Carbamazepin [3,4], Carbamazepinepoxid	**Pestizide und ihre Metabolite**	Mesotrion	Hexabromcyclododecan (HBCD) [2]
Clenbuterol	2,4,5-T [4]	Metalaxyl [3]	2,4,6-Tribromphenol
Clofibrinsäure [4]	2,4,5-TP	Metazachlor [2, 3]	PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180 [2], 194
Cyclophosphamid	2,4-D [2]	Metazachlor ESA	Tributylphosphat (TBP) [4]
Desvenlafaxin	2,4-DB	Methabenzthiazuron [2]	Triethylphosphat (TEP)
Diazepam	2,4-DP (Dichlorprop)	Methiocarb	Triphenylphosphat (TPP) [4]
Diclofenac [3,4], Hydroxydiclofenac	2,6-Dichlorbenzamid	Methoxychlor	Tris(butoxyethyl)phosphat (TBEP)
Fenoprofen	Acetamiprid	Methyldesphenylchloridazon	Tris(chlorethyl)phosphat (TCEP) [4]
Fexofenadin	Aclonifen [1,2]	Metolachlor [2, 3]	Tris(chlorisopropyl)phosphat (TCPP) [3]
Fluconazol	Alachlor [1,2]	Metolachlor ESA, CGA 37735, CGA 50267	Tris(dichlorisopropyl)phosphat (TDCP)
Furosemid	alpha-, beta-Endosulfan	Metoxuron [4]	Tritolylphosphat
Gabapentin [3], Gabapentin-Lactam [3]	Atrazin, Simazin [1,2]	Metribuzin [2]	Diethylphthalat
Gemfibrocil	Azinphos-methyl, -ethyl [2]	Mirex	Dimethylphthalat
Hydrochlorothiazid	Azoxystrobin [3]	Monolinuron [2]	Butylbenzylphthalat [4]
Ibuprofen [3,4]	Bentazon [2]	Nicosulfuron [2]	Bis(2-ethylhexyl)phthalat [1,2]
Indoprofen	Bifenox [1,2]	Nitenpyram	Di(2-ethylhexyl)adipat
Irbesartan	Boscalid	Phenmedipham [4]	2-Ethylhexyl-4-methoxycinnamat
Ketoprofen	Bromacil [2]	Phoxim	Bisphenol A [4], F, S
Lamotrigin [3]	Bromocyclen [4]	Pirimicarb [2]	Tetrabrombisphenol A
Metformin	Bromoxynil [2]	Prochloraz	**Alkylphenole, -ethoxylate**
Metoprolol [4], Hydroxymetoprolol	Carbendazim [2]	Prometryn [2]	Nonylphenol [1,2]
Naproxen	Carbetamid	Propazin [4]	4-tert-Octylphenol [1,2]
N-Desethylvardenafil	Carfentrazon-ethyl	Propiconazol [2]	4-OP-1-EO, 4-OP-2-EO
N-Desmethylsildenafil	Carflutrazon-ethyl	Prosulfocarb	4-NP-1-EO, 4-NP-2-EO
Oxazepam	Chlorfenvinphos [1,2]	Quinmerac [3]	**Perfluorierte Verbindungen**
Oxipurinol [3]	Chloridazon [2, 3], Desphenylchloridazon	Quinoxyfen [1,2]	1H,1H,2H,2H-PFOS (H4PFOS) [3]
Paracetamol	Chlorothalonil R471811	Sebuthylazin	Perfluorbutansäure (PFBA)
Phenazon [3,4]	Chloroxuron [4]	Sulcotrion [2]	Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)
Phenylethylmalonamid	Chlorpropham	Tebuconazol [4]	Perfluordecansäure (g-PFDA) [3]
Pregabalin	Chlorpyrifos-ethyl [1,2]	Terbuthylazin [2]	Perfluorheptansäure (g-PFHpA) [3]
Primidon [3]	Chlorthalonil [3]	Terbutryn [1,2]	Perfluorhexansäure (g-PFHxA)
Propranolol	Chlorthalonil R417888	Thiacloprid [3]	Perfluorhexansulfonsäure (g-PFHxS)
Propyphenazon [3]	Chlortoluron [2]	Thiamethoxam	Perfluornonansäure (g-PFNA)
Ramipril	Clodinafop	Trifluralin [1,2]	Perfluoroctansäure (g-PFOA)
Ritalinsäure	Clopyralid	Vinclozolin	Perfluoroctansulfonsäure (g-PFOS) [1,2]
Salbutamol	Clothianidin	**Leichtfl. org. Stoffe, VOC**	Perfluorpentansäure (PFPeA) [3]
Sildenafil	Cyanazin [4]	1,1,1-Trichlorethan [4]	**Benzotriazole**
Sitagliptin	Cybutryn [1,2]	1,2-Dichlorethan [1,2]	1H-Benzotriazol [3]
Sotalol	Cyclodien Pestizide [2]	Benzol [1,2]	4-Methyl-1H-Benzotriazol
Sulpirid	Desethyl-, Desisopropylatrazin	Chlorbenzol [2]	5-Methyl-1H-Benzotriazol
Tadalafil	Desethylterbuthylazin	Dichlormethan [1,2]	**Duftstoffe**
Telmisartan	Desmedipham	Ethylbenzol [4]	Galaxolide [4]
Temazepam	Diazinon [2]	Hexachlorbutadien [1,2]	Tonalide [4]
Timolol	Dichlorvos [1,2]	Isopropylbenzol [4]	OTNE
Tolbutamid	Diflufenican [2]	o-, m/p-Xylol [4]	**Weitere org. Spurenstoffe**
Tolfenaminsäure	Dimethylsulfamid	Tetrachlorethen [2]	Anilin [2]
Tramadol, Desmethyltramadol	Dimoxystrobin [2]	Tetrachlormethan [2]	2-Hydroxybenzothiazol
Valsartan [3], Valsartansäure [3]	Dinoterb	Toluol [4]	2-Methylthiobenzothiazol
Vardenafil	Diuron [1,2,4]	Trichlormethan (Chloroform) [1,2]	Benzothiazol
Venlafaxin	Epoxiconazol [2]	**Steroidhormone**	Chlornitrobenzole [2,4]
Antibiotika und ihre Metabolite	Ethidimuron	17-alpha-Ethinylestradiol [4]	DEET [4]
Azithromycin [3]	Ethofumesat [4]	17-beta-Estradiol [4]	Nitrobenzol [2]
Ciprofloxacin	Fenoprop	Dehydroepiandrosteron	TMDD
Clarithromycin [4]	Fenoxaprop	Estron	TOSU [3]
Clindamycin [4]	Fenpropimorph [2]	Testosteron	Triclocarban
Erythromycin, dh-Erythromycin	Fipronil	**PAK**	Triclosan [2,4], Triclosanmethylether
PenicillinV	Flufenacet [2, 3]	Acenaphthen [4]	Trifluoracetat

[1] prioritärer Stoff der EG-WRRL
[2] Substanz besitzt eine UQN gemäß EG-WRRL und/oder OGewV
[3] Substanz besitzt einen GOW
[4] Substanz besitzt einen OW

die Spurenstoffkonzentration im Gewässer. Im Abflussjahr 2023 (1. Nov. 2022 bis 31. Okt. 2023) fiel rund 40 % mehr Niederschlag als im Abflussjahr 2022. Die stärkere Verdünnung durch höhere Abflüsse führte dazu, dass sich die Konzentrationen anthropogener Substanzen um 40 bis 50 % reduzierten, die korrespondierenden Frachten aber stabil blieben.

Neben den in diesen Kapiteln durchgeführten Betrachtungen finden organische Spurenstoffe auch in den Kapiteln 16 und 21 Erwähnung. Diese unterscheiden sich teilweise in den Untersuchungsumfängen und -häufigkeiten sowie Probenahmestellen und -zeitpunkten aufgrund anderer Fragestellungen im Bereich der Gewässergüte und Trinkwasserversorgung. Ebenso differieren die erreichten Bestimmungsgrenzen. Zudem werden bei der Bewertung stellenweise unterschiedliche Betrachtungszeiträume zugrunde gelegt. Alle erwähnten Aspekte haben Auswirkungen auf die ermittelten Konzentrationen und Frachten. Generell weisen die Auswertungen jedoch die gleiche Tendenz auf.

Pharmaka, Diagnostika und deren Metabolite

Arzneimittel sind in der modernen Humanmedizin unverzichtbar und finden auch in der kommerziellen Tierhaltung breite Anwendung. Sie helfen Krankheiten vorzubeugen, zu diagnostizieren und zu heilen sowie Symptome, wie beispielsweise Schmerzen, zu lindern. In Deutschland werden in der Humanmedizin zurzeit etwa 2.500 verschiedene Wirkstoffe mit einer jährlichen Verbrauchsmenge von mehr als 30.000 t eingesetzt. Etwa der Hälfte dieser Verbindungen wird aufgrund ihrer Eigenschaften eine Umweltrelevanz zugesprochen. Neben dem Einsatz in der Humanmedizin findet eine Vielzahl von Wirkstoffen Anwendung in der Veterinärmedizin. Hier liegen zu Einsatzmengen, außer zu denen der Antibiotika, keine belastbaren Zahlen vor [7.5].

Arzneimittel werden vom menschlichen Organismus häufig nicht oder nur unvollständig abgebaut. Vielfach entstehen Metabolite, die in einigen Fällen erst die therapeutisch wirksame Form darstellen. Über Ausscheidungen oder durch die Körperreinigung bei äußerlicher Anwendung, z. B. Cremes, zum Teil leider aber auch durch die unsachgemäße Entsorgung von Medikamenten in Abfluss und Toilette, werden diese mit dem Abwasser über die Kanalisation in die Kläranlagen transportiert. Da in Kläranlagen gemäß dem Stand der Technik selbst unter Anwendung weitergehender Reinigungsstufen keine vollständige Entfernung möglich ist, gelangen ein Teil der Wirkstoffe oder ihre Abbauprodukte in Oberflächengewässer. Arzneimittel aus der intensiven Tierhaltung erreichen meist mit Gülle und Mist landwirtschaftliche Flächen und werden bei Regenereignissen unter Umständen in Gewässer gespült, ohne dass die Möglichkeit besteht, diese zurückzuhalten.

In Deutschland sind bisher mehr als 400 verschiedene Arzneimittelwirkstoffe, deren Metabolite oder Transformationsprodukte in der Umwelt, meist in Flüssen, Bächen oder Seen, nachgewiesen worden [7.5]. Ungefähr zwei Drittel der durch diese Substanzen verursachten Menge entfallen auf nur 16 verschiedene Wirkstoffe. Darunter befinden sich z. B. das Antidiabetikum Metformin, das Analgetikum Ibuprofen und der Betablocker Metoprolol [7.6].

Zurzeit erfolgt im Kooperationslabor die Analyse von mehr als 110 Arzneimittelsubstanzen und -metaboliten, die im Jahr 2023 in über 180 Proben der Ruhr bestimmt wurden. Anforderungen an die Konzentrationen 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 im Monitoringleitfaden NRW gesetzlich nicht verbindliche OW. Zusätzlich werden GOW herangezogen, deren Unterschreitung einen unbedenklichen, lebenslangen Trinkwassergenuss für Menschen indiziert. Diese werden hier zur Bewertung des Oberflächenwassers herangezogen (siehe Kapitel 2).

Die zu den Diagnostika gehörenden, in Krankenhäusern und radiologischen Praxen verabreichten iodierten Röntgenkontrastmittel (RKM) absorbieren bei entsprechenden Untersuchungen eingesetzte Strahlung stärker als normales Weichteilgewebe und helfen so gezielt, bestimmte Gewebestrukturen sichtbar zu machen. Je nach Art der Untersuchung erhalten Patienten eine Kontrastmitteldosis, die 30 bis 50 g Iod enthält. Aufgrund ihrer Struktur, bei dem sich das Iod, das mit seiner hohen Atommasse für die kontrastgebenden Eigenschaften verantwortlich ist, im dreifach substituierten Benzolring befindet, stellen sie vermutlich die stabilsten Arzneistoffe in der Umwelt dar. Wegen dieser beabsichtigten Eigenschaften werden sie in einem Zeitraum von wenigen Stunden 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 [7.6, 7.7].

Die Ruhr wurde im Berichtszeitraum auf insgesamt sieben iodierte RKM untersucht. Die beiden Verbindungen **Ioxithalaminsäure** und **Ioversol** wiesen wie in den Vorjahren durchgehend Messwerte unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenzen auf. Relevante Befunde im Ruhrlängsverlauf ließen sich für **Iopamidol** in den Jahren 2018 und 2019 ab der Probenahmestelle Kraftwerk Westhofen bei Ruhr-km 95,15 beobachten. Seit 2020 waren nennenswerte Konzentrationen in der Ruhr erst ab Fluss-km 80,66 an der Probenahmestelle Wetter im Jahr 2023 mit 0,10 µg/l festzustellen. Grund für den erhöhten Gehalt an dieser Stelle ist die Belastung in der Lenne, die in ihrem Mündungsbereich eine im Vergleich zur Ruhr in diesem Abschnitt deutlich höhere mittlere Konzentration von 0,16 µg/l im Jahr 2023 aufwies. Die Konzentration von Iopamidol erreichte an der Ü.-Station Essen-Werden mit 0,18 µg/l ihren höchsten Jahresmittelwert. Alle genannten Konzentrationen des Iopamidols stellen einen deutlichen Rückgang an den jeweiligen Probenahmestellen im Vergleich zum Vorjahr

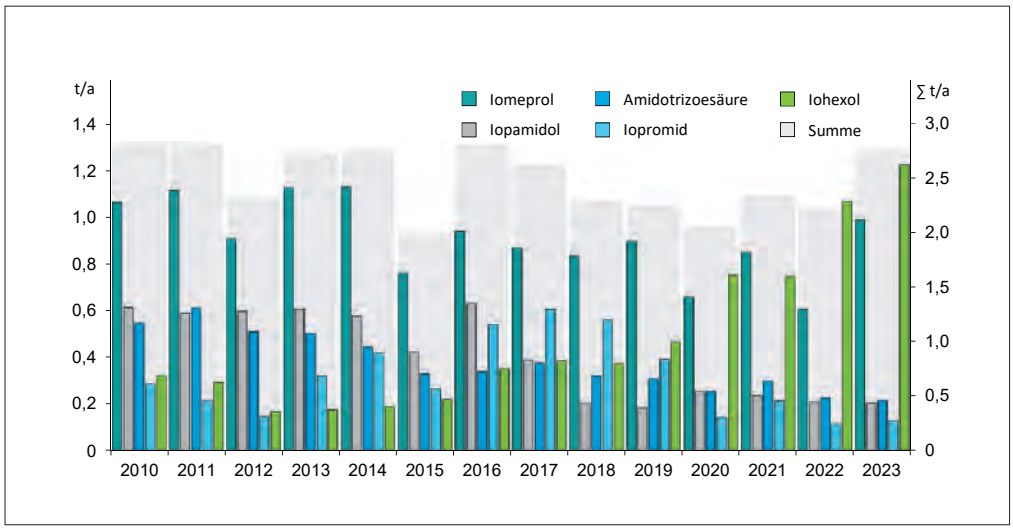


Bild 7.1: Entwicklung der Jahresfrachten von Amidotrizoesäure, Iopromid, Iohexol, Iopamidol und Iomeprol in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen
Fig. 7.1: Development of annual loads of Amidotrizoic acid, Iopromide, Iohexol, Iopamidol and Iomeprol in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen

dar. Für die Substanzen **Iomeprol** und **Iopromid** waren im Jahr 2020 signifikante Konzentrationen bereits ab Fluss-km 160,72 in Höhe Oeventrop festzustellen. In den Folgejahren war dies nicht der Fall. Während relevante Konzentrationen für Iomeprol erst etwa 30 Kilometer flussabwärts festzustellen waren, konnten diese für Iopromid erst bei Fluss-km 31,18 an der Probenahmestelle Essen-Werden gemessen werden. Ihre maximalen Konzentrationen erreichten beide Vertreter in der unteren Ruhr. Iomeprol wies für 2023 an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen einen Jahresmittelwert von 0,43 µg/l auf, was eine geringe Abnahme bedeutete. Iopromid kam nahe der Mündung bei Fluss-km 2,65 auf einen Wert von 0,075 µg/l, eine Reduktion um etwa 40 %.

Die Konzentrationen von **Amidotrizoesäure** und **Iohexol** nahmen von der Quelle bis zur unteren Ruhr zu. Amidotrizoesäure erreichte an der Probenahmstelle bei Essen-Werden eine mittlere Konzentration von 0,15 µg/l, Iohexol bei Essen-Werden eine von 0,78 µg/l. Beide Werte sind wegen der beschriebenen Abflusssituation deutlich geringer als im Vorjahr. Die mittleren Konzentrationen für Amidotrizoesäure und Iohexol unterschritten den geltenden GOW von 1 µg/l.

Für das Berichtsjahr wies Iohexol unter den untersuchten Kontrastmitteln mit rund 1,2 t die höchste Fracht und mittlere Konzentration auf. Der seit Jahren feststellbare kontinuierlich ansteigende Trend der Fracht setzte sich dabei fort. Auch die Fracht von Iomeprol stieg im Vergleich zum Vorjahr an und zwar deutlich von rund 0,6 auf fast 1 t. Die der anderen drei relevanten Vertreter blieb auf vergleichbarem Niveau. Die Summe der Frachten blieb, wie in den Vorjahren, recht konstant. Betrachtet man die langjährige Entwicklung so ist ein klar ansteigender Trend bei Iohexol festzustellen, während Vertreter wie Iopromid oder die Amidotrizoesäure an Bedeutung einbüßen. (Bild 7.1)

Der Verbrauch von Antidiabetika lag 2022 bei insgesamt 2,6 Mrd. Tagesdosen (DDD = Defined Daily Dose), was mehr als eine Verdopplung seit dem Jahr 1996 darstellt. Ein Vertreter dieser Wirkstoffgruppe, das **Metformin**, wird zur Behandlung von Diabetes Typ 2 eingesetzt. Es ist mengenmäßig der meistverschriebene Arzneiwirkstoff in Deutschland und weltweit. Werden die im Jahr 2022 im Bereich der gesetzlichen Krankenversicherungen, denen ca. 90 % der deutschen Bevölkerung angehören, verordneten 682 Mio. DDD Metformin mit der Masse der Tagesdosis (2 g) multipliziert, so ergibt sich eine jährliche Verschreibungsmenge von fast 1.500 t [7.8]. Vom menschlichen Körper wird Metformin vollständig und unverändert ausgeschieden. Das relativ kleine und polare Molekül ist gut wasserlöslich. In Kläranlagen wird Metformin in der Regel zu über 90 %, primär durch Transformation zu dem Hauptmetaboliten **Guanylharnstoff**, entfernt [7.9]. Ergebnisse von erweiterten Biodegradationsstudien zeigen zusätzliche Abbauwege, z. B. photolytischen Abbau, bis hin zur vollständigen Mineralisierung von Metformin und Guanylharnstoff, wozu allerdings eine längere Adaptierungsphase der Mikroorganismen Voraussetzung ist [7.10].

[7.5] https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/arzneimittel, Zugriff 12. Februar 2023
[7.6] Arzneimittelrückstände in Trinkwasser und Gewässern. In: Drucksache 19/16430, Deutscher Bundestag, Januar 2020
[7.7] Studie zur Prüfung der Praxistauglichkeit von Urinauffangsystemen zur Verringerung des Röntgenkontrastmittel-Eintrags in das Abwasser – Sammlung von RKM-haltigem Urin von Patient:innen, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Juni 2021
7.8] https://www.arzneimittel-atlas.de/arzneimittel/a10-antidiabetika/top-10/, Zugriff 02. Mai 2022
[7.9] Briones, R. M., Sarmah, A. K., Padhye, L. P.: A global perspective on the use, occurrence, fate and effects of anti-diabetic drug metformin in natural and engineered ecosystems. In: Environmental Pollution, 2016, 219, S. 1007-1020
[7.10] Straub, J., Caldwell, D., Davidson, T., D'Aco, V., Kappler, K., Robinson P., Simon-Hettich, B., Tell, J.: Environmental risk assessment of metformin and its transformation product guanylurea. I. Environmental fate. In: Chemosphere, 2019, 216, S. 844-854

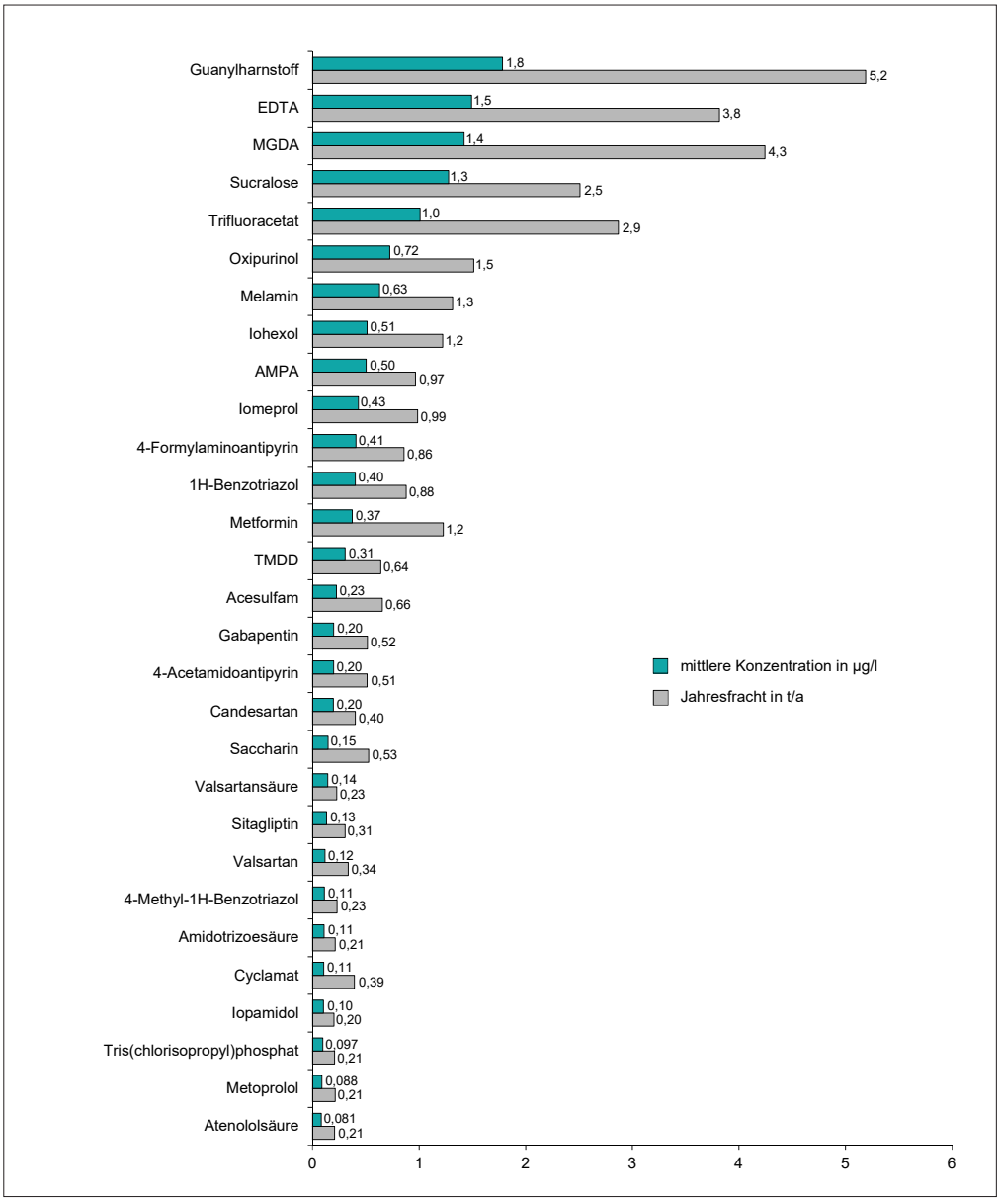


Bild 7.2: Ausgewählte organische Spurenstoffe mit ihren mittleren Konzentrationen und Jahresfrachten in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Jahr 2023

Fig. 7.2: Selected organic trace substances with their mean concentrations and annual loads in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen in 2023

Aufgrund der hohen Verschreibungsmenge fand sich Metformin in der Ruhr ab der zweiten Probenahmestelle im Fließverlauf in fast allen untersuchten Proben in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,03 µg/l. Für Guanylharnstoff war dies aufgrund der höheren Bestimmungsgrenze von 0,3 µ/l erst ab der dritten Probenahmestelle der Fall. Die Konzentration des Metformins stieg bereits im Bereich der oberen Ruhr bei Fluss-km 142,25 rasch auf etwa 0,3 µg/l an und verblieb an vielen der weiteren Probenahmestellen der mittleren Ruhr auf diesem Niveau. Im Bereich der unteren Ruhr stiegen die Konzentrationen weiter an. An der Probenahmestelle Essen-Werden erreichte die Konzentration mit 0,42 µg/l ihr Maximum. Die höchste Durchschnittskonzentration von Guanylharnstoff wurde im Längsverlauf mit 1,8 µg/l am Pegel Wetter gemessen. Bis zur Mündung der Ruhr bei Duisburg reduzierte sich diese auf 1,4 µg/l. Diese Konzentrationsverläufe über den Fließweg der Ruhr sind bemerkenswert, da bei abwasserbürtigen Substanzen mit einer konstanten Zunahme der Summe von Ausgangs- und Transformationsprodukten zu rechnen ist. Ursächlich für diese gegenteilige Beobachtung ist wahrscheinlich der oben thematisierte Abbau von Metformin und Guanylharnstoff durch Mikroorganismen in der Ruhr. Unter den regelmäßig bestimmten organischen Spurenstoffen ist Guanylharnstoff mit 5,2 t/a erneut, derjenige mit der höchsten Jahresfracht im Betrachtungszeitraum (Bild 7.2). Zur Bewertung der beiden Substanzen kann aufgrund von fehlenden Daten zur Ökotoxizität derzeit nur auf die vom UBA abgeleiteten und nicht für Oberflächenwasser geltenden GOW in Höhe von jeweils 1,0 µg/l zurückgegriffen werden. An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen wird dieser Wert von Met-

formin unter- und von Guanylharnstoff überschritten. Die hier berichteten Werte aus der Ruhr sind vergleichbar mit Gehalten anderer Flüsse in NRW [7.11].

Sitagliptin, ein ebenfalls als Antidiabetikum eingesetzter, recht neuer Wirkstoff, verlässt den menschlichen Körper, ohne einem Metabolismus zu unterliegen. Er wird als Einzelwirkstoff verordnet oder als Kombipräparat, beispielsweise zusammen mit Metformin [7.12]. Allein diese beiden Applikationen kamen im Jahr 2022, wie im Vorjahr, zusammen auf rund 360 Mio. DDD. Bereits ab der dritten Probenahmestelle liegen alle Befunde oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l. Die maximalen Jahresdurchschnittskonzentrationen von 0,13 µg/l sind in der unteren Ruhr zu finden.

Oxipurinol, selbst kein Arzneimittel, ist der pharmazeutisch wirksame Metabolit des verbreiteten Gichtmittels Allopurinol, von dem im Jahr 2017 rund 130 t im Bereich der GKV verschrieben wurden [7.13, 7.14]. 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 [7.15].

In der Ruhr konnte Oxipurinol ab der Probenahmestelle Brücke Oeventrop bei Fluss-km 160,72 in nahezu allen untersuchten Proben oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,05 µg/l nachgewiesen werden. Die mittleren Konzentrationen im Fließverlauf stiegen bis zur Mündung relativ gleichmäßig an und erreichten mit einem Jahresmittelwert von 0,81 µg/l ihr Maximum in der Ruhr bei Essen-Werden. Der GOW von 0,3 µg/l ist dort und an vielen anderen Probenahmestellen der Ruhr deutlich überschritten. An der Dauermessstelle Essen-Rellinghausen konnte eine mittlere Durchschnittskonzentration von 0,72 µg/l ermittelt werden. Die Jahresfracht an dieser Stelle war etwas niedriger als im Jahr 2022. Oxipurinol zählte mit 1,5 t/a zu den organischen Spurenstoffen, die im Jahr 2023 eine hohe Fracht in der Ruhr aufwiesen (Bild 7.2). Die Substanz wurde in vielen anderen deutschen Oberflächengewässern mit hohem Anteil an gereinigtem Abwasser mit Konzentrationen bis zu 23 µg/l nachgewiesen [7.16].

Das Schmerzmittel Metamizol war vor mehr als 100 Jahren eines der ersten Medikamente, das synthetisiert und eingesetzt wurde, ohne ein Naturstoffvorbild zu besitzen. Die Verordnungsmengen zeigen eine kontinuierliche Zunahme von Metamizol-haltigen Medikamenten, obwohl sich die Indikation des rezeptpflichtigen Medikaments nur auf die Behandlung starker Schmerzen beschränkt [7.17]. Trotz dieser Einschränkung nahm Metamizol im Jahr 2022 unter den Analgetika mit 272 Mio. verordneten Tagesdosen, im Jahr 2007 waren es lediglich 87 Mio., innerhalb der GKV den ersten Platz ein [7.18]. Der Wirkstoff Metamizol, von dem somit rund 820 t verschrieben wurden, ist ein sogenanntes „Prodrug" und wird auf unterschiedlichen Wegen, je nach Applikation, 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 [7.19]. Die Metabolite FAA und AAA konnten im Längsverlauf der Ruhr bereits ab der dritten Probenahmestelle in allen Proben oberhalb ihrer Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l nachgewiesen werden. Die mittleren Konzentrationen stiegen im Bereich der oberen Ruhr zunächst mit dem zunehmenden Anteil an gereinigtem Abwasser an. Im Bereich der mittleren und unteren Ruhr entwickelten sich die Konzentrationen der beiden Abbauprodukte unterschiedlich. Während die mittleren Gehalte von FAA im weiteren Verlauf bis zur Mündung bei Duisburg kontinuierlich bis auf etwa 0,39 µg/l anstiegen, sanken die des AAA in der mittleren Ruhr zunächst ab, um dann wieder leicht anzusteigen und letztlich in der unteren Ruhr bei etwa 0,2 µg/l zu stagnieren. Da sich das Verhältnis der abwasserbürtigen Metabolite im Fließverlauf eigentlich nicht verändern sollte, kann der beschriebene Umstand nur mit einem unterschiedlichen Abbau- oder Sorptionsverhalten erklärt werden. Der GOW von 0,3 µg/l für FAA wird an den drei unteren Probenahmestellen in der Ruhr überschritten.

Diclofenac, welches als Schmerzmittel und in der Rheumatherapie eingesetzt wird, konnte bereits in der oberen Ruhr mit Werten oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l festgestellt werden. Ab Fluss-km 175,32 wurde es in allen Proben nachgewiesen. Die höchste mittlere Jahreskonzentration konnte an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen mit 0,064 µ/l ermittelt werden. Im Rahmen des Projekts „EklimA" wurde untersucht, welche Auswirkungen eine dauerhafte Absenkung der gesetzlichen Mindestabflüsse in der Ruhr zur Folge hätte. Fünf ausgewählte Klimaprojektionen wurden mit Hilfe des Wasserhaushaltsmodells LARSIM in hoher zeitlicher Auflösung bis zum Jahr 2100 für das Ruhreinzugsgebiet simuliert, um passende Mindestabflüsse abzuleiten. Eine ökotoxikologische Risikobewertung von Spurenstoffen ergab, dass unter anderem für Diclofenac ein Risiko vorhanden ist, da dessen Kon-

[7.11] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: Metformin / N-Guanylharnstoff. In: ECHO-Stoffbericht, Oktober 2020

[7.12] https://www.kbv.de/media/sp/Wirkstoff_AKTUELL_Sitagliptin.pdf, Zugriff 03. Mai 2023

[7.13] Billecke L., Becker, A., Baum, E., Viniol, A.: Querschnittserhebung zur Einnahme von Allopurinol. In: Zeitschrift für Allgemeinmedizin, 2016, 92, S. 490-494

[7.14] Arzneiverordnungs-Report 2018. (2018). Deutschland: Springer Berlin Heidelberg

[7.15] 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

[7.16] 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

[7.17] https://www.deutsche-apotheker-zeitung.de/daz-az/2018/daz-2-2018/wie-gefaehrlich-ist-metamizol, Zugriff 14. Februar 2023

[7.18] https://www.arzneimittel-atlas.de/arzneimittel/n02-analgetika/top-10/, Zugriff 14. Februar 2023

[7.19] Reinhardt, N., Jantos, R., Sinning, C., Imming, P.: Metamizol - Renaissance eines Analgetikums. In: Pharmazeutische Zeitung, 2006, 32

zentration in der Ruhr negativ mit der Wassermenge korreliert. Zur besseren Einschätzung zur Entwicklung der Diclofenac-Konzentration bei Veränderungen der Wasserführung und/oder minimierten Einträgen, wurden in den letzten Jahren vielfältige Modellierungen für die Diclofenac-Konzentration in der Ruhr mittels QSim durchgeführt. Die Daten wurden mit realen Messwerten, die im Rahmen von Sondermessprogrammen erhoben wurden, verglichen [7.20]. Durch die verbreitete Anwendung wird die derzeit vorgeschlagene UQN von 0,04 µg/l an vielen Messstellen in der Ruhr nicht eingehalten.

Das ebenfalls zur Gruppe der Analgetika gehörende **Ibuprofen** wurde in der Ruhr in geringeren Konzentrationen als Diclofenac bestimmt. Es fand sich ab Fluss-km 175,32 in der oberen Ruhr in allen untersuchten Proben in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,001 µg/l. Der chemisch verwandte Wirkstoff **Naproxen** weist einen ähnlichen Konzentrationsverlauf auf einem vergleichbaren Niveau auf. Der GOW des UBA von 1,0 µg/l für Ibuprofen wird in der Ruhr im gesamten Fließverlauf auch im Jahr 2023 sicher eingehalten.

Tramadol, strukturell verwandt mit Codein und Morphium, wird ebenfalls als Analgetikum eingesetzt. Die Verschreibungsmenge im Bereich der GKV für das Jahr 2022 lag mit etwa 16 t deutlich unter der des Metamizols. Nach Einnahme werden etwa 30 % unverändert, der Rest metabolisiert über den Urin ausgeschieden [7.21]. An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen konnte im Jahr 2023 für Tramadol eine mittlere Konzentration von 0,018 µg/l ermittelt werden.

Arzneimittel zur Behandlung von Hypertonie waren im Jahr 2022 mit 17,2 Mrd. DDD die am häufigsten rezeptierten im Bereich der GKV [7.22]. Die Verordnungsmenge nahm damit um rund 25 % gegenüber dem Jahr 2010 zu.

Obwohl **Ramipril** im Jahr 2022 mit 4,6 Mrd. verordneten DDD, ohne Berücksichtigung von Kombinationspräparaten, dass am meisten verordnete Hypertonikum darstellte, waren in der Ruhr 2023 keine Befunde zu verzeichnen. Gründe hierfür sind die niedrige eingesetzte tägliche Dosis sowie ein hoher Metabolisierungsgrad nach der Einnahme des Prodrugs im menschlichen Körper [7.23]. Auf das therapeutisch wirksame, aus dem Prodrug entstandene, **Ramiprilat** wird das Wasser der Ruhr seit Mitte 2021 vom Kooperationslabor untersucht. Befunde waren ab der Probenahmestelle unterhalb Meschede zu verzeichnen. Die maximale mittlere Konzentration des Jahres 2023 war mit 0,043 µg/l an der Ü.-Station Duisburg festzustellen.

Die Wirkstoffklasse der Sartane, die zu den AT1-Antagonisten zählen und deren Vorkommen anhand von sechs Verbindungen in der Ruhr überwacht wird, gehört ebenfalls zu den Blutdrucksenkern. Insgesamt sind bei dieser Gruppe leicht steigende Verbrauchszahlen festzustellen. Die Konzentrationen des **Candesartan**, die im Längsverlauf kontinuierlich zunahmen, erreichte an der Mündung bei Duisburg den maximalen Jahresmittelwert von 0,20 µg/l. Für **Valsartan** konnte im Jahr 2023 das Konzentrationsmaximum ebenfalls im Bereich der unteren Ruhr mit 0,10 µg/l festgestellt werden. Das Abbauprodukt der genannten Sartane, die **Valsartansäure**, zeigte wie eine seiner Ausgangssubstanzen Candesartan ein nahezu kontinuierliches Anwachsen der Konzentrationen mit steigendem Abwasseranteil im Fließverlauf der Ruhr. Die mittlere Konzentration an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen betrug 0,14 µg/l und lag somit unterhalb des GOW von 0,3 µg/l. Die zugehörige Fracht betrug 0,23 t/a und lag damit leicht unter den Werten der letzten beiden Jahre. Damit zählte der Metabolit zu den mengenmäßig relevanten organischen Spurenstoffen in der Ruhr (Bild 7.2).

Nachdem der Verbrauch von Medikamenten aus der Gruppe der Betablocker im Bereich der GKV im Jahr 2012 sein Maximum erreichte, sind seitdem langsam, aber weiterhin stetig sinkende Verschreibungszahlen zu verzeichnen [7.22]. Unter den Betablockern war im Jahr 2022 **Metoprolol** mit rund 120 t der mengenmäßig Bedeutendste. Diese Substanz, eine von sieben Betablockern im Untersuchungsprogramm, erreichte mit 0,094 µg/l ihre maximale Durchschnittskonzentration an der Ü.-Station Essen-Werden. In den in der Regel wöchentlich untersuchten Proben der Ruhr in Essen-Rellinghausen betrug der Durchschnittswert 0,088 µg/l im Jahr 2023. Der OW von 8,6 µg/l wird somit um das 100-fache unterschritten und damit sehr sicher eingehalten. Die anderen sechs in der Ruhr untersuchten Betablocker spielten aufgrund ihrer Gehalte nur eine untergeordnete Rolle.

Antiepileptika, die vielfach auch als Schmerzmittel eingesetzt werden, gehören zu den häufig eingenommenen Arzneimitteln. Ihr Verbrauch steigt seit Ende der neunziger Jahre relativ konstant an und hat sich seitdem fast verdreifacht. Der Wirkstoff **Pregabalin** wird ebenso wie Gabapentin zur Behandlung von neuropathischen Schmerzen eingesetzt. Beide Substanzen unterliegen im menschlichen Organismus so gut wie keiner Metabolisierung [7.23]. Seit vielen Jahren ist beim Pregabalin ein deutlicher Zuwachs der bundesweiten Verordnungsmenge zu verzeichnen. So erhöhte sich der Verbrauch des Wirkstoffs seit 2015 um mehr als 15 t auf fast 42 t im Jahr 2022 [7.24]. Pregabalin konnte im Jahr 2023 im Rahmen der Längsuntersuchungen in der überwiegenden Zahl der Proben, außer denen der drei ersten Probenahmestellen, mit Werten oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l nachgewiesen werden. Der Jahresmittelwert an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen betrug im Berichtszeitraum 0,025 µg/l. Ein ansteigender Trend, wie ihn die Verschreibungsmengen vermuten lassen, ist jedoch im Gewässer derzeit nicht erkennbar. Das Gegenteil ist der Fall.

Die verschriebene Menge an **Lamotrigin** im Jahr 2022 betrug mit 17 t wesentlich weniger als die Hälfte derjenigen von Pregabalin. Die Substanz wird zu großen Teilen über Biotransformation in pharmakologisch unwirksame Metabolite umgewandelt [7.23]. Dennoch bewegen sich die Konzentrationen in der unteren Ruhr auf deutlich höherem Niveau als diejenigen von Pregabalin. Die maximale mittlere Konzentration der Substanz in der Ruhr an der Probenahmestelle Essen-Werden be-

trug 0,074 µg/l im Jahr 2023. Daher ist im Fall des Lamotrigin von einer schlechteren Abbaubarkeit in Kläranlagen im Vergleich zum Pregabalin auszugehen. Auch der Konzentrationsverlauf im Fließweg der Ruhr lässt die unterschiedliche Abbaubarkeit erkennen. So nahm die Konzentration des Lamotrigins dem steigenden Abwasseranteil folgend in der Ruhr sehr viel stärker zu als die des Pregabalins (Bild 7.3).

Der Wirkstoff **Gabapentin** wird in der Umwelt nur in geringem Umfang abgebaut [7.23]. Aufgrund dieses Umstandes und der nicht unerheblichen Verschreibungsmenge, im Jahr 2022 waren es 91 t [7.24], konnte die Substanz in vielen Proben der Ruhr nachgewiesen werden. An der Probenahmestelle bei Essen-Werden war die höchste mittlere Konzentration des Jahres 2023 zu messen. Sie betrug 0,19 µg/l und hielt den GOW von 1,0 µg/l ein. Damit setzt sich der abnehmende Trend, der sich seit Messbeginn im Jahr 2014 beobachten lässt, fort. Mit einer Fracht im Jahr 2023 von 0,51 t/a, gehört Gabapentin immer noch zu den Substanzen mit einer hohen Jahresfracht. Im Vergleich zum Jahr 2014 stellt dies eine Halbierung dar trotz stetig steigender Verschreibungszahlen.

Auch das Vorkommen des Metabolits **Gabapentin-Lactam** in der Ruhr wird vom Kooperationslabor analysiert. Es ist bereits in der oberen Ruhr an der Probenahmestelle unterhalb Meschede in der Mehrzahl der Proben oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l zu finden. Ebenso wie die seiner Ausgangssubstanz nimmt die Konzentration des Metaboliten mit dem Fließweg der Ruhr zu und weist mit 0,032 µg/l die höchste mittlere Konzentration an der Mündung in Duisburg im Jahr 2023 auf.

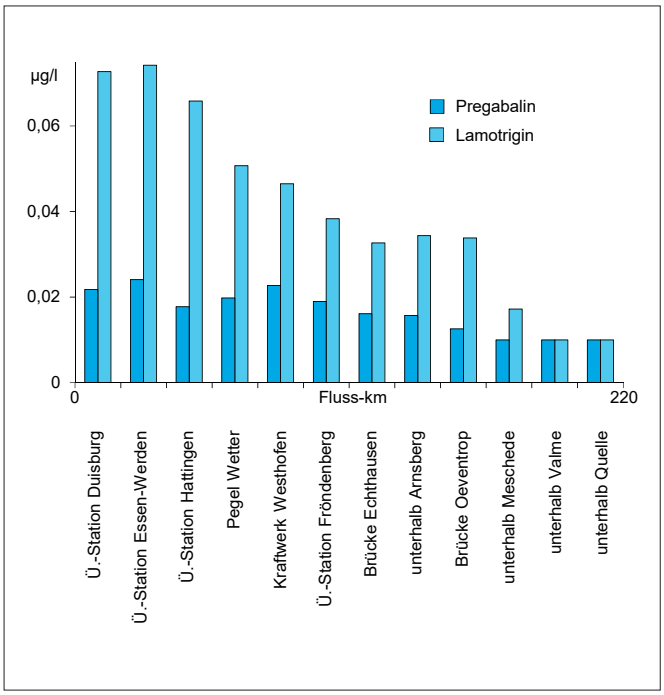


Bild 7.3: Mittlere Konzentration von Lamotrigin und Pregabalin im Ruhrlängsverlauf im Jahr 2023
Fig. 7.3: Mean concentrations of Lamotrigine and Pregabalin along the river Ruhr in 2023

Das Antiepileptikum **Carbamazepin** wird biologisch weder in Kläranlagen noch im Gewässer signifikant abgebaut, jedoch werden vom menschlichen Organismus nur etwa 10 bis 20 % der verabreichten Menge unverändert ausgeschieden. Der größte Teil wird zum 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxy-carbamazepin metabolisiert, welches über die Nieren ausgeschieden wird. Ein sehr kleiner Teil wird zum Carbamazepinepoxid umgesetzt [7.25]. Die Verschreibungsmenge des Wirkstoffes ist in den letzten Jahren rückläufig. So reduzierte sich die Anzahl der in Deutschland verordneten Tagesdosen vom Jahr 2009 auf das Jahr 2022 um rund die Hälfte auf 27 Millionen.

Die mittlere Konzentration des Carbamazepin in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen betrug im Berichtszeitraum 0,037 µg/l. An dieser Probenahmestelle beträgt die mittlere Konzentration des Metaboliten 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxy-carbamazepin 0,079 µg/l und damit mehr als das Doppelte der Ausgangssubstanz. Der gesetzlich nicht verbindliche OW für Carbamazepin von 0,5 µg/l wurde an allen Probenahmestellen eingehalten, ebenso wie der für den Metaboliten von 0,1 µg/l. Carbamazepinepoxid konnte lediglich in drei der insgesamt 183 untersuchten Ruhrproben, knapp oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l, detektiert werden. Die stetig sinkenden Verschreibungen dieses Medikaments spiegelten sich recht gut in den zurückgehenden Konzentrationen und Frachten wider, die seit dem Jahr 2009 in der Ruhr bestimmt werden.

Der Verbrauch an **Antibiotika** zur systemischen Anwendung in Deutschland war bis zum Jahr 2013 weitgehend stabil und lag im Mittel bei 350 Mio. DDD. Seitdem ging er bis einschließlich 2021 kontinuierlich zurück. Im Jahr 2022 stieg der Verbrauch um ein Viertel an [7.26]. Der deutliche Anstieg ist mit einer sehr ausgeprägten Infektionswelle im Herbst/Winter 2022 zu begründen. Grundsätzlich wird innerhalb von

[7.20] Teschlade, D.; Banhold, K.; Härtel, C.; Schneider, Y.: Einträge und Abbau von Diclofenac in der Ruhr – Ergebnisse von Messungen und Modellierung. In T. Wintgens (Ed.), 57. ESSENER Tagung für Wasserwirtschaft vom 6. - 8. März 2024 in Essen. ISSN 0342-6068
[7.21] Vazzana, M., Andreani, T., Fangueiro, 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: Biomedicin & Pharmacotherapy, 2015, 70, S. 234-238
[7.22] https://www.arzneimittel-atlas.de/arzneimittel/c02c09-mittel-bei-hypertonie/verbrauch/, Zugriff 04. April 2024
[7.23] https://www.gelbe-liste.de/wirkstoffe, Zugriff 03. April 2024
[7.24] https://www.arzneimittel-atlas.de/arzneimittel/n03-antiepileptika/top-10, Zugriff 8. April 2023
[7.25] 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
[7.26] https://www.arzneimittel-atlas.de/arzneimittel/j01-antibiotika-zur-systemischen-anwendung/verbrauch/#:~:text=Verbrauch%20von%20Antibiotika%20J01%20Antibiotika%20zur%20systemischen%20Anwendung&text=Im%20Jahr%202020%20wurden%20jedem,den%20h%C3%A4ufig%20angewendeten%20Arzneimitteln%20zugerechnet, Zugriff 12. März 2024

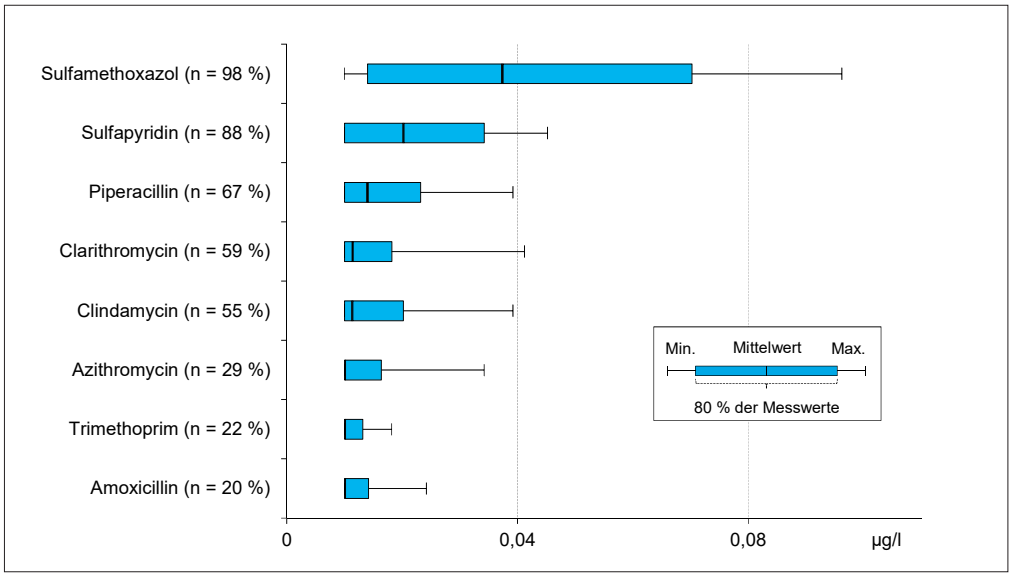


Bild 7.4: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Antibiotika in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde) im Jahr 2023
Fig. 7.4: Means, minimum and maximum concentrations of selected antibiotics in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings) in 2023

Deutschland weiter daran gearbeitet den Verbrauch an Antibiotika zu senken. Dafür wurde unter anderem 2023 erstmals im Tierarzneimittelgesetz ein verpflichtendes Reduktionsziel eingeführt, nachdem zwischen 2020 und 2030 der Verbrauch um 50 % gesenkt werden soll. Dieses Ziel entspricht der Farm-to-Fork-Strategie der Europäischen Kommission für ein nachhaltiges Agrar- und Ernährungssystem. Weiterhin wurde im April 2023 die deutschen Antibiotika-Resistenzstrategie (DART) mit der DART 2030 fortgeschrieben, in der die bis 2030 zu erreichenden Ziele in sechs Handlungsfeldern festgelegt sind [7.27, 7.28].

Proben der Ruhr wurden auf insgesamt 23 Antibiotika untersucht. Wie in den Vorjahren konnten an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen nur für acht Wirkstoffe relevante Befunde festgestellt werden (Bild 7.4). Bei den Antibiotika zeigt sich auch, dass in der Einleitung beschriebene Verhalten einer reduzierten Jahresmittelkonzentration bei konstanter Jahresfracht.

Das Biozid **Triclosan** wird als Antiseptikum äußerlich gegen Bakterien und Pilze, gegen infektiöse Hauterkrankungen und in niedrigeren Konzentrationen als Konservierungsmittel in Kosmetika und Reinigungsmitteln eingesetzt. Die Nachweishäufigkeit von Triclosan ist seit dem Jahr 2017 kontinuierlich, von mehr als 90 % der untersuchten Proben auf unter 10 % seit dem Jahr 2022 gesunken.

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 den letzten Jahren wurde durch den Wirkstoff Glyphosat und die unterschiedliche Sichtweise auf diesen, ein enormes Medienecho hervorgerufen. Innerhalb Deutschlands mündeten die Diskussionen schließlich in der fünften Verordnung zur Änderung der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung [7.29], in der die Anwendung von Glyphosat stark eingeschränkt und der Einsatz ab dem Jahr 2024 verboten wurde. Durch einen EU-Beschluss im November 2023 wurde Glyphosat in der EU für weitere zehn Jahre, bis 2033, zugelassen, wodurch in Deutschland eine gesetzliche Anpassung erfolgen musste [7.30]. In einem ersten Schritt wurde seitens des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) die Zulassung von Glyphosathaltigen PSM bis zum 15. Dezember 2024 verlängert. Wie genau zukünftig der rechtliche Rahmen für den Einsatz von Glyphosat in Deutschland ist, steht zurzeit noch nicht fest.

Die Pflanzenschutzmittel und -metabolite, welche im Jahr 2023 regelmäßig in der Ruhr oberhalb ihrer jeweiligen Bestimmungsgrenze bestimmt wurden, sind in Bild 7.5 mit ihren Minimal-, Maximal- und Durchschnittskonzentrationen angegeben. Die bestehenden UQN von 2 bzw. 0,1 µg/l für **MCPA** und **MCPP** sowie die Orientierungswerte für **Glyphosat** und **AMPA** von 28 bzw. 96 µg/l wurden somit sicher unterschritten. Für Glyphosat und AMPA konnte in den letzten drei Jahren kein Trend an abnehmenden Frachten in der Ruhr beobachtet werden.

Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS)

In den letzten Jahren hat sich für die Gruppe der fluorierten Substanzen die Bezeichnung per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) durchgesetzt und damit die bisherige Bezeichnung perfluorierte Tenside (PFT) abgelöst. Verbindungen aus dieser Gruppe finden vor allem im Bereich der Oberflächenbeschichtungen und der Galvanikindustrie Anwendung. Ihre besonderen Eigenschaften, z. B. wasserabweisend zu sein, führte und führt dazu, dass diese in sehr vielen Bereichen des Alltags

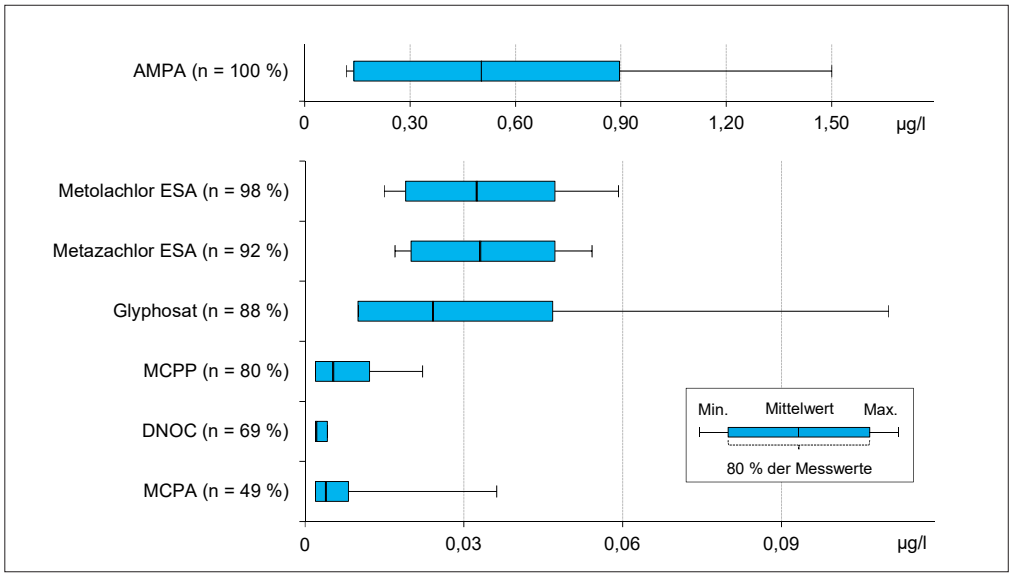


Bild 7.5: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Pestizide und Metabolite in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde) im Jahr 2023

Fig. 7.5: Means, minimum and maximum of selected pesticides and metabolites in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings) in 2023

verwendet werden. Dadurch kommt es zu einem Eintrag in den Wasserkreislauf. Eine weitere problematische Eintragsquelle sind unter anderem kontaminierte Bodenflächen, z. B. durch Feuerlöschschaum belastete Übungsgelände oder Ackerflächen, auf denen PFAS-haltiges Material entsorgt wurde. In den letzten Jahrzehnten wurden durch verschiedenste Studien die Gefahren auch für die menschliche Gesundheit, die von Substanzen aus der Gruppe der PFAS ausgehen, untersucht und aufgezeigt. Unter anderem wurde aus dem Grund die Gruppe der PFAS in die im Jahr 2020 novellierte EU-Trinkwasserrichtlinie aufgenommen [7.31]. Ebenfalls im Jahr 2020 hat die EFSA ihre letzte Risikobewertung von 2018 erneut überarbeitet und eine neue, nochmals niedrigere TWI (tolerierbare wöchentlich Aufnahme) ermittelt, die im Juni 2021 seitens des BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung) bestätigt wurde [7.32]. Im Jahr 2023 wurde von Deutschland und vier weiteren EU-Mitgliedsländern ein Vorschlag zur EU-weiten Beschränkung von PFAS unterbreitet. Der Vorschlag bezieht sich dabei nicht wie sonst üblich auf einzelne Teilgruppen, wie z. B. Carbon- oder Sulfonsäuren, sondern auf die gesamte Substanzklasse. Nachdem Ende 2023 die öffentliche Konsultation endete, wird der Verbots-Vorschlag sowie die eingereichten Anmerkungen derzeit durch die wissenschaftlichen Ausschüsse für Risikobewertung (RAC) sowie sozioökonomische Analyse (SEAC) der ECHA bewertet. Dabei zeigen die untersuchten Sektoren, u. a. Kosmetik, Ski-Wachs, Metallbeschichtungen, Textilien, Nahrungsmittelkontaktmaterialien und Bergbau, deutlich, welche weitreichenden Auswirkungen ein Komplettverbot von PFAS hätte [7.33].

Im Jahr 2023 setzte sich der abnehmende Trend der mittleren Konzentrationen an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen weiter fort. So betrug die Summe aus PFOS und PFOA dort nur noch 0,0063 µg/l anstelle von 0,010 µg/l im Jahr 2020. Dennoch konnte die in der OGewV genannte, sehr niedrige UQN von 0,00065 µg/l für PFOS in der Ruhr nicht eingehalten werden. Eine Auswertung nach dem neuen Grenzwert aus der TrinkwV von 0,1 µg/l für die Summe von 20 PFAS ist nur eingeschränkt möglich, da vier Substanzen zurzeit im Kooperationslabor nicht im Oberflächenwasser untersucht werden. Deren Vorkommen ist in der Ruhr aufgrund ihrer Eigenschaften aber auch nicht zu erwarten. Die Summe der restlichen 16 Verbindungen unterschreitet mit einem Wert von 0,024 µg/l sicher den neuen Trinkwassergrenzwert.

Polare Substanzen

Bei **Trifluoracetat** (TFA) handelt es sich um das Anion der Trifluoressigsäure. In der Umwelt liegt die Verbindung nahezu ausschließlich als Salz vor. Da es für TFA keine wirksamen chemischen und/oder biologischen Abbauwege in der Umwelt

[7.27] https://www.bmel.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2022/180-tamg.html, Zugriff 12. März 2024
[7.28] https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/praevention/antibiotika-resistenzen/dart-2030, Zugriff 12. März 2024
[7.29] Fünfte Verordnung zur Änderung der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung. In: Bundesgesetzblatt, 2021, Teil I, Nr. 62, S. 4111 – 4113
[7.30] Durchführungsverordnung (EU) 2023/2660 der Kommission vom 28. November 2023 zur Erneuerung der Genehmigung für den Wirkstoff Glyphosat gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Änderung der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission. In: Amtsblatt der Europäischen Union, 2023, L 2660
[7.31] Richtlinie 2003/53/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Neufassung). In: Amtsblatt der Europäischen Union, 2020, L 435, S. 1 - 62
[7.32] https://www.bfr.bund.de/cm/343/pfas-in-lebensmitteln-bfr-bestaetigt-kritische-exposition-gegenueber-industriechemikalien.pdf, Zugriff 13. Mail 2022
[7.33] https://www.umweltbundesamt.de/themen/pfas-beschraenkung-echa-gibt-naechste-schritte, Zugriff 22. April 2024

gibt, akkumuliert es in dieser [7.34]. Trifluoressigsäure selbst ist eine bedeutsame Verbindung in der Industrie. Dort wird sie unter anderem als Lösungsmittel, Ausgangsstoff für die Synthese sowie als Reagenz in der Peptidsynthese verwendet. Zudem ist TFA ein mögliches Abbauprodukt von nahezu allen Verbindungen, die eine Trifluormethyl (CF_3)-Gruppe enthalten. Dazu zählen unter anderem Medikamente wie Sitagliptin und Pflanzenschutzmittel wie Flufenacet. Je nach Verwendung der Ausgangssubstanz erfolgt der Eintrag von TFA in die Umwelt entweder über Kläranlagen oder diffus über Abschwemmungen von Ackerflächen. Ein weiterer Eintrag von TFA in Oberflächengewässer erfolgt über die Atmosphäre, in der es als Abbauprodukt von modernen Kältemitteln gebildet und vom Regen ausgewaschen wird [7.35].

Das Monitoring von TFA in der Ruhr zeigte 2023 im Vergleich zu den vorherigen Jahren keine Auffälligkeiten. In den Ruhrlängsuntersuchungen stieg die Konzentration von der Probenahmestelle unterhalb Quelle bis Kraftwerk Westhofen kontinuierlich an, um nach dem Zufluss der Lenne bis zur Mündung in den Rhein auf einem etwas niedrigeren, aber konstanten Niveau zu bleiben. Die mittlere Jahreskonzentration von TFA lag, wie im Vorjahr, in Essen-Rellinghausen bei 1,0 µg/l. Grenzwerte für TFA in Oberflächengewässern sind zwar nicht vorhanden, die Messwerte in der Ruhr unterschreiten aber alle deutlich den existierenden Trinkwasserleitwert von 60 µg/l sowie den teilweise von Behörden herangezogenen niedriger liegenden Schwellenwert für Pflanzenschutzmittel von 10 µg/l.

Amidosulfonsäure (AS), oft auch als Sulfamidsäure bezeichnet, zählt zu den anorganischen Verbindungen, da sie kein Kohlenstoffatom enthält. Sie ist eine typische Industriechemikalie, die in der EU in der Produktions- bzw. Importklasse von 10.000 bis 100.000 t/a registriert ist und in vielfältiger Weise Anwendung findet [7.36]. In der Industrie wird AS unter anderem als Ausgangsverbindung für die Synthese des künstlichen Süßstoffes Acesulfam eingesetzt. Weitere große Anwendungsfelder im privaten wie im industriellen Umfeld in denen Amidosulfonsäure als Bestandteil eingesetzt wird, sind Entkalker, Reinigungs- und Desinfektionsmittel [7.37].

Wie in den letzten Jahren wurde die höchste mittlere Konzentration an der Probenahmestelle Kraftwerk Westhofen ermittelt. Diese lag mit 65 µg/l aber nur bei weniger als der Hälfte von den letzten Jahren. Auch die mittlere Konzentration an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen lag mit 54 µg/l deutlich niedriger als in den Jahren zuvor. Alle ermittelten Werte halten den 2017 vom UBA abgeleiteten Trinkwasserleitwert von 2.000 µg/l sehr sicher ein.

Süßstoffe

Künstliche Süßstoffe sind in zahlreichen Lebensmitteln wie Softdrinks oder 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 aber nur 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 Menge, abgeleitet aus Tierexperimenten und mit einem Sicherheitsfaktor versehen, kann täglich lebenslang aufgenommen werden, ohne dass negative Folgen zu erwarten wären [7.38].

Seit dem Jahr 2012 werden vier Vertreter dieser Süßstoffe, bei denen mit Befunden in Oberflächengewässern 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. Sucralose gilt als persistent, Acesulfam, Cyclamat und Saccharin hingegen als gut abbaubar [7.39, 7.40].

Bereits in der oberen Ruhr bei Fluss-km 160,72 an der Probenahmestelle Brücke Oeventrop liegen alle gemessenen Werte des **Cyclamat**, dem zugelassenen Süßstoff mit der geringsten Süßkraft, oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l. Das Konzentrationsmaximum von 0,16 µg/l tritt im Bereich der unteren Ruhr bei Essen-Werden auf. Mit einer mittleren Konzentration von 0,11 µg/l an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen und einer resultierenden Jahresfracht von 0,39 t ist Cyclamat der Süßstoff mit der geringsten transportierten Menge. **Saccharin**, bereits im Jahr 1879 entdeckt, erreicht mit 0,15 µg/l die maximale mittlere Konzentration an der Probenahmestelle Essen-Werden. Bei Essen-Rellinghausen betrug die Fracht für das Berichtsjahr 0,53 t. Für das Jahr 2023 konnte die höchste mittlere Konzentration des Süßstoffes **Acesulfam** bei Essen-Rellinghausen mit 0,23 µg/l ermittelt werden. An der Probenahmestelle Duisburg erreichte die **Sucralose**-Konzentration nach relativ kontinuierlichem Anwachsen mit 1,13 µg/l ihre maximale mittlere Konzentration im Verlauf der Ruhr. Die Jahresfracht bei Essen-Rellinghausen betrug 2,5 t und bedeutet eine erhebliche Erhöhung im Vergleich zu den Vorjahren.

Endokrin aktive Substanzen

Unter 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 und eingesetzt werden, wie z. B. die Wirkstoffe der Antibabypille, und zum anderen um solche, die für andere Anwendungsge-

biete 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 [7.41].

Bisphenol A (BPA) wird nahezu ausschließlich zur Herstellung von Kunststoffen wie Polycarbonaten und Epoxidharzen verwendet [7.42]. Diese werden unter anderem in Getränke- und Konservendosen sowie für Kartons von Fast-Food-Verpackungen eingesetzt. Zu BPA wurde in den letzten Jahren sowohl in der Fachpresse als auch in der öffentlichen Berichterstattung viel publiziert. In den Jahren 2017 bzw. 2018 wurde BPA, dessen hormonelle Aktivität bereits seit Jahrzehnten bekannt ist, als endokriner Disruptor für die menschliche Gesundheit bzw. für die Umwelt eingestuft [7.43]. Im April 2023 wurde seitens der EFSA (europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit) die im Jahr 2018 gestartete Neubewertung von BPA abgeschlossen. In ihrem Abschlussbericht senkte sie die 2015 vorläufig festgesetzte TDI (tolerierbare tägliche Aufnahmemenge) von 4 µg/kg Körpergewicht pro Tag auf 0,0002 µg/kg Körpergewicht pro Tag ab. Aufgrund des sehr niedrigen Wertes und anhand von Schätzungen der ernährungsbedingten BPA-Exposition von Verbrauchern kommt die EFSA zu dem Schluss, dass in allen Altersgruppen mit Überschreitungen der neuen TDI zu rechnen ist [7.44].

Wie bei vielen anderen Spurenstoffen wurde im Jahr 2023 für BPA eine deutlich reduzierte mittlere Jahreskonzentration in der Ruhr bestimmt. Die höchste mittlere Konzentration wurde zwar wieder in Essen-Werden bestimmt lag dort mit 0,018 µg/l aber nur bei ca. der Hälfte aus dem Vorjahr. Der gesetzlich nicht verbindliche OW von 0,1 µg/l wurde in allen untersuchten Proben sicher eingehalten. Neben BPA wird in der Ruhr auch **Bisphenol F (BPF)** routinemäßig analysiert. Auch hier wurden durchgehend niedrigere Konzentrationen als im Vorjahr gefunden.

Ebenso endokrin wirksam sind **Nonyl- und Octylphenole**, die im Berichtszeitraum im Rahmen der Längsuntersuchungen in rund 120 Proben untersucht wurden. Hauptvertreter sind das 4-Nonylphenol und das Octylphenol. Beide Verbindungen werden zur Produktion der entsprechenden Alkylphenolethoxylate eingesetzt, die ihrerseits als nichtionische Tenside verwendet werden. Sie sind in der Liste prioritärer Stoffe der EG-WRRL aufgeführt, wobei Nonylphenol sogar den prioritär gefährlichen Stoffen zugeordnet ist.

In der Ruhr wurden im Jahr 2023 lediglich für Nonylphenol vereinzelt Werte knapp oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,005 µg/l festgestellt. Die geltenden JD-UQN 0,3 µg/l wurden somit sicher eingehalten.

Aus der Klasse der Steroidhormone werden neun Vertreter regelmäßig in der Ruhr überwacht. Dazu zählen unter anderem **Estron (E1)**, **17-beta-Estradiol (E2)** sowie unter anderem künstlich hergestellte **17-alpha-Ethinylestradiol (EE2)**.

Im Berichtsjahr konnte für 17-alpha-Ethinylestradiol trotz der sehr niedrigen Bestimmungsgrenze von 0,00003 µg/l keine Befunde ermittelt werden. Einzelne Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze wurden für 17-beta-Estradiol bestimmt. Estron wurde an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen in nahezu allen Proben nachgewiesen, allerdings in sehr geringen Konzentrationen. Der Maximalwert lag bei 0,002 µg/l.

Aus der Gruppe der **Phthalate**, die vor allem als Weichmacher in Kunststoffen Verwendung finden, werden in der Ruhr zehn Substanzen analysiert. Wie im Vorjahr konnten nur sehr vereinzelt Substanzen oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/l nachgewiesen werden. Die geltende JD-UQN von 1,3 µg/l für Bis(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP) konnte 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. Dazu zählen u. a. die Klassen der polychlorierten **Biphenyle (PCB)**, der **polybromierten Diphenylether (PBDE)**, der **kurzkettigen Chloralkane** bzw. polychlorierten Paraffine (short chain chlorinated paraffins, **SCCP**) und das **Hexabromcyclododecan (HBCD)**. Die geltenden UQN werden für die an dieser Stelle betrachtenden Substanzen seit vielen Jahren sicher eingehalten. Lediglich eine ab-

[7.34] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: Trifluoracetat (TFA) – Update. In: ECHO-Stoffbericht, November 2020

[7.35] Wille, J.: Kältemittel in der Atmosphäre. In: Frankfurter Rundschau, 08. Mai 2015

[7.36] Nödler, k., Freeling, F., Sandholzer, A., Schaffer, M., Schmid, R., Scheurer, M.: Untersuchungen zum „Vorkommen und Bildungspotential von Trifluoracetat (TFA) in niedersächsischen Oberflächengewässern". Februar 2019

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

[7.38] https://www.bfr.bund.de/cm/343/bewertung_von_suessstoffen.pdf, Zugriff 22. März 2022

[7.39] Lange, F. T., Scheurer M., Brauch, H.-J.: Artificial sweeteners – a recently recognized class of emerging enviromental contaminants: a review. In: Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2012, 403, S. 2503-2518

[7.40] Storck, F. R., Brauch, H-J, Skark, C., Remmler, F., Zullei-Seibert, N.: Acesulfam – ein universeller Tracer? In: energie/wasser-praxis, 7/8 2015

[7.41] http://www.efsa.europa.eu/de/topics/topic/endocrine-active-substances, Zugriff 22. März 2024

[7.42] www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/dokumente/pm-2018-02_bpa.pdf, Zugriff 22. März 2024

[7.43] Fragen und Antworten zu Bisphenol A in verbrauchernahen Produkten, FAQ des BfR vom 9. Oktober 2020

[7.44] https://www.efsa.europa.eu/de/topics/topic/bisphenol#:~:text=Bisphenol%20A%20(BPA)%20ist%20ein,Kunststoffen%20und%20Harzen%20verwendet%20wird., Zugriff 22. März 2024

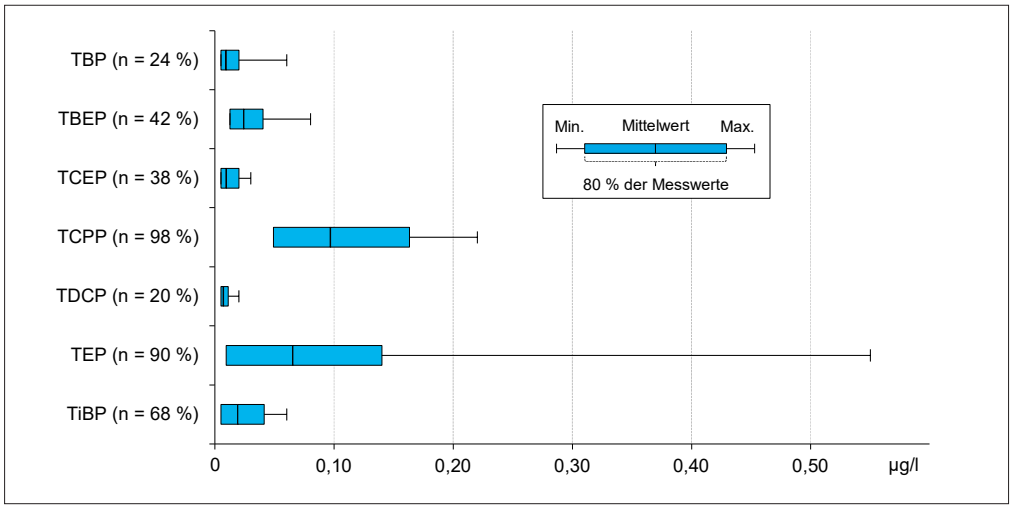


Bild 7.6: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Organophosphate in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde) im Jahr 2023
Fig. 7.6: Means, minimum and maximum of selected organophosphates in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings) in 2023

schließende Beurteilung der JD-UQN der PCB von 0,0005 µg/l ist aufgrund einer Bestimmungsgrenze von 0,001 µg/l nicht möglich.

Da die positiven Eigenschaften von Flammschutzmitteln und Weichmachern nicht verzichtbar, viele Substanzen aber verboten sind, werden immer neue Verbindungen entwickelt. Eine vergleichsweise neue Substanzklasse ist die der **Organophosphate**, deren Vertreter auch andere Verwendungszwecke haben. Allerdings deuten sich bei Vertretern aus dieser Substanzklasse ebenfalls schädliche Eigenschaften an.

In den untersuchten Ruhrproben wurden im Jahr 2023, wie in den beiden Vorjahren, sieben Organophosphate regelmäßig nachgewiesen (Bild 7.6), wenn auch auf einem niedrigeren Niveau. Die Verteilung der mittleren Konzentrationen und Frachten der untersuchten Organophosphate zueinander sind vergleichbar mit den Vorjahren. Die Maximalbefunde für Tris(chlorisopropyl)phosphat (TCPP) wurden im August 2023 und die für Triethylphosphat (TEP) im Juni 2023 ermittelt. TEP wird beispielsweise bei der Herstellung von Kunstoffen, Pharmazeutika, Agrarchemikalien, Schmierölen und Lacken verwendet und dort als Flammschutzmittel, Weichmacher, Lösungsmittel oder als Träger für Additive eingesetzt [7.45]. Die wasserlösliche Substanz gilt als schwach wassergefährdend und neigt nicht zur Bioakkumulation [7.46]. Der für TCPP geltende GOW von 1,0 µg/l wurde an allen Probenahmestellen deutlich unterschritten.

2,4,6-Tribromphenol, welches ebenfalls als Flammschutzmittel bei der Herstellung von Kartonagen, Farbstoffen und Kunststoffen und zur Holzimprägnierung eingesetzt wird [7.47], konnte bei der wöchentlichen Untersuchung in Essen-Rellinghausen im Jahr 2023 nicht oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,05 µg/l nachgewiesen werden.

Flüchtige organische Substanzen (VOC)

Das Spektrum der flüchtigen organischen Substanzen (VOC, volatile organic compounds) umfasst sehr unterschiedliche unpolare, organische Stoffe und Verbindungsgruppen, weshalb es keine einheitliche chemische Definition gibt. Die leichtflüchtigen halogenierten aliphatischen Kohlenwasserstoffe (LHKW), wie z. B. Chloroform (Trichlormethan) und Vinylchlorid, wurden häufig in Industrie, Gewerbe und Haushalt als Lösungs- und Reinigungsmittel verwendet. Die leichtflüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylole (BTEX) waren häufig anzutreffende Lösungsmittel in Kunstharzen, Lacken und Kleber, wurden aber aufgrund ihres teilweise kanzerogenen Potenzials zunehmend durch andere Verbindungen ersetzt. Ähnlich umfangreich wie die Zahl der Substanzen ist auch die Variation ihrer Anwendungen und der damit möglichen Eintragspfade ins Gewässer. Ihre Emission in die Umwelt kann sowohl auf einer Vielzahl anthropogener, aber auch biogener Prozesse zurückgeführt werden. Für einige VOC existieren UQN im Rahmen der europäischen Wasserrahmenrichtlinie bzw. der Oberflächengewässerverordnung.

Die überwiegende Zahl der untersuchten VOC lag seit 1973 unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Dies belegt die generell geringe Belastung der Ruhr. Die wenigen nachgewiesenen Verbindungen, mit vergleichsweisen, geringen Konzentrationen, gingen in den letzten fünf Jahrzehnten kontinuierlich zurück. Im Jahr 2023 konnten, ebenso wie in den Vorjahren so gut wie keine Befunde der 69 untersuchten Substanzen festgestellt werden. Die bestehenden UQN wurden auch 2023 sehr sicher eingehalten.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Die Vertreter der ubiquitär vorkommenden, etwa 10.000 Einzelverbindungen umfassenden Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK), sind überwiegend an-

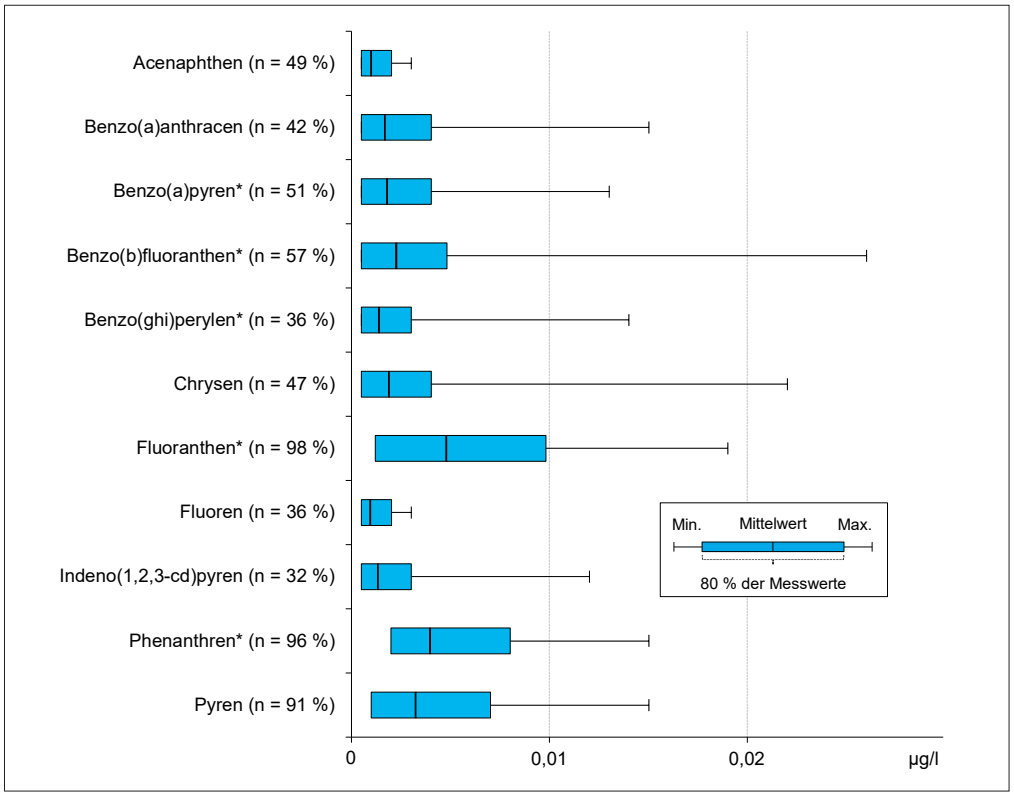


*Bild 7.7: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde) im Jahr 2023; *Substanz besitzt eine UQN gemäß EG-WRRL und/oder OGewV*

*Fig. 7.7: Mean, minimum and maximum concentrations of selected polycylic aromatic hydrocarbons in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings) in 2023; *substance is subject to an EQS according to the European Water Framework Directive and/or the German Surface Water Regulation*

thropogenen Ursprungs und werden hauptsächlich bei unvollständigen Verbrennungsprozessen fossiler Brennstoffe freigesetzt, wie durch Kraftfahrzeuge oder private Kleinfeueranlagen. Mit einem Anteil von 45 % ist der Eintrag von PAK größtenteils auf urbane Quellen zurückzuführen. Der Anteil der Kläranlagen beträgt lediglich 6 % [7.48]. Die umweltchemische Bedeutung der PAK ist auf ihre karzinogenen, teilweise hormonellen und gentoxischen Eigenschaften zurückzuführen. Zudem sind einige PAK persistent, bioakkumulierend und reichern sich in der Umwelt an. Die Auswahl der für eine Belastungsbeurteilung betrachteten Substanzen beruht auf einem Vorschlag der amerikanischen Umweltbehörde, der United States Environmental Protection Agency (US-EPA), aus dem Jahr 1977, welche die sogenannten 16 EPA-PAK als Leitsubstanzen benannte. Im Rahmen der EG-WRRL sind aktuell sieben PAK mit einer UQN versehen. Zusätzlich gilt in Deutschland im Rahmen der OGewV für Phenanthren eine UQN.

Im Jahr 2023 wurden im gesamten Verlauf der Ruhr PAK im unteren ng/L-Bereich nachgewiesen. An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen wurden Phenathren, Fluoranthen und Pyren am häufigsten detektiert (Bild 7.7). Die ZHK-UQN sowie die JD-UQN wurden für alle untersuchten PAK in der Ruhr, mit Ausnahme der ZHK-UQN für Benzo[b]fluoranthen und Benzo[ghi]perylen sowie der JD-UQN für Benzo[a]pyren, eingehalten. Die Überschreitungen sind auf erhöhte Abflüsse zurückzuführen.

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 Produktionsprozessen sowie zur Maskierung unerwünschter und störender Erdalkali-, Metall- und Schwermetall-Kationen bei der chlorfreien Bleiche in Betrieben der Zellstoffindustrie.

Obwohl diese Substanzen sowohl bezüglich der akuten als auch der chronischen Toxizität als unkritisch gelten, steht besonders EDTA wegen seiner schlechten biologischen Abbaubarkeit im Fokus. EDTA zeigt mit Abbauraten zwischen 2 und

[7.45] https://www.chemie.de/lexikon/Triethylphosphat.html#Verwendung, Zugriff 06. April 2022
[7.46] Sicherheitsdatenblatt, Triethylphoshphat zur Synthese, Sigma-Aldrich, Version 8.3, Stand 27. März 2021
[7.47] https://www.ua-bw.de/pub/beitrag.asp?subid=1&ID=1380, Zugriff 14. April 2022
[7.48] Umweltbundesamt: Zustandsbewertung Industriechemikalien. In: Gewässer in Deutschland: Zustand und Bewertung, 2017, S. 59-60

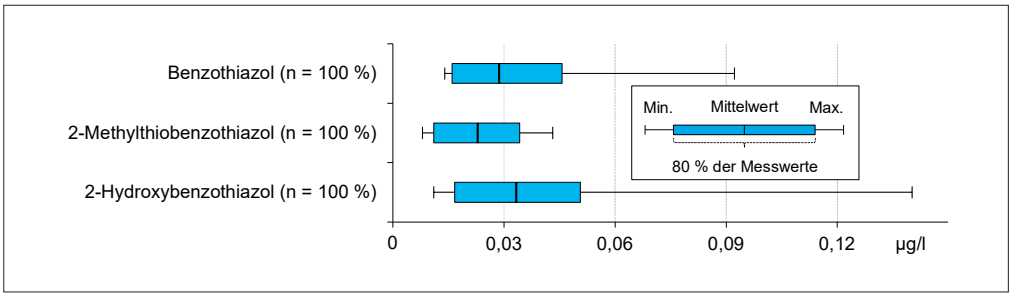


Bild 7.8: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Benzothiazole in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde) im Jahr 2023
Fig. 7.8: Means, minimum and maximum of selected Benzothiazole in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings) in 2023

30 % eine schlechte Entfernbarkeit in den Kläranlagen und wird auch mit Pulveraktivkohle nur schwach zurückgehalten [7.49, 7.50].

Seit 2015 befindet sich **MGDA** im Untersuchungsprogramm, welches u. a. von der BASF unter dem Namen Trilon® M vertrieben wird. Der starke Komplexbildner, der auch als Alternative zu EDTA einsetzbar ist, zeichnet sich gegenüber diesem durch eine leichte biologische Abbaubarkeit aus. MGDA, das ein günstiges Toxizitätsprofil aufweist, wird sowohl bei technischen Prozessen als auch in Privathaushalten eingesetzt. So kann es beispielsweise Phosphat in Spülmaschinenreinigern ersetzen [7.51].

Signifikante Konzentrationen der untersuchten Komplexbildner waren im Jahr 2023 in der Ruhr erneut lediglich für EDTA und für MGDA zu verzeichnen. Ab Fluss-km 190,81 im Bereich der oberen Ruhr ließen sich erste Befunde an MGDA feststellen. Für EDTA war dies erst 30 km weiter flussabwärts der Fall, an der Probenahmestelle Brücke Oeventrop. Der höchste Jahresmittelwert für EDTA sowie für MGDA konnte an der Probenahmestelle Hattingen mit 1,5 µg/l bzw. 1,6 µg/l festgestellt werden. Im Jahr 2023 wurden fast 130 Proben allein von der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen untersucht. In praktisch allen konnten EDTA und MGDA oberhalb ihrer Bestimmungsgrenze von 0,5 µg/l gefunden werden. Die Mittelwerte für EDTA bzw. MGDA betrugen 1,5 bzw. 1,4 µg/l. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet dies für die Konzentration des EDTA eine durch die Wasserführung zu erklärende Abnahme, für MGDA allerdings eine Steigerung. Der gesetzlich nicht verbindliche OW für EDTA in Höhe von 2.200 µg/l wurde an allen Probenahmestellen in der Ruhr mit deutlichem Abstand eingehalten.

Die Jahresfracht fiel 2023 mit 3,8 t für EDTA höher aus als im Vorjahr. Die 4,2 t für MGDA entsprachen nahezu einer Verdopplung der Vorjahresfracht.

Nachdem von **DTPA** noch im Jahr 1999 rund 33 t von der Ruhr transportiert wurden, konnte die Substanz auch 2023 in keiner der über 300 untersuchten Ruhrproben oberhalb der Bestimmungsgrenze von 1 µg/l nachgewiesen werden. Auch die übrigen untersuchten Komplexbildner, wie beispielsweise **NTA** oder **1,3-PDTA**, für die zum Teil ebenfalls Prüfwerte (PW) oder OW gelten, konnten nicht oder lediglich im Bereich ihrer jeweiligen Bestimmungsgrenze detektiert werden.

Weitere untersuchte Substanzen

Anilin, **Nitrobenzol** sowie die **Chlornitrobenzole**, 1-Chlor-2-Nitrobenzol und 1-Chlor-4-nitrobenzol, werden in der chemischen und pharmazeutischen Industrie als Ausgangs- und Zwischenprodukte eingesetzt. Sie werden ebenfalls als flussgebietsspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Zustands und des ökologischen Potenzials in der OGewV herangezogen (siehe Kapitel 2). Von den vier erwähnten Verbindungen konnte nur Anilin regelmäßig in der Ruhr oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden. Die JD-UQN von 0,8 µg/l für Anilin wurde wie für Nitrobenzol (JD-UQN: 0,1 µg/l) und die Chlornitrobenzole (JD-UQN 10 bzw. 30 µg/l) sicher eingehalten.

Benzothiazol und seine Derivate werden u. a. als Vulkanisationsbeschleuniger, Fällungshilfsmittel und Korrosionsinhibitoren verwendet und dienen als Ausgangssubstanzen in der Farbstoff-, Fungizid- und Pharmaka-Herstellung. Reifenabrieb gilt als einer der Haupteintragswege in die Umwelt. Benzothiazol, 2-Hydroxybenzothiazol und 2-Methylthiobenzothiazol wurden als Hauptkomponenten unter den Benzothiazolen in Reifen identifiziert. Sie gelangen aber auch als Abbauprodukte von Fungiziden in die Umwelt. Benzothiazole werden in kommunalen Kläranlagen nicht vollständig abgebaut und gelangen somit auch über diese in Oberflächengewässer [7.52; 7.53].

Benzothiazol, 2-Hydroxybenzothiazol und 2-Methylthiobenzothiazol wurden an nahezu allen Probenahmestellen der Ruhrlängsuntersuchungen nachgewiesen. Ab der Probenahmestelle Brücke Oeventrop (Fluss-km 160,72 km) lag die Befundhäufigkeit über 80 %. Dies spiegelt sich auch an der nahezu wöchentlich untersuchten Probenahmestelle in Essen-Rellinghausen wider (Bild 7.8). Die mittleren Konzentrationen der drei Substanzen, für die aktuell keine Grenzwerte existieren, lagen hier unter 0,1 µg/l und damit in einem vergleichbaren Konzentrationsbereich wie in anderen deutschen Flüssen [7.52].

Die sehr gut wasserlösliche Substanz 2,4,7,9-Tetramethyl-5-decin-4,7-diol, kurz **TMDD**, wird aufgrund ihrer Fähigkeit,

Tabelle 7.2: Ausgewählte Substanzen und deren Einhaltung der UQN, GOW und OW in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (Jahresmittelwert) im Jahr 2023

Table 7.2: Selected Substances and compliance with EQS, HOV and OV in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (annual mean value) in 2023

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	0,40		
2,4-D	0,2	< 0,001	1	0,007				
Aclonifen	0,12	< 0,05	0,12	< 0,05				
Alachlor	0,3	< 0,01	0,7	< 0,01				
Amidotrizoesäure					1	0,11		
Anilin	0,8	0,085						
Anthracen	0,1	< 0,001	0,1	0,005				
Azithromycin					0,3	< 0,01		
Benzo[a]pyren	0,00017	0,002	0,27	0,023				
Benzo[b]fluoranthen			0,017	0,026				
Benzo[g,h,i]perylen			0,0082	0,017				
Benzo[k]fluoranthen			0,017	0,013				
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	0,2		
Carbamazepin					0,3	0,037	0,5	0,037
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	< 0,03	0,1	< 0,03				
Chlortoluron	0,4	< 0,01						
Clarithromycin							0,1	0,011
DEHP	1,3	< 0,1						
Dichlormethan	20	< 0,1						
Diclofenac					0,3	0,064	0,05	0,064
Diuron	0,2	< 0,01	1,8	< 0,01				
EDTA							240	1,5
Erythromycin							0,2	<0,01
Flufenacet	0,04	< 0,025	0,2	< 0,025	1	< 0,025		
Fluoranthen	0,0063	0,005	0,12	0,055				
Gabapentin					1	0,2		
Galaxolide							7	0,035
g-PFOS	0,00065	0,0032	36	0,013				
H4PFOS					0,1	0,0037		
Hexachlorbutadien			0,6	< 0,1				
Ibuprofen					1	0,012	0,01	0,012
Iopamidol					1	0,10		
Isoproturon	0,3	< 0,01	1	< 0,01				
MCPA	2	0,004						
Mecoprop	0,1	0,005						
Metazachlor	0,4	< 0,01						
Metformin					1	0,37		
Metolachlor	0,2	< 0,01						
Metoprolol							7,3	0,088
Naphthalin	2	0,005	130	0,029				
Nitrobenzol	0,1	< 0,01						
NTA							80	< 0,5
Oxipurinol					0,3	0,72		
Pentachlorphenol	0,8	< 0,1	1	0,1				
Phenanthren	0,5	0,004						
Propiconazol	1	< 0,01						
Sulfamethoxazol							0,6	0,037
TCPP					1	0,10		
Terbutryn	0,065	< 0,01	0,34	0,011				
Terbuthylazin	0,5	< 0,01						
Tetrachlorethen	10	0,1						
Tetrachlorkohlenstoff	12	< 0,1						
Tonalide							3,5	0,004
Trichlorbenzole	0,4	< 0,3						
Trichlorethen	10	< 0,1						
Trichlormethan	2,5	< 0,1						
Triclosan	0,02	< 0,001	0,2	0,001				
Valsartansäure					0,3	0,14		

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

die Oberflächenspannung von wässrigen Lösungen und Dispersionen zu senken, in verschiedenen Produkten als Substituent 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 [7.54].

Wie in den Jahren zuvor befand sich die erste Probenahmestelle mit relevanten Befunden des Tensids im Bereich der oberen Ruhr an der Stelle Brücke Oeventrop. Die mittlere Konzentration lag dort bei 0,15 µg/l. Im weiteren Fließverlauf der mittleren Ruhr stieg die TMDD-Konzentration bis auf maximal 0,61 µg/l an der Station Fröndenberg an. Bis zur Mündung in Duisburg nahm die TMDD-Konzentration, auch durch den Zufluss der Lenne, wieder stark ab und betrug 0,28 µg/l. Die für die Probenahmestelle Essen-Rellinghausen bestimmte mittlere Konzentration betrug vergleichbare 0,31 µg/l.

Zusammenfassung

Ergänzend zu den zwölf Messstellen der in der Regel monatlich durchgeführten Ruhrlängsuntersuchung wurden wöchentlich Wasserproben an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen auf mehr als 490 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 die für Trinkwasser geltenden gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW) und die für Oberflächenwasser geltenden Orientierungswerte (OW) als nicht gesetzlich geregelte Qualitätskriterien zur Beurteilung der Gewässergüte herangezogen (siehe Kapitel 2).

[7.49]: 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

[7.50]: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hrsg.): Spurenstoffinventar der Fließgewässer in Baden-Württemberg, Ausgabe August 2014

[7.51] Groß, R., Bunke, D., Moch, K., Leisewitz, A.: Untersuchung der Einsatzmengen von schwer abbaubaren organischen Inhaltsstoffen in Wasch- und Reinigungsmitteln im Vergleich zum Einsatz dieser Stoffe in anderen Branchen im Hinblick auf den Nutzen einer Substitution. UBA-FB 3709 65 430, Umweltbundesamt, 2012

[7.52] https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/wasser/fliessgewaesser/gewaesserbelastung/orientierende_messungen/6.25Benzothiazole.pdf, Zugriff 19. April 2022

[7.53] https://www.arguk.de/news/documents/BenzothiazolRW-AIR2020.pdf, Zugriff 19. April 2022

[7.54] 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

Nur in wenigen Ausnahmefällen überschritten die nachgewiesenen Pharmaka, Diagnostika oder deren Metaboliten die für sie betrachteten Grenzwerte (Tabelle 7.2). Wiederholt wurde nur ein sehr geringer Anteil der untersuchten Pflanzenschutzmittel und -metabolite im Betrachtungszeitraum oberhalb ihrer jeweiligen Bestimmungsgrenzen detektiert. Für die PFAS konnten bis auf die mit 0,65 ng/l sehr niedrige UQN von PFOS alle aktuellen Anforderungen sicher eingehalten werden. Die vielseitig verwendeten, polaren Substanzen TFA und Amidosulfonsäure unterschritten sehr deutlich die für sie existierenden Trinkwasserleitwerte. Auch die betrachteten Süßstoffe, für die keine Grenzwerte existieren, wurden regelmäßig in der Ruhr nachgewiesen. Zu den untersuchten endokrinen aktiven 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 Flammschutzmittel und Weichmacher, wie die polybromierten Diphenylether (PBDE), Hexabromcyclododecan (HBCD), die kurzkettigen Chloralkane (SCCP) und die Organophosphate mit Ausnahme der polychlorierten Biphenyle (PCB) zu. Die wenigen, mit vergleichsweise geringen Konzentrationen nachgewiesenen, flüchtigen organischen Substanzen (VOC) hielten auch 2023 die bestehenden UQN sehr sicher ein. PAK waren in niedrigen Konzentrationen, die in Ausnahmen die UQN überschritten, hingegen regelmäßig in der Ruhr nachweisbar ebenso wie die Komplexbildner EDTA und MGDA. Der für EDTA existierende OW wurde dabei sicher eingehalten. Auch die JD-UQN für Anilin, Nitrobenzol und die Chlornitrobenzole wurden sicher eingehalten.
Für die in der Ruhr nachgewiesenen Benzothiazole und TMDD liegen aktuell keine Qualitätskriterien vor, die zur Beurteilung der Wassergüte herangezogen werden können.
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 Leistungsvergleich der Kläranlagen

Der Ruhrverband betreibt im Verbandsgebiet aktuell 66 Kläranlagen mit einer Ausbaugröße von 3,3 Mio. Einwohnerwerten, um die anfallenden Haushalts- und Industrieabwässer sowie das Niederschlagswasser unter Einhaltung der gesetzlichen Regelungen und Grenzwerte zu behandeln und in den natürlichen Wasserkreislauf zurückzuführen.

Bei einem Anschlussgrad von über 99 % der EinwohnerInnen im Ruhreinzugsgebiet wurden auf den Verbandskläranlagen im Jahr 2023 rund 479 Mio. m³ Abwasser gereinigt. Dies entspricht einem Jahresmittelwert von 15,2 m³/s und liegt ca. 39 % über dem Vorjahreswert. Diese deutliche Steigerung der Jahresabwassermenge ist auf die hohen Niederschlagsmengen zurückzuführen. Ein Anteil von 65 % dieser Menge entfällt auf die Jahresschmutzwassermenge (einschließlich Fremdwasser) mit rd. 309 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 8.1 dargestellt, dem auch der spezifische Abwasseranfall von 229 m³ je Einwohnerwert (E) zu entnehmen ist. Die wichtigsten Kennzahlen für die Verbandskläranlagen sind in der Tabelle 8.1 dargestellt.

Analog zu dem von der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) veröffentlichten bundesweiten Leistungsnachweis kommunaler Kläranlagen

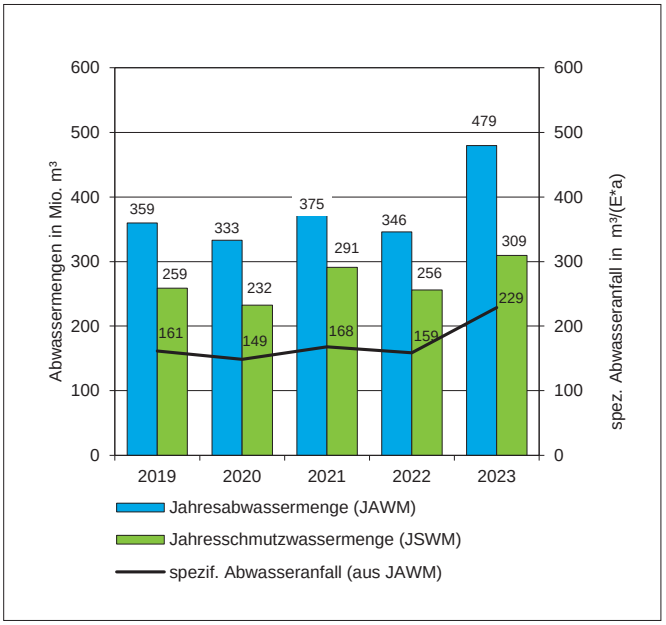


Bild 8.1: Abwassermengen und spezifischer Abwasseranfall der Ruhrverbandskläranlagen für die Jahre 2019 bis 2023
Fig. 8.1: Sewage volumes and specific sewage loads at the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2019 to 2023

Tabelle 8.1: Kennzahlen der Ruhrverbandskläranlagen für das Jahr 2023
Table 8.1: Parameters of the Ruhrverband's sewage treatment plants in 2023

Anzahl Kläranlagen	66
Jahresabwassermenge	479 Mio. m³
Jahresschmutzwassermenge	309 Mio. m³
Gesamt-Ausbaugröße aller Anlagen	3,349 Mio. E
Angeschlossene Einwohner (Einwohnerzahl)	2,043 Mio. E
Anschlussgrad	99,3 %
Mittlere Einwohnerbelastung (Bezug: 120 g CSB / (E*d))	2,1 Mio. E
Verhältnis Ausbaugröße / Mittlere CSB-Belastung	1,6
85-Perzentil der Einwohnerbelastung (Bezug: 120 g CSB / (E*d))	2,7 Mio. E
Spezifischer Abwasseranfall (Bezug: mittlere CSB-Belastung)	229 m³/(E*a)
Spezifischer Stromverbrauch (Bezug: mittlere CSB-Belastung)	37,5 kWh/(E*a)

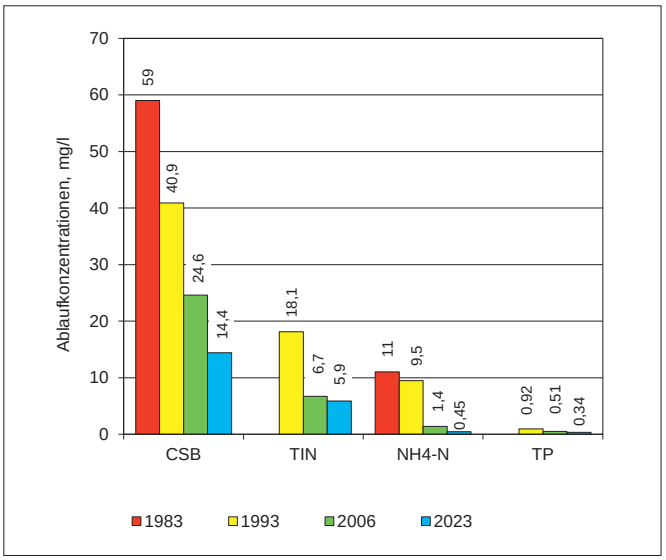


Bild 8.2: Entwicklung der Ablaufkonzentrationen seit 1983
Fig. 8.2: Development of outlet concentrations since 1983

[8.1] wird alljährlich der aktuelle Stand der Reinigungsleistung der Verbandskläranlagen ermittelt. Grundlage der Leistungszahlen bilden die mittleren Konzentrationen im Zulauf und Ablauf der Kläranlagen hinsichtlich der Kenngrößen Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB), Gesamtphosphor (TP) sowie Ammoniumstickstoff (NH_4-N) und Gesamtstickstoff (TN). Die Ergebnisse im Ablauf entstammen 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, da deren kommunales Abwasser auf einer industriellen Anlage biologisch mitbehandelt wird. Tabelle 8.2 enthält die frachtgewichteten Zu- und Ablaufkonzentrationen im Abwasser.

Die Ablaufqualität des gereinigten Abwassers ist weiterhin ausgezeichnet und liegt deutlich unter den in der nationalen Abwasserverordnung geregelten und in behördlichen Bescheiden festgelegten Anforderungen. Überwachungswerte für die Kläranlagen bzgl. Stickstoff bestehen wegen der erschwerten mikrobiologischen Bedingungen bei niedrigen Temperaturen lediglich für Abwassertemperaturen über 12 °C. Die Überwachungswerte wurden zu 99,8% eingehalten. Bild 8.2 zeigt die Entwicklung der mittleren Ablaufkonzentrationen seit dem Jahr 1983. Im Jahr 2023 wurden die bislang besten Ergebnisse erzielt. Neben den vielen Optimierungsmaßnahmen hat die hohe Wassermenge auch zu diesem Effekt beigetragen. Der Chemische Sauerstoffbedarf (CSB) als Sammelparameter für organische Verschmutzung hat sich von 59 mg/l auf 14 mg/l verbessert. Die Erfolge bei den Maßnahmen zur Stickstoffelimination lassen sich bei den Ablaufwerten für Ammoniumstickstoff (NH4-N) ablesen. Ausgehend von 11 mg/l im Jahr 1983 wurde im Jahr 2006 nach Abschluss des Ausbauprogramms noch 1,4 mg/l und aktuell im Jahr 2023 sogar ein Ablaufwert von 0,45 mg/l erreicht. Für den Gesamtphosphor liegen Daten erst seit Anfang der 1990er Jahre vor. Wurden 1993 noch 0,92 mg/l als Ablaufwert ermittelt, sind im Jahr 2023 nur noch 0,34 mg/l gemessen worden.

Zusätzlich zu den Überwachungswerten wurden seit 2016 für inzwischen 42 Kläranlagen mit immissionsbedingten erhöhten Anforderungen an das aufzunehmende Gewässer Betriebsmittelwerte für einzelne Parameter mit den Behörden auf Grundlage von im Gewässer zu erwartenden Konzentrationen unter-

Tabelle 8.2: Mittlere Konzentrationen im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen im Jahr 2023
Table 8.2: Average concentrations in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants in 2023

	Zulauf	Ablauf
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB_5)	67 mg/l	3,1 mg/l
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	191 mg/l	14,4 mg/l
Ammonium-Stickstoff (NH_4-N)		0,45 mg/l
Anorganisch gebundener Stickstoff (TIN)		6,0 mg/l
Gesamtstickstoff (TN)	20,8 mg/l	5,9 mg/l
Gesamtphosphor (TP)	3,0 mg/l	0,34 mg/l

[8.1] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA): 35. Leistungsnachweis kommunaler Kläranlagen (KA Korrespondenz Abwasser, Abfall–2023 (70) Nr. 10, S.781 - 789)

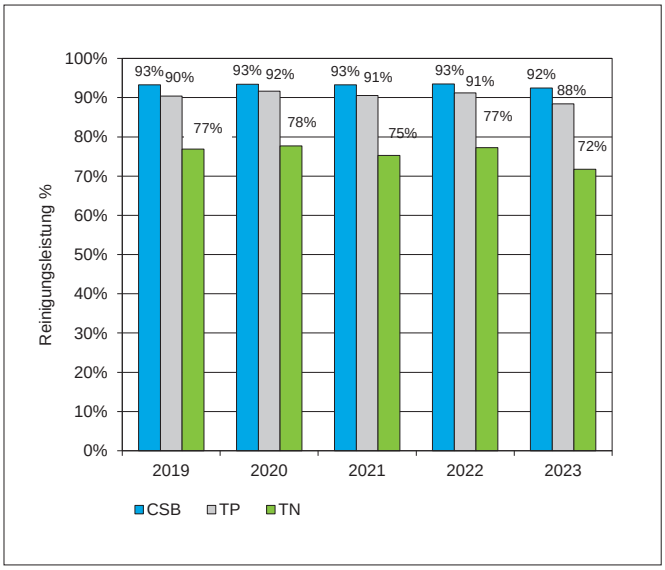


Bild 8.3: Entwicklung der Reinigungsleistung der Ruhrverbandskläranlagen von 2019 bis 2023
Fig. 8.3: Development of the treatment performance of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2019 to 2023

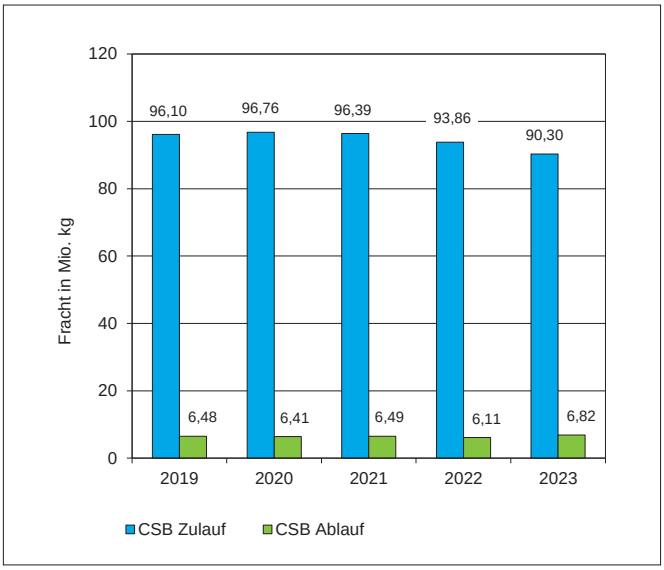


Bild 8.4: Jahresfrachten CSB im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen von 2019 bis 2023
Fig. 8.4: Annual loads of COD in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2019 to 2023

halb der Einleitungsstelle vereinbart. Die in den Genehmigungsbescheiden festgelegten Betriebsmittelwerte (Jahresmittelwerte) für Phosphor und Ammoniumstickstoff konnten im Jahr 2023 auf den meisten Kläranlagen erreicht werden. Als Beispiel für die betriebliche Optimierung können die Kläranlagen an der Hönne genannt werden, die seit Einführung der Betriebsmittelwerte durch betriebliche Optimierungsmaßnahmen die Ablaufkonzentrationen für Ammoniumstickstoff und Phosphor deutlich verringert haben. Trotz der seit dem zweiten Halbjahr 2022 aufgekommenen bundesweiten Mangellage an Betriebschemikalien (Fällmittel) kam es zu keiner Überwachungswertüberschreitung.

Insgesamt befindet sich die Reinigungsleistung seit Jahren gleichbleibend auf einem hohen Niveau. Bild 8.3 zeigt die Ergebnisse für die wesentlichen Parameter. Die Werte zur Reinigungsleistung werden seit dem Jahr 2000 ermittelt. Beim Gesamtstickstoff (TN) hat sich die Reinigungsleistung von 53 % im Jahr 2000 auf aktuell 72 % verbessert.

Die Zulaufkonzentrationen sind teilweise durch einen hohen Fremdwasseranteil beeinflusst, der für eine deutliche Verdünnung des Abwassers sorgt und auch bei niedrigen Ablaufkonzentrationen zu einem geringeren Wirkungsgrad führt. Im Vergleich ist der spezifische Abwasseranfall mit 229 m³ je Einwohnerwert (E) und Jahr beim Ruhrverband fast dreimal höher als der entsprechende bundesweite Wert (DWA) von 73 m³/(E*a) [8.1]. Der Ruhrverband bemüht sich daher in Zusammenarbeit mit den beteiligten Kommunen um eine Reduzierung der Fremdwasserbelastungen.

Den Verbandskläranlagen wurde im Jahr 2023 eine Gesamtzulauffracht von über 90 Mio. kg CSB zugeführt. Bei einem spezifischen Wert von 120 Gramm CSB je Einwohner und Tag lässt sich daraus die Bezugsgröße von rd. 2,1 Mio. Einwohnerwerten als mittlere Belastung berechnen. Der 85-Perzentilwert der CSB-Zulaufbelastung ergab 2,6 Mio. E, dem beim Ruhrverband eine Behandlungskapazität von rd. 3,3 Mio. E gegenüber steht. Im Mittel weist eine Ruhrverbandskläranlage eine Ausbaugröße von rund 51.000 E auf (min. 32 E, max. 450.000 E). An die Ruhrverbandsanlagen angeschlossen sind rd. 2,0 Mio. EinwohnerInnen. Die zeitliche Entwicklung der Gesamtfrachten für die Kenngrößen CSB, Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor zeigen die Bilder 8.4, 8.5 und 8.6.

Durch die Abwasserreinigung entstehen Reststoffe in Form von Rechen-, Sandfanggut und Klärschlamm. Ziel unterschiedlicher Maßnahmen ist es, die Reststoffe in ihrer Menge zu minimieren und möglichst einer Verwertung zuzuführen bzw. schadlos zu beseitigen – dies auch unter besonderer Beachtung wirtschaftlicher Gesichtspunkte. Der anfallende Rohschlamm weist mengenmäßig den größten Anteil auf und muss zunächst stabilisiert werden, um eine effektive Weiterbehandlung zu ermöglichen und Geruchsbelästigungen zu vermeiden. Die Stabilisierung erfolgt fast ausschließlich anaerob in Faulbehältern, wodurch eine beträchtliche Reduzierung der Feststoffmenge erreicht wird. Die anschließende Entwässerung verbessert die Transportbedingungen und schafft die Voraussetzung für eine thermische Behandlung. Gegenüber dem Jahr 2022 ist die Menge an stabilisiertem Schlamm mit 35.819 t Trockenmasse um 3,1 % zurückgegangen.

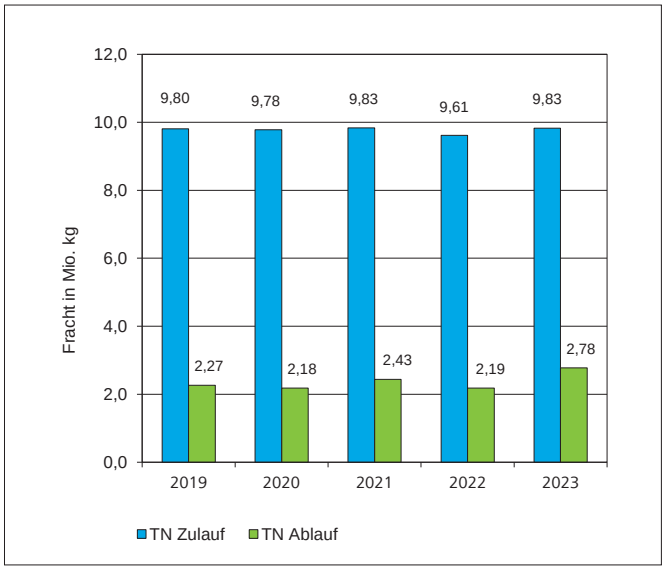


Bild 8.5: Jahresfrachten Gesamtstickstoff im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen von 2019 bis 2023
Fig. 8.5: Annual loads of total nitrogen in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2019 to 2023

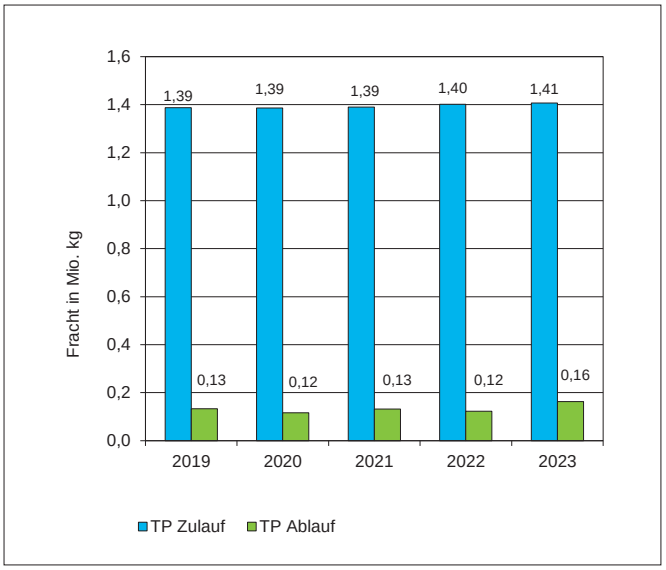


Bild 8.6: Jahresfrachten Gesamtphosphor im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen von 2019 bis 2023
Fig. 8.6: Annual loads of total phosphorus in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2019 to 2023

Bild 8.7 zeigt die angefallenen Abfallmengen an stabilisiertem Schlamm, Rechen- und Sandfanggut. Daneben sind die angelieferten Mengen an Fettabscheiderinhalten für die Co-Vergärung dargestellt, durch die ein höherer Gasanfall für die Steigerung der Eigenenergieerzeugung ermöglicht wird. Seit dem Jahr 2020 und damit seit dem Beginn der Corona-Pandemie wurden keine Küchen- und Speiseabfälle mehr angeliefert. Durch Pressen bzw. Waschpressen erfolgt beim Rechengut eine deutliche Massenreduktion, bevor es in der Verbrennung entsorgt wird. Beim Sandfanggut erfolgt 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 mit 34 % den größten Anteil am Energieverbrauch. So sind Maßnahmen zur effizienteren Energienutzung in Kombination mit Eigenenergieerzeugung geeignet, die Energiebilanz positiv zu beeinflussen und den Ressourcenverbrauch zu senken. Seit dem Jahr 2006 werden Energiekennzahlen systematisch erhoben und seit neun Jahren betreibt der Ruhrverband ein Energiemanagementsystem, um die Energieeffizienz gezielt zu optimieren und die Energiekosten zu minimieren. Dabei werden die Abwasseranlagen bezüglich ihres Energieeinsatzes eingehend analysiert.

Um den externen Bezug von Strom von Energieversorgungsunternehmen zu senken, werden auf 29 Kläranlagen insgesamt rund 50 Blockheizkraftwerke (BHKW) und Direktverdichter eingesetzt. Die durch das Faulgas angetriebenen Motoren erzeugen elektrische, mechanische und thermische Energien,

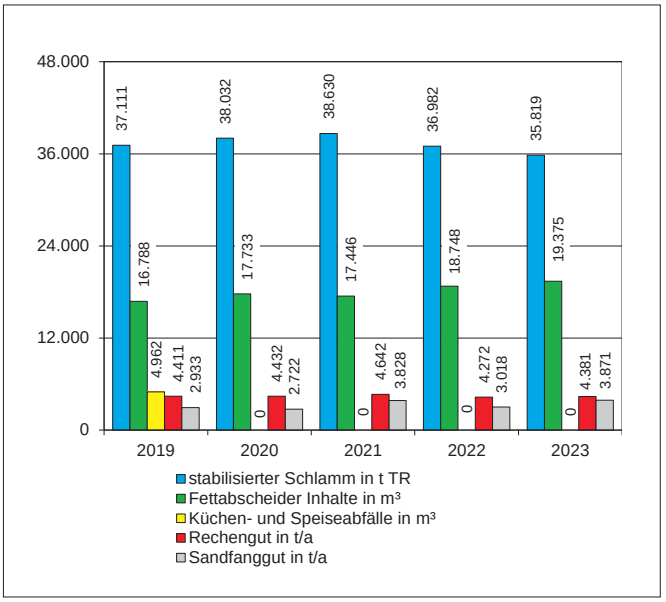


Bild 8.7: Reststoffmengen und angelieferte Co-Substrate für die Jahre 2019 bis 2023
Fig. 8.7: Residue volumes and supplied co-substrates from 2019 to 2023

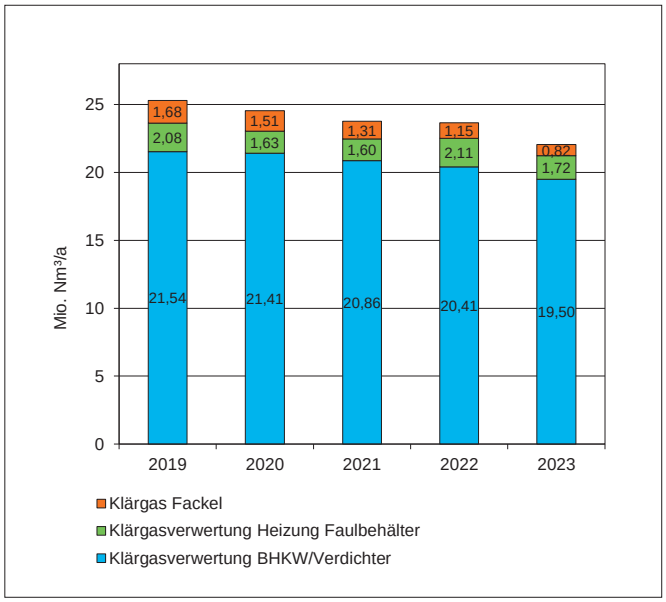


Bild 8.8: Klärgasverwertung auf den Ruhrverbandskläranlagen von 2019 bis 2023
Fig. 8.8: Sewage gas utilisation at the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2019 to 2023

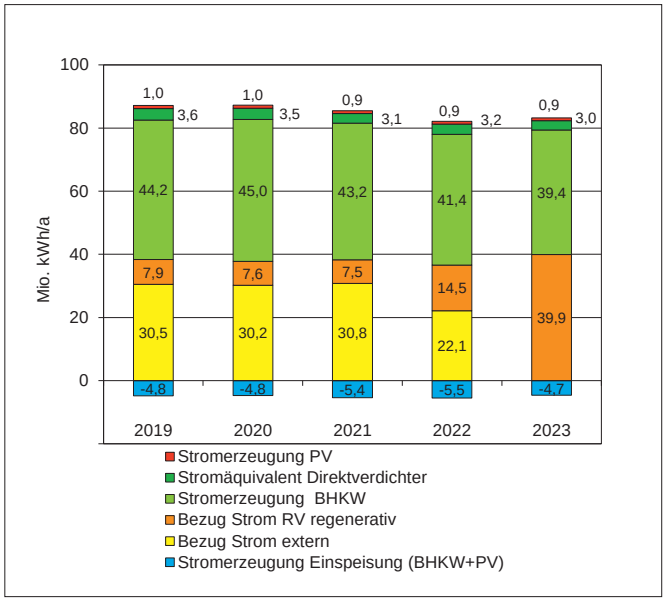


Bild 8.9: Energieeinsatz auf den Ruhrverbandskläranlagen von 2019 bis 2023
Fig. 8.9: Energy data from the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2019 to 2023

die nahezu vollständig auf den Kläranlagen genutzt werden. Bild 8.8 zeigt die zeitliche Entwicklung der Klärgasverwertung über die vergangenen fünf Jahre.

Eine weitere Energiequelle wurde durch die Aufstellung von insgesamt dreizehn Photovoltaikanlagen (PV) erschlossen. In den kommenden Jahren soll der Anteil des PV-Stroms massiv erweitert werden. Mit der Übernahme von weiteren Wasserkraftanlagen (WK) an der Ruhr im Jahr 2022 machte der Ruhrverband sich noch unabhängiger vom Strommarkt.

Insgesamt konnten erstmalig in einem Jahr bilanziell 100 % des erforderlichen Strombedarfs auf Kläranlagen durch regenerativ erzeugten Strom von eigenen Wasserkraftanlagen, Blockheizkraftwerken und Photovoltaikanlagen abgedeckt werden. Der Strombezug von Energieversorgungsunternehmen (EVU) auf Kläranlagen ging in der Jahresbilanz auf 0,0 kWh zurück.

Der Gesamtstromverbrauch der Ruhrverbandskläranlagen beträgt 78,5 Mio. kWh/a und liegt wegen der enorm gestiegenen Jahresabwassermenge trotz Maßnahmen zur Energieeinsparung um 2,4 % höher als im Vorjahr. Die BHKW liefern dabei 39,4 Mio. kWh/a und damit 50 % des erforderlichen Stroms. Die zeitliche Entwicklung bei Verbrauch, Bezug und Erzeugung von Strom beim Ruhrverband zeigt Bild 8.9. Aus dem Gesamtstromverbrauch ergibt sich über die mittlere CSB-Belastung ein spezifischer Stromverbrauch für die Kläranlagen des Ruhrverbands von derzeit 37,5 kWh je Einwohner und Jahr. Das ist der höchste spezifische Wert seit dem Jahr 2006 und hauptsächlich auf die wesentlich höhere Jahresabwassermenge zurückzuführen. Insgesamt plant der Ruhrverband nach der Errichtung von neuen Photovoltaikanlagen auch in jeder Viertelstunde energieneutral zu sein.

9 Registrierte Gewässerverunreinigungen des Jahres 2023

Die Überwachung der Gewässer liegt gemäß Landeswassergesetz in der Verantwortung des Landes. Die Behörden haben dazu Pläne erarbeitet, welche ein rasches und effizientes Handeln ermöglichen. Der Ruhrverband ist ein Teil dieser Meldekette, um bei Bedarf schnellstmöglich handeln zu können und so die Qualität des Trinkwassers sicherzustellen.

Im Jahr 2023 wurden drei Gewässerunfälle bekannt. Am 20.02.2023 kam es bei einem landwirtschaftlichen Betrieb im Raum Velbert zu einer Leckage in einem Gülletank. Dabei liefen ca. 700 m^3 Gülle über Nebenbäche bis in die Ruhr bei Kupferdreh. Durch das Umweltamt Mettmann wurde sofort ein Umweltalarm ausgerufen. Innerhalb weniger Stunden erfolgten Maßnahmen zur Eindämmung der Einträge, sowie chemische und biologische Untersuchungen der betroffenen Gewässer. Die Einflüsse des Vorfalls waren räumlich, insbesondere auf den Igelsbruchbach und den Lünesbach, begrenzt. Im Baldeneysee waren keine Effekte sichtbar. Eine Gefahr für die Trinkwasserversorgung bestand nicht.

Am 19.03.2023 wurden ca. 30-80 tote Fische an der Brehminsel (Ruhr) gemeldet. Die Tiere litten an einem Massenbefall von Parasiten, welcher sehr wahrscheinlich ursächlich für das Fischsterben gewesen ist. Die Untersuchungen der Wasserproben waren allesamt unauffällig. Es bestand keine Gefahr für die Trinkwasserqualität.

Eine weitere Gewässerverunreinigung ereignete sich beim Betanken eines Heizöltanks am 25.10.2023 in Meschede. Ca. 200 Liter Heizöl wurden dabei über die Straßeneinläufe in den Regenwasserkanal eingeleitet. Über diesen gelangte das Heizöl dann in Gebke / Ruhr. Durch die Feuerwehr wurden Ölsperren errichtet. Die untere Wasserbehörde des Hochsauerlandkreises koordinierte die Reinigung. Eine Gefahr für die Trinkwasserqualität bestand nicht.

Sollten Ihnen Gewässerverunreinigungen an der Ruhr oder ihren Nebengewässern auffallen, melden Sie diese bitte umgehend an die Ordnungsbehörden (Feuerwehr oder Polizei). Der Ruhrverband wird über die Meldekette informiert.

10 Extrakt aus dem *Elodea* II Abschlussbericht

Elodea nuttallii ist eine invasive Art (Neophyt) aus Nordamerika und ist mittlerweile schwerpunktmäßig im Westen Deutschlands verbreitet. Der Ursprung ist ein botanischer Garten in Belgien. Von dort aus gelangte *Elodea* auch in natürliche Gewässer Belgiens und verbreitete sich sukzessiv entlang großer Flüsse (Transport durch Schifffahrt) Richtung Osten. Sobald *Elodea nuttallii* in einem stehenden oder langsam fließenden Gewässer vorkommt, kann diese Art schnell Dominanzbestände bilden. *Elodea nuttallii* überwintert als Pflanzenfragment am Gewässerboden und treibt im Frühjahr bereits ab einer Wassertemperatur von 4 °C aus. Ab 10 °C wachsen die Knospen unverzweigt bis zur Wasseroberfläche. Sobald die Wasseroberfläche erreicht wird, verzweigt die Pflanze und bildet Wurzeln entlang der Sprossachse. Im Herbst nimmt die Brüchigkeit der Pflanzen zu und bereits mäßige Abflussschwankungen sind ausreichend, um Teile oder ganze Pflanzen abzubrechen und mit der Strömung abwärts zu transportieren.

Diese Ausbreitungsstrategie der Pflanze führt zu Ansammlungen ganzer Pflanzenteppiche vor den Rechen der Kraftwerke und vor Brückenpfeilern und verursacht damit Probleme bei ihrer Beseitigung. Zudem kann ein Massenvorkommen von *Elodea* Freizeitaktivitäten im Wasser beeinträchtigen. Das Vorkommen von aquatischen Makrophyten (d. h. mit bloßem Auge sichtbare Wasserpflanzen) in den Ruhrstauseen war seit den 1950er Jahren auf Teichrosen in Ufernähe beschränkt. Dieser Zustand dauerte etwa 50 Jahre lang an [10.1]. Eine hohe Nährstoffkonzentration förderte zu dieser Zeit die Phytoplanktonentwicklung und führte während der Vegetationsperiode zu einer Trübung des Wassers. Da durch das dunkle trübe Wasser kein Licht bis zum Gewässergrund dringen konnte, war das Wachstum submerser, d. h. untergetaucht wachsender Wasserpflanzen nicht möglich. Nach Ausbau und Optimierung der Abwasserreinigung in den Kläranlagen des Ruhrverbandes 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. Ein Jahrzehnt lang wechselten sich nun Jahre mit hohen Makrophytendichten mit Jahren ab, in denen die Makrophytenaufkommen von

[10.1] Makrophyten in den Ruhrstauseen – Vergangenheit und Gegenwart. Ruhrgütebericht 2004, S. 80 – 85.

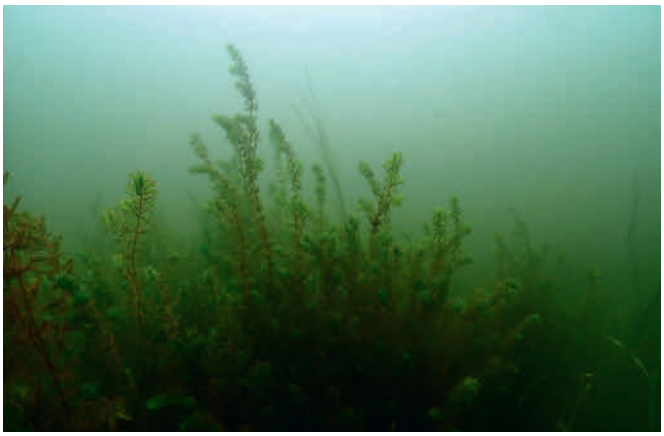


Bild 10.1: Elodea nuttallii unter Wasser im Baldeneysee. Foto: K. van de Weyer
Fig. 10.1: Elodea nuttallii under water in Lake Baldeney. Photo: K. van de Weyer

untergeordneter Bedeutung waren [10.2, 10.3]. Mit dem durch den Rückgang der Nährstoffkonzentrationen hervorgerufenen Wechsel von einem quasi makrophytenfreien, phytoplanktondominierten Zustand in den potenziell natürlichen Zustand der makrophytendominierten mesotrophen Flachseen zeigte sich in den Ruhrstauseen in den letzten Jahren eine aus ökologischer Sicht positive Entwicklung. Neben der neophytischen *Elodea nuttallii* besiedeln inzwischen auch heimische Wasserpflanzenarten in zunehmenden Abundanzen die Ruhrstauseen und treten damit in Raumkonkurrenz zu den dominierenden *Elodea*-Beständen. Seit dem Jahr 2015 hat es auch auf dem Baldeneysee in fast jedem Jahr Flächen gegeben, auf denen es zu einem massenhaften Makrophytenwachstum gekommen ist (Bild 5.25 in Kapitel 5.2). Informationen zu der aktuellen Makrophytensituation in den Ruhrstauseen im Jahr 2023 finden sich im Kapitel 5.2.

Das Vorkommen von *Elodea nuttallii* wird gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie [10.4] bei der Bewertung des ökologischen Zustands bzw. des ökologischen Potenzials als "Störanzeiger" negativ bewertet, da diese Art zum einen ein nicht-heimischer Neophyt ist und zum anderen durch ihre invasive Ausbreitungsstrategie heimische Arten verdrängen kann. Für bereits etablierte invasive Neophyten wie *Elodea nuttallii*, die gemäß EU-Verordnung zum Management invasiver Arten [10.5] als „prioritäre invasive Art von unionsweiter Bedeutung“ eingestuft sind, fordert diese Verordnung, dass geeignete Management-Maßnahmen zur Eindämmung zu ergreifen sind, obwohl eine völlige Ausrottung nicht mehr möglich ist. Das Ziel sollte daher sein, diese Arten so weit wie möglich zurückzudrängen, um damit die Resilienz und Artendiversität des betroffenen Bereichs zu stärken [10.5 Absatz 26].

Um ein besseres Verständnis der Massenentwicklungen von *Elodea nuttallii* (Bild 10.1) in den Ruhrstauseen zu bekommen wurde bereits im Jahr 2008 das Projekt „Untersuchungen zur Massenentwicklung von Wasserspflanzen in den Ruhrstauseen und Gegenmaßnahmen“ (kurz „Elodea I“) durchgeführt. Es folgte das Projekt „Erprobung und Entwicklung innovativer Methoden zur Eingrenzung des massenhaften Wachstums von *Elodea nuttallii* in den Ruhrstau-

Bild 10.2: Hydroventuriboot im Baldeneysee (a). Der Wasserstrahl, hier zu Demonstrationszwecken oberhalb der Wasseroberfläche (b), wird auf den Untergrund gerichtet und schwemmt so das Substrat und Makrophyten auf.
Fig. 10.2: A hydroventuri boat in Lake Baldeney (a). The water jet, shown above the water surface here for the sake of demonstration (b), is directed towards the bottom, washing up the substrate and macrophytes.

Bild 10.3: Amphibienbagger innerhalb eines Projektfeldes im Baldeneysee. Die durch den Vorgang entstandene örtlich begrenzte Trübung ist deutlich zu erkennen.
Fig. 10.3: Amphibious excavator within a project section at Lake Baldeney. The localised turbidity, caused by the process, can clearly be seen.

seen", kurz „Elodea II". Elodea I befasste sich unter anderem mit der Bestandserfassung, Morphometrie, sowie der Abbaubarkeit von *Elodea nuttallii*. Zudem wurden unter anderem Maßnahmen zur Reduzierung durch Fütterungsexperimente (Fische und Makrozoobenthos) und zur Entsorgung von *Elodea nuttallii* getestet.

Der Schwerpunkt des Forschungsvorhabens „Elodea II" lag auf der Umsetzung praktischer Maßnahmen, die potenziell geeignet sind, das Wachstum von Makrophyten, besonders von *Elodea nuttallii,* zu verlangsamen oder zu reduzieren.

Dazu gehörten (I) die mechanische Bearbeitung des Untergrundes mit Hilfe verschiedener Großgeräte, (II) die Bepflanzung mit verschiedenen Armleuchteralgenarten als Raumkonkurrenten auf einem Teil der Projektfelder, der andere Teil der mechanisch bearbeiteten Projektfelder verblieb zum Vergleich ohne Anpflanzungen, (III) die Bearbeitung mit einem Rollenpflücker und (IV) eine theoretische Betrachtung der Machbarkeit hydraulischer Veränderungen der Strömung durch Strömungslenker. Die Versuche fanden im Baldeneysee in Essen (NRW), welcher eine Oberfläche von 2,64 km² aufweist, statt.

Durch den Einsatz des Hydroventurisystems (durch Wasserdruck, Bild 10.2) und des Amphibienbaggers (mit Egge und Harke, Bild 10.3) in einem Zeitraum vor der Wachstumsphase von *Elodea* wurde das Substrat aufgewirbelt und teilweise umgelagert. Dies sollte zu einem Rückgang bzw. idealerweise zu einem völligen Ausbleiben der *Elodea*-Bestände führen.

Der Einsatz des Hydroventurisystems und des Amphibienbaggers fand im Mai 2020 statt. Zu diesem Zeitpunkt sind Makrophyten in der Regel bereits niederwüchsig vorhanden [10.2].

Erste Vorversuche im Jahr 2016 mit dem Hydroventurisystem hatten gezeigt, dass der Einsatz in einem fortgeschrittenen Zeitpunkt der Vegetationsperiode, zu dem die Makrophyten bereits die Wasseroberfläche erreicht haben, nicht zu nachhaltigen Effekten und zur Reduktion der Pflanzenbiomasse führte [10.6]. Nach dem Einsatz der verschiedenen Methoden der Substratbearbeitung wurden Ende Mai 2020 verschiedene Characeenarten eingesetzt.

Die Maßnahmen wurden in zwei Teilbereichen des Baldeneysees durchgeführt. Ein Untersuchungsbereich lag im Bereich „Hafen Scheppen" (Flusskilometer 34,4) mit einem schlammigen Untergrund und geringen Fließgeschwindigkeiten. Der zweite Untersuchungsbereich lag nahe dem „Vogelschutzgebiet" (Flusskilometer 36,9) und weist ein kiesiges, sandiges

[10.2] Untersuchungen zur Massenentwicklung von Wasserpflanzen in den Ruhrstauseen und Gegenmaßnahmen. Abschlussbericht des Forschungsvorhabens im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW 2008, 364 S.
[10.3] 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, 32 S.
[10.4] Richtlinie 2000/60/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Be-reich der Wasserpolitik, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327/72, vom 22.12.2000.
[10.5] Verordnung Nr. 1143/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 über die Prävention und das Management der Einbringung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten.
[10.6] Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2016, S. 63 – 74

Substrat auf (Bild 10.4). Die Fließgeschwindigkeit dort liegt im Vergleich zum ersten Bereich etwas höher. Durch die Wahl dieser beiden Bereiche konnten die im Baldeneysee dominierend vorkommenden Substratverhältnisse repräsentativ abgebildet werden.

Zur Dokumentation der Wirkungen dieser Maßnahmen auf *Elodea nuttallii*, weitere Makrophytenarten, das Makrozoobenthos und die Gewässerqualität erfolgten Beprobungen vor, während und nach der Umsetzung der mechanischen Maßnahmen.

Ergebnisse

(I) Der Einfluss auf die Wasserqualität war, bei wenigen Parametern (z. B. Gesamtphosphorgehalt, organischer Kohlenstoff, Schwermetalle und Sichttiefe) begrenzt auf die Trübungsfahne und bereits 500 m unterhalb kaum erkennbar. Nach fünf Tagen konnten keine Auswirkungen mehr auf die Wasserqualität festgestellt werden. Die Untergrundbehandlung stellte für das Makrozoobenthos nur eine kurzfristige Störung, ohne Auswirkungen auf die Habitate, dar. Es zeigten sich keine Unterschiede zwischen Makrozoobenthos-Proben vor und nach den Maßnahmen.

Alle Testfelder verkrauteten nach der mechanischen Maßnahme in den nachfolgenden 3,5 Monaten des Monitorings bis zu einer Vegetationsbedeckung von maximal 90 %. Die Testfelder im schlammigen Bereich (Hafen Scheppen) waren schneller und mit einer höheren Bedeckung bewachsen als die im sandigen Bereich. Die verwendeten Behandlungsmethoden (Hydroventurisystem, Amphibienbagger mit Harke und Amphibienbagger mit Egge) zeigen keine eindeutige Reihung in ihrer Effizienz.

Bild 10.4: Übersicht der angelegten Projektfelder im Baldeneysee, Essen, innerhalb des Projektes Elodea II. Karte: © Land NRW, dl-de/by-2-0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0) https://www.elwasweb.nrw.de, 14.12.2020
Fig. 10.4: Overview of project sections set up in Lake Baldeney, Essen, as part of the project Elodea II. Map: © Land NRW, dl-de/by-2-0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0) https://www.elwasweb.nrw.de, 14.12.2020

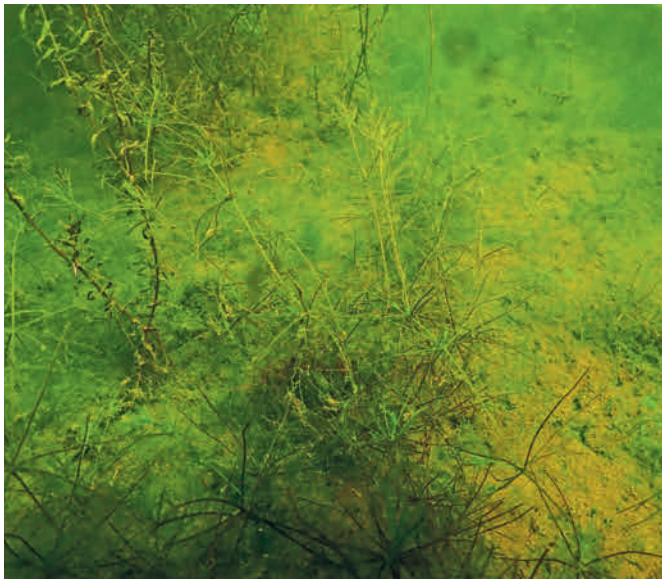


Bild 10.5: Die Zerbrechliche Armleuchteralge (Chara globularis), Foto: K. van de Weyer
Fig. 10.5: Fragile stonewort (Chara globularis), Photo: K. van de Weyer

(II) In den Flächen, die im Jahr 2020 bepflanzt wurden, konnten 2022 keine der angepflanzten Armleuchteralgen mehr beobachtet werden. Im Jahr 2020 konnte die Zerbrechliche Armleuchteralge (*Chara globularis* Bild 10.5) während aller Untersuchungstermine des Jahres 2020 noch in zwei Flächen nachgewiesen werden. Die Stern-Armleuchteralge (*Nitellopsis obtusa* Bild 10.6) wurde im Jahr 2020 lediglich in einer Fläche gefunden.

In Probeflächen im Schlamm, die bereits 2018 gepflanzt wurden, konnte sich die Stern-Armleuchteralge (*Nitellopsis obtusa*) etablieren, aber nicht ausbreiten [vgl. 10.7].

Das Hochwasser im Juli 2021 hatte einen starken Einfluss auf die Anpflanzungen im Baldeneysee. Alle Projektfelder im östlichen Teil des Baldeneysees waren nicht mehr auffindbar. Im westlichen Teil war ein Rückgang der gepflanzten Armleuchteralgen und der übrigen Makrophyten festzustellen.

(III) Der Rollenpflücker zeigte keine physikalisch-chemische Beeinflussung der Wasserqualität, sowie keine Effekte bei den Makrophyten. Die Wirkung vor Ort war somit nicht nachzuweisen. Daher wurde von einer Weiterführung dieser Methodik abgesehen.

(IV) Zur Veränderung der hydraulischen Bedingungen im Baldeneysee wurde ein Szenario mit vier Buhnen am rechten Ufer des Baldeneysees modelliert. Die Berechnung ergab, dass auch unter diesen Bedingungen ein Rückgang der *Elodea*-Bestände unwahrscheinlich ist. Bestätigt wurden die Ergebnisse durch das Hochwasser im Juli 2021, da selbst dieses nicht in der Lage war *Elodea* nachhaltig zu dezimieren.

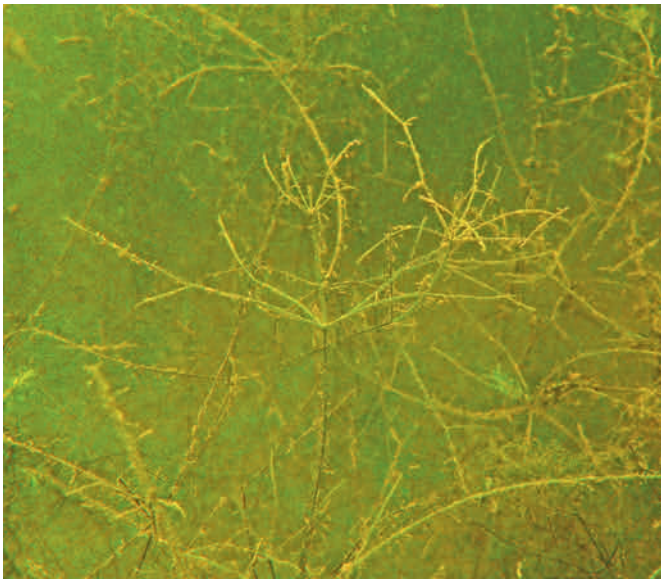


Bild 10.6: Die Stern-Armleuchteralge (Nitellopsis obtusa), Foto: K. van de Weyer
Fig. 10.6: Starry stonewort (Nitellopsis obtusa), Photo: K. van de Weyer

Die modellierten wasserbaulichen Maßnahmen am Baldeneysee sind somit ebenfalls nicht geeignet, um Bedingungen für optimierte Wassersportbedingungen zu schaffen.

FAZIT: „GEGEN *ELODEA* IST KEIN KRAUT GEWACHSEN"
(PROF. DR.-ING. NORBERT JARDIN)

Nachdem die getesteten Maßnahmen alle keinen nachhaltigen Effekt zur Elodea-Reduktion erbrachten, müssen die Maßnahmen als zwar ökologisch verträglich, aber wirkungslos eingestuft werden. Für den Baldeneysee und die anderen Stauseen bleibt daher nur die Mahd als die wesentliche Option zum Management von Massenentwicklungen aquatischer Makrophyten.

Der Ruhrverband wird aus dem Grund weiterhin die *Elodea*-Bestände dokumentieren und versuchen die Mahd weiter zu optimieren. Ein Beispiel ist die Entwicklungen zur automatisierten Steuerung des Mähbootes mittels GPS. Alle Teilergebnisse des Forschungsprojekts sind mittlerweile im ausführlichen Abschlussbericht veröffentlicht [10.8].

[10.7] WEYER, K. VAN DE, K., MEIS, S., STUHR, J. (2021): Entwicklung eines Handlungsleitfadens für die Ansiedlung von aquatischen Makrophyten in schleswig-holsteinischen Seen. Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein. http://lanaplan.de/download/LeitfadenSeenMakrophytenSH.pdf
[10.8] Podraza, P. et al. (2024): Erprobung und Entwicklung innovativer Methoden zur Eingrenzung des massenhaften Wachstums von Elodea nuttallii in den Ruhrstauseen.

11 Die Emissions- und Immissionssituation im Einzugsgebiet der Hönne

Untersuchungen zur Erfassung und Bewertung der Gewässerqualität der Ruhr werden seit vielen Jahren vor allem in Form der Ruhrlängsuntersuchungen und der zeitlich dichten Untersuchungen bei Essen-Rellinghausen durchgeführt (vgl. Kapitel 3). Neben der Ruhr selbst sind auch ihre Nebengewässer von Interesse. So erfolgte bereits im Jahr 2014 eine intensive Untersuchung der Lenne nach dem Modell der Ruhrlängsuntersuchung [11.1]. Neben diffusen Einträgen stellen Emissionen aus der Siedlungsentwässerung eine wichtige Einflussgröße für den chemischen aber auch den ökologischen Zustand der aufnehmenden Gewässer dar. Bei den Stoffeinträgen handelt es sich sowohl um die typischen die Trophie und die Saprobie der Gewässer belastenden Kohlenstoff-, Stickstoff- und Phosphorverbindungen als auch um eine Vielzahl organischer Spurenstoffe, welche sich möglicherweise konzentrationsabhängig auf die Gewässerbiozönose auswirken können. Über die Spurenstoffbelastung im Ablauf der Verbandskläranlagen wurde im Ruhrgütebericht bereits in der Vergangenheit berichtet [11.2].

Um detailliertere und gewässerabschnittsspezifische Informationen über die Emissions- und Immissionssituation zu erhalten, eignen sich kombinierte Untersuchungen von Kläranlagenzu- und -ablauf sowie im Gewässer oberhalb und unterhalb der jeweiligen Kläranlageneinleitung. Solche Untersuchungen ermöglichen Aussagen über die Herkunft von Spuren- und Nährstoffen und deren Bedeutung für den chemischen Gewässerzustand sowie 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 [11.3]. 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 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 seinen

[11.1] Ruhrverband: Ergebnisse der Lennelängsuntersuchungen. In: Ruhrgütebericht 2014, Essen, S. 96-105
[11.2] Ruhrverband: Mikroverunreinigungen im Ablauf kommunaler Kläranlagen. In: Ruhrgütebericht 2011, Essen, S. 92-99
[11.3] Ruhrverband: Stoffflussanalyse und –modellierung von Ruhr und Lenne. In: Ruhrgütebericht 2016, Essen, S. 105-108

vier Kläranlagen betrachtet [11.4]. Es folgten Untersuchungen im Einzugsgebiet der Volme im Jahr 2019 [11.5], der Unteren Lenne im Jahr 2020 [11.6] und der Möhne im Jahr 2021 [11.7].

Im Jahr 2023 wurden erneut systematische Untersuchungen im Gewässersystem der Hönne durchgeführt. Das einjährige physikalisch-chemische Untersuchungsprogramm umfasste zwölf Probenahmestellen im Gewässer oberhalb und unterhalb der Kläranlageneinleitungen sowie die Zu- und Abläufe der Kläranlagen Neuenrade, Balve, Balve-Binolen und Hemer.

Untersuchungsprogramm

Die 33,4 km lange Hönne entspringt am „Große Atting" westlich der Ortschaft Neuenrade in etwa 437 m ü. NN-Höhenlage. Das Gewässer wird von 31 Nebenbächen gespeist und durch die gereinigten Abwässer der Kläranlagen Neuenrade, Balve und Balve-Binolen belastet. Das Einzugsgebiet wird überwiegend durch Wald und landwirtschaftliche Flächen geprägt.

Zunächst fließt die Hönne in südliche Richtung durch Wiesen, danach teils verrohrt durch das Stadtgebiet Neuenrade. Auf weiten Strecken ist das Bachbett ausgebaut. Bei Flusskilometer 25,61 nimmt das Gewässer die gereinigten Abwässer der Kläranlage Neuenrade auf. Im weiteren Verlauf durchfließt die Hönne ein weites Tal mit Wiesen und Feldern bis Balve. Unterhalb der Ortschaft fließen der Borkebach und der Ablauf der Kläranlage Balve (Fluss-km 19,57) zu. Im Ort Reckenhöhle, bei Flusskilometer 14,53, werden die gereinigten Abwässer der Kläranlage Balve-Binolen eingeleitet. Unterhalb dieser Einleitung kann es im Sommer bei längeren Trockenwetterverhältnissen vorkommen, dass der Abfluss vollständig im Untergrund verschwindet und das Gewässer ausschließlich durch Kalkhöhlen unter dem Flussbett fließt. Nach Wiederaustritt durchfließt das Gewässer ab Sanssouci für ca. 6 km bis Oberrödinghausen ein Kalkgebirge mit z. T. steilen Uferzonen. Bei Hönne-km 8,68 in Lendringsen fließt der Bieberbach und bei Flusskilometer 5,82, ca. 2 km oberhalb des Ortskerns von Menden die Öse zu. Die Öse selbst wird durch das gereinigte Abwasser der Kläranlage Hemer belastet. Bei Fröndenberg mündet die Hönne in die Ruhr bei Fluss-km 115,7. Die Nutzungsflächen des 261,96 km² großen Einzugsgebiets (A_{Eo}) [11.8] sind in der Tabelle 11.1 dargestellt [11.9, 11.10]. Ausgewählte Kenndaten der vier untersuchten Kläranlagen sind in Tabelle 11.2 zusammengefasst.

Tabelle11.1: Landnutzung im Einzugsgebiet der Hönne
Table 11.1: Usage of land in the Hönne catchment area

Gewässername	Hönne	
Gewässerkennzahl	27664	
A_{EO} [km²]	261,96	
	A_{EO} [km²]	Anteile [%]
Laubwald	19,95	7,6
Nadelwald	56,16	21,4
Mischwald	54,57	20,9
Landwirtschaft	79,02	30,2
Befestigte Flächen, Wohnbaufläche	23,93	9,1
Straßen-, Schienen-, Luftverkehr	12,6	4,8
Industrie und Gewerbefläche	7,35	2,8
Freizeit und Erholungsfläche, Friedhof	3,76	1,4
Tagebau, Grube, Steinbruch, Halde	3,07	1,2
Gewässer	1,55	0,6

Tabelle11.2: Ausgewählte Kenndaten der Kläranlagen im Einzugsgebiet der Hönne
Table 11.2: Selected characteristics of the sewage treatment plants in the Hönne catchment area

Kläranlage	Einheit	Neuenrade	Balve	Balve-Binolen	Hemer
Einzugsgebiet	km²	5,73	5,43	k. A.	13,05
Ausbaugröße	E	17.500	17.500	3.000	42.000
Einwohner 2023	E	9.926	11.511	2.196	33.430
Jahresabwassermenge 2023	m³/a	4.041.582	5.107.432	685.418	13.671.721
Jahresschmutzwassermenge 2023	m³/a	2.752.672	3.874.160	417.195	6.771.910
spez. Schmutzwasseranfall	l/(E*d)	498	575	312	550
Maximaler Zufluss berechnet	l/s	200	240	40	725
NWBA (RV-eigen)		1 RÜB, 3 SK	3 RÜB	1 RÜB, 1 SK	1 RÜB, 10SK
NWBA (RV-eigen) - Volumen	m³/a	4.580	790	980	14.040
Industrieabwasser 2023	m³/a	66.334	15.996	-	279.874
Anteil Industrieabwasser am Abwasseranfall	%	1,6	0,3	-	2,8
Betriebe gesamt / Anhang 40	n	05. Mrz	2 / -	1 / -	22 / 15
CSB – Überwachungswert	mg/l	50	65	50	40
CSB – Niedrigerklärter Wert	mg/l	25	20	25	20
TIN – Überwachungswert	mg/l	16	13	18	18
TIN - Niedrigerklärter Wert	mg/l	8,0	5,0	8,0	14,4
NH_4-N - Betriebsmittelwert	mg/l	1,4	0,5	0,4	0,7
Pges.– Überwachungswert	mg/l	1,0	1,5	2,0	1,0
Pges. - Niedrigerklärter Wert	mg/l	0,5	0,5	0,9	0,3
Pges. - Betriebsmittelwert	mg/l	0,4	0,5	0,3	0,2

Die Lage der Probenahmestellen zeigt Bild 11.1. Acht der zwölf Probenahmestellen in Hönne und Öse liegen dabei jeweils oberhalb und unterhalb der vier Kläranlagen. Zudem wurden aus der Hönne oberhalb und unterhalb der Einmündung der Öse sowie unterhalb des Borkebachs Proben entnommen. Weil der Abfluss unterhalb der Kläranlage Balve-Binolen bei längeren Trockenwetterverhältnissen vollständig im Untergrund verschwindet, wurde eine weitere Stelle nach Wiederaustritt des Gewässers unterhalb der Klusensteiner Mühle (Fluss-km 12,6) untersucht. Weiterhin wurden jeweils datumsgleich zu den Probenahmestellen im Gewässer die Kläranlagenzu- und - abläufe beprobt. Die Untersuchungen fanden sechsmal in der Zeit von Januar bis Oktober 2023 in einem Abstand von sechs bis neun Wochen statt.

Das physikalisch-chemische Monitoringprogramm umfasste die in Tabelle 11.3 aufgeführten Parametergruppen. Bei den genannten Leitparametern handelt es sich um zwischen Ruhrverband und der Bezirksregierung Arnsberg abgestimmten Kenngrößen zur Zustandsbewertung von Gewässerabschnitten und zur gezielten Ableitung von Ablaufanforderungen von Kläranlageneinleitungen. Diese stehen im Vordergrund der folgenden Betrachtungen.

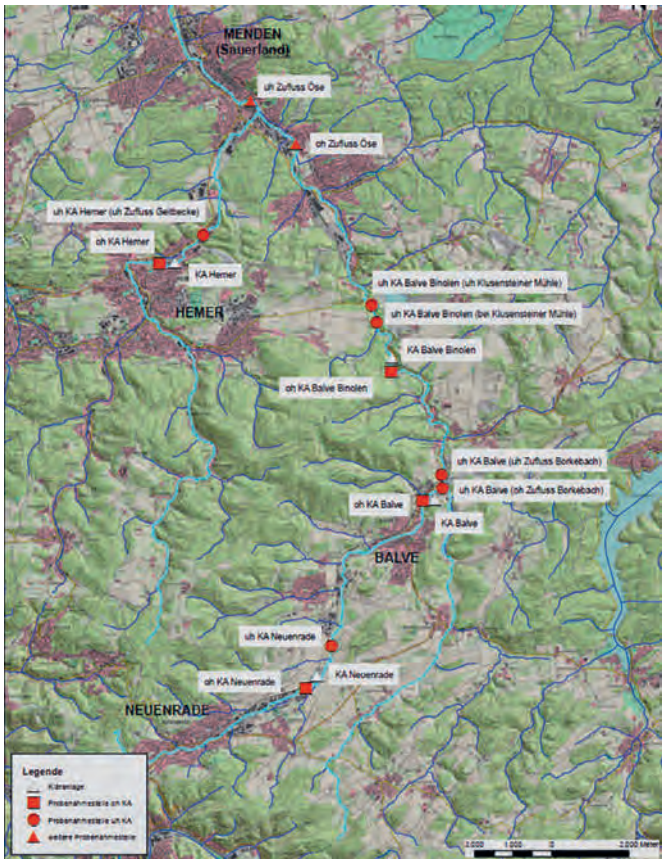


Bild 11.1: Hönne-Längsuntersuchung – Lage der Probenahmestellen
Fig. 11.1: Examinations along the Hönne – location of sampling points

Die Befunde im Gewässer werden in erster Linie anhand der Umweltqualitätsnormen (UQN) der Anlagen 6 (flussgebietsspezifische Schadstoffe) und 8 (prioritäre Stoffe) sowie der Werte der Anlage 7 (allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten) der Oberflächengewässerverordnung [11.11] und ergänzend nach den gesetzlich nicht verbindlichen Orientierungswerten des Leitfadens „Monitoring Oberflächengewässer" des Landes NRW, Anlage D4 [11.12], bewertet (vgl. Kapitel 2). Für Ammoniak-Stickstoff stellt ein weiteres Bewertungskriterium eine in Diskussion befindliche, aber noch nicht verbindliche zulässige Höchstkonzentration dar [11.13]. Um den 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 Überwachungswerten, den nach Abwasserabgabengesetz niedrigerklärten Werten und den Zahlenwerten der von Ruhrverband und Bezirksregierung Arnsberg vereinbarten Jahresbetriebsmittelwerten, die sich aus der jeweiligen Leistungsfähigkeit der Kläranlagen über eine statistische Betrachtung der Ablaufkonzentrationen ergeben, bewertet. 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 Ablauffrachten ohne Berücksichtigung der Aufenthaltszeit berechnet.

Neben den beschriebenen Untersuchungszielen ermöglichen die Untersuchungen auch einen Vergleich mit den Ergebnissen der Hönne-Längsuntersuchung 2017/2018. Da der Ruhrverband zum Ziel hat, alle von Kläranlagen beeinflussten Ge-

[11.4] Ruhrverband: Untersuchungen zur Emissions- und Immissionssituation im Einzugsgebiet der Hönne. In: Ruhrgütebericht 2018, Essen, S. 109-116
[11.5] Ruhrverband: Untersuchungen zur Emissions- und Immissionssituation im Einzugsgebiet der Volme. In: Ruhrgütebericht 2019, Essen, S. 117-127
[11.6] Ruhrverband: Untersuchungen zur Emissions- und Immissionssituation im Einzugsgebiet der Unteren Lenne. In: Ruhrgütebericht 2020, Essen, S. 109-124
[11.7] Ruhrverband: Untersuchungen zur Emissions- und Immissionssituation im Einzugsgebiet Möhne. In: Ruhrgütebericht 2021, Essen, S. 117-131
[11.8] Teileinzugsgebiete der Gewässer: Gewässerstationierungskarte des Landes Nordrhein-Westfalen (GSK3C, Auflage 30.11.2010)
[11.9] https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/pestb_2016-2021_ruhr_final.pdf, 26.02.2024
[11.10] Landnutzungsdaten: Bodenbedeckung (CORINE) Land Cover 2000
[11.11] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung OGewV), 20.Juli 2016
[11.12] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft Natur- und Verbraucherschutz NRW (Hrsg.): Monitoringleitfaden Oberflächengewässer Anlage D4. Düsseldorf. Zugriff 26.02.2024: https://www.flussgebiete.nrw.de/monitoringleitfaden-oberflaechengewaesser-anlage-d4-7724
[11.13] Ergebnisprotokoll vom 09.09.2020 zur dritten Sitzung der Unterarbeitsgruppe Wassergüte des Projektes „Niedrigwassermanagement Ruhr" am 25.08.2020 beim Ruhrverband

Tabelle11.3: Hönne-Längsuntersuchung – Parametergruppen und Leitparameter des Monitoringprogramms
Table 11.3: Examinations along the Hönne – groups of parameters and guiding parameters of the monitoring program

Parametergruppe	Anzahl Parameter	Leitparameter
Basiskenngrößen	17	W-Temperatur, O_2, pH-Wert, TOC, CSB
Nährstoffe	8	P ges., o-PO_4-P, NH_4-N, NO_2-N, NO_3-N
Anionen	4	Chlorid, Sulfat
Metalle	48	Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Zink
Komplexbildner	7	EDTA, MGDA
Perfluorierte Verbindungen	17	
Korrosionsschutzmittel	3	1H-Benzotriazol
PAK	16	
Pestizide und ihre Metabolite	118	Terbutryn
Süßstoffe	4	Acesulfam, Sucralose
Antibiotika	25	Clarithromycin
Arzneimittelwirkstoffe und ihre Metabolite	85	Carbamazepin, Diclofenac, Metoprolol, Sulfamethoxazol, Metformin, Guanylharnstoff
Röntgenkontrastmittel	6	Amidotrizoesäure, Iopamidol, Iopromid
Duftstoffe	4	
Flammschutzmittel	12	
sonstige organische Verbindungen	11	

wässer bis zum Jahr 2024 hinsichtlich der Parameter Ammonium-Stickstoff und Phosphor mindestens in den guten Zustand zu bringen, liegt ein besonderes Augenmerk auf diesen beiden Kenngrößen.

Hydrologische Situation

Zur Betrachtung der Abflüsse wurden die vom LANUV betriebenen Pegel Balve Garbeck (Hönne-km 25,01) und Menden Sauerland (Hönne-km 2,66), sowie der in der Öse gelegene Pegel Hemer Becke (Öse-km 4,07, uh KA Hemer) herangezogen (Bild 11.2).

Die Probenahmen im Januar fanden bei Trockenwetter und abnehmenden Abflüssen statt, welche an den drei Pegeln im Bereich der mittleren Abflüsse (MQ) von 3,23 (Menden), 0,477 (Balve Garbeck) bzw. 1,2 m^3/s (Hemer Becke) lagen. Im März erfolgte die Probenahme am ersten Tag bei geringem Niederschlag und am zweiten Tag bei Trockenwetter. Die Abflüsse lagen in der Hönne knapp oberhalb und in der Öse leicht unterhalb des jeweiligen MQ's. Entsprechend spiegelte an den Probenahmetagen auf den Kläranlagen das Verhältnis von Abwassermenge am Untersuchungstag zu mittlerer Schmutzwassermenge (Q/Q_t) Trockenwetterzuflüsse wider.

Die Untersuchungen Ende Mai wurden bei Trockenwetter, aber einen bzw. zwei Tage nach einem Starkregenereignis durchgeführt, wodurch die Abflüsse an den beiden Pegeln Menden Sauerland und Hemer Becke deutlich erhöht waren. Am Pegel Balve Garbeck lag der Abfluss im Bereich des MQ. Das Q/Q_t-Verhältnis in den Kläranlagenzuläufen lag auf drei Anlagen im Bereich des Trockenwetterzuflusses und war nur auf der Kläranlage Balve-Binolen erhöht. Im Juli fanden die Probenahmen bei Trockenwetter, jedoch teilweise unter Niederschlagseinfluss statt. Die Abflüsse stiegen einen Tag vor der Probenahme leicht an, lagen aber immer noch bei etwa einem Drittel des MQ´s. Die Hönne unterhalb der Kläranlage Balve-Binolen und die Öse oberhalb der Kläranlage Hemer waren zur Probenahmezeit trocken, so dass dort keine Proben entnommen werden konnten. Die Kläranlagenzuflüsse spiegelten in dieser Zeit Trockenwetterverhältnisse wider.

Die Untersuchungen Ende September wurden in einer mehrtägigen Trockenwetterperiode durchgeführt, wobei die Abflüsse am zweiten Probenahmetag an allen drei Pegeln etwa beim halben MQ und somit noch deutlich über dem jeweiligen MNQ von 0,48 (Balve Garbeck), 3,2 (Menden Sauerland) bzw. 0,25 (Hemer Beck) m^3/s lagen. Für den Probenahmetag am 26. September 2023 lagen keine Pegeldaten vor. Die Trockenwetterverhältnisse waren auch auf den Kläranlagen mit Q/Q_t-Verhältnissen kleiner eins gegeben. Im Oktober fanden die Probenahmen zwar bei Trockenwetter, allerdings teilweise unter Niederschlagseinfluss statt. Die Abflüsse an den drei Pegeln lagen an beiden Tagen leicht unter den jeweiligen mittleren Abflüssen. Während auf drei Kläranlagen Trockenwetterverhältnisse herrschten, war das Q/Q_t-Verhältnis auf der Kläranlage Hemer aufgrund vorangegangener stärkerer Regenfälle deutlich erhöht.

Der mittlere Abfluss am Pegel Menden an den Untersuchungstagen lag bei der aktuellen Untersuchung mit

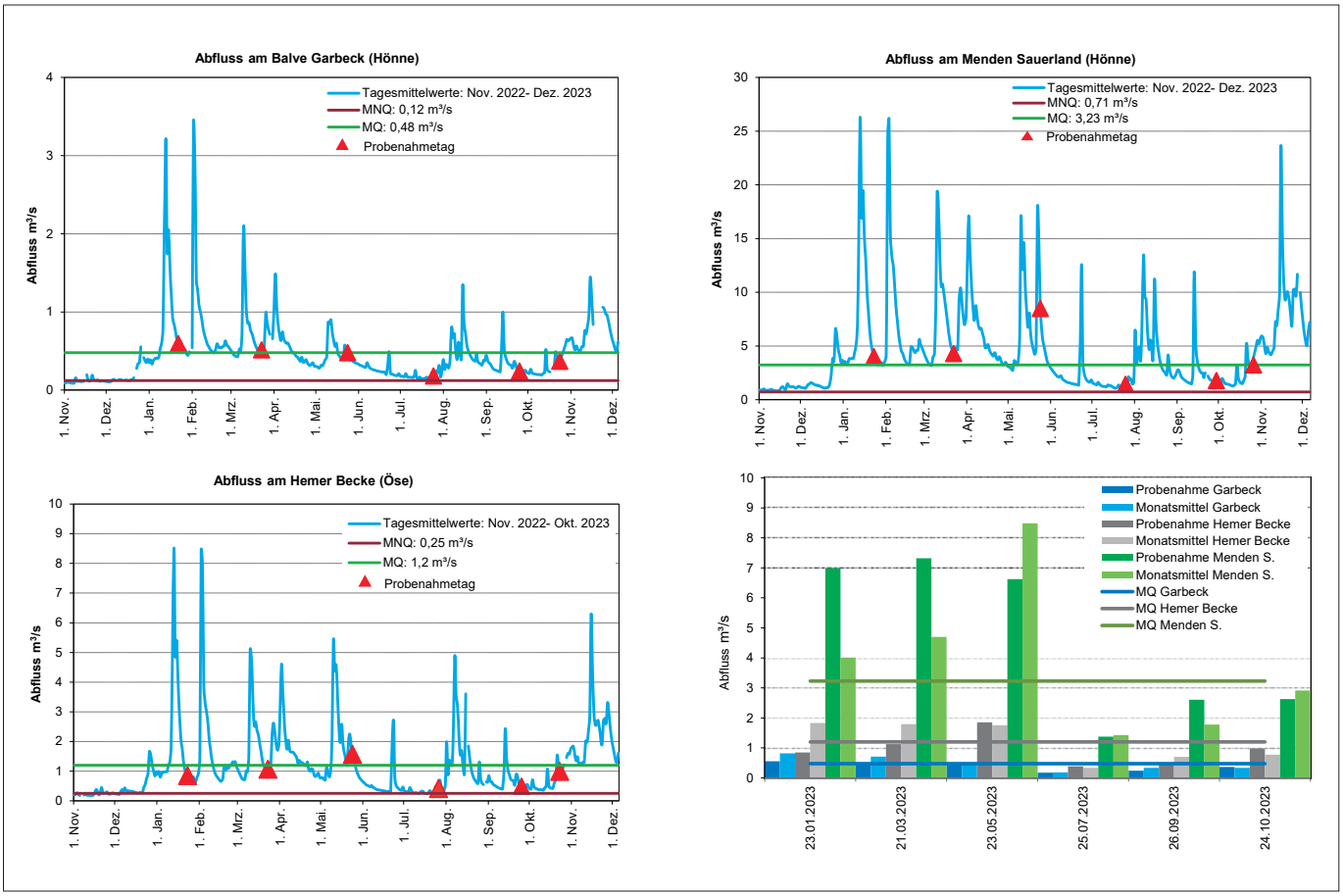


Bild 11.2 Hönne-Längsuntersuchung – Pegeldaten 1. November 2022 bis 5. Dezember 2023
Fig. 11.2: Examinations along the Hönne – water level data from November 1, 2022, to Dezember 5, 2023

4,9 m³/s bei vergleichbaren Spannbreiten über dem entsprechenden Wert des Untersuchungszeitraums 2017/2018 von 3,8 m³/s. Die mittleren Zulaufmengen lagen um 20 bis 70 % über der Voruntersuchung.

Zulaufbeschaffenheit und Reinigungsleistung der Kläranlagen

Zulaufbeschaffenheit

An den Probenahmetagen lag die Zulaufbelastung der vier Kläranlagen durch die organischen Summenparameter sowie die Nährstoffe jeweils im Schwankungsbereich der routinemäßigen Untersuchungen der letzten drei Jahre. Die Gehalte im Zulauf der Kläranlage Balve waren dabei durchgehend unterdurchschnittlich. Im Vergleich zur vorangegangenen Hönne-Längsuntersuchung lagen die Konzentrationen tendenziell niedriger, was auch auf die insgesamt höheren Zulaufmengen und die damit verbundenen Verdünnungseffekte zu begründen ist. Die Betrachtung der mittleren Zulauffrachten ergab im Vergleich zur Voruntersuchung für die Kläranlage Balve eine signifikante Verringerung der Belastung, während die drei anderen Kläranlagen vergleichbare Werte aufwiesen. Entsprechendes gilt für die einwohnerspezifischen Frachten. Die Schwermetallbelastung war während der Probenahmen sowohl bei den beiden gewerblich-industriell beeinflussten Anlagen Neuenrade und vor allem Hemer als auch bei den überwiegend kommunal geprägten Anlagen Balve und Balve-Binolen unauffällig.

Mit Blick auf die Leitparameter ergaben sowohl die Medikamentenrückstände als auch die Röntgenkontrastmittel und die künstlichen Süßstoffe das zu erwartende breite Spektrum hinsichtlich Positivbefunden und Belastungshöhe. Die mittleren Konzentrationen und einwohnerspezifischen Frachten befanden sich hierbei im üblichen Schwankungsbereich der Verbandskläranlagen. Für die Pflanzenschutzmittel wurden mit wenigen - konzentrationsbezogen unauffälligen - Ausnahmen, wie z. B. bei Mecoprop, Glyphosat und dessen Metabolit AMPA, überwiegend Konzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenzen gemessen. Erwartungsgemäß wurden in allen Zuläufen der Komplexbildner MGDA und das Korrosionsschutzmittel 1H-Benzotriazol festgestellt, während PFOS nur im Zulauf der Kläranlage Hemer Positivbefunde auf niedrigem Niveau aufwies. Im Vergleich zur vorangegangenen Hönne-Längsuntersuchung lag das Konzentrationsniveau der

Leitsubstanzen vor allem auf Grund der größeren Zulaufmengen insgesamt etwas niedriger, während die einwohnerspezifischen Belastungen in den gleichen Größenordnungen lagen. Erwähnenswert ist ein deutlicher Rückgang der Zulaufbelastung durch EDTA, 1H-Benzotriazol und PFOS auf der Kläranlage Hemer.

Reinigungsleistung der Kläranlagen

Für die abfiltrierbaren Stoffe, die organischen Summenparameter und die Nährstoffe lagen die mittleren Reinigungsleistungen in der Größenordnung der vorangegangenen Hönne-Längsuntersuchung. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass Reinigungsleistungen für die betrachteten Parameter in Jahren mit höheren Zulaufmengen - wie 2023 - tendenziell etwas niedriger liegen als in trockeneren Jahren - wie 2018.

Die Rückhalteleistungen waren für die untersuchten Schwermetalle erwartungsgemäß unterschiedlich und lagen z. B. bei Kupfer deutlich höher als bei Nickel. Für die Schwankungsbreiten der Retentionsraten ist neben der Zulaufbelastung auch die Bindungsform des jeweiligen Metalls verantwortlich. So erfuhren vor allem die gelösten Nickelverbindungen nur einen geringen Rückhalt.

Die Retentionsleistungen für die einzelnen Arzneimittelrückstände fielen erwartungsgemäß unterschiedlich aus. Während Carbamazepin praktisch gar nicht und Diclofenac zu weniger als der Hälfte aus dem Abwasser entfernt wurden, wurde das biologisch gut abbaubare Ibuprofen im Verlauf des Reinigungsprozesses nahezu vollständig zurückgehalten. Vergleichbares Verhalten zeigte Metformin. Bei dessen Abbau bildet sich als Hauptmetabolit Guanylharnstoff, so dass für diesen die Ablauffracht deutlich über der Zulaufbelastung lag. Aufgrund der unterschiedlichen biologischen Abbaubarkeit der Süßstoffe ergab sich für Sucralose eine niedrige Reinigungsleistung, während Acesulfam im Mittel zu 90 % aus dem Abwasser entfernt wurde. Das Korrosionsschutzmittel 1H-Benzotriazol wurde zu etwa einem Drittel zurückgehalten.

Untersuchungsergebnisse im Fließverlauf

In Tabelle 11.4 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.

Einzugsgebiet der Kläranlage Neuenrade

Probenahmestelle Hönne oberhalb Kläranlage Neuenrade (Hönne-km 27,1)

Die erste Probenahmestelle liegt in einem kleinen Wohngebiet, das von landwirtschaftlich genutzten Flächen umgeben ist. Im Vergleich zur letzten Hönne-Längsuntersuchung nahmen die Konzentrationen mehrerer Parameter ab. Dies führt für die Nährstoffe Ammonium-Stickstoff und Phosphor sowie Orthophosphat-Phosphor zu einer Verbesserung der Bewertung von gut auf sehr gut. Auch der Orientierungswert für Ammoniak-Stickstoff wurde unterschritten. Des Weiteren konnten die Gehalte von Zink und Benzo[a]pyren die Qualitätsziele einhalten. Die Qualitätsanforderung für den Sauerstoffgehalt wurde einmalig im Juli bei sehr niedrigem Abfluss unterschritten. Zudem kann der gute Zustand für Kupfer nicht eingehalten werden. Weitere Überschreitungen lagen für das perfluorierte Tensid PFOS vor. Am 24. Juli kam es nach einer längeren Trockenwetterphase zu einem Regenereignis und in der Folge zu Abschlagsereignissen aus oberhalbgelegenen Niederschlagswasserbehandlungsanlagen. Diese führten am Folgetag zu erhöhten Konzentrationen für mehrere kläranlagenbürtige Parameter. Die mittleren Konzentrationen von Acesulfam, Metformin und Ibuprofen überschritten die jeweiligen Orientierungswerte. Die Gehalte für weitere Arzneimittelrückstände sowie Pflanzenschutzmittel lagen aber überwiegend unterhalb der Bestimmungsgrenzen.

Kläranlage Neuenrade – Ablauf Nachklärung (Hönne-km 26,5)

Sowohl die wasserrechtlichen Überwachungswerte als auch die niedrigerklärten Werte wurden für CSB, den anorganischen Stickstoff und den Gesamtphosphor auch von den Maximalwerten unterschritten. Die Zahlenwerte der Betriebsmittelwerte wurden beim Ammonium-Stickstoff durchgehend und beim Phosphor mit einer Ausnahme bei einem sehr hohen Abfluss unterschritten. Die Schwermetallgehalte lagen auf niedrigem Niveau und mit deutlichem Abstand unter den Überwachungswerten. Hinsichtlich der Leitparameter waren im Ablauf Konzentrationen an Kupfer, Nickel, Zink, Acesulfam, Iopromid, Carbamazepin, Diclofenac, Metformin und Guanylharnstoff über den für Gewässer geltenden Qualitätskriterien vorhanden. Im Vergleich zur Voruntersuchung lagen die mittleren Gehalte der Arzneimittelrückstände mit Ausnahme des Iopromids niedriger.

Probenahmestelle Hönne unterhalb Kläranlage Neuenrade (Hönne-km 25,59)

Zwischen der Kläranlage und der Messstelle unterhalb mündet der Immersiepen, der wegen der geringen Wasserführung jedoch keinen Einfluss auf die stoffliche Belastung in der Hönne hat. Im Vergleich zur Probenahmestelle oberhalb der Kläranlage ergaben sich Konzentrationsanstiege für mehrere Parameter, die teilweise auch zu einer Verschlechterung der Bewertung führen. Für Ammonium-Stickstoff ergab sich jedoch im Vergleich zur letzten Hönne-Längsuntersuchung eine Verbesserung, so dass der gute Zustand eingehalten wird. Dies ist vor allem auf die niedrigen Ablaufkonzentrationen zurückzuführen. Beim Phosphor ergibt sich trotz der niedrigen Kläranlagenemissionen weiterhin der mäßige Zu-

Tabelle11.4: Hönne-Längsuntersuchung – mittlere Konzentrationen
Table 11.4: Examinations along the Hönne – mean concentrations

		Hönne	KA Neuenrade	Hönne	Hönne	KA Balve	Hönne	Hönne
		oh KA Neuenrade	Ablauf	uh KA Neuenrade	oh KA Balve	Ablauf Schönungsteich	uh KA Balve 1	uh KA Balve 2
		5		5	7		7	7
Parameter	Einheit	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW
Abfluss	m³/d		13.475	35.251		12.129		
Wassertemperatur Winter	°C	8,0*	10,3*	8,6*	8,6*	9,2*	9,0*	8,8*
Wassertemperatur Sommer	°C	15,4*	17,5*	15,7*	12,3*	15,5*	14,4*	14,7*
Sauerstoff	mg/l	6,4**		8,3**	10,1**		8,9**	9,3**
pH-Wert		7,5-7,9***	7,1-8,5***	7,6-7,8***	8,0-8,3***	7,4-7,8***	7,6-8,0***	7,8-8,0***
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	329	560	514	491	510	474	432
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	2,3	3,7	8,8	10,3	2,7	11,1	10,8
TOC	mg/l	2,4	4,4	2,8	2,1	2,6	2,6	2,5
Ammonium-Stickstoff	mg/l	0,03	0,52	0,08	0,04	0,39	0,067	0,08
Ammoniak-N (Berechnung)	µg/l	0,36	5,9	0,84	1,1	3,9	0,78	1,4
Nitrat-Stickstoff	mg/l	2,8	2,4	4,3	4,0	3,5	3,73	4,4
Nitrit-Stickstoff	mg/l	<0,05	0,058	0,03	0,012	<0,05	0,028	0,022
Phosphor	mg/l	0,037	0,29	0,13	0,076	0,33	0,15	0,11
Orthophosphat-Phosphor	mg/l	0,018	0,19	0,074	0,047	0,28	0,12	0,081
Chlorid	mg/l	21	130	51	41	46	38	28
Sulfat	mg/l	24	39	30	29	33	29	27
Blei	µg/l	0,25	<1	0,81	0,64	<1	0,61	0,73
Blei (filtriert)[4]	µg/l	<0,1	<1	<0,1	<0,1	<1	<0,1	<0,1
Cadmium	µg/l	0,028	<0,05	0,038	0,035	<0,05	0,027	0,035
Cadmium (filtriert)[3]	µg/l	0,026	<0,05	0,022	0,026	<0,05	0,019	0,025
Kupfer[5]	µg/l	1,8	2,5	3,9	2,4	2,8	2,3	1,9
Kupfer (filtriert)	µg/l	2,3	2,3	1,7	1,6	3,4	1,6	1,4
Nickel	µg/l	0,62	5,8	2,7	1,9	<2	1,9	1,6
Nickel (filtriert)[4]	µg/l	<0,5	6,1	1,7	1,3	2,2	1,6	1,3
Zink[5]	µg/l	5,5	22	11	7,9	13	12	7,9
Zink (filtriert)	µg/l		25	13	6,4	14	11	7,13
Acesulfam	µg/l	0,15	1,1	0,29	0,21	0,7	0,29	0,18
Amidotrizoesäure	µg/l	<0,05	<0,5	<0,05	<0,05	<0,5	0,054	<0,05
Iopamidol	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Iopromid	µg/l	<0,05	0,16	0,16	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Carbamazepin	µg/l	<0,01	0,12	0,037	0,027	0,11	0,056	0,031
Diclofenac	µg/l	0,013	0,88	0,30	0,13	0,62	0,26	0,14
Metformin	µg/l	0,33	1,2	0,27	0,26	1,1	0,51	0,33
Guanylharnstoff	µg/l	<0,3	7,9	1,7	1,0	16	5,7	3,2
Metoprolol	µg/l	0,011	0,66	0,20	0,10	0,33	0,18	0,10
Clarithromycin	µg/l	<0,01	0,063	0,012	<0,01	0,094	0,034	0,015
Sulfamethoxazol	µg/l	<0,01	0,23	0,070	0,042	0,21	0,091	0,056
Terbutryn	µg/l	<0,01	0,022	0,010	<0,01	0,012	<0,01	<0,01
EDTA	µg/l	<0,5	4,2	2,2	1,9	3,7	1,9	1,2
MGDA	µg/l		13	1,6	0,80	31	51	0,82
1H-Benzotriazol	µg/l	0,031	0,89	0,34	0,16	0,72	0,34	0,19

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

OGewV Anlage 8
gut
nicht gut
nicht bewertet

stand. Gleiches gilt für die Parameter Nitrit-Stickstoff, Orthophosphat-Phosphor, Zink undIopromid, bei welchem es zu einer Verschlechterung der Bewertung kommt, sowie für Diclofenac, Metformin und Guanylharnstoff. Wie schon bei der Probenahmestelle oberhalb der Kläranlage sind die Gehalte der o. a. Spurenstoffe im Juli nach dem Regenereignis auch unterhalb überdurchschnittlich hoch. Im März konnte die Qualitätsanforderung für die Wassertemperatur nicht eingehalten werden. Des Weiteren wird das Qualitätsziel für den Pflanzenschutzmittel-Metaboliten Metazachlor ESA mit einer Ausnahme durchgehend überschritten; allerdings ist diese Konzentrationserhöhungen nicht auf die Kläranlage zurückzuführen. Eine Verbesserung der Bewertung im Vergleich zur vorangegangenen Untersuchung ergab sich für die Parameter Amidotrizoesäure, Nickel und Benzo[a]pyren.

Tabelle11.4: Hönne-Längsuntersuchung – mittlere Konzentrationen
Table 11.4: Examinations along the Hönne – mean concentrations

		Hönne	KA Balve-Binolen	Hönne	Hönne	Hönne	Öse	KA Hemer	Öse	Hönne
		oh KA Balve-Binolen	Ablauf	uh KA Balve-Binolen 1	uh KA Balve-Binolen 2	oh Zufluss Öse	oh KA Hemer	Ablauf	uh KA Hemer	uh Zufluss Öse
		7		7	7	9.1	7		7	9.1
Parameter	Einheit	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW
Abfluss	m³/d		1.526					28.063	87.782	365.023
Wassertemperatur Winter	°C	9,0*	8,7*	9,4*	9,7*	9,2*	8,7*	9,7*	9,2*	9,2*
Wassertemperatur Sommer	°C	13,7*	15,4*	13,2*	14,0*	14,0*	12,6*	16,1*	16,4*	14,8*
Sauerstoff	mg/l	10,9**		10,9**	10,5**	10,4**	10,5**		8,6**	10,5**
pH-Wert		8,1-8,5***	7,2-7,7***	8,1-8,2***	7,9-8,1***	8,0-8,3***	7,8-8,1***	6,8-7,9***	7,3-7,8***	8,0-8,3***
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	435	530	429	457	564	283	620	489	494
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	7,4	4,1	32	12,1	10,6	1,5	3,6	3,3	9,7
TOC	mg/l	1,8	3,5	2,6	1,8	2,2	1,4	3,4	2,7	2,3
Ammonium-Stickstoff	mg/l	<0,02	0,45	0,024	<0,02	0,02	<0,02	0,21	0,18	<0,02
Ammoniak-N (Berechnung)	µg/l	1,5	2,7	0,61	0,62	0,56	0,5	1,3	1,8	1,0
Nitrat-Stickstoff	mg/l	4,5	4,3	4,6	4,6	4,3	3,6	7,6	5,5	4,5
Nitrit-Stickstoff	mg/l	0,01	0,12	0,013	<0,01	<0,01	<0,01	0,11	0,08	0,012
Phosphor	mg/l	0,090	0,16	0,094	0,075	0,063	0,025	0,19	0,12	0,068
Orthophosphat-Phosphor	mg/l	0,061	0,12	0,056	0,051	0,035	0,010	0,11	0,079	0,039
Chlorid	mg/l	27	65	26	26	52	12	77	46	50
Sulfat	mg/l	27	32	27	27	33	30	59	47	38
Blei	µg/l	0,61	<1	1,7	0,81	0,74	0,73	<1	0,47	0,61
Blei (filtriert)[4]	µg/l	<0,1	<1	<0,1	0,12	0,11	<0,1	<1	<0,1	<0,1
Cadmium	µg/l	0,031	<0,05	0,057	0,038	0,047	0,058	<0,05	0,040	0,044
Cadmium (filtriert)[3]	µg/l	0,025	<0,05	0,024	0,026	0,030	0,051	<0,05	0,036	0,034
Kupfer[5]	µg/l	1,6	3,7	3,0	1,3	1,3	2,7	3,3	2,7	1,9
Kupfer (filtriert)	µg/l	1,4	5,2	1,3	1,2	1,2	2,1	3,6	2,8	1,8
Nickel	µg/l	1,2	<2	2,2	1,2	1,4	0,77	4,8	2,5	1,6
Nickel (filtriert)[4]	µg/l	0,99	<2	0,96	0,74	0,92	0,66	4,9	2,2	1,2
Zink[5]	µg/l	5,6	18	8,9	4,4	7,4	12	52	29	9,1
Zink (filtriert)	µg/l	6,3	20	4,9	6,1	6,8	14	56	21	7,9
Acesulfam	µg/l	0,15	1,6	0,16	0,13	0,093	0,027	1,2	0,91	0,23
Amidotrizoesäure	µg/l	<0,05	<0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,14	0,065	<0,05
Iopamidol	µg/l	<0,05	0,15	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,064	0,11	<0,05
Iopromid	µg/l	<0,05	0,96	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Carbamazepin	µg/l	0,026	0,066	0,020	0,023	0,015	<0,01	0,11	0,051	0,025
Diclofenac	µg/l	0,10	1,4	0,091	0,052	0,039	<0,01	0,62	0,32	0,093
Metformin	µg/l	0,27	1,1	0,21	0,14	0,11	<0,03	1,9	1,5	0,32
Guanylharnstoff	µg/l	1,9	34	1,8	0,86	0,52	<0,3	24	11	2,2
Metoprolol	µg/l	0,070	0,77	0,064	0,042	0,025	<0,01	0,31	0,14	0,049
Clarithromycin	µg/l	<0,01	0,093	0,0104	<0,01	<0,01	<0,01	0,088	0,043	<0,01
Sulfamethoxazol	µg/l	0,042	0,48	0,041	0,034	0,021	<0,01	0,19	0,10	0,037
Terbutryn	µg/l	<0,01	0,021	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
EDTA	µg/l	0,95	3,9	1,2	1,1	0,75	<0,5	2,9	1,8	0,95
MGDA	µg/l	<0,5	18	1,0	<0,5	<0,5	<0,5	33	5,5	1,2
1H-Benzotriazol	µg/l	0,15	0,88	0,142	0,094	0,051	<0,01	4,2	2,2	0,57

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

OGewV Anlage 8
gut
nicht gut
nicht bewertet

Einzugsgebiet der Kläranlage Balve

Probenahmestelle Hönne oberhalb Kläranlage Balve (Hönne-km 19,9)

Die Probenahmestelle oberhalb der Kläranlage Balve liegt 5,7 km unterhalb der vorangegangenen Messstelle. Der Einfluss der Kläranlage Neuenrade nimmt an dieser Stelle aufgrund der zunehmenden Verdünnung durch die zufließenden Nebengewässer Fuhlbraucksieper, Garbach, Frühlinghauser Bach, Amecke und Glarbach ab.

Dies führt für einige Parameter zu einer Verbesserung der Einstufung. Die Gehalte der Nährstoffe Ammonium-Stickstoff und Phosphor können daher an dieser Stelle mit sehr gut bzw. gut bewertet werden. Zudem halten mit Ausnahme von Kupfer alle Metalle den guten bzw. sehr guten Zustand ein. Die PFOS-Konzentrationen überschreiten weiterhin die UQN. Im März konnte auch hier die Qualitätsanforderung für die Wassertemperatur nicht eingehalten werden. Die Konzentrationen der kläranlagenbürtigen Parameter Acesulfam, Iohexol, Iomeprol, Diclofenac und Metformin und vier weitere Arzneimittelwirkstoffe nahmen zwar ab, überschreiten aber dennoch den jeweiligen Orientierungswert. Zusätzlich erfolgt eine Überschreitung der UQN für Benzo(a)pyren, welche überwiegend auf diffuse Quellen zurückzuführen ist. Die untersuchten Kenngrößen aus den Gruppen der Antibiotika und Pflanzenschutzmittel halten die jeweiligen Qualitätsziele dagegen sicher ein. Auch an dieser Messstelle ist im Vergleich zur vorangegangenen Untersuchung ein Rückgang der Ge-

halte für mehrere Parameter zu erkennen, woraus eine bessere Einstufung für Ammonium-Stickstoff, Nickel, Amidotrizoesäure, Ibuprofen und Clarithromycin resultiert.

Kläranlage Balve – Ablauf Schönungsteich (Hönne-km 19,6)

Die wasserrechtlichen Überwachungswerte und auch die niedrigerklärten Werte wurden für alle Parameter selbst von den Maximalwerten sicher eingehalten. Die Zahlenwerte der Betriebsmittelwerte wurden für Phosphor durchgehend und für Ammonium-Stickstoff mit zwei Ausnahmen im September und Oktober unterschritten. Die sehr niedrigen Schwermetallgehalte lagen durchgehend unter den Überwachungswerten. Überschreitungen der gewässerbezogenen Orientierungswerte wurden bei den Leitparametern Kupfer, Zink, Acesulfam, Diclofenac, Metformin und Guanylharnstoff festgestellt. Im Vergleich zur Voruntersuchung lagen die Konzentrationsmittelwerte der Arzneimittelrückstände tendenziell niedriger.

Probenahmestelle Hönne unterhalb Kläranlage Balve 1 (Hönne-km 19,4)

Im vorangegangenen Untersuchungszeitraum befand sich die Probenahmestelle unterhalb der Kläranlage Balve bei Flusskm 17,3; sie war aber durch mehrere Nebengewässer der Hönne beeinflusst. Um von Zuflüssen unbeeinflusste Probenahmen durchführen zu können, wurde im aktuellem Untersuchungszeitraum eine Probenahmestelle 200 m unterhalb der Kläranlage Balve gewählt. Eine vollständige Durchmischung von Kläranlagenablauf und Flusswasser ist an dieser Stelle allerdings nicht sichergestellt. Trotz Einhaltung der Betriebsmittelwerte auf der Kläranlage Balve wurde für die mittleren Konzentrationen der Parameter Phosphor gesamt und Orthophosphat-Phosphor eine Verschlechterung der Bewertung im Vergleich zur oberhalb gelegenen Stelle festgestellt. Ammonium- und Ammoniak-Stickstoff können dagegen den guten Zustand einhalten. Wie bereits im Oberlauf wurde für Kupfer sowie entsprechend der Kläranlagenablaufbelastung für die Leitparameter, Acesulfam, Diclofenac, Metformin die jeweiligen nicht verbindlichen Orientierungswerte überschritten. Im März konnte auch an dieser Messstelle die Qualitätsanforderung für die Wassertemperatur nicht eingehalten werden. Weitere Überschreitungen lagen für die Parameter Zink, PFOS, Benzo[a]pyren und Pyren vor. Die Gehalte der Antibiotika sowie Pflanzenschutzmittel unterschritten überwiegend die jeweiligen Bestimmungsgrenzen.

Probenahmestelle Hönne unterhalb Kläranlage Balve 2 (Hönne-km 19,0)

Die Probenahmestelle unterhalb Kläranlage Balve 2 liegt 400 Meter unterhalb der davorgelegenen Stelle. Bei Hönne-km 19,3 mündet der Borkebach ein. Somit ist an dieser Probenahmestelle von einer vollständigen Durchmischung von Kläranlagenablauf und Flusswasser auszugehen, dafür aber eine Beeinflussung durch ein zufließendes Gewässer gegeben. Wie bereits an der Messstelle davor hielten die Parameter Ammonium- und Ammoniak-Stickstoff sicher den guten Zustand ein, während Gesamtphosphor und ortho-Phosphat-Phosphor weiterhin mit mäßig bewertet werden. Auch hier kann die Qualitätsanforderung für die Wassertemperatur nicht eingehalten werden. Weitere Überschreitungen sind trotz des Verdünnungseffekts durch den Borkebach für die Leitparameter Kupfer, Acesulfam, Diclofenac, Metformin und PFOS festzustellen. Auch der PSM-Metabolit Metazachlor ESA wurde in der ersten Jahreshälfte nachgewiesen, was aber nicht auf die Kläranlageneinleitung zurückzuführen ist. Zudem bestand weiterhin eine Überschreitung der UQN für Benzo(a) pyren, während sich für Zink und Pyren eine Verbesserung der Bewertung ergibt.

Einzugsgebiet der Kläranlage Balve-Binolen

Probenahmestelle Hönne oberhalb Kläranlage Balve-Binolen (Hönne-km 14,5)

Die Probenahmestelle oberhalb der Kläranlage Balve-Binolen liegt 4,5 km unterhalb der vorangegangenen Messstelle, so dass der Einfluss der Kläranlage Balve aufgrund der zunehmenden Verdünnung durch die zufließenden Nebengewässer Germecke, Beckumer Bach, Selmecke, Ruthmecke und Grübecker Bach abnimmt. Dies führt für einige Parameter zu einer Verbesserung der Einstufung. Die Gehalte für die Nährstoffe Ammonium-Stickstoff, Phosphor und Orthophosphat-Phosphor können daher hier mit gut bewertet werden. Zudem halten weiterhin mit Ausnahme von Kupfer alle Metalle den guten bzw. sehr guten Zustand ein. Allerdings konnte auch an dieser Messstelle im März die Qualitätsanforderung für die Wassertemperatur nicht eingehalten werden. Weiter überschreitet PFOS die niedrige UQN. Die Konzentrationen für die kläranlagenrelevanten Parameter Acesulfam, Iohexol, Diclofenac und Metformin und vier weitere Arzneimittelwirkstoffe nahmen zwar im Vergleich zur oberhalb gelegenen Probenahmestelle ab, überschreiten aber dennoch die jeweiligen Qualitätsziele. Zudem ergibt sich eine aus diffusen Quellen stammende Überschreitung der UQN für Benzo[a]pyren. Die untersuchten Kenngrößen aus den Gruppen der Antibiotika und Pflanzenschutzmittel halten die jeweiligen Orientierungswerte dagegen sicher ein.

Kläranlage Balve-Binolen – Ablauf Nachklärung (Hönne-km 14,5)

Sowohl die wasserrechtlichen Überwachungswerte als auch die niedrigerklärten Werte wurden für CSB, den anorganischen Stickstoff und den Gesamtphosphor ausnahmslos eingehalten. Der Zahlenwert des Betriebsmittelwerts für Phosphor wurde durchgehend unterschritten, der für Ammonium-Stickstoff jedoch mit einer Ausnahme nicht eingehalten. Die sehr niedrigen Schwermetallkonzentrationen lagen ausnahmslos unter den Überwachungswerten. Überschreitungen der gewässerbezogenen Orientierungswerte wurden bei den Leitparametern Kupfer, Zink, Acesulfam, Iopamidol,

Iopromid, Diclofenac, Metformin und Guanylharnstoff festgestellt. Im Vergleich zur Voruntersuchung lagen die Konzentrationen der Arzneimittelrückstände tendenziell niedriger.

Probenahmestelle Hönne unterhalb Kläranlage Balve-Binolen 1 (Hönne-km 13)

Zwischen der Kläranlage Balve und der 1,4 km unterhalb gelegenen Probenahmestelle fließen keine weiteren Gewässer zu. Im Juli war dieser Gewässerabschnitt trockengefallen, so dass keine Probenahme möglich war. Auch an dieser Messstelle kam es im März 2023 zu einer Überschreitung der Qualitätsanforderung für die Wassertemperatur. Die weiteren festgestellten Überschreitungen sind im Wesentlichen auf die Kläranlagenemission zurückzuführen. Dies gilt vor allem für die Konzentrationen der Leitparameter, Acesulfam, Diclofenac und Metformin, deren mittlere Konzentrationen über den jeweiligen Orientierungswerten lagen. Allerdings führen die Einleitungen aus der Siedlungsentwässerung weder für Ammonium- und Ammoniak-Stickstoff noch für Gesamt- und Orthophosphat-Phosphor zu einer Verschlechterung der oberhalb der Kläranlage festgestellten guten bzw. sehr guten Bewertung. Die Probenahme im Mai fand einen Tag nach einem Starkregenereignis statt. Dies macht sich insbesondere an den Konzentrationen der Metalle bemerkbar und führt neben Kupfer zu einer mäßigen Bewertung für Eisen und Mangan. Zudem wurde der Grenzwert für Abfiltrierbare Stoffe aufgrund der Messwerte im Januar und Mai überschritten. Weiterhin besteht eine Überschreitung für die UQN von Benzo[a]pyren. Der PSM-Metabolit Metazachlor ESA konnte durchgängig in der ersten Jahreshälfte nachgewiesen werden, was aber nicht auf die Kläranlageneinleitung zurückzuführen ist.

Probenahmestelle Hönne unterhalb Kläranlage Balve-Binolen 2 (Hönne-km 12,6)

Die Probenahmestelle unterhalb Kläranlage Balve-Binolen 2 liegt 500 Meter unterhalb der davorgelegenen Stelle. Auf dieser Strecke mündet bei Fluss-km 13,3 der Bremkebach in die Hönne ein. In Trockenwetterzeiten, in denen die Hönne im Oberlauf nur unterirdisch fließt, tritt sie in diesem Bereich wieder an die Oberfläche aus. Im Vergleich zur oberhalbgelegenen Messstelle nahmen die Konzentrationen aufgrund von Verdünnungseffekten für den Großteil der Parameter ab. Die Nährstoffe weisen weiterhin den guten oder sehr guten Zustand auf, wobei sich die Bewertung für Nitrit-Stickstoff von gut auf sehr gut verbesserte. Auch hier lagen im Mai erhöhte Metallgehalte vor. Diese hatten aber keine Auswirkung auf die Bewertung, so dass Eisen und Mangan wieder mit gut bewertet werden können. Für Kupfer erfolgt wie im gesamten Hönneverlauf weiterhin eine mäßige Einstufung. Weitere Überschreitungen ergeben sich für die Leitparameter Acesulfam, Diclofenac, Metformin und PFOS. Zusätzlich erfolgt eine Überschreitung der UQN für Benzo([a]pyren, welche auf diffuse Quellen zurückzuführen ist. Die untersuchten Kenngrößen aus den Gruppen der Antibiotika und Pflanzenschutzmittel halten die jeweiligen Grenzwerte sicher ein.

Einzugsgebiet Kläranlage Hemer

Probenahmestelle Hönne oberhalb Zufluss Öse (Hönne-km 7,2)

Auf der gut 5 km langen Fließstrecke von der Probenahmestelle unterhalb Kläranlage Balve-Binolen 2 bis zur Probenahmestelle oberhalb des Zuflusses der Öse münden unter anderem die Gewässer Asbeck, Bieberbach, Hüingser Bach und Paschesiepen ein. Die Konzentrationen nahmen wie erwartet für die kläranlagenrelevanten Parameter durch Verdünnungseffekte weiter ab. Dies führt bei den Leitparametern Acesulfam und sogar Diclofenac zu einer guten Bewertung. Kupfer, Metformin, PFOS und Benzo[a]pyren halten weiterhin die jeweiligen Qualitätsziele nicht ein. Für die Nährstoffe Ammonium-Stickstoff, Gesamtphosphor und Orthophosphat-Phosphor erfolgt hier eine gute bzw. sehr gute Einstufung. Des Weiteren lagen für die Mehrheit der untersuchten Spurenstoffe die Konzentrationen unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenzen. Auch im Vergleich zu den Voruntersuchungen nahmen die Gehalte mehrerer Kenngrößen ab, wodurch Acesulfam und Ibuprofen jetzt mit gut bewertet werden können. Für Ammonium-Stickstoff ändert sich die Bewertung von gut auf sehr gut.

Probenahmestelle Öse oberhalb Kläranlage Hemer (Öse-km 5,7)

Die erste Probenahmestelle in der 19,1 km langen Öse liegt im Stadtgebiet von Hemer ca. 200 m oberhalb der Kläranlage Hemer. Im Juli war dieser Gewässerabschnitt trockengefallen, so dass keine Probenahme möglich war. An den fünf anderen Untersuchungstagen hielten die Nährstoffe Ammonium-Stickstoff und Phosphor sowie Orthophosphat-Phosphor den sehr guten Zustand ein. Auch der Orientierungswert für Ammoniak-Stickstoff wurde unterschritten. Lediglich für die Metalle Kupfer und Zink kam es zu Überschreitungen der Orientierungswerte. Des Weiteren konnte die UQN für PFOS nicht eingehalten werden. Die Konzentrationen der anderen Leitparameter lagen überwiegend im Bereich der Bestimmungsgrenzen und deutlich unter den jeweiligen Qualitätszielen. Gleiches gilt für die weiteren untersuchten organischen Spurenstoffe.

Kläranlage Hemer – Ablauf Nachklärung (Öse-km 5,2)

Die im wasserrechtlichen festgelegten Überwachungswerte und auch die niedrigerklärten Werte wurden für alle Parameter durchgehend sicher eingehalten. Der Zahlenwert des Betriebsmittelwerts für Ammonium-Stickstoff wurde durchgehend unterschritten. Der sehr niedrige Betriebsmittelwert für Gesamtphosphor wurde bei der Hälfte der Untersuchungen

und im Mittel eingehalten. Die niedrigen Schwermetallkonzentrationen lagen deutlich unter den Überwachungswerten. Überschreitungen der gewässerbezogenen Orientierungswerte wurden bei den Leitparametern Kupfer, Nickel, Zink, Acesulfam, Amidotrizoesäure, Diclofenac, Metformin und Guanylharnstoff festgestellt. Im Vergleich zur Voruntersuchung lagen die Konzentrationsmittelwerte der Arzneimittelrückstände tendenziell niedriger. Die geringen PFOS-Befunde lagen über der niedrigen UQN.

Probenahmestelle Öse unterhalb Kläranlage Hemer (Öse-km 4,1)

Zwischen der 1,1 km oberhalb liegenden Kläranlage und der Messstelle fließen keine weiteren Gewässer zu. Trotz überwiegender Einhaltung der Betriebsmittelwerte auf der Kläranlage Hemer ergibt sich für die Nährstoffe Nitrit- und Ammonium-Stickstoff, sowie Gesamt- und Orthophosphat-Phosphor im Vergleich zur oberhalb gelegenen Messstelle eine Verschlechterung der Bewertung. Besonders hohe Gehalte wurden im Mai nach einem Starkregenereignis gemessen. Beim Ammonium-Stickstoff lag an dem Tag der Wert um das sechsfache über dem Orientierungswert und deutlich über dem Ablauf Wert der Kläranlage. Ursächlich sind Mischwasserentlastungen. Auch die Konzentrationen der Leitparameter Kupfer, Zink, Acesulfam, Iopamidol, Diclofenac und Metformin überschritten die jeweiligen im Gewässer nicht verbindliche geltenden Orientierungswerte. Die höchsten Gehalte für die Mehrheit der Metalle wurden im Mai gemessen. Weitere Überschreitungen lagen für PFOS vor, während die Konzentrationen der Pflanzenschutzmittel unauffällig waren.

Probenahmestelle Hönne unterhalb Zufluss Öse (Hönne-km 5,5)

Die Probenahmestelle nach Einmündung der Öse in die Hönne liegt ca. 1,7 km unterhalb der Probenahmestelle vor Ösemündung. Auf der Fließstrecke dazwischen münden zwei kleinere Gewässer und die Öse mit den gereinigten Abwässern der Kläranlage Hemer ein. Der Einfluss der Einleitungen aus der Siedlungsentwässerung ist an dieser Stelle in Form von Konzentrationserhöhungen mehrerer Leitparameter erkennbar; er ist aber nicht so stark wie im Oberlauf der Hönne. So halten Gesamtphosphor und Orthophosphat-Phosphor wie bereits bei der Voruntersuchung den guten Zustand ein. Für Ammonium-Stickstoff verbessert sich die Bewertung sogar auf sehr gut. Eine Verbesserung der Bewertung ergibt sich auch für Zink. Die festgestellten Überschreitungen der Qualitätsziele sind im Wesentlichen auf die Kläranlagenemission zurückzuführen. Dies gilt insbesondere für die Konzentrationen der Leitparameter Kupfer, Acesulfam, Diclofenac und Metformin, deren mittlere Konzentrationen über den jeweiligen Orientierungswerten lagen. Zudem bestand eine Überschreitung der jeweiligen Qualitätsanforderung für PFOS sowie die aus diffusen Quellen stammenden polyzyklischen Kohlenwasserstoffe, Benzo[a]pyren und Pyren. Die Konzentrationen der Pflanzenschutzmittel waren unauffällig.

Zusammenfassende Betrachtung der Phosphor- und Ammonium-Stickstoff-Gehalte im Fließverlauf

Hinsichtlich der Qualitätsziele im Gewässer und der potenziellen, gezielten Maßnahmen auf Kläranlagen zur Einhaltung der Umweltqualitätsnormen bzw. Orientierungswerte in den Wasserkörpern stehen Phosphor gesamt und Ammonium-Stickstoff aber auch Orthophosphat-Phosphor und Ammoniak-Stickstoff besonders im Fokus. So hat der Ruhrverband zum Ziel, alle von Kläranlagen beeinflusste Gewässer bis zum Jahr 2024 hinsichtlich Ammonium-Stickstoff und Gesamtphosphor mindestens in den guten Zustand zu Überführen.

In den Bildern 11.3 und 11.4 sind die Mittelwerte dieser Kenngrößen im Fließverlauf dargestellt. Die Untersuchungen ergaben erwartungsgemäß einen erkennbaren Einfluss der Kläranlagenemission auf die Nährstoffgehalte im Gewässer unmittelbar unterhalb der jeweiligen Einleitungen, der bei den einzelnen Anlagen unterschiedlich ausgeprägt und für Phosphor deutlicher als für Ammonium-Stickstoff ist.

Im Ablauf der Kläranlage Neuenrade lagen im Vergleich zur letzten Hönne-Längsuntersuchungen die Mittelwerte für Ammonium-Sticksoff um gut 50 %, für Gesamtphosphor um knapp 20 % und für Orthophosphat-Phosphor um etwa 30 % niedriger. Diese Ergebnisse sind vor allem mit betrieblichen Maßnahmen auf der Kläranlage hinsichtlich der Verbesserung der Phosphatfällung und der verfahrentechnischen Optimierung der Stickstoffelimination wie die Etablierung einer Druckbelüftung zu begründen. Hierdurch werden die Betriebsmittelwerte mit einer Ausnahme beim Phosphor im Oktober bei einem sehr hohen Abfluss durchgehend unterschritten. In der Hönne unterhalb der Kläranlage Neuenrade führten die verringerten Ablaufkonzentrationen in Zusammenhang mit insgesamt höheren Abflüssen an den Probenahmetagen im Vergleich zur Voruntersuchung zu einem Rückgang der mittleren Nährstoffkonzentrationen um 55 % beim Ammonium-Stickstoff, 28 % beim Gesamtphosphor und 34 % beim Orthophosphat-Phosphor. Der Orientierungswert für Ammonium-Stickstoff wurde an fünf von sechs Untersuchungen eingehalten. Dies führt zu einer Verbesserung der Bewertung hin zum guten Gewässerzustand. Für die Phosphorverbindungen ergibt sich trotz rückläufiger Konzentrationen in Kläranlagenablauf und Gewässer dagegen weiterhin der mäßige Zustand. Während dies beim Orthophosphat-Phosphor wesentlich auf einen hohen Wert im Juli zurückzuführen ist, wurde das Qualitätsziel für Gesamtphosphor von Mai bis Oktober und somit an vier von sechs Untersuchungstagen nicht eingehalten. Die Überschreitungen sind auch im Zusammenhang mit überdurchschnittlichen Anteilen des Kläranlagenablaufs an der vergleichsweisen niedrigen Wasserführung während der Probenahmen zu sehen.

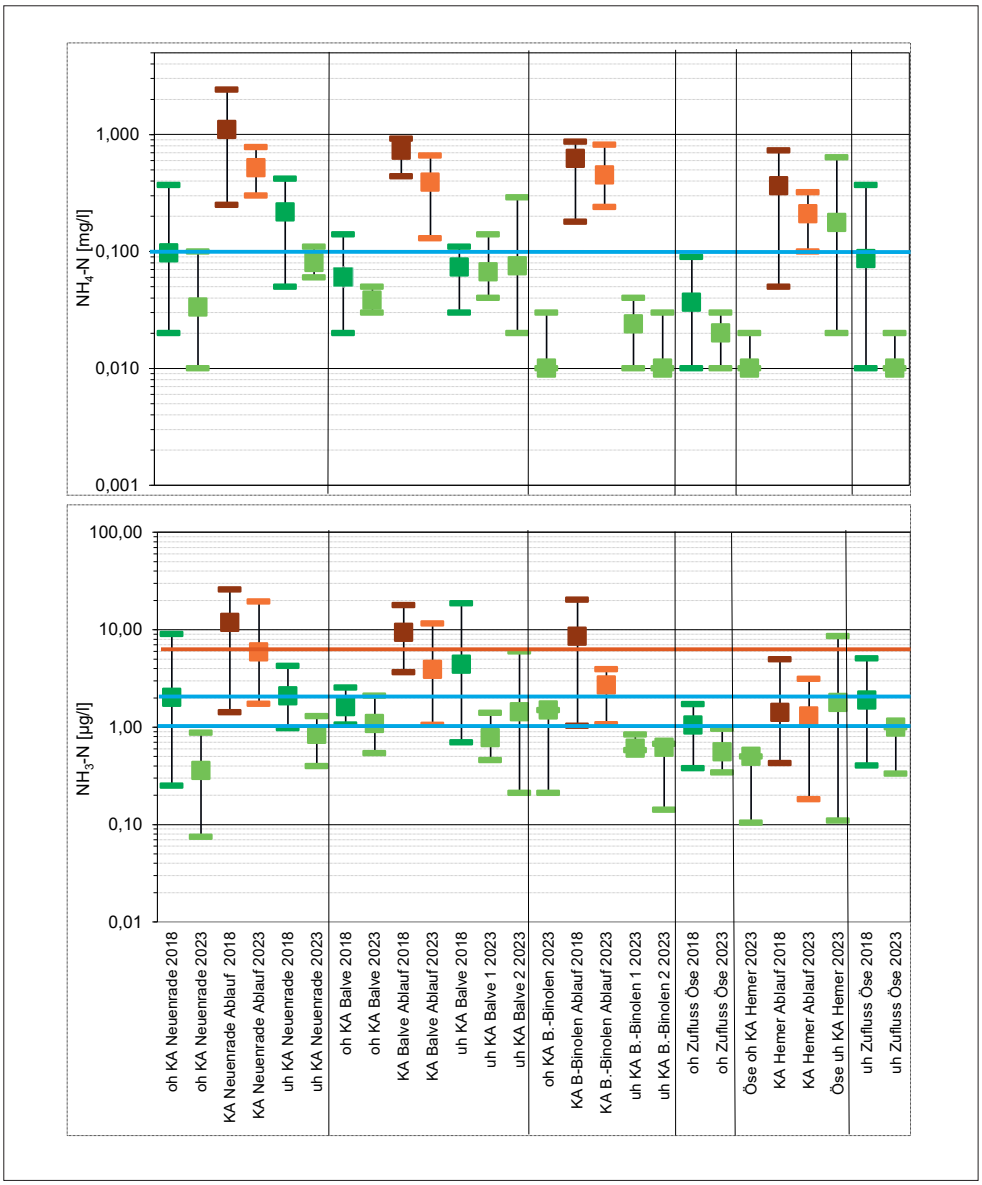


Bild 11.3: Spannweiten und Mittelwerte der Ammonium- und Ammoniak-Stickstoff-Gehalte im Fließverlauf
Fig. 11.3: Spectrums and mean values for the concentrations of ammonium and ammonia nitrogen along the course of the river

Aufgrund der zunehmenden Verdünnung durch zufließende Nebengewässer sowie Abbau- und Sedimentationsvorgänge verringern sich die Nährstoffkonzentrationen im weiteren Fließverlauf, so dass für die Phosphorparameter und Ammoniak-Stickstoff wie schon bei der vorangegangenen Untersuchung durchgehend der gute Zustand erreicht wird. Beim Ammonium-Stickstoff ergibt sich sogar eine Verbesserung auf sehr gut, wobei das entsprechende Qualitätsziel an vier von sechs Probenahmetagen eingehalten wurde. Die mittleren Konzentrationen waren im Vergleich zur Voruntersuchung um 20 % bei den Phosphorverbindungen und 33 % beim Ammonium-Stickstoff niedriger. Im Ablauf der Kläranlage Balve machen sich ebenfalls betriebliche Maßnahmen vor allem zur Optimierung der Stickstoffelimination bemerkbar. Im Vergleich mit der letzten Hönne-Längsuntersuchungen lagen dabei die Mittelwerte für Ammonium-Sticksoff um knapp 50 %, für Gesamtphosphor um 18 % und für Orthophosphat-Phosphor um etwa 30 % niedriger, so dass die Zahlenwerte der Betriebsmittelwerte für Phosphor durchgehend und für Ammonium-Stickstoff mit zwei Ausnahmen im September und Oktober eingehalten wurden. Trotz der verbesserten Ablaufwerte ergibt sich an den beiden Gewässermessstellen unterhalb der Kläranlage für die Phosphorverbindungen eine mäßige Bewertung, wobei das Qualitätsziel für Gesamtphosphor unmittelbar nach Einleitung von Mai bis Oktober viermal und nach Zufluss des Borkebachs dreimal überschritten wurde. Beim Orthophosphat-Phosphor war dies fünf- bzw. zweimal der Fall. Der Orientierungswert für Ammonium-Stickstoff wurde an fünf Probenahmetagen eingehalten, so dass sich wie beim Ammoniak-Stickstoff eine gute Bewertung ergibt. Bei allen Nährstoffparametern waren überdurchschnittlichen Gehalte bei der Juliuntersuchung zu

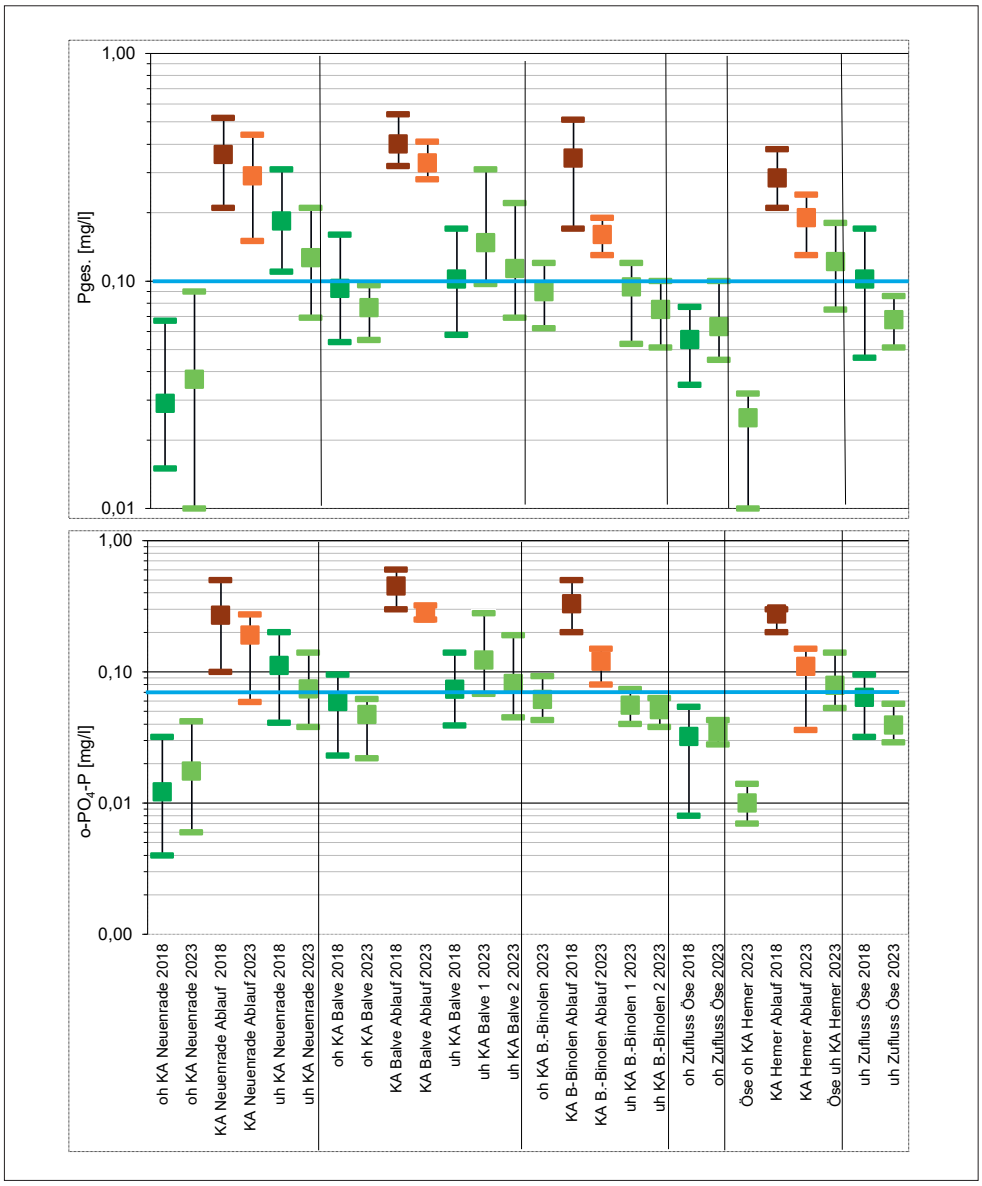


Bild 11.4: Spannweiten und Mittelwerte der Gehalte an $P_{ges.}$ und o-PO_4-P im Fließverlauf
Fig. 11.4: Spectrums and mean values for the concentrations of $P_{ges.}$ and o-PO_4-P along the course of the rive

vermerken. Ein Zusammenhang mit den Ablaufkonzentrationen der Kläranlage Balve konnte aber nicht festgestellt werden.

Bereits oberhalb der Kläranlage Balve-Binolen wurden die Qualitätsziele für die Phosphorverbindungen an vier von sechs Probenahmetagen und für Ammonium-Stickstoff durchgehend eingehalten, so dass sich für die beide Nährstoffparameter wieder der mindestens gute Zustand ergibt. Die aufgrund der betrieblichen Maßnahmen im Vergleich zur Voruntersuchung um etwa 30 % niedrigeren Ammonium-Stickstoff-Konzentrationen und über 50 % geringeren Phosphorgehalte im Ablauf der Kläranlage Balve-Binolen führten in Verbindung mit dem vergleichsweise geringen Abwasseranteil am Abfluss im Gewässer dazu, dass unterhalb der Kläranlage die Qualitätsziele der Nährstoffe mit zwei Ausnahmen beim Gesamtphosphor und einer beim Orthophosphat-Phosphor eingehalten wurden. Somit ergibt sich für die betrachteten Parameter eine mindestens gute Bewertung. Nach Wiederaustritt der Hönne aus dem Untergrund ergeben sich bei gleichbleibender Bewertung verdünnungsbedingt geringere Konzentrationen.

Auch an der nachfolgenden Messstelle oberhalb des Ösezuflusses erfolgt für die Nährstoffe eine gute bzw. sehr gute Einstufung, wobei die Qualitätsziele mit einer Ausnahme beim Gesamtphosphor eingehalten wurden. Im Vergleich zur Voruntersuchung ergibt sich für Ammonium-Stickstoff sogar eine Verbesserung der Bewertung. Im Ablauf der Kläranlage Hemer wurde bei deutlich rückläufigen Konzentrationen von 40 % beim Ammonium-Sticksoff, 32 % beim Gesamtphosphor und 60 % beim Orthophosphat-Phosphor, nur der nied-

rige Betriebsmittelwert für Phosphor bei der Hälfte der Untersuchungen überschritten. Im Mittel wurde der Zahlenwert aber eingehalten, was auch auf die Optimierung der Phosphatfällung zurückzuführen ist. In der Öse unterhalb der Kläranlageneinleitungen ergeben sich für die Phosphorverbindungen und Ammonium-Stickstoff mäßige Bewertungen. Beim Gesamtphosphor wurden dabei drei und beim Orthophosphat-Phosphor zwei Überschreitungen festgestellt. Besonders ins Gewicht fallen beim Gesamtphosphor und Ammonium-Stickstoff die bei hohem Abfluss ermittelten Werte im Mai, welche aber nicht im direkten Zusammenhang mit der Kläranlageneinleitung stehen. Beim Phosphor weisen die Ergebnisse vielmehr auf eine Remobilisierung aus Sedimenten hin. Der um den Faktor sechs über dem Orientierungswert liegende Extremwert beim Ammonium-Stickstoff wurde durch Mischwasserentlastungen verursacht. Ohne diesen Ausreißer ergäbe sich für Ammonium-Stickstoff der gute Zustand. Ein signifikanter Einfluss, der mit gereinigten Abwässern belasteten Öse auf die Nährstoffgehalte in der Hönne ist bei den aktuellen Messungen nicht zu erkennen, so dass sich die gleichen Bewertungen wie vor dem Ösezufluss ergeben. Für Ammonium-Stickstoff verbesserte sich die Bewertung im Vergleich zur Voruntersuchung.

Zusammenfassung

Die Hönne-Längsuntersuchung 2023 fand an zwölf Stellen im Gewässer sowie im Zu- und Ablauf der vier Kläranlagen im Einzugsgebiet bei Trockenwetterverhältnissen aber auch bei erhöhten Abflüssen statt. Die Ablaufwerte der Kläranlagen hielten die wasserrechtlichen Überwachungswerte und die niedrigerklärten Werte durchgehend ein. Die Zahlenwerte der Betriebsmittelwerte für Ammonium-Stickstoff und Phosphor wurden mit wenigen Ausnahmen unterschritten.

Die Untersuchungen ergaben einen erkennbaren Einfluss der Kläranlagenemission auf die Nährstoffgehalte im Gewässer unmittelbar unterhalb der jeweiligen Einleitungen, der bei den Anlagen unterschiedlich ausgeprägt und für Phosphor deutlicher als für Ammonium-Stickstoff ist. Aufgrund betrieblicher Maßnahmen auf den Kläranlagen zur Optimierung der Phosphatfällung und der Stickstoffelimination konnten die Ablaufwerte bezüglich der Nährstoffe gegenüber der Voruntersuchung zum Teil deutlich gesenkt werden. Beim Gesamtphosphor wurde das Qualitätsziel mit Ausnahme der Kläranlage Balve-Binolen trotz rückläufiger mittlerer Konzentrationen im Gewässer dennoch überschritten. Überdurchschnittliche Gehalte sind im Falle der Kläranlagen Neuenrade und Balve auch im Zusammenhang mit ungünstigen Anteilen an gereinigtem Abwasser am Abfluss im Gewässer zu sehen, während unterhalb der Kläranlage Hemer ein Wert bei hohen Abflüssen besonders ins Gewicht fällt. Im weiteren Fließverlauf verbesserte sich die Bewertung dann jeweils. Für Ammonium-Stickstoff konnte dagegen bereits unterhalb der Kläranlagen Neuenrade, Balve und Balve-Binolen der gute Zustand bei Ammonium-Stickstoff eingehalten werden. Ohne den auf Mischwasserentlastungen zurückzuführenden Maximalwert im Mai wäre dies auch auf der Kläranlage Hemer der Fall.

Die festgestellten Konzentrationsanstiege bei einigen Süßstoffen, Röntgenkontrastmitteln und einer Anzahl von Arzneimittelrückständen in Hönne und Öse an den Probenahmestellen unterhalb der Kläranlagen sind vor allem auf die Einleitungen der gereinigten Abwässer zurückzuführen. Die Untersuchungen im Gewässer ergaben, dass die Einhaltung der UQN der Anlagen 6 und 8 der Oberflächengewässerverordnung auch unterhalb der Kläranlageneinleitungen weitgehend unkritisch ist.

Die kombinierten Untersuchungen eines Gewässereinzugsgebietes und der dazugehörigen Kläranlagen zur Erfassung und Bewertung der Emissions- und Immissionssituation werden im Jahr 2024 im Längsverlauf der Wenne fortgesetzt.

12 Möglichkeiten und Nutzen von Messbojen auf Talsperren

Von der Fischmessboje zur Profilerboje

Die aktuelle Variante der Profilerboje ist eine von den Fachleuten für die fischereiliche Bewirtschaftung des Ruhrverbands mit Unterstützung aus dem Kooperationslabor umgesetzte Weiterentwicklung der Fischmessboje, welche die Abteilung Flussgebietsmanagement bereits seit 2014 im Einsatz hat. Die Fischmessboje wurde als innovatives Pilotprojekt mit finanzieller Unterstützung des Landes NRW und der Europäischen Union sowie mit fachlicher Unterstützung der LFV Hydroakustik GmbH, Münster ab 2012 entwickelt um Schwarmaggregationen insbesondere der Kleinen Maräne (Coregonus albula) automatisiert und in Echtzeit erfassen zu können. Einsatzgebiete der Fischmessboje waren in der Vergangenheit die jährlichen Befischungsmaßnahmen zur Bestandskontrolle der Kleinen Maräne (Coregonus albula) in der Biggetalsperre sowie die Überwachung der Tiefenwasserbelüftung an der Möhnetalsperre während der Sommerstagnation (Bild 1).

Vor dem Hintergrund der Herausforderungen durch den Klimawandel, wie beispielsweise länger andauernde Gewässerschichtungen und die damit verbundene Entscheidungsfindung zu Tiefenwasserbelüftungen, wurde ein profilierendes System gesucht, welches neben dem hydroakustischen Echtzeit-Monitoring pelagischer Fischbestände parallel auch hydrologische Messdaten bis 50 m Wassertiefe automatisiert erfasst. Das AWATOS-Profilersystem der envimo GmbH, Kaiserlautern, deckt dieses Anforderungsprofil ab, so dass nach Beauftragung durch das Kooperationslabor und der Abteilung Flussgebietsmanagement ab Sommer 2018 die Testphase eines entsprechenden Prototyps auf der Möhnetalsperre begann.

Nach Anlaufschwierigkeiten in der Erprobungsphase und technischen Problemen insbesondere mit den mechanischen Bauteilen des Profilers, dem Datentransfer bzw. der Datenqualität läuft die auf der Möhnetalsperre positionierte Profilerboje seit Juli 2020 im Regelbetrieb und liefert seitdem valide Messdaten (Bild 2). Mittels einer Multiparametersonde vom Typ EXO-3, die durch einen Tiefensensor gesteuert wird, werden je Meter Wassertiefe aktuell die Parameter Sauerstoff, Temperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert, Phycocyanin (Parameter zur Erfassung von Cyanobakterien) und Chlorophyll-a (Parameter zur Erfassung von Phytoplankton) erfasst (Bild 3 und 5). Die Messungen der Profilerboje inklusive Datenübertragung erfolgen mehrmals täglich zu voreingestellten Zeiten oder nach Bedarf via Bluetooth und LTE. Visualisiert werden die Messdaten der Multiparametersonde mittels R-Skript-Entwicklung. Der Online-Fernzugriff auf Messdaten sowie auf Profiler- und Sonarsteuerung über einen Datenlogger (Campbell CR-6) ist sowohl über PC als auch per Smartphone-App möglich. Das autarke und mo-

Bild 12.1: Ursprüngliche Fischmessboje während der Sommerstagnation auf der Möhnetalsperre.
Fig. 12.1: Original fish monitoring buoy during summer stagnation on the Möhne Reservoir.

Bild 12.2: Profilerboje im Betrieb auf der Möhnetalsperre. Im Hintergrund ist die Staumauer zu sehen.
Fig. 12.2: Profiling buoy operating on the Möhne Reservoir. The dam can be seen in the background.

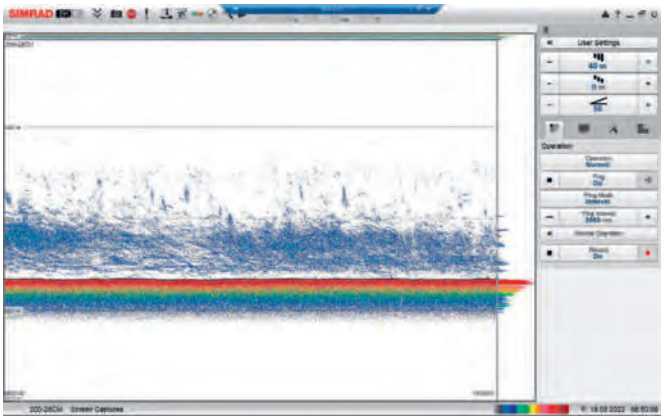


Bild 12.4: Sonaraufzeichnung eines Fischschwarms. Erkennbar ist eine konzentrierte Schwarmbildung im Hypolimnion zwischen 20 m und 26 m Wassertiefe sowie kleinere Schwärme und Einzelfische in einer Wassertiefe zwischen 15 m und 20 m.
Fig. 12.4: Sonar recording of a school of fish. A concentrated shoal formation in the hypolimnion between 20 m and 26 m water depth as well as smaller shoals and individual fish in a water depth between 15 m and 20 m can be identified.

dulare System arbeitet mit drei im Bojenkörper verbauten Batterien, die über den gesamten Einsatzzeitraum von März bis November durch zwei Solarmodule mit Solarenergie versorgt werden. Für den kontinuierlichen Erhalt verlässlicher Messdaten, hat sich eine Reinigung und Kalibrierung der Multiparametersonde alle vier Wochen bewährt. Eine vollständige Systemwartung der Profilerboje vor Saisonbeginn unterstützt zudem eine reibungslose Funktion während des Einsatzzeitraums auf dem Gewässer.

Außerdem erstellt die Profilerboje weiterhin Echogramme für die Fischschwarm-Erfassung, was bei dem Auftreten von Sauerstoffmangelsituationen wertvolle Hinweise dazu liefert, ob eine Belüftung zum Schutz der Fischfauna vonnöten ist (Bild 4).

Bild 12.3: Die Multiparametersonde vom Typ EXO3 verfügt über mehrere Steckplätze für unterschiedliche Sensoren.
Fig. 12.3: The multiparameter sonde EXO3 has several sensor ports for different types of sensors.

Einsatzmöglichkeiten der Profilerboje

Die täglich vierfach digital erfassten Tiefenprofile der oben genannten Parameter liefern eine große Datenmenge, die Potential zur systematischen Auswertung bieten (Bild 5). Die Ergebnisse können Einblicke in das Wachstum von Phytoplankton geben, indem zum Beispiel die photosynthetische Sauerstoffproduktion anhand der Messung von Sauerstoff in verschiedenen Tiefen beobachtet wird sowie der korrelierende Kohlenstoffdioxidkonsum durch die Messungen vom pH-Wert im Tiefenprofil verfolgt wird. Den mikrobiologischen Abbau von Phytoplankton unter Sauerstoffverbrauch kann man indirekt über die Sauerstoffmessung in verschiedenen Tiefen feststellen und so zeitnah reagieren, wenn es zu Sauerstoffmangelsituationen kommt, bei denen eingegriffen werden muss. Die Messung der Temperatur gibt Aufschluss über den Grad der Durchmischung und die Temperaturschichtung innerhalb des stehenden Gewässers. Die Parameter Chlorophyll-a und Phycocyanin geben Informationen über den saisonalen Verlauf der Phytoplanktonentwicklung. Diese Parameter könnten zukünftig an Bedeutung gewinnen, da sich der Anteil von Cyanobakterien im Phytoplankton aufgrund der klimatischen Bedingungen zukünftig voraussichtlich vergrößern wird.

Mit der Fischschwarm-Erfassung sowie mit den Parametern Sauerstoff, Temperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert, Phycocyanin und Chlorophyll-a ist die Profilerboje auf der Möhnetalsperre bereits bestens ausgerüstet. Theoretisch wären die quantitative Messung von Trübung, fDOM (Parameter für fluoreszierende gelöstes organisches Material) und Nitrat sowie die halbquantitative Messung von Nitrat, Ammonium und Chlorid bei Bedarf eine weitere Option.

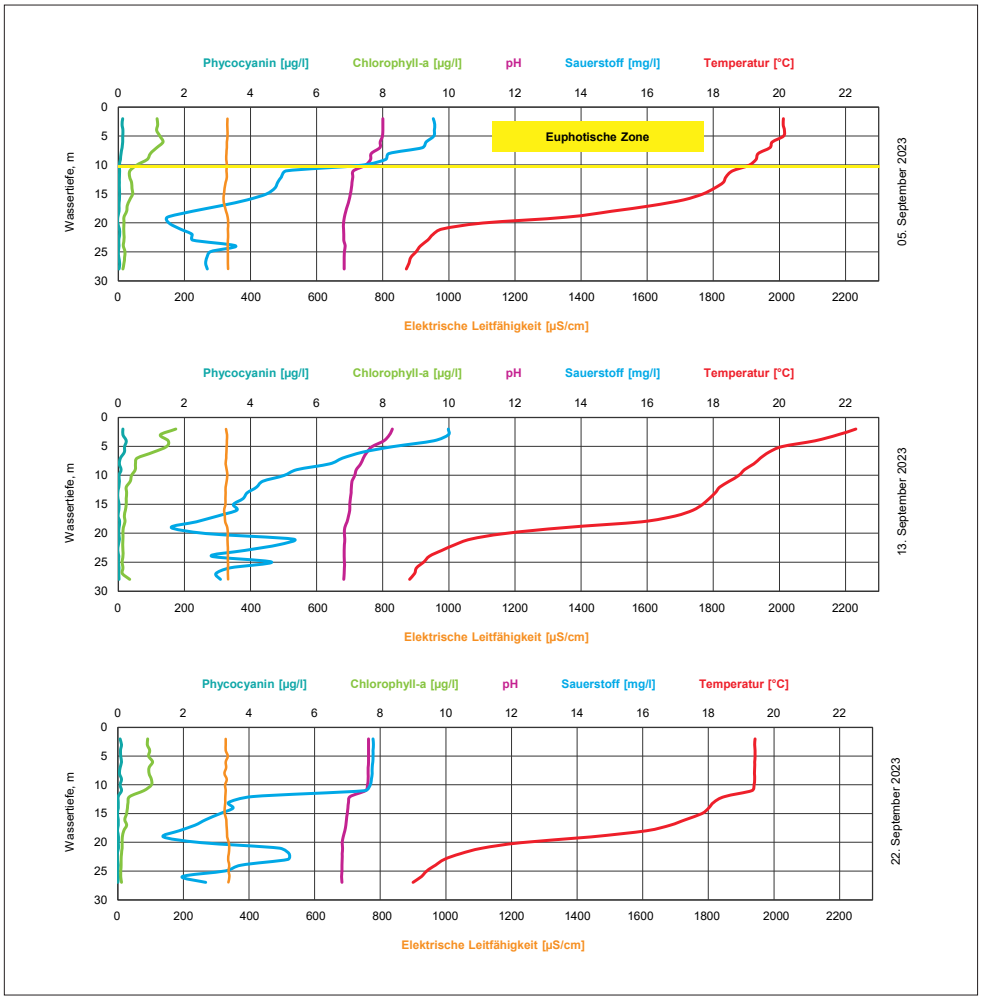


Bild 12.5: Drei Beispiele für die Tiefenprofile aller physikalisch-chemischen Parameter, die mit Hilfe der Profilerboje in der Möhnetalsperre gemessen werden. Alle Graphen werden in einem Diagramm gezeigt, wobei sich die Elektrische Leitfähigkeit auf die Sekundärachse bezieht. Die im ersten Diagramm gezeigte euphotische Zone stammt nicht aus Messdaten der Profilerboje, sondern aus händischer Messung der Sichttiefe mit anschließender Berechnung.

Fig. 12.5: Three examples of the depth profiles of all physico-chemical parameters measured using the profiling buoy in the Möhne Reservoir. All graphs are shown in one diagram, while the electrical conductivity refers to the secondary axis. The euphotic zone shown in the first diagram is not based on data measured by profiling buoy, but from manual measurement of the visibility depth with subsequent calculation.

Die drei Diagramme in Bild 5 zeigen die hydrologischen Messdaten für die Möhnetalsperre an drei beispielhaft ausgewählten Tagen. Die Tiefenprofile reichen von zwei Metern Wassertiefe, wo die Aufzeichnungen beginnen, bis wenige Meter über dem Grund. Im ersten Diagramm (5. September 2023) ist als Ergänzung die Tiefe der euphotischen Zone (lichtdurchfluteter Bereich) abgebildet. Sie wird durch Berechnung aus der händisch bestimmten Sichttiefe ermittelt. Man erkennt, dass alle dargestellten Parameter mit Ausnahme der Leitfähigkeit direkt oder indirekt durch das Licht in der euphotischen Zone beeinflusst werden: Das Sonnenlicht erwärmt die obere Wasserschicht, wodurch die Temperatur steigt. Außerdem führt es zu Wachstum von Phytoplankton, welches durch Photosynthese Kohlenstoffdioxid konsumiert und Sauerstoff freisetzt und auf diese Weise sowohl den pH-Wert als auch die Sauerstoffkonzentration im Wasser erhöht. Der Aufenthaltsort des Phytoplanktons spiegelt sich auch bei den Parametern Chlorophyll-a und Phycocyanin wider. Das Diagramm vom 5. September bezieht sich auf den Tag vor Beginn der Tiefenwasserbelüftung in der Möhnetalsperre im Jahr 2023. Man erkennt das Sauerstoffdefizit in 19 m Tiefe und die niedrigen Sauerstoffkonzentrationen unterhalb davon. Nach einer Woche Tiefenwasserbelüftung (zweites Diagramm, 13. September 2023) kann man beobachten, dass die Sauerstoffkonzentrationen unterhalb der 19 m angestiegen sind. Auch während der Aufzeichnung der Daten für den 22. September 2023 (drittes Diagramm) wurde noch belüftet und der Erfolg dieser Maßnahme zeigt sich im Tiefenprofil der Sauerstoffkonzentration. Anhand des dritten Diagramms lässt sich auch beispielhaft beobachten, welchen Einfluss Wind auf die obere Wasserschicht hat. Der zwischen dem 18. und dem 21. September aufgetretene starke Wind durchmischte die obere Wasserschicht , was sich bei der Temperatur, der Sauerstoffkonzentration, dem pH-Wert, der Chlorophyll-a-Konzentration und der Phycocyaninkonzentration gleichermaßen durch relativ konstante Werte bis in 11 m Tiefe auswirkte.

Im Rahmen des inventWater-Projekts (https://inventwater.eu/) wurde die Profilerboje durch das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Magdeburg ab der Saison 2022 zusätzlich um eine Oberflächen-Sonde zur Kohlenstoffdioxid-Messung erweitert. Die Daten der CO_2-Sonde fließen in dem Projekt, welches im Jahr 2025 nach vierjähriger Laufzeit beendet werden wird, in die modelltechnische Abbildung der Tal-

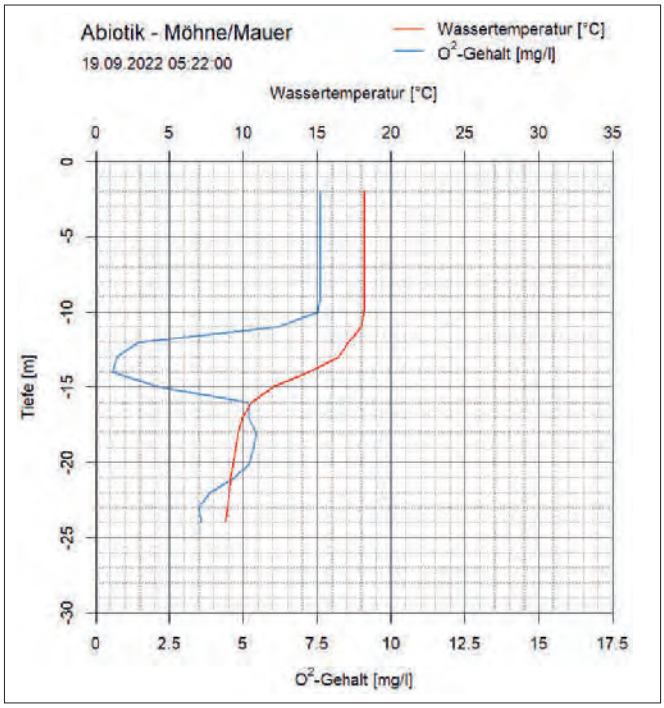


Bild 12.6: Beispiel für ein Sauerstoff- und Temperaturprofil, welches für die engmaschige Überwachung des Wasserkörpers während des Belüftungszeitraums verwendet wird.
Fig. 12.6: Example of an oxygen and temperature profile, used for the close monitoring of the water body during the aeration period.

sperren mit ein. Außerdem wird das UFZ die Daten, zusammen mit CO_2-Messungen von weiteren deutschen Talsperren, hinsichtlich der Frage auswerten, welche Mechanismen die CO_2-Konzentration in und damit auch die Ausgasung aus Gewässern kontrollieren. Somit trägt die auf der Möhnetalsperre betriebene CO_2-Sonde zum wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn bei.

Betrieb auf der Möhnetalsperre

Bei der Tiefenwasserbelüftung handelt es sich um eine arbeits- und kostenintensive Maßnahme, die dementsprechend bedarfsorientiert eingesetzt wird. An der Möhnetalsperre war eine Belüftung des Tiefenwassers in der Vergangenheit in den Jahren 2013, 2016, 2018, 2020 und 2022 bis 2023 erforderlich. Sowohl im Vorfeld als auch während des Belüftungszeitraums ab etwa Mitte August bis Mitte Oktober ist eine engmaschige Überwachung des Wasserkörpers in Form von Sauerstoff- und Temperaturprofilen unumgänglich (Bild 6). Erst durch die automatisierte Messung der Profilerboje wurde eine zeitnahe Abstimmung der zuständigen Organisationseinheiten untereinander, in Verbindung mit einer kurzfristigen Entscheidungsfindung bzgl. des bedarfsgerechten Sauerstoffeintrags ermöglicht. Bedingt durch die automatisierte Probenahme sowie den gezielten Sauerstoffeintrag konnte eine jährliche Kostenersparnis von rd. 40.000 € netto realisiert werden.

Bild 12.7: Sauerstoffanlieferung an der Möhnetalsperre.
Fig. 12.7: Oxygen supply at the Möhne Reservoir.

Bild 12.8: Profilierendes Überwachungssystem in Form einer Boje.
Fig. 12.8: Profiling monitoring system in form of a buoy.

Im Vergleich zu den Vorjahren, in denen eine Tiefenwasserbelüftung notwendig war, begann der Sauerstoffeintrag ins Hypolimnion im Jahr 2023 ca. 3 Wochen später als gewöhnlich. Von Anfang September bis Ende Oktober 2023 war die Tiefenwasserbelüftung in der Möhnetalsperre an insgesamt 49 Tagen erforderlich, wodurch ein Fischsterben sicher vermieden werden konnte. Die Gesamteintragsmenge in diesem Zeitraum betrug 38 t Sauerstoff, die Kosten für den Sauerstoff lagen in Summe bei 24.000 € (Bild 7). Über die Jahre ist eine deutliche Steigerung der O_2-Preise zu verzeichnen: Der Preis pro Tonne O_2 ist von 150 € (Anfang 2022) auf 495 € im Jahr 2023 gestiegen. Für das Jahr 2025 wurden seitens des Lieferanten bereits Preise von rund 575 €/t angekündigt, sofern denn eine erneute Tiefenwasserbelüftung erforderlich sein wird. Diese Entwicklung zeigt vor dem Hintergrund der Kostensteigerung und des hohen Personaleinsatzes bei einer händischen Probenahme umso mehr die Notwendigkeit den bedarfsgerechten Sauerstoffeintrag mit Hilfe der automatisierten Messung und Parameterüberwachung des Profilers zu steuern.

Im Jahr 2022 war neben der Möhnetalsperre ebenfalls an der Ennepetalsperre eine Tiefenwasserbelüftung erforderlich. Im Vergleich zur Möhnetalsperre befindet sich auf der Ennepetalsperre keine Profilerboje, weshalb die Probenahme/Erfassung des Tiefenprofils noch manuell durch das Kooperationslabor sowie den zuständigen Talsperrenbetrieb Süd erfolgte. Die händische Probenahme führte durch lange Wegzeiten, analoge Datenerfassung und deren Digitalisierung, Bewertung der Ergebnisse und zeitlich verzögerte Entscheidungsfindung zu einem vergleichsweise hohen Kosten- und Zeitaufwand.

Aufgrund der klimabedingten Veränderungen in den Talsperren, welche die aquatische Ökologie sowie das Talsperrenmanagement maßgeblich beeinflussen, muss und wird der Einsatz automatisierter Mess- und Überwachungssysteme in Form von Profilern auf Bojen oder schwimmenden Plattformen an weiteren Talsperren des Ruhrverbands überprüft werden (Bild 8).

Der Ruhrverband in Zahlen

8 Talsperren
Einzugsgebiete der Talsperren

5 Stauseen
66 Kläranlagen mit insgesamt
559 Niederschlagswasserbehandlungsanlagen
47 Gewässerpegel (RV anteilig)
17 Wasserkraftwerke
7 Gewässergüte-Überwachungsstationen
122 Pumpwerke
6 Kanalnetzübertragungen
4 Übertragene Gewässerunterhaltungen

Gewässergüte-Überwachungsstationen (kontinuierlich)

- 1. Duisburg (RV, Ruhr-km 2,65)
- 2. Kraftwerk Mülheim-Kahlenberg (LANUV, Ruhr-km 14,43)
- 3. Essen-Werden (RV, Ruhr-km 31,18)
- 4. Hattingen (RV/LANUV, Ruhr-km 56,70)
- 5. Wetter (LANUV, Ruhr-km 81,49)
- 6. Fröndenberg (LANUV/ WWU, Ruhr-km 113,78)
- 7. Echthausen (WWU, Ruhr-km 128,32)

Charakterisierung des Ruhreinzugsgebiets nach EG-WRRL

Fläche:	4.478 km²
Höhenverhältnisse:	20 bis 800 m ü. NN
Anzahl der Planungseinheiten:	9
Gesamtlänge der Fließgewässer:	~7.000 km
Anzahl Gewässer im Einzugsgebiet > 10 km²:	122
Anzahl Grundwasserkörper:	30

178 natürliche und 65 als erheblich verändert ausgewiesene Wasserkörper

BETRIEBSANLAGEN

Bereich Wassergütewirtschaft

Kläranlagen	66
Niederschlagswasserbehandlungsanlagen	559
Stauseen	5
Pumpwerke	122
Wasserkraftwerke	6

Bereich Wassermengenwirtschaft

Talsperren	8
Gesamtstauraum (in Millionen m³)	462,9
Wasserkraftwerke	11

MITGLIEDER

Mitglieder insgesamt	529

BESCHÄFTIGTE

MitarbeiterInnen in Vollzeitäquivalenten	1.013

JAHRESABSCHLUSS

Anlagevermögen zu AHK	3.658,6 Millionen Euro
Umsatz	311,5 Millionen Euro
davon Verbandsbeiträge	268,9 Millionen Euro
Eigenkapitalquote	33,8 Prozent
Investitionen Sachanlagen	178,48 Millionen Euro

LEISTUNGEN DER WASSERGÜTEWIRTSCHAFT

Abwasserentsorgung eines Gebietes mit	2,05 Millionen EinwohnerInnen*
Anschlussgrad	rd. 99,5 Prozent*
Gesamtkapazität der Kläranlagen	3,349 Millionen Einwohnerwerte (E)
Gesamtabwasservolumen (einschließlich Niederschlagswasser)	479,4 Millionen m^3/Jahr

Ablaufwerte des gereinigten Abwassers (mengengewichtete Mittelwerte)

Biochemischer Sauerstoffbedarf (ATH-BSB_5)	3,1 mg/l
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	14,4 mg/l
Ammonium-Stickstoff (NH_4-N)	0,4 mg/l
Stickstoff ($N_{anorganisch}$)	5,4 mg/l
Stickstoff (N_{gesamt})	5,9 mg/l
Phosphor (P_{gesamt})	0,34 mg/l
Klärschlammbehandlung entsorgte Trockenmasse	36.236 t_{TM}/Jahr

**Stand 30. Juni 2023 (vorläufige Werte)*

LEISTUNGEN DER WASSERMENGENWIRTSCHAFT

Sicherung der Wasserversorgung eines Gebiets mit	4,6 Millionen EinwohnerInnen
Schutz vor Hochwasser und Wassermangel (bezogen auf die Ruhrmündung)	
durch Verringerung des Maximalabflusses von	860 auf 748 m^3/s
durch Erhöhung des Minimalabflusses von	5,4 auf 17,7 m^3/s

SONSTIGE LEISTUNGEN

Qualitätsüberwachung und Beratung

Probenahmen mit insgesamt	240.000 Bestimmungen

Stromerzeugung

LLK-Biggegruppe	49,63 Millionen kWh
LLK-Nordgruppe	31,21 Millionen kWh
Ruhrverbands-Stauseen	116,90 Millionen kWh
Blockheizkraftwerke auf Kläranlagen	39,43 Millionen kWh
Photovoltaikanlagen	0,88 Millionen kWh
Stromerzeugung insgesamt	238,05 Millionen kWh

Forstwirtschaft und Fischerei

Waldflächen im Besitz des Ruhrverbands	3.100 Hektar
Fischereierlaubnisverträge	5.070 Stück

Stand: 31. Dezember 2023

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e. V. (AWWR) im Jahr 2023

Das Wasserwerk Hengsen von Wasserwerke Westfalen wurde als viertes von insgesamt fünf WWW-Werken um eine Weitergehende Wasseraufbereitungsanlage ergänzt. Die Inbetriebnahme war im Juni 2024. Von den 21 Ruhrwasserwerken der AWWR-Mitgliedsunternehmen erfüllen nun 19 die Vorgaben der Vereinbarung „Reine Ruhr". Die letzten beiden sind in der Bauphase.

Bericht des Vorsitzenden der AWWR

Bernd Heinz

Nach den deutlich zu trockenen Vorjahren zeigte das Jahr 2023 die regenreiche Seite der Klimaveränderungen bei weiter steigenden Durchschnittstemperaturen im Ruhreinzugsbereich. Dies war für Grund- und Oberflächengewässer sowie die Natur segensreich, aber wir rechnen weiterhin auch mit mehrjährigen Trockenphasen in der Zukunft.

Die Jahreswende 2023/2024 war von einem ordentlichen Winterhochwasser an der Ruhr geprägt. Hier halfen die vorausschauende Talsperrensteuerung des Ruhrverbands und die von AWWR-Unternehmen seit dem Starkregenereignis im Juli 2021 getroffenen zusätzlichen Schutzmaßnahmen. Das Hochwasser zeigte, wie wichtig die Hochwasservorsorge bleibt. Leider ist die Umsetzung in NRW nicht die schnellste.

Kernthema bleibt die Mengensicherung der Ruhr als unser Trinkwasser-Vorlieferant im Klimawandel. Mit der im Frühjahr in den Landtag eingebrachten Anpassung des Ruhrverbandsgesetzes ist endlich ein Meilenstein für die Trinkwasserversorgung von 4,6 Mio. Menschen in langen Trockenphasen umsetzbar. Voraussichtlich im dritten Quartal 2024 ist mit einem Parlamentsbeschluss zu rechnen. Als Trinkwasserversorger hätten wir uns weniger Restriktionen für künftige Mindestabflussabsenkungen gewünscht. Doch als Kompromiss hinsichtlich Naturschutzbelangen statt langwieriger Sondergenehmigungen wird der Ruhrverband deutlich mehr Flexibilität in der Talsperrenbewirtschaftung erlangen.

Die absehbaren Talsperrenfüllstände sind beruhigend bis zur voraussichtlichen Gesetzesanwendung ab Mitte 2025. Unsere Hartnäckigkeit gemeinsam mit dem Ruhrverband kommt nach über fünf Jahren zum Ziel.

Zur besseren Abflussprognose der Ruhrgewässer beteiligen sich AWWR-Mitglieder an einem Projekt unter Leitung des Ruhrverbands. Digitalisierung und KI wird uns helfen, besser mit den Extremen des Klimawandels umzugehen.

Für die aktuell im Fokus stehende PFAS-Stoffgruppe haben wir eine Erstbewertung im Fachbeitrag Kapitel 18 durchgeführt. Aktuell besteht kein Handlungsbedarf an der Ruhr, doch sind die Einträge zu mindern und wir fordern einen „Einstieg in den Ausstieg“ der kritischen PFAS-Stoffe.

Über die EU-Abwasserrichtlinie wurde erstmals der Grundsatz der „Herstellerverantwortung" für Inverkehrbringer von Mikroschadstoffen verankert – das kostet Industrie und Verbraucher bald Geld. Hiervon erwarten wir mittel- bis langfristige Anreize, den Eintrag von Spurenstoffen in den Wasserkreislauf nennenswert zu mindern. Mit der Umsetzung der seit Anfang 2023 geltenden Trinkwasserverordnung und der begleitenden Trinkwassereinzugsgebieteverordnung erfolgen weitere Schritte zur Risikominderung bei qualitativen Aspekten.

Einen weiteren Baustein der Qualitätsvorsorge im Programm „Reine Ruhr" bildet die Inbetriebnahme der weitergehenden Wasseraufbereitungsanlage im Wasserwerk Hengsen nach vierjähriger Bauphase im Juni 2024, siehe Kapitel 16. Hier gewann NRW-Umweltminister Oliver Krischer persönliche Eindrücke von unserer Arbeit für das Vertrauensprodukt Trinkwasser aus der Ruhr.

Energiekrise, Klimawandel und Umbau unserer Stromerzeugung geben Stauanlagen und Wasserkraft für die Trinkwasserversorgung eine neue Bedeutung. Geschichte, Technik und Rolle der Wasserkraft sind in Kapitel 17 herausgearbeitet als Zukunftselement einer nachhaltigen Wasserversorgung in der Region.

Gefühlt liegt die Energie- und Lieferkettenkrise schon lange hinter uns, aber Resilienzstärkung bleibt unsere Aufgabe für absehbare und unerwartete Entwicklungen – nach der Krise ist vor der Krise. Hier hilft der praktische Austausch innerhalb der AWWR über die Ausschussarbeit, die in Kapitel 14 beschrieben wird.

In den Jahren Jahr 2023 und 2024 unterstützten AWWR-Mitglieder ihre Kommunen bei der Erstellung der „Kommunalen Wasserversorgungskonzepte". Gegenüber der Erstauflage aus 2018 stehen Klimawandel und Resilienz deutlich im Fokus. Diese Konzepte sorgen für Transparenz und zeigen Handlungsbedarfe für eine sichere Trinkwasserversorgung auf. Eine landesweite Auswertung und Analyse der 396 Wasserversorgungskonzepte sollte hierfür die Grundlage bilden.

Auf Landesebene wird seit Ende 2023 unter Führung des Umweltministeriums eine NRW-Wasserstrategie erarbeitet. Hier bringen wir uns neben den Branchenverbänden DVGW, BDEW und VKU ein – die AWWR wird in Düsseldorf mittlerweile deutlicher wahrgenommen.

Auch das erstmalige AWWR-Trinkwasserforum im August 2023 gehörte mit rd. 100 Teilnehmenden zu unseren Erfolgen, das Thema „Trinkwasser aus der Ruhr" innerhalb Fach- und Entscheiderkreise zu positionieren. Mehr dazu in Kapitel 14 „Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit".

Mit Beharrlichkeit, Engagement und Transparenz sichern wir weiter die Wasserversorgung aus der Ruhr. Die AWWR steht für praktikable Lösungen von der täglichen Zusammenarbeit bis hin zu angepassten Rahmenbedingungen.

Schwerte, im Juni 2024

Bernd Heinz
Wasserwerke Westfalen GmbH
Vorsitzender des Präsidiums der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR)

14 AWWR-Ausschusstätigkeit

Ausschuss Wassergüte 2023

Obmann: Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Nach den Coronajahren mit den Sitzungen im Online-Format wurden im Jahr 2023 beide Sitzungen des Fachausschusses Wassergüte der AWWR in Präsenz durchgeführt. In den beiden Sitzungen im Frühjahr und Herbst berieten die Mitglieder des Ausschusses die aktuellen Themen der Wassergüte an der Ruhr. Im Ausschuss sind Fachleute aus den Wasserversorgungsunternehmen, den beiden Untersuchungslaboren (Hygiene-Institut des Ruhrgebiets Gelsenkirchen, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH) und dem Ruhrverband vertreten (siehe Mitglieder Ausschuss Wassergüte, Kap. 19).

Die Arbeitskreise „Anorganische Spurenanalytik", „Organische Spurenanalytik" und „Mikrobiologie" sind dem Ausschuss zugeordnet und sichern zusätzlich die Kompetenz des Ausschusses durch ihre Beratung in den Fachgebieten ab. Unterstützend steht dem Ausschuss mit der Kooperation Landwirtschaft / Wasserwirtschaft an der Ruhr eine weitere Fachkompetenz bei Fragen zur landwirtschaftlichen Bewirtschaftung im Ruhreinzugsgebiet zur Seite. Aus dem Arbeitskreis Anorganische Spurenanalytik schied Herr Dr. Georg Böer im Frühjahr aus. Herr Dr. Böer leitete langjährig den Arbeitskreis als Obmann und vertrat den Arbeitskreis im Ausschuss Wassergüte. Er übergab diese Funktion an seinen Kollegen Herrn Dr. Geert Aschermann, der bei der Westfälischen Wasser- und Umwelt-analytik den Bereich der anorganischen Analytik leitet und sich zusätzlich beim Thema der Aktivkohleadsorption auch in weiteren Gremien engagiert.

Der Ausschuss dankt Herrn Dr. Böer für seine langjährig geleistete Arbeit in Arbeitskreis und Ausschuss und wünscht ihm für seine neuen Aufgaben alles Gute.

Die fortlaufenden Aufgaben des Ausschusses Wassergüte der AWWR umfassen die folgenden Themen der Wasserwirtschaft an der Ruhr:

- Beobachtung und Bewertung der chemisch-hygienischen Ruhrwasserqualitäten
- Beurteilung und Ursachenforschung von aktuellen Belastungen der Ruhrwasserqualität anhand von Informationen der Versorger und des Ruhrverbands
- Erfassung, Auswertung und 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, das aktuelle Untersuchungsprogramm 2023:
  - organische Spurenstoffe
- Qualitätssicherung und -verbesserung von Analyseverfahren in den AWWR-Laboratorien durch Vergleichsuntersuchungen in den Arbeitskreisen:
  - anorganische Spurenanalytik
  - organische Spurenanalytik
  - Mikrobiologie
- Austausch von qualitätsrelevanten Informationen aus der Wasserwerkspraxis
- Fachliche Schnittstelle zum Beirat Landwirtschaft / Wasserwirtschaft
- Beurteilung von aktuellen Entwicklungen in der nationalen und internationalen Gesetzgebung hinsichtlich ihrer Relevanz für die Mitglieder der AWWR
- Beratung der AWWR-Mitgliederversammlung bei allen qualitätsrelevanten Fragestellungen, ggf. in Zusammenarbeit mit den Ausschüssen Wassergewinnung und -aufbereitung und/oder Öffentlichkeitsarbeit
- Unterstützung der AWWR-Mitglieder bei Behörden
- Erarbeitung von Fachbeiträgen zur Ruhr- und Trinkwassergüte, z.B. für den Ruhrgütebericht
- Inhaltliche Unterstützung bei dem Internet-Auftritt der AWWR
- Ausbau einer verbesserten Kommunikation bei ausschussübergreifenden Themen innerhalb der AWWR: Benennung und Präsentation vorhandener Kompetenzen

Darüber hinaus befasste sich der Ausschuss im Jahr 2023 mit den folgenden Themen:

- Das Abflussmanagement der Ruhr stand erneut im Fokus des Ausschusses. Nach einer längeren Phase zeichnete sich zum Ende des Jahres ein Fortschritt zur Lösung des notwendigen Mengenregimes in der Klimaveränderung ab. Die gesetzlichen Neuregelungen sollten im kommenden Jahr umgesetzt werden.
- Bei der Aktualisierung des Spurenstoffmonitorings wurde die Analyse der PFAS-Verbindungen wieder aufgenommen. Dies diente zur Unterstützung der Wasserversorger bei der Risikobetrachtung ihrer Ruhrwasserressource in Bezug auf die ab 2026 bzw. 2028 geltenden Trinkwassergrenzwerte für diese Verbindungen.
- Für die Geothermie in den Wasserschutzzonen konnte ein Vorgehen bei der Sonderzulassung von Erdwärmesonden exemplarisch erarbeitet werden. Das Verfahren berücksichtigt bei einer möglichen Zulassung die geologischen und stofflichen Aspekte in Bezug auf die Risiken in den Wasserschutzzonen. Es legt die Basis für eine gezielte Gleich-

behandlung in den Wasserschutzzonen und der Gleichstellung von privaten und öffentlichen Kleinanlagen.
- In der Kooperation Landwirtschaft / Wasserwirtschaft trat nach 30 Jahren eine neue Vereinbarung zum Jahr 2023 in Kraft.
- Diskussion über die PFAS-Ergebnisse der ersten Untersuchungen der Ruhr sowie weitere Entwicklungen bei den Untersuchungen der Stoffgruppe.

Schwerpunkt der Ausschussarbeit in den Sitzungen ist die Bewertung der Ruhrwasserqualität. Dazu wurden die Untersuchungen des Ruhrverbands an der Probestelle Essen-Rellinghausen und des Spurenstoffmonitorings der AWWR im Ausschuss diskutiert und bewertet.

Arbeitskreis Allgemeine und anorganische Analytik
Obmann: Dr. Geert Aschermann, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Der Arbeitskreis mit seinen weiterhin acht Mitgliedern hat nach einer pandemiebedingten Unterbrechung seine jährliche Sitzung im Jahr 2023 wieder in Präsenz abhalten können. Durch das Ausscheiden vorheriger Vertreter kam es bei mehreren teilnehmenden Laboren jeweils zu einem personellen Wechsel. Auch der bisherige Obmann des Arbeitskreises, Dr. Georg Böer, verkündete seinen Rückzug aus dem Arbeitskreis. Die anwesenden Sitzungsteilnehmer wählten Dr. Geert Aschermann zum neuen Obmann, der gleichzeitig Herrn Dr. Böer als Vertreter der Westfälischen Wasser- und Umweltanalytik ersetzt. Der Arbeitskreis dankt Herrn Dr. Böer für seine langjährige und gute Arbeit als Obmann.

Die im Rahmen der Sitzung diskutierten Ergebnisse der vorherigen Vergleichsuntersuchungen wurden von den Teilnehmern allgemein als gut bewertet, so dass insgesamt ein vergleichbares analytisches Niveau innerhalb der Mitglieder zu erkennen ist. Daneben wurden im Rahmen des Erfahrungsaustausches über aktuelle oder geplante Änderungen im Bereich Laborinfrastruktur, bei Labor-Informations- und Management-Systemen und bei Analysesystemen sowie über Erfahrungen von externen Laborbegutachtungen berichtet.

Die vier Vergleichsuntersuchungen im Jahr 2023 konnten planmäßig durchgeführt werden. Auch hier weisen die Ergebnisse auf eine allgemein stabile analytische Qualität innerhalb der Mitglieder des Arbeitskreises hin. Auf Wunsch verschiedener Mitglieder wurde im Rahmen einer dieser vier Vergleichsuntersuchungen eine Sonderuntersuchung in Form einer doppelten Probenahme und einer anschließenden doppelten Laboranalyse für ausgewählte Parameter durchgeführt. Diese Ergebnisse sollen zur Abschätzung des Beitrags der Probenahme an der analytischen Messunsicherheit genutzt werden. Eine Auswertung dieser Daten steht noch aus.

Arbeitskreis Organische Spurenanalytik
Obfrau: Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen

Der Arbeitskreis mit seinen acht Mitgliedern hat im Jahr 2023 turnusgemäß zweimal getagt.

Eine wichtige Aufgabe des Arbeitskreises ist der Informationsaustausch zwischen den beteiligten Laboren, vor allem im Hinblick auf neueste Entwicklungen und Probleme im Bereich organische Spurenanalytik. Ziel ist es unter anderem, eine Vergleichbarkeit von Analysenergebnissen aus den Laboren zu erreichen.

Damit verbunden ist die Durchführung von Vergleichsuntersuchungen innerhalb des Arbeitskreises als ein Schwerpunkt der Arbeit. In 2023 wurden als für den Arbeitskreis relevante Parametergruppen insbesondere die Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe (PSM) und die PFAS (per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen) hervorgehoben, die Analytik besprochen und entsprechende Vergleichsuntersuchungen durchgeführt.

Für die Gruppe der PSM-Wirkstoffe wurde vom AWWR-Ausschuss Wassergüte Ende 2022 eine überarbeitete Liste der im Wassereinzugsgebiet relevanten Stoffe mit Vertretern der zuständigen Behörden (Gesundheitsämter, Regierungspräsidien) abgestimmt (s. Ruhrgütebericht 2022). Dieser Untersuchungsumfang ist dann bereits im Jahr 2023 im Ruhreinzugsgebiet bei den Routineuntersuchungen zur Überwachung der Roh- und Trinkwasserqualität im Hinblick auf PSM-Wirkstoffe von den Wasserwerken beauftragt und in den Laboren bestimmt worden. Bei der im Arbeitskreis durchgeführten Vergleichsuntersuchung zu den PSM-Wirkstoffen wurden insbesondere die neu aufgenommenen Stoffe der AWWR-Liste als Zielsubstanzen festgelegt und von den Laboren untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Analytik von den beteiligten Laboren beherrscht wird und gute und vergleichbare Ergebnisse erzielt werden.

Die aktuelle Fassung der Trinkwasserverordnung wurde am 23.06.2023 veröffentlicht. Neu aufgenommen wurde unter anderem die Parametergruppe der PFAS. Toxikologisch begründet ist der Grenzwert von 0,00010 mg/l für 20 Einzelsubstanzen, der ab dem 12. Januar 2026 einzuhalten ist. Die Bestimmungsgrenzen, die damit für diese Parametergruppe von den Laboren erreicht werden müssen, stellten auch für die erfahrenen Labore im Arbeitskreis eine große Herausforderung dar. Bereits Ende 2023 konnte diese Analytik von allen beteiligten Laboren durchgeführt werden, die dann auch an der vom Arbeitskreis organisierten Vergleichsuntersuchung für diese Parametergruppe teilnahmen. Auch hier wurden insgesamt gute und vergleichbare Ergebnisse von den Laboren erzielt.

Der allgemeine Erfahrungsaustausch spielt bei den Sitzungen des Arbeitskreises für die Mitglieder immer eine wichtige Rolle. Erfahrungen mit Analysengeräten, den Serviceleistungen der Hersteller, der Qualität von Standards u. a. sind für alle Teil-

nehmer hilfreich. Auch Erfahrungen mit Neuentwicklungen im Bereich der chemischen Analytik können hier diskutiert werden. So wurde im Rahmen einer Laborführung im Anschluss an die Sitzung im Januar 2023 beim IWW Mülheim ein Testgerät für eine automatische Probenvorbereitung vorgestellt.

Personelle Veränderung:
Herr Hendrik Koll übernimmt die Mitarbeit im Arbeitskreis für Herrn Dr. Vassil Valkov (IWW Mülheim). Bei der Sitzung des Arbeitskreises am 13. September 2023 wurde Herr Thomas Sentis zum stellvertretenden Obmann des Arbeitskreises gewählt.

Arbeitskreis Mikrobiologie
Obfrau Dr. Anne Heyer, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim

Der Arbeitskreis beschäftigte sich im Jahr 2023 in Vergleichsanalysen mit den Routineparametern nach Trinkwasserverordnung. In den vorgenommenen Vergleichsversuchen für den Parameter Intestinale Enterokokken waren die Ergebnisse auf ESB-Nährmedium mittels Membranfiltration sowie E. coli mittels MPN Quanti Tray Verfahren jeweils für 100 ml gut auswertbar. Bei dem Parameter Coliforme Bakterien lagen die Werte für den Ansatz mit 100 ml teilweise über der oberen Zählgrenze. Daher wurden für die Auswertung die Ansätze mit 1 ml oder 10 ml herangezogen. In einer weiteren Vergleichsuntersuchung auf Clostridium perfringens wurden für die Auswertung die Ansätze mit 10 ml miteinander verglichen. Allerdings haben nicht alle Labore diesen Parameter untersucht. Alle Werte für die oben genannten Parameter lagen in einem optimalen Bereich und gaben wenig Anlass zur Diskussion.

Beim Parameter Koloniezahlen nach Trinkwasserverordnung konnten die Ansätze mit 0,1 ml am besten miteinander verglichen werden, da hier die Werte zwischen 14 KBE und 129 KBE lagen. Bei der Bestimmung der Koloniezahlen mit Werten über 300 KBE/ml wurde diskutiert, ob der Wert nach DIN EN ISO 8199 als > 300 KBE/ml angegeben werden muss oder, falls mit Hilfe eines Zählrasters ein errechneter Wert ermittelt wurde, dieser angegeben werden soll.

Kooperation Wasserwirtschaft / Landwirtschaft im Ruhreinzugsgebiet
Obfrauen: Alenah Phelan, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen
Kirstin Richter, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte (Berichterstellung)

Im Jahr 2023 wurden im Vergleich zum Vorjahr 20 Maßnahmen mehr gefördert. Der Schwerpunkt der Förderungen lag bei der bodennahen Gülleausbringung sowie der Uferflächenförderung. Da ab 2024 die Uferflächenförderung ebenfalls durch Biobetriebe beantragt werden kann, wird zukünftig eine weitere Steigerung bei der Inanspruchnahme des vorgenannten Förderbausteins erwartet. Die starke Förderung der bodennahen Gülleausbringung beruht zu einem auf der ab 2025 verpflichtenden Umsetzung und zum anderen auf dem auslaufenden Investitionsprogramm Landwirtschaft. Bedingt durch den neuen Kooperationsvertrag mit zusätzlichen Personalkosten sowie den vermehrten Förderanträgen stiegen die Kooperationsausgaben in 2023. Insgesamt wurden in 2023 62 Förderungen mit einem Volumen von 53.153 € abgerechnet.

Weiterhin besteht bei den Landwirten ein intensiver Beratungsbedarf zu der GAP-Reform (Gemeinsame Agrarpolitik). Viele Landwirte sind aufgrund der Vielzahl von gesetzlichen Vorgaben verunsichert, u. a. auch durch den steigenden Bürokratieaufwand. Die zunehmend überlagernden Rechtsbereiche, Verordnungen und Vorgaben für eine zu bewirtschaftende Fläche sowie die schnellen Verabschiedungen und Anpassungen der gesetzlichen Neuregelungen stellen darüber hinaus auch die Berater vor wachsende Herausforderungen.

Die Anzahl der kooperierenden Betriebe sank im Jahr 2023 geringfügig um drei Betriebe von 872 auf 869, die Gesamtfläche der Kooperationsbetriebe im Ruhreinzugsgebiet von 46.105 ha auf 45.786 ha, was einen Anteil der landwirtschaftlichen Flächen im Einzugsgebiet von 49,6 % darstellt. Somit setzt sich der agrarstrukturelle Wandel, wenn auch scheinbar gebremst, weiter fort, indem Einzelbetriebe durch Großbetriebe aufgekauft werden bzw. sich zusammenschließen. Insbesondere die steigenden gesetzlichen Vorgaben sind durch kleinere Voll- und Nebenerwerbsbetriebe schwer umzusetzen.

Bedingt durch die nasse Witterung wurden in 2023 keine neuen Zwischenfruchtversuche angelegt. Geplant war der Einsatz verschiedener Bodenbearbeitungsgeräte und Aussaatverfahren ohne Glyphosateinsatz, da die eigentliche Fläche in einem Wasserschutzgebiet liegt. Für 2024 ist die Fortführung von Zwischenfruchtversuchen vorgesehen. Im Förderkatalog wurde der Zwischenfruchtanbau als neue Fördermaßnahme aufgenommen, die von den Landwirten gut nachgefragt wird. Die geförderten Flächen mit Zwischenfruchtanbau dürfen nicht vor dem 01.03.2024 umgebrochen werden. Eine Kontrolle der Flächen vor Ort erfolgt durch die Berater zum Ende des Winters.

In der Landwirtschaft können Starkregenereignisse insbesondere auf Ackerflächen zu Schäden während der Vegetationsperiode führen, da der Boden zuerst verschlämmt und anschließend verkrustet. Die Bodenstruktur wird dadurch vorübergehend beschädigt. Durch die auf der Oberfläche anstauende Nässe oder durch den verkrusteten Boden erhalten die Pflanzenwurzeln nicht ausreichend Sauerstoff und sterben ab. Zudem verhindert der verkrustete Boden das Durchstoßen der Jungpflanze. Neben den geschädigten Bodenstrukturen führen Starkregenereignisse zu großen Verlusten von fruchtbarem Boden. Die Starkregenereignisse im Frühsommer 2023 haben die Beratungen zum Erosionsschutz neu aufleben lassen sowie die Fragestellung, wie zukünftig mit verkrusteten Böden umzugehen ist.

Die Ausweisung „Rote Grundwasserkörper" (nitratbelastete Grundwässer) ist in der Fläche stark ausgedehnt worden. Die neue Ausweisung mit entsprechenden Hinweisen und Aufla-

gen für die Landwirte wurde am 30.11.2022 veröffentlicht. Den Kooperationsbetrieben wurde eine Übersichtskarte mit dem eigenen Betriebsstandort und den nächstgelegenen roten (nitratbelasteten) und gelben (eutrophierten) Gebieten vorgelegt und evtl. daraus resultierende erhöhte Anforderungen an den Gewässerschutz besprochen.

Ausschuss Wassergewinnung und -aufbereitung

Obmann: Dr. Martin Launer, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbh, Mülheim an der Ruhr

Im Jahr 2023 wurden zwei Sitzungen des Ausschusses Wassergewinnung und -aufbereitung durchgeführt. Für die Frühjahrssitzung 2023 traf sich der Ausschuss am 18. April 2023 auf Einladung der Stadtwerke Fröndenberg Wickede GmbH in Fröndenberg. Am 6. November 2023 kam der Ausschuss in Gelsenkirchen für die Herbstsitzung bei der Gelsenwasser AG zusammen. Im Berichtsjahr gab es folgende personelle Veränderungen der Ausschussmitglieder. Herr Wied von der Verbund-Wasserwerk Witten GmbH folgte für Herrn Döhmen, welcher sich in den Ruhestand verabschiedete. Herr Andres von der Stadtwerke Menden GmbH übernahm den Sitz von Herrn Lürbke. Herr Dr. Michael Plath übergab nach einstimmiger Wahl des Ausschusses die Obmannschaft des Ausschusses an Herrn Dr. Martin Launer von RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH.

Projekt „Niedrigwassermanagement Ruhr"

In beiden Ausschusssitzungen wurde der aktuelle Stand der Ergebnisse des Projekts „Niedrigwassermanagement Ruhr" durch den Ruhrverband vorgestellt. Ebenso wurden die begleitenden Themenkomplexe, welche zusammen mit dem MUNV NRW zu klären sind, Hochwasserschutz, ökologischer Mindeststauinhalt, begleitendes Monitoring sowie der Kläranlagenausbau erörtert und im Ausschuss intensiv diskutiert. Obwohl die Niederschlagsmengen zuletzt über dem langjährigen Mittel lagen, wünschen sich die Wasserversorgungsunternehmen mehr Flexibilität für den Ruhrverband und damit eine klimaresilientere Wasserversorgung an der Ruhr.

Meldeplan Ruhr

Im Jahr 2023 wurde weiter an der Digitalisierung des Meldeplans Ruhr gearbeitet. Für den Weg weg vom Fax, hin zur E-Mail wurden alle Mitgliedsunternehmen abgefragt. Der AWWR-Meldeplan Ruhr als auch die Meldeformulare wurden bereits überarbeitet. Die Formulare sind zukünftig als ausfüllbare pdf-Dokumente vorhanden. Um den digitalen Meldeplan Ruhr auszurollen, müssen noch letzte kleinere Fragestellungen geklärt werden, Programmierungen für die Meldeverteiler vorgenommen werden und natürlich steht ebenso noch ein Test im Jahr 2024 an.

Photovoltaik bei Wasserversorgern

Ein weiterer Austausch zu Projekten und Entwicklungen rund um das Thema Photovoltaik hat stattgefunden und wird jetzt in eine Regelmäßigkeit überführt. Ebenso wächst die Gruppe an Interessierten zu einem Austausch an.

Arbeitskreis Betriebliche Themen der Wasseraufbereitung

Der frühere als „AK Aktivkohle" bekannte Arbeitskreis bespricht alle Themen rund um die Wasseraufbereitung. Neuer Obmann ist Herr Lütz von der Wassergewinnung Essen GmbH.

Arbeitskreis Automatisierungstechnik und Produktionsnetze (OT)

Der neue Arbeitskreis „Automatisierungstechnik und Produktionsnetze (OT)" beschäftigt sich mit allen Themen rund um die Automatisierung, Prozessleittechnik und ISMS (Information Security Management System). Da die Informationssicherheit immer mehr Anforderungen an Unternehmen der kritischen Infrastruktur stellt, wird der Austausch in diesem Arbeitskreis als sehr wichtig angesehen. Ebenso findet ein regelmäßiger Austausch zu neuen Technologien statt. Obmann ist Herr Rotermund von der Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH.

Weitere Themen

Die neue TrinkwV und deren Herausforderungen in den Bereichen der Kommunikation, zulässiger Aufbereitungsstoffe und deren Beschaffung, das benötigte Risikomanagement sowie die zusätzlichen Aufgaben für Gesundheitsämter und Wasserbehörden wurden angesprochen. Über die in der Erstellung begriffenen Wasserversorgungskonzepte wurde diskutiert und über den Bearbeitungsstand wurde sich ausgetauscht. Hier wurde auch kritisch angemerkt, dass die Veröffentlichung sensibler Daten der kritischen Infrastruktur kritisch gesehen wird.

Die TrinkwEGV war ein Themenpunkt, welcher mit einem hohen Aufwand für Wasserversorgungsunternehmen verbunden ist. Angesprochen wurde ebenso, dass bei zukünftigen Beantragungen von Mitteln des Bundes für Maßnahmen zur Wassersicherstellung, in der nun im Vordergrund die leitungsgebundene Trinkwassernotversorgung steht, eine Risikoanalyse der Wasserversorgung benötigt wird, welche mit den Leitfäden des BBK erstellt werden kann. Zwar sind hier die Planungsbehörden aufgefordert, wobei natürlich die Expertise beim Wasserversorgungsunternehmen liegt.

Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit

Obfrau: Tanja Vock, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte

Im Jahr 2023 fanden die Ausschusssitzungen am 16. Mai im Wasserwerk Hennesee bei Hochsauerlandwasser in Meschede und am 6. Dezember im Wasserwerk Hengsen bei Wasserwerke Westfalen in Schwerte statt. (Mitglieder Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit s. Kap. 19)

Ab Mai übernahm für die Stadtwerke Arnsberg Melissa Yilmaz den Platz ihrer Kollegin Marie-Louise Wenzel im Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit, da diese in Mutterschutz ging. An dieser Stelle noch einmal herzlichen Glückwunsch!

In der Frühjahrssitzung im Mai stellte sich der neue AWWR-Geschäftsführer Martin Böddeker dem Ausschuss vor und berichtete über die aktuellen Entwicklungen aus den Gremien der AWWR. Alexander ten Hompel stellte die Wasserkampagne von Enervie vor, die sehr erfolgreich vom Verkauf von heimischen Künstlern gestalteter Glasflaschen unter dem Motto „Die Flasche für den guten Zweck" flankiert wurde. Markus Rüdel stellte die Auswertungen der Mitgliederbefragung des Ruhrverbands für die Gruppe Wasserentnehmer vor und diskutierte das Ergebnis mit dem Ausschuss. Des Weiteren wurden die Themen für den Ruhrgütebericht 2022 und die Planung zum bevorstehenden AWWR-Trinkwasserforum vorgestellt.

In der Wintersitzung im Dezember war der Obmann des Ausschusses Wassergüte Dr. Henning Schünke geladener Gast. Er berichtete u. a. über die Aktualisierung der AWWR-Liste Pflanzenschutzmittel, Geothermie in Wasserschutzzonen III und IIIa für öffentliche und gewerbliche Gebäude sowie die Fortführung des AWWR-Spurenstoffmonitorings bis 2028 und dessen Erweiterung. Obfrau Tanja Vock gab einen Rückblick auf das AWWR-Trinkwasserforum und auf die Pressekonferenz zur Vorstellung des Ruhrgüteberichts 2022.

Die Themen werden in den folgenden Abschnitten „AWWR-Trinkwasserforum 2023" und „Pressekonferenz zum Ruhrgütebericht 2022" erörtert.

Zu Ende der Sitzungen wurden wie üblich die aktuellen Themen und Projekte aus den Mitgliedsunternehmen vorgestellt und sich hierzu ausgetauscht.

Standardaufgaben des Ausschusses

- 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 der Unterlagen für die Pressekonferenz zum Ruhrgütebericht sowie Teilnahme an der Pressekonferenz
- Bearbeitung von Sprachregelungen / Krisenkommunikation
- Öffentlichkeitswirksame Außendarstellung der AWWR und ihrer Tätigkeiten
- Austausch zu öffentlichkeitsrelevanten Themen der Mitgliedsunternehmen
- Aktualisierung und Weiterentwicklung des öffentlichen AWWR-Internetauftritts
- Bearbeitung von Presseanfragen

Eine Menge Presseanfragen traf im Frühjahr im Vorfeld der Verabschiedung der neuen EU-Trinkwasserverordnung zu den PFAS-Grenzwerten ein. Im Oktober machte das LANUV die Information über eine unbekannte Substanz in der Ruhr bei Wetter öffentlich, was eine Kette an Nachfragen seitens der Presse nach sich zog. Zu beiden Themen wurden in Zusammenarbeit mit dem Ausschuss Wassergüte Sprachregelungen erstellt.

AWWR-Trinkwasserforum

Anlässlich des 75jährigen Bestehens der AWWR im Oktober 2022 wurde anstelle einer Feierlichkeit das erste TRINKWASSER-FORUM RUHR der AWWR „für ein gemeinschaftliches Handeln und Meistern der anstehenden Herausforderungen in der Wasserwirtschaft" abgehalten. Rund 100 Personen aus Politik, Behörden, Ministerium und Wasserversorgungsunternehmen nahmen am 24. August am dreistündigen Trinkwasserforum Ruhr im Onlineformat teil.

Matthias Börger, Abteilungsleiter IV – Wasserwirtschaft und Bodenschutz MUNV Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr NRW, eröffnete die Fachvorträge mit dem Thema „Wasserschatz NRW – Weichenstellung für die Zukunft" und stellte die unterschiedlichen Voraussetzungen für den Zugriff auf die Ressource Wasser innerhalb NRWs sowie kooperative Lösungen für die Zukunft vor.

Prof. Norbert Jardin, Vorstandsvorsitzender des Ruhrverbands, belegte mit Daten und Fakten eindeutig, dass der Klimawandel in NRW angekommen ist und zeigte die deutlichen Auswirkungen auf das Talsperren-/Flusssystem Ruhr auf, um vor diesem Hintergrund seinen Appell nach einem flexibleren Talsperrenmanagement zu formulieren.

Der AWWR-Vorsitzende **Bernd Heinz** zeigte anhand der Geschichte der Trinkwassergewinnung die Wandlungsfähigkeit der Branche auf – Wasserknappheit in den 1940ern, Mengenwachstum bis in die 1970er, Strukturwandel ab der 1980er – um bei der heutigen Zeit des (Klima)Wandels und den aktuell bekannten Stellschrauben, wie beispielsweise den Verbesserungspotentialen bei neuen Genehmigungsverfahren und Verwaltungsentscheidungen, für eine zukunftsfeste Trinkwasserversorgung zu enden.

Bild 14.1: Von links: Moderator Arnt Baer (Gelsenwasser) und die Referenten Lars Richters und Matthias Börger (MUNV NRW), Matthias Lürbke und Bernd Heinz (AWWR) und Prof. Norbert Jardin (Ruhrverband) bei der Podiumsdiskussion des „Trinkwasserforums Ruhr"

Fig. 14.1: From left: Moderator Arnt Baer (Gelsenwasser) and the speakers Lars Richters and Matthias Börger (MUNV NRW), Matthias Lürbke and Bernd Heinz (AWWR) and Prof. Norbert Jardin (Ruhrverband) at the panel discussion of the "Trinkwasserforums Ruhr"

Detailliert aufgeführt wurden die Herausforderungen der kommunalen Wasserversorger vom stellvertretender AWWR-Vorsitzenden **Matthias Lürbke**. Neben dem Weg zu einer klimaneutralen Wasserversorgung über Eigenstromerzeugung durch Wasserkraft und Photovoltaik nannte er Substanzerhalt und Verbundausbau.

Die wesentlichen Änderungen der neuen Trinkwasserverordnung wurden von **Dr. Anne Soltwisch**, Geschäftsführerin Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, vorgestellt. In ihrem Vortrag standen die neue risikobasierte Methodik und die teils niedrigeren Grenzwerte der verschiedenen Parameter im Vordergrund.

Lars Richters, MUNV Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr NRW, und AWWR-Geschäftsführer **Martin Böddeker**, stellten die Anforderungen an die Kommunalen Wasserversorgungskonzepte 2.0 vor, deren strukturellen Veränderungen bis Mitte 2024 ausgearbeitet sein müssen.
Ihr Fazit: Das Konzept mit ganzheitlicher Sicht auf die Trinkwasserversorgung hat sich bewährt und ist beispielgebend für andere Bundesländer.

Im Anschluss an die Fachvorträge gab es eine Podiumsdiskussion unter der Moderation von Arnt Baer, Leiter Verbände und Politik, Gelsenwasser. Von den Teilnehmern zu den unterschiedlichsten Themengebieten gestellte Fragen und Anregungen wurden von den Referenten aufgenommen, erklärt und diskutiert. Sie führten zu einem einheitlichen Fazit:
Die in und für die Wasserwirtschaft Verantwortlichen müssen die Ärmel hochkrempeln und die Lösungsansätze für die aktuellen Herausforderungen gemeinschaftlich und schnell auf den Weg bringen. Das AWWR-Trinkwasserforum Ruhr wurde als ein erster erfolgsversprechender Schritt der Verständigung und Kooperation bewertet. Bild 14.1

Pressekonferenz zu 50 Jahren Ruhrgütebericht

Die Pressekonferenz zur Vorstellung des Ruhrgüteberichts 2022 fand am 11. September 2023 beim Ruhrverband in Essen statt. Der Ruhrverband und die AWWR informierten gemeinsam über ihre Schwerpunktthemen. Von Seiten der AWWR nahmen teil: der AWWR-Vorsitzende Bernd Heinz, der AWWR-Geschäftsführer Martin Böddeker, der Obmann des Ausschusses Wassergüte Dr. Henning Schünke und die Obfrau des Ausschusses Öffentlichkeitsarbeit Tanja Vock.

Das entscheidende Thema in der Pressekonferenz war natürlich der Rückblick auf 50 Jahre Ruhrgütebericht unter dem Motto „Ein programmatischer Ansatz zum Trinkwasser- und Gewässerschutz für Mensch und Natur". Im Ausblick wurde das Jahrzehnt 2013 - 2022 als trockenstes und abflussärmstes der letzten 50 Jahre ausgewiesen. Deswegen musste seit 2018 jedes Jahr der Mindestabfluss auf Antrag des Ruhrverbands reduziert werden. Daher wurde wie in den Jahren davor auf die dringende Erforderlichkeit der von Ruhrverband und AWWR angestrebten Anpassung des Ruhrverbandsgesetzes aufmerksam gemacht.

Weiter ging es mit Ausführungen zu den positiven Entwicklungen von Wassergüte, Ruhr- und Trinkwasserqualität sowie zu aktiven Beiträgen zum Klimaschutz. Die Eigenerzeugung regenerativer Energie in den Wasserkraftanlagen der AWWR-Mitgliedsunternehmen betrug in 2022 insgesamt 48 Mio. kWh. Die Ausweitung von Photovoltaik in den Ruhrwasserwerken wurde anhand der Freiflächenanlagen in den Wasserwerken Echthausen, Möhnebogen und Fröndenberg-Menden vorgestellt, durch die zukünftig jährlich um die 1,5 Mio. kWh grüner Strom mehr bei den Wasserwerken an der Ruhr gewonnen wird.

Die Medienberichterstattung war breit und ausführlich, alle Themen wurden kommuniziert und der Ruhrgütebericht schaffte es dieses Mal sogar bis in den Onlineauftritt der ARD-Tagesschau.

15 Monitoring organischer Spurenstoffe in der Ruhr

Christian Skark, Dortmund

Im Jahr 2023 wurde das Monitoring der AWWR mit vier weiteren Probenahmen und der Untersuchung auf insgesamt 82 organische Spurenstoffe im Oberflächenwasser der Ruhr weitergeführt. Somit wurden in mehr als vierzehn Jahren 62 Probenahmen vorgenommen. Hier wird der Vorbericht über den Zeitraum 2008 - 2022 (58 Probenahmen [15.1]) fortgeschrieben. Wie im Vorjahr werden 61 Stoffe aus den Gruppen Humanpharmaka (HP, 43 Stoffe), Röntgenkontrastmittel (RKM, 6 Stoffe), Organophosphor-Flammschutzmittel (FSM, 11 Stoffe) und Korrosionsschutzmittel (1 Stoff) analysiert. Diese Substanzen können nach einer Nutzung über gereinigtes Abwasser in Fließgewässer gelangen. Das untersuchte Stoffspektrum ist nicht in der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) reguliert. Eine verbreitete Anwendung kann angenommen werden und zu einem Auftreten auch im Oberflächenwasser der Ruhr führen. Für mehrere Untersuchungsparameter ließ sich dies bislang jedoch nicht bestätigen.

Im Jahr 2023 wurden zusätzlich 21 per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) in die Untersuchung aufgenommen. Diese werden ab 12.01.2026 bzw. 12.01.2028 mit Grenzwerten in der TrinkwV reguliert sein. Hier lag das Erkenntnisinteresse in einer Übersicht der Konzentrationen im Ruhrwasser [15.2]. Einige dieser Substanzen (14 Stoffe) wurden bereits ab 2008 bis zuletzt 2019 in diesem Monitoring betrachtet. Die Untersuchungen erfolgten jedoch mit Bestimmungsgrenzen (BG) geringerer Sensitivität (≥ 0,010 µg/L). Dies führte zuletzt zur Beobachtung lediglich vereinzelter Positivbefunde und hatte daher nur noch eine geringe Aussagekraft. Jetzt sind sensitivere Bestimmungsgrenzen (0,001 µg/L) möglich.

Über Untersuchungen zu den hier betrachteten organischen Stoffen wird ebenfalls in Kapitel 7 berichtet. Jedoch betreffen die dort zugrundeliegenden Analysenergebnisse sowohl einen anderen Probenahmezeitraum als auch andere Zeitpunkte sowie abweichende Probenahmeorte. Darüber hinaus liegen den dort berichteten Ergebnissen andere Probenahmehäufigkeiten, abweichende Untersuchungsmethoden und andere Bestimmungsgrenzen sowie andere Frachtermittlungen zugrunde. Alle diese Unterschiede können die Interpretation beeinflussen – insbesondere im Hinblick auf maximale Konzentrationen und die abgeschätzten Frachten. Dennoch weisen die generellen Tendenzen der Auswertung in den verschiedenen Kapiteln in die gleiche Richtung.

Probenahmeorte und Untersuchungsmethoden

An neun Probenahmestellen längs der Ruhr werden alle drei Monate Stichproben entnommen. Die Probenahmestellen an der Ruhr entsprechen den Rohwasserentnahmeorten der beteiligten Wasserwerke (WGA, Tabelle 15.1). Dies schließt wei-

Tabelle 15.1: Lage der Probenahmestellen für Oberflächenwasser der Ruhr. MQ – durchschnittlicher Abfluss, Gewässerstationierung [15.3]. Die Pegel Meschede und Oeventrop standen im Jahr 2023 nicht oder nur sehr eingeschränkt zur Verfügung. Ein MQ für 2023 lässt sich nicht angeben. Die Angabe der MQ für den Zeitraum des Monitorings ist entsprechenden verkürzt.

Table 15.1: Sampling sites for the surface water in the river Ruhr. MQ – mean discharge, watercourse stationing [15.3]. The gauging stations Meschede and Oeventrop were not available in 2023. There are no MQ values in 2023. MQ values for the period of the monitoring are restricted.

Ort	Probenahmestelle	Probenahme	Abflusspegel	Abfluss	Einzugsgebiet	MQ langjährig	MQ (07/2008 - 12/2023)	MQ (2023)
		Fluss-km		Fluss-km	[km²]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
Meschede	Mengesohl	183,7	Meschede 1	179,4	426	9,1	7,3	-
Arnsberg	Langel	163,8	Oeventrop	159,5	760	14,9	12,0	-
Wickede	Echthausen	128,3	Bachum	133,8	1.530	27,1	21,3	45,9
Fröndenberg	Warmen	121,2	Fröndenberg	109,3	1.914	-	-	-
Schwerte	Westhofen	95,2	Villigst	100,2	2.013	28,8	25,4	42,6
Hagen	Hengstey	88,8	Wetter	79,8	3.908	67,6	58,3	104,3
Bochum	Stiepel	62,7	Hattingen	56,0	4.118	70,6	61,8	109,8
Essen	Spiek	44,1	Werden	29,0	4.337	79,5	63,3	110,7
Mülheim	Styrum-Ost	11,3	Mülheim	13,2	4.420	76,3	66,3	117,1

terhin die Probenahmestelle in Bochum-Stiepel ein, obwohl dort die Trinkwassergewinnung im November 2015 eingestellt wurde. Wenige Beprobungen fanden an abweichenden Terminen statt. Die Winterprobenahmen wurden in Bochum und Essen am 24.01.2023 statt am 23.01.2023 durchgeführt. Die einzelnen Probenahmestellen repräsentieren unterschiedliche Anteile des ca. 4.500 km² großen Einzugsgebiets der Ruhr (zwischen 400 km² in Meschede und 4.400 km² in Mülheim). Insbesondere zwischen Schwerte (WGA Westhofen) und Hagen (WGA Hengstey) nimmt das oberstromige Einzugsgebiet und der Abfluss durch den Zufluss der Lenne stark zu.

Tabelle 15.2 gibt das Untersuchungsspektrum der 61 Substanzen im Jahr 2023 wieder. Für Stoffe (n(S) = 22), die bereits seit 2008 analysiert werden, ergeben sich mit dem Jahr 2023 jeweils 553 Einzelanalysen. Seit 2012 werden vier weitere Verbindungen untersucht ([a] Codein, Clofibrinsäure, Phenazon und Primidon; Analysen n(A) = 427). Ab 2015 werden zusätzlich zehn Pharmaka ([b] Gabapentin, Metformin, Naproxen, Oxazepam, Pregabalin, Propanolol, Ranitidin, Tramadol sowie die Sulfadiazin und Sulfamethazin) und drei Metabolite analysiert ([b] Guanylharnstoff, N-Formyl-Aminoantipyrin [FAA] und N-Acetyl-Aminoantipyrin [AAA]; Analysen n(A) = 320). Im Jahr 2017 werden zwei weitere Pharmaka ([c] Lamotrigin, Venlaflaxin) und ein Flammschutzmittel ([c] Tri-isobutylphosphat [TiBP]) in die Untersuchung aufgenommen (n(A) = 248). Seit 2019 werden vier weitere FSM, Tri-(2-ethylhexyl)-phosphat (TEHP) und ortho-, meta- und para-Trikresylphosphat, sowie zwei weitere Arzneimittel-Metabolite Metoprololsäure und 10,11-Dihydroxi-10,11-Dihydro-Carbamazepin (DH-CBZ) untersucht ([d], n(A) = 176). Für die zwölf Pharmaka und Arzneimittel-Metabolite, die seit 2020 untersucht werden ([e], 2 Antibiotika [Clarithromycin, Erythromycin], acht Sartane [Azilsartan, Candesartan, Eprosartan, Irbesartan, Losartan, Olmesartan, Telmisartan und Valsartan], zwei Metabolite [Ibuprofen-2-hydroxid [IBU-H] und Valsartansäure]) liegen jetzt 140 Analysen vor. Das Korrosionsschutzmittel 1-H-Benzotriazol wurde seit Januar 2021 105 mal analysiert. Die im Jahr 2023 neu untersuchten perfluorierten Alkan- und Sulfonsäuren (PFAS) sind in Tabelle 15.3 zusammengestellt und wurden 36 Mal mit den in dieser Tabelle angegebenen BG analysiert.

Die Analytik der Wasserproben wird bei der Westfälischen Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen und Schwerte, gegebenenfalls nach einer stoffspezifischen Anreicherung mittels GC-MS oder LC-MS/MS durchgeführt. Die Bestimmungsgrenzen (BG) für eine sichere Quantifizierung in den Wasserproben aller Analyte sind in den Tabellen 15.2 und 15.3 aufgeführt.

Ergebnisse

Für die Stoffe, die von Anfang des Monitorings im Jahr 2008 untersucht werden, ergeben sich bislang 62 Beprobungen an jeder der neun Probenahmestellen. Aufgrund von fünf Probenausfällen (Bochum, Oktober 2020, Januar 2021; Essen, Januar 2012, Juli 2022; Mülheim, Juli 2022) summiert sich dies zu 553 Proben für den Zeitraum von 2008 bis 2023. In den Tabellen 15.2 und 15.3 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. Aufgrund der sensitiveren BG für PFAS (BG = 0,001 µg/L) wird hier nur über die 36 Analysen aus 2023 berichtet. Die früheren Untersuchungen, die insbesondere im Zeitraum 2008 bis 2011 deutlich höhere Gehalte im Ruhrwasser ergaben, bleiben hier unberücksichtigt.

Bei 19 von 61 Substanzen werden in keiner oder nur bis zu 10 % der Untersuchungen Positivbefunde festgestellt (Tabelle 15.2). Hierzu gehören fünf FSM, fünf Antibiotika, ein RKM sowie acht weitere Pharmaka. Seit 2008 werden zwei Substanzen, TCPP (FSM) und Metoprolol (HP) in mindestens 90 % der Untersuchungen über der BG detektiert (in mindestens 498 von n(A) = 553).

Bei den Substanzen, die seit 2012 in die Untersuchung aufgenommen wurden (n(S) = 39), zeigen sich bei insgesamt neun Parametern in mehr als 90 % der Untersuchungen Konzentrationen über der BG. Es handelt sich um Gabapentin, Metformin und die Metabolite Guanylharnstoff, FAA und AAA (mindestens 288 von n(A) = 320) sowie DH-CBZ und Metoprololsäure (mindestens 158 von n(A) = 176). Weiterhin gehören das Arzneimittel Candesartan (mindestens 126 von n(A) = 140) und das Korrosionsschutzmittel Benzotriazol (mindestens 95 von n(A) = 105) dazu. Bei 15 der 39 Stoffe (39 % der Substanzen), die seit 2012 in das Untersuchungsspektrum aufgenommen wurden, konnten jedoch keine oder nur vereinzelte Positivbefunde festgestellt werden.

Bei den im Jahr 2023 untersuchten perfluorierten Verbindungen (PFAS) zeigen fünf Substanzen in allen 36 Analysen Positivbefunde (Tabelle 15.3). Dies sind Perfluorbutanoat (PFBA), Perfluorhexanoat (PFHxA) und Perfluoroctanoat (PFOA) sowie Perfluorbutansulfonat (PFBS) und Perfluoroctansulfonat (PFOS), die bereits in den Untersuchungen zwischen 2008 und 2019 in der Ruhr nachgewiesen wurden [15.4]. Insgesamt 14 der 21 untersuchten PFAS wurden in den 36 Analysen im Jahr 2023 nicht oder nur sehr vereinzelt über der BG von 0,001 µg/L nachgewiesen. Dazu gehören die C9- bis C13-Carbonsäuren sowie C5- bis C13-Sulfonsäuren (außer PFOS).

[15.1] Skark, C.: Monitoring organischer Spurenstoffe in der Ruhr.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2022.- Schwerte, Essen, 196-208 (2023).

[15.2] Trinkwasserverordnung vom 20. Juni 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 159, 2).

[15.3] 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.

[15.4] Skark, C.: Monitoring organischer Spurenstoffe in der Ruhr.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2012.- Schwerte, Essen, 136-144 (2013).

Tabelle 15.2: Untersuchte Stoffe im AWWR-Monitoring "Organische Spurenstoffe in der Ruhr". AB – Antibiotika, BG – Bestimmungsgrenze, CAS-RN – Chemical Abstract Service Registrierungsnummer, FSM - Flammschutzmittel, HP – Humanpharmaka, KS – Korrosionsschutzmittel, M – Metabolit, RKM – Röntgenkontrastmittel, VP – Veterinärpharmaka. Grün – Anteil der Untersuchungen über der BG ≤ 10 %, hellgelb – Anteil der Untersuchungen mit Positivbefund ≥ 90 %, Anzahl aller Untersuchungen seit 2008 n(A) = 553 (außer [a] Codein, Clofibrinsäure, Phenazon und Primidon n(A) = 427 seit 2012; [b] Gabapentin, Metformin, Naproxen, Oxazepam, Pregabalin, Propanolol, Ranitidin, Sulfadiazin, Sulfamethazin, Tramadol, Guanylharnstoff, FAA, AAA n(A) = 320 seit 2015; [c] TiBP, Lamotrigin, Venlaflaxin n(A) = 248 seit 2017; [d] TEHP, omp-TKP, Metoprololsäure, DH-CBZ n(A) = 176 seit 2019; [e] Azilsartan Clarithromycin, Eprosartan, Erythromycin, Irbesartan, Losartan, Olmesartan, Telmisartan, Valsartan, IBU-H, Valsartansäure, n(A) = 140 seit 2020; [f] 1-H-Benzotriazol, n(A) = 105 seit 2021).

Table 15.2: Analysed substances in the scope of the AWWR-Monitoring "Trace organics in the river Ruhr". AB – antibiotics, BG – limit of quantification (LQ), CAS-RN – Chemical Abstract Service registry number, FSM – flame retardants, HP – human pharmaceuticals, KS – anti corrosion agent, M – metabolites, 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(A) = 553 since 2008 (except [a] Codein, Clofibrinsäure, Phenazon und Primidon n(A) = 427 since 2012; [b] Gabapentin, Metformin, Naproxen, Oxazepam, Pregabalin, Propanolol, Ranitidin, Sulfadiazin, Sulfamethazin, Tramadol, Guanylurea, FAA, AAA n(A) = 320 since 2015; [c] TiBP, Lamotrigin, Venlaflaxin n(A) = 248 since 2017; [d] TEHP, omp-TKP, Metoprololsäure, DH-CBZ n(A) = 176 since 2019; [e] Azilsartan Clarithromycin, Eprosartan, Erythromycin, Irbesartan, Irbesartan, Losartan, Olmesartan, Telmisartan, Valsartan, IBU-H, Valsartansäure, n(A) = 140 since 2020; [f] 1-H-Benzotriazol, n(A) = 105 since 2021).

Lfd. Nr.	Substanz	Kurzzeichen	Stoffgruppe	CAS-RN	Positiv-befunde	BG
					[%]	[µg/L]
1	Tributylphosphat	TBP	FSM	126-73-8	30	0,020
2	Tri-isobutylphosphat	TiBP [c]	FSM	126-71-6	59	0,020
3	Trisphenylphosphat	TPP	FSM	115-86-6	5	0,020
4	Tris-(2-Chlorethyl)-phosphat	TCEP	FSM	115-96-8	70	0,020
5	Tris-(2-Chlorpropyl)-phosphat	TCPP	FSM	13674-84-5	97	0,020
6	Tris-(butoxyethyl)-phosphat	TBEP	FSM	78-51-3	80	0,020
7	Tris-(dichlorpropyl)-phosphat	TDCP	FSM	13674-87-8	64	0,020
8	Tris-(2-ethylhexyl)-phosphat	TEHP [d]	FSM	78-42-2	3	0,020
9	o-Trikresylphosphat	oTKP [d]	FSM	78-30-8	6	0,020
10	m-Trikresylphosphat	mTKP [d]	FSM	563-04-2	6	0,020
11	p-Trikresylphosphat	pTKP [d]	FSM	78-32-0	6	0,020
12	Atenolol		HP	29122-68-7	7	0,025
13	Azilsartan	[e]	HP	147403-03-0	0	0,050
14	Bezafibrat		HP	41859-67-0	36	0,025
15	Candesartan	CDS [e]	HP	139481-59-7	92	0,050
16	Carbamazepin	CBZ	HP	298-46-4	82	0,025
17	Clarithromycin	[e]	HP-AB	81103-11-9	7	0,025
18	Clofbrinsäure	[a]	HP	882-09-7	0	0,050
19	Codein	[a]	HP	76-57-3	0	0,050
20	Diclofenac	DCF	HP	15307-86-5	85	0,050
21	Eprosartan	[e]	HP	133040-01-4	0	0,050
22	Erythromycin	[e]	HP-AB	114-07-8	0	0,025
23	Gabapentin	GBP [b]	HP	60142-96-3	98	0,050
24	Ibuprofen		HP	15687-27-1	17	0,050
25	Irbesartan	[e]	HP	138402-11-6	11	0,050
26	Lamotrigin	[c]	HP	84057-84-1	80	0,050
27	Losartan	[e]	HP	114798-26-4	0	0,050

Tabelle 15.2: Untersuchte Stoffe im AWWR-Monitoring "Organische Spurenstoffe in der Ruhr" (Fortsetzung, Abkürzungen vgl. S. 144
Table 15.2: Analysed substances in the scope of the AWWR-Monitoring "Trace organics in the river Ruhr" (continuation, abbreviations cf. p. 144)

Lfd. Nr.	Substanz	Kurzzeichen	Stoff-gruppe	CAS-RN	Positiv-befunde	BG
					[%]	[µg/L]
28	Metformin	MTF [b]	HP	657-24-9	100	0,050
29	Metoprolol	MTP	HP	51384-51-1	95	0,025
30	Naproxen	[b]	HP	22204-53-1	17	0,100
31	Olmesartan	[e]	HP	144689-63-4	11	0,050
32	Oxazepam	[b]	HP	604-75-1	5	0,050
33	Phenazon	[a]	HP	60-80-0	11	0,025
34	Pregabalin	[b]	HP	148553-50-8	39	0,050
35	Primidon	[a]	HP	125-33-7	27	0,050
36	Propanolol	[b]	HP	525-66-6	0	0,025
37	Ranitidin	[b]	HP	66357-35-5	10	0,025
38	Sotalol		HP	3930-20-9	49	0,025
39	Sulfadiazin	[b]	HP/VP-AB	68-35-9	2	0,050
40	Sulfamethazin	[b]	HP/VP-AB	57-68-1	0	0,050
41	Sulfamethoxazol	SMX	HP-AB	723-46-6	64	0,050
42	Sulfapyridin		HP-AB	144-83-2	46	0,050
43	Telmisartan	[e]	HP	144701-48-4	32	0,050
44	Tramadol	[b]	HP	27203-92-5	46	0,025
45	Trimetoprim		HP/VP-AB	738-70-5	3	0,025
46	Valsartan	VS [e]	HP	137862-53-4	64	0,050
47	Venlafaxin	[c]	HP	93413-69-5	19	0,025
48	Guanylharnstoff	GH [b]	HP-M	141-83-3	97	0,050
49	N-Formyl-Aminoantipyrin	FAA [b]	HP-M	1672-58-8	100	0,025
50	N-Acetyl-Aminoantipyrin	AAA [b]	HP-M	83-14-8	100	0,025
51	Metoprololsäure	MTPS [d]	HP-M	56392-14-4	98	0,025
52	Dihydroxy-Dihydro-Carbamazepin	DH-CBZ [d]]	HP-M	35079-97-1	93	0,025
53	Ibuprofen-2-Hydroxid	IBU-H [e]	HP-M	51146-55-5	31	0,050
54	Valsartansäure	VSS [e]	HP	164265-78-5	74	0,050
55	Amidotrizoesäure	ATZ	RKM	117-96-4	82	0,050
56	Iohexol		RKM	66108-95-0	67	0,050
57	Iomeprol		RKM	78649-41-9	73	0,050
58	Iopamidol	IPM	RKM	60166-93-0	67	0,050
59	Iopromid		RKM	73334-07-3	59	0,050
60	Ioxithalaminsäure		RKM	28179-44-4	4	0,050
61	1-H-Benzotriazol	[f]	KSP	95-14-7	100	0,025

Tabelle 15.3: Untersuchte Perfluoralkyl-Substanzen (PFAS) im AWWR-Monitoring "Organische Spurenstoffe in der Ruhr" im Jahr 2023.Abkürzungen vgl. Tabelle 15.2; Grün – Anteil der Untersuchungen über der BG ≤ 10 %, hellgelb – Anteil der Untersuchungen mit Positivbefund ≥ 90 %; Anzahl der Untersuchungen n(A) = 36.

Table 15.3: Analysed Perfluoralkyl Substances (PFAS) in the scope of the AWWR-Monitoring "Trace organics in the river Ruhr" in the year 2023. Abbrevations cf. Table 15.2; Green: substances with less than 10 % results above LQ, pale yellow – ratio of results > LQ exceeds 90 % of all samples; number of samples n(A) = 36.

Lfd. Nr.	Substanz	Kurzzeichen	Stoffgruppe	CAS-RN	Positiv-befunde	BG
					[%]	[µg/L]
1	Perfluoroctonoat	g-PFOA	PFAS	335-67-1	100	0,001
2	Perfluoroctansulfonat	g-PFOS	PFAS	1763-23-1	100	0,001
3	Perfluorbutanoat	PFBA	PFAS	375-22-4	100	0,001
4	Perfluorpentanoat	PFPA	PFAS	2706-30-3	86	0,001
5	Perfluorhexanoat	PFHxA	PFAS	307-24-4	100	0,001
6	Perfluorheptanoat	PFHpA	PFAS	375-85-9	64	0,001
7	Perfluornonanoat	PFNA	PFAS	375-95-1	0	0,001
8	Perfluordecanoat	PFDA	PFAS	335-76-2	0	0,001
9	Perfluorundecanoat	PFUnA	PFAS	2058-94-8	0	0,001
10	Perfluordodecanoat	PFDoA	PFAS	307-55-1	0	0,001
11	Perfluortridecanoat	PFTrA	PFAS	72629-94-8	0	0,001
12	Perfluorbutansulfonat	g-PFBS	PFAS	29420-49-3	100	0,001
13	Perfluorpentansulfonat	PFPS	PFAS	2706-91-4	3	0,001
14	Perfluorhexansulfonat	g-PFHxS	PFAS	432-50-7	8	0,001
15	Perfluorheptansulfonat	PFHpS	PFAS	1763-23-1	0	0,001
16	Perfluornonansulfonat	PFNS	PFAS	68259-12-1	0	0,001
17	Perfluordecansulfonat	PFDS	PFAS	335-77-3	0	0,001
18	Perfluorundecansulfonat	PFUnS	PFAS	749786-16-1	0	0,001
19	Perfluordodecansulfonat	PFDoS	PFAS	79780-39-5	0	0,001
20	Perfluortridecansulfonat	PFTrS	PFAS	791563-89-8	0	0,001
21	Perfluoroctansulfonamid	PFOSA	PFAS	754-91-6	0	0,001

Konzentrationsbetrachtungen

Tabelle 15.4 gibt einen Überblick zu Konzentrationsgrößen ausgewählter Substanzen. Dabei werden 19 Stoffe gezeigt, bei denen in mehr als 20 % der Analysen seit 2008 Befunde über der BG (mindestens 111 von n(A) = 553) festgestellt wurden. Zusätzlich sind Ergebnisse für Primidon (n(A) = 427) und TiBP (n(A) = 248) mit geringerer Analysenhäufigkeit 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 aktuellen BG liegen, erscheint dies in den Tabellen vermerkt.

Für den Betrachtungszeitraum 2008 - 2023 liegen für den Betablocker Metoprolol und das Flammschutzmittel TCPP sowie vier RKM die Medianwerte über 0,1 µg/L. Maximale Konzentrationen über 0,5 µg/L treten für Röntgenkontrastmittel und einzelne Flammschutzmittel auf. Für sieben Substanzen werden noch die Median-Konzentrationen unter der BG (5 Pharmaka, 2 FSM) ermittelt. Für TBP, Primidon und Sulfapyridin ist dies auch für den 75-Perzentilwert der Fall.

In Tabelle 15.5 sind die Ergebnisse für die Stoffe mit mehr als 20 % Befunden über der BG zusammengestellt, die nach 2015 in die Untersuchung aufgenommen wurden (16 Substanzen). Für Candesartan, Gabapentin, Metformin sowie die Metabolite AAA, FAA, Guanylharnstoff und Metoprololsäure ebenso wie 1-H-Benzotriazol lassen sich Mediankonzentrationen deutlich über 0,1 µg/L im Untersuchungszeitraum bis 2023 ermitteln. Maximale Gehalte über 0,5 µg/L treten für neun Stoffe

*Tabelle 15.4: Ergebnisübersicht aller Analysen für Stoffe mit Anteilen von Positivbefunden über 20 %. Q – Perzentil, sonstige Abkürzungen vgl. Tabelle 15.2, n = 553 (Zeitraum 2008 – 2023); Primidon n(A) = 427; TiBP n(A) = 248. Grün: Konzentration < BG, grau: 0,09 µg/L < Konzentration ≤ 0,1 µg/L, gelb: 0,1 µg/L < Konzentration ≤ 0,5 µg/L, orange: 0,5 µg/L < Konzentration. Werte < BG werden für die Berechnung mit 0,5 * BG angesetzt.*

*Table 15.4: Overview of analytical results for substances with a ratio of results above LQ greater than 20 %. Q – percentile, other abbreviations cf. table 15.2, n = 553 (period of analyses 2008 – 2023); Primidon n(A) = 427; TiBP n(A) = 248. 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.*

Lfd. Nr.	Substanz	Q25	arithmetischer Mittelwert	Median	Q75	Q90	Maximum
		[µg/L]					
1	TBP	< BG	< BG	< BG	< BG	0,032	0,600
2	TiBP	< BG	0,033	0,025	0,041	0,065	0,295
3	TCEP	< BG	0,037	0,023	0,042	0,080	0,484
4	TCPP	0,060	0,133	0,109	0,180	0,253	1,325
5	TBEP	< BG	0,047	0,039	0,067	0,092	0,278
6	TDCPP	< BG	0,022	< BG	0,026	0,040	0,329
7	Bezafibrat	< BG	< BG	< BG	0,034	0,055	0,089
8	Carbamazepin	0,030	0,057	0,052	0,081	0,110	0,190
9	Diclofenac	< BG	0,082	0,069	0,120	0,160	0,490
10	Metoprolol	0,058	0,124	0,110	0,170	0,230	0,460
11	Primidon	< BG	< BG	< BG	< BG	0,034	0,079
12	Sotalol	< BG	0,033	< BG	0,048	0,074	0,150
13	Sulfamethoxazol	< BG	< BG	< BG	0,062	0,086	0,140
14	Sulfapyridin	< BG	< BG	< BG	< BG	0,053	0,130
15	Amidotrizoesäure	0,075	0,236	0,200	0,350	0,500	0,830
16	Iohexol	< BG	0,224	0,130	0,320	0,540	1,800
17	Iomeprol	< BG	0,364	0,210	0,570	0,958	2,000
18	Iopamidol	< BG	0,344	0,220	0,540	0,848	2,300
19	Iopromid	< BG	0,127	0,073	0,160	0,309	1,100

auf, wovon fünf Substanzen Metabolite sind. Für vier Verbindungen liegt der Medianwert unterhalb der BG. Dazu zählen unter anderem der Blutdrucksenker Telmisartan und der Schmerzmittel-Metabolit IBU-H, die erst 2020 in die Untersuchung aufgenommen wurden.

Eine Übersicht der Untersuchungen auf die Gehalte an PFAS gibt Tabelle 15.6. Die mittleren Gehalte im Ruhrwasser im Jahr 2023 erreichen oder liegen unter 0, 005 µg/L. Lediglich die Maximalkonzentration von PFOA übersteigt den Wert von 0,01 µg/L in Meschede am 23.01.2023 und 24.07.2023 mit 0,012 µg/L. Bei den Stoffen mit mehr als 20 % Positivbefunden handelt es sich um die C4- bis C8-Carbonsäuren und die Sulfonate PFBS (C4) und PFOS (C8). Maximale Gehalte häufig gefundener PFAS an ausgewählten Orten im Ruhr-Längsverlauf sind in Bild 15.1 dargestellt. Weiterhin sind die PFAS-Summen, die ab 2026 bzw. 2028 mit einem Grenzwert der TrinkwV belegt sind, an ausgewählten Probenahmeorten als Mittel- und Maximalwert in den Bildern 15.2 und 15.3 wiedergegeben. Bereits im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser der Ruhr werden die zukünftigen Grenzwerte der TrinkwV eingehalten. Dabei wird der ab 2026 gültige Grenzwert Summe PFAS-20 von 0,1 µg/L maximal zu 37 % erreicht (Bild 15.2).

Der ab 2028 gültige Grenzwert Summe PFAS-4 von 0,02 µg/L wird im Oberflächenwasser der Ruhr auch eingehalten (Bild 15.3). In zwölf der 36 Untersuchungen wurden die Hälfte des Grenzwerts und mehr festgestellt. Die maximale Summe PFAS-4 wurde mit 0,018 µg/L in Meschede am 24.07.2023 gefunden, wodurch das nicht aufbereitete Flusswasser einen Gehalt von ca. 90 % des zukünftigen Trinkwasser-Grenzwerts erreicht (Bild 15.3). Die im Jahr 2023 gefundenen Gehalte an PFOA und PFOS liegen deutlich unter den Werten, die im Zeitraum 2006 bis 2009 in der Ruhr zu finden waren [15.5]. Auch Untersuchungen von Oberflächenwasser der Ruhr und bundesweiter Trinkwasserproben zeigen in den letzten Jahren diese Entwicklung zu sehr geringen PFAS-Gehalten [15.6-15.7]

[15.5] Bergmann, S.; Leuchs, W.: Verbreitung von PFT in der Umwelt.- LANUV Fachbericht 34, Recklinghausen (2011).

[15.6] Borchers, U.: PFAS im Trinkwasser – gesetzliche Regulierung, Toxikologie und Überblick über Befunde.- Mitteilungen der Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie 29 (1), 1-8 (2023).

[15.7] Ruhrverband: Stoffe in der Ruhr – Retrospektive aus Sicht der instrumentellen Analytik.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2022.- Schwerte, Essen, 131-140 (2023).

*Tabelle 15.5: Ergebnisübersicht aller Analysen für Stoffe mit Anteilen von Positivbefunden über 20 % und Aufnahme in das Monitoring zwischen 2015 und 2021. Q – Perzentil, sonstige Abkürzungen vgl. Tabelle 15.2, n(A) = 320, Lamotrigin n(A) = 248, Metoprololsäure, DH-CBZ n(A) = 176, Candesartan, Chlarithromycin, Irbesartan, Olmesartan, Telmisartan, Valsartan, Valsartansäure, IBU-H n(A) = 140; Benzotriazol n(A) = 105. Grün: Konzentration < BG, grau: 0,09 µg/L < Konzentration ≤ 0,1 µg/L, gelb: 0,1 µg/L < Konzentration ≤ 0,5 µg/L, orange: 0,5 µg/L < Konzentration. Werte < BG werden für die Berechnung mit 0,5 * BG angesetzt.*

*Table 15.5: Overview of analytical results for substances with a ratio of results above LQ greater than 20 % and integration to the monitoring between 2015 and 2021. Q – percentile, other abbreviations cf. table 15.2. n(A) = 320, Lamotrigin n(A) = 248, Metoprololsäure, DH-CBZ n(A) = 140, Candesartan, Chlarithromycin, Irbesartan, Olmesartan, Telmisartan, Valsartan, Valsartansäure, IBU-H n(A) = 140; Benzotriazole n(A) = 105. 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.*

Lfd. Nr.	Substanz	Q25	arithmetischer Mittelwert	Median	Q75	Q90	Maximum
		[µg/L]					
1	Candesartan	0,096	0,186	0,145	0,250	0,385	0,590
2	Gabapentin	0,170	0,341	0,290	0,450	0,704	1,100
3	Lamotrigin	< BG	0,083	0,074	0,110	0,160	0,240
4	Metformin	0,290	0,572	0,425	0,700	1,010	2,600
5	Pregabalin	< BG	< BG	< BG	< BG	0,059	0,100
6	Telmisartan	< BG	< BG	< BG	0,055	0,083	0,130
7	Tramadol	< BG	0,026	< BG	0,037	0,051	0,087
8	Valsartan	< BG	0,091	0,064	0,120	0,211	0,350
9	AAA	0,150	0,223	0,210	0,280	0,350	0,730
10	DH-CBZ	0,047	0,091	0,077	0,130	0,160	0,310
11	FAA	0,160	0,338	0,290	0,470	0,651	1,100
12	Guanylharnstoff	1,500	2,846	2,500	4,000	5,300	13,000
13	IBU-H	< BG	< BG	< BG	0,053	0,074	0,200
14	Metoprololsäure	0,060	0,133	0,100	0,143	0,260	0,830
15	Valsartansäure	< BG	0,162	0,090	0,235	0,436	0,660
16	1-H-Benzotriazol	0,193	0,459	0,380	0,620	0,940	1,294

Bezogen auf die Probenahmeorte werden in Tabelle 15.7 die Medianwerte von 16 Stoffen mit mehr als 20 % Positivbefunden für den Betrachtungszeitraum 2008 - 2023 wiedergegeben. Primidon, Sulfapyridin und TBP treten örtlich und zeitlich so vereinzelt auf, dass für keine Probenahmestelle Mediangehalte über der BG ermittelt werden können, weshalb sie in Tabelle 15.7 nicht dargestellt sind. Die Anzahl der Parameter, die Mediankonzentrationen über 0,1 µg/L zeigen, nimmt ruhrabwärts zu. In der langjährigen Beprobung liegen in Wickede im Mittel nur drei RKM (Amidotrizoesäure, Iomeprol, Iopamidol) über 0,1 µg/l. Zusätzlich zu diesen RKM wird ab Fröndenberg und dann weiter ruhrabwärts zusätzlich TCPP im Mittel über 0,1 µg/L gefunden. In Schwerte werden für Diclofenac, Metoprolol und das RKM Iohexol Medianwerte über 0,1 µg/L ermittelt. In Hagen sinken die Medianwerte für Diclofenac und Metoprolol auf Werte ≤ 0,1 µg/L. Zusätzlich tritt in Hagen das RKM Iopromid mit einem Median-

Tabelle 15.6: Ergebnisübersicht aller Analysen 2023 für PFAS mit Anteilen von Positivbefunden über 20 %. Q – Perzentil; sonstige Abkürzungen vgl. Tabelle 15.3; n(A) = 36.

Table 15.6: Overview of analytical results 2023 for PFAS with a ratio of results above LQ greater than 20 %. Q – percentile; other abbreviations cf. table 15.3; n(A) = 36.

Lfd. Nr.	Substanz	Q25	arithmetischer Mittelwert	Median	Q75	Q90	Maximum
		[µg/L]					
1	g-PFOA	0,003	0,005	0,005	0,005	0,008	0,012
2	g-PFOS	0,003	0,004	0,004	0,005	0,005	0,006
3	PFBA	0,002	0,003	0,003	0,004	0,005	0,005
4	PFPA	0,002	0,003	0,003	0,004	0,006	0,007
5	PFHxA	0,002	0,003	0,002	0,003	0,004	0,005
6	PFHpA	< BG	0,002	0,001	0,002	0,004	0,006
7	g-PFBS	0,002	0,003	0,003	0,004	0,005	0,009

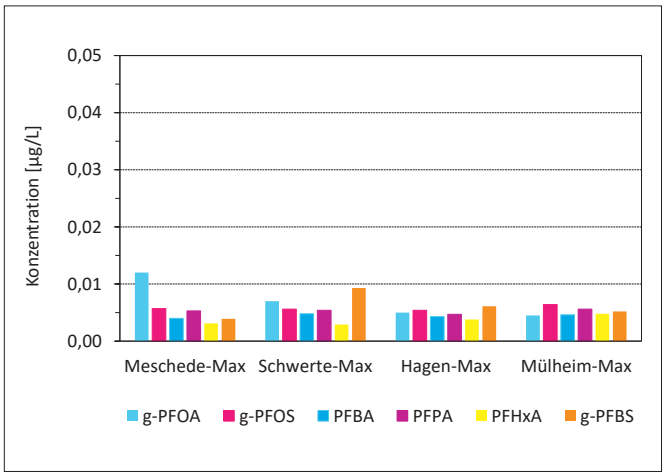


Bild 15.1: Maximale Gehalte ausgewählter, häufig detektierter PFAS an ausgewählten Probenahmeorten längs der Ruhr in den Untersuchungen des Jahres 2023, Abkürzungen vgl. Tabelle 15.3. Max - Maximalgehalt

Fig. 15.1: Maximal concentrations of selected, often detected PFAS at selected sampling points in the river Ruhr in analyses of 2023, abbreviations cf. table 15.3. Max - Maximum

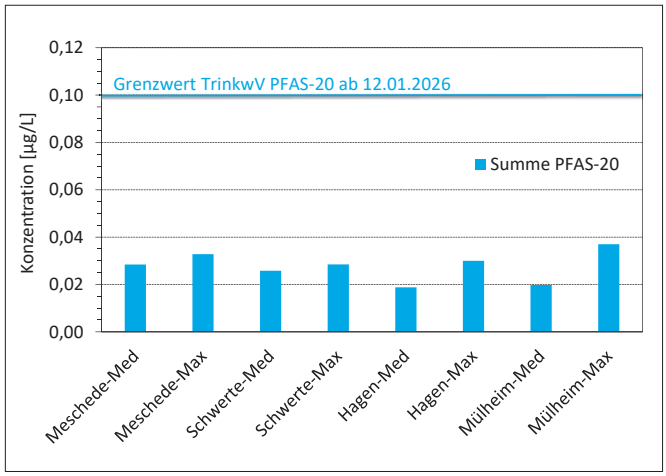


Bild 15.2: Mittlere und maximale Gehalte der Summe von PFAS-20 im Oberflächenwasser der Ruhr an ausgewählten Probenahmeorten im Vergleich zu den zukünftigen Grenzwerten der TrinkwV. Abkürzungen vgl. Tabelle 15.3. Untersuchungen je Probenahmeort n(A) = 4. PFAS-20: Summe PFBA, PFPA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnA, PFDoA, PFTrA, PFBS, PFPS, PFHxS, PFHpS, PFNS, PFDS, PFUnS, PFDoS, PFTrS. Max – Maximalgehalt, Med - Mediangehalt

Fig. 15.2: Mean and maximal concentration of the sum PFAS-20 in the surface water of the river Ruhr at selected sampling points in comparison to the future limit values of the drinking water ordinance (TrinkwV). Abbreviations cf. table 15.3. Analyses per sampling point n(A) = 4. PFAS-20: Sum PFBA, PFPA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnA, PFDoA, PFTrA, PFBS, PFPS, PFHxS, PFHpS, PFNS, PFDS, PFUnS, PFDoS, PFTrS. Max – Maximum, Med – median concentration

wert über 0,1 µg/L auf. Ab Bochum ruhrabwärts wird dieser Wert bei insgesamt sieben Verbindungen überschritten.

Nach dem Zufluss der Lenne zwischen Schwerte und Hagen sinken die mittleren Konzentrationen bei insgesamt 17 von 30 abwasserbürtigen Stoffen, die in den Tabellen 15.7 und 15.8 aufgeführt sind. Dies deutet auf einen Zufluss von Wasser aus der Lenne, das für einige Substanzen geringere Konzentrationen als die oberstromige Ruhr aufweist. Aber für sieben der 30 Substanzen ergibt sich nach dem Zustrom von Lenne-Wasser ein deutlich steigender Mittelwert, so dass auch ein Beitrag der Lenne zur Zunahme der mittleren Stoff-Konzentrationen in der Ruhr angenommen werden kann. Auch im weiteren Ruhrverlauf können mittlere Konzentrationen gegenüber oberstromigen Probenahmestellen durch biotische und abiotische Abbauprozesse abnehmen. So liegen bei acht von 30 Substanzen die Medianwerte – wenn auch teilweise nur geringfügig – in Mülheim unter denen in Essen, z. B. für den Blutdrucksenker Valsartan und den Metaboliten Guanylharnstoff.

Unter den Flammschutzmitteln sticht TCPP im Jahr 2023, wie in den Vorjahren, mit häufigen Nachweisen über der BG (33 von 36 Proben) und häufigen mittleren Konzentrationen über 0,1 µg/L hervor (14 Proben). Die maximale Konzentration von 0,7 µg/L wurde – wie im Vorjahr – in Schwerte beobachtet (24.04.23).

Bei den RKM liegen in der langjährigen Betrachtung mittlere Konzentrationen oberhalb von Wickede unter der Bestimmungsgrenze (Tabelle 15.7). In Arnsberg und Meschede sind auch im Jahr 2023 lediglich vereinzelte Positivbefunde für Amidotrizoesäure und Iohexol festzustellen. Iodierte Röntgenkontrastmittel nehmen im Ruhrverlauf in ihrer Konzentration zu.

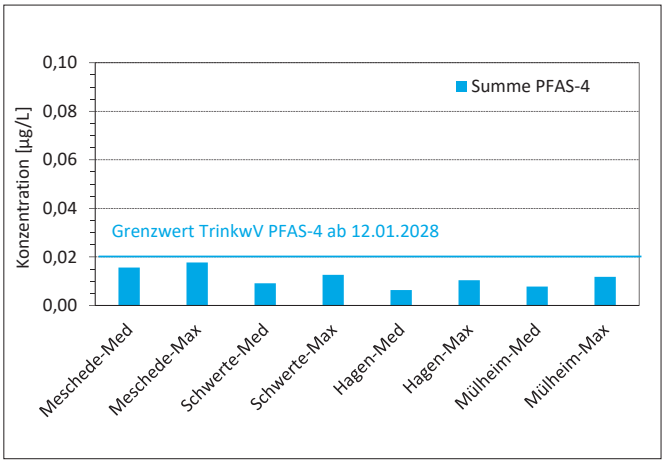


Bild 15.3: Mittlere und maximale Gehalte der Summen von PFAS-4 im Oberflächenwasser der Ruhr an ausgewählten Probenahmeorten im Vergleich zu den zukünftigen Grenzwerten der TrinkwV. Abkürzungen vgl. Tabelle 15.3. Untersuchungen je Probenahmeort n(A) = 4. PFAS-4: Summe PFOA, PFNA, PFHxS, PFOS. Max - Maximalgehalt, Med - Mediangehalt

Fig. 15.3: Mean and maximal concentration of the sum PFAS-4 in the surface water of the river Ruhr at selected sampling points in comparison to the future limit values of the drinking water ordinance (TrinkwV). Abbreviations cf. table 15.3. Analyses per sampling point n(A) = 4. PFAS-4: Sum PFOA, PFNA, PFHxS, PFOS. Max – Maximum, Med – median concentration

*Tabelle 15.7: Ergebnisübersicht der Mediangehalte [µg/L] in den einzelnen Probenahmestellen (Zeitraum 2008 – 2023; abweichend TiBP n(A) ≤ 24). Abkürzungen vgl. Tabelle 15.2. Grün: Konzentration < BG, grau: 0,09 µg/L < Konzentration ≤ 0,1 µg/L, gelb: 0,1 µg/L < Konzentration ≤ 0,5 µg/L, orange: 0,5 µg/L < Konzentration. Werte < BG werden für die Berechnung mit 0,5 * BG angesetzt.*

*Table 15.7: Median concentrations [µg/L] in every sampling point (period 2008 – 2023; diverging TiBP n(A) ≤ 24). Abbreviations cf. table 15.2. 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	< BG	0,021	0,032	0,028	0,043	0,039	0,032
TCEP	< BG	< BG	< BG	< BG	0,042	0,022	0,034	0,037	0,022
TCPP	0,040	0,036	0,075	0,118	0,137	0,109	0,177	0,168	0,171
TBEP	< BG	< BG	0,038	0,045	0,055	0,035	0,053	0,053	0,050
TDCPP	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,023	0,026	< BG
Bezafibrat	< BG	< BG	< BG	< BG	0,029	< BG	0,031	0,027	0,029
Carbamazepin	0,028	<BG	0,042	0,041	0,060	0,060	0,086	0,085	0,090
Diclofenac	0,100	<BG	0,062	0,063	0,110	0,060	0,078	0,081	0,087
Metoprolol	0,072	0,035	0,091	0,094	0,130	0,100	0,165	0,190	0,210
Sotalol	<BG	<BG	<BG	0,025	0,031	<BG	0,029	0,032	0,030
Sulfamethoxazol	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	0,062	0,065	0,066
Amidotrizoesäure	<BG	<BG	0,165	0,180	0,250	0,240	0,335	0,355	0,460
Iohexol	<BG	<BG	0,079	0,089	0,110	0,160	0,275	0,300	0,510
Iomeprol	<BG	<BG	0,104	0,135	0,290	0,330	0,640	0,680	0,640
Iopamidol	<BG	<BG	0,250	0,370	0,340	0,310	0,335	0,355	0,500
Iopromid	<BG	<BG	0,038	0,063	0,075	0,130	0,165	0,190	0,180

So liegen ab Hagen mittlere Konzentrationen von fünf RKM für den Zeitraum 2008 - 2023 über 0,1 µg/L. Wie in den Vorjahren werden auch 2023 vereinzelt RKM mit Konzentrationen von 1 µg/L und mehr im Oberflächenwasser gefunden (6 Funde; Iohexol: Bochum, Essen, Mülheim, 24.04.23 und Mülheim, 23.10.23; Iomeprol: Essen, Bochum, 24.04.23). Wie im Vorjahr gewinnen im Jahr 2023 die Nachweise von Iohexol gegenüber Amidotrizoesäure und Iopamidol sowohl in Hinblick auf ihre Konzentrationshöhe als auch in Hinblick auf ihre Auftretenshäufigkeit an Bedeutung. Iohexol und Iomeprol weisen in ca. 70 % der Untersuchungen im Jahr 2023 Gehalte von mehr als 0,1 µg/L auf. Möglicherweise deutet dies ein verändertes Anwendungsmuster mit dem verstärkten Einsatz von Iohexol und Iomeprol an. In 15 der 36 Einzelproben des Jahres 2023 werden RKM-Summenkonzentrationen über 1 µg/L festgestellt. Diese hohen Summenkonzentrationen werden zumeist ab Schwerte ruhrabwärts gefunden.

Bei den seit längerer Zeit untersuchten Pharmaka wird lediglich für Metoprolol an allen Probenahmestellen ein Mediangehalt über der Bestimmungsgrenze ermittelt, der ab Schwerte ruhrabwärts 0,1 µg/L erreicht und überschreitet (Betrachtungszeitraum 2008 - 2023, Tabelle 15.7). Das Schmerzmittel Diclofenac zeigt in Meschede und Schwerte derartige Medianwerte. Zusammen mit Carbamazepin weisen diese Verbindungen auch im Jahr 2023 die meisten Befunde über der BG in der Gruppe der Pharmaka, die seit 2008 untersucht werden, auf. Metoprolol wird im Jahr 2023 in 31 von 36 Proben über der BG und in neun Proben mit Gehalten von 0,1 µg/L und darüber gefunden (Maximalwert 0,21 µg/L, Mülheim 23.10.23). Diclofenac wird 2023 in 23 von 36 Proben über der BG von 0,05 µg/L und in sechs Proben über 0,1 µg/L (Maximalgehalt 0,17 µg/L, Mülheim 23.10.23) nachgewiesen. Carbamazepin wird im Jahr 2023 in 17 Proben über der BG bestimmt (Maximalwert 0,075 µg/L, Mülheim 24.07.23). Der zugehörige Metabolit 10,11-Dihydroxy-10,11-Dihydro-Carbamazepin (DH-CBZ) wird dagegen 2023 in 32 Proben über der BG und in sieben Proben mit Konzentrationen über 0,1 µg/L gefunden (Maximum 0,15 µg/L, Mülheim 24.07.23). Für den Betrachtungszeitraum ab 2019 tritt DH-CBZ im Mittel ab Bochum ruhrabwärts mit mittleren Konzentrationen über 0,1 µg/L auf (Tabelle 15.8). Der Metabolit Metoprololsäure wird 2023 in fast jeder Probe über der BG (34 von 36 Proben) und in acht Proben über 0,1 µg/L analysiert. Die Maximalkonzentration beträgt 0,12 µg/L (Mülheim 23.10.23). Metoprololsäure tritt ab Bochum ruhrabwärts mit mittleren Gehalten über 0,1 µg/L auf (Untersuchung seit 2019, Tabelle 15.8). Sowohl für Carbamazepin und DH-CBZ als auch für Metoprolol und Metoprololsäure sowie für Diclofenac sind 2023 gegenüber dem Vorjahr niedrigere Maximalkonzentrationen und weniger Befunde > 0,1 µg/L zu beobachten. Dies kann eine Folge höherer Abflüsse in der Ruhr im Jahr 2023 sein.

*Tabelle 15.8: Ergebnisübersicht der Mediangehalte [µg/L] in den einzelnen Probenahmestellen, Monitoringbeginn 2015 (n(A) = 36), 2017 (n(A) = 28), 2019 (n(A) = 20), 2020 (n(A) = 16) und 2021 (n(A) = 12). Abkürzungen vgl. Tabelle 15.2, kumulierte Betrachtung des jeweiligen Untersuchungszeitraums. 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 ≤ 1 µg/L, rot: 1 µg/L < Konzentration. Werte < BG werden für die Berechnung mit 0,5 * BG angesetzt.*

*Table 15.8: Median concentrations [µg/L] in every sampling point, start of monitoring 2015 (n(A) = 36), 2017 (n(A) = 28), 2019 (n(A) = 20), 2020 (n(A) = 16) and 2021 (n(A) = 12). Abbreviations cf. table 15.2, cumulated consideration over the respective analytical period. 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 ≤ 1 µg/L, red: 1 µg/L < concentration. Calculation considered values < LQ with 0,5 * LQ.*

Stoff	Probenahmestelle								
	Meschede	Arnsberg	Wickede	Fröndenberg	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
	[µg/L]								
Candesartan	0,110	0,046	0,130	0,110	0,170	0,180	0,260	0,230	0,300
Gabapentin	0,220	0,120	0,240	0,240	0,365	0,325	0,480	0,440	0,540
Lamotrigin	0,053	<BG	0,062	0,065	0,088	0,077	0,110	0,105	0,125
Metformin	0,450	0,220	0,345	0,400	0,440	0,465	0,505	0,460	0,460
Telmisartan	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	0,059	0,058	0,070
Tramadol	<BG	<BG	<BG	<BG	0,033	0,028	0,039	0,037	0,039
Valsartan	<BG	<BG	<BG	<BG	0,095	0,090	0,103	0,130	0,110
AAA	0,165	0,100	0,175	0,180	0,220	0,220	0,270	0,270	0,280
DH-CBZ	0,056	0,034	0,060	0,063	0,097	0,086	0,130	0,120	0,140
FAA	0,150	0,096	0,220	0,210	0,390	0,325	0,500	0,500	0,560
Guanylharnstoff	3,600	1,500	2,300	2,350	3,850	2,600	2,850	2,600	2,000
Metoprololsäure	0,085	0,046	0,064	0,075	0,092	0,089	0,120	0,130	0,150
Valsartansäure	<BG	<BG	0,066	0,065	0,101	0,145	0,220	0,120	0,210
1-H-Benzotriazol	0,180	0,107	0,300	0,270	0,400	0,575	0,780	0,510	0,620

Unter den Antibiotika werden im Jahr 2023 vereinzelt die Sulfonamide Sulfamethoxazol (6 Proben > BG) und Sulfapyridin (1 Probe > BG) nachgewiesen. Auch diese Befunde liegen unter denen des Vorjahrs.

Die Pharmaka, die ab 2015 und später in das Monitoring integriert wurden und gleichzeitig häufig über der BG gefunden wurden, sind mit den Medianwerten seit ihrer Einbeziehung in das Untersuchungsprogramm für die einzelnen Probenahmeorte in Tabelle 15.8 zusammengestellt. Insgesamt sechs Verbindungen – der Blutdrucksenker Candesartan, der Krampflöser Gabapentin und das Antidiabetikum Metformin sowie die Arzneimittel-Metabolite AAA, FAA und Guanylharnstoff – treten bereits in Meschede an der oberen Ruhr mit Mediangehalten über 0,1 µg/L auf.

Für Guanylharnstoff wird bereits in Meschede ein Median von deutlich über 3 µg/L ermittelt. Die höchste mittlere Konzentration wird in Schwerte mit 3,85 µg/L beobachtet (Zeitraum 2015 - 2023). Zwischen Meschede und Schwerte und danach ruhrabwärts nehmen die Medianwerte jedoch ab. Dies kann auf einen Abbau im Gewässer oder durch den Zustrom unbelasteten Wassers zurückzuführen sein. Im Jahr 2023 wird Guanylharnstoff wie in den Vorjahren häufig mit Konzentrationen über 1 µg/L (31 von 36 Proben) gefunden. Der Maximalgehalt in den Proben aus dem Jahr 2023 wird mit 5,3 µg/L wie im Vorjahr in Meschede (24.07.23) festgestellt. Als Quelle für die Guanylharnstoff-Gehalte im Oberflächenwasser werden neben dem Abbau von Metformin unter anderem Transformationsprodukte aus der Landwirtschaft sowie der Papier- und Textilindustrie diskutiert [15.8-15.11]. Für Metformin liegen die Mediankonzentrationen für den gesamten Ruhrverlauf zwischen ca. 0,2 und 0,5 µg/L (Zeitraum 2015 - 2023, Tabelle 15.8). Im Jahr 2023 wird als Maximalwert eine Konzentration von 0,7 µg/L in Meschede im Frühjahr nachgewiesen. Ähnlich wie in den Vorjahren werden auch 2023 beständig Metformin-Gehalte über 0,1 µg/L detektiert [15.1].

[15.8] Scheurer, M.; Sacher, F.; Brauch, H.-J.: Studie zur Bedeutung von Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren für die Roh- und Trinkwasserbeschaffenheit in Deutschland.- DVGW W1/01/12, Bonn, 88 S. (2014)

[15.9] Hallinger, S.; Wallnöfer, P. R.; Goldbach, H.; Amberger, A.: Several aspects of bacterial dicyandiamide degradation.- Naturwissenschaften 77, 332-334 (1990)

[15.10] 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)

[15.11] ter Laak, T.; Baken, K.: The occurrence, fate and ecological and human health risks of metformin and guanylurea in the water cycle - ter Laak A literature review.- KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein, 24 S. (2014)

Median-Gehalte des krampflösenden Wirkstoffs Gabapentin zeigen längs des Verlaufs der Ruhr eine weitgehend beständige Zunahme zwischen 0,22 und 0,54 µg/L, wobei in Arnsberg der Gehalt gegenüber der oberstromigen Probenahmestelle abnimmt (Zeitraum 2015 - 2023, Tabelle 15.8). Dies deutet ebenfalls einen Abbau oder eine Verdünnung im Gewässer an. Auch im Jahr 2023 wird Gabapentin zumeist mit Konzentrationen über 0,1 µg/L bestimmt (30 von 36 Proben). In Essen (24.04.23) wird der Maximalgehalt von 0,32 µg/L für 2023 detektiert. Das krampflösende Medikament Lamotrigin wird im Jahr 2023 in 24 Proben über der BG und in neun Proben mit Gehalten von 0,1 µg/L und mehr nachgewiesen (Maximum 0,22 µg/L, Essen 24.07.23). Mittlere Gehalte liegen von Bochum ruhrabwärts etwas über 0,1 µg/L.

Weitere Schmerzmittel und krampflösende Wirkstoffe wie Phenazon und Tramadol werden im Jahr 2023 vereinzelt über der BG analysiert, ohne dass Konzentrationen über 0,1 µg/L gefunden werden.

Der Metamizol-Metabolit FAA zeigt im Ruhrverlauf mittlere Gehalte zwischen 0,096 und 0,56 µg/L (Zeitraum 2015 - 2023, Tabelle 15.8). Im Jahr 2023 tritt FAA in 31 von 36 Proben mit Gehalten über 0,1 µg/L in der Ruhr auf (Maximum 0,75 µg/L, Essen 24.07.23). Mediangehalte des Metamizol-Metaboliten AAA liegen im Ruhrverlauf zwischen ca. 0,1 und 0,3 µg/L und damit in der Größenordnung des Vorjahres (Zeitraum 2015 - 2023, Tabelle 15.8). In den Proben des Jahres 2023 werden AAA-Gehalte bis zu 0,44 µg/L gefunden (Meschede 24.07.23), wobei in 30 von 36 Proben die Konzentration von 0,1 µg/L erreicht oder überschritten wird.

Von den ab 2020 neu untersuchten Blutdrucksenkern der Sartane fällt der Wirkstoff Candesartan mit Mediangehalten von 0,1 µg/L in weiten Teilen des Ruhrverlaufs auf. Wiederum sinkt die Durchschnittskonzentration von Meschede nach Arnsberg, um im weiteren Verlauf bis auf 0,3 µg/L in Mülheim zu steigen (Zeitraum 2020 - 2023, Tabelle 15.8). In zwei Drittel der Proben des Jahres 2023 werden Gehalte über 0,1 µg/L gefunden (Maximum 0,47 µg/L, Essen 24.07.23). Mit Valsartan wird ein weiterer Wirkstoff aus der Gruppe der Sartane im Jahr 2023 häufig über der BG (25 der 36 Proben), aber eingeschränkt über 0,1 µg/L gefunden (12 Proben). Als Maximalgehalt wird für Valsartan 0,24 µg/L (Essen 24.04.23) bestimmt. Der Metabolit Valsartansäure wird in ähnlicher Häufigkeit über der BG (22 von 36 Proben) und in 13 Proben über 0,1 µg/L nachgewiesen (Maximum 0,56 µg/L, Essen 24.07.23). Die Mediangehalte liegen ab Schwerte ruhrabwärts über 0,1 µg/L (Zeitraum 2020-2023).

Das Korrosionsschutzmittel 1-H-Benzotriazol wird in 32 von 36 Proben mit Konzentrationen über 0,1 µg/L gefunden. Die maximale Konzentration beträgt am 24.07.23 in Bochum 0,83 µg/L. Mittlere Konzentration für den Untersuchungszeitraum 2021 - 2023 liegen im ganzen Ruhrverlauf über 0,1 µg/L (Tabelle 15.8).

In den Jahren 2007 bis 2022 wurden viele der in diesem Monitoring-Programm auffälligen Substanzen mit ähnlichen Konzentrationen bei Untersuchungen der AWWR-Mitgliedsunternehmen und des Ruhrverbands gefunden [15.7, 15.12-15.15]. Dies kann vor allem für die Pharmaka Carbamazepin, Diclofenac, Metoprolol und Sulfamethoxazol, das Flammschutzmittel TCPP sowie die RKM Amidotrizoesäure und Iopamidol gelten, die in der hier beschriebenen Fundhäufigkeit und Konzentrationshöhe über die letzten zehn Jahre ein sehr ähnliches Muster aufweisen.

Die vorstehenden Konzentrationsangaben beziehen sich auf Oberflächenwasser, das noch nicht zu Trinkwasser aufbereitet ist. Um die gefundenen Konzentrationen im Oberflächenwasser einzuordnen, werden hier aber sowohl der allgemeine Vorsorgewert für Trinkwasser (0,1 µg/L, VW) als auch gesundheitsbasierte Orientierungswerte (GOW, oberer Vorsorgewert für einen lebenslangen unbedenklichen Trinkwassergenuss, Warnwert) herangezogen [15.16-15.17]. Der Bezug zu den Vorsorgewerten wird bereits in der Besprechung der gefundenen Konzentrationshöhen im Zusammenhang mit den Tabellen 15.7 und 15.8 hergestellt. Ansonsten werden die Konzentrationen durch die jeweiligen GOW geteilt. Liegen die erhaltenen Bewertungsquotienten unter 1, deutet dies eine unbedenkliche Nutzung der Wasserressource für die Trinkwassergewinnung an. Die GOW betragen 0,3 µg/L (Candesartan, Carbamazepin, DH-CBZ, Diclofenac, FAA, Lamotrigin, Valsartan und Valsartansäure), 1 µg/L (TCPP, Gabapentin, Guanylharnstoff, Metformin, Amidotrizoesäure, Iopamidol) und 3 µg/L (Benzotriazol; vgl. Tabelle 18.7 in RGB 2022, [15.1]).

Im Jahr 2023 wurden die GOW bereits im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser für viele Untersuchungsparameter unterschritten. Für vier Verbindungen, für die ein GOW festgelegt ist, kam es jedoch zu mehrfachen Überschreitungen der GOW im Wasser der Ruhr. Einige Überschreitungen konnten für den Blutdrucksenker Candesartan (4 von 32 Positivbefunden) und den Arzneimittel-Metaboliten Valsartansäure (6 von 22 Positivbefunden) ermittelt werden. Häufige Überschreitungen fanden sich für die Arzneimittel-Metaboliten Guanylharnstoff (31 von 36 Positivbefunden) und FAA (14 von 36 Positivbefunden).

Für Carbamazepin und Diclofenac wurden für die Oberflächenwasserkonzentrationen im Jahr 2023 maximale Bewertungsquotienten bezogen auf den GOW von 0,25 bzw. 0,57 erreicht. Für den Carbamazepin-Metaboliten DH-CBZ wurde ein maximaler Bewertungsquotient von 0,5 bestimmt. Für weitere Arzneimittel wie Gabapentin, Lamotrigin und Valsartan wurden als maximale Bewertungsquotienten Werte von 0,32, 0,73 und 0,8 ermittelt. Für die RKM Amidotrizoesäure und Iopamidol wurden maximale Werte von 0,35 bzw. 0,4 bestimmt. Bei dem Korrosionsschutzmittel Benzotriazol trat ein Maximalwert von 0,28 auf. Für diese Substanzen zeigt sich somit eine unbedenkliche Nutzung des Oberflächenwassers als Rohwasser für die Trinkwassergewinnung.

Auch Substanzen mit Gehalten über den GOW im Oberflächenwasser wurden im Laufe der Wasseraufbereitung mit naturnahen Verfahren in ihrer Konzentration so stark vermindert, dass im Trinkwasser entweder keine Befunde über den jeweiligen Bestimmungsgrenzen oder zumindest eine deutliche Unterschreitung der jeweiligen GOW zu beobachten waren [15.18].

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 15.1). Als mittlerer Abstand lässt sich eine Entfernung von 6,5 km bestimmen. Der Pegel Fröndenberg stand 2023 wie in den Vorjahren nicht zur Auswertung zur Verfügung. Ebenso lagen im Jahr 2023 keine Abflussreihen an den Pegeln Meschede und Oeventrop vor. Für den Pegel Meschede waren jedoch an zwei Probennahmeterminen im Juli und im Oktober Tagesabflusswerte (MQ1) verfügbar. Für den Pegel Bachum wurden nur für 282 Tage Abflüsse registriert.

Die mittleren Abflüsse im Jahr 2023 fallen deutlich höher aus die langjährigen Mittelwerte (Faktor ca. 1,5) und übersteigen ebenfalls die MQ-Werte des Vorjahres (Faktor ca. 1,8). Dennoch bleiben die Abfluss-Mittelwerte für die bisherige Laufzeit des Monitorings zwischen Juli 2008 und Dezember 2023 unter den langjährigen Mittelwerten (Faktor ca. 0,85). Dies war auch in den Vorjahren der Fall. Durch das niederschlagsreiche Jahr 2023 hat sich aber der Abstand zwischen dem langjährigen Mittelwert und dem Mittelwert des Untersuchungszeitraums verringert.

Die Tagesabflüsse an den Probenahmeterminen im Jahr 2023 betragen zwischen 30 und 160 % des langjährigen mittleren Abflusses (MQ). An den Probenahmetagen werden im Jahr 2023 im Mittel 78 % des langjährigen MQ beobachtet. Dies übersteigt den Wert aus den Vorjahren deutlich. Die überdurchschnittlichen Abflüsse treten bei der Winter-Beprobung am 23. und 24.01.2023 auf. Auch im Frühjahr wurde bei annährend durchschnittlichen Abflüssen beprobt. Die Winter-Beprobung im Januar fand ca. acht Tage nach einem Hochwasser-Scheitel statt. Sowohl die Frühjahrs- als auch die Sommer-Beprobung erfolgten in einem Abstand von drei bis vier Wochen von deutlich erhöhten Abflüssen in der Ruhr, während die Herbst-Beprobung in eine Zeit ansteigender Abflüsse vor einem Hochwasser fiel.

Die in diesem Monitoring betrachteten Spurenstoffe werden überwiegend mit dem gereinigten Abwasser in das Fließgewässer eingetragen. Dies hat insbesondere bei anhaltend unterdurchschnittlichen Abflüssen zur Folge, dass relativ hohe Konzentrationen der Spurenstoffe zu beobachten sind. Maximale Konzentrationen treten vor allem in der Herbst-Beprobung im Oktober 2023 in Mülheim auf. Manche Maximal-Konzentrationen wurden jedoch auch in Bochum, Essen und Mülheim in der Sommer-Beprobung im Juli 2023 festgestellt.

Die Maximal-Konzentrationen einzelner Untersuchungsparameter waren auch am Oberlauf der Ruhr in Meschede zu beobachten. Insgesamt jedoch ähneln in allen Probenahmestellen die Muster des Stoff-Auftretens sowohl hinsichtlich ihrer Konzentrationshöhe als auch hinsichtlich der Häufigkeit ihres Auftretens im Wesentlichen denen der Vorjahre.

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 (Zeitraum 2008 - 2023, Tabelle 15.9, z.B. TCEP und Guanylharnstoff). 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 unterhalb der BG nicht berücksichtigt. Da für den Pegel Oeventrop in den Jahren 2017, 2018 und 2023 und für den Pegel Bachum im Jahr 2022 Abflussdaten fehlen, umfasst die mittlere tägliche Frachtberechnung für die Probenahmestelle Arnsberg und Wickede jeweils einen kürzeren Zeitraum als bei den anderen Messstellen. Für die Probenahmestelle Meschede sind im Jahr 2023 lediglich die für die Sommer- und Herbst-Beprobung entsprechenden Abflusswerte einzubeziehen. Für die Untersuchungsparameter, die erst ab 2015 analysiert wurden, liegen den Werten in Tabelle 15.9 entsprechend weniger Daten zugrunde (vgl. Tabellen 15.7 und 15.8).

Im Mittel lagen und liegen die Tagesfrachten einzelner Verbindungen – sofern sie sich überhaupt bestimmen lassen – in den oberstromigen Messstellen, Meschede und Arnsberg, unter

[15.12] Zullei-Seibert, N.; Schöpel, M.; Strücker, G.: Stoffspuren in der Ruhr – Ergebnisse aus den Wasserversorgungsunternehmen zu Arzneimitteln und Flammschutzmitteln.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2007.- Gevelsberg, Essen, 148-159 (2008).

[15.13] Ruhrverband: Organische Spurenstoffe in der Ruhr.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2021.- Schwerte, Essen, 91-110 (2022).

[15.14] Ruhrverband: Organische Spurenstoffe in der Ruhr.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2022.- Schwerte, Essen, 106-119 (2023).

[15.15] Härtel, C.: Polare Substanzen in der Ruhr. Vom Wasser 121 (1), 3-9 (2023).

[15.16] Dieter, H.H.: Grenzwerte, Leitwerte, Orientierungswerte, Maßnahmenwerte - Definitionen und Festlegungen mit Beispielen aus dem UBA.- Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Stand: 16.12.2011; http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwassertoxikologie/grenzwerte_leitwerte.pdf (2011)

[15.17] Umweltbundesamt: Liste der nach GOW bewerteten Stoffe – Stand März 2023; https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5620/dokumente/listegowstoffeohnepsm-20230317-homepage.pdf. Abgerufen: 03.04.2024.

[15.18] Wasserwerke Westfalen: Trinkwasseranalyse - Stand Mai 2024; https://www.wasserwerke-westfalen.de/wasser/unsere-wasserwerke/hengsen/. Abgerufen: 12.05.2024.

Tabelle 15.9: Ergebnisübersicht der Mediane von Tagesfrachten [g/d]. Abkürzungen vgl. Tabelle 15.2, Zeitraum 2008-2023, für die Frachtermittlung werden Konzentrationen unter der BG nicht berücksichtigt. Der Frachtermittlung liegen unterschiedliche Anzahlen von Einzelanalysen zugrunde, vgl. Tabellen 15.4 und 15.5. In die Frachtermittlung für Arnsberg gehen die Werte für die Jahre 2017, 2018 und 2023 nicht ein, da der zugehörige Pegel Oeventrop nicht zur Verfügung stand. In die Frachtermittlung für Wickede gehen die Werte für das Jahr 2022 nicht ein, da der zugehörige Pegel Bachum nicht zur Verfügung stand. Für Essen war kein Abflusswert für den 26.07.2021 vorhanden. Für Meschede waren keine Abflusswerte für den 23.01.2023 und 24.04.2023 verfügbar. Grün: Median Tagesfracht = 0, grau: 100 ≤ Tagesfracht < 500, gelb: 500 ≤ Tagesfracht < 1.000, orange: 1.000 ≤ Tagesfracht.

Table 15.9: Median of daily loads [g/d]. Abbreviations cf. table 15.2, period 2008-2023, load calculation does not consider concentrations below LQ. Load calculations are based on varying analyses number cf. tables 15.4 and 15.5. Load calculation for Arnsberg in the years 2017, 2018 and 2023 as well as for Wickede in the year 2022 were not available due to the lack of discharge data. This is also due to the sampling of 26.07.2021 in Essen and 23.01.2023 and 24.04.2023 in Meschede. Green: median daily load = 0, grey: 100 ≤ daily load < 500, yellow: 500 ≤ daily load < 1.000, orange: 1.000 ≤ daily load.

Stoff	Probenahmestelle							
	Meschede	Arnsberg	Wickede	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
	[g/d]							
TiBP				42	59	88	79	95
TCEP	4		18	53	60	115	108	63
TCPP	15	21	101	154	335	464	519	570
TBEP			63	68	110	150	140	176
TDCPP	6		15	24	28	60	68	56
Bezafibrat				18		80	69	69
Candesartan	34	11	145	261	570	808	871	1.118
Carbamazepin	9		51	66	166	232	247	274
Diclofenac	36	13	84	125	174	279	304	388
Gabapentin	76	54	318	438	1.013	1.366	1.333	1.816
Lamotrigin	12		74	109	234	328	302	424
Metformin	140	107	448	579	1.679	1.684	1.910	1.891
Metoprolol	24	19	124	158	302	537	633	708
Sotalol			34	33		84	82	89
Sulfamethoxazol			30	52	95	162	168	202
Telmisartan				19	48	158	136	185
Tramadol				29	61	101	99	113
Valsartan			60	102	311	248	461	602
AAA	63	61	224	292	617	771	700	773
DH-CBZ	17	16	80	112	290	362	372	418
FAA	60	42	272	481	855	1.421	1.523	1.753
Guanylharnstoff	1.059	799	3.307	5.259	8.878	9.317	7.576	6.615
Metoprololsäure	27	19	113	126	311	390	403	492
Valsartansäure	6		65	148	559	487	377	635
Amidotrizoesäure			216	297	732	1.085	1.036	1.450
Iohexol			104	143	426	911	975	2.031
Iomeprol			119	335	924	2.166	2.028	2.099
Iopamidol			473	467	947	989	1.045	1.771
Iopromid			52	91	334	669	579	730
1-H-Benzotriazol	87	79	397	651	2.206	2.180	2.376	2.595

80 g/d (Zeitraum 2008 - 2023). Lediglich für Metformin und den Metaboliten Guanylharnstoff werden hier mittlere Tagesfrachten über 100 g/d ermittelt. In Wickede und ruhrabwärts nehmen die Untersuchungsparameter zu, bei denen die mittlere Tagesfracht je Einzelstoff 100 g/d übersteigt. In Wickede sind es bereits 13 und in Mülheim 25 von 30 relevanten Stoffen.

Außer für die RKM Amidotrizoesäure, Iohexol, Iomeprol und Iopamidol werden mittlere Tagesfrachten über 1 kg/d für die Arzneimittel Candesartan, Gabapentin und Metformin sowie die Arzneimittel-Metabolite FAA und Guanylharnstoff sowie für das Korrosionsschutzmittel 1-H-Benzotriazol ermittelt. Bereits in Meschede und Wickede werden im Mittel mehr als

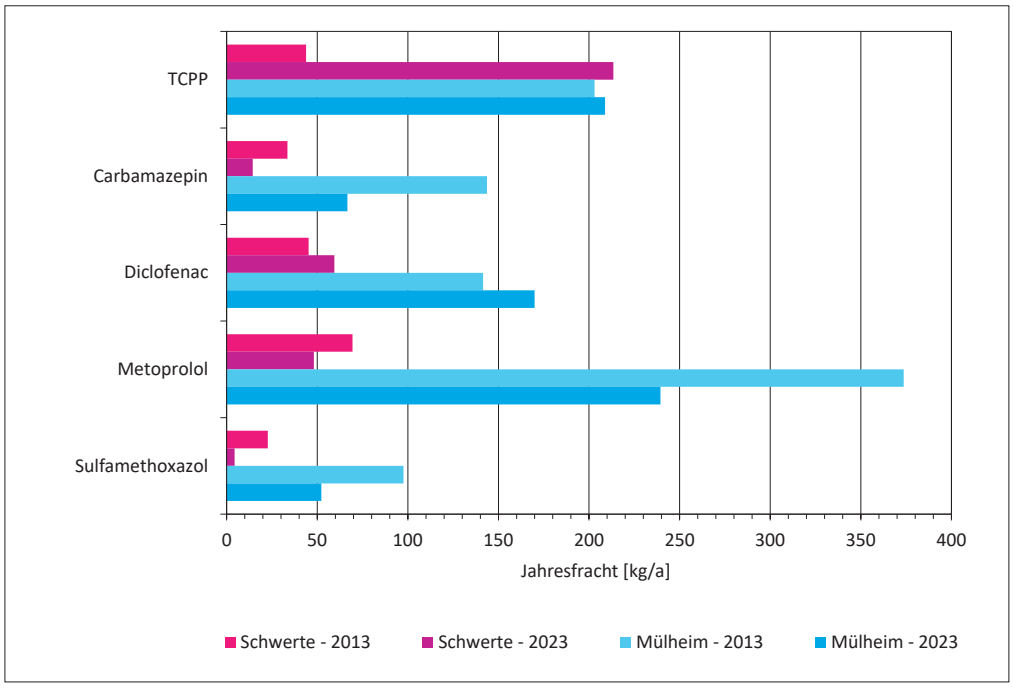


Bild 15.4: Geschätzte Jahresfrachten ausgewählter Verbindungen im Oberflächenwasser der Ruhr im Vergleich der Jahre 2013 und 2023 und der Probenahmestellen Schwerte und Mülheim.

Fig. 15.4: Estimated annual loads for selected substances in comparison between 2013 and 2023 and between the sampling points Schwerte and Mülheim.

1 kg/d an Guanylharnstoff beobachtet. In Hagen treten Metformin, Gabapentin und 1-H-Benzotriazol in dieser Klasse hinzu (Zeitraum 2008-2023, Tabelle 15.9).

Für einzelne PFAS-Verbindungen lassen sich Tagesfrachten unter 40 g/d ermitteln. Maximale Tagesfrachten für PFAS-4 liegen unter 55 g/d. Tagesfrachten für PFAS-20 betragen zwischen 90 und 130 g/d.

Aus den jährlichen vier Probenahmen und den ermittelten Tagesfrachten kann der Transport während des gesamten Jahres geschätzt werden. Hierfür wird die Summe der Tagesfrachten mit einem Wichtefaktor multipliziert, der die Anzahl der Probenahme-Tage zur Länge des Beprobungs-Zeitraums ins Verhältnis setzt [15.19]. In den Bildern 15.4 und 15.5 werden die geschätzten Jahresfrachten für ausgewählte Stoffe in Schwerte und Mülheim und für die Jahre 2013 und 2023 miteinander verglichen. Die Abflüsse an den Probenahmetagen des Jahres 2013 lagen in der Regel unter denen des Jahres 2023. Im Jahr 2013 fehlen auch die ausgeprägten Hochwässer. Der MQ(2013) stellt ca. 40 % des MQ (2023) dar. Diese Unterschiede im Abflussgeschehen überprägen den Vergleich der Jahresfrachtabschätzung.

Im Jahr 2023 liegt die Jahresfracht des Flammschutzmittels TCPP wie in den Vorjahren in Schwerte in der gleichen Größenordnung wie in Mülheim (Bild 15.4). Bei langjährig untersuchten Pharmaka ist 2023 eine Zunahme von etwa 5 bis 60 kg/a in Schwerte auf ca. 50 bis 230 kg/a in Mühlheim zu beobachten (Bild 15.4). Im Vergleich des Zehn-Jahreszeitraums nehmen sowohl in Schwerte als auch in Mülheim für Carbamazepin, Metoprolol und Sulfamethoxazol die Jahresfrachten ab. Für Diclofenac ist in Schwerte und Mülheim eine Zunahme der Jahresfracht über die zehn Jahre zu verzeichnen. Der direkte Vergleich zwischen den Jahresfrachten 2023 und dem Vorjahr 2022 ergibt sowohl in Schwerte als auch in Mülheim für Carbamazepin, Diclofenac, Metoprolol und Sulfamethoxazol eine leichte Abnahme.

Bei den Stoffen, die im Jahr 2015 in das Monitoring aufgenommen wurden (Bild 15.5), liegen die abgeschätzten Jahresfrachten 2022 und 2023 für Metformin und Gabapentin in Schwerte und Mülheim in der gleichen Größenordnung. Für Guanylharnstoff wird zwischen diesen Jahren in Schwerte eine Zunahme der Jahresfracht um ca. 160 kg/a und in Mülheim eine Abnahme von 400 kg/a abgeschätzt. Dennoch liegen die Jahresfrachten 2023 für Guanylharnstoff erwartungsgemäß auf hohem Niveau: Schwerte ca. 1,7 t/a, Mülheim ca. 3 t/a.

Die Frachtsumme aller untersuchten Pharmaka steigt zwischen 2013 und 2023 stark an (Bild 15.5). Dies liegt am veränderten Untersuchungsumfang in dieser Stoffgruppe. Im Jahr 2013 wurden 17 Substanzen untersucht, während 2023 48 Pharmaka und Arzneimittel-Metabolite analysiert werden. In Schwerte und Mülheim werden 2023 summierte Jahresfrachten von ca. 2,9 bzw. 7,7 t/a Pharmaka (einschließlich Abbauprodukten) abgeschätzt.

[15.19] Verhoff, F.H.; Yaksich, M.; Melfi, D.A.: River nutrient and chemical transport estimation.- Journal of the Environmental Engineering Division, 106, 592-607 (1980).

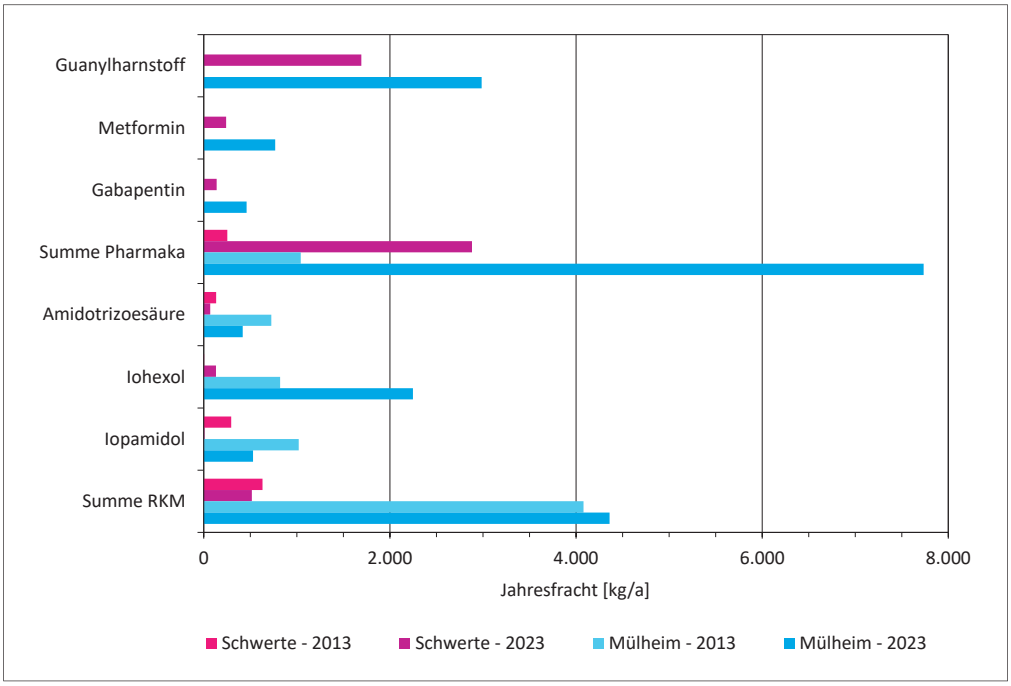


Bild 15.5: Geschätzte Jahresfrachten ausgewählter Verbindungen im Oberflächenwasser der Ruhr im Vergleich der Jahre 2013 und 2023 und der Probenahmestellen Schwerte und Mülheim. Gabapentin, Metformin und Guanylharnstoff wurden 2013 nicht untersucht, Summe Pharmaka beruht 2013 auf 17 untersuchten Parametern und 2023 auf 48.

Fig. 15.5: Estimated annual loads for selected substances in comparison between 2013 and 2023 and between the sampling points Schwerte and Mülheim. Gabapentin, Metformin and Guanylurea were not analyzed in 2013, sum of pharmaceuticals based in 2013 on 17 tested compounds and in 2023 on 48 compounds.

Für einzelne häufig gefundene RKM werden in Schwerte in der Ruhr für das Jahr 2023 Jahresfrachten zwischen ca. 8 und 130 kg/a abgeschätzt, während in Mülheim zwischen ca. 420 und 2.250 kg/a auftreten (Bild 15.5). In Schwerte und Mülheim werden 2023 geringere Jahresfrachten für Iopamidol und Amidotrizoesäure als 2013 festgestellt. Dagegen nehmen die Jahresfachten von Iohexol an beiden Orten im Vergleich von 2013 zu 2023 deutlich zu. Wie in den Vorjahren spiegelt dies vermutlich geänderte Verbrauchsmengen der einzelnen RKM wider [15.1]. In der Summe aller untersuchten RKM werden in Schwerte im Jahr 2023 mit ca. 520 kg/a eine etwas geringere Fracht als im Jahr 2013 mit ca. 630 kg/a ermittelt. In Mülheim steigen die RKM-Jahresfrachten von 2013 (ca. 4,1 t/a) zum Jahr 2023 leicht an (ca. 4,4 t/a).

Zusammenfassung

Mit den Proben im Jahr 2023 wurde im Monitoring das Oberflächenwasser der Ruhr an neun Probenahmestellen insgesamt 62 Mal (Bochum, Essen n = 60, Mülheim n = 51) seit 2008 auf organische Spurenstoffe untersucht. Das Untersuchungsspektrum umfasste im Jahr 2023 82 Substanzen aus den Stoffgruppen phosphororganische Flammschutzmittel, Humanpharmaka, iodierte Röntgenkontrastmittel, Korrosionsschutzmittel und perfluorierte Substanzen.

Soweit gesundheitliche Orientierungswerte für einzelne Stoffe als Vorsorgewerte für den menschlichen Trinkwassergenuss formuliert wurden, werden diese oft bereits im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser eingehalten. Im Jahr 2023 werden bei dem Arzneimittel Candesartan sowie den Arzneimittel-Metaboliten Guanylharnstoff, FAA und Valsartansäure diese Trinkwasser-Vorsorgewerte mehrfach im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser überschritten. Im aufbereiteten Trinkwasser konnten diese Vorsorgewerte sicher eingehalten werden. Zukünftig geltende Trinkwasser-Grenzwerte für PFAS werden bereits jetzt im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser eingehalten.

Insgesamt 33 Verbindungen aus allen Stoffgruppen wurden bisher entweder gar nicht oder nur vereinzelt im Oberflächenwasser gefunden. Mittlere Konzentrationen für den mehrjährigen Untersuchungszeitraum übersteigen für TCPP, 4 RKM, die Arzneimittel Candesartan, Gabapentin, Metformin und Metoprolol, die Arzneimittel-Metabolite AAA, FAA und Guanylharnstoff sowie für den Anti-Korrosionswirkstoff Benzotriazol den Wert von 0,1 µg/L (allgemeiner Vorsorgewert). Die Muster der Befunde in den verschiedenen Monitoringabschnitten zwischen 2008 und 2023 sind bei Flammschutzmitteln, Röntgenkontrastmittel und vielen untersuchten Pharmaka sowohl hinsichtlich der Häufigkeit ihres Auftretens als auch hinsichtlich der gefundenen Konzentrationshöhen ähnlich.

Unter den nach 2015 in das Monitoring aufgenommenen Stoffen fallen im Jahr 2023 vor allem Candesartan, Gabapentin, Lamotrigin, Metformin und Valsartan, die Metabolite AAA, DH-CBZ, FAA, Guanylharnstoff, Metoprololsäure und Valsartansäure sowie 1-H-Benzotriazol mit Konzentrationen auf, die häufig den Wert von 0,1 µg/L übersteigen (allgemeiner Vorsorgewert). Für die seit 2023 mit Bestimmungsgrenzen von 0,001 µg/L untersuchten PFAS werden geringere Konzentrationen festgestellt als sie im Zeitraum 2008 - 2012 üblich waren. Lediglich vereinzelt wurden in 2023 PFOA-Gehalte über 0,01 µg/L beobachtet.

Im Jahr 2023 wurden bei den Probenahmen im Juli und Oktober unterdurchschnittliche Abflüsse in der Ruhr beobachtet, während bei den Probenahmen im Januar und April die mittleren Abflüsse erreicht oder überschritten wurden. Über alle Probenahmen im Jahr 2023 gesehen traten zwischen 31 und 160 % des langjährigen MQ auf. Häufig wurden für viele Stoffe Maximalkonzentrationen im Juli und Oktober 2023 nachgewiesen. Oft wurden diese Maximalkonzentrationen in der unteren Ruhr bei Bochum, Essen und Mülheim beobachtet. Sie konnten jedoch vereinzelt bereits im Oberlauf bei Meschede festgestellt werden. Dennoch verblieben 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 können. Mittlere Frachten über 1 kg/d werden in Meschede, Wickede und Schwerte für den Arzneimittel-Metaboliten Guanylharnstoff und unterhalb der Lennemündung ab Hagen zusätzlich für die Pharmaka Metformin und Gabapentin sowie 1-H-Benzotriazol beobachtet. Ab Bochum liegen auch die Tagesfrachten der RKM Amidotrizoesäure, Iopamidol und Iomeprol sowie des Arzneimittel-Metabolits FAA über diesem Wert. In Mülheim kommen noch der Blutdrucksenker Candesartan und das RKM Iohexol hinzu. Maximale Tagesfrachten von PFAS-20 liegen zwischen 90 und 130 g/d.

Im Jahr 2023 werden für alle Flammschutzmittel Jahresfrachten zwischen ca. 48 und 460 kg/a ermittelt, während die Jahresfrachten für RKM mit Werten zwischen ca. 6 und 4.400 kg/a sowie für alle untersuchten Pharmaka (einschließlich Metabolite) zwischen ca. 680 und ca. 8.000 kg/a abgeschätzt werden (jeweils als Summen-Werte für die Stoffgruppen). Die geschätzte Jahresfrachtsumme der PFAS-20 liegen für die Stoffgruppen abhängig vom Probenahmeort zwischen ca. 3 und 39 kg/a (PFAS-4: ca. 2 – 15 kg/a).

16 Das „Schwerter Verfahren“ im Wasserwerk Hengsen - Höchste Sicherheit für die Trinkwasserqualität bei Wasserwerke Westfalen

Anna Ostendarp, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen
Thorsten Müller, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte

Ausgangssituation

Die Wasserwerke Westfalen GmbH, mit Sitz in Schwerte, liefert über 100 Millionen m³ Trinkwasser im Jahr an ihre beiden Muttergesellschaften, die Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH (DEW21) und die GELSENWASSER AG.

Das Wasserwerk Hengsen ist eines von fünf Werken von Wasserwerke Westfalen. Es wurde 1908 in Schwerte-Geisecke errichtet, die Jahreskapazität beträgt 27 Millionen m³. Es versorgt die Städte Dortmund (teilweise), Holzwickede (teilweise), Iserlohn (teilweise) sowie Schwerte (teilweise) mit Trinkwasser.

Im Wasserwerk Hengsen werden natürliche Grundwasservorkommen im Untergrund der Ruhrniederung mit Oberflächenwasser aus der Ruhr angereichert. Das mittels Sedimentation und Filtration über Kiesfilter vorgereinigte Ruhrwasser wird über Langsamsandfilter und Sickerwiesen in den Untergrund infiltriert. Für diese Grundwasseranreicherung stehen auf dem 152 Hektar großen Wassergewinnungsgelände sechs Versickerungsbecken mit einer Gesamtfläche von ca. 26.600 m² sowie Sickerwiesen mit einer Fläche von ca. 80.000 m² zur Verfügung. Die Filtergeschwindigkeit liegt bei 1,0 bis 2,0 bzw. 0,1 bis 0,2 m/d. Anschließend passiert das Rohwasser, bestehend aus angereichertem Grundwasser, Uferfiltrat und natürlichem Grundwasser, den Untergrund und wird in gelochten, horizontalen Sickerleitungen DN 1000 und 63 Heberbrunnen gefasst. Über ein Heber- und Freigefälleleitungssystem fließt das angereicherte Grundwasser den sieben Netzpumpen zu. Vor Übergabe des Trinkwassers in das Versorgungsnetz erfolgt eine Anhebung des pH-Wertes durch Zugabe von Natronlauge sowie eine Abschlussdesinfektion mittels UV-Anlagen.

Planung der weitergehenden Aufbereitungsanlage

Um die Vorgaben des Programms „Reine Ruhr“ des Landes Nordrhein-Westfalen umzusetzen und auch zukünftig eine sichere Elimination von organischen Spurenstoffen sowie Partikeln mit dem Schwerpunkt der Entfernung mikrobiologischer Belastungen zu gewährleisten, sollte die bisherige überwiegend naturnahe Wasseraufbereitung durch weitergehende technische Verfahrensschritte ergänzt werden.

Zum Erreichen des Aufbereitungsziels hat Wasserwerke Westfalen nach mehrjährigen umfangreichen Versuchen als technisch, qualitativ und wirtschaftlich beste Lösung das „Schwer-

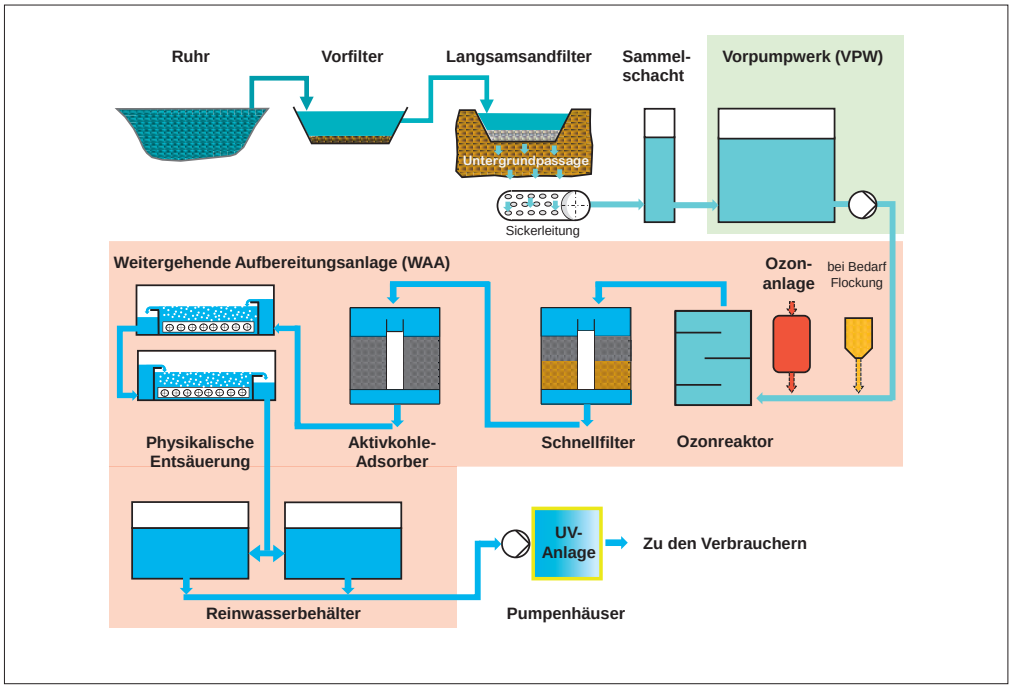


Bild 16.1: Schema der vorhandenen Anlagenstruktur mit den Verfahrensstufen der weitergehenden Wasseraufbereitung
Fig. 16.1: Diagram of the existing plant structure with the process stages of advanced water treatment

ter Verfahren", entwickelt. Dieses weitergehende Aufbereitungsverfahren basiert auf folgenden Verfahrensstufen (Bild 16.1):

- Flockungsmitteldosierung (bedarfsweise) auf Materialbasis Polyaluminium-Chlorid
- Ozonung zum Aufbrechen persistenter Verbindungen
- Schnellfiltration zur Partikelentfernung mit dem Schwerpunkt der Entfernung mikrobiologischer Belastungen
- Adsorption an Korn-Aktivkohle zur Entfernung organischer Belastungen
- Physikalische Entsäuerung
- Abschlussdesinfektion mittels UV-Bestrahlung

Seitens der Wasserwerke Westfalen wird ein Trend zu zunehmenden Tages- und Jahresfördermengen beobachtet bzw. weiterhin aufgrund des voranschreitenden Klimawandels erwartet. Um das Rohwasserangebot zu erhöhen und ansteigende Fördermengen sicher abdecken zu können, sollte mit der Umsetzung der neuen Aufbereitungsanlage die im Jahr 2002 stillgelegte Wassergewinnung Wellenbad ertüchtigt und angeschlossen werden. In dieser Gewinnung wird mittels 21 Brunnen Uferfiltrat aus der Ruhr gefasst.

Nach einer vierjährigen Bauphase ist die Anlage seit Juni 2024 im versorgungswirksamen Betrieb. Damit ist am Standort Hengsen das vierte von fünf Wasserwerken zukunftsfähig mit einer weitergehenden Aufbereitungsanlage (WAA) ausgestattet.

Aufbereitungsziele, Verfahrens- und Anlagentechnik

Die Realisierung der weiteren Verfahrensstufen erforderte neben dem Bau der WAA auch die Errichtung eines Vorpumpwerks (Bild 16.2). Dieses besteht im Wesentlichen aus einem Armaturenschacht zur Anbindung der zuführenden Leitungen aus den drei Wassergewinnungen, zwei Saugkammern als Pumpenvorlage mit einem Volumen von jeweils 435 m³ und einer Pumpenhalle zur Aufstellung der vier Vorpumpen. Zusätzlich wurde zur Evakuierung des Wellenbadhebers eine druckgesteuerte Vakuumanlage im Vorpumpwerk (VPW) verbaut. Über Flüssigkeitsring-Vakuumpumpen wird ein Unterdruck erzeugt. An zwei Hochpunkten der Heberleitung werden durch den kontinuierlich anstehenden Unterdruck Luftansammlungen über sogenannte Gasableiter abgezogen. Bei niedrigen Wasserständen in den Saugkammern erfolgt über die Vakuumanlage zudem eine Anfahr-Evakuierung der Vorpumpen.

Mit den drehzahlgeregelten Vorpumpen wird im Einzel- oder Parallelbetrieb die Trinkwasserförderung des Wasserwerks Hengsen nachgefahren. Hierzu werden entsprechend der vorgegebenen Wasserwerksförderung einzelne Pumpen geregelt und bei Bedarf zu- oder abgeschaltet. Die WAA Hengsen deckt eine Aufbereitungskapazität von 850 bis 4.000 m³/h ab.

Das Rohwasser wird von den Vorpumpen über zwei erdverlegte Rohrleitungen der ersten Verfahrensstufe der WAA, der Ozonung, zugeführt. Das Ozon wird mittels zwei redundant ausgelegter Generatoren mit einer Leistung von je 1.500 g Ozon/h nach dem Prinzip der stillen elektrischen Entladung erzeugt. Als Einsatzgas wird technischer Sauerstoff verwendet. Die Ozonein-

Bild 16.2: Vorpumpwerk
Fig. 16.2: Pre-pumping station

mischung in das Rohwasser erfolgt im Teilstrom-Injektor-Verfahren über zwei Eintragssysteme. Jedes System besteht aus einem Injektor zum Eintrag des ozonhaltigen Gases in einen Treibwasserstrom sowie einem Dispersionsmischer zur Bildung sehr kleiner Blasen. Die Gasdispersion wird in zwei Kontaktmischer (DN 700) im Zulauf zu den Ozonreaktoren injiziert und dort zum effektiven Gasaustausch gleichmäßig eingemischt.

Das ozonierte Rohwasser wird auf drei druckbetriebene Ozonreaktoren geführt, die senkrecht von unten nach oben durchströmt werden und so dimensioniert sind, dass während der Verweilzeit eine vollständige Reaktion des Ozons mit den Wasserinhaltsstoffen erfolgen kann. Zur Vermeidung von hydraulischen Kurzschlüssen und Totzonen sind die Reaktoren mit je drei horizontalen Leitwänden ausgerüstet.

Der Ablauf der Ozonreaktoren wird der Schnellfiltration zugeführt. Die vier Stahlbetonbecken in Doppelkammerbauweise und mittig angeordneter Rinne werden als Mehrschichtfilter betrieben (Bild 16.3). Die Mittelrinne dient zur Rohwasserverteilung und Spülabwasserabführung. Um Verwerfungen des Filterbetts durch Wirbelbildung bei der Rohwasseraufgabe zu verhindern, sind die Rinnen mit Strömungsbrechern ausgestattet (Bild 16.4). Während des Filtrationsprozesses wird das 2,70 m mächtige Filterbett, bestehend aus Anthrazit- und Quarzsand in der Kornkombination II, von oben nach unten durchströmt. Dabei werden abfiltrierbare Wasserinhaltsstoffe im Filter zurückgehalten. Für eine verbesserte Partikelabscheidung kann bedarfsweise – bei erhöhter Trübung im Rohwasser – Flockungsmittel auf Basis von Polyaluminiumchlorid dosiert werden. Die Zugabe des Flockungsmittels erfolgt zur optimalen Einmischung bereits vor den Kontaktmischern im Zulauf der Ozonung. Nach der Filterbettpassage fließt das Filtrat über die Düsenböden in die darunter liegenden Filtratsammelräume und von dort aus Richtung Adsorptionsstufe.

Der konstruktive Aufbau der Adsorptionsstufe entspricht weitestgehend dem der Schnellfiltration. Die Adsorptionsbecken sind zusätzlich mit einem Treibwassersystem (Bild 16.5) zur Unterstützung des Materialaustrags beim Aktivkohlewechsel ausgerüstet.

Die Adsorptionsstufe dient vorwiegend der Elimination von potenziell auftretenden Spurenstoffen im Rohrwasser. Zur Erstbestückung der vier Adsorptionsbecken wird Kornaktivkohle auf Basis von Kokosnuss-Schalen in der Körnung 8x30 mesh und einer Schütthöhe von 2,80 m eingesetzt.

Das Filtrat der Adsorptionsstufe wird der physikalischen Entsäuerung zugeführt (Bild 16.6). Verfahrenstechnisches Ziel der Entsäuerung ist der Austrag von überschüssigem CO_2 aus dem Wasser und somit die Anhebung des pH-Werts von ca. 7,0 auf

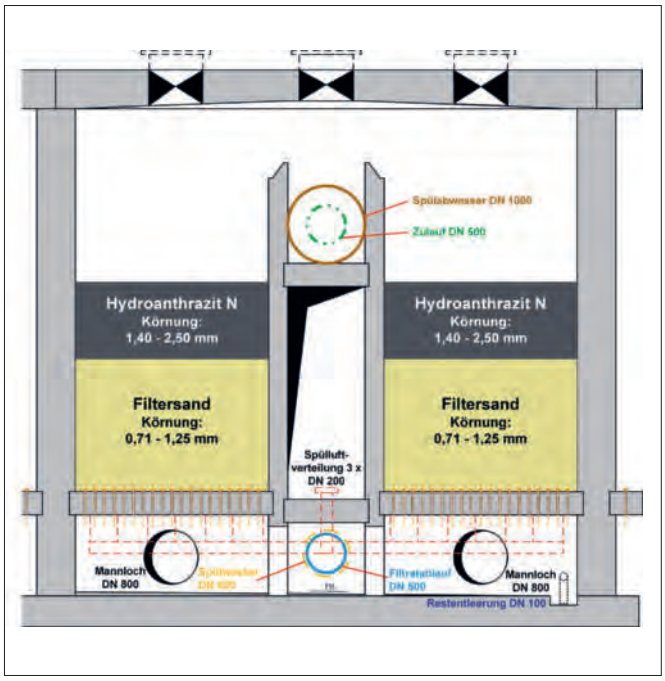


Bild 16.3: Schnittschema Schnellfilterbecken mit zwei Filterkammern, Mittelrinne und Filtratraum
Fig. 16.3: Cross-section diagram of the rapid filter basin with two filter chambers, central channel and filtrate chamber

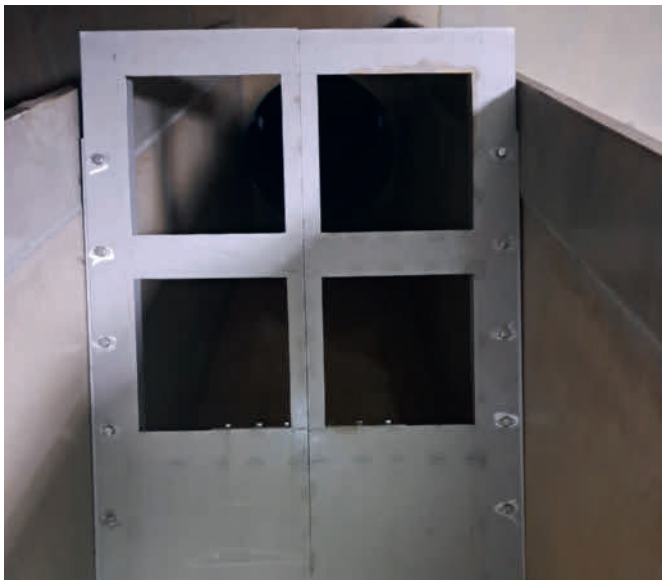


Bild 16.4: Strömungsbrecher in der Mittelrinne im Schnellfilter
Fig. 16.4: Flow breaker in the central channel of the rapid filter

Bild 16.5: Treibwassersystem zur Unterstützung des Aktivkohleaustrags
Fig. 16.5: Motive water system to support activated carbon discharge

einen Wert von ≥ 7,8. Die drucklos betriebenen Edelstahlbecken sind zweistraßig und in doppelstöckiger Ausführung angeordnet. In den Flachbettbelüftern wird im Kreuzstromverfahren der horizontale Wasserstrom über gesinterte Keramikelemente mit vertikal einströmender Luft beaufschlagt. Über die Poren der Keramikelemente erfolgt eine feinblasige Luftverteilung, welche zu einer großen Austauschfläche zwischen dem Wasser und der durchgeleiteten Luft führt. Zur Luftverdichtung kommen acht Hochdruckventilatoren zum Einsatz, welche durch Frequenzumrichter betrieben werden. Die erforderliche Luftmenge kann somit stufenlos mengenproportional zur Fördermenge zugeführt werden.

Das entsäuerte Wasser durchströmt dann den in zwei Kammern zu je 3.750 m³ unterteilten Reinwasserbehälter, bevor es nach einer Desinfektion mittels UV-Bestrahlung über drei Pumpenhäuser in die örtlichen Verteilungsnetze eingespeist wird. Die Umstellung der Abschlussdesinfektion von Chlordioxid auf UV-Strahlung erfolgte bereits in den Jahren 2015 und 2016. Hierzu wurden druckseitig der Netzpumpen insgesamt sechs Mitteldruck-UV-Anlagen verbaut. Bei Ausfall der UV-Desinfektion erfolgt eine Ersatzdesinfektion mittels Natriumhypochlorit.

Nebenanlagen zur Spülung der Schnell- und Aktivkohlefilter

Die periodische Spülung der Schnell- und bedarfsweise Spülung der Aktivkohlefilter erfolgt mit der Wasservorlage des Reinwasserbehälters. Die Spülung der Schnellfilter wird nacheinander mit Luft und Wasser durchgeführt. Die Aktivkohlefilter werden nur mit Wasser gespült. Es sind zwei drehzahlgeregelte Spülwasserpumpen mit einer max. Fördermenge von jeweils 1.800 m³/h installiert. Die beiden Drehkolbengebläse für die Spülluft besitzen eine max. Förderleistung von je 2.400 Nm³/h.

Die Spülabwässer werden in ein Versickerungsbecken eingeleitet (Bild 16.7). Das Becken dient ferner zur Aufnahme des Niederschlagswassers der Dachflächen, des Kühlabwassers der Ozongeneratoren und der Probenwässer der Dauerläufer. Es ist, mit Ausnahme der Ein- und Auslaufbauwerke aus Stahlbetonbau sowie der befahrbaren Rampe aus Rasengittersteinen, naturnah mit einer bewachsenen Uferböschung ausgeführt und einer ca. 0,6 m starken Sandauflage versehen. Die eingeleiteten Wassermengen versickern über die Sandschicht und die darunterliegenden Kiesböden. Abfiltrierbare Stoffe werden dabei auf der Sandschicht zurückgehalten. Ist eine Versickerung der eingeleiteten Wässer bedingt durch einen zu hohen Grundwasserstand nicht möglich, kann das Versickerungsbecken im Sonderfall als Absetzbecken betrieben werden. Hierzu wird das Klarwasser nach ausreichender Sedimentationszeit über einen Skimmer abgezogen und in die Ruhr eingeleitet. Das Nutzvolumen des Beckens beträgt 3.500 m³.

Bautechnik

Die weitergehende Aufbereitungsanlage ist in einem neu errichteten Gebäude mit den Außenabmessungen von ca. 81 m x 36 m x 15,5 m installiert (Bild 16.8). Der Neubau liegt in den Wasserschutzzonen I und II. Die bautechnischen Elemente der Anlage wurden im Wesentlichen in konventioneller Stahlbetonbauweise hergestellt.

Die Außenhülle des Gebäudes ist als feuerverzinkte Stahlkonstruktion, bestehend aus Stahlstützen mit horizontal unten aufliegenden Porenbeton-Wandplatten mit vorgesetzter Dämmung und horizontal verlegten Aluminiumpaneelen errichtet. In der Fassade sind Profilbaugläser integriert, der

Bild 16.6: Physikalische Entsäuerung in Doppelstockbauweise
Fig. 16.6: Physical deacidification in double-deck structure

Sockelbereich ist mit einer Verklinkerung mit Wärmedämmung versehen. Als Dachkonstruktion kommt ein einfaches Satteldach mit Trapezblecheindeckung zur Ausführung. Die Technikräume für die Steuerungstechnik und die Spannungsversorgung sind aus Kalksandstein-Innenmauerwerk hergestellt und als separate Brandschutzabschnitte ausgeführt.

Die Gründung der Anlage erfolgte auf Streifenfundamenten. Aufgrund des Bemessungswasserstands war ergänzend hierzu eine Sicherung gegen Aufschwimmen erforderlich, welche über den Einbau von Kleinbohrpfählen als Zuganker realisiert wurde.

Bei dem Vorpumpwerk handelt es sich im Wesentlichen um ein im Erdreich befindliches Bauwerk mit den Außenabmessungen von ca. 36,85 m x 15,90 m und einer Tiefe von bis zu 8,80 m. Der Betonbaukörper besteht aus einem Armaturenschacht, zwei nebeneinander angeordneten Saugkammern und einem Pumpenkeller. Als Gründung wurde hierbei eine

Bild 16.7: Versickerungsbecken beim Spülvorgang
Fig. 16.7: Infiltration basin during flushing

Bild 16.8: Luftbild der weitergehenden Aufbereitungsanlage Hengsen mit Vorpumpwerk
Fig. 16.8: Aerial view of the advanced treatment facility Hengsen with pre-pumping station

Flachgründung auf tragfähigen Baugrund mit entsprechender Verankerung über Zuganker umgesetzt. Bei der Außenhülle wurde das Konzept der WAA übernommen.

Die Herstellung der beiden Gebäude erfolgte im Schutze einer wasserdichten Baugrube, die als auskragende und rückverankerte überschnittene Bohrpfahlwand ausgeführt wurde. Der Pfahldurchmesser betrug hierbei 1,20 m.

Projektabwicklung und Kosten

Die einzelnen Projektphasen von der Planung, der Abwicklung und der Überwachung bis hin zur Inbetriebnahme der Weitergehenden Aufbereitungsanlage, sind von einem Projektteam, bestehend aus Mitarbeitern der Planungsabteilung der GELSENWASSER AG sowie der Wasserwerke Westfalen GmbH, ausgeführt worden.

Die Wasserwerke Westfalen GmbH hat mit ihren Gesellschaftern DEW 21 und GELSENWASSER AG für die Errichtung der weitergehende Aufbereitungsanlage und dem vorgeschalten Pumpwerk im Wasserwerk Hengsen ca. 35 Mio. € investiert.

17 Bedeutung und Zukunft von Wasserkraft für die Trinkwasserversorgung an der Ruhr

Bernd Heinz, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte

Die Wasserkraft aus der Ruhr wird seit über hundert Jahren für Industrie, Stromerzeugung und für die Trinkwasserversorgung genutzt. Als klassische regenerative Energieform ohne großes Ausbaupotenzial steht sie aktuell weniger im öffentlichen Fokus als Wind- oder Solarenergie. Am Beispiel von Wasserwerke Westfalen (WWW) wird die neue Rolle der lokalen Wasserkraft im sich wandelnden Energiemix verdeutlicht. Die letzte Energiekrise und der beschleunigte Ausbau erneuerbarer Energien zu einem nachhaltigen Energiesystem mit dezentralen Strukturen geben der Wasserkraft an der Ruhr neue Impulse.

Energiebedarf von Wasserwerke Westfalen

Wasserwerke Westfalen produziert gut 100 Mio. m^3/a Trinkwasser mit der Ruhr als Rohwasserlieferant. 1,5 Mio. Menschen in der Region werden aus sechs Wasserwerken von Wickede bis Witten versorgt. Für die Trinkwasseraufbereitung und den Transport in die Versorgungsgebiete besteht ein jährlicher Strombedarf von über 45 GWh. Durch die weitgehende Elektrifizierung der betrieblichen Prozesse nehmen andere Energieträger eine Nebenrolle mit 7% des Gesamtenergiebedarfs ein – vorwiegend für Mobilität und Wärmeanwendung. Mit fortschreitender Dekarbonisierung wird die Stromgewichtung weiter zunehmen. Damit ist die Trinkwasserproduktion stromintensiv mit hohen Ansprüchen an technische Versorgungssicherheit und ökonomische Planbarkeit.

Geschichte der Wasserkraft an der Ruhr

An den WWW-Standorten wurden ab 1914 erste Wasserkraftanlagen in Verbindung mit Wehranlagen errichtet. Für die Trinkwasserproduktion hatte der Ruhraufstau eine wichtige Funktion: so konnte das Ruhrwasser ohne Pumpenergie in die Anlagen zur künstlichen Grundwasseranreicherung gelangen. Diese Doppelfunktion des Ruhrstaus ist aus energetischer Sicht auch weiterhin hoch effizient, beispielhaft in Hengsen (Bild 17.1). Anfangs trieb die Wasserkraft direktangetriebene Pumpen zum Trinkwassertransport ins Ruhrgebiet an. Ergänzend erfolgte der Pumpbetrieb über kohlebefeuerte Anlagen. Direktangetriebene Pumpen waren energetisch zwar effizienter, aber deutlich unflexibler und die Pumpleistung von der Ruhrwasserführung abhängig. Bei hohem Wasserbedarf im Sommer war dies gegensätzlich zur Ruhrwasserführung. Mit fortschreitender Elektrifizierung und Anbindung an das öffentliche Stromnetz wurden direktangetriebene Pumpen schrittweise durch Generatoren abgelöst, so zuletzt 2011 die Kolbenpumpen in Westhofen (Bild 17.2) und 2016 die Kreiselpumpen in Villigst (Bilder 17.3 und 17.4).

Bild 17.1: Ruhrstau als Vorlage zur künstlichen Grundwasseranreicherung und Stromerzeugung
Fig. 17.1: Impounded Ruhr as a template for artificial groundwater recharge and power generation

Bild 17.2: Schwungrad und ehemalige direktangetriebene Kolbenpumpen im Wasserwerk Westhofen 2
Fig. 17.2: Flywheel and former direct-drive piston pumps at the waterworks Westhofen 2

Die Anlagen Hengsen (1937) und Echthausen (1942) waren von Anfang an zur Stromerzeugung konzipiert. Diese Ursprungsgeneratoren, Wasserkraftturbinen und Bauwerke sind heute noch zuverlässig in Betrieb. Aktuell ist an fünf Standorten über 6.600 kW Erzeugungsleistung verfügbar. (Tabelle 17.1).

Der eigenerzeugte Strom wurde für den Eigenverbrauch der Wasserwerke genutzt und bei Bedarf erfolgten Einspeisungen/Bezüge über die öffentlichen Netze. Regelmäßige Revisionen und Wartungen an Wehr- und Wasserkraftanlagen ergeben diese außerordentlich langen Betriebszeiten. Die energetischen Wirkungsgrade der Altanlagen sind weiterhin hoch. Eine 2020 durchgeführte Vorplanung für eine zeitgemäße Neuanlage in Echthausen ergab elektrische Wirkungsgradverbesserungen von nur rd. 1 % bei bauartbedingt kürzerer technischer Lebensdauer gegenüber den Bestandsanlagen. Wirtschaftlich ist eine Erneuerung nur bei einem technischen Totalschaden zu vertreten, da neben neuer Anlagentechnik auch umfangreiche bautechnische Anpassungen erforderlich wären. Somit ist das Ziel, alle Anlagen im Kern längstmöglich zu nutzen und lediglich Hilfsaggregate (z.B. Hydraulik, Rechenanlagen, Steuerungen) zu erneuern.

Ein Ausbau der Wasserkraft erfolgte seit 1961 nur mit kleineren Turbinen zur Restwassernutzung in Hengsen im zweistelligen kW-Bereich. Weitere Potenziale an den Standorten bestehen nicht. Über langjährige Staurechte besteht Investitions- und Versorgungssicherheit an den Standorten.

Mit der Einführung des Gesetzes zur Förderung Erneuerbarer Energien (EEG) und dem Bau von Fischaufstiegsanlagen für den EEG-Zuschlag wurde der Wasserkraftstrom bilanziell verkauft statt selbstgenutzt und 100% des Strombedarfs über klassische Strombezugsverträge gedeckt.

Bild 17.3: Ehemalige direktangetriebene, in Reihe geschaltete Kreiselpumpen im Wasserwerk Villigst
Fig. 17.3: Former direct-drive centrifugal pumps connected in a series at the waterworks Villigst

Bild 17.4: Neuer 500-kW-Generator im Wasserwerk Villigst
Fig. 17.4: New 500 kW generator at the waterworks Villigst

Tabelle 17.1: Übersicht der Wasserkraftanlagen
Table 17.1: Overview of hydropower stations

Standort	Elektrische Nutzleistung	Fallhöhe
Echthausen (1942)	2x 800 kW	5,7 m
Halingen (1914/2008)	270 kW	2,3 m
Hengsen (1937)	2x 1.100 kW plus Restwassergeneratoren	5,5 m
Villigst (1961/2016)	815 kW und 500 kW	4,9 m
Westhofen (1922/2011)	2x 630 kW	4,3 m

Technik und Betrieb

An allen Standorten sind Kaplanturbinen im Einsatz (Bild 17.5). Technisch und betrieblich existiert ein breiter Erfahrungsschatz im Unternehmen. Ursprünglich wurde jede Anlage vor Ort manuell gesteuert. Seit den 70er Jahren erfolgten mit der damaligen Fernwirktechnik erste Automatisierungsschritte. Mit Einführung einer zentralen Prozessleittechnik für die Wasserwerke wurden alle Wasserkraftanlagen auf die Zentrale Leitstelle in Hengsen aufgeschaltet. Dort laufen alle Werksdaten zur Trinkwasser- und Stromproduktion gebündelt zusammen. Da an den meisten Standorten zwei Turbinen und Generatoren installiert sind, besteht eine hohe Anlagenverfügbarkeit bei Störungen, Wartungen und geplanten Revisionen. Größere Anlagenrevisionen im 20-25 jährigen Rhythmus von Wasserkraftanlagen, Wehren oder Dämmen sind kostenintensiv (Bild 17.6).

Akzeptanz und Ökologie

Eine Studie der energywatchgroup aus März 2024 bescheinigt der Wasserkraft mit 88 % eine Zustimmung in der Bevölkerung nur knapp hinter Solardächern und vor anderen Energieerzeugungsarten. Alle Querbauwerke von WWW sind fischdurchgängig (Bild 17.7) und gewährleisten Auf- und Abstiege gleichermaßen. Regelmäßige technische Kontrollen der Fischaufstiege sichern die permanente Nutzbarkeit. Ergänzend erfolgen Funktionskontrollen mit Elektrobefischung und Unterwasserkameras durch die Westfälische Wasser- und Umweltanalytik, siehe Beitrag im Ruhrgütebericht 2021. Diese Untersuchungen bestätigen eine artenreiche und bidirektionale Nutzung von Fischaufstiegsanlagen. Staubereiche ergeben Habitate für besondere Arten und sind gerade in Trockenphasen mit geringen Abflussvolumina mit konstantem Wasserstand ökologisch sehr wertvoll.

Stauanlagen inkl. Wasserkraftnutzung und renaturierte Flussbereiche schließen sich nicht aus. Eine abschnittsweise Koexistenz ist machbar und sinnvoll. So wurde in Echthausen die unterwasserseitige Renaturierung ausgebaut und oberwasserseitig sind Pläne in Erarbeitung.

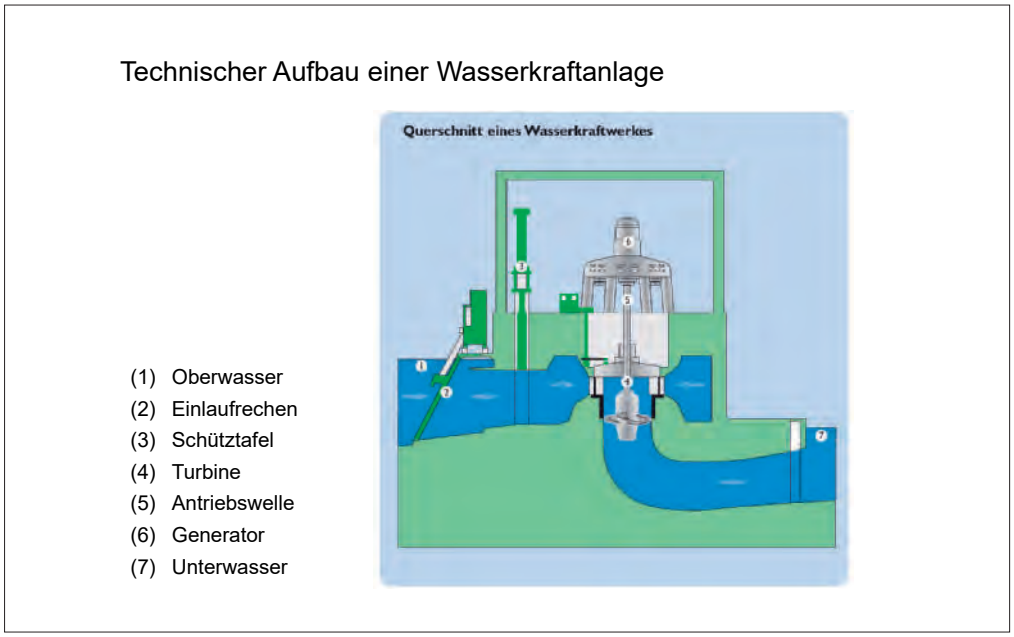


Bild 17.5: Technischer Aufbau einer Wasserkraftanlage
Fig. 17.5: Technical set-up of a hydro-power station

Bild 17.6: Saniertes Wehrfeld im Wasserwerk Hengsen (2024)
Fig. 17.6: Restored weir field at the waterworks Hengsen (2024)

Bild 17.7: Wasserkraftwerk Westhofen mit Fischtreppe
Fig. 17.7: Waterworks Westhofen with fish ladder

Bedeutung der Wasserkraft

Bundesweit trägt Wasserkraftstrom mit rund 7.300 Anlagen dezentral zu 4 % unserer Stromproduktion bei, aber regional ist der Anteil sehr unterschiedlich. So sind es in Bayern bis zu 16 %, in Baden-Württemberg rd. 8 %. Für Wasserwerke Westfalen beträgt die Quote in trockenen Jahren 42 % (19 GWh) und im niederschlagsreichen Jahr 2023 sogar 66 % (30 GWh) des Strombedarfs.

Neben der Mengenkomponente ist die sichere Verfügbarkeit der Kapazitäten gegenüber Wind- und Solarenergie hervorzuheben. In den extremen Niedrigwasserphasen von 2018 bis 2021 konnte permanent eine Mindestproduktion von summarisch rd. 750 kW erfolgen. Beim Weihnachtshochwasser 2023 (mit reduzierten Fallhöhen und Abflüssen am Pegel Villigst von über 250 m^3/s im Tagesdurchschnitt) konnten Anlagen weiter mit über 2.000 kW betrieben werden. Bei einem optimalen Ruhrabfluss von rd. 50 - 60 m^3/s beträgt die effektive Leistung gut 6.000 kW und es erfolgt eine Überschusseinspeisung ins Stromnetz.

Mit dem Abschalten konventioneller Kraftwerke und dem Zubau volatiler Windkraft- und PV-Anlagen wird eine gesicherte Erzeugung noch bedeutsamer. Wasserkraft speist dezentral gesicherte Leistung ein und reduziert den überörtlichen Stromnetzausbaubedarf.

Resilienzfunktion für die Trinkwasserversorgung

Die Wasserkraftanlagen sind in das betriebliche Notstrommanagement integriert. Bei Black- oder Brownouts übernehmen Wasserkraftanlagen primär die Grundlastabdeckung und kraftstoffbetriebene Netzersatzanlagen primär den Lastausgleich, um die Inselversorgung der Werke inkl. Schwarzstartfähigkeit zu gewährleisten. Vorteile sind deutlich geringere Kraftstoffbedarfe und selteneres Nachtanken sowie weniger Emissionen.

So wäre die Schwerter Werksgruppe im Winter 2022/2023 im Kombinationsbetrieb Wasserkraft-Notstromdiesel über zwei Wochen ohne Kraftstoffnachschub im Inselbetrieb ausgekommen. In netzkritischen Situationen kann WWW bei Vollbetrieb von Netzersatzanlagen und Wasserkraft nennenswerte Leistung in das öffentliche Netz einspeisen. Dies stabilisiert die Stromnetze bzw. senkt die regionale Blackout-Gefahr. Als kritische Infrastruktur ist die Wasserversorgung somit energetisch hoch abgesichert.

WWW unterstützt mit Entnahmedaten die Abflussprognosen des Ruhrverbands für bessere Vorhersagen. Hier sind ab dem Jahr 2025 valide Mehrtagesprognosen zu erwarten, die neben Hochwasserschutz und Niedrigwassermanagement eine zielgenauere kurzfristige Erzeugungsplanung ermöglichen.

Tabelle 17.2: Erzeugungs- und Deckungscharakteristika
Table 17.2: Generation and coverage parameters

Energiefeld	Charakteristik	Ziel und Strategie
Wasserkraft	Mengenstark im Winter und Übergangszeiten; nachlaufend zu Tiefdruck(Wind)gebieten; kalkulierbare Mindestleistung	Zielmenge min. 19 GWh/a; hohe Anlagenverfügbarkeit
PV	Mengenstark im Sommer und Mittagsstunden; sehr volatil	Zielmenge min. 5 GWh/a; Ausbau Freiflächenanlagen; Ggf. Tagesspeicherung
Windkraft	Mengenstark im Winter und Übergangszeiten; vorlaufend zur Wasserkraft; sehr volatil	Zielmenge ca. 20 GWh/a über PPA
Strombedarf täglich/stündlich	Stundenbedarf ist anpassbar nach Energiedargebot und Wasserbedarf	Hochbehälter intraday als Flexibilitätspuffer nutzen
Kauf/Verkauf Strom	Teilweise starke Preisschwankungen	Mengen durch Prognosen und smartem Werks- und Energiemanagement minimieren
Netzersatzanlagen	Ersetzen Bezugsstrom und balancieren Last im Notfall aus	Einsatz mit Wasserkraft und PV bei Netzausfall; hohe Verfügbarkeit

Bild 17.8: Generator in der Wasserkraftanlage Hengsen, Baujahr 1937
Fig. 17.8: Generator at the hydropower station Hengsen, built in 1937

Eigennutzung und Strommix

Seit dem Jahr 2023 nutzt WWW eigenen Wasserkraft- und PV-Strom in einem Subbilanzkreis für alle Standorte selbst. Phasenweise Über- und Unterdeckungen werden über die Strombörse bzw. über Ausgleichsenergie ausgeglichen. WWW strebt ein Erzeugungsbündel erneuerbarer Energien mit ergänzenden Charakteristika an (Tabelle 17.2). Gegenüber sehr volatilen Wind- und PV-Erzeugungen stabilisiert die eigene Wasserkraft die Zuverlässigkeit entscheidend. Eine ähnlich gut planbare Erzeugungscharakteristik ist absehbar nicht ersichtlich. Mit dem Ausstieg aus der Kohleverstromung und verzögerten Ersatzkraftwerken (Erdgas, Wasserstoff) sind bundesweit Engpässe zu erwarten. Kombiniert mit einer dargebotsorientierten Flexibilisierung der Trinkwasserproduktion, siehe Beitrag „Smartes Energiemanagement" im Ruhrgütebericht 2022, können Energiesicherheit maximiert und CO_2-Emissionen minimiert werden. Ergänzende Grünstrommengen auf Windbasis werden perspektivisch über power-purchase-Agreements (PPA) zugekauft. Ein erster PPA-Pilotvertrag läuft seit Januar 2023 mit rd. 0,6 GWh/a. Basierend auf Wasserkraftgrundlast ist ein sicherer, CO_2-freier Strommix für WWW in wenigen Jahren realisierbar.

Nachhaltigkeitsaspekte

Neben der CO_2-freien Stromerzeugung sind lange Anlagennutzungszeiten hervorzuheben. Die Kernkomponenten von Maschinen-, Bau-, Generator- und Stahlwasserbautechnik sind bei entsprechender Wartung und Revision nahezu hundert Jahre nutzbar. (Bild 17.8) Diese Lebensdauer ist gegenüber anderen regenerativen wie konventionellen Stromerzeugern, die durchschnittlich 25 bis 40 Jahre im Einsatz sind, herausragend. Dadurch werden indirekte Emissionen der Lieferkette nach dem Scope-3-Ansatz des Greenhouse Gas Protocol minimiert.

Fazit

Wehre und Wasserkraft an der Ruhr sichern eine effiziente Trinkwasserproduktion und tragen zu einer hohen örtlichen Resilienz beim Umbau der gesamten Stromversorgung hin zu erneuerbaren Energien bei. Laufwasserwerke sind hoch verfügbar, ökologisch vertretbar und eine Stütze der lokalen Energieversorgung. In Kombination mit volatiler Solar- und Windenergie entsteht ein nachhaltiger ganzjähriger Energiemix für eine sichere Trinkwasserproduktion. Diese Vorteile gilt es für die nächsten Generationen zu erhalten und zu optimieren.

18 Per- und Polyfluoralkylsubstanzen: Ein altes Thema – eine neue Herausforderung?

Dr. Anne Heyer, Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim; Dr. Geert Aschermann, Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen; Christian Skark, Dortmund

Per- und Polyfluoralkylsubstanzen (PFAS), auch als „Ewigkeitschemikalien" bekannt, sind eine Gruppe von Chemikalien, die dank ihrer Langlebigkeit, Widerstandsfähigkeit, Feuerfestigkeit und anderen Eigenschaften in vielen Bereichen unseres Alltags Verwendung finden.

Die Stoffgruppe der PFAS umfasst ca. 10.000 verschiedene Verbindungen, die in mehr als 200 verschiedenen Prozessen eingesetzt werden. Dabei zeichnen sich die PFAS durch ihre bemerkenswerten Eigenschaften aus: sie sind wasser-, fett und schmutzabweisend. PFAS werden aufgrund ihrer schlechten Abbaubarkeit in der Umwelt auch als Ewigkeitschemikalien bezeichnet – sie sind gekommen, um zu bleiben. Eine Reihe dieser Stoffe werden bei der Herstellung als Bestandteil vielfältiger Produkte des Alltags verwendet, wie zum Beispiel für antihaftbeschichtetes Kochgeschirr, wasser- und schmutzabweisende Textilien, Lebensmittelverpackungen, Imprägniersprays und Feuerlöschmittel. Durch diese intensive Nutzung und die schlechte Abbaubarkeit gelangen die Verbindungen in die Umwelt (Luft, Abwässer, Gewässer, Böden) und damit zwangsläufig auch in die Nahrungskette (Obst, Gemüse, Fische, Tiere, Menschen) [18.1-18.2].

Nachdem im Rahmen von Forschungsarbeiten im Jahr 2006 im Oberflächenwasser der Ruhr für bundesdeutsche Gewässer vergleichsweise hohe Gehalte von PFAS (bis zu 0,7 µg/L Perfluoroctansäure [PFOA] und Perfluoroctansulfonsäure [PFOS]) festgestellt wurden, konnte in der Folge eine Ausbringung von Produktionsabfällen aus der Papierindustrie auf Ackerflächen des Sauerlands als wesentliche Ursache der bis dahin unbekannten Konzentrationen im Gewässer ausgemacht werden [18.3]. Die Sanierung besonders hoch belasteter Flächen (Bodenabtrag, Sickerwasserbehandlung) und die Beendigung weiterer Abfallausbringungen konnten die Einträge in die Ruhr minimieren.

[18.1] Bergmann, S.; Leuchs, W.: Verbreitung von PFT in der Umwelt.- LANUV-Fachbericht 34, Recklinghausen, 115 S. (2011).
[18.2] Kotthoff, M; Müller, J.; Jürling, H.; Schlummer, M.; Fiedler, D.: Perfluoralkyl and polyfluoroalkyl substances in consumer products.- Environmental Science and Pollution Research, 22, 14546-14559 (2015).
[18.3] Skutlarek, D; Exner; M.; Färber, H.: Perfluorinated surfactants in surface and drinking waters.- Environmental Science and Pollution Research, 13 (5), 299-307 (2006).

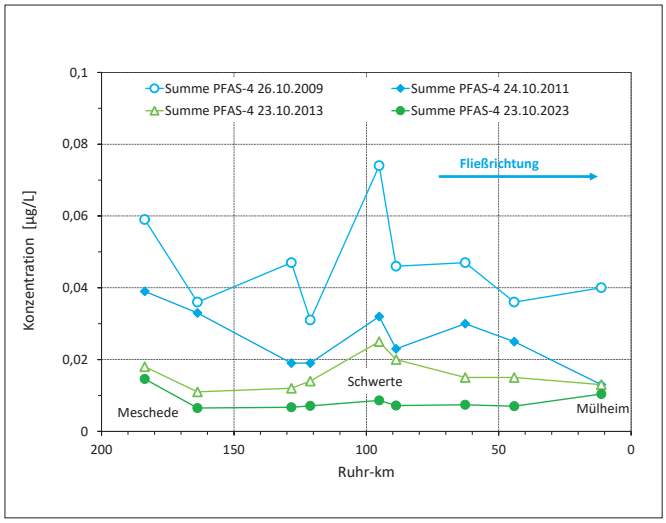


Bild 18.1: Konzentrationen der Summe PFAS-4 an ausgewählten Untersuchungstagen 2009, 2011, 2013 und 2023 im Ruhrwasser. PFAS-4: Summe PFOA – Perfluoroctonoat, PFNA – Perfluornonanoat, PFHxS - Perfluorhexansulfonat, PFOS – Perfluoroctansulfonat. 2013 tritt PFOA von Meschede bis Schwerte auf, PFOS von Schwerte bis Mülheim.

Fig. 18.1: Concentration of the sum PFAS-4 in the River Ruhr at selected sampling days of the years 2009, 2011, 2013, and 2023. PFAS-4: Sum PFOA – Perfluoroctonoate, PFNA – Perfluornonanoate, PFHxS - Perfluorhexansulfonate, PFOS – Perfluoroctansulfonate. 2013 occurred PFOA from Meschede to Schwerte, PFOS from Schwerte to Mülheim.

Bereits seit 2006 wurden an der Ruhr PFAS regelmäßig überwacht [18.4]. Dabei kamen weitere Quellen für das Auftreten von PFAS in der Umwelt in den Fokus, z. B. der Einsatz in Feuerlöschschäumen oder in Galvanikbetrieben. Ebenso wurde die Bedeutung von Einweg-Geschirren, fettabweisenden Papieren und beschichteten Kochgeschirren zur Nahrungsaufbewahrung und -zubereitung für die menschliche Aufnahme von PFAS betrachtet [18.2].

In den Untersuchungen des Ruhrwassers im Rahmen des AWWR-Monitorings zu organischen Spurenstoffen zeigte sich ab 2008 eine beständige Abnahme der Gehalte an PFOA und PFOS [18.1, 18.4-18.7] (Bild 18.1). Die weiteren Verbindungen Perfluornonansäure (PFNA) und Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) traten nicht oder nur vereinzelt auf.

Im Zusammenhang mit den nachgewiesenen höheren Gehalten in der Ruhr erfolgte 2006 eine vorläufige toxikologische Bewertung erster PFAS-Substanzen von Seiten des Umweltbundesamtes und eine damit verbundene erste Ableitung eines Trinkwasser-Leitwerts für die Summe von PFOA und PFOS von 0,3 µg/L. Diese regulativen Vorgaben wurden aufgrund der erweiterten Datenlage in den Folgejahren durch das Umweltbundesamt revidiert und führten zur Veröffentlichung neuer bzw. aktualisierter Trinkwasser-Leitwerte und gesundheitlicher Orientierungswerte für verschiedene PFAS-Einzelsubstanzen. So galt z. B. für PFOA ab 2017 ein Trinkwasser-Leitwert von 0,1 µg/L, für die kurzkettige Perfluorbutansäure (PFBA) ein Leitwert von 10 µg/L. [18.8]

Neben regulativen Vorgaben auf nationaler Ebene kam es mit der Veröffentlichung der EU-Trinkwasserrichtlinie 2020 auch europaweit zur Einführung von Vorgaben zu PFAS im Trinkwasser. Diese Richtlinie enthielt einen Höchstwert für die Summenkonzentration der PFAS-20 in Höhe von 0,1 µg/L. Die PFAS-20 stellen dabei eine Gruppe von 20 PFAS-Substanzen dar, die auch die bereits genannten Substanzen PFBA, PFOA, PFNA, PFHxS und PFOS umfasst. Mit der Veröffentlichung der novellierten Trinkwasserverordnung (TrinkwV) im Jahr 2023 wurde dieser Parameter als Trinkwasser-Grenzwert auch in deutsches Recht überführt. Daneben wurde aufgrund aktueller toxikologischer Studien, insbesondere durch die europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit EFSA, ein weiterer Grenzwert für die Summenkonzentration der PFAS-4 in Höhe von 0,02 µg/L in die TrinkwV aufgenommen. Die PFAS-4 umfassen die Substanzen PFOA, PFNA, PFHxS und PFOS. Der Grenzwert für die Summe PFAS-20 gilt ab dem 12. Januar 2026, der Grenzwert für die Summe PFAS-4 ab dem 12.Januar 2028.

Neben dieser deutlichen Absenkung der zulässigen PFAS-Konzentrationen im Trinkwasser führt die Einführung von PFAS-Grenzwerten in der TrinkwV auch zu einer grundsätzlichen Überwachungspflicht dieser Parameter im Rahmen von Trinkwasseruntersuchungen. Im Zusammenhang mit der neu eingeführten Trinkwassereinzugsgebieteverordnung sind darüber hinaus zukünftig auch PFAS-Untersuchungen im Rahmen des Risikomanagements im Einzugsgebiet verpflichtend. Dies erfordert eine deutlich höhere Anzahl von PFAS-Analysen in Roh- und Trinkwasser bei einer gleichzeitig sensitiveren analytischen Bestimmungsgrenze (BG) zur sicheren Quantifizierung, die zukünftig von Trinkwasseruntersuchungsstellen einzuhalten ist.

Der Umfang der untersuchten Verbindungen stieg ab 2006 stetig. Die Untersuchungsergebnisse wurden bis 2022 nach den jeweils geltenden Orientierungs- und Leitwerten bewertet. Dies erforderte Analysen mit weniger sensitiven Bestimmungsgrenzen als nach den ab 2026 geltenden Grenzwerten.

Seit Veröffentlichung der EU-Trinkwasserrichtlinie 2020 konnte die Überwachung auf den neu festgelegten Umfang der PFAS-20 Stoffe angepasst werden. Aus diesen Messungen, die ab 2022 an verschiedenen Probenahmestellen entlang der Ruhr vorgenommen wurden, ergaben sich nur geringe Konzentrationen im Flusswasser (vgl. Kap. 15, Bilder 15.1 bis 15.3). Dies belegt auch die Ruhrlängsuntersuchung vom 23.10.2023 (Bild 18.1). Die jetzigen Untersuchungen weisen nach, dass die Vorgaben der Trinkwasserverordnung bezüglich der PFAS-Konzentrationen im Wasser der Ruhr bereits ohne die Aufbereitungsprozesse der Trinkwassergewinnung eingehalten werden.

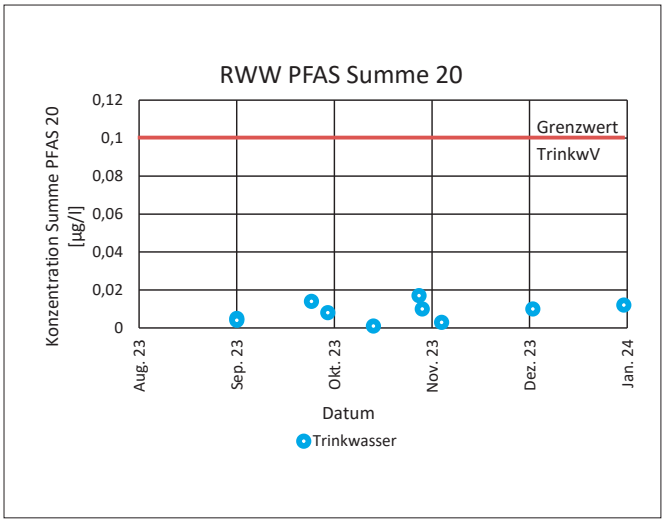


Bild 18.2: Konzentration der Summe PFAS-20 in [µg/L] im Trinkwasser am Unterlauf der Ruhr bei Mülheim. PFAS-20: Summe von PFBA Perfluorbutanoat, PFPA Perfluorpentanoat, PFHxA Perfluorhexanoat, PFHpA Perfluorheptanoat, PFOA Perfluoroctonoat, PFNA Perfluornonanoat, PFDA Perfluordecanoat, PFUnA Perfluorundecanoat, PFDoA Perfluordodecanoat, PFTrA Perfluortridecanoat, PFBS Perfluorbutansulfonat, PFPS Perfluorpentansulfonat, PFHxS Perfluorhexansulfonat, PFHpS Perfluorheptansulfonat, PFOS Perfluoroctansulfonat, PFNS Perfluornonansulfonat, PFDS Perfluordecansulfonat, PFUnS Perfluorundecansulfonat, PFDoS Perfluordodecansulfonat, PFTrS Perfluortridecansulfonat. Grenzwert TrinkwV ab 12.01.2028

Fig.18.2: Concentrations of the sum of PFAS-20 in [µg/L] in the drinking water at the lower stretch of the River Ruhr in Mülheim. PFAS-20: Sum of PFBA Perfluorbutanoate, PFPA Perfluorpentanoate, PFHxA Perfluorhexanoate, PFHpA Perfluorheptanoate, PFOA Perfluoroctonoate, PFNA Perfluornonanoate, PFDA Perfluordecanoate, PFUnA Perfluorundecanoate, PFDoA Perfluordodecanoate, PFTrA Perfluortridecanoate, PFBS Perfluorbutansulfonate, PFPS Perfluorpentansulfonate, PFHxS Perfluorhexansulfonate, PFHpS Perfluorheptansulfonate, PFOS Perfluoroctansulfonate, PFNS Perfluornonansulfonate, PFDS Perfluordecansulfonate, PFUnS Perfluorundecansulfonate, PFDoS Perfluordodecansulfonate, PFTrS Perfluortridecansulfonate. Maximum permissible value after 12.01.2028

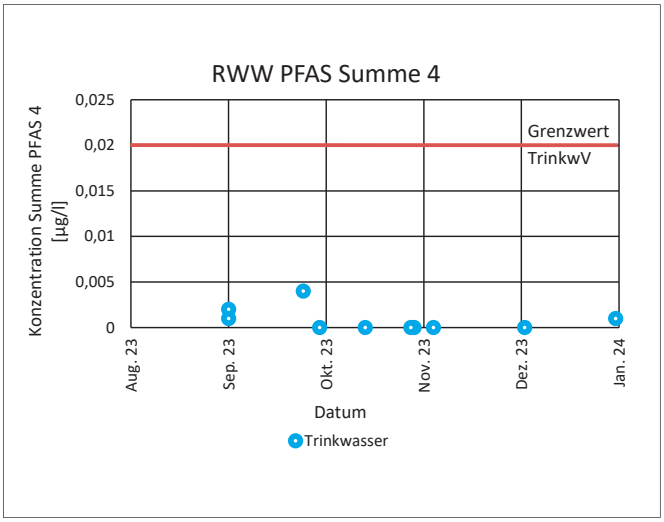


Bild 18.3: Konzentration der Summe PFAS-4 in [µg/L] im Trinkwasser am Unterlauf der Ruhr bei Mülheim. PFAS-4: Summe PFOA – Perfluoroctonoat, PFNA - Perfluornonanoat, PFHxS – Perfluorhexansulfonat, PFOS – Perfluoroctansulfonat. Grenzwert TrinkwV ab 12.01.2028

Fig. 18.3: Concentrations of the sum of PFAS-4 in [µg/L] in the drinking water at the lower stretch of the River Ruhr in Mülheim. PFAS-4: Sum PFOA – Perfluoroctonoate, PFNA – Perfluornonanoate, PFHxS - Perfluorhexansulfonate, PFOS – Perfluoroctansulfonate. Maximum permissible value after 12.01.2028

In den Wasserwerken werden verschiedene Prozessschritte zur Aufbereitung des Ruhrwassers zu Trinkwasser eingesetzt. Einer dieser Schritte ist die Filtration des Rohwassers über Aktivkohle. Dieser Prozessschritt dient der effektiven Entfernung organischer Spurenstoffe, zu denen auch die PFAS-Verbindungen gehören. Durch die kontinuierliche Aktivkohlefiltration wird sichergestellt, dass auch im unwahrscheinlichen Fall einer höheren Konzentration von PFAS diese Stoffe weitgehend aus dem Rohwasser entfernt und so die Grenzwerte der TrinkwV im Trinkwasser sicher eingehalten werden (Bilder 18.2 und 18.3).

Die Herausforderung durch die zukünftigen Grenzwerte der TrinkwV an die Empfindlichkeit der analytischen Methoden konnten ebenso bewältigt werden: Wie sich durch erste Analysen bestätigt, werden diese Grenzwerte bereits im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser der Ruhr sowie im Trinkwasser sicher eingehalten [18.9]. Weitergehende analytische und toxikologische PFAS-Studien können derzeitige Wissenslücken künftig weiter schließen. Dies kann in eine Veränderung der derzeit aktuellen regulativen Vorgaben im Trinkwasserbereich sowohl für die derzeit bereits regulierten Substanzen bzw. Substanzgruppen (PFAS-20 und PFAS-4) als auch für weitere Substanzen der gesamten PFAS-Stoffgruppe münden. Ob und inwieweit hierdurch dann zusätzliche Herausforderungen für die zukünftige Wasserversorgung entlang der Ruhr entstehen könnten, kann an dieser Stelle nicht vorhergesehen werden.

[18.4] Skark, C.; Zullei-Seibert, N.: Perfluorierte Tenside (PFT) im Oberflächenwasser der Ruhr und im Trinkwasser von Ruhrwasserwerken – Ergebnisse des Monitorings der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR).- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2006, Essen, Schwerte, 127-135 (2007).

[18.5] Skark, C.: Organische Spurenstoffe in der Ruhr – Fortsetzung des Monitorings der AWWR.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2015, Essen, Schwerte, 138-146 (2016).

[18.6] Ruhrverband: Zehn Jahre PFT im Ruhreinzugsgebiet.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2016.- Schwerte, Essen, 109-117 (2017).

[18.7] Ruhrverband: Stoffe in der Ruhr – Retrospektive aus der Sicht der instrumentellen Analytik.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2022.- Schwerte, Essen, 131-140 (2023).

[18.8] Umweltbundesamt: Fortschreibung der vorläufigen Bewertung von per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC) im Trinkwasser; Bundesgesundheitsblatt 60, 350-352 (2017).

[18.9] Borchers, U.: PFAS im Trinkwasser – gesetzliche Regulierung, Toxikologie und Überblick über Befunde.- Mitteilungen der Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie 29 (1), 1-8 (2023).

19 Organisation der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR)

Stand 31. Dezember 2023

Präsidium

Vorsitzender: Bernd Heinz,
Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
stellv. Vorsitzender: Matthias Lürbke,
Stadtwerke Menden GmbH, Menden

Klaus Döhmen, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten (bis 30.09.2023)
Bernd Heinz, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte (Vorsitzender)
Thomas Kroll, Stadtwerke Arnsberg GmbH, Arnsberg (ab 09.11.2023)
Matthias Lürbke, Stadtwerke Menden GmbH, Menden (stellv. Vorsitzender)
Dr. Michael Plath, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Roland Rüther, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Hagen

Mitglieder

Sascha Adamski, Stadtwerke Essen AG, Essen
Derk Buchsteiner, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten (ab 01.10.2023)
Klaus Döhmen, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten (bis 30.09.2023)
Peter Flosbach, Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH, Dortmund (bis 30.04.2023)
Michael Greger, Stadtwerke Hamm, Hamm
Bernd Heinz, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Thomas Kroll, Stadtwerke Arnsberg GmbH, Arnsberg
Gregor Langenberg, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen
Alexander Loipfinger, Stadtwerke Fröndenberg Wickede GmbH, Fröndenberg
Matthias Lürbke, Stadtwerke Menden GmbH, Menden
Dr. Frank Peper, Stadtwerke Bochum GmbH, Bochum
Dr. Michael Plath, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Friedrich Reh, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen
Axel Reuber, Stadtwerke Brilon AöR, Brilon
Roland Rüther, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Hagen
Jürgen Schwarberg, Stadtwerke Sundern, Sundern
Michael Sommer, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede
Jens Viefhues, Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH, Dortmund (ab 01.05.2023)
Henrik Weiß, Stadtwerke Winterberg AöR, Winterberg

Ständige Gäste

Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen
Heinz Esser, DVGW-Landesgruppe NRW, Düsseldorf
Holger Gassner, BDEW/DVGW Landesgruppe NRW, Bonn
Dr. Dirk Grete, Bezirksregierung Arnsberg
Dr. Andreas Hollstein, VKU-Landesgruppe NRW, Düsseldorf
Prof. Dr.-Ing. Norbert Jardin, Ruhrverband, Essen
Victoria Krieter, Bezierksregierung Arnsberg
Dr. Carsten Schmitt, ARW Arbeitsgemeinschaft Rhein-Wasserwerke e.V., Köln
Dr. Thomas-Benjamin Seiler, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen
Christina Weber, Bezirksregierung Düsseldorf

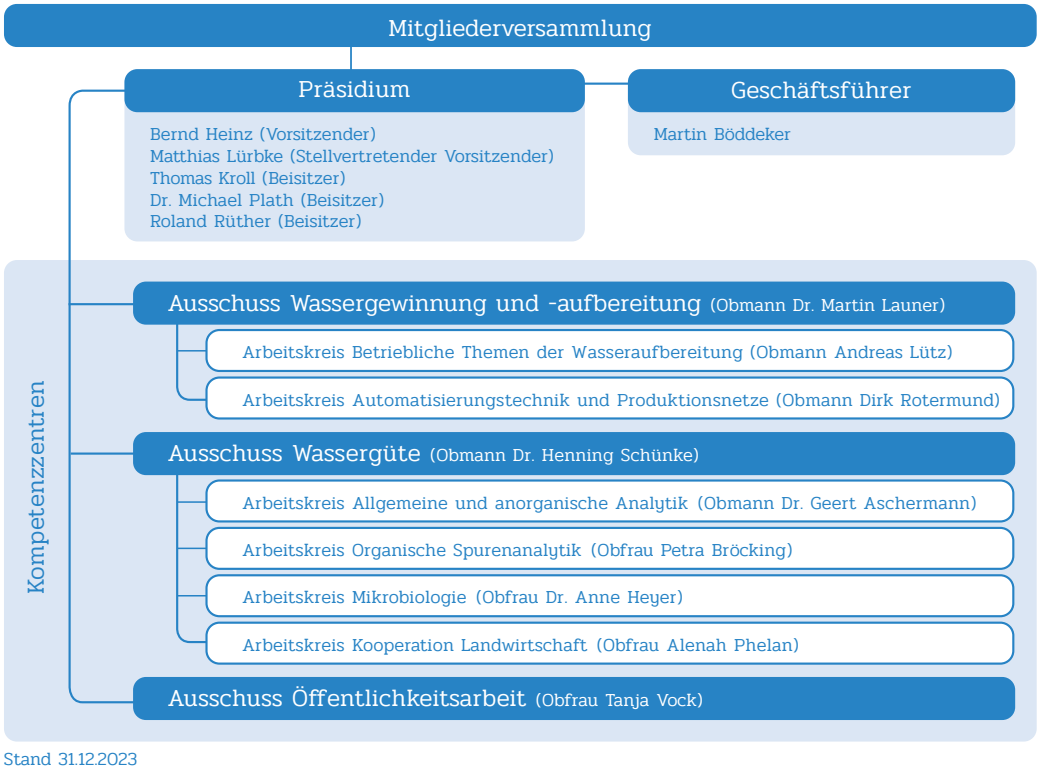
Kontakte

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. Martin Böddeker
Willy-Brandt-Allee 26
45891 Gelsenkirchen
Tel.: 0209 708-274
E-Mail: martin.boeddeker@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

Ausschüsse und Arbeitskreise 2023



Stand 31.12.2023

Ausschuss Wassergüte

Obmann: Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Dr. Geert Aschermann, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte
Dr. Thomas Bals, Energie-und Wasserversorgung Hamm GmbH, Hamm
Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen
Danijela Frojn, Ruhrverband, Essen
Dr. Anne Heyer, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Henrike Kreft, VWW Verbund Wasserwerk Witten GmbH, Witten
Thomas Kroll, Stadtwerke Arnsberg GmbH, Arnsberg
Monika Raabe, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Hagen
Kirstin Richter, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte
Christian Skark, Gast (ehem. Institut für Wasserforschung GmbH), Dortmund
Dr. Joanna Will, Ruhrverband, Essen

Arbeitskreis Allgemeine und anorganische Analytik
Obmann: Dr. Geert Aschermann, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Dr. Geert Aschermann, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte
Dr. Thomas Bals, Energie-und Wasserversorgung Hamm GmbH, Hamm
Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen
Beate Dierolf-Emig, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung Gemeinnützige GmbH, Mülheim
Tanja Jenke, Ruhrverband, Essen
Marina Klaprat, Südwestfalen Energie und Wasser AG (Enervie), Hagen
Dr. Daniel Schunk, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Timon Wessel, VWW Verbundwasserwerk Witten GmbH, Witten

Als Gast:
Sonja Klenk, Bergisches Wasser- und Umweltlabor der BTV-GmbH, Wuppertal

Arbeitskreis Organische Spurenanalytik
Obfrau: Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen
Stellvertretender Obmann: Thomas Sentis, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen

Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen
Marina Klaprat, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Labor
Yannik Racherbäumer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Als Gast:
Regina Respondek, LANUV Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Recklinghausen, Außenstelle Düsseldorf
Dr. Daniel Schunk, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Beate Steinsiepe-Burchard, Ruhrverband, Essen
Thomas Sentis, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen
Hendrik Koll, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH, Mülheim

Arbeitskreis Mikrobiologie
Obfrau: Dr. Anne Heyer, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft 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
Helga Gehrke, Ruhrverband, Essen
Dr. Anne Heyer, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Bernd Lange, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, Mülheim
Bettina Langer, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen
Daniela Mattes, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, Mülheim
Dr. Christiane Meinert-Berning, Ruhrverband, Essen
Monika Raabe, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Hagen
Kristina Ronge, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen
Ute Stratmann, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte
Gisela Trope, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen
Antje Wygoda, Verbundwasserwerk Witten GmbH, Witten

Kooperation Landwirtschaft / Wasserwirtschaft an der Ruhr
Obfrau: Alenah Phelan, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen
Obfrau: Kirstin Richter, Wasserwerke Westfalen, Schwerte

Thomas Dietz, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Christian Heß, Enervie-Gruppe – Mark-E AG
Hendrik Hornkamp, Landwirtschaftskammer Wasserberater
Dr. Harald Lopotz, Landwirtschaftskammer
Alenah Phelan, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen
Frank Reinhardt, Landwirtschaftskammer Wasserberater
Kirstin Richter, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Dominik Schröder, Landwirtschaftskammer Wasserberater

Ausschuss Wassergewinnung und -aufbereitung

Obmann: Dr. Martin Launer, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbh, Mülheim an der Ruhr

Sascha Adamski, Stadtwerke Essen AG
Sebastian Andres, Stadtwerke Menden GmbH, Menden (ab 04/2023)
Thomas Bock, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Thomas Brenne, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Hagen
Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen
Klaus Döhmen, Verbundwasserwerk Witten GmbH, Witten (bis 09/2023)
Christian Finger, Stadtwerke Brilon, Brilon
Michael Greger, Stadtwerke Hamm GmbH, Hamm
Volker Kretschmer, Stadtwerke Fröndenberg Wickede GmbH, Fröndenberg
Thomas Kroll, Stadtwerke Arnsberg GmbH, Arnsberg
Dr. Martin Launer, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr (ab 04/2023)
Peter Lemmel, Ruhrverband, Essen
Matthias Lürbke, Stadtwerke Menden GmbH, Menden (bis 04/2023)
Andreas Lütz, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen
Dr. Michael Plath, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr (bis 04/2023)
Jürgen Schwarberg, Stadtwerke Sundern, Sundern
Michael Sommer, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede
Henrik Weiß, Stadtwerke Winterberg AöR, Winterberg
Andreas Wied, Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten (ab 10/2023)
Stephan Willmes, Stadtwerke Bochum GmbH, Bochum
Georg zur Strassen, Ruhrverband, Essen

Arbeitskreis Betriebliche Themen der Wasseraufbereitung

Obmann: Andreas Lütz, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen

Dr. Geert Aschermann, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte
Thomas Bals, Energie- und Wasserversorgung Hamm GmbH, Hamm
Frank Eifler, Stadtwerke Menden GmbH, Menden
Thomas Kroll, Stadtwerke Arnsberg GmbH, Arnsberg
Guido Lens, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Matthias Lürbke, Stadtwerke Menden GmbH, Menden
Andreas Lütz, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen
Uwe Pott, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte
Christian Heß, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Hagen
Markus Roters, Stadtwerke Sundern, Sundern
Jürgen Schwarberg, Stadtwerke Sundern, Sundern
Rolf Wegener; Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede

Arbeitskreis Automatisierungstechnik und Produktionsnetze (OT)

Obmann: Dirk Rotermund, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr

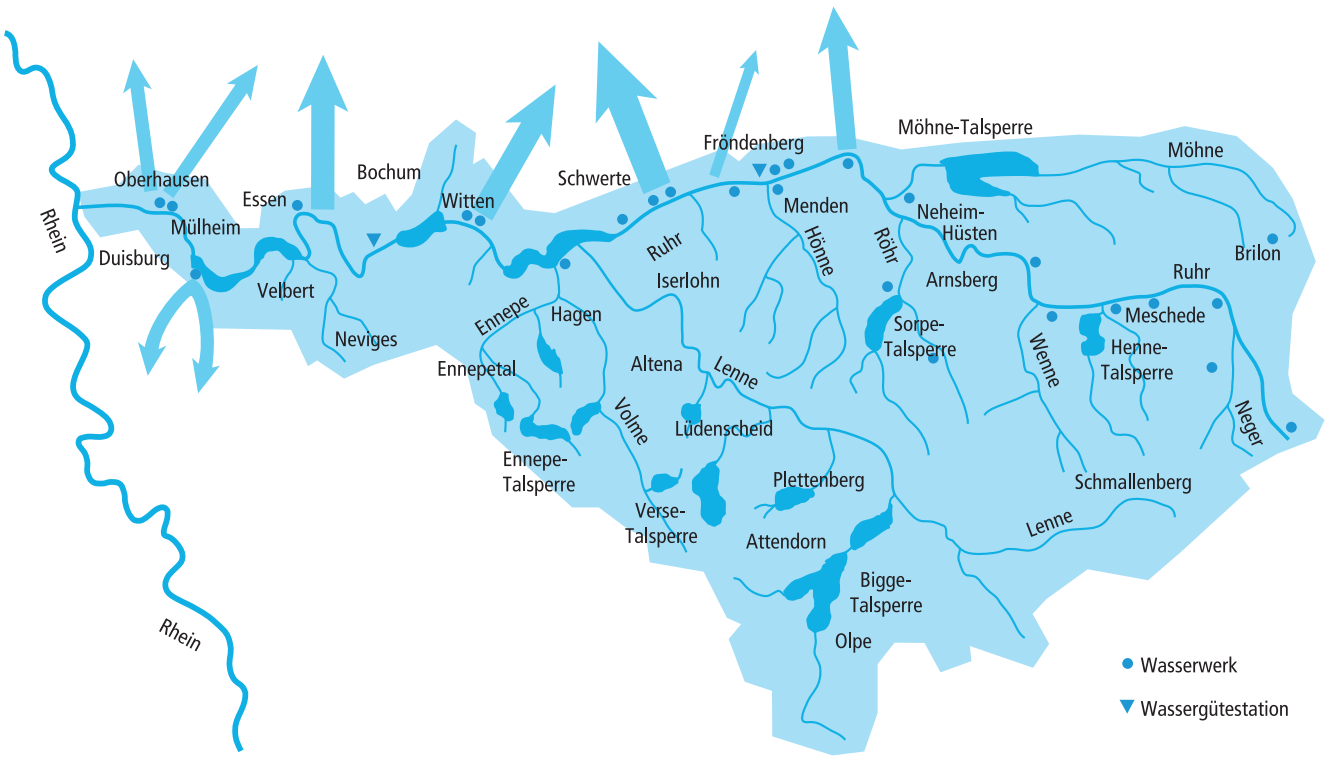
Klaus Dellhofen, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen
Achim Koslowski, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Bernd Lindemann, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen
Lothar Mindthoff, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Valentin Regier, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Dirk Rotermund, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Michael Schwarze, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Detlef Stein, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen
Stefan Stich, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Jörg van der Kooi, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Yannick Zelt, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen

Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit

Obfrau: Tanja Vock, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte

Heidrun Becker, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen
Roy Daffinger, Stadtwerke Essen AG, Essen
Jörg Fröhling, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede
Josef Guthoff, Stadtwerke Menden GmbH, Menden
Cornelia Helm, Stadtwerke Hamm GmbH, Hamm
Andreas Köster, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Hagen
Jana-Larissa Marx, Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH, Dortmund
Dirk Pomplun, Stadtwerke Essen AG, Essen
Jörg Prostka für VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten
Markus Rüdel, Ruhrverband, Essen
Ramon Steggink, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Alexander ten Hompel, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Hagen
Tanja Vock, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Marie Luise Wenzel, Stadtwerke Arnsberg GmbH, Arnsberg (bis 30.04.2023)
Melissa Yilmaz, Stadtwerke Arnsberg GmbH, Arnsberg (ab 01.05.2023)

20 Die AWWR in Zahlen



Mitglieder der AWWR	Anzahl der Ruhrwasserwerke	Gesamt-Wasserförderung
Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH	siehe WWW	ca. 234 Mio. m^3/a
Gelsenwasser AG	siehe WGE	
Hochsauerlandwasser GmbH	5	
Mark-E Aktiengesellschaft	1	
RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH	3	
Stadtwerke Arnsberg GmbH	1	
Stadtwerke Bochum GmbH	siehe WGE/WWW	
Stadtwerke Brilon AöR	1	
Stadtwerke Essen AG	siehe WGE	
Stadtwerke Fröndenberg GmbH	1	
Stadtwerke Hamm GmbH	1	
Stadtwerke Menden GmbH	1	
Stadtwerke Sundern	2	
VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH	1	
Wasserbeschaffungsverband Arnsberg	1	
Wassergewinnung Essen GmbH (WGE)	1	
Wasserwerke Westfalen GmbH (WWW)	6	
Stadtwerke Winterberg AöR	5	

21 Analysenergebnisse des Ausschusses Wassergüte

Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Erhebung und Verarbeitung der Daten

Die Daten für den Ruhrgütebericht werden durch den Ruhrverband und die Wasserversorger an der Ruhr in Messprogrammen erhoben und für diese Auswertung der AWWR zur Verfügung gestellt. Im Laufe des Jahres werden die Ergebnisse der zeitdichten Untersuchungen des Ruhrverbands in Essen-Rellinghausen in den Sitzungen des Ausschusses Wassergüte der AWWR regelmäßig diskutiert und bewertet. Zusammen mit den Werten der Wasserversorger werden diese Werte aus den zeitdichten Untersuchungen und den Ruhrlängsuntersuchungen jährlich für den Ruhrgütebericht zusammengefasst und an dieser Stelle für das Jahr 2023 ausgewertet. Die Daten für den vorliegenden 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, dem Hygiene-Institut des Ruhrgebiets sowie durch die Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH.

Die Messstrategie sieht seit 2006 eine zeitlich dichte Überwachung durch die Wasserversorger und den Ruhrverband mit mindestens einer monatlichen Messung vor. Zum Teil werden die Probestellen jedoch deutlich häufiger untersucht. Darüber hinaus werden durch den Ruhrverband und das Hygiene-Institut jeweils zwei Probenahmen zur Erhebung der Daten für die Ruhrlängsuntersuchungen über den gesamten Flussverlauf vorgenommen. Die Probenahmedaten sowie die Abflüsse zum Zeitpunkt der Probenahme werden in Tabelle 25.1 aufgeführt.

Tabelle 21.1: Mittlere Abflüsse während der Längsuntersuchungen
Table 21.1: Average flows during examinations along the course of the river

Längsuntersuchung Untersuchungslabor	Untersuchungs-zeitraum	Abfluss am Pegel Hattingen m3/s
Winter / Hygiene-Institut (HYG)	06.02.2023	239,0
Frühjahr / Ruhrverband (RV)	27./28./29.03.2023	173,3
Sommer / Hygiene-Institut (HYG)	07.08.2023	173,0
Herbst / Ruhrverband (RV)	06./07./08.11.2023	130,7

Der Ruhrverband untersucht neben der Ruhr die acht wichtigsten Nebenflüsse auf verschiedene physikalische, chemische und biologische Parameter. Die erhaltenen Messwerte werden als Mittelwerte den Mittelwerten der Ruhr im Mündungsbereich vergleichend gegenübergestellt.

Eine Übersicht über die untersuchten Messstellen sowie die Untersuchungslabore wird in Tabelle 25.2 gegeben.

Zur Positionierung der Nebengewässer wird in der Spalte „Ruhr-km" in Klammern die Kilometrierung der Mündungen angegeben. In Tabelle 25.3 sind die Mittelwerte für 41 untersuchte Kenngrößen in den acht Nebenflüssen/-bächen der Ruhr aufgeführt.

Die Bewertung der Ergebnisse erfolgt seit 2016 nach dem Europäischen Fließgewässermemorandum, das bereits seit 2013 auch durch die AWWR unterstützt wird. Die Zielwerte des Memorandums bewerten die Maximalwerte. Zuvor wurden die Zielwerte für die Ruhr anhand des 90er-Perzentils bewertet, um die größeren Schwankungsbreiten in kleineren Flusssystemen, z.B. der Ruhr, zu berücksichtigen. Die Tabelle 25.4 gibt für die 16 vereinbarten Stoffe bzw. Stoffgruppen des Europäischen Fließgewässermemorandums die nachgewiesenen Überschreitungen der Zielwerte aus dem Jahr 2023 wieder. Zur Orientierung werden zusätzlich die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung mit aufgeführt.

Ruhrlängsuntersuchungen

Die Längsuntersuchungen der Ruhr erfolgen in den vier Quartalen des Jahres. Die Proben werden durch den Ruhrverband und das Hygiene-Institut entlang des Ruhrverlaufs in jeweils zwei Probenahme-Kampagnen entnommen und untersucht. Das Hygiene-Institut wurde für diese Untersuchungen durch die Wasserversorger Hochsauerlandwasser, Stadtwerke Hamm, Wasserwerke Westfalen, Mark-E, Verbundwasserwerk Witten, Gelsenwasser, Wassergewinnung Essen und die Rheinisch-Westfälischen Wasserwerke beauftragt. Die erhobenen Daten werden an die Westfälische Wasser- und Umweltanalytik zur Auswertung übermittelt. Das Hygiene-Institut untersuchte in den Ruhrlängsuntersuchungen an elf Probestellen 50 Parameter (ohne Pflanzenschutzmittel). Insgesamt wurden 799 Werte erhoben. In den vom Ruhrverband beprobten 24 Probenahmestellen wurden 40 Kenngrößen (ohne Pflanzenschutzmittel) analysiert. So konnten insgesamt durch den Ruhrverband 1.839 Analysewerte erhalten werden.

Aus den Ruhrlängsuntersuchungen werden die Parameter als Ganglinien über den Ruhrverlauf dargestellt (Bild 25.3 bis 25.9). In den Abbildungen werden jeweils bis zu sechs Kenn-

Tabelle 21.2: Übersicht über die Messstellen und die untersuchenden Laboratorien
Table 21.2: Overview of measuring points and research laboratories

Ruhr-km	Fluss-km	Längsuntersuchung RV	Längsuntersuchung HYG	Zeitlich dichte Ruhrüberwachung	Messstellenbezeichnung
164,73		X	X		Ruhr, oberhalb Wildshausen
156,74		X			Ruhr, oberhalb Arnsberg, Wolfsschlucht
142,25		X			Ruhr, Neheim-Hüsten oberhalb Zulauf Kläranlage
(141,83)	0,28	X			Röhr, 280 m vor Mündung in die Ruhr
137,66		X	X		Ruhr, oberhalb Zulauf Möhne
(137,35)	0,05	X			Möhne, 50 m vor Mündung in die Ruhr
128,31		X	X	WWU	Ruhr, Echthausen Oberwasser
121,17		X	X	SWH	Ruhr, Wasserwerk Hamm-Warmen
(116,58)	0,18	X	X		Hönne, 180 m vor Mündung in die Ruhr
113,78		X	X		Ruhr, Halingen, Messstelle AWWR
108,39		X		WWU	Ruhr, Hengsen Obergraben
(106,96)	0,08	X			Baarbach, 80 m vor Mündung in die Ruhr (unterh. KA)
105,11		X	X		Ruhr, Geisecke-Wellenbad (Brückenmitte)
95,15		X		WWU	Ruhr, Westhofen, Kraftwerk
(92,72)	2,74	X	X		Lenne, 2740 m vor Mündung in die Ruhr
88,75		X	X	Mark E	Ruhr, Auslauf Hengsteysee
(87,67)	1,24	X	X		Volme, 1240 m vor Mündung in die Ruhr (am Pegel Eckesey)
80,66		X	X		Ruhr, Pegel Wetter
74,45		X			Ruhr, in Höhe Kraftwerk Hohenstein
71,91				WWU	Ruhr, Witten, Wasserwerk Gelsenwasser
69,00		X			Ruhr, Einlauf Stausee Kemnade
(67,35)	1,33	X			Ölbach, unterhalb Teich 3, 1330 m vor Mündung in die Ruhr
62,65		X	X	WWU	Ruhr, Oberwasser Kraftwerk Stiepel WMR
51,28		X			Ruhr, Schwimmbrücke Dumberg
51,10				WWU	Ruhr bei 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

größen zusammengefasst. Zusätzlich wird zur Information in dem letzten Bild der mittlere Abfluss am Pegel Hattingen während der Probenahme in Bild 25.9 aufgeführt.

Die Analysewerte unterhalb der Bestimmungsgrenze werden in den Grafiken mit der Bestimmungsgrenze angegeben und mit einem „*“ markiert. Die Lage der Probenahmestellen im Ruhrverlauf wird durch die senkrecht gestrichelten Linien gekennzeichnet. Die Abkürzungen RV bzw. HYG stehen für den Ruhrverband respektive das Hygiene-Institut des Ruhrgebiets als Untersuchungsstelle.

Zusätzlich wurden insgesamt 640 Werte aus sieben Nebenflüssen/-bächen durch den Ruhrverband erhoben, während das Hygiene-Institut aus drei Nebengewässern 300 Werte ermittelt hat. Die Mittelwerte dieser Untersuchungen werden in Tabelle 25.3 aufgeführt. Für sechs ausgesuchte Parameter werden die Mittelwerte der Untersuchungsergebnisse den entsprechenden Mittelwerten aus der Ruhr als Ganglinien graphisch gegenübergestellt (Bild 25.10).

Zeitlich dichte Ruhrüberwachung

In der Überwachung der Ruhr durch die Versorgungsunternehmen werden an zehn Stellen durch die Wasserwerke Westfalen,

Tabelle 21.3: Mittelwerte ausgewählter Gütemerkmale von acht Nebenflüssen der Ruhr
Table 21.3: Means of selected quality parameters for eight tributaries of the Ruhr

Kenngröße	Einheit	Zufluss/Ruhr-km							
		Rinderbach 23,24	Ölbach 67,35	Volme 87,67	Lenne 92,72	Baarbach 106,96	Hönne 116,58	Möhne 137,35	Röhr 141,83
Wassertemperatur	° C	9,7	11,3	9,5	9,3	9,0	9,5	8,7	8,3
pH-Wert		8,10	7,55	7,81	7,75	7,60	8,04	7,90	7,75
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	500	1937	208	213	627	375	339	304
Trübung	FNU	7,6	4,5	9,5	12,6	5,4	13,2	3,0	9,3
Spektr. Absorptionskoeff. bei 254 nm	1/m	6,4	7,4	5,7	4,9	9,1	9,6	10,3	6,5
Spektr. Absorptionskoeff. bei 436 nm	1/m	0,35	0,45	0,35	0,23	0,45	0,53	0,50	0,40
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	mg/l			7,5	6,8		11,5		
Gelöster organ. gebund. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	2,6	2,4	2,1	1,8	3,6	3,1	3,6	2,5
Gelöster Sauerstoff	mg/l	11,5	9,0	11,8	11,9	11,4	11,3	11,4	11,6
Chlorophyll-a	µg/l	2,0	4,0	2,0	2,5	2,0	2,0	< 1,0	2,0
Gesamter gelöster Phosphor als PO4	mg/l	0,30	0,49	0,11	0,12	0,13	0,15	< 0,06	0,15
Borat-Bor	mg/l	0,05	0,27	< 0,05	< 0,05	0,06	< 0,05	0,02	0,02
Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)	µg/l	1,0	2,6	< 2,0	< 2,0	2,9	< 2,0	1,0	< 0,5
Nitrilotriessigsäure (NTA)	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 2,0	< 2,0	< 0,5	< 2,0	< 0,5	< 2,0
Diethylentrinitrilopentaessigsäure (DTPA)	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Ammonium	mg/l	0,06	0,73	0,06	0,05	0,06	0,04	< 0,03	0,03
Nitrat	mg/l	19,5	13,1	16,4	13,4	19,9	16,4	12,2	15,3
Nitrit	mg/l	0,10	0,38	0,04	0,03	0,08	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Organisch gebundener Stickstoff	mg/l	< 1,00	1,44	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Mangan	µg/l	27	99	39	55	54	40	19	32
Gelöstes Mangan	µg/l	15	88	< 10	11	42	< 10	< 10	< 10
Eisen	mg/l	0,34	0,26	0,27	0,34	0,38	0,31	0,09	0,33
Gelöstes Eisen	mg/l	0,02	0,01	0,02	0,02	0,05	0,05	0,02	0,02
Natrium	mg/l	26	275	11	11	28	16	22	9
Kalium	mg/l	4,6	13,0	2,0	1,6	6,0	2,5	2,4	1,8
Magnesium	mg/l	9,6	17,0	4,2	4,7	9,3	5,5	5,8	5,5
Calcium	mg/l	56	60	21	23	67	53	36	44
Barium	µg/l	12	485	32	28	27	30	25	30
Kupfer	µg/l	1,7	2,1	< 5,0	< 5,0	5,4	< 5,0	1,4	2,3
Nickel	µg/l	5,3	5,6	2,0	1,9	6,8	2,1	3,1	2,2
Chrom	µg/l	1,0	0,6	0,6	0,9	1,2	0,9	< 0,5	0,6
Zink	µg/l	24	14	15	27	53	17	5	7
Blei	µg/l	2,4	0,4	3,4	3,8	0,9	0,8	0,1	1,9
Cadmium	µg/l	0,07	0,03	< 0,10	< 0,10	0,12	< 0,10	0,03	0,05
Chlorid	mg/l	44	174	16	15	67	23	32	12
Sulfat	mg/l	42	44	16	17	73	29	24	33
Fluorid	mg/l	0,12	0,15	0,08	< 0,05	0,16	0,09	0,09	0,06
Polycyclische aromat. Kohlenwasserstoffe	ng/l	2	0	30	23	2	17	0	3
Adsorb. org. geb. Halogene (AOX)	µg/l	7	18	< 10	< 10	18	10	11	8
Coliforme Bakterien	1/100 ml	2117	24000	10112	17865	10831	14035	1382	7326
Escherichia coli	1/100 ml	440	17231	7607	11502	1588	9493	223	3072

Stadtwerke Hamm, Mark-E und die Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft sowie den Ruhrverband Proben in einem zeitlich dichten Monitoring-Programm entnommen. Entsprechend der unterschiedlichen Monitoring-Strategien der Unternehmen werden dabei bis zu 24 Messgrößen untersucht, die in wöchentlichen bis monatlichen Untersuchungsintervallen bestimmt werden. Die höchste Untersuchungshäufigkeit wurde durch den Ruhrverband in Essen-Rellinghausen mit insgesamt bis zu 124 Proben im Jahr 2023 erreicht. Entsprechend der unterschiedlichen Messumfänge wurde nicht an allen Messstellen der gleiche Parameterumfang bestimmt. Der Auswertung liegen knapp 10.100 Messwerte (ohne Pflanzenschutzmittel) aus diesen zeitdichten Untersuchungen zugrunde.

Für die Auswertung dieser Ergebnisse wurden als statistische Kenngrößen die Mittel-, Maximal-, Minimal- sowie Perzentilwerte (10-, 50- und 90-Perzentil) erhoben. In die Berechnung dieser Größen gehen Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze mit einem Wert von 30 % der Bestimmungsgrenze mit ein. Die aus den Berechnungen erhaltenen Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze werden mit der Bestimmungsgrenze und dem vorangestellten „<"-Zeichen aufgeführt. Für die Minimal- und Maximalwerte wird das zugehörige Datum angegeben. Sofern ein Maximalwert mehrfach nachgewiesen wurde, wird dies mit „Mehrere" gekennzeichnet. Zur Bewertung der Maximalwerte werden die Zielwerte des europäischen Fließgewässermemorandums herangezogen. Bei einer Überschreitung

Tabelle 21.4: Zielwerte für die Qualität des Ruhrwassers mit Überschreitungen im Jahr 2023
Table 21.4: Target values for the quality of Ruhr water and exceedings in 2023

Kenngröße		Einheit	Zielwert Europäisches Fließgewässer Memorandum 2013	*Trinkwasser-Grenzwert (TrinkwV. 2001) (informativ)*	Überschreitungen der Zielwerte Eur. Fließgewässer-Memorandum / Trinkwasser-Grenzwerte (GW)
Cadmium	Cd	µg/l	-	*5*	keine
Nickel	Ni	µg/l	-	*20*	keine
Ammonium	NH_4	mg/l	0,3	*0,5*	2 > 0,5 (von 463 Proben)
Nitrat	NO_3	mg/l	25	*50*	keine
Gel. org. geb. Kohlenstoff	DOC	mg/l	3	-	36 (von 458 Proben)
Tetrachlorethen		µg/l	0,1	*10 für die Summe aus beiden*	8 > 0,1 (von 201 Proben) 13 < 0,2 [2] (von 201 Proben)
Trichlorethen		µg/l	0,1		13 < 0,2 [2] (von 201 Proben)
Diethylentrinitrilopentaessigsäure	DTPA	µg/l	1	-	2 (von 188 Proben) 59 < 2,5 [2]
Ethylendinitrilotetraessigsäure	EDTA	µg/l	1	-	171 (von 229 Proben) 23 < 2 [2]
Nitrilotriessigsäure	NTA	µg/l	1	-	27 < 2 [2] (von 229 Proben)
PSM[1]		ng/l	100	*100*	keine
Zusätzliche Parameter					
Elektrische Leitfähigkeit	LF	µS/cm	700	*2170*	keine
pH-Wert			7 – 9	*6,5 – 9,5*	keine
Temperatur	T	°C	25	-	keine
Sauerstoff	O_2	mg/l	> 8	-	39 (von 484 Proben)
Chlorid	Cl	mg/l	100	-	keine
Sulfat	SO_4	mg/l	100	*250*	keine
Fluorid	F	mg/l	1,0	*1,0*	keine

[1] Organisch-chemische Stoffe zur Pflanzenbehandlung und Schädlingsbekämpfung.
[2] Bestimmungsgrenze liegt über dem Zielwert des Fließgewässermemorandums.

sind die Werte fettgedruckt dargestellt. Die Ergebnisse werden in einer tabellarisch/grafischen Darstellung kombiniert (Bild 25.11 bis 25.35).

Die Verläufe der zeitdichten Untersuchungen werden unterhalb der statistischen Auswertungen für den Jahresverlauf graphisch dargestellt. Jede Abbildung enthält die Messwerte von zwei benachbarten Probenahmestellen. Die Zuordnung der Verläufe zu den Datenspalten erfolgt mit einer schwarzen bzw. blauen Linie unterhalb der Tabellenspalten. Für die bessere Vergleichbarkeit wurden alle Grafiken einer Kenngröße gleich skaliert. Ergänzend wird zur Information auf jeder Seite der zeitliche Verlauf des Abflusses der Ruhr am Pegel Hattingen dargestellt.

Untersuchungen von Pflanzenschutzmitteln (PSM)

Als weiterer Untersuchungsgegenstand werden die ***P***flanzen-***S***chutz***M***ittel in der Ruhr regelmäßig untersucht. Diese chemischen Verbindungen zum Schutz von Nutzpflanzen vor Schädlingsbefall durch Insekten oder Pilze oder zum Unterbinden eines konkurrierenden Pflanzenwuchses werden z. T. nur langsam abgebaut. In Lebensmitteln und im Trinkwasser dürfen sie nur in sehr geringen Spuren vorkommen. Der Gesetzgeber hat für Einzelsubstanzen im Trinkwasser einen Grenzwert von 100 ng/l festgelegt und für die Summe aller nachgewiesenen Einzelsubstanzen einen Maximalwert von 500 ng/l.

In 2023 wurde die Stoffgruppe der Pflanzenschutzmittel in den beiden Überwachungen in gut 5.100 Analysen untersucht. Für die Pflanzenschutzmittel werden die Ergebnisse in der Tabelle 25.5 als Überschreitungsstatistik zusammengefasst.

Für die Kooperation Landwirtschaft/Wasserwirtschaft stellen die Messungen der Pflanzenschutzmittel in der Ruhr neben den Nachweisen von Nährstoffen wie Phosphat und Nitrat die Grundlage für ihre Zielerreichung in dem vergangenen Jahr dar. Die Ergebnisse dienen dem Beirat der Kooperation als Grundlage der zukünftigen Tätigkeiten der von den Wasserversorgungsunternehmen finanzierten Berater.

Kommentierung der Ergebnisse 2023

In die Auswertungen wurden erstmals die Daten von der Ruhr vom Wasserwerk Essen aus Dahlhausen unter der Bezeichnung „Dumberg" aufgenommen. Sie werden anstelle der Daten aus dem Wasserwerk Bochum Stiepel berichtet, da diese Messstelle nicht mehr in der Routineuntersuchung eingeschlossen ist. Damit wurde eine Lücke zwischen den Messstellen Witten und Essen-Rellinghausen geschlossen.

Niederschläge und Abfluss: Nach den durchgängig zu trockenen Jahren wies das Jahr 2023 deutlich höhere Niederschlagsmengen auf: so wurde im Landesdurchschnitt mit einer Niederschlagsmenge von knapp 1.200 mm eine Überschreitung des langjährigen Mittels von 870 mm um fast 38 % erreicht (LANUV). Im Einzugsgebiet der Ruhr wurden mit knapp 1.250 mm sogar noch höhere Werte gemessen (Ruhrverband, pers. Mitteilung). Dabei zeigte sich eine Verteilung der Niederschläge mit relativ geringen Mengen zu Beginn des Jahres und höheren Regenmengen in den Monaten Juni bis August, gefolgt von dem üblichen Anstieg zum Beginn des Winters, der im November und Dezember die höchsten Niederschlagsmengen aufwies. Diese erhöhten Niederschlagsmengen wie auch die abweichende Verteilung im Jahresverlauf entsprechen den Voraussagen für ein geändertes Klima, das neben Jahren mit langanhaltenden Dürrephasen auch Jahre mit deutlich erhöhten Niederschlägen erwarten lässt. Damit wurde der bis in das Jahr 2022 anhaltende Trend der Dürre unterbrochen. Entsprechend der Niederschläge wies die Ruhr im Vergleich zu den Vorjahren deutlich höhere Abflüsse auf (2013 71 %, 2014 75 %, 2015 90 %, 2016 81 %; 2017 91 %; 2018 70 %, 2019 83 %, 2020 76 %, 2021 86 %, 2022 84 %, 2023 162 % - Quelle: DGJ-Seiten Ruhrverband). Es bleibt abzuwarten, welcher Trend sich längerfristig bei den Niederschlägen im Ruhreinzugsgebiet durchsetzen wird. Die erhöhten Niederschläge sind aus den Niederschlagssummen deutlich abzulesen (Bild 21.1).

Dabei folgten die Abflüsse nicht immer den gefallenen Niederschlagsmengen, lagen aber meist über den langjährigen Mittelwerten. Die höchsten Abflüsse wurden im beginnenden Winter parallel zu den stärksten Niederschlägen beobachtet und erreichten in Hattingen im Maximum einen Wert von 652 m^3/s. Zur besseren Interpretation der Daten wird der Ruhrabfluss am Pegel Hattingen auch bei den Graphiken der Wasserinhaltsstoffe mit dargestellt 21.11 bis 21.35.

Temperaturen: Auch die Temperaturen weisen auf klimatische Änderungen hin. Bei den durchschnittlichen Lufttemperaturen wurde in Nordrhein-Westfalen nach dem Spitzenwert im Jahr 2022 erneut der Spitzenwert von 11,2 °C erreicht. Trotz des neuen Vergleichsmittelwerts aus dem Zeitraum 1991 bis 2010, der mit einem Grad über dem alten Vergleichsmittelwert (1961 - 1990) liegt, lag der Wert von 1,2 °C über dem aktuellen Mittel von 1991 – 2010. Dies entspricht bereits 2,2 °C über dem alten Mittelwert. Damit wurde dieser Spitzenwert für die letzten 50 Jahre zum zweiten Mal in Folge gemessen. Der ansteigende Trend bei den Temperaturen setzt sich damit fort (Bild 21.2). Die Lufttemperaturen korrelierten mit den Wassertemperaturen im Jahresverlauf, allerdings wurden durch die höheren Abflüsse keine Temperaturspitzen über den Zielwerten des Europäischen Gewässermemorandums erreicht. Alle Werte lagen wie im Vorjahr unter dem Zielwert von 25 °C und damit unter den Werten, die in den heißen und trockenen Jahren 2018 und 2019 erreicht wurden. Wie üblich traten auch im Jahr 2023 die höchsten Werte im mittleren Ruhrabschnitt zwischen Witten und Essen auf, da es besonders in den größeren Ruhrstauseen zur Temperaturerhöhung kommt. Die Spitzenwerte der Wassertemperaturen wurden 2023 dabei im Juni zu einem Zeitpunkt erreicht, bevor die Abflüsse nach den sommerlichen Niederschlägen im Gewässer anstiegen. Im Gegensatz zu dem Vorjahr lagen auch die Minimaltemperaturen mit Werten um 4 °C im Jahr 2023 deutlich höher (Bild 21.11).

Die ausgeglichenen Temperaturprofile über den Ruhrverlauf wurden auch in der Ruhrlängsuntersuchung nachgewiesen. Hier fällt der im Sommer festzustellende Anstieg der Wassertemperatur für den mittleren Ruhrabschnitt auf, sowie die höheren Temperaturen bei der Winterprobenahme im Februar (Bild 21.3).

Leitfähigkeit und Salze: Auch die Parameter Leitfähigkeit und Salze (Chlorid) korrelieren direkt mit den Abflüssen der Ruhr (Bild 21.12 und 21.13). Entsprechend weisen diese Parameter einen weitgehend parallelen Verlauf auf. Die höchsten Werte wurden im Juni vor den erhöhten sommerlichen Abflüssen nach den Niederschlägen gemessen. Durch die hohen Abflüsse erreichten diese aber nicht die Spitzenwerte des Vorjahres, so dass ein größerer Abstand zu den Zielwerten vorlag. Die niedrigsten Werte dieser Parameter wurden in den Wintermonaten bis in den April hinein in den Zeiten mit den höheren Abflüssen gemessen.

In den Ruhrlängsuntersuchungen wurden neben der Leitfähigkeit und dem Chlorid für weitere Salze die Konzentration über den Ruhrverlauf bestimmt. Für die meisten Salze konnte dabei eine leichte Zunahme im Verlauf der Ruhr vor allem in der Sommeruntersuchung nachgewiesen werden. Eine Zunahme der Konzentrationen wurde neben dem Chlorid vor allem bei den Kationen Natrium und Kalium festgestellt. Dagegen zeigten die 2-wertigen Elemente Magnesium und Calcium keine signifikante Zunahme ab dem Zustrom der Lenne. (Bild 21.3 und 21.6). Auf Grund der höheren Wasserführungen konnten im Jahr 2023 für die Salzfrachten keine punktuellen Einflüsse im Ruhrverlauf durch Nebengewässer in den Längsuntersuchungen benannt werden.

Trübung: Die Trübung wird hauptsächlich durch die Mobilisierung von Sedimenten bei höheren Abflüssen oder Hochwasser beeinflusst, kann aber auch durch Einträge aus Punktquellen oder biogenen Faktoren verursacht werden. Die in der Ruhr für 2023 nachgewiesenen Trübungen sind vor allem auf die Mobilisierung von Sedimenten durch erhöhte Abflüsse zurückzuführen. Die Spitzenwerte korrelieren mit den Abflüssen, zei-

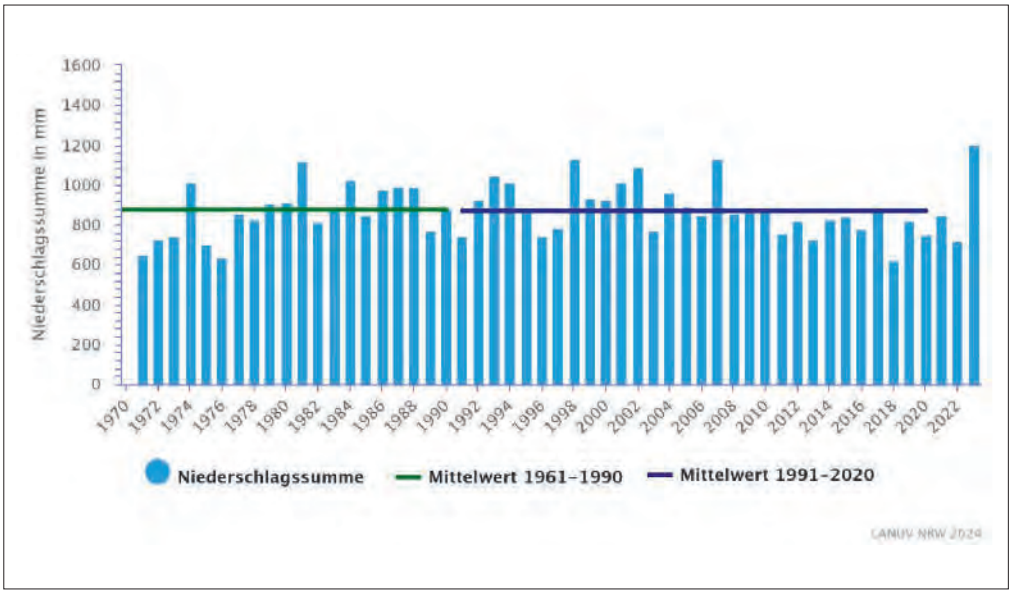


Bild 21.1: Abweichung der Niederschläge in NRW von den Referenzwerten (Quelle: Klimaatlas.NRW, verändert
Fig. 21.1: Deviation of precipitation in North Rhine-Westphalia from reference values (source: Klimaatlas.NRW, modified)

gen aber an den verschiedenen Messstellen unterschiedliche Ausprägungen. Die höchsten Werte wurden zu Beginn des Winters nachgewiesen, aber auch Ende Mai gab es an mehreren Untersuchungsstellen Trübungsspitzen, die auf Niederschläge zurückgeführt werden können (Bild 21.14). Andere Ursachen wie eine Algenblüte korrelieren nicht mit den Zeiten der Trübungsereignisse.

In den Längsuntersuchungen wurden in der Frühjahrs- und der Sommermessung vor allem in der oberen Ruhr Trübungsereignisse nachgewiesen, die mit erhöhten Abflüssen korrelieren. Auch hier konnten keine weiteren Einflüsse als Ursache für die Erhöhung der Trübung ausgemacht werden (Bild 21.3).

Chlorophyll, Sauerstoff und pH-Werte: Diese drei Parameter korrelieren sehr stark, da sie durch den Stoffwechsel der Algen direkt miteinander verbunden sind. Das Chlorophyll a (Chl-a) weist auf das Vorkommen von pelagischen Algen hin (Bild 21.15), während der pH-Wert durch das gelöste Kohlendioxid der Kohlensäure bestimmt wird. Durch den Algenstoffwechsel wird diese dem Wasser entzogen, so dass der pH-Wert ansteigt (Bild 21.16). Der gelöste Sauerstoff stellt ein Produkt aus der Photosynthese der Algen dar (Bild 21.17). Bei hoher Stoffwechselaktivität der Algen wird dem Wasser somit das Kohlenstoffdioxid entzogen, so dass der pH-Wert ansteigt und als Nebenprodukt dabei Sauerstoff freigesetzt.

In der Ruhr tritt die Algenentwicklung typischerweise erst ab den größeren Stauhaltungen hinter dem Zustrom der Lenne auf. In der oberen Ruhr, die durch eine deutlich höhere Strömung charakterisiert ist, sind deshalb, wie auch im Jahr 2023, meist nur sehr geringe Chlorophyllgehalte nachweisbar. Die Algenentwicklung findet primär im Frühjahr und Frühsommer statt. So konnten ab Ende Februar Chlorophyllkonzentrationen nachgewiesen werden, die Ende April und Ende Mai vor allem in Essen zwei Maxima zeigten. Dagegen waren die Chorophyllgehalte in Hagen und Witten zu gering für eine Algenblüte. Wie in den Vorjahren waren insgesamt die hier besprochenen Konzentrationen an Chlorophyll sehr niedrig, so dass nur mit Einschränkung von „Blüten" gesprochen werden kann. Die Entwicklung zu geringerem Algenwachstum der pelagischen Algen setzte sich damit auch 2023 fort.

Diese geringen Chlorophyllgehalte sind auch in den Längsuntersuchungen vom Frühjahr und Herbst festzustellen. Hier wurden Gehalte gemessen, die nur ca. 1/5 der Gehalte der zeitdichten Untersuchungen betragen. Eine Algenentwicklung ist über den Ruhrverlauf noch einmal in der Herbstmessung durch eine spätere Algenentwicklung erfasst worden (Bild 21.5). Durch die nur geringe Algenentwicklung zeigten sich bei den pH-Werten (Bild 21.16) und dem gelösten Sauerstoff (Bild 21.17) nur geringe Veränderungen, die keine eindeutige Korrelation zu dem Algenwachstum zulassen. Entsprechend konnten für die noch geringere Ausprägung der Algengehalte in der Längsuntersuchung ebenfalls keine Effekte auf die Messreihen für den pH-Wert oder den Sauerstoff nachgewiesen werden (Bild 21.4, 21.5).

Nährstoffe, gebundener Kohlenstoff und UV-Absorption: Nährstoffe sind sowohl für das Wachstum von Land- als auch von Wasserpflanzen essenziell. Vor allem die Makronährstoffe – Stickstoff und Phosphat – werden beim Wachstum von den Pflanzen aufgenommen, jedoch nach der Vegetationsperiode z. T. auch wieder freigesetzt. Neben der Bildung der Pflanzenmasse wird durch die Algen auch gebundener Kohlenstoff in das Wasser abgegeben, der direkt gemessen werden kann, aber auch durch die UV-Adsorption indirekt nachweisbar ist.

Für den dominierenden Stickstoff in Form des Nitrates wurden im Frühjahr die höchsten Gehalte vorgefunden. Diese Werte

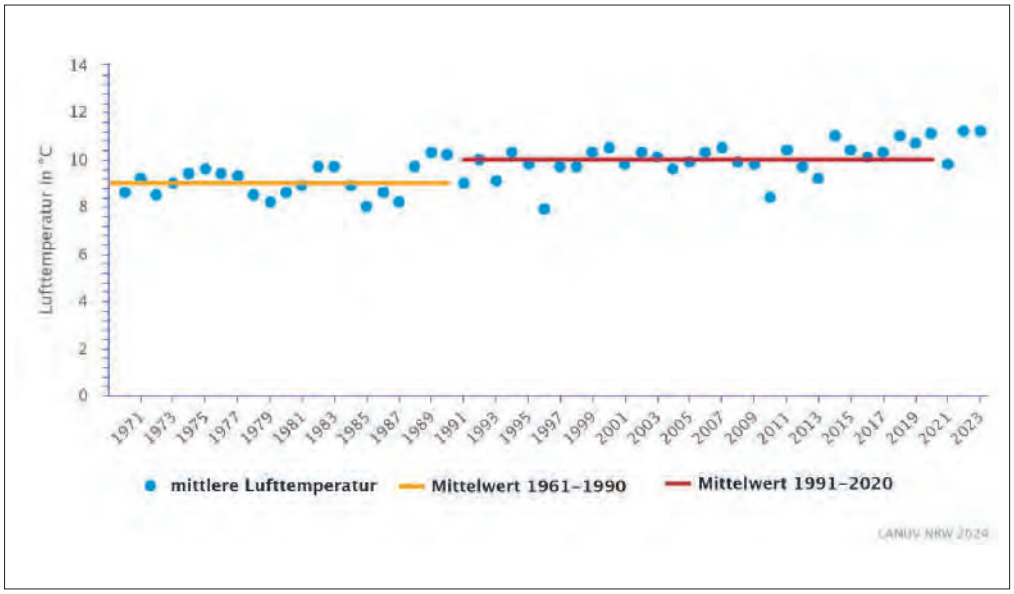


Bild 21.2: Verlauf der Lufttemperaturen mit Relation zu den Referenzwerten (Quelle: Klimaatlas.NRW, verändert
Fig. 21.2: Temperature curve in relation to reference values (source: Klimaatlas.NRW, modified)

treten nicht durch eine natürliche Freisetzung auf, sondern sind wahrscheinlich durch das Zuführen über Düngemittel bedingt. Im Gewässer wurden in dieser Zeit jedoch in keinem Fall bedenkliche Werte von Nitrat nachgewiesen (Bild 21.18). Als weiterer Stickstoff wird in der zeitdichten Untersuchung das Ammonium untersucht. Auch für diesen Stickstoff, der in dem natürlichen Kreislauf bei dem Abbau von Biomasse freigesetzt oder durch Wirtschaftsdünger eingebracht wird, wurde kein vegetationsabhängiger Konzentrationsverlauf aufgefunden (Bild 21.19). Im Verlauf der Ruhr treten unabhängig von den Jahreszeiten Spitzenwerte auf, die sich auf lokale Ereignisse zurückführen lassen. Außer in einem Spitzenwert werden an keiner Stelle die Zielwerte des Gewässermemorandums erreicht oder überschritten.

Beim Phosphat, dem weiteren Hauptnährstoff, wurde im Frühjahr eine Abnahme beobachtet (Bild 21.20). Ab Mai zeigten sich vor allem in den Messungen ab der mittleren Ruhr deutlich schwankende Konzentrationen. Damit folgt dieser Nährstoff im Frühjahr mit der Zehrung dem Vegetationsverlauf. Die hohen Schwankungen ab Mai mit einer Zunahme von Phosphat im Wasser der Ruhr könnten durch die Freisetzung aus der verbliebenen Biomasse nach der Ernte von Sommerfrüchten oder durch weitere äußere Einflüsse, wie einer Düngung zur Sommerbestellung o.ä., bedingt sein.

Als weiterer Einflussfaktor auf die Nährstoffkreisläufe sind die Einträge aus der Abwassereinleitung anzusehen. Dabei wäre aber eher mit einer Zunahme der Werte in den Zeiten mit niedrigen Temperaturen und entsprechend geringer Bioaktivität zu rechnen als im Sommer.

Für die Nährstoffe wurden diese Befunde durch die Ruhrlängsuntersuchungen bestätigt: das Ammonium wurde vor allem in der Sommeruntersuchung im oberen Ruhrverlauf nachgewiesen und stellt damit eher eine punktuelle Konzentrationsspitze als eine systemisch höhere Konzentration dar. Bei dem Nitrat wurde über den gesamten Ruhrverlauf ein ausgeglichenes Konzentrationsniveau beobachtet, das nur in der Winter- und Frühjahrs-Messung geringfügig höher lag. Zusätzlich wurde in den Längsuntersuchungen noch das Nitrit untersucht, das als Zwischenstufe im Stickstoffkreislauf zwischen dem oxidierten Nitrat und dem reduzierten Ammonium steht (Bild 21.4). Beim Nitrit als teilreduziertem Stickstoff traten in den unterschiedlichen Messungen einzelne erhöhte Werte auf, die keinen Zusammenhang zum Ammonium aufwiesen und damit auf punktuelle und befristete Einträge hinweisen.

Für das gelöste Phosphat konnten aus den beiden Längsuntersuchungen vom Frühjahr und Herbst ebenfalls die unterschiedlichen Niveaus in den Messreihen bestätigt werden (Bild 21.4).

Ein Parameter für die organischen Belastungen stellt der gelöste organisch gebundene Kohlenstoff (DOC) dar, der bei der biologischen Aktivität gebildet werden kann, aber auch durch natürliche Einträge, wie Huminstoffe oder anthropogene Einträge, bedingt sein kann (Bild 21.21). Die in der Ruhr gemessenen Werte liegen in den Maximalwerten bis auf eine Ausnahme über den Zielwerten des Fließgewässermemorandums. Auch in den 90er-Perzentilen ergeben sich Werte nur knapp unterhalb der Zielwerte, so dass von einer durchgehend hohen organischen Last ausgegangen werden muss, wie sie auch in den Vorjahren auftrat. Einen Hinweis auf den Eintrag der organischen Lasten im Verlauf der Ruhr gibt es nicht. Auch in den Nebengewässern finden sich für das Jahr 2023 – mit Ausnahme des Ölbachs – keine Hinweise auf den Eintrag organischen Kohlenstoffs (Tab. 21.3). In der Längsuntersuchung fiel einzig in der Sommeruntersuchung eine erhöhte Konzentration in der oberen Ruhr auf, die ab dem Zustrom der Lenne nicht mehr nachweisbar war (Bild 21.4). Aus diesen Ergebnissen der

Nebengewässer lässt sich kein Ursprung für die erhöhten Werte in der oberen Ruhr ableiten, so dass der Eintrag nur über die Ruhr selbst stattfinden kann.

Neben dem direkten Nachweis des gebundenen organischen Kohlenstoffs lassen sich die organischen Substanzen über die UV-Adsorption detektieren. Dabei können zusätzlich zum organischen Kohlenstoff andere organische Moleküle miterfasst werden. Bei dem Vergleich zwischen den DOC-Konzentrationen (Bild 21.21) mit der UV-Adsorption (Bild 21.22) wird jedoch ein paralleler Verlauf deutlich, der nicht auf weitere UV-aktive Moleküle hinweist. Für diesen Parameter wurde ein meist ausgeglichener Wert über den Ruhrverlauf bestimmt. Bei der UV-Adsorption wurden in den Längsuntersuchungen der Ruhr vergleichbare Verläufe mit dem DOC gemessen. Auch hier wurde in der Sommermessung ein erhöhter Wert in der oberen Ruhr bestimmt, der auf Grund der höheren Sensitivität deutlichere Amplituden aufweist. So konnte in der Herbstmessung hinter dem Zulauf des Ölbachs ein Anstieg der UV-Adsorption auch in der Ruhr nachgewiesen werden, der bei dem DOC nicht auffiel (Bild 21.3).

Durch den parallelen Verlauf zur UV-Adsorption liefert der weitere Parameter „Farbe" (Adsorptionskoeffizient 436 nm) einen Hinweis für die höheren Werte im Oberlauf der Sommeruntersuchung. Durch die Farbe werden herterozyklische Verbindungen nachgewiesen, wie z. B. die Huminstoffe. Als organische C-Verbindungen werden diese Verbindungen auch bei der Messung des DOC, aber auch der UV-Adsorption miterfasst (Bild 21. 3).

Metalle: Auch im Jahr 2023 wurden bei der Metallanalytik auf Grund der verschiedenen Zielbereiche der Labore unterschiedliche Bestimmungsgrenzen angewendet. Für die Messstelle Essen-Rellinghausen wird durch den Ruhrverband bei den Metallen Cadmium und Nickel mit einer niedrigen Bestimmungsgrenze regelmäßig analysiert. Durch die hohe Probefrequenz des Ruhrverbands in Essen werden hier außerdem viele Spitzenwerte erfasst, die bei geringerer Häufigkeit oft nicht in Erscheinung treten.

Das Cadmium lag auf Grund der niedrigen Bestimmungsgrenze nur an der Messstelle in Essen durchgängig in einem messbaren Bereich und konnte vereinzelt mit den Bestimmungsgrenzen in Warmen und Hengstey nachgewiesen werden (Bild 21.24). Die Konzentrationen in Essen folgten den Abflussmengen, da Metalle durch frühere Belastungen meist in Sedimenten vorliegen und durch die Abflüsse mobilisiert werden. Der Nachweis von Nickel ergab dagegen an fast allen Messstellen quantifizierbare Werte, aus denen kein direkter Zusammenhang mit den Abflüssen ablesbar war (Bild 21.26). Für das Chrom wurde durch die hohe Probenfrequenz in Essen die höchste Konzentration im Jahresverlauf gezeigt, wobei im Frühjahr und im Winter Spitzenwerte durch die erhöhten Abflüsse festgehalten wurden (Bild 21.25). In den übrigen Messstellen wurden nur einzelne Spitzen im Bereich der Bestimmungsgrenzen erfasst.

Für das gelöste Mangan wurden in der zeitdichten Untersuchung an allen Messstellen Werte oberhalb der Bestimmungsgrenzen nachgewiesen (Bild 21.27). Auch für Mangan wurde kein Einfluss durch die Wasserführung detektiert. Die höchsten Werte mit sehr deutlichen Schwankungen traten in Westhofen und vor allem am Ausgang des Hengsteysees auf. Im weiteren Ruhrverlauf nahm die Konzentration des Metalls wieder ab. Die Ursache für die hohen Werte von gelöstem Mangen ab Westhofen über Hagen bis Witten kann nicht eindeutig ermittelt werden. Als Auslöser können hier Einleitungen, aber auch eine Rücklösung des Metalls aus Sedimenten durch die hier parallel auftretenden Komplexbildner möglich sein (Bild 21.32).

Im Rahmen der Längsuntersuchungen der Ruhr wurde ein größeres Spektrum an Schwermetallen untersucht: zusätzlich zu Cadmium, Chrom und Nickel wurden auch Kupfer, Blei, Zink (Bild 21.7) und Eisen (Bild 21.8) analysiert. Im Ruhrverlauf traten bei Cadmium, Blei und Zink in der Sommerprobenahme deutliche Maxima in der oberen Ruhr auf. Ausgelöst wurden diese Werte durch ein auflaufendes Hochwasser im oberen Ruhrabschnitt (Daten: Hochwasserportal-NRW). Im weiteren Verlauf der Ruhr wurden für Cadmium, Chrom und Blei in der Winter- und Sommermessung teilweise höhere Werte nachgewiesen, die in der Frühjahrs- und Herbstmessung nicht bestätigt wurden.

Bei den Metallen Kupfer und Nickel gab es in der Wintermessung an der unteren Ruhr etwas erhöhte Werte. Diese traten in den übrigen Messreihen nicht auf. Für Nickel konnten nach dem Zustrom der Volme ebenfalls in der Winter- und Sommermessung die Spitzenkonzentrationen gemessen werden, während die beiden Messungen im Frühjahr und Herbst keine Erhöhung zeigten.

Beim Nachweis für Eisen wurden im oberen Ruhrverlauf im Frühjahr erhöhte Werte vorgefunden, die im weiteren Verlauf nicht bestätigt wurden. Dabei ist das Eisen vor allem partikulär gebunden. Die gelöste Fraktion weist deutlich niedrigere Konzentrationen auf und zeigt im weiteren Verlauf der Ruhr keine Änderungen. Neben dem Eisen wurde in der Längsuntersuchung auch das Mangan sowohl als Gesamt-Mangan als auch als gelöstes Mangan untersucht. Neben wenigen höheren Werten im Oberlauf für das gesamte Mangan wurde im Ruhrverlauf das gelöste Mangan mit vergleichbar hohen Konzentrationen wie das gesamte Mangan nachgewiesen und zeigte eine leichte Zunahme über den Flussverlauf. Dies weist auf einen diffusen Eintrag hin, der vor allem aus industriellen Quellen stammen dürfte (Bild 21.8).

Anthropogene Spurenstoffe: In diesem Bericht werden Spurenstoffe in der Ruhr nur anhand weniger Substanzen nachgewiesen. Das gesonderte Messprogramm der AWWR zu Spurenstoffen wird in Kapitel 15 dargestellt und diskutiert. Die hier untersuchten Verbindungen umfassen als Summenparameter die adsorbierbaren-organischen-Halogene (AOX,

Bild 21.28), die Chlorkohlenwasserstoffe (Tetrachlor- und Trichlorethen (Bild 21.29 und 21.30) und die Komplexbildner (Bild 25.31 - 33).

Bei den AOX-Untersuchungen waren mit den Bestimmungsgrenzen von 10 µg/l nur vereinzelt Spitzenwerte in der oberen und mittleren Ruhr nachweisbar. Ein deutlicheres Bild für das Vorkommen der halogenierten organischen Stoffe wurde nur an der Messstelle Essen mit der niedrigen Bestimmungsgrenze sichtbar. Hier gab es neben einzelnen Spitzenwerten, die auch bei den höheren Bestimmungsgrenzen nachweisbar waren, meist nur eine geringe Konzentration, die im Median knapp über der Bestimmungsgrenze bei 6 µg/l lag. Das Auftreten der höheren Belastungen korrelierte mit den Abflüssen (Bild 21.28). Im Vergleich zu den Vorjahren wurden auf Grund des höheren Abflusses insgesamt niedrigere Konzentrationen nachgewiesen.

Auch in den Längsuntersuchungen machten sich die unterschiedlichen Bestimmungsgrenzen für AOX bemerkbar (Bild 21.8). Während in der Winteruntersuchung bei den höheren Grenzen keine Nachweise während der hohen Abflüsse vorlagen, waren in der Sommeruntersuchung in der oberen Ruhr vereinzelt Konzentrationen messbar. Diese höheren Werte im oberen Ruhrabschnitt wurden bei der niedrigeren Bestimmungsgrenze in den Untersuchungen im Frühjahr und Herbst nicht bestätigt.

Zu den mit AOX untersuchten Verbindungen zählen auch die Chlorkohlenwasserstoffe Tetrachlorethen (Bild 21.29) und Trichlorethen (Bild 21.30). Während im oberen Ruhrverlauf nur einmalig die Bestimmungsgrenze erreicht wurde, liegen ab der Messstelle Hengsen Tetrachlorethen Nachweise bei einer niedrigen Bestimmungsgrenze vor, die im Median unterhalb der sonst verwendeten Bestimmungsgrenze von 10 µg/l liegt. Für den unteren Ruhrverlauf gab es auf Grund der fehlenden Analytik keine weiteren Nachweise. Das daneben analysierte Trichlorethen wies an keiner Stelle einen Nachweis oberhalb der Bestimmungsgrenze auf. Bei der Messstelle Hengstey wurde in den Messungen im Jahr 2023 für die beiden Stoffe die Bestimmungsgrenze verändert, so dass sich die statistischen Berechnungen hier auf die höhere Bestimmungsgrenze stützen.

Die Komplexbildner sind als anthropogene Stoffe seit Jahren im Analysenumfang der Ruhr enthalten. Vor allem das DTPA (Diethylentriaminpentaessigsäure) war in der Vergangenheit durch einen Emittenten ab Hagen mit sehr hohen Konzentrationen nachweisbar. Wie in den letzten Jahren gab es aber auch 2023 keine Nachweise zu diesem Komplexbildner mehr (Bild 21.31).

Der Komplexbildner EDTA (Ethylendiamintetraessigsäure) mit seinem universellen Einsatzbereich in Industrie und Haushalt, der auch durch Abbau anderer Komplexbildner entstehen kann, wird dagegen in allen Flusssystemen nachgewiesen, da nur ein geringer photolytischer Abbau auftritt (Bild 21.32).

Die gemessenen Konzentrationen zeigen im gesamten Ruhrverlauf Maxima oberhalb des Zielwertes des Fließgewässermemorandums. Zusätzlich steigen die Konzentrationen durch die Einleitungen über den Ruhrverlauf nahezu kontinuierlich an.

Anders verhält sich der Komplexbildner Nitriloessigsäure (NTA), der als abbaubare Substanz dieser Stoffgruppe in der Ruhr untersucht wird (Bild 21.33). NTA konnte in keiner Probe oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden, trotz der z. T. niedrigen Bestimmungsgrenze von 0,5 µg/l.

Diese Beobachtungen werden auch in den Ruhrlängsuntersuchungen für NTA und EDTA bestätigt: während das NTA nicht nachweisbar ist, konnte für das EDTA durchgängig das Vorkommen dokumentiert werden (Bild 21.8). Ein signifikanter Anstieg wurde aber für das EDTA in der Längsuntersuchung vom Frühjahr und Herbst nicht erkennbar.

Gewässerhygiene: Neben den chemischen Belastungen eines Gewässers ist auch die mikrobiologische Belastung für die Trinkwassergewinnung von großer Bedeutung. Speziell vor dem Hintergrund von neu betrachteten Risiken rückt die Gewässerhygiene heute mehr in den Fokus der Bewertung. In der Ruhr werden dazu die coliformen Bakterien (Bild 21.34) und als Fäkalindikator Escherichia coli untersucht (Bild 21.35). Die Organismen weisen einen vergleichbaren Verlauf auf, der oft stark mit den lokalen Wetterereignissen und Abflüssen der Ruhr korreliert ist. Besonders hohe Werte werden im Winter bei den hohen Abflüssen über den gesamten Verlauf der Ruhr gemessen. Daneben sind an verschiedenen Stationen auf lokale Ereignisse basierende Belastungsspitzen nachgewiesen worden. Im Allgemeinen zeigen die Werte für die mikrobiologischen Parameter in den Bereichen der oberen Ruhr eine deutlich höhere Schwankungsbreite, als dies in der mittleren und unteren Ruhr festgestellt wurde. Dies liegt vor allem an den Ruhrstauseen, die durch das größere Volumen zu einer Pufferung der Spitzen, einem längeren Aufenthalt und einer daraus folgenden Abnahme der hygienisch relevanten Bakterien beitragen.

In den Ruhrlängsuntersuchungen treten diese Beobachtungen ebenfalls zu Tage (Bild 21.4). In der Winteruntersuchung mit den höchsten Abflüssen wurden über einen weiten Ruhrbereich hohe Werte bei den Bakterien nachgewiesen. Die Spitzenwerte wurden hier hinter dem Einfluss von zwei Einleitungen im Bereich von Schwerte vorgefunden. Aber auch in der Sommeruntersuchung wurden hohe Werte bestimmt, bedingt durch den Einfluss eines auflaufenden höheren Abflusses, der an dem Tag der Probenahme auftrat. In den beiden weiteren Untersuchungszyklen im Frühjahr und Herbst wurden die Effekte der höheren Schwankungen an der oberen Ruhr ebenfalls deutlich, allerdings lagen die Werte insgesamt deutlich unter den Messungen aus Winter und Sommer.

Pflanzenschutzmittel: Pflanzenschutzmittel sind bei den Belastungen in der Ruhr von nur untergeordneter Bedeutung. So wurden in den letzten Jahren regelmäßig nur geringe Zahlen von Nachweisen gefunden. Auch in dem abflussreichen Jahr 2023 wurden wiederum nur vier verschiedene Pflanzenschutzmittel nachgewiesen. Dabei traten zwei Mittel nur einmal auf. Bei den beiden weiteren Mitteln wurden erneut die in den letzten Jahren bereits am häufigsten gefundenen Stoffe erneut aufgefunden: in den gut 4.900 Nachweisen waren 205 Nachweise für das Pflanzenschutzmittel MCPA (2-Methyl-4-chlorphenoxyessigsäure) in 52 Proben positiv und damit mit gut 25 % am häufigsten nachzuweisen, gefolgt von dem 2,4-D (2,4-Dichlorphenoxyessigsäure) mit drei Nachweisen in 202 Proben (Tabelle 21.5). Damit stieg die Anzahl der Nachweise für MCPA, während das 2,4-D deutlich abfiel.

Die Konzentrationen lagen bei den meisten Messungen im niedrigen einstelligen Nanogrammbereich, nur beim MCPA waren auch 2-stellige Werte bis maximal 40 ng/l nachzuweisen.

Nebengewässer: Der Ruhrverband untersucht zusätzlich zur Ruhr die acht wichtigsten Nebengewässer vor ihrer Mündung in die Ruhr mit zwei Probenahmen im Jahr. Die Messwerte werden gemittelt (Tabelle 21.3). Für die graphische Auswertung wurden sechs Parameter dieser Zuflüsse den gemittelten Werten der Ruhr an der Mündung gegenübergestellt (Bild 21.9). Für 2023 wurden auf Grund der hohen Abflüsse auch in den Nebengewässern nur vereinzelt stark abweichende Werte für die untersuchten Parameter vorgefunden.

Insgesamt hat sich der Zustand der Nebengewässer im Jahr 2023 qualitativ nicht verändert: die höchsten Belastungen weist auch weiterhin der Ölbach auf, der durch sehr hohe Salzfrachten aus dem Altbergbau stark beeinflusst wird. Die aus zwei Zechen stammenden Sümpfungswässer enthalten hohe Frachten an Natrium, Chlorid und Barium, deren Ionenstärke sich auch in den Leitfähigkeiten widerspiegeln. Ebenso sind erhöhte Konzentrationen von Metallen enthalten, wie Mangan und gelöstes Mangan. Auch die reduzierten Stickstoffverbindungen wie das Ammonium und das Nitrit weisen auf einen anoxischen Einfluss durch die Ableitung der Grubenwässer hin. Ein zusätzlicher Einfluss ist im Ölbach durch Siedlungsabwässer anhand der hohen Zahlen von Fäkalkeimen, aber auch durch Bor, aufzufinden. Aber auch die Einflüsse aus den industriellen Abwässern anhand des Komplexbildner EDTA und des Nickels sind nachweisbar.

Belastungen durch Metalle sind auch bei anderen Gewässern nachweisbar, wie dem Rinderbach, der Volme, der Lenne und dem Baarbach. Der letztgenannte zeigte auch für EDTA einen erhöhten Wert. Einträge aus dem industriellen Bereich waren in der Volme durch die höheren Konzentrationen von polyaromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) zu beobachten. Eine Belastung mit Fäkalkeimen ist außerdem in der Lenne und der Hönne nachzuweisen. Die graphische Auswertung unterstreicht die Belastungen des Ölbachs noch einmal eindringlich, der damit auch einen starken Einfluss auf die Ruhr hat, der sich vor allem bei niedrigen Abflüssen auswirkt (Bild 21.10).

Zielwerte: Die Bewertung der vorgefundenen Qualitäten erfolgt über die Zielwerte des Europäischen Fließgewässermemorandums, wobei die Überschreitungen in den Einzelgraphiken durch die fettgedruckten Maximalwerte hervorgehoben werden. Zusätzlich sind in Tabelle 21.4 die Überschreitungen noch einmal tabellarisch zusammengefasst. Als weitere mögliche Bewertung wurden hier die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung mit angegeben.

Die Bewertung nach Fließgewässermemorandum erfolgt auf Basis der Maximalwerte. In der Ruhr als kleineres Gewässer bietet es sich im Gegensatz zu den großen Gewässern an, auch die 90er-Perzentile-Werte zur Bewertung mit in Betracht zu ziehen, da es bei kleinen Gewässern zu einzelnen hohen Maximalwerten kommen kann, die nicht unbedingt eine dauerhafte Belastung widerspiegeln.

Als Parameter werden in dieser Auswertung die Metalle Cadmium und Nickel für die Ruhr mit betrachtet, da sie in den früheren Ruhr-Zielwerten ebenfalls bewertet wurden. Für ihre Bewertung wurde die Trinkwasserverordnung herangezogen: hier gab es keine Überschreitungen der Grenzwerte. Für die Stickstoffverbindungen existieren sowohl Ziel- als auch Grenzwerte. Die strengeren Zielwerte des Memorandums wurden bis auf zwei Überschreitungen beim Ammonium im Jahr 2023 eingehalten.

Die Überschreitung des Zielwerts durch die gelösten organischen Kohlenstoffe wurde bereits für das Parameterblatt diskutiert. Hier wurde für alle Messstellen im Maximum eine Überschreitung nachgewiesen. Wie bereits diskutiert, traf dies aber nur auf 36 von 458 Proben zu (7,8 %). Insgesamt kann festgehalten werden, dass in der Ruhr eine Grundlast für DOC vorliegt, die nah an dem Zielwert liegt (Bild 21.20).

Bei den leichten Kohlenwasserstoffen traten für Tertachlorethen lokal begrenzt Überschreitungen der Zielwerte vor allem im Bereich Schwerte auf (Bild 21.28). Ursache hierfür ist ein bekannter Altlastenfall oberhalb dieses Ruhrabschnitts. In den weiteren Messstellen wurden z. T. höhere Bestimmungsgrenzen angewendet, die eine Bewertung nach dem Zielwert nicht zulassen.

Bei den Komplexbildnern wurde für DTPA in zwei Proben eine Überschreitung gemessen. Durch unterschiedliche Bestimmungsgrenzen, die über dem Zielwert liegen, war auch bei

diesem Parameter eine Aussage zur Zielwerterreichung nicht möglich. Für das EDTA gibt es ebenfalls bei einer kleineren Anzahl der Analysen zu hohe Bestimmungsgrenzen zur Beurteilung der Zielwerte. In 171 Proben konnte aber eine Überschreitung des Zielwerts gemessen werden. Zu hohe Bestimmungsgrenzen lagen auch bei 27 Proben von NTA vor. Da NTA aber gut abbaubar ist, ist nicht mit einer Belastung im Gewässer zu rechnen. Anhand der Zielwerte ist bei den Komplexbildnern eine systemische Belastung des Flusssystems für das EDTA dokumentiert. Belastungen wurden teilweise auch in den Zuströmen aus den Nebengewässern gefunden.

Bei den Pflanzenschutzmitteln wurde keine Überschreitung der Zielwerte nachgewiesen. Unter den physikalischen und anorganischen chemischen Parametern konnte nur für den Sauerstoff die Verletzung des Zielwertes festgestellt werden (Tab. 21.4).

Zusammenfassung

Das Jahr 2023 zeigte nach den trockenen Jahren erstmalig seit 2007 wieder überdurchschnittliche Niederschläge und die Einstellung des Temperaturrekords vom Vorjahr. Beide Phänomene sind oft vorausgesagte Wetteränderungen für den aktuellen Klimawandel. Die Änderung des Klimas stellte mit den hohen Niederschlägen eine Entspannung für den Wasserhaushalt dar. Die im Jahr 2023 mit über 37 % über dem langjährigen Mittel liegenden Niederschläge an der Ruhr zeigten bei den Qualitätswerten im Wasser einen entsprechenden Effekt: es wurden deutlich weniger Konzentrationsspitzen für die untersuchten chemischen Parameter festgestellt. Auch die Nebengewässer wiesen durch die höheren Abflüsse nur selten hohe Belastungen auf, so dass auch keine signifikante Änderung der Konzentration durch den Zustrom in die Ruhr in Erscheinung trat. Die hohen Salzfrachten aus dem Altbergbau konnten zwar noch in dem zuleitenden Ölbach nachgewiesen werden, eine signifikante Änderung in der Ruhr zog dies auf Grund der höheren Wasserführung jedoch nicht nach sich.

Eine Entlastung der Konzentrationen durch Verdünnung bei der guten Wasserführung zeigte sich auch bei den Komplexbildnern. Für das DTPA wurden nur selten messbare Konzentrationen nachgewiesen. Dagegen wird beim EDTA trotz der guten Wasserführung durchgehend die Überschreitung der Zielwerte vorgefunden, die auch zum Teil aus den Belastungen der Nebengewässer resultiert.

Entgegen dem Trend für die chemischen Parameter traten bei der Gewässerhygiene durch die höheren Abflüsse größere lokale Belastungen während der Abflussspitzen auf.

Für die Pflanzenschutzmittel war trotz der guten Wasserführung kein signifikanter Rückgang bei der Anzahl der Nachweise zu verzeichnen. Weiterhin sind die Mittel aus der Gruppe der Auxine (2,4-D, MCPA) mit Abstand die am häufigsten nachgewiesenen Stoffe, wobei der Nachweis des 2,4-D zurückging, für das MCPA aber gleichzeitig eine leichte Zunahme der Befunde beobachtet wurde.

Bei den Nebengewässern auffällig ist weiterhin der Ölbach, der trotz der guten Wasserführung deutliche Anzeichen der Belastung mit Sümpfungswasser, aber auch aus Haushaltungen und Industrie zeigte. Belastungen konnten auch in den Nebengewässern Baarbach, Rinderbach, Volme und Lenne aus dem industriellen Bereich aufgezeigt werden.

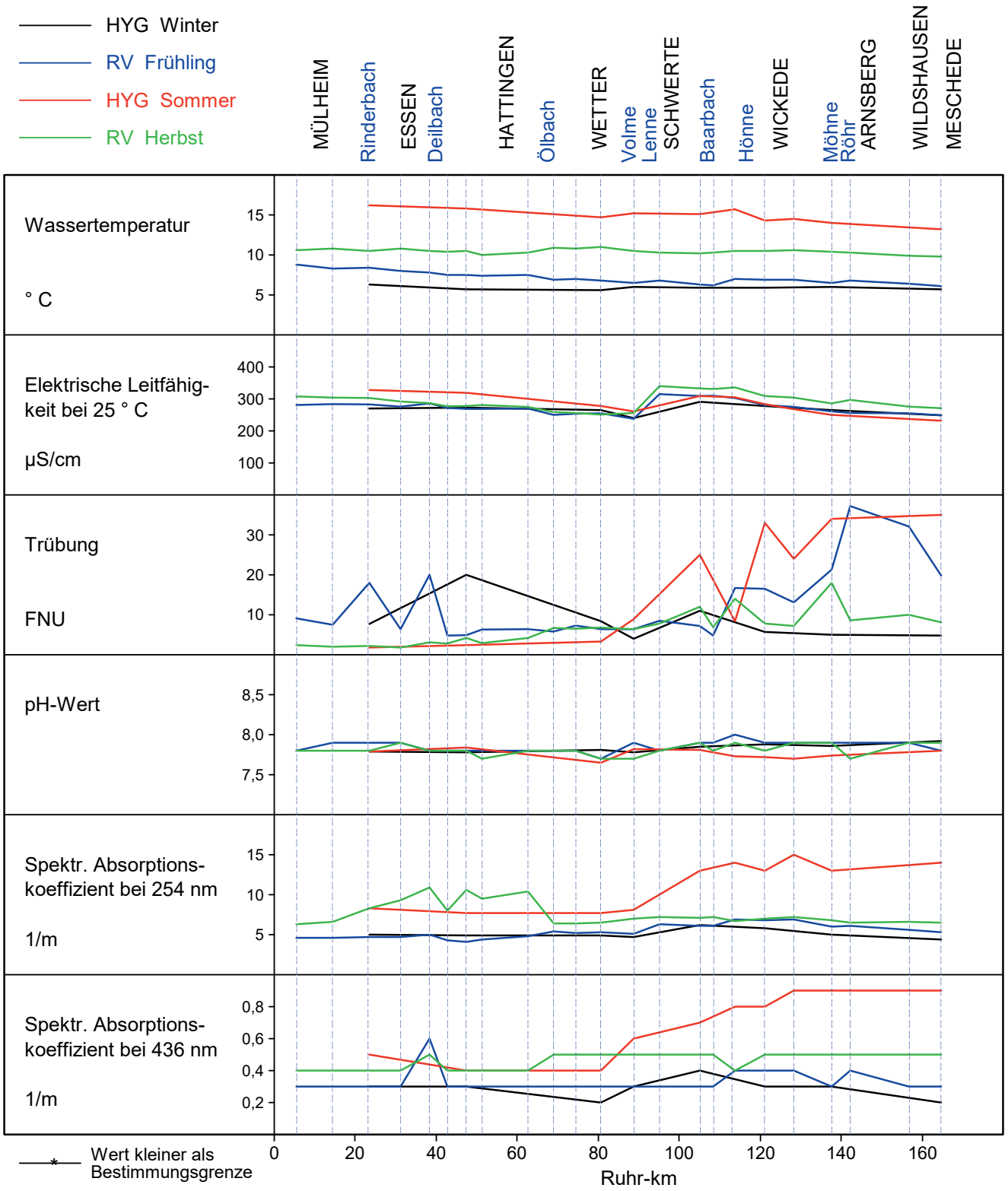


Bild 21.3: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr in den Ruhrlängsuntersuchungen
Fig. 21.3: Water condition of the Ruhr according to the examinations along the Ruhr

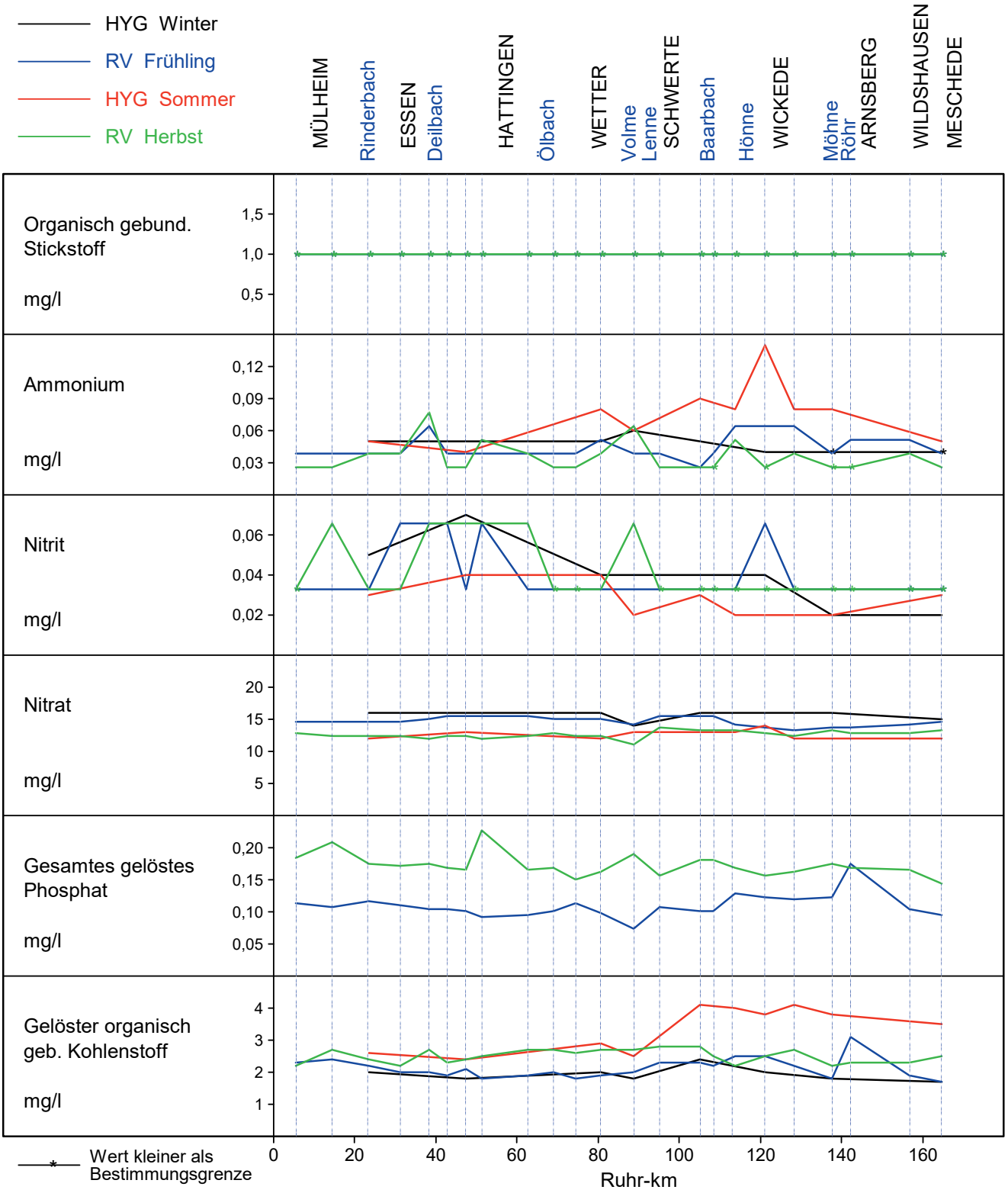


Bild 21.4: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr in den Ruhrlängsuntersuchungen
Fig. 21.4: Water condition of the Ruhr according to the examinations along the Ruhr

Bild 21.5: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr in den Ruhrlängsuntersuchungen
Fig. 21.5: Water condition of the Ruhr according to the examinations along the Ruhr

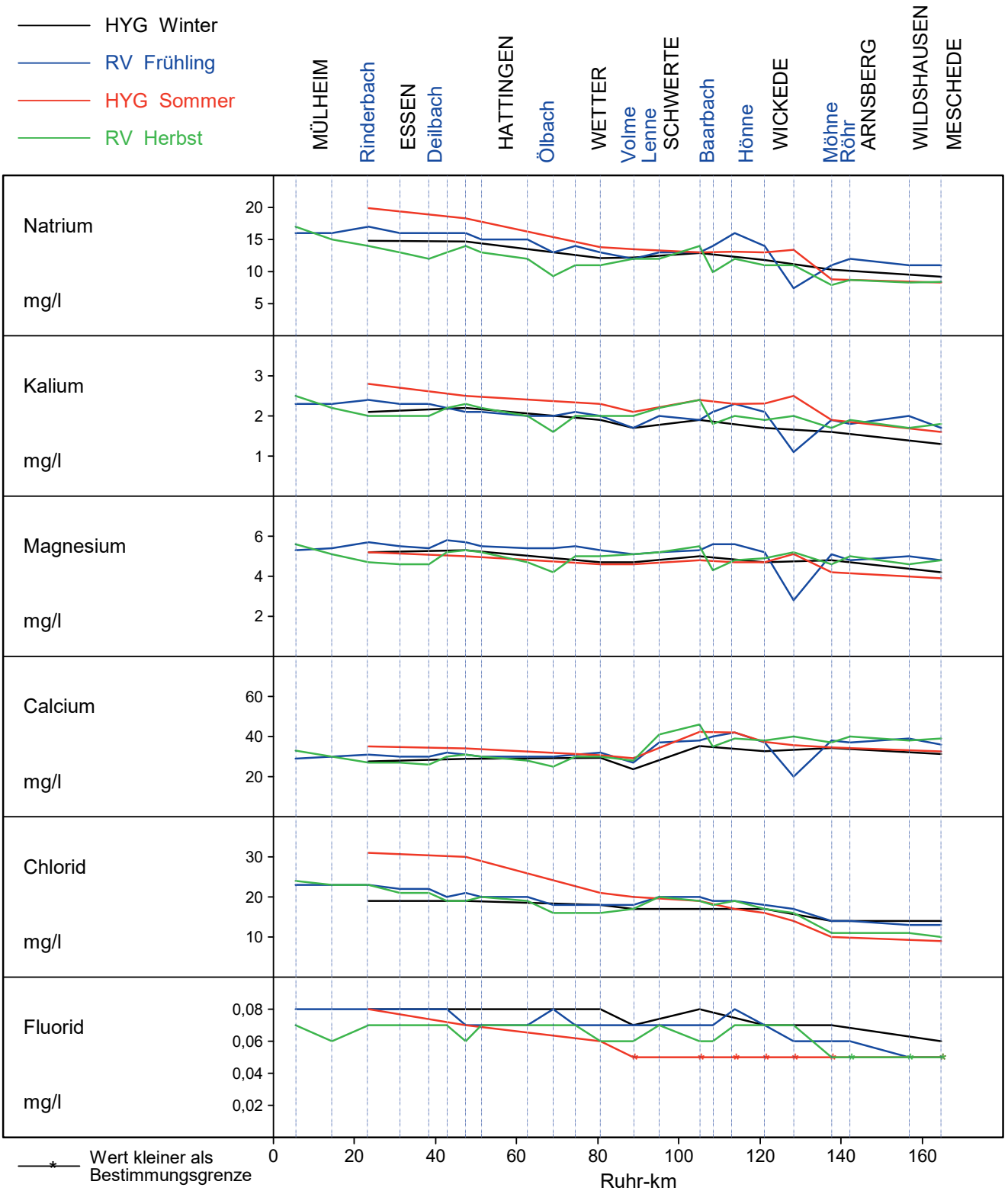


Bild 21.6: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr in den Ruhrlängsuntersuchungen
Fig. 21.6: Water condition of the Ruhr according to the examinations along the Ruhr

Bild 21.7: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr in den Ruhrlängsuntersuchungen
Fig. 21.7: Water condition of the Ruhr according to the examinations along the Ruhr

Bild 21.8: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr in den Ruhrlängsuntersuchungen
Fig. 21.8: Water condition of the Ruhr according to the examinations along the Ruhr

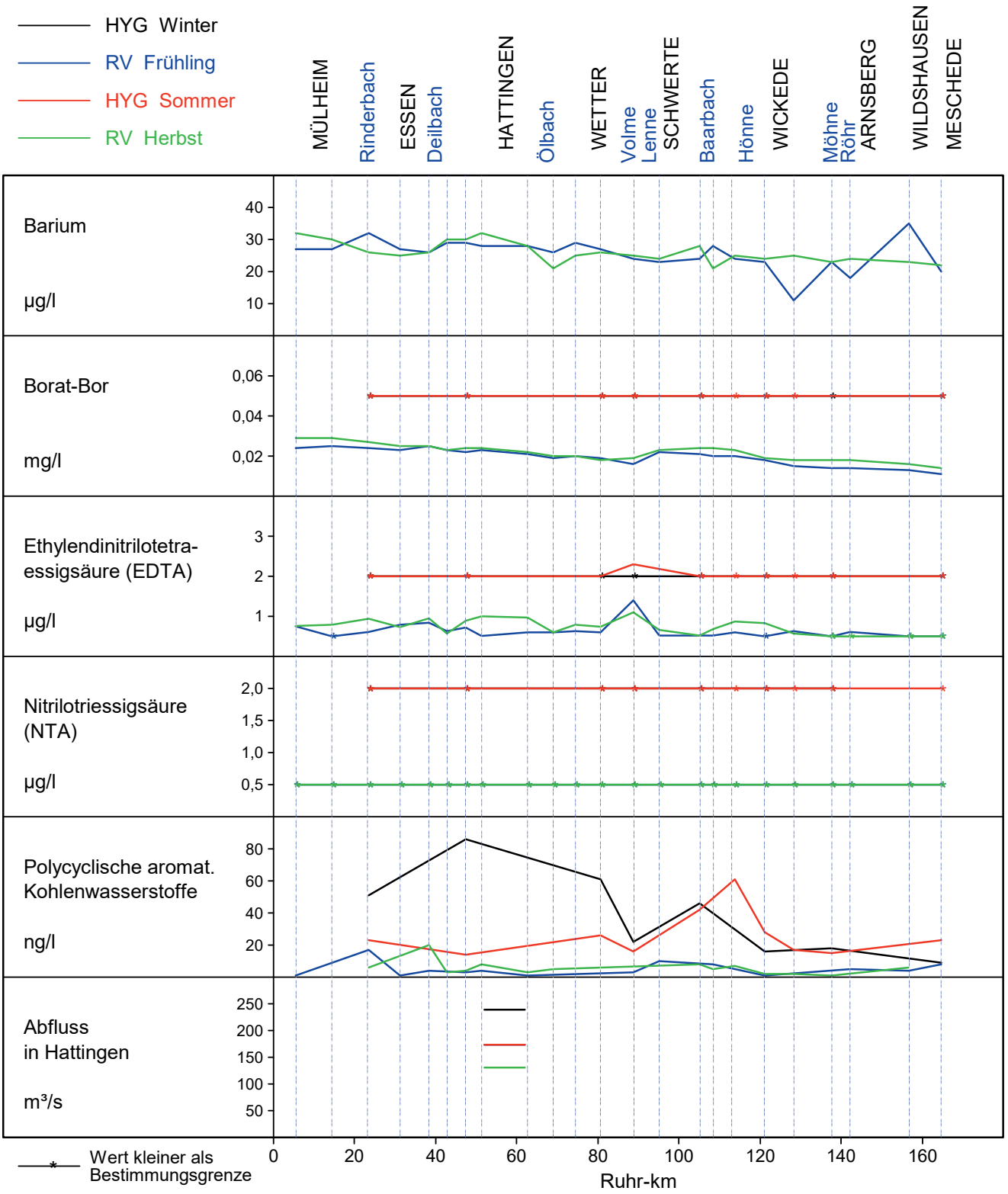


Bild 21.9: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr in den Ruhrlängsuntersuchungen
Fig. 21.9: Water condition of the Ruhr according to the examinations along the Ruhr

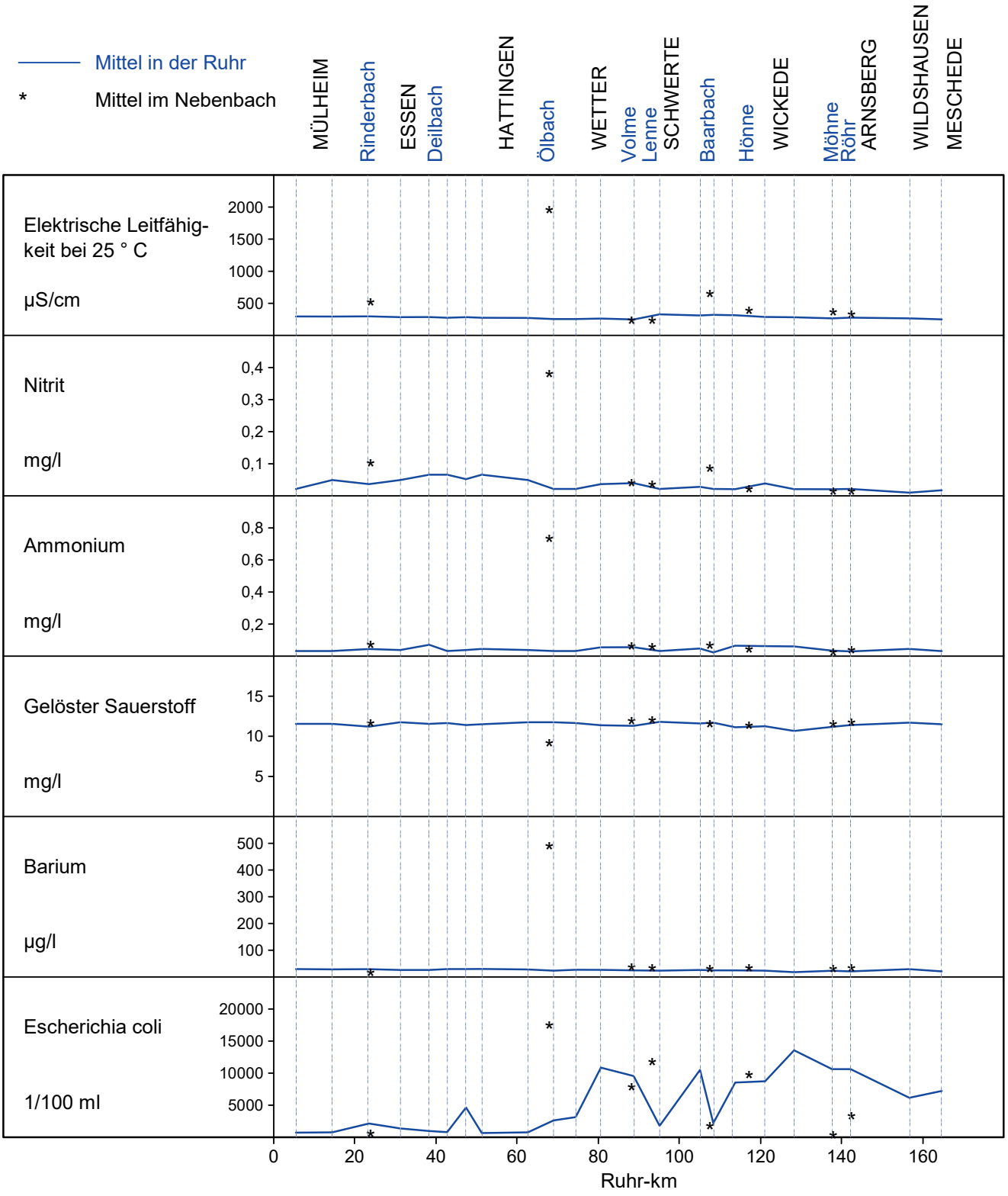


Bild 21.10: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr und ihrer Nebenbachmündungen anhand von sechs ausgesuchten Gütemerkmalen
Fig. 21.10: Water conditions of the Ruhr and its tributaries at their inflows indicated by six selected parameters.

Kenngröße: Wassertemperatur Einheit: ° C

Zielwert: 25 ° C

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	12	12	125	55	84	52	54	51	85	72
Arith. Jahresmittel	13,0	13,4	12,8	13,2	13,6	12,2	12,0	11,8	11,4	12,2
Geom. Jahresmittel	11,4	12,0	11,5	12,0	12,5	11,0	11,0	10,8	10,4	11,1
Geom. Sommermittel	16,4	16,6	16,5	16,4	17,1	15,1	15,2	14,7	14,1	15,3
Geom. Wintermittel	7,9	8,7	8,0	8,4	9,0	8,0	8,1	7,9	7,8	8,0
Maximalwert	22,9	23,0	23,9	23,6	24,4	21,3	21,3	20,3	19,6	21,9
Datum des Max.	12.06	13.06	21.06	20.06	20.06	21.06	12.06	12.06	11.07	12.06
90-Perzentil	20,3	20,3	20,3	20,7	20,6	18,4	18,8	19,2	17,6	19,3
50-Perzentil	13,7	13,7	12,3	12,8	13,4	11,6	11,6	11,7	10,8	11,4
10-Perzentil	5,3	6,2	5,5	6,4	6,9	5,3	6,7	6,5	5,5	5,8
Minimalwert	4,8	5,9	4,5	4,3	3,4	4,0	4,0	4,1	3,8	4,3
Datum des Min.	04.12	07.03	03.03	23.01	05.12	27.02	23.01	23.01	09.02	30.01

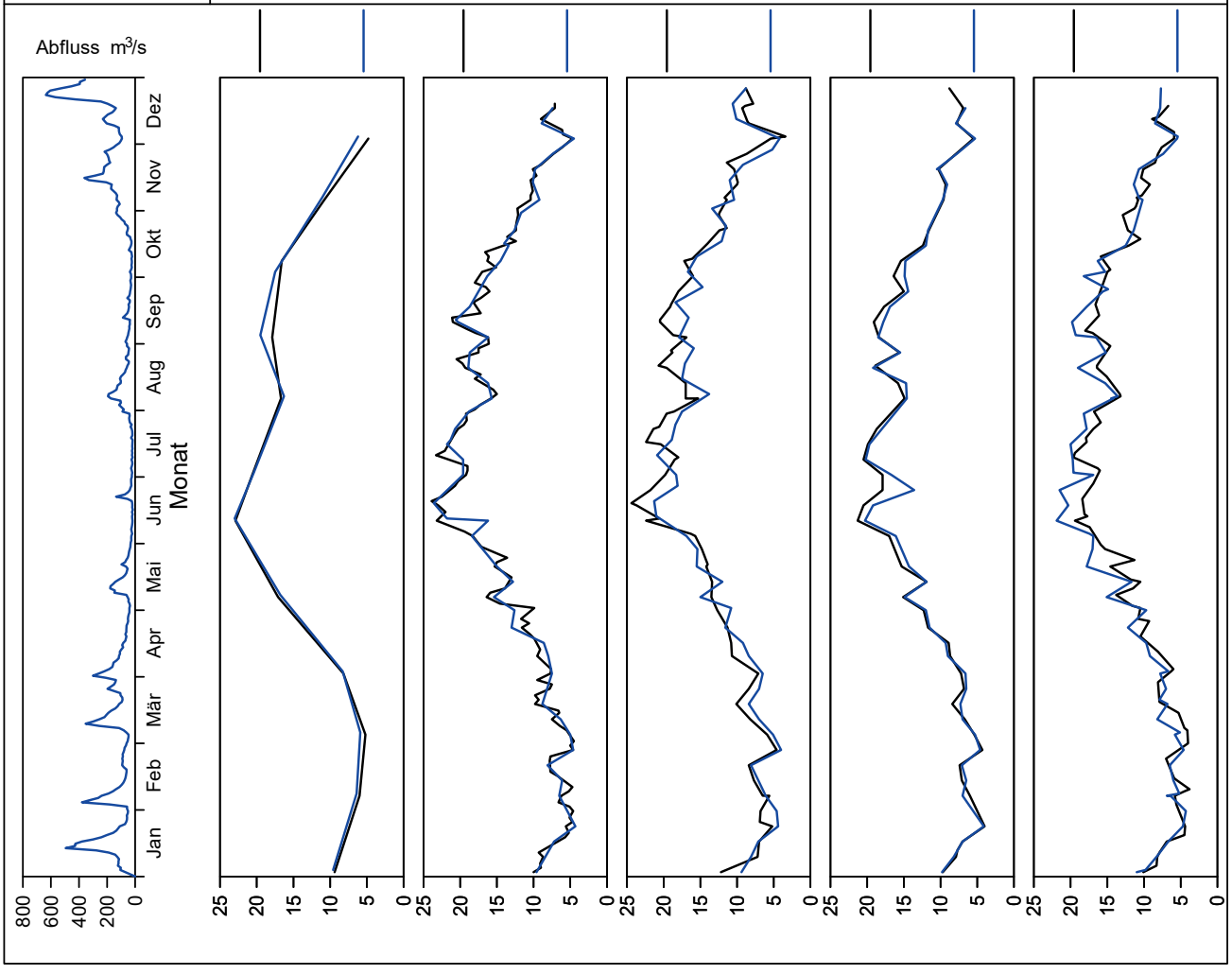


Bild 21.11: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.11: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Elektrische Leitfähigkeit bei 25 ° C Einheit: µS/cm

Zielwert: 700 µS/cm

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	12	12	125	24	51	52	48	47	79	61
Arith. Jahresmittel	385	390	381	374	328	317	379	365	337	329
Geom. Jahresmittel	375	380	372	362	322	310	375	362	336	327
Geom. Sommermittel	394	403	404	387	348	339	401	381	349	340
Geom. Wintermittel	357	358	343	339	300	283	352	343	324	314
Maximalwert	533	563	638	639	446	427	484	459	419	412
Datum des Max.	12.06	13.06	21.06	20.06	12.06	14.06	10.07	17.07	22.06	02.05
90-Perzentil	506	473	490	502	414	412	457	430	383	373
50-Perzentil	394	383	370	350	322	325	374	362	333	330
10-Perzentil	270	286	282	272	259	228	315	309	298	279
Minimalwert	264	275	251	232	225	208	278	282	264	264
Datum des Min.	03.04	04.04	17.11	16.01	16.01	16.01	27.12	06.02	16.11	Mehrere

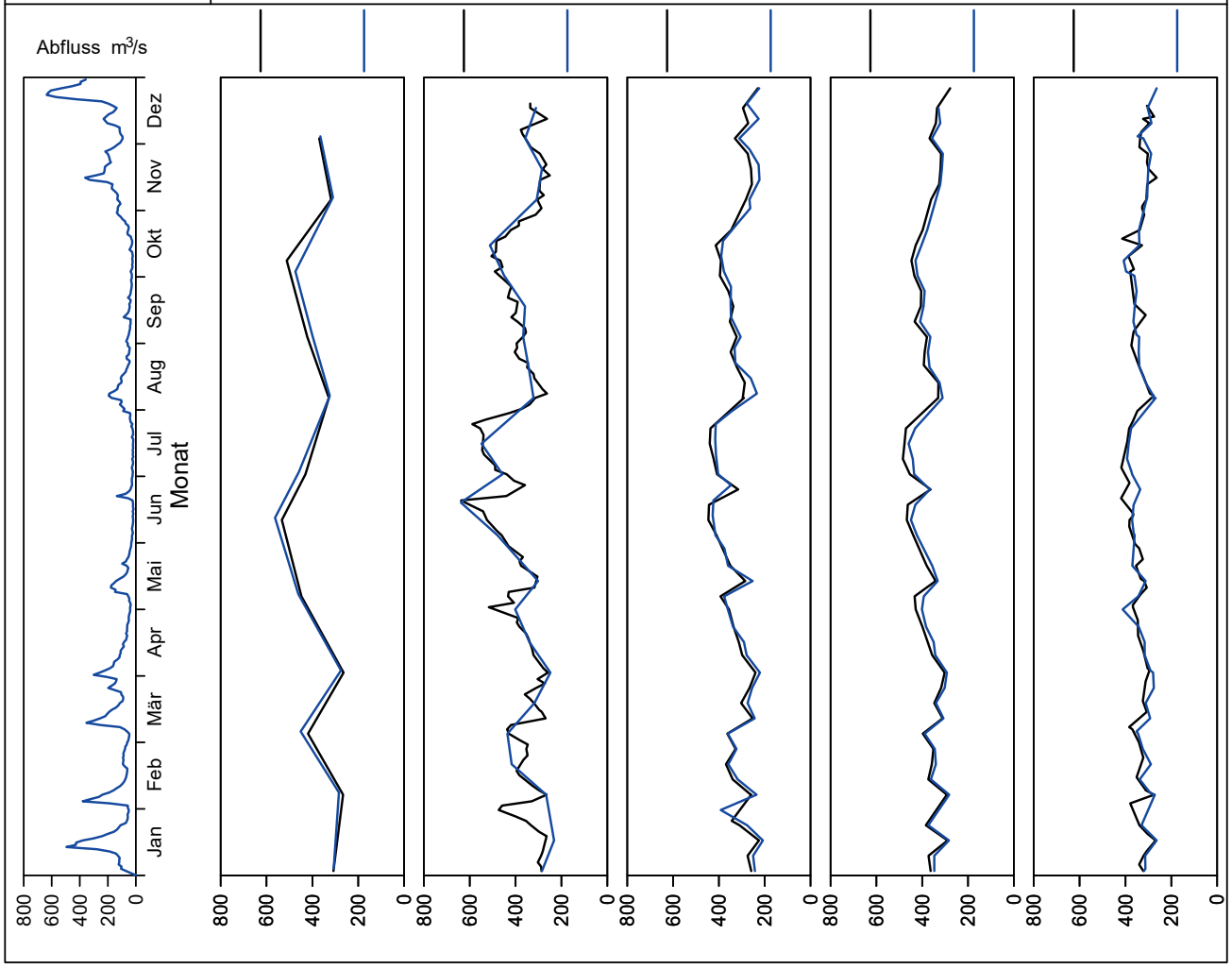


Bild 21.12: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.12: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Chlorid Einheit: mg/l

Zielwert: 100 mg/l

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	11	12	125	24	51		48	47	54	49
Arith. Jahresmittel	37	38	37	35	26		28	26	23	21
Geom. Jahresmittel	35	36	34	32	25		27	26	23	21
Geom. Sommermittel	37	38	38	35	28		31	28	23	23
Geom. Wintermittel	33	33	31	29	23		25	23	22	20
Maximalwert	70	62	83	84	46		44	41	39	30
Datum des Max.	09.10	13.06	21.06	20.06	03.07		Mehrere	17.07	09.03	17.07
90-Perzentil	58	53	55	55	39		37	34	31	25
50-Perzentil	35	35	33	28	25		28	26	22	22
10-Perzentil	22	23	21	20	18		20	19	17	17
Minimalwert	21	21	13	15	13		15	15	12	13
Datum des Min.	06.02	04.04	17.11	16.01	27.12		27.12	16.01	16.11	16.01

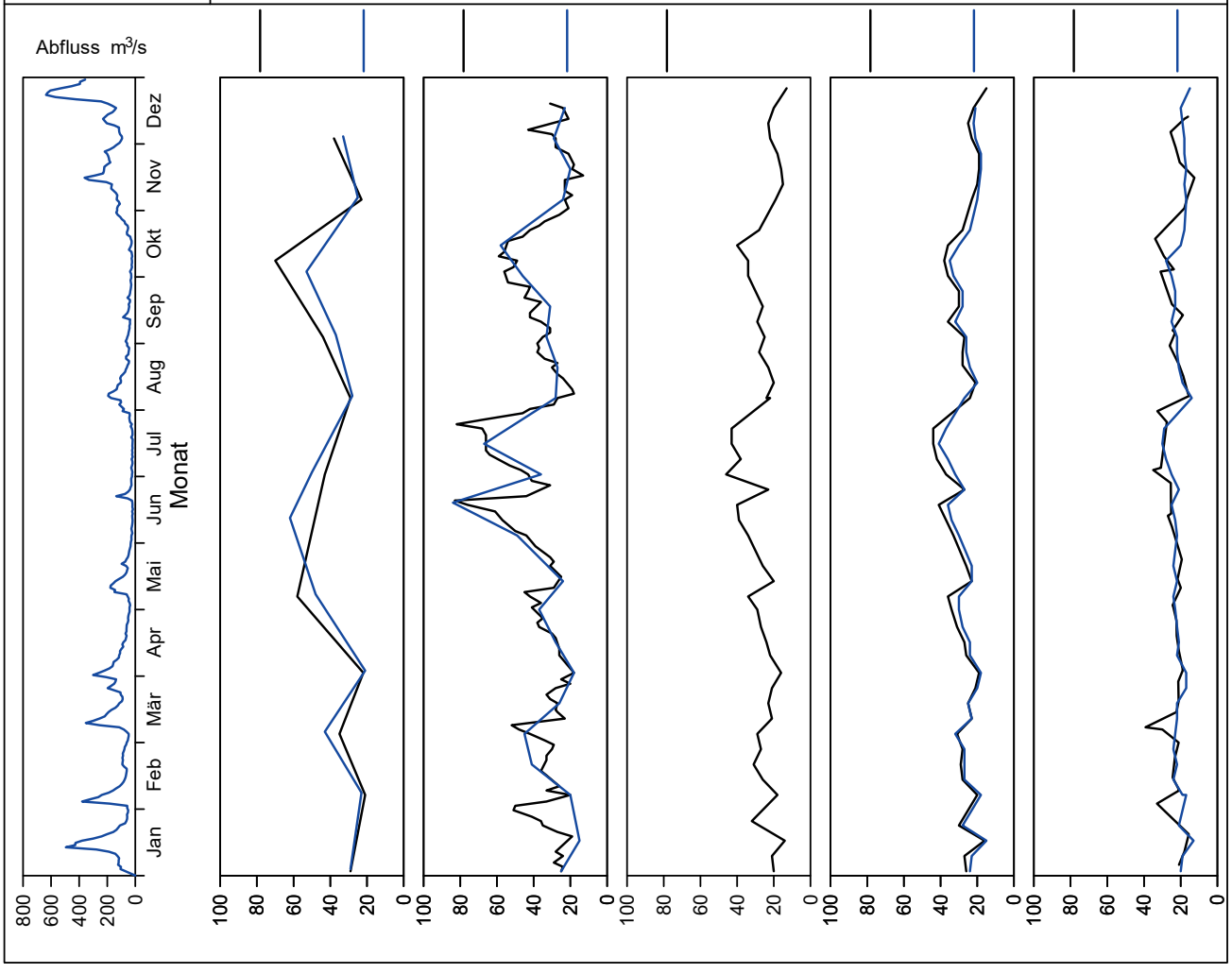


Bild 21.13: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.13: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Trübung Einheit: FNU

Zielwert:

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	12	12	125	24	26	52	24	23	79	37
Arith. Jahresmittel	5,7	5,0	7,9	5,2	5,4	4,2	8,5	5,4	5,2	4,8
Geom. Jahresmittel	4,8	4,7	5,1	3,7	3,7	3,5	5,3	4,0	3,8	3,4
Geom. Sommermittel	4,7	4,8	4,7	3,7	3,5	2,9	4,3	3,8	3,5	3,6
Geom. Wintermittel	4,9	4,6	5,6	3,6	3,9	4,1	6,4	4,4	4,1	3,2
Maximalwert	18,8	9,6	143,0	30,0	29,0	21,2	44,0	29,0	43,2	24,0
Datum des Max.	06.02	07.02	17.11	16.01	16.01	16.01	27.12	22.05	16.11	07.08
90-Perzentil	6,8	6,9	13,4	11,1	13,0	7,2	20,4	8,5	9,3	11,8
50-Perzentil	4,9	4,4	4,4	3,1	3,0	3,1	4,0	3,5	3,3	3,0
10-Perzentil	2,8	3,3	2,5	1,7	1,6	2,0	2,0	1,9	1,8	1,5
Minimalwert	2,2	2,3	1,3	1,5	1,3	1,2	1,6	1,3	1,2	1,0
Datum des Min.	03.07	05.12	18.10	Mehrere	17.04	06.03	13.02	13.02	Mehrere	02.10

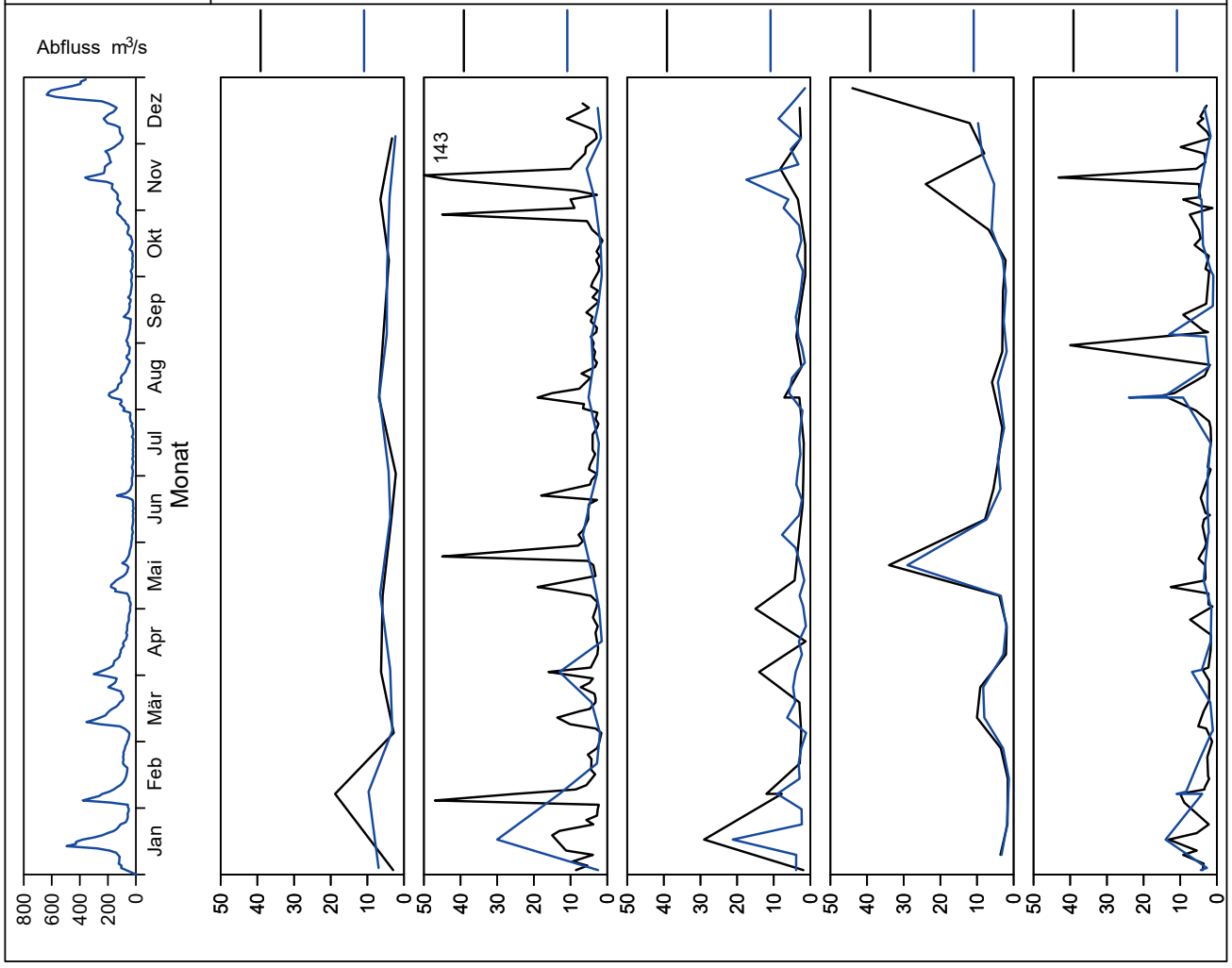


Bild 21.14: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.14: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Chlorophyll-a Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte			89	12	24	52	23	23	12	34
Arith. Jahresmittel			7,2	< 3,0	3,7	5,4	< 3,0	< 3,0	< 2,0	< 3,0
Geom. Jahresmittel			3,4	< 3,0	< 3,0	< 5,0	< 3,0	< 3,0	< 2,0	< 3,0
Geom. Sommermittel			4,8	< 3,0	< 3,0	< 5,0	< 3,0	< 3,0	< 2,0	< 3,0
Geom. Wintermittel			1,5	< 3,0	< 3,0	< 5,0	< 3,0	< 3,0	< 2,0	< 3,0
Maximalwert			74,0	6,3	21,1	32,6	7,3	4,8	5,0	7,1
Datum des Max.			05.06	20.03	08.05	12.07	17.07	17.07	03.05	08.05
90-Perzentil			17,0	5,9	10,2	14,1	3,2	< 3,0	3,5	< 3,0
50-Perzentil			3,0	< 3,0	< 3,0	< 5,0	< 3,0	< 3,0	< 2,0	< 3,0
10-Perzentil			1,0	< 3,0	< 3,0	< 5,0	< 3,0	< 3,0	< 2,0	< 3,0
Minimalwert			< 1,0	< 3,0	< 3,0	< 5,0	< 3,0	< 3,0	< 2,0	< 3,0
Datum des Min.			Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

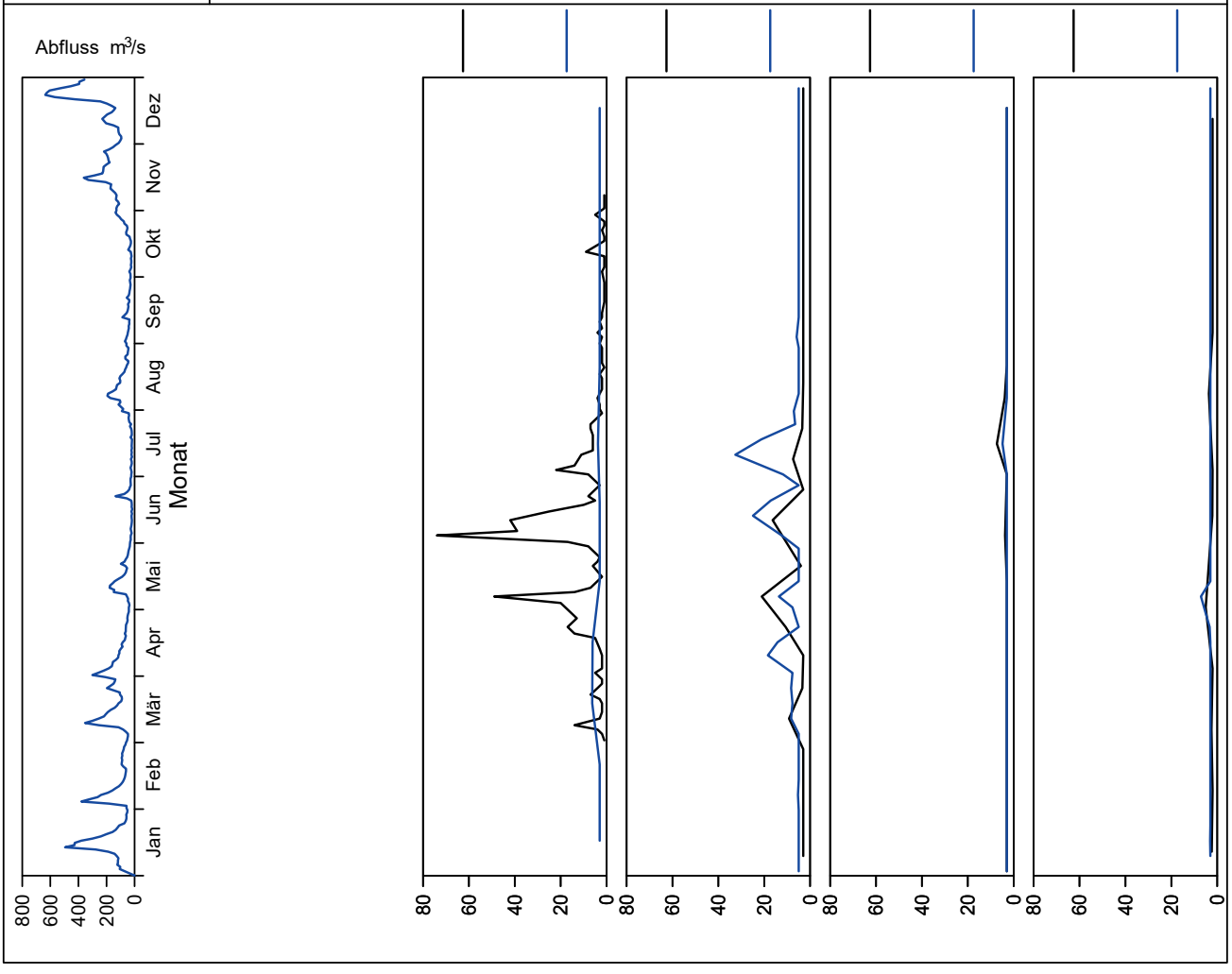


Bild 21.15: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.15: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: pH-Wert Einheit:

Zielwert: 7 - 9

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	12	12	125	24	51	52	48	47	84	61
Arith. Jahresmittel	7,91	7,83	7,88	7,95	7,88	7,80	7,94	8,01	7,86	7,91
Geom. Jahresmittel	7,91	7,83	7,88	7,94	7,88	7,80	7,94	8,01	7,86	7,91
Geom. Sommermittel	8,04	7,91	7,90	7,99	7,92	7,84	7,95	8,02	7,93	7,88
Geom. Wintermittel	7,78	7,74	7,85	7,89	7,84	7,75	7,94	7,99	7,80	7,93
Maximalwert	8,97	8,91	8,60	8,74	8,32	8,50	8,29	8,32	8,87	8,31
Datum des Max.	08.05	09.05	Mehrere	05.06	24.04	24.04	Mehrere	02.05	28.04	24.07
90-Perzentil	8,05	7,94	8,10	8,04	8,06	7,99	8,03	8,09	8,00	8,02
50-Perzentil	7,82	7,76	7,80	7,90	7,85	7,80	7,94	8,00	7,83	7,92
10-Perzentil	7,65	7,62	7,70	7,83	7,77	7,70	7,83	7,90	7,68	7,74
Minimalwert	7,62	7,51	7,60	7,72	7,61	7,40	7,76	7,84	7,58	7,70
Datum des Min.	06.02	03.01	Mehrere	16.01	26.06	27.12	07.08	22.05	Mehrere	07.08

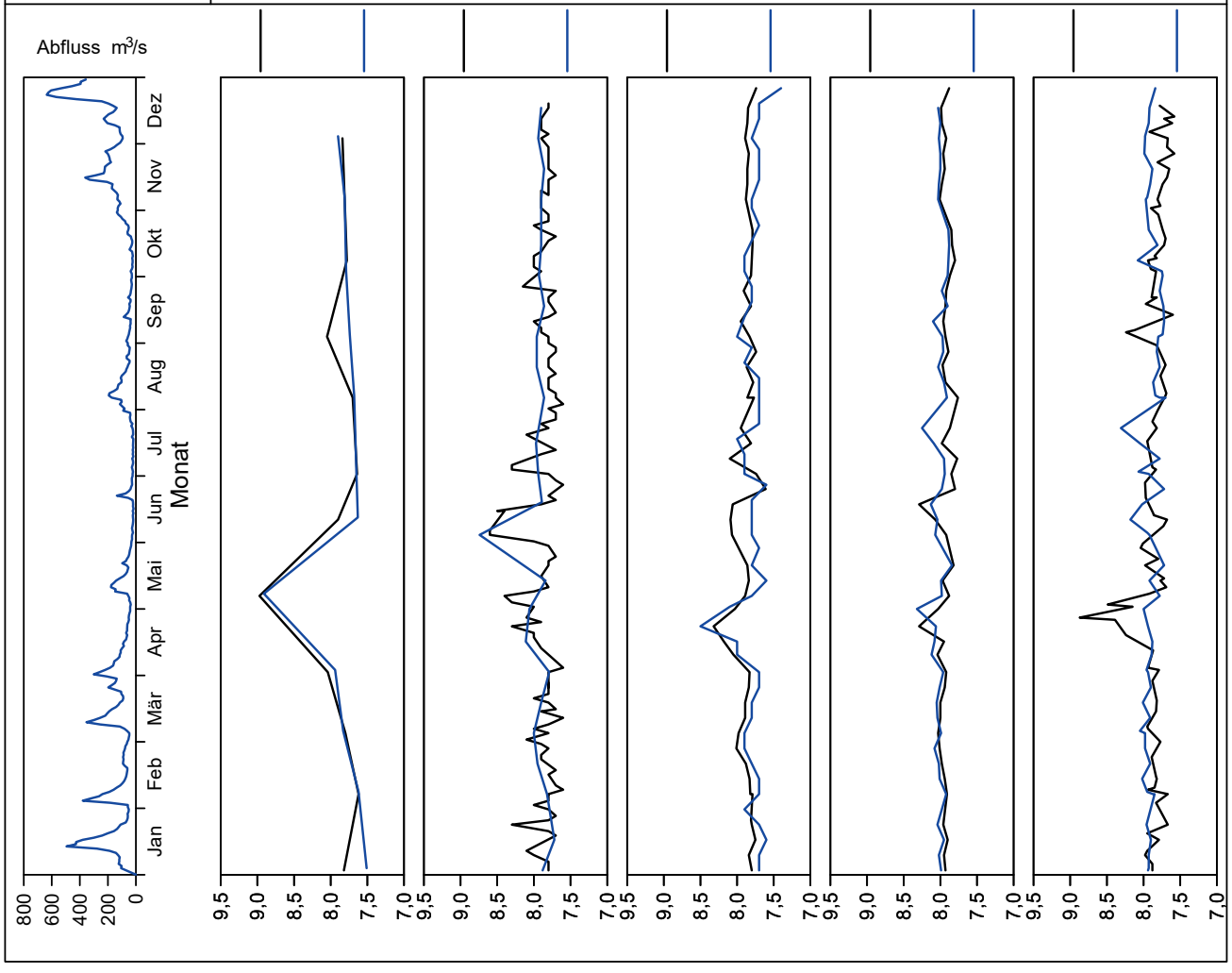


Bild 21.16: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.16: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gelöster Sauerstoff Einheit: mg/l

Zielwert: >8 mg/l

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	12	12	125	24	51	52	46	46	56	60
Arith. Jahresmittel	9,4	9,1	10,5	9,5	10,1	9,8	10,8	10,6	10,4	10,0
Geom. Jahresmittel	9,1	8,8	10,3	9,4	9,9	9,7	10,7	10,5	10,2	9,8
Geom. Sommermittel	8,1	7,7	9,3	8,5	9,0	9,0	10,0	9,9	9,6	8,9
Geom. Wintermittel	10,2	10,0	11,5	10,3	10,9	10,5	11,5	11,2	11,0	10,9
Maximalwert	13,4	12,2	13,5	12,7	13,3	12,1	16,6	13,2	15,5	12,7
Datum des Max.	08.05	09.05	01.03	04.12	06.02	06.02	15.05	06.02	08.02	07.02
90-Perzentil	12,0	11,6	12,6	11,5	12,3	11,6	12,5	12,3	12,2	12,2
50-Perzentil	10,0	9,8	10,7	9,4	9,8	9,6	10,8	10,5	10,5	10,4
10-Perzentil	6,3	6,0	8,4	8,0	7,5	8,4	9,0	8,8	8,4	8,0
Minimalwert	**5,9**	**5,2**	**6,3**	**5,7**	**6,1**	**7,1**	8,2	8,0	**6,6**	**5,9**
Datum des Min.	03.07	13.06	21.06	20.06	26.06	28.06	10.07	10.07	22.06	10.07

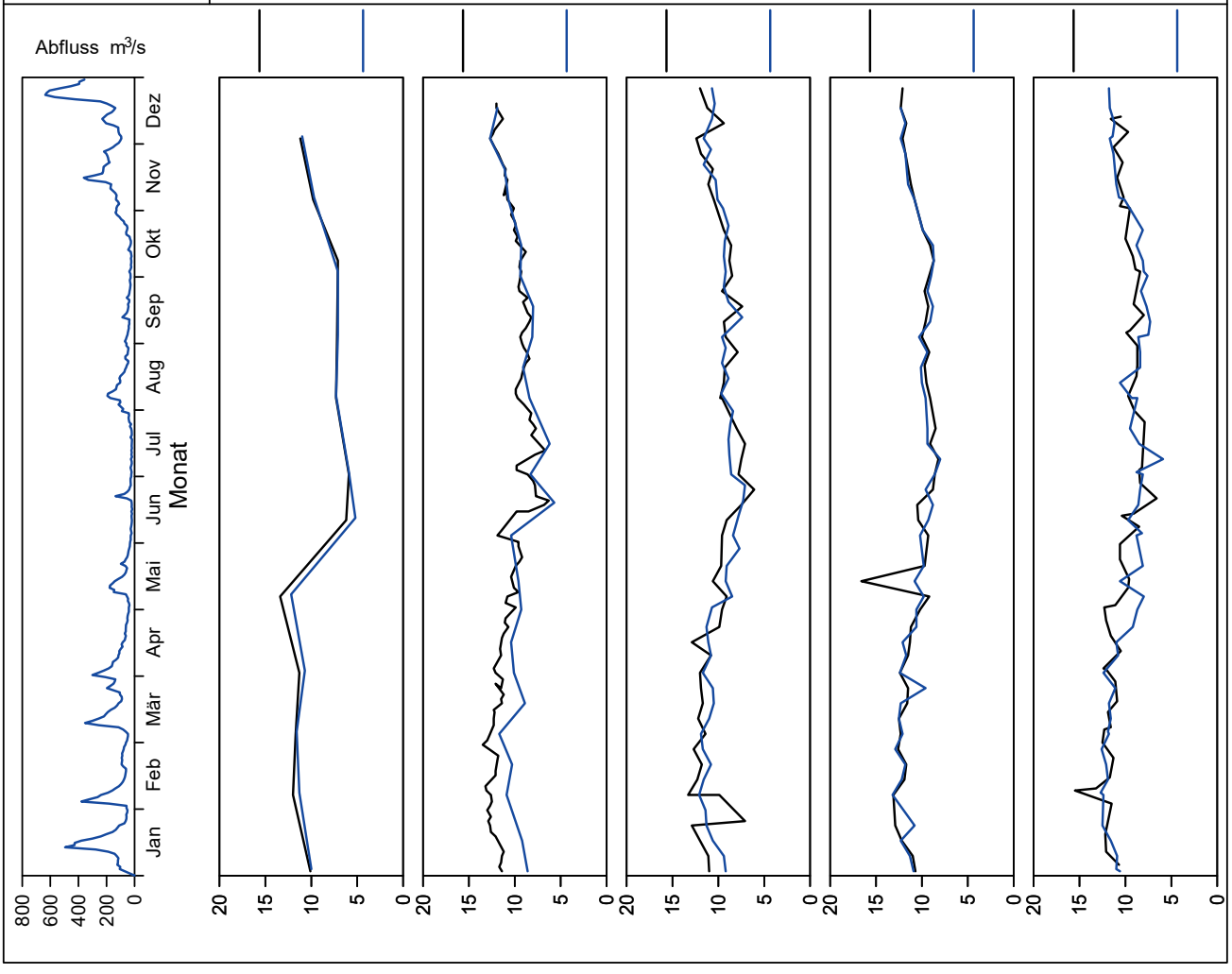


Bild 21.17: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.17: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Nitrat Einheit: mg/l

Zielwert: 25 mg/l

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	11	12	129	24	51	52	48	47	54	50
Arith. Jahresmittel	16	13	13	14	14	13	15	15	14	14
Geom. Jahresmittel	15	13	13	14	14	13	15	14	14	14
Geom. Sommermittel	13	11	11	12	13	12	13	13	13	13
Geom. Wintermittel	17	15	15	15	15	13	16	16	15	15
Maximalwert	23	19	18	18	18	16	21	21	19	20
Datum des Max.	03.04	07.02	10.02	16.01	Mehrere	Mehrere	16.01	16.01	06.09	16.01
90-Perzentil	20	18	16	17	17	15	18	18	16	17
50-Perzentil	15	14	13	14	14	12	15	14	14	14
10-Perzentil	11	9	10	11	11	11	12	12	12	11
Minimalwert	9	8	8	8	9	9	11	12	11	11
Datum des Min.	03.07	13.06	16.06	20.06	19.06	21.06	19.06	Mehrere	11.10	12.06

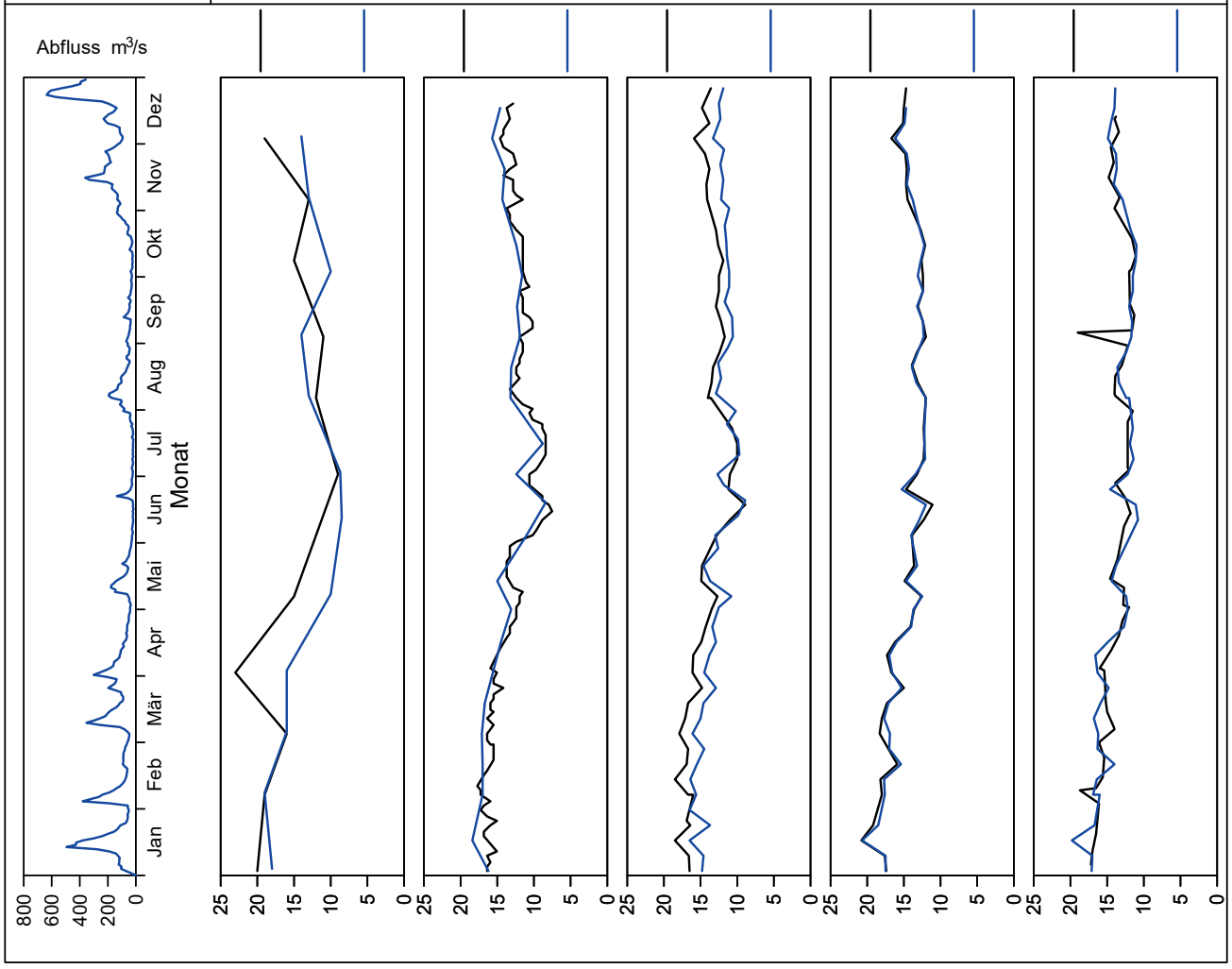


Bild 21.18: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.18: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Ammonium Einheit: mg/l

Zielwert: 0.3 mg/l

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	12	12	124	24	50	52	45	45	52	47
Arith. Jahresmittel	0,06	0,05	0,06	< 0,05	< 0,05	0,06	< 0,05	< 0,05	0,05	< 0,05
Geom. Jahresmittel	0,05	0,05	0,04	< 0,05	< 0,05	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05
Geom. Sommermittel	0,06	0,06	0,04	< 0,05	< 0,05	0,04	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05
Geom. Wintermittel	0,05	0,04	0,04	< 0,05	< 0,05	0,06	< 0,05	< 0,05	0,04	< 0,05
Maximalwert	0,12	0,16	**0,87**	0,09	0,11	0,13	0,11	0,11	0,13	0,10
Datum des Max.	Mehrere	13.06	12.05	20.06	19.06	Mehrere	Mehrere	22.05	02.02	25.09
90-Perzentil	0,12	0,07	0,10	0,06	0,07	0,09	0,06	0,07	0,08	0,06
50-Perzentil	0,05	0,04	0,04	< 0,05	< 0,05	0,05	< 0,05	< 0,05	0,04	< 0,05
10-Perzentil	0,03	0,02	< 0,03	< 0,05	< 0,05	0,02	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05
Minimalwert	0,02	0,02	< 0,03	< 0,05	< 0,05	0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05
Datum des Min.	03.07	Mehrere	Mehrere	Mehrere	06.02	14.06	12.06	12.06	Mehrere	06.02

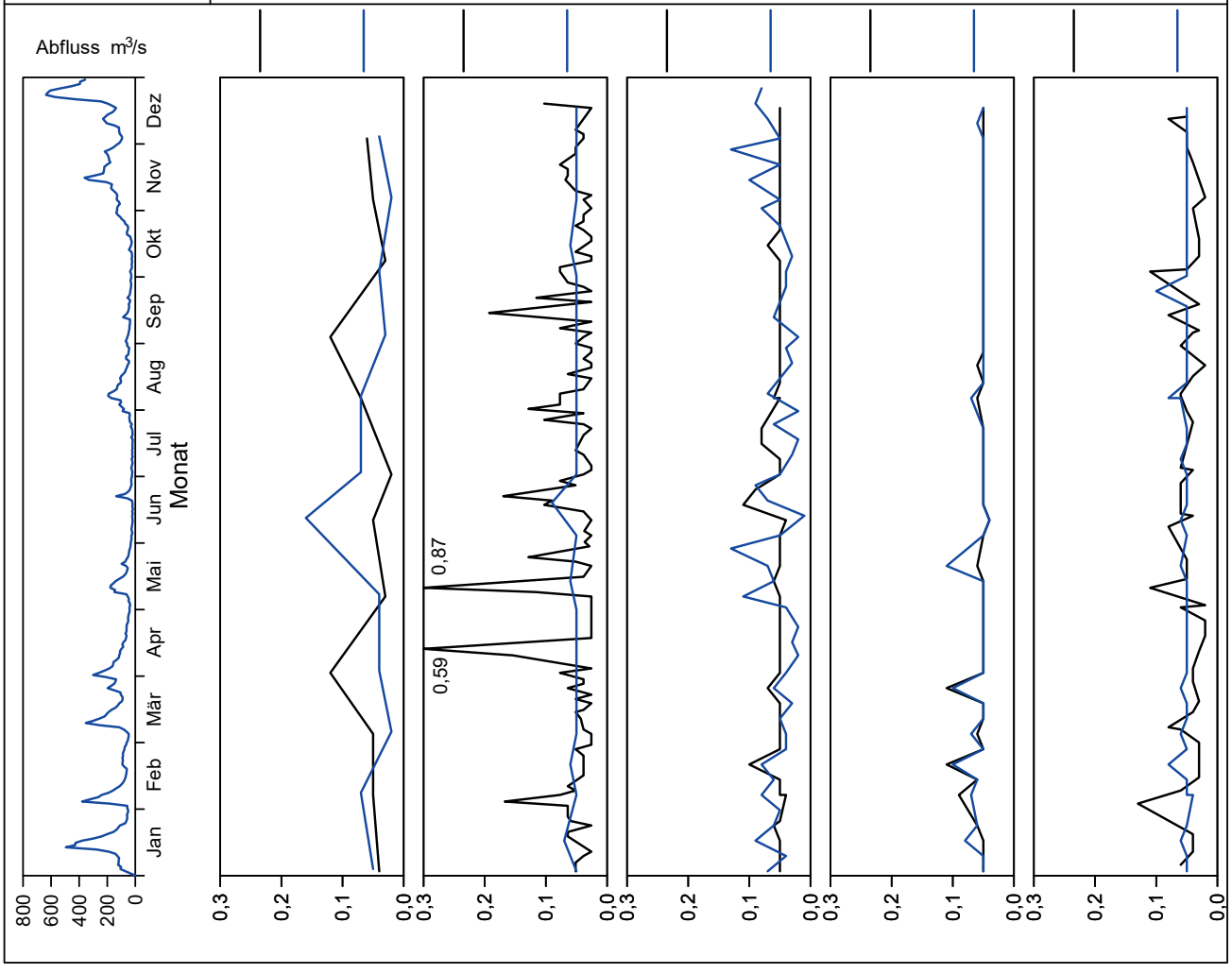


Bild 21.19: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.19: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gesamtes gelöstes Phosphat Einheit: mg/l

Zielwert:

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	12	12	125	24	49	52	48	47	44	48
Arith. Jahresmittel	< 0,30	< 0,30	0,15	0,14	0,13	0,11	0,11	0,12	0,12	0,11
Geom. Jahresmittel	< 0,30	< 0,30	0,13	0,13	0,12	0,10	0,11	0,11	0,10	0,10
Geom. Sommermittel	< 0,30	< 0,30	0,12	0,12	0,12	0,10	0,11	0,11	0,10	0,10
Geom. Wintermittel	< 0,30	< 0,30	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10
Maximalwert	0,30	0,40	0,29	0,21	0,28	0,21	0,21	0,34	0,27	0,21
Datum des Max.	02.01	04.07	28.06	Mehrere	26.06	02.11	Mehrere	22.05	01.08	16.01
90-Perzentil	< 0,30	< 0,30	0,23	0,20	0,18	0,16	0,16	0,16	0,17	0,18
50-Perzentil	< 0,30	< 0,30	0,15	0,14	0,12	0,11	0,12	0,12	0,11	0,09
10-Perzentil	< 0,30	< 0,30	0,07	0,09	0,09	0,06	0,06	0,09	0,07	0,06
Minimalwert	< 0,30	< 0,30	< 0,06	0,03	0,06	0,02	0,03	0,06	< 0,04	0,06
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	Mehrere	05.06	Mehrere	11.04	19.06	Mehrere	Mehrere	Mehrere

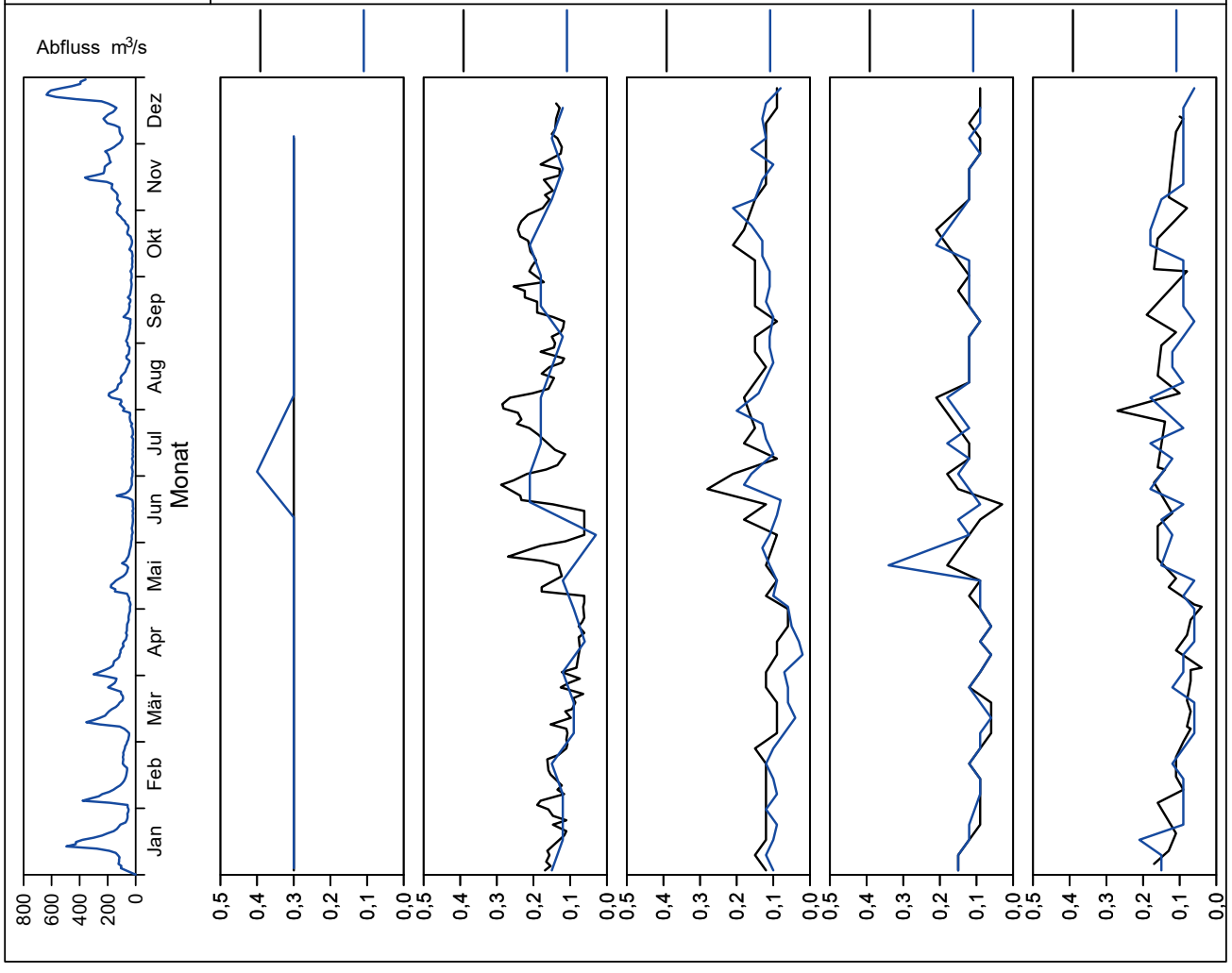


Bild 21.20: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.20: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gelöster organisch gebundener Kohlenstoff (DOC) Einheit: mg/l

Zielwert: 3 mg/l

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	12	12	124	24	51	52	48	47	27	61
Arith. Jahresmittel	2,5	2,3	2,4	2,2	2,2	2,3	2,4	2,3	2,4	2,3
Geom. Jahresmittel	2,5	2,2	2,4	2,1	2,1	2,3	2,4	2,3	2,4	2,2
Geom. Sommermittel	2,9	2,5	2,6	2,4	2,3	2,5	2,5	2,4	2,5	2,3
Geom. Wintermittel	2,2	2,0	2,1	1,9	2,0	2,1	2,3	2,2	2,1	2,1
Maximalwert	**3,4**	**3,2**	**5,2**	2,9	**3,7**	**3,1**	**3,6**	**3,5**	**3,1**	**4,1**
Datum des Max.	03.07	04.07	22.09	20.06	26.06	28.06	07.08	Mehrere	12.05	07.08
90-Perzentil	3,1	2,7	3,2	2,7	2,6	2,8	3,1	2,9	2,9	2,9
50-Perzentil	2,6	2,2	2,4	2,1	2,2	2,3	2,4	2,3	2,4	2,2
10-Perzentil	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,8	1,9	1,9	2,0	1,8
Minimalwert	1,9	1,8	1,2	1,4	1,4	1,7	1,6	1,5	1,7	1,4
Datum des Min.	02.01	05.12	16.08	20.03	25.01	Mehrere	Mehrere	23.01	19.01	23.01

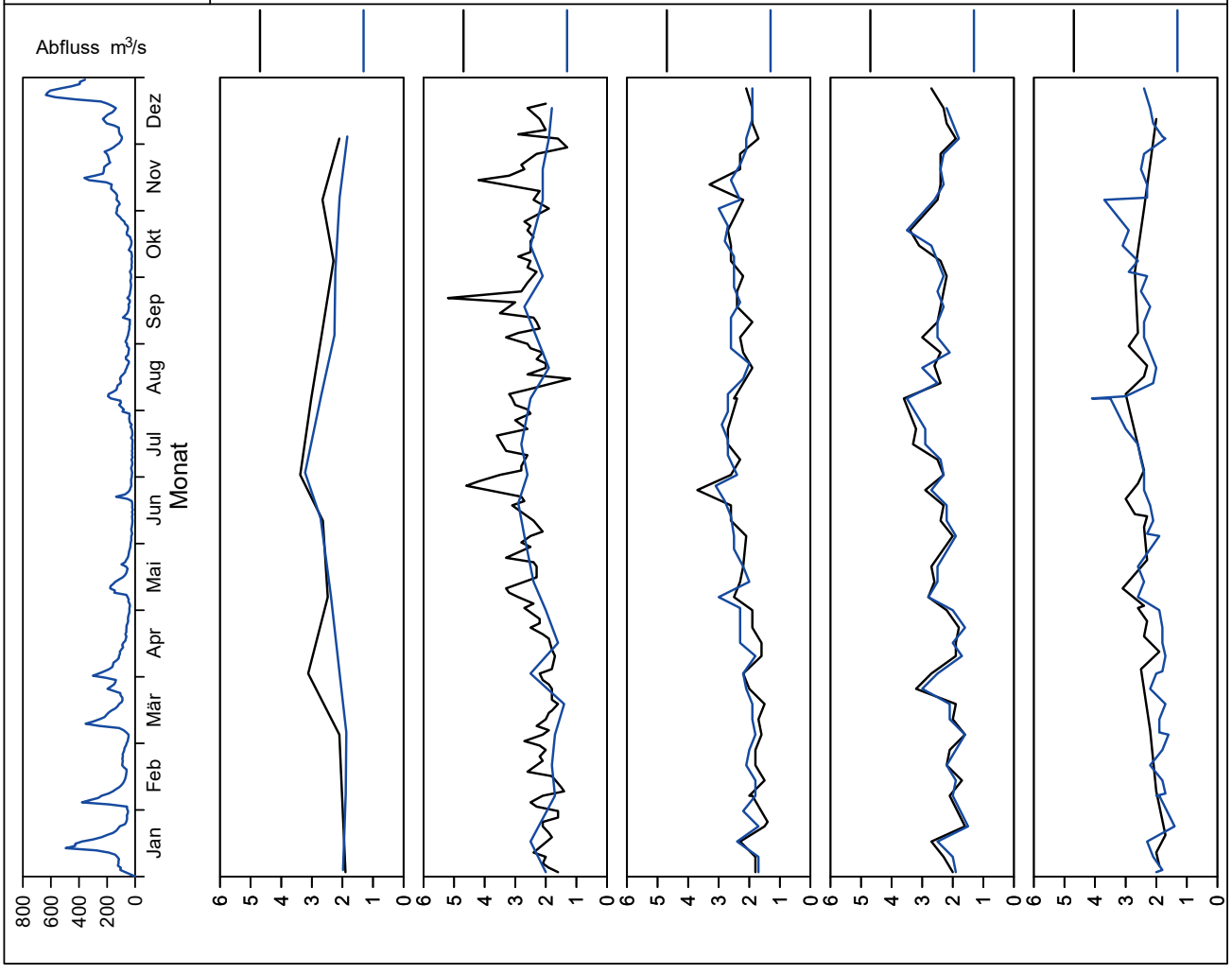


Bild 21.21: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.21: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm Einheit: 1/m

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Dumberg 51,1	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	125	24	51	52	48	47	53	61
Arith. Jahresmittel	6,5	5,9	5,7	5,8	5,6	5,7	6,5	6,3	6,4	6,5
Geom. Jahresmittel	6,4	5,8	5,6	5,7	5,5	5,6	6,4	6,2	6,2	6,3
Geom. Sommermittel	7,2	6,6	6,1	6,3	6,0	5,9	6,6	6,3	6,7	6,6
Geom. Wintermittel	5,7	5,1	5,1	5,2	5,0	5,3	6,1	6,0	5,7	6,0
Maximalwert	9,4	8,8	10,7	8,2	11,7	9,1	11,8	11,5	12,0	15,0
Datum des Max.	03.07	04.07	28.06	18.09	26.06	02.11	07.08	07.08	08.08	07.08
90-Perzentil	8,4	7,8	7,2	7,3	7,0	7,1	7,8	7,5	8,0	7,8
50-Perzentil	6,0	5,8	5,4	5,8	5,7	5,6	6,5	6,3	6,1	6,4
10-Perzentil	5,2	4,8	4,2	4,5	4,3	4,2	5,1	4,9	5,1	4,9
Minimalwert	5,1	4,5	3,5	4,0	3,5	3,7	4,0	3,8	3,8	3,7
Datum des Min.	02.01	07.03	19.04	06.03	06.03	03.05	06.03	23.01	16.11	23.01

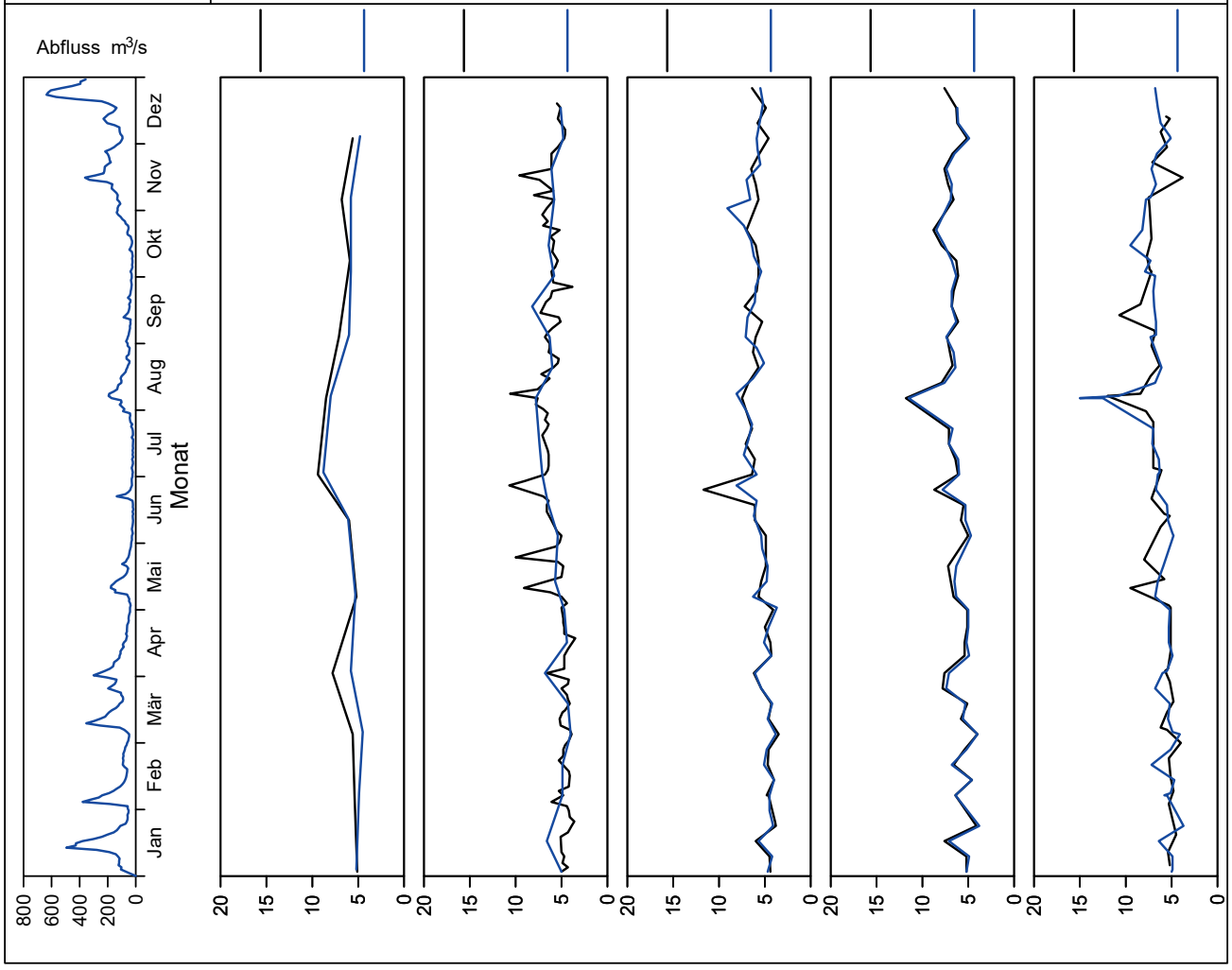


Bild 21.22: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.22: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436 nm Einheit: 1/m

Zielwert:

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	12	12	125		2	52			41	2
Arith. Jahresmittel	0,37	0,35	0,33		0,30	0,34			0,42	0,60
Geom. Jahresmittel	0,36	0,34	0,31		0,28	0,32			0,37	0,52
Geom. Sommermittel	0,43	0,39	0,35		0,40	0,33			0,47	0,90
Geom. Wintermittel	0,29	0,29	0,28		0,20	0,32			0,29	0,30
Maximalwert	0,50	0,50	0,60		0,40	1,20			1,50	0,90
Datum des Max.	Mehrere	Mehrere	Mehrere		07.08	02.11			25.05	07.08
90-Perzentil	0,49	0,49	0,46		0,38	0,40			0,60	0,84
50-Perzentil	0,40	0,30	0,30		0,30	0,30			0,40	0,60
10-Perzentil	0,30	0,30	0,20		0,22	0,20			0,30	0,36
Minimalwert	0,20	0,20	0,20		0,20	0,20			< 0,10	0,30
Datum des Min.	06.03	07.03	Mehrere		06.02	Mehrere			19.10	06.02

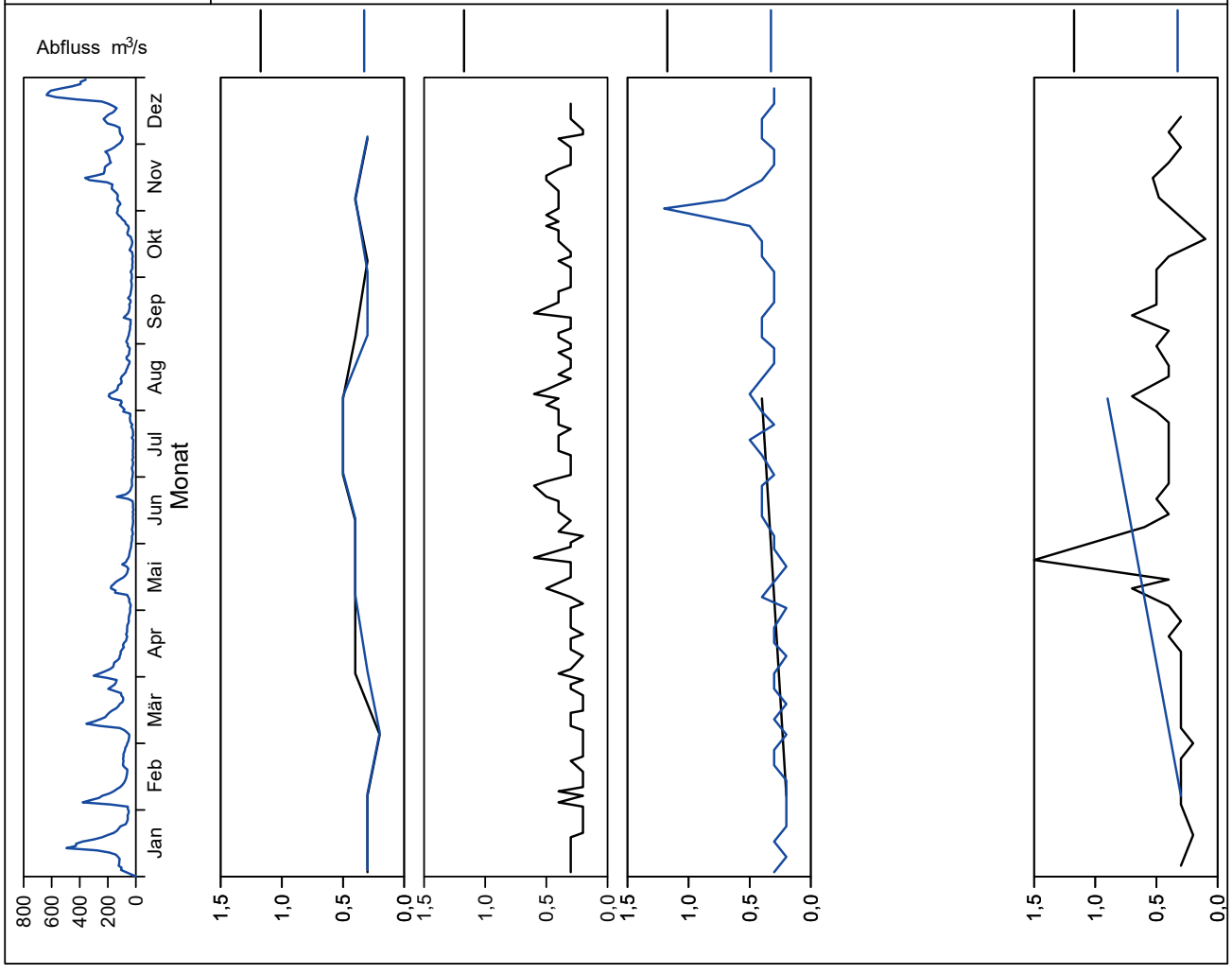


Bild 21.23: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.23: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Cadmium Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	12	12	125	24	29	52	26	26	12	28
Arith. Jahresmittel	< 0,50	< 0,50	0,06	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Geom. Jahresmittel	< 0,50	< 0,50	0,05	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Geom. Sommermittel	< 0,50	< 0,50	0,05	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Geom. Wintermittel	< 0,50	< 0,50	0,06	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Maximalwert	< 0,50	< 0,50	0,28	< 0,30	0,30	0,10	0,30	< 0,30	0,10	0,30
Datum des Max.	Mehrere	Mehrere	03.02	Mehrere	09.01	02.01	02.01	Mehrere	11.01	09.01
90-Perzentil	< 0,50	< 0,50	0,10	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
50-Perzentil	< 0,50	< 0,50	0,05	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
10-Perzentil	< 0,50	< 0,50	0,03	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Minimalwert	< 0,50	< 0,50	0,03	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	18.10	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

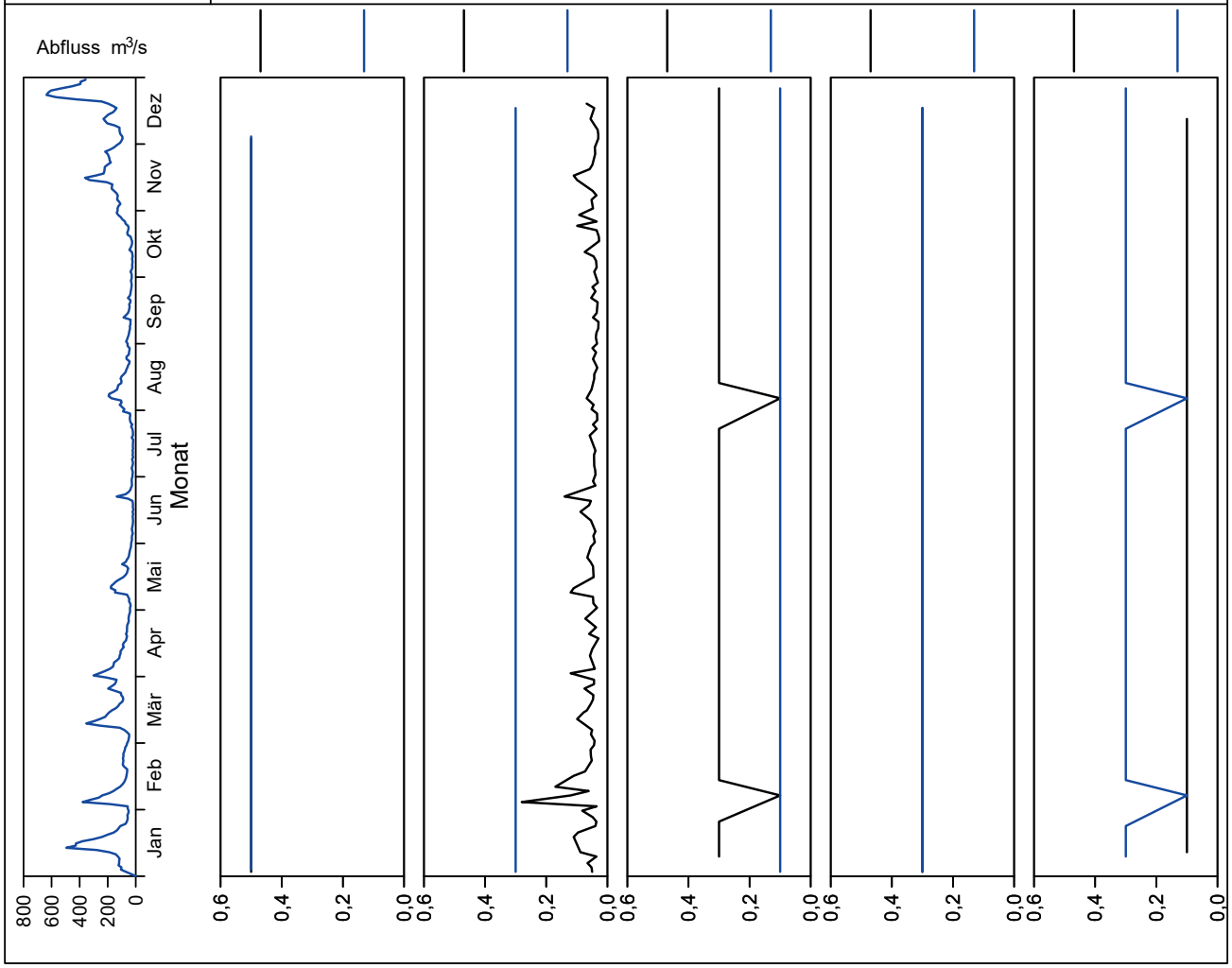


Bild 21.24: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.24: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Chrom Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	12	12	125	24	29	52	26	26	12	28
Arith. Jahresmittel	0,6	0,9	0,7	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Geom. Jahresmittel	< 0,5	0,7	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Geom. Sommermittel	< 0,5	0,7	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Geom. Wintermittel	0,7	0,6	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Maximalwert	1,3	3,5	4,1	1,0	2,4	1,6	1,4	0,5	< 0,5	1,0
Datum des Max.	09.10	08.08	03.02	16.01	27.12	27.12	13.11	02.01	Mehrere	07.08
90-Perzentil	1,1	1,4	1,4	0,6	0,6	0,6	0,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5
50-Perzentil	0,6	0,7	0,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
10-Perzentil	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Minimalwert	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

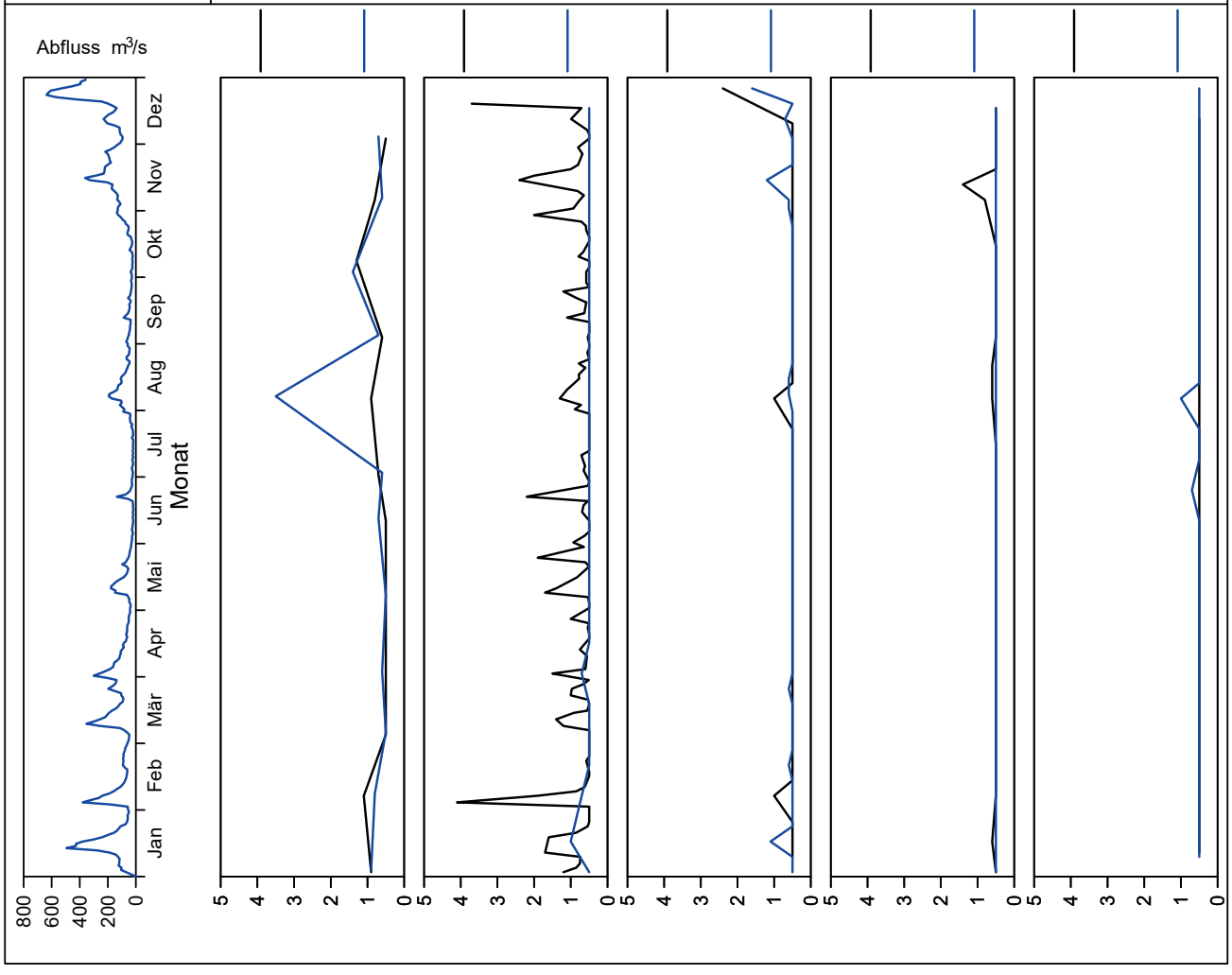


Bild 21.25: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.25: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Nickel Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	12	12	125	24	29	52	26	26	12	28
Arith. Jahresmittel	< 2,0	< 2,0	2,0	2,5	2,8	< 2,0	3,1	2,8	1,9	3,1
Geom. Jahresmittel	< 2,0	< 2,0	2,0	2,4	2,5	< 2,0	3,0	2,5	1,7	2,9
Geom. Sommermittel	< 2,0	2,0	2,0	2,4	2,6	< 2,0	3,0	2,9	1,5	3,1
Geom. Wintermittel	< 2,0	< 2,0	2,0	2,3	2,3	< 2,0	2,9	2,2	2,0	2,7
Maximalwert	4,0	3,0	6,1	4,0	13,0	3,1	5,0	5,0	3,0	6,0
Datum des Max.	06.11	Mehrere	03.02	Mehrere	28.08	27.12	Mehrere	07.08	04.10	Mehrere
90-Perzentil	2,0	3,0	2,9	3,7	3,2	2,2	4,0	4,0	2,9	5,0
50-Perzentil	< 2,0	2,0	1,9	2,0	2,0	< 2,0	3,0	2,0	2,0	3,0
10-Perzentil	< 2,0	< 2,0	1,6	2,0	2,0	< 2,0	2,0	2,0	1,1	2,0
Minimalwert	< 2,0	< 2,0	1,3	2,0	< 2,0	< 2,0	2,0	< 2,0	< 1,0	2,0
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	25.01	Mehrere	09.01	Mehrere	Mehrere	02.01	Mehrere	Mehrere

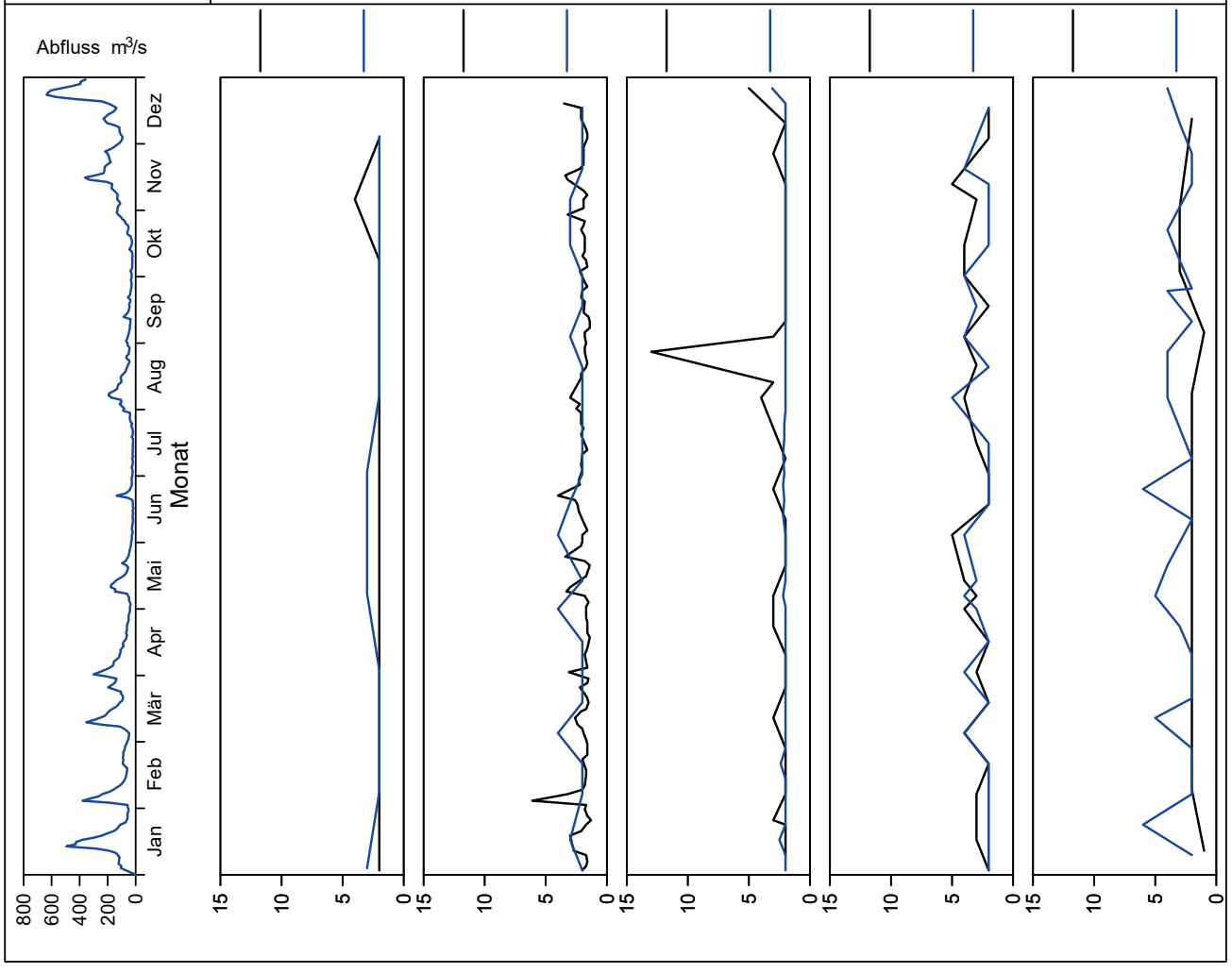


Bild 21.26: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.26: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gelöstes Mangan Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	12	12	125	24	50	52	48	47	16	50
Arith. Jahresmittel	13	17	11	20	15	33	16	14	35	11
Geom. Jahresmittel	9	14	< 10	18	13	27	14	13	29	11
Geom. Sommermittel	6	11	< 10	19	11	24	14	13	24	13
Geom. Wintermittel	12	17	11	17	14	31	14	13	39	9
Maximalwert	25	30	29	40	39	92	48	28	91	23
Datum des Max.	07.08	08.08	Mehrere	20.06	22.05	30.05	07.08	Mehrere	08.08	08.05
90-Perzentil	23	27	21	27	24	54	22	18	66	17
50-Perzentil	16	17	12	20	14	29	15	13	28	11
10-Perzentil	< 5	8	< 10	11	6	19	9	9	14	7
Minimalwert	< 5	< 5	< 10	5	3	< 1	2	4	6	5
Datum des Min.	Mehrere	09.05	Mehrere	05.06	11.09	19.07	19.06	19.06	22.08	13.03

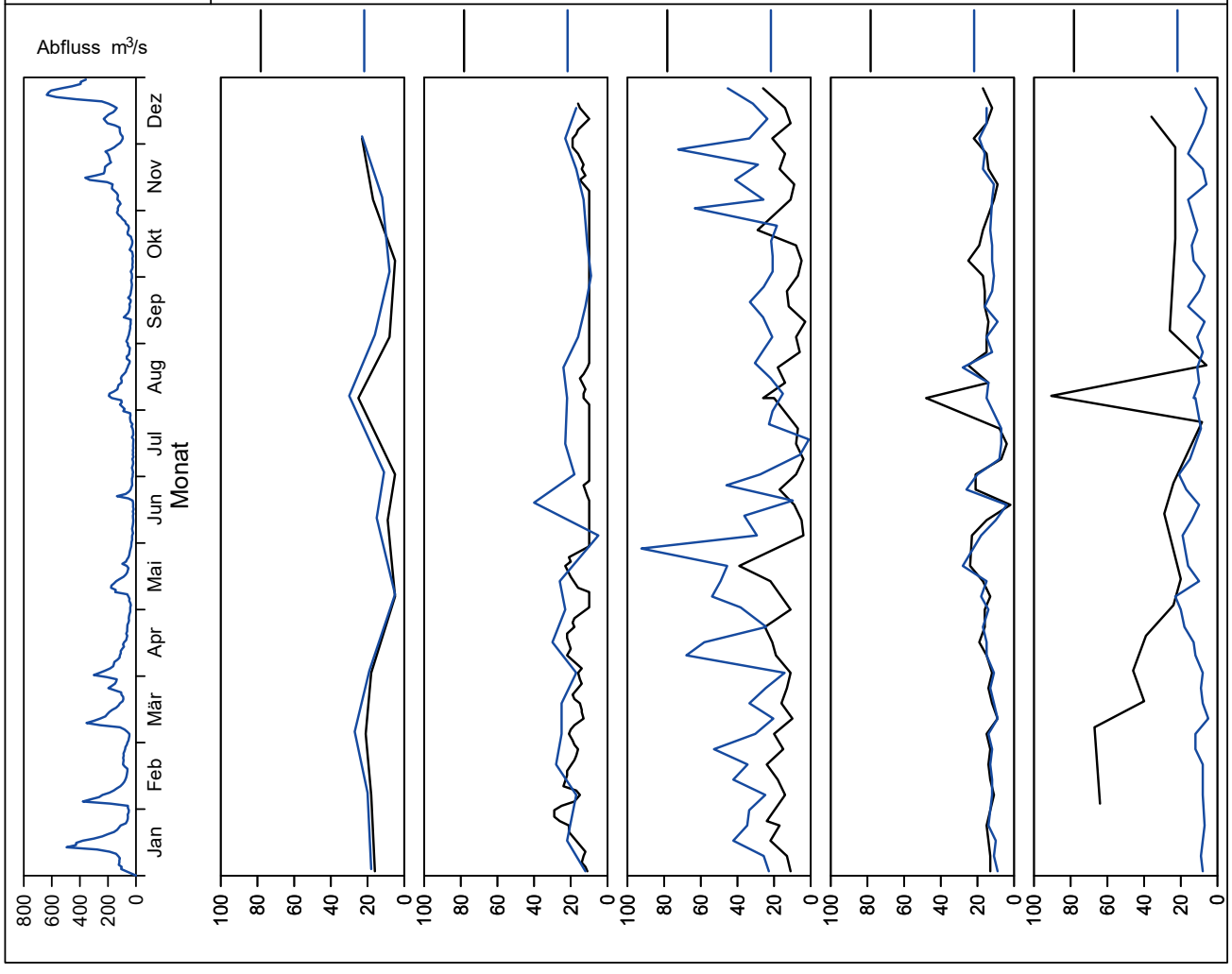


Bild 21.27: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.27: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX) Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	4		124	22	27	2	25	25	12	27
Arith. Jahresmittel	< 10,0		5,5	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Geom. Jahresmittel	< 10,0		< 5,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Geom. Sommermittel	< 10,0		< 5,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Geom. Wintermittel	< 10,0		< 5,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Maximalwert	10,0		19,0	12,0	12,0	< 10,0	13,0	20,0	21,0	12,0
Datum des Max.	Mehrere		25.09	17.07	26.06	Mehrere	16.10	02.10	03.05	Mehrere
90-Perzentil	10,0		10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	11,0	10,6	11,1	10,4
50-Perzentil	< 10,0		6,0	< 10,0	< 10,0	< 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	< 10,0	< 10,0
Minimalwert	< 10,0		< 5,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Datum des Min.	Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

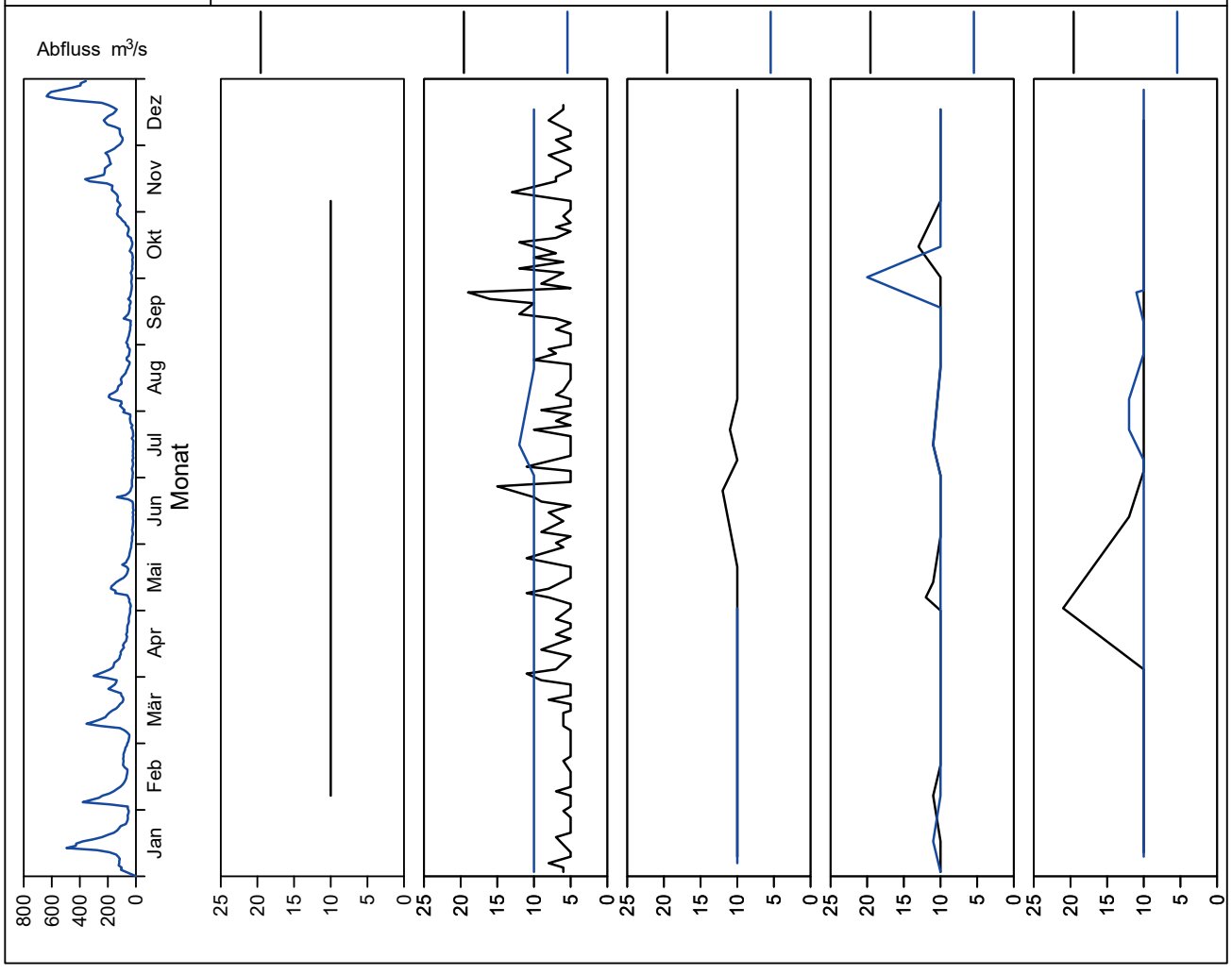


Bild 21.28: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.28: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Tetrachlorethen Einheit: µg/l

Zielwert: 0.1 µg/l

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	4			28	27	52	25	26	12	27
Arith. Jahresmittel	< 0,10			< 0,10	< 0,10	< 0,20	0,06	0,09	< 0,10	< 0,10
Geom. Jahresmittel	< 0,10			< 0,10	< 0,10	< 0,20	< 0,05	0,09	< 0,10	< 0,10
Geom. Sommermittel	< 0,10			< 0,10	< 0,10	< 0,20	0,05	0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Wintermittel	< 0,10			< 0,10	< 0,10	< 0,20	< 0,05	0,08	< 0,10	< 0,10
Maximalwert	< 0,10			< 0,10	< 0,10	< 0,20	**0,11**	**0,20**	0,10	< 0,10
Datum des Max.	Mehrere			Mehrere	Mehrere	Mehrere	02.05	18.09	11.01	06.02
90-Perzentil	< 0,10			< 0,10	< 0,10	< 0,20	0,09	0,12	< 0,10	< 0,10
50-Perzentil	< 0,10			< 0,10	< 0,10	< 0,20	0,06	0,08	< 0,10	< 0,10
10-Perzentil	< 0,10			< 0,10	< 0,10	< 0,20	< 0,05	0,06	< 0,10	< 0,10
Minimalwert	< 0,10			< 0,10	< 0,10	< 0,20	< 0,05	0,05	< 0,10	< 0,10
Datum des Min.	Mehrere			Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

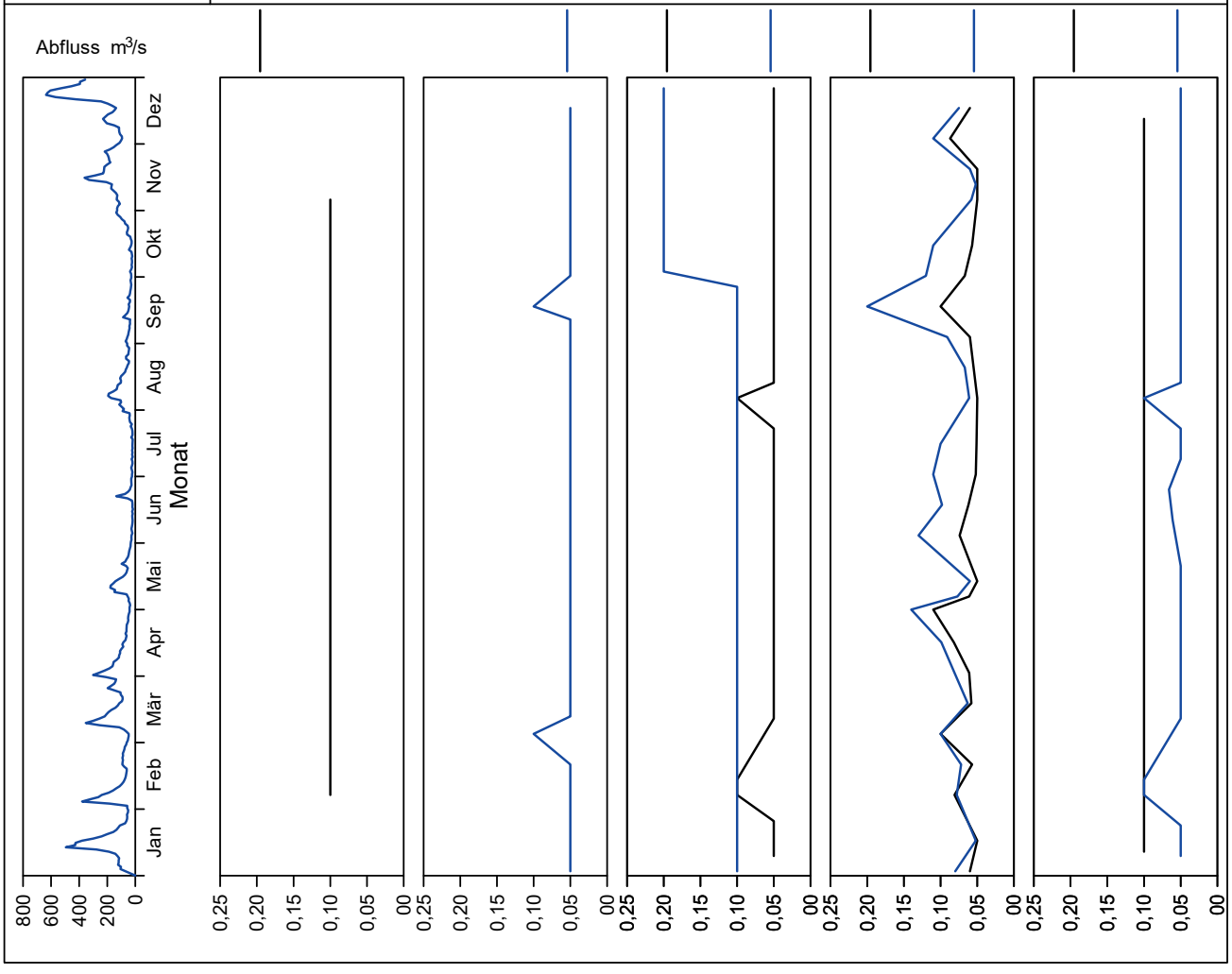


Bild 21.29: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.29: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Trichlorethen Einheit: µg/l

Zielwert: 0.1 µg/l

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	4			28	27	52	25	26	12	27
Arith. Jahresmittel	< 0,10			< 0,10	< 0,10	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Jahresmittel	< 0,10			< 0,10	< 0,10	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Sommermittel	< 0,10			< 0,10	< 0,10	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Wintermittel	< 0,10			< 0,10	< 0,10	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Maximalwert	< 0,10			< 0,10	< 0,10	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Datum des Max.	Mehrere			Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere
90-Perzentil	< 0,10			< 0,10	< 0,10	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
50-Perzentil	< 0,10			< 0,10	< 0,10	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
10-Perzentil	< 0,10			< 0,10	< 0,10	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Minimalwert	< 0,10			< 0,10	< 0,10	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Datum des Min.	Mehrere			Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

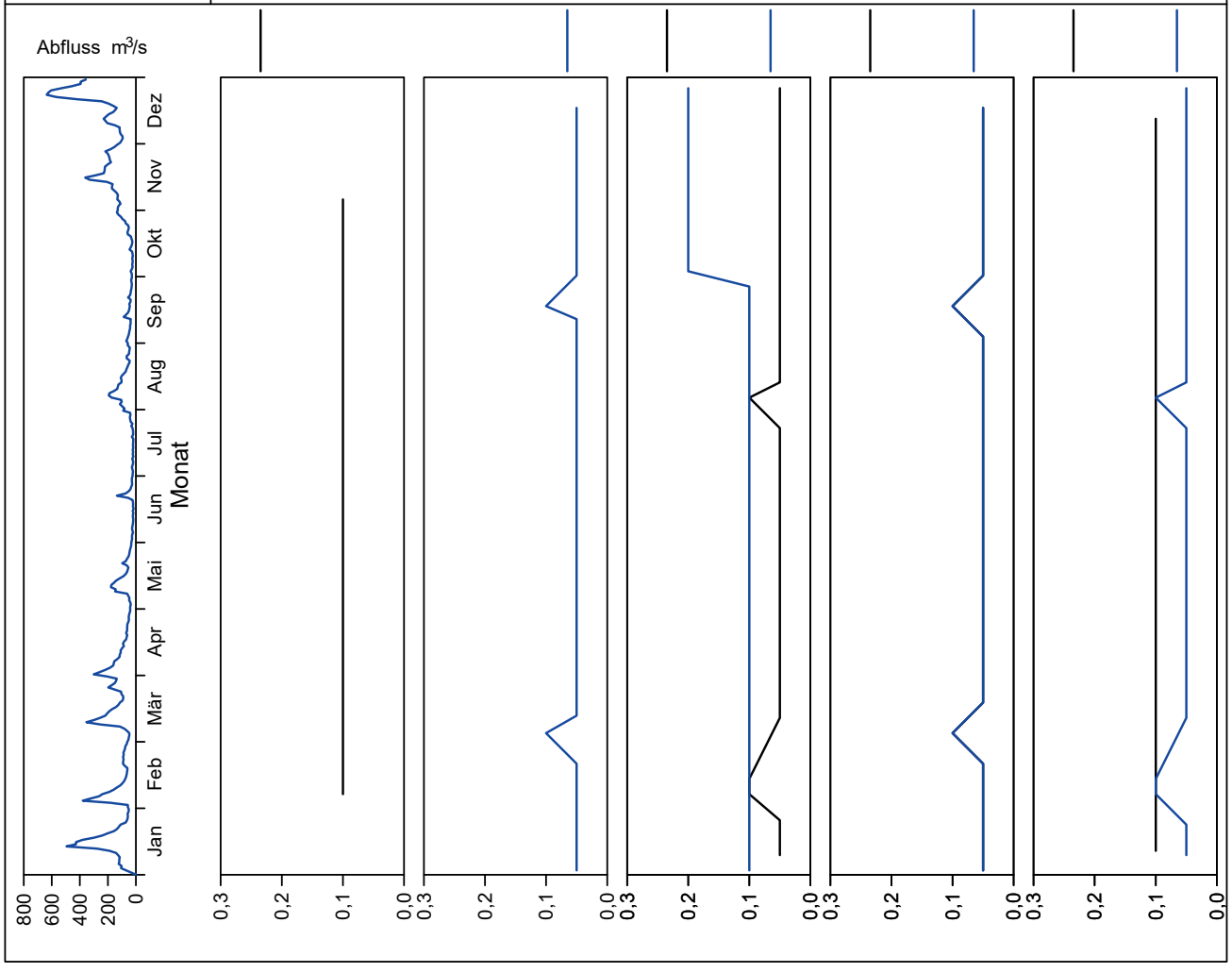


Bild 21.30: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.30: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Diethylentrinitrilopentaessigsäure (DTPA) Einheit: µg/l

Zielwert: 1 µg/l

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	3		124	3	14	8	11	11		14
Arith. Jahresmittel	< 1,0		< 1,0	< 2,5	< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
Geom. Jahresmittel	< 1,0		< 1,0	< 2,5	< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
Geom. Sommermittel	< 1,0		< 1,0	< 2,5	< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
Geom. Wintermittel	< 1,0		< 1,0	< 2,5	< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
Maximalwert	< 1,0		< 1,0	< 2,5	< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
Datum des Max.	Mehrere		Mehrere	13.03	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere
90-Perzentil	< 1,0		< 1,0	< 2,5	< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
50-Perzentil	< 1,0		< 1,0	< 2,5	< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
10-Perzentil	< 1,0		< 1,0	< 2,5	< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
Minimalwert	< 1,0		< 1,0	< 2,5	< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
Datum des Min.	Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere

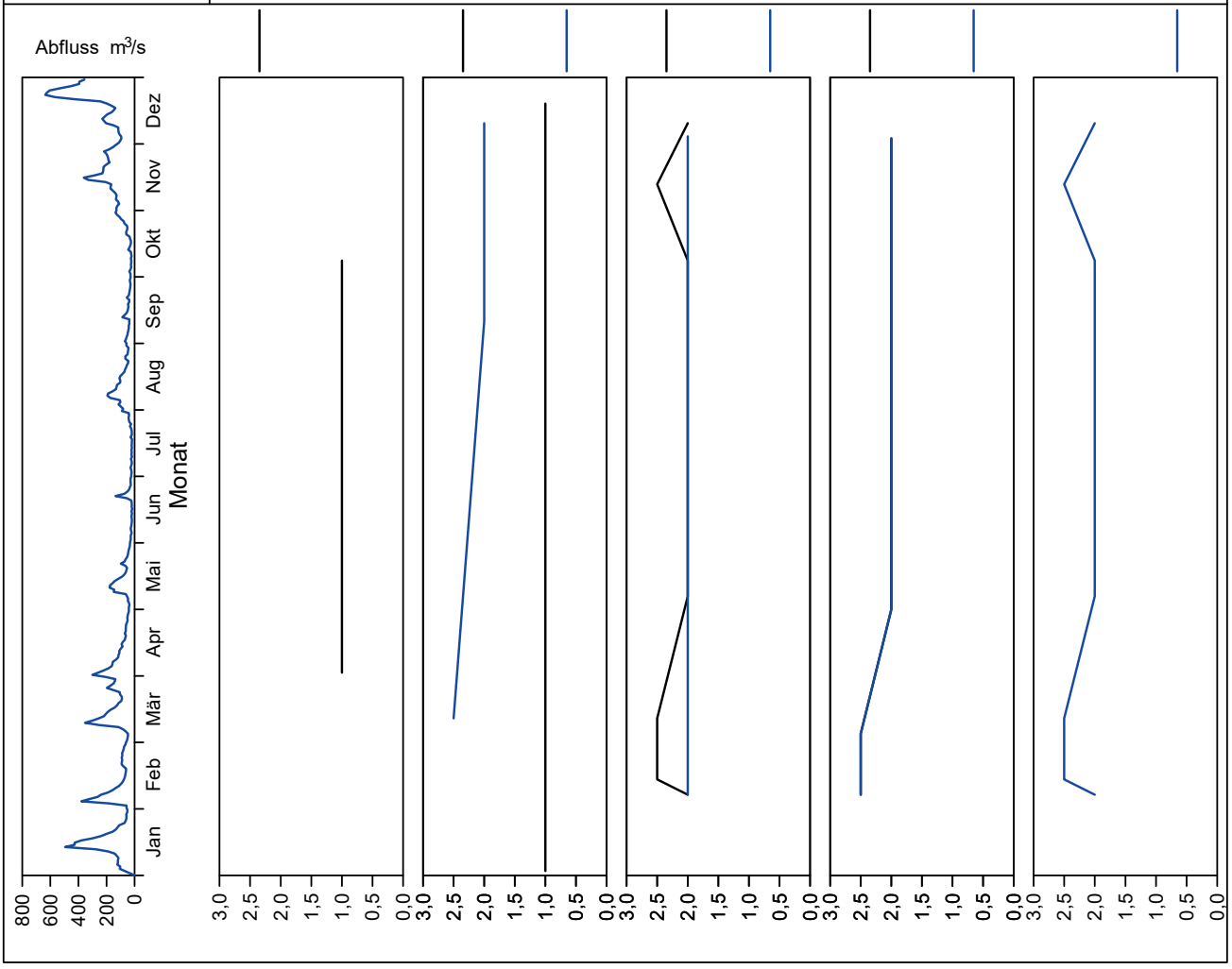


Bild 21.31: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.31: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA) Einheit: µg/l

Zielwert: 1 µg/l

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	3		125	4	24	8	21	21		23
Arith. Jahresmittel	2,6		1,5	2,0	2,1	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Geom. Jahresmittel	2,2		1,3	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Geom. Sommermittel	1,5		1,5	< 2,0	< 2,0	2,9	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Geom. Wintermittel	4,8		1,2	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Maximalwert	**4,8**		**4,3**	**3,6**	**6,7**	**4,3**	**5,1**	**2,7**		**2,5**
Datum des Max.	09.10		04.10	12.06	08.05	19.05	19.06	02.10		10.07
90-Perzentil	4,2		2,5	3,4	4,1	3,2	2,9	2,1		< 2,0
50-Perzentil	1,9		1,4	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
10-Perzentil	1,3		0,8	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Minimalwert	1,2		< 0,5	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Datum des Min.	03.04		Mehrere	13.03	27.12	Mehrere	Mehrere	16.01		27.12

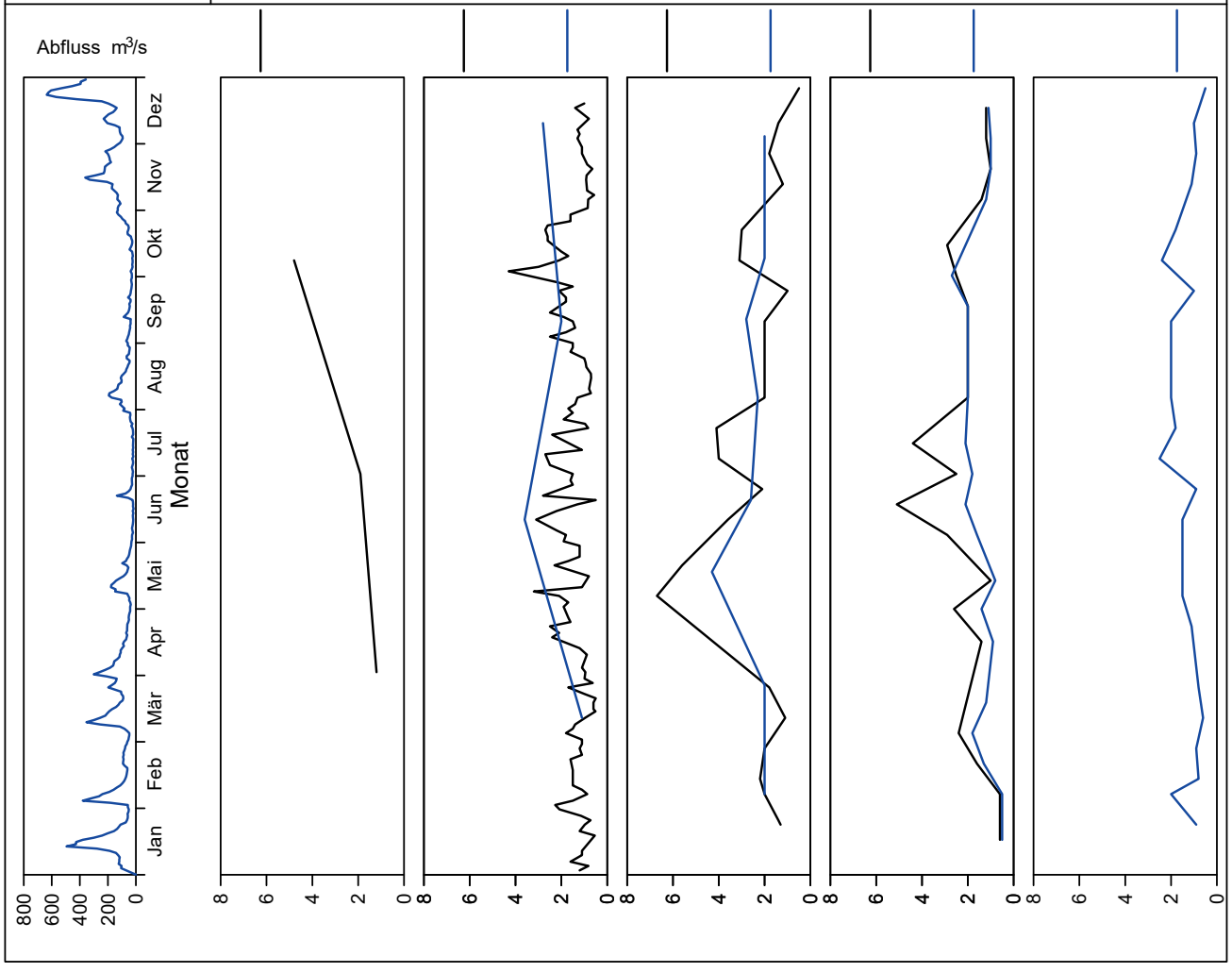


Bild 21.32: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.32: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Nitrilotriessigsäure (NTA) Einheit: µg/l

Zielwert: 1 µg/l

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	3		125	4	24	8	21	21		23
Arith. Jahresmittel	< 1,0		< 0,5	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Geom. Jahresmittel	< 1,0		< 0,5	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Geom. Sommermittel	< 1,0		< 0,5	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Geom. Wintermittel	< 1,0		< 0,5	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Maximalwert	< 1,0		0,5	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Datum des Max.	Mehrere		06.03	11.09	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere
90-Perzentil	< 1,0		< 0,5	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
50-Perzentil	< 1,0		< 0,5	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
10-Perzentil	< 1,0		< 0,5	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Minimalwert	< 1,0		< 0,5	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Datum des Min.	Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere

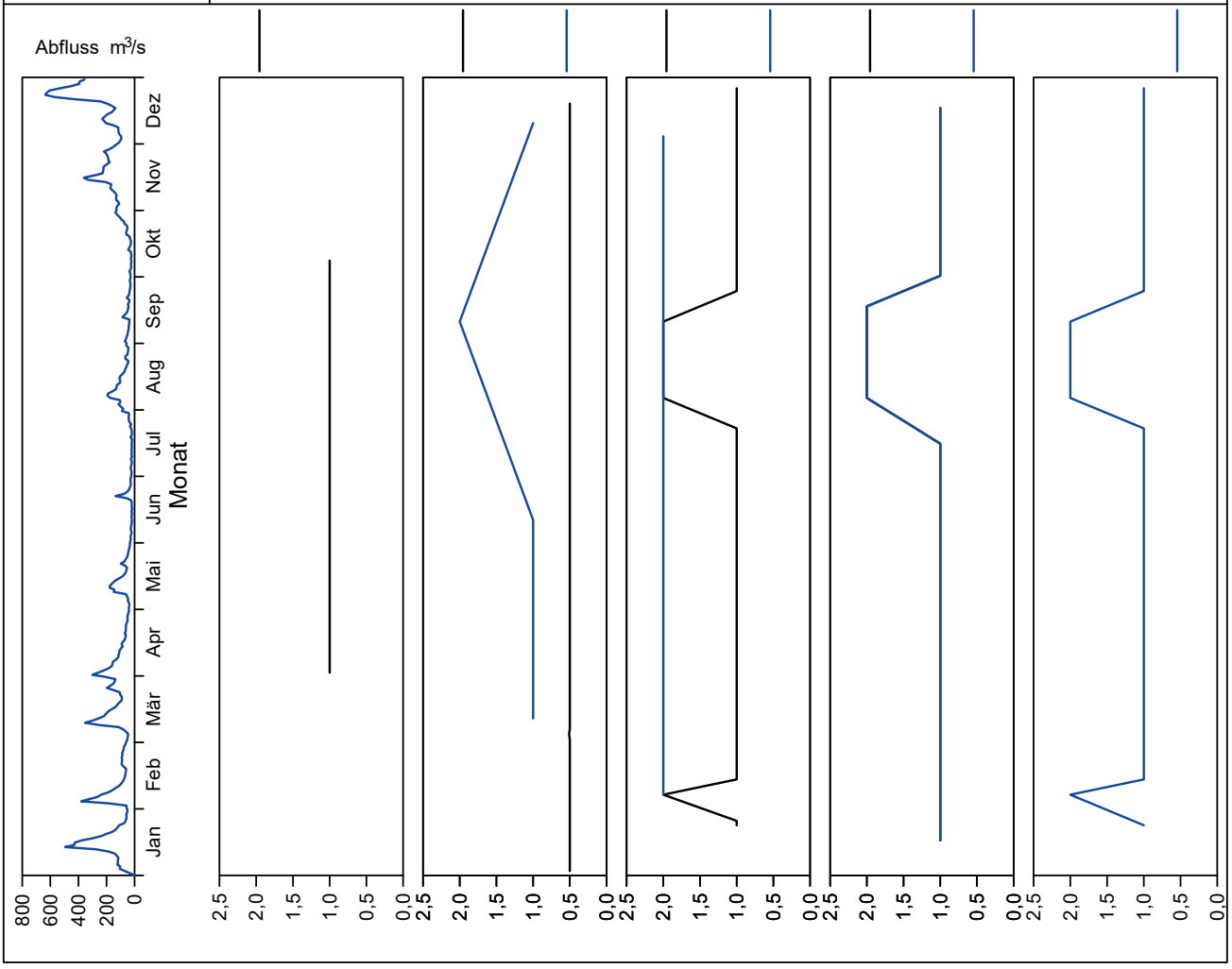


Bild 21.33: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.33: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Coliforme Bakterien Einheit: 1/100 ml

Zielwert:

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	12	12	47	24	53	52	36	35	72	54
Arith. Jahresmittel	5510	2388	5481	17627	10823	10685	7686	6877	5591	11505
Geom. Jahresmittel	2867	1188	2720	4408	3487	5903	5583	5236	3116	4596
Geom. Sommermittel	3375	985	1874	3682	2016	4377	4414	4480	2233	3750
Geom. Wintermittel	2435	1434	3776	5277	5909	7962	7061	6176	4199	5633
Maximalwert	24000	10500	24000	240000	240000	43520	26000	24000	24000	240000
Datum des Max.	03.04	07.02	Mehrere	16.01	16.01	09.08	27.12	Mehrere	Mehrere	03.04
90-Perzentil	14930	6186	19863	22100	19400	30084	20000	12800	13842	24000
50-Perzentil	1900	667	2359	2900	2900	4884	5200	4600	2420	3550
10-Perzentil	979	379	601	1530	1004	1628	2100	2220	1212	1200
Minimalwert	908	301	305	250	280	687	1900	1500	1	700
Datum des Min.	12.06	07.03	24.04	02.05	02.05	03.05	25.09	24.07	14.06	10.07

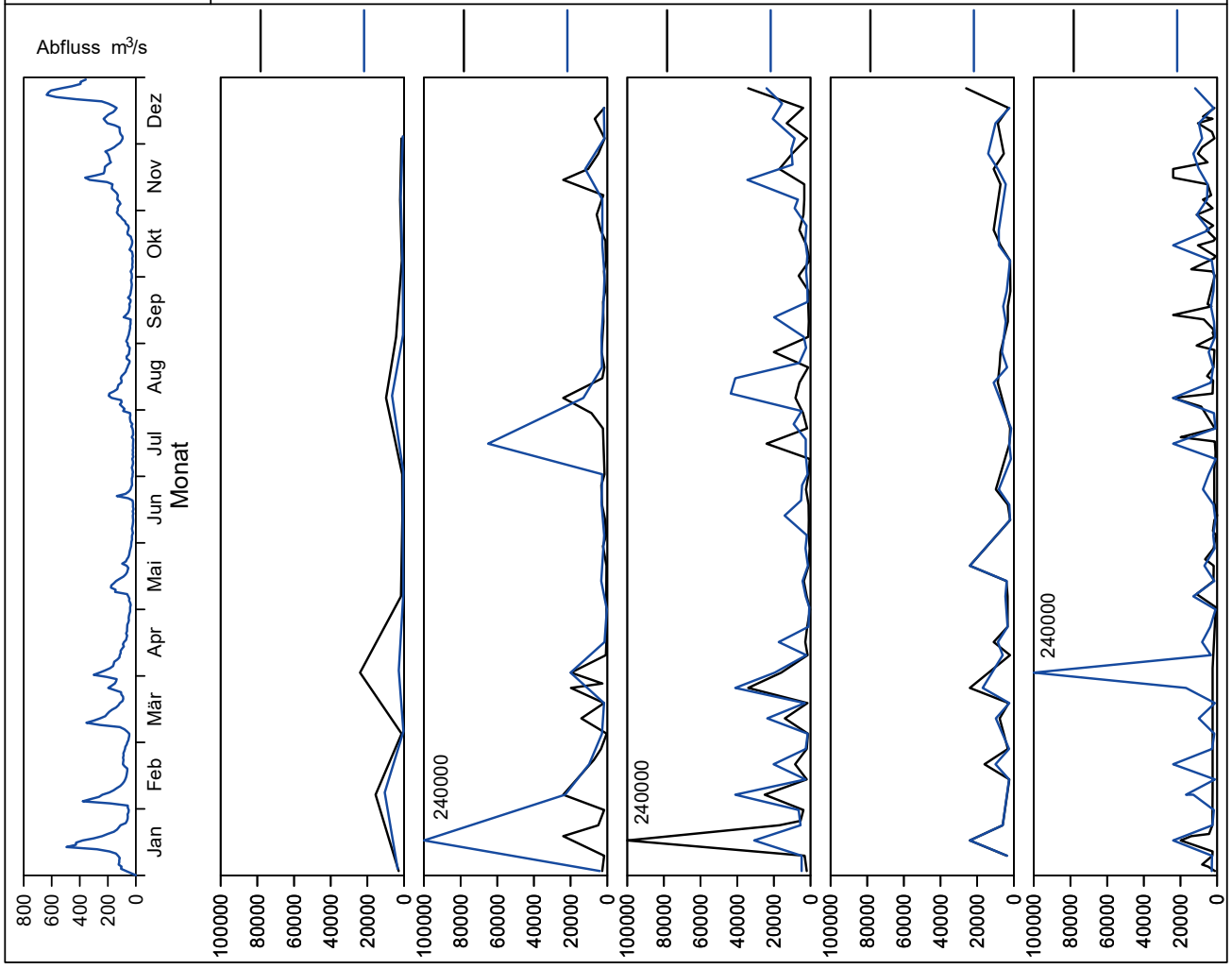


Bild 21.34: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.34: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Escherichia coli Einheit: 1/100 ml

Zielwert:

Probenahmestelle	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Dumberg	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Ruhr-km	11,35	23,47	42,76	51,1	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	12	12	47	24	52	52	36	35	60	54
Arith. Jahresmittel	1215	709	2036	6320	3986	2847	2488	2519	2124	2748
Geom. Jahresmittel	417	87	474	531	520	878	1154	1039	888	851
Geom. Sommermittel	290	16	192	229	151	363	600	541	536	445
Geom. Wintermittel	599	464	1051	1233	1630	2127	2221	2071	1382	1629
Maximalwert	6870	3260	12997	110000	110000	19864	14000	24000	10462	24000
Datum des Max.	06.02	07.02	15.11	16.01	16.01	15.11	22.05	22.05	16.11	07.08
90-Perzentil	2689	1878	7803	10140	6050	8075	7100	5980	5698	7300
50-Perzentil	390	226	488	335	610	1173	1150	1100	920	895
10-Perzentil	82	3	52	69	31	84	225	208	155	113
Minimalwert	20	0	15	21	8	31	75	52	63	10
Datum des Min.	12.06	Mehrere	06.03	20.06	02.05	05.06	12.06	12.06	11.07	12.06

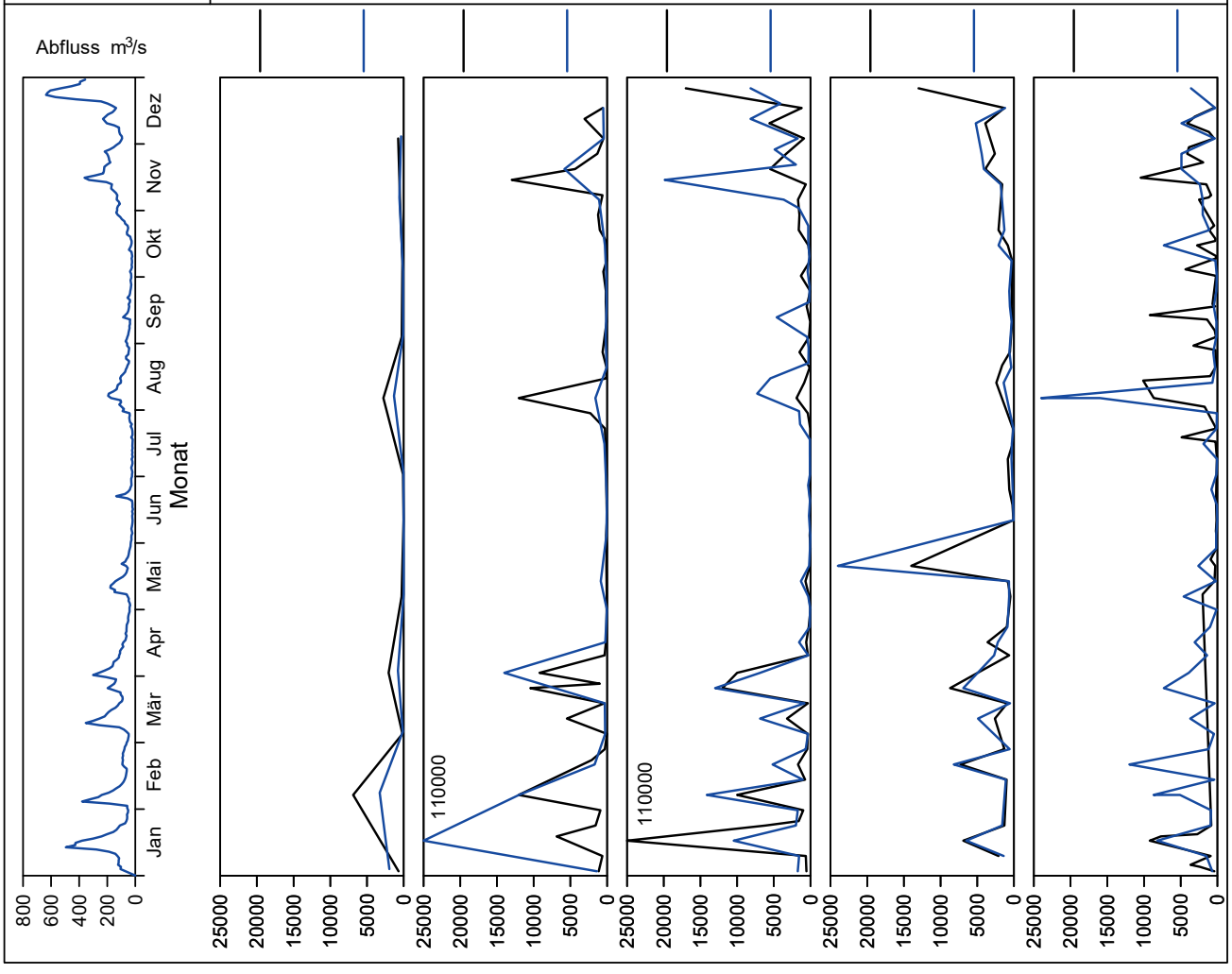


Bild 21.35: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.35: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Tabelle 21.5: Im Ruhrwasser bestimmte PSM und Überschreitungen der Trinkwassergrenzwerte von 100 ng/l bzw. der Zielwerte von 50 ng/l
Table 21.5: 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

Kenngröße	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 %	Maximal-wert ng/l
Atrazin	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Bentazon	202	1	0,5	0	0,0	0	0,0	6
Bifenox	128	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Bromoxynil	202	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Carbetamid	114	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Carfentraton	80	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Chlortoluron	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Clopyralid	202	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 100
2,4-D	202	3	1,5	0	0,0	0	0,0	2
Desethylatrazin	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Desethylterbuthylazin	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Desisopropylatrazin	5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Dichlorprop	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Diflufenikan	112	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Dimefuron	114	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Diuron	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Epoxiconazol	108	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Ethofumesat	89	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Fenpropimorph	108	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Flufenacet	226	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Fluroxypyr	202	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 100
Flurtamone	114	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Hexazinon	202	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Ioxynil	202	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Isoproturon	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
MCPA	205	52	25,4	0	0,0	0	0,0	40
Mecoprop	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Metamitron	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Metazachlor	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Methabenzthiazuron	114	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Metolachlor	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Metribuzin	89	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Propiconazol	108	1	0,9	0	0,0	1	0,9	84
Quinmerac	202	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Simazin	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Tebuconazol	108	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Terbuthylazin	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25

Auswahl von Veröffentlichungen

Becker, A.; zur Strassen, G.
Detektion und Management von Trockenheiten mit Einfluss auf die Talsperrenbewirtschaftung beim Ruhrverband
Detection and management of droughts affecting reservoir management of the Ruhrverband
Zeitschrift WasserWirtschaft 6/2023

Derstroff, M; Croissant, A (MVV Netze GmbH):
Aufbaukurs praktischer elektrischer Explosionsschutz – Modul A2
Advanced Hands-on Training electrical installations in hazardous areas – module A2
Kurs vom 16. bis 17. Oktober 2023 in Eitdorf bei Bonn

Derstroff, M; Croissant, A (MVV Netze GmbH):
Aufbaukurs „Befähigte Person zum Prüfen von Explosionsschutz auf abwassertechnischen Anlagen" – Modul A3
Advanced Training „Qualified person to verify explosion protection on wastewater treatment plants" – module A3
Seminar/Kurs vom 18. bis 19. Oktober 2023 in Eitdorf bei Bonn

Jardin, N. (2023):
Klimawandel an der Ruhr oder warum sich die Talsperrensteuerung ändern muss!
Climate change at the River Ruhr or why reservoir management needs to change!
1. AWWR Trinkwasserforum. AWWR. Gelsenkirchen, 24.08.2023.

Jardin, N. (2023):
Impulse für das Management der Hochwasserrisiken in der Region.
Impulses for the management of flood risks in the Ruhr Area.
SIHK Hagen: Gemeinsam die Weichen stellen: Hochwasserschutz für die Region. SIHK Hagen. Hagen, 29.08.2023.

Jardin, N. (2023):
Belüftungssysteme bei Sonderverfahren und Belüftermonitoring beim Ruhrverband.
Systems for aeration for specialized operation processes and aeration monitoring at the Ruhrverband.
7. Infotag IWAR Abwassertechnik. Institut IWAR der TU Darmstadt. Darmstadt, 02.11.2023.

Jardin, N. (2023):
Pathways to energy neutrality: a German case study of the Ruhrverband.
Wege zur Energieneutralität: das Beispiel Ruhrverband.
In: The Source (Dezember), S. 38–41.

Jardin, N. (2024):
Wasserversorgung an der Ruhr im Kimawandel.
Water supply at the River Ruhr in times of climate change.
Podcast Glasklar. In: Transparent, Zeitschrift der Gelsenwasser AG, S. 10–13.

Ruppelt, Jan; Marner, Simon-Tobias; Rath, Ludger:
„Energetische und verfahrenstechnische Optimierung bestehender Anlagen mit den Zielen Energieneutralität und Abwasserabgabefreiheit"
"Energetic and process engineering optimization of existing systems with the goals of energy neutrality and zero wastewater discharge"
Gewässerschutz-Wasser-Abwasser, Aachen 2023, ISBN 978-3-938996-61-1 (Beitrag im Tagungsband der 56. Essener Tagung vom 07.03. bis 09.03.2023 in Aachen)

Schoth, J.; Bastian, D.; Wilhelm, A.; Meinert-Berning, C.; Teichgräber, B.; Weber, F.-A.; Widera, M.:
COVIDready – Erkenntnisse aus 18 Monaten dezentralem SARS-CoV-2-Monitoring im Abwasser in Nordrhein-Westfalen
COVIDready – Findings from 18 months of decentralized SARS-CoV-2 monitoring in wastewater in North Rhine-Westphalia
Vom Wasser, 2023 (121), 4, 108-118

Schnatmann, C.:
Sichere Faulgasanlagen
Safe digester gas plants
2 - tägiges DWA-Seminar am 07./08. November 2023 in Neuss

Schnatmann, C.:
DWA M 218 – Rohrleitungen auf Biogasanlagen
„Pipes on biogas plants
Webinar im Rahmen der WEB-Biogaswoche vom
16.10 – 20.10.2023

Teschlade, D.; Banhold, K.; Härtel, C.; Schneider, Y.:
Einträge und Abbau von Diclofenac in der Ruhr – Ergebnisse von Messungen und Modellierung.
Emissions and dismantling of diclofenac in the Ruhr – Results from measurement and modeling
In T. Wintgens (Ed.), 57. ESSENER Tagung für Wasserwirtschaft vom 6. - 8. März 2024 in Essen. ISSN 0342-6068

Türksoy, Ö.; Mewes, B.; Demisch, G.; Last, G.
Datengetriebene Bauwerksanalyse am Baldeneysee
Data-driven dam inspection at lake Baldeney
Zeitschrift WasserWirtschaft 1/2023

Wilhelm, A.; Schoth, J.; Meinert-Berning, C.; Bastian, D.; Blum, H.; Elsinga, G.; Graf, A.; Heijnen, L.; Ho, J.; Kluge, M.; Krebs, S.; Stange, C.; Uchaikina, A.; Dolny, R.; Wurzbacher, C.; Drewes, J. E.; Medema, G.; Thiem, A.; Ciesek, S.; Teichgräber, B.; Wintgens, T.; Weber, F.-A.; Widera, M.:
Interlaboratory comparison using inactivated SARS-CoV-2 variants as a feasible tool for quality control in COVID-19 wastewater monitoring
Ringversuch mit inaktivierten SARS-CoV-2-Varianten als praktikables Instrument zur Qualitätskontrolle bei der COVID-19-Abwasserüberwachung
Sci Total Environ, 2023 (903), 166540, ISSN 0048-9697

FSC
www.fsc.org
MIX
Papier | Fördert gute Waldnutzung
FSC® C006990

Druckprodukt mit finanziellem
Klimabeitrag
ClimatePartner.com/19527-2408-1006