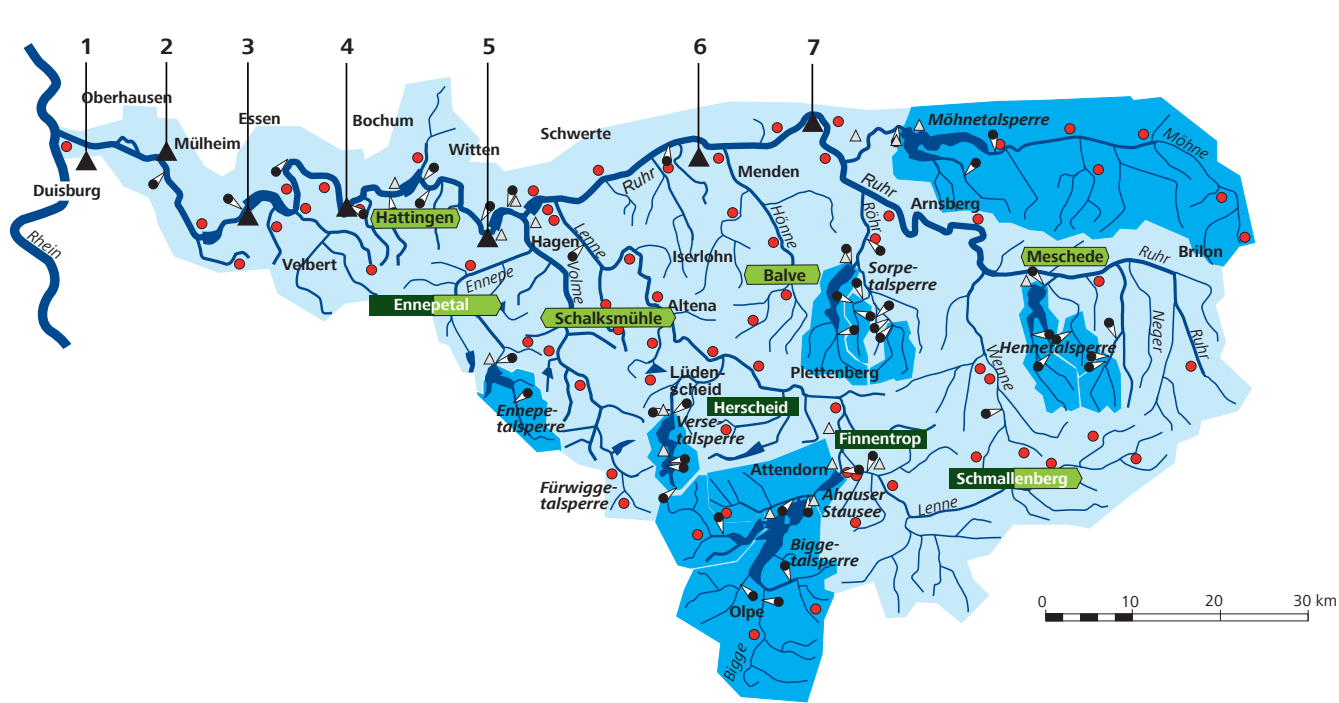


Wenne:
31 km

Ruhrverband in Zahlen



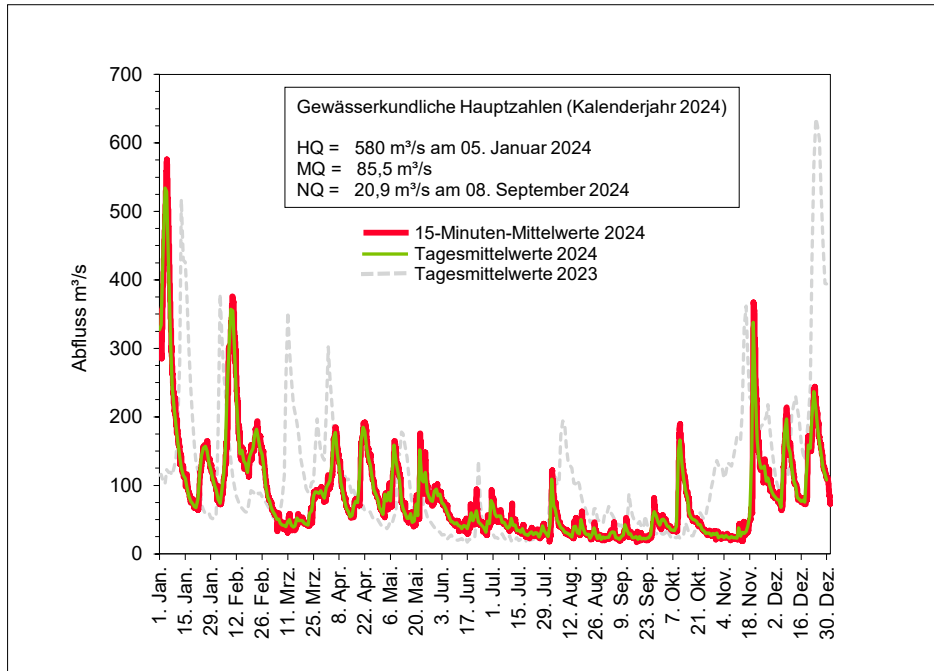
-  8 Talsperren
Einzugsgebiete der Talsperren
-  5 Stauseen
-  66 Kläranlagen mit insgesamt
557 Niederschlagswasserbehandlungsanlagen
-  48 Gewässerpegel (RV anteilig)
-  17 Wasserkraftwerke
-  7 Gewässergüte-Überwachungsstationen
- 124 Pumpwerke
-  6 Kanalnetzübertragungen
-  4 Übertragene Gewässerunterhaltungen

Gewässergüte- Überwachungsstationen (kontinuierlich)

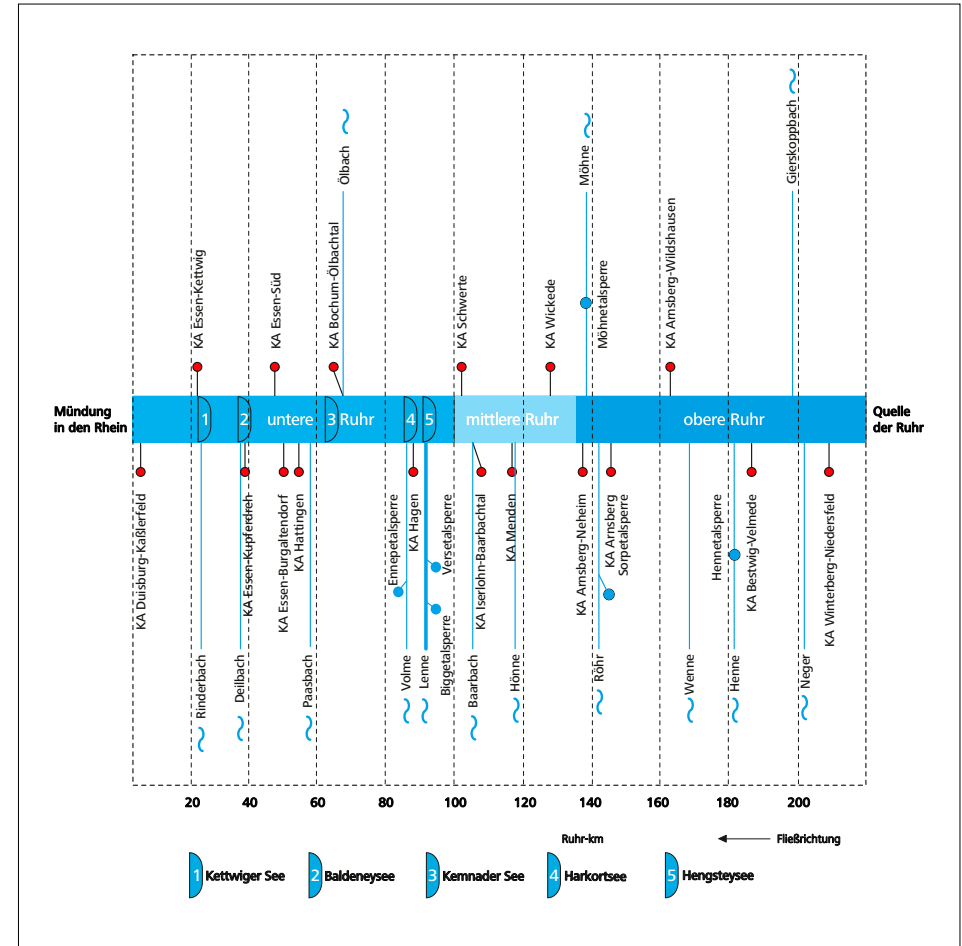
- ▲ 1. Duisburg (RV, Ruhr-km 2,65)
- ▲ 2. Kraftwerk Mülheim-Kahlenberg (LANUV, Ruhr-km 14,43)
- ▲ 3. Essen-Werden (RV, Ruhr-km 31,18)
- ▲ 4. Hattingen (RV/LANUV, Ruhr-km 56,70)
- ▲ 5. Wetter (LANUV, Ruhr-km 81,49)
- ▲ 6. Fröndenberg (LANUV/WWU, Ruhr-km 113,78)
- ▲ 7. Echthausen (WWU, Ruhr-km 128,32)

Charakterisierung des Ruhreinzugsgebiets nach EG-WRRL

Fläche:	4.478 km ²
Höhenverhältnisse:	20 bis 800 m ü. NN
Anzahl der Planungseinheiten:	9
Gesamtlänge der Fließgewässer:	~7.000 km
Anzahl Gewässer im Einzugsgebiet > 10 km ² :	122
Anzahl Grundwasserkörper:	30
178 natürliche und 65 als erheblich verändert ausgewiesene Wasserkörper	



15-Minuten-Mittelwerte und Tagesmittelwerte des Abflusses der Ruhr am Pegel Hattingen/Ruhr im Kalenderjahr 2024
 Runoff means during 15 minutes and 24 hours at the gauging station Hattingen/Ruhr in the year 2024



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

AWWR-Mitglieder



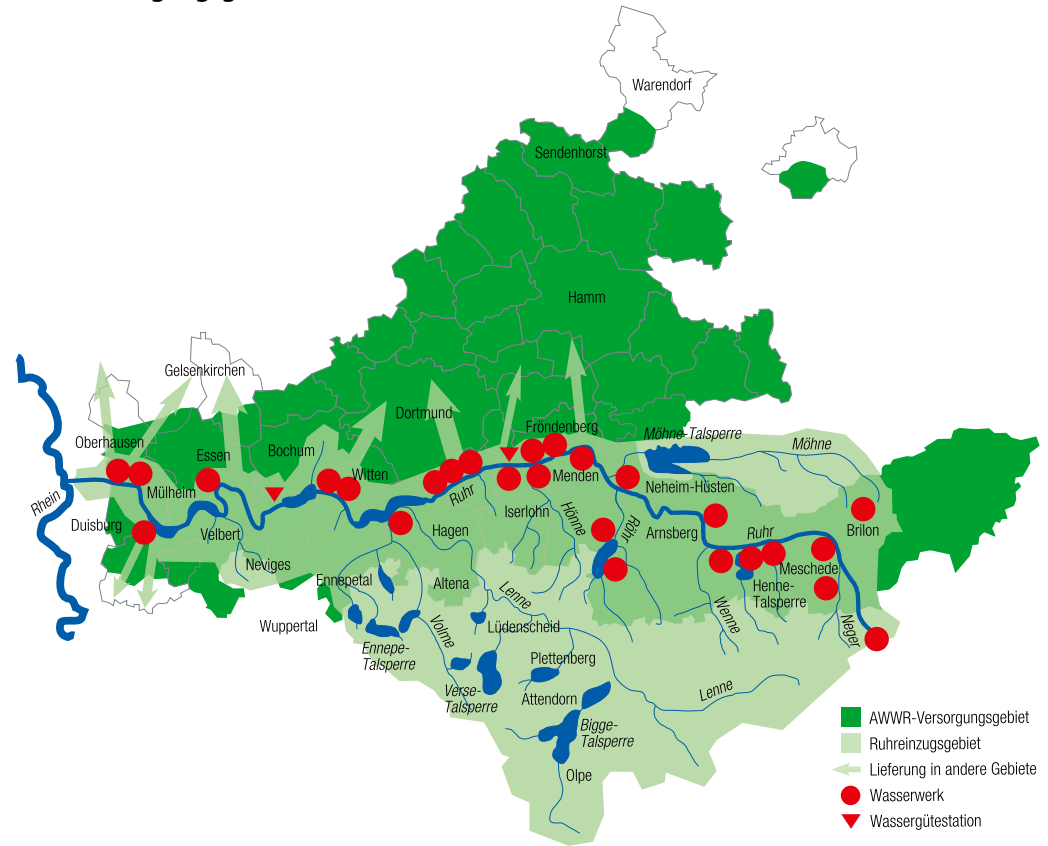
> Enervie Gruppe



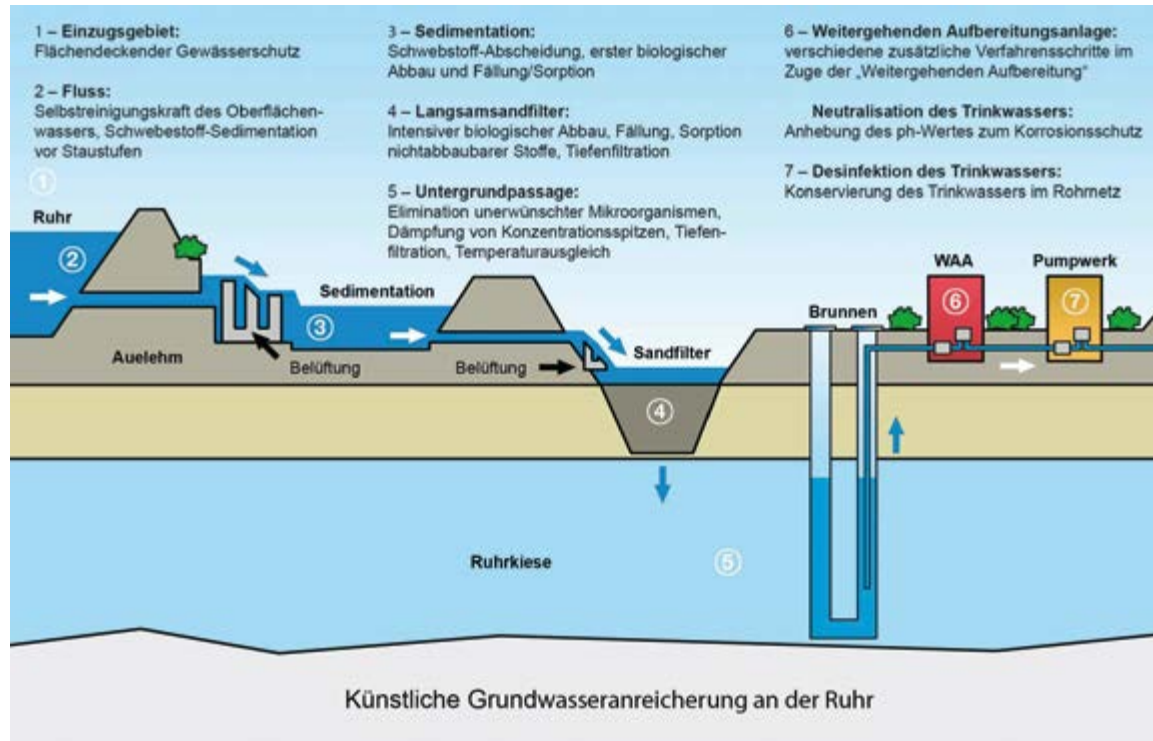
Energie, die bewegt.



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 788 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.

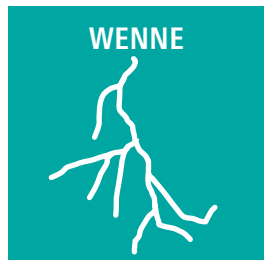
Die AWWR-Mitglieder finanzieren diese Kooperation. Mit Einführung des Wasserentnahmeentgeltes in Nordrhein-Westfalen sind diese Aufwendungen verrechnungsfähig. Ziel der für die Landwirtschaft im Rahmen der Kooperation erbrachten Beratungen im Bereich Pflanzenschutz und Düngung ist es, die Ruhr und ihre 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.

Bericht des Ruhrverbands	7	Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V. im Jahr 2024	129
01 Vorwort	8	16 Bericht des Vorsitzenden der AWWR	130
02 In Kürze	10	17 AWWR-Ausschusstätigkeit	131
03 Wasserführung der Ruhr	18	17.1. Ausschuss Wassergüte 2024	131
04 Bewertungsgrundlagen von Gewässeranalysedaten im Ruhrgütebericht	19	17.2. Ausschuss Wassergewinnung und -aufbereitung	133
05 Physikalisch-chemische Überwachungen der Ruhr	25	17.3. Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit	134
06 Monitoring gemäß EG-WRRL	39	Beiträge aus Wasserwerken und Institutionen	135
06.1. Physikalisch-chemische Untersuchungen	39	18 Monitoring organischer Spurenstoffe in der Ruhr	135
06.2. Hydrobiologische Untersuchungen	46	19 Erwartung der Ruhrwasserwerke an die NRW-Wasserstrategie	148
07 Situation der Ruhrstauseen	58	20 Wie gut kennen wir unser Gewässer – Screening an der Ruhr	152
08 Talsperrenuntersuchungen – Spotlight auf Bigge	67	21 Verbesselter Hochwasserschutz im Verbundwasserwerk Essen	155
09 Organische Spurenstoffe in der Ruhr	76	22 Organisation der AWWR	156
10 Leistungsnachweis der Kläranlagen	90	23 AWWR in Zahlen	158
Sonderthemen	94	24 Analysenergebnisse des Ausschusses Wassergüte	159
11 Inbetriebnahme einer vierten Reinigungsstufe auf der Kläranlage Brilon	94	25 Auswahl von Veröffentlichungen	186
12 Die Emissions- und Immissionssituation im Einzugsgebiet der Wenne	103		
13 Monitoring im Rahmen der Novelle des RV-Gesetzes	116		
14 Nährstoffbelastung in kläranlagenbeeinflussten Gewässerabschnitten	121		
15 Ruhrverband in Zahlen	126		

Contents

Report of the Ruhrverband	7	Association of Ruhr Waterworks (AWWR) in 2024	129
01 Preface	8	16 Report of the AWWR Chairman	130
02 In brief	10	17 Activities of AWWR committees	131
03 Flow of the River Ruhr	18	17.1. Water quality committee	131
04 Basic parameters for the evaluation of analysis data for waters	19	17.2. Water catchment committee	133
05 Physico-chemical Ruhr water monitoring	25	17.3. Public relations committee	134
06 Examinations in line with the European Water Framework Directive	39	Reports from waterworks and institutions	135
06.1. Physico-chemical examinations	39	18 Monitoring of organic trace substances in the Ruhr	135
06.2. Hydrobiological examinations	46	19 Expectations of the Ruhr Waterworks towards the NRW water strategy	148
07 Current status of the Ruhr's impounding lakes	58	20 How well do we know our water bodies – screening along the Ruhr	152
08 Reservoir examinations – spotlight on Bigge	67	21 Improved flood protection at the combined Waterworks of Essen	155
09 Organic micropollutants in the Ruhr	76	22 Structure of the AWWR	1157
10 Performance record of the sewage treatment plants	90	23 The AWWR – facts and figures	158
Special topics	94	24 Analytical findings of the water quality committee	159
11 Commissioning of a fourth treatment stage at Brilon sewage treatment plant	94	25 Selection of publications	185
12 Emission and immission situation in the Wenne catchment area	103		
13 Monitoring as part of the revised Ruhrverband act	116		
14 Nutrient loads in water body sections affected by sewage treatment plants	121		
15 The Ruhrverband – facts and figures	126		



Wir danken

Jonas Beckmann (Kapitel 11), Daniela Bolle (Kapitel 10), Julia Brekenfeld (Kapitel 08), Anna Busch (Kapitel 11), Therese Dreier (Kapitel 07, 08), Dr. Christine Erger (Kapitel 09), Danijela Frojn (Kapitel 05, 06, 12, 14), Swetlana Graf (Kapitel 10), Dr. Christoph Härtel (Kapitel 04, 09, 13), Christian Högel (Kapitel 11, 12, 14), Christian Huber (Kapitel 13, 14), Jens Kaulfuss (Kapitel 09), Markus Kühlmann (Kapitel 13), Dr. Christina Meinert-Berning (Kapitel 02), Ronja Nappe (Kapitel 07, 08), Tanja Scheiring (Kapitel 06, 13) und Georg zur Strassen (Kapitel 03) als Autorinnen und Autoren sowie allen Beschäftigten des Ruhrverbands, die am vorliegenden Ruhrgütebericht mitgewirkt haben.

Jede Ausgabe unseres Ruhrgüteberichts nimmt ein Gewässer des 4.478 Quadratkilometer großen Ruhreinzugsgebiets näher in den Fokus. In diesem Jahr geht es um die Wenne, deren Einzugsgebiet im Berichtsjahr 2024 einem physikalisch-chemischen Untersuchungsprogramm unterzogen worden ist. Die Ergebnisse der systematischen Untersuchungen an insgesamt zwölf Probenahmestellen werden in Kapitel 12 dieses Ruhrgüteberichts dargestellt.

Die rund 31 km lange Wenne entspringt an der Westflanke des Robecker Bergs, etwa 1,6 km nordwestlich von Schmallenberg in einer Höhe von 487 m ü. NN. 15 Nebenbäche speisen die Wenne, die als Vorfluter die gereinigten Abwässer der Kläranlagen Schmallenberg-Wormbach, Schmallenberg-Bracht, Eslohe und Eslohe-Bremke aufnimmt.

Die Wenne ist in ihrem gesamten Verlauf eher ländlich geprägt, durchfließt nur wenige Ortslagen und verläuft ansonsten innerhalb von Naturschutzgebieten. Der Abfluss der Wenne ist nicht durch Talsperren beeinflusst.

Rund 30 % des 218,6 km² großen Einzugsgebiets sind bewaldet und nur etwa 20 % entfallen auf besiedelte und bebaute Flächen. Die übrigen ca. 50 % entfallen auf landwirtschaftlich genutzte Flächen in komplexen Parzellenstrukturen, als Wiesen und Weiden oder nicht bewässertes Ackerland.

BERICHT DES RUHRVERBANDS

Durch vorwiegend ländlich geprägte Gebiete und nur wenige Ortschaften fließt die Wenne auf ihrem rund 31 km langen Weg von der Quelle bis zur Mündung in die Ruhr. Rund 30 % ihres Einzugsgebiet sind bewaldet.



01 Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

die Auswirkungen des Klimawandels sind längst Realität – auch bei uns im Ruhreinzugsgebiet. Mit einer Jahresmitteltemperatur von 10,5 °C war das Jahr 2024 das wärmste seit Beginn der Wetteraufzeichnungen vor über 140 Jahren. Die ökologischen Folgen zeigen sich deutlich: Die Ruhr wies über weite Strecken erhöhte Wassertemperaturen auf (Kap. 05). In Henne- und Möhnetalsperre musste das Tiefenwasser mit Sauerstoff angereichert werden, um Fischsterben zu verhindern (Kap. 08). Kälteliebende Fischarten gehen zurück, wärmeliebende Arten wie der Wels breiten sich aus. Invasive Spezies wie Quaggamuschel, amerikanischer Flusskrebis oder Schwarzmaulgrundel profitieren von den veränderten Bedingungen – zu Lasten der heimischen Artenvielfalt und Ökosysteme.

Die Veränderung der Wasserführung ist ein weiterer zentraler Einflussfaktor für den Zustand unserer Gewässer. Dank des Talsperrensystems des Ruhrverbands konnten auch 2024 Extremabflüsse abgemildert werden. Das zweite Jahr in Folge verzeichnete das Ruhreinzugsgebiet einen deutlichen Niederschlagsüberschuss (Kap. 03). Nur 1965/66 fiel mehr Regen in einem vergleichbaren Zeitraum. Am Pegel Hattingen lag der mittlere Abfluss bei 85,5 m³/s – der elftgrößte Wert seit 1968. Drei mittlere Hochwasserereignisse wurden im Jahr 2024 an der unteren Ruhr registriert. Trotz dieser Herausforderungen belegen die Daten des 52. Ruhrgüteberichts eine erfreuliche Entwicklung: Die Wasserqualität in Flüssen und Seen des Ruhreinzugsgebiets verbessert sich seit Jahrzehnten kontinuierlich. Grundlage der Bewertung sind die Umweltqualitätsnormen (UQN) und die Oberflächengewässerverordnung (OGewV) für chemische Parameter sowie die Vorgaben der EG-Wasser-rahmenrichtlinie (EG-WRRL) für den ökologischen Zustand (Kap. 04). Die langfristige Entwicklung über 50 Jahre wird ebenfalls berücksichtigt – mit erfreulichen Fortschritten. Gleichzeitig stellen uns Klimawandel, zunehmende Extremereignisse und invasive Arten vor neue, grundsätzliche

Fragen: Wie belastbar sind die bisherigen Bewertungsmaßstäbe der EG-WRRL unter den sich verändernden Rahmenbedingungen? Ist der „gute ökologische Zustand“ vieler Gewässer unter heutigen klimatischen, hydrologischen und biologischen Realitäten noch erreichbar – und wenn ja, wie? Die konsequente Überwachung ist ein zentraler Baustein für faktenbasierte Entscheidungen. An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen wird die Ruhr seit über 90 Jahren regelmäßig untersucht – dreimal pro Woche. Im Rahmen der Ruhrlängsuntersuchung erfolgen monatlich Analysen an zwölf Stellen entlang des gesamten Flusslaufs. Die Ergebnisse 2024 zeigen: BSB₅, TOC, Chlorid, Sulfat, Nitrat-, Ammonium- sowie Gesamt- und Ortho-Phosphor lagen flächendeckend im Zielbereich. Ammonium-Stickstoff wurde an elf Stellen sogar mit „sehr gut“ bewertet (Kap. 05). Auch bei organischen Spurenstoffen blieb die Belastung überwiegend gering. Nur wenige Arzneimittel oder Diagnostika überschritten einzelne Grenzwerte. Rückstände von Pflanzenschutzmitteln wurden nur in minimalem Umfang nachgewiesen. Die Anforderungen für PFAS wurden weitgehend eingehalten, einzig PFOS erreichte aufgrund der sehr niedrigen UQN den Grenzwert. Hormonell wirksame Substanzen wie Bisphenole, Steroidhormone und Phthalate sowie die Komplexbildner EDTA und MGDA lagen unterhalb der relevanten Schwellenwerte (Kap. 09). Die Erweiterung von Kläranlagen um eine vierte Reinigungsstufe leistet einen wichtigen Beitrag, um zukünftig den Eintrag an organischen Spurenstoffen, u.a. Diclofenac, in die Gewässer zu reduzieren (Kap. 11). Zusätzlich sind aber auch Maßnahmen an der Quelle notwendig, für die mit der Einführung der erweiterten Herstellerverantwortung ein erster Schritt getätigt wurde. Die Ablaufqualität des gereinigten Abwassers ist weiterhin ausgezeichnet und liegt deutlich unter festgelegten Anforderungen. Zusätzlich zu den Überwachungswerten wurden seit 2016 für inzwischen 44 Kläranlagen Betriebsmittelwerte für einzelne Parameter mit den Behörden vereinbart, die über die Anforderung der Überwachungswerte hinausgehen und die Verbesserung des Gewässerzustands gewährleisten sollen. Diese zeigen Wirkung: Die Zielwerte für Phosphor

und Ammoniumstickstoff wurden 2024 an den meisten Standorten erreicht (Kap. 10).

Bei den gewässerökologischen Untersuchungen zeigte sich zwischen 2019 und 2024 an 96 % der Probenahmestellen ein guter oder sehr guter saprobieller Zustand. Ein Erfolg der hohen Leistungsfähigkeit unserer Kläranlagen. Auch hinsichtlich der Gewässerstruktur erreichten 60 % der Probenahmestellen eine gute oder sehr gute Bewertung. Defizite sind meist auf anthropogene Eingriffe und Nutzungsdruck zurückzuführen (Kap. 06).

Diese positiven Entwicklungen sind kein Zufall, sondern Ergebnis jahrzehntelanger Anstrengungen und gezielter politischer Entscheidungen. Doch sie dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Herausforderungen zunehmen. Allein die Reduktion von Spurenstoffen wird nicht zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele nach WRRL führen. Klimafolgenanpassung, der Schutz der Biodiversität und der Erhalt funktionsfähiger Ökosysteme erfordern heute mehr denn je eine integrative, vorausschauende Wasserpolitik – auf regionaler, nationaler und europäischer Ebene. Wir danken allen Beteiligten in der Wasserwirtschaft für ihr Engagement und ihren Beitrag zur stetigen Verbesserung der Ruhrwasserqualität. Der 52. Ruhrgütebericht soll Ihnen Orientierung geben, Debatten anstoßen und Perspektiven aufzeigen.



Prof. Dr. Christoph Donner,
Vorstandsvorsitzender und
Vorstand Technik und
Flussgebietsmanagement

01 Preface

Dear readers,

The effects of climate change have long been a reality – also here in the Ruhr catchment area. At a mean annual temperature of 10,5 °C, 2024 was the warmest year since weather records began over 140 years ago. This shows clear ecological consequences: Over long stretches, the Ruhr showed elevated water temperatures (chapter 05). In the Henne and Möhne reservoirs, the deep water had to be enriched with oxygen to prevent fish die-offs (chapter 08). Cold-loving fish species are declining, while warm-loving species such as catfish are spreading. Invasive species such as quagga mussel, American crayfish and round goby are benefiting from the changed conditions – at the expense of native biodiversity and ecosystems.

Changes in water flow are another key factor influencing the condition of our waters. Thanks to the Ruhrverband's reservoir system, extreme runoffs could be mitigated in 2024 as well. For the second year in a row, the Ruhr catchment area recorded a significant precipitation surplus (chapter 03). More rain was only recorded in a comparable period in 1965/66. At the Hattingen gauging station, the average runoff was 85.5 m³/s – the eleventh highest value since 1968. Three moderate flood events were recorded at the lower Ruhr in 2024.

Despite these challenges, the data from the 52nd Ruhr Water Quality Report show a positive trend: The water quality in rivers and lakes in the Ruhr catchment area has been improving continuously for decades. The assessment is based on the Environmental Quality Standards (EQS) and the Surface Water Regulation (OGewV) for chemical parameters, as well as the requirements of the EC Water Framework Directive (EC WFD) for the ecological status (chapter 04). The long-term development over 50 years is also taken into account – with encouraging progress.

At the same time, climate change, increasing extreme events and invasive species are presenting us with new, fundamental questions: How robust are the existing assess-

ment criteria of the EC WFD under changing conditions? Is the “good ecological status” of many water bodies still achievable in today's climatic, hydrological and biological realities – and if so, how?

Consistent monitoring is a key component of fact-based decision-making. The Ruhr has been regularly monitored at the Essen-Rellinghausen sampling point for over 90 years – three times a week. As part of the examinations along the Ruhr, monthly analyses are carried out at twelve points along the entire course of the river. The 2024 results show that BOD₅, TOC, chloride, sulphate, nitrate, ammonium, total phosphorus and orthophosphate were all within the target range across the board. Ammonium nitrogen even reached a “very good” rating at 11 sampling points (chapter 05).

The pollution level of organic trace substances also remained low for the most part. Only a few pharmaceuticals or diagnostic agents exceeded individual limits. Residues of plant protection products were only detected in minimal quantities. The requirements for PFAS were largely met, with only PFOS reaching the limit due to the very low EQS. Endocrine disruptors such as bisphenols, steroid hormones and phthalates, as well as the complexing agents EDTA and MGDA, were below the relevant threshold values (chapter 09).

The expansion of sewage treatment plants to include a fourth treatment stage will make an important contribution to reducing the entry of organic trace substances, including diclofenac, into water bodies in the future (chapter 11). However, measures at the source of pollution are also necessary, and the introduction of extended producer responsibility is a first step in this direction.

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 44 sewage treatment plants, which exceed the requirements of the monitoring values and are aimed at improving the water quality. These measures are having an effect: The target values for phosphorus and ammonium nitrogen were achieved at most locations in 2024 (chapter 10).

Prof. Dr. Christoph Donner



Hydroecological studies between 2019 and 2024 showed a good or very good saprobic status at 96 % of the sampling points. This is a testament to the high performance of our sewage treatment plants. In terms of water structure, 60 % of a sampling points also achieved a good or very good rating. Deficits are mostly attributable to anthropogenic interventions and pressure from land use (chapter 06).

These positive developments are no coincidence, but the result of decades of effort and targeted political decisions. However, they should not obscure the fact that the challenges are growing. Reducing trace substances alone will not lead to the achievement of the management objectives under the WFD. Climate change adaptation, biodiversity protection and the preservation of functioning ecosystems today require more than ever an integrated, forward-looking water policy – at regional, national and European level.

We would like to thank everyone involved in water management for their commitment and contribution to the continuous improvement of water quality in the Ruhr. The 52nd Ruhr Water Quality Report is intended to provide guidance, stimulate debate and present perspectives.

02 In Kürze

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. Wie das Vorjahr schloss auch das Kalenderjahr 2024 mit einem deutlichen Niederschlagsüberschuss ab. Seit 1927 gab es nur in den Jahren 1965/1966 einen noch niederschlagsreicheren Zweijahreszeitraum. Der mittlere Jahresabfluss am Pegel Hattingen/Ruhr lag mit $MQ_{2024} = 85,5 \text{ m}^3/\text{s}$ niedriger als im Vorjahr, es war der elftgrößte mittlere Jahresabfluss seit vollständiger wasserwirtschaftlicher Verfügbarkeit der Biggetalsperre im Jahr 1968. Im Kalenderjahr 2024 gab es drei Hochwasserereignisse mit Überschreitungen der Hochwasseremeldegrenze an der unteren Ruhr. Der höchste Abfluss wurde am Pegel Hattingen am 05. Januar 2024 mit $HQ_{2024} = 580 \text{ m}^3/\text{s}$ gemessen. Von Mitte Mai bis Mitte November, abgesehen von einer kurzzeitigen Unterbrechung im Oktober aufgrund erhöhter Zuflüsse, wurde das Talsperrenverbundsystem zur Trinkwasserversorgung und zur Aufrechterhaltung der Mindestwasserführung in der Ruhr kontinuierlich abgestaut. Nach vorläufigen Berechnungen war im Kalenderjahr 2024 in Villigst an 71 Tagen und an der Mündung an 14 Tagen Zuschuss erforderlich. An der Mündung ist dies die viertkleinste, am Pegel Villigst die acht kleinste Anzahl zuschusspflichtiger Tage in einem Kalenderjahr seit Novellierung der gesetzlichen Vorgaben im Jahr 1990.

Bewertungsgrundlagen 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 Landesamts für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen (LANUK) 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“, „Phytoplankton“ bewertet. Im Ruhrgütebericht wird ausschließlich die bestuntersuchte biologische Qualitätskomponente „Makrozoobenthos“ dargestellt, die 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“ (HMWB) möglich. Die ab 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 einer Ausnahme an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen im September wurde die Mindestanforderung für die Sauerstoffkonzentration im Jahr 2024 im gesamten Ruhrverlauf eingehalten.

Die Mittelwerte der pH-Werte lagen bei den Ruhrlängsuntersuchungen im Jahr 2024 unterhalb der langjährigen Mittelwerte. Der pH-Wert von 8,5 wurde im Berichtszeitraum an keiner Probenahmestelle überschritten, der pH-Wert von 6,5 wurde an keiner Probenahmestelle unterschritten.

Die Konzentrationen von BSB_5 und TOC hielten ebenso wie die der Kenngrößen Chlorid, Sulfat, Nitrat-Stickstoff, Ammonium-Stickstoff, Gesamt-Phosphor 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 Umweltqualitätsnormen (UQN) für den guten chemischen Zustand. Für das gesetzlich nicht verbindlich 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 an zwei bzw. drei Probenahmestellen in der Ruhr eine mäßige Bewertung ergab.

Monitoring gemäß EG-WRRL

Im Rahmen des operativen Monitorings wurden in Abstimmung mit dem LANUK nach EG-WRRL in acht Planungseinheiten insgesamt 35 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 9 % der Messstellen nicht eingehalten werden. An 17 % der Probenahmestellen wurde der Zustand für die Wassertemperatur und an 8 % für den Sauerstoffgehalt mit „mäßig“ bewertet. Hinsichtlich der Nährstoff- und der organischen Belastung lagen die mittleren Konzentrationen auf niedrigerem Niveau, so dass nur 4 % der Ammonium-Stickstoff- und 7 % der Phosphor-Konzentrationen zu Überschreitungen der jeweiligen Anforderungen führten, beim TOC waren es 2 %. Die durchschnittlichen Silberkonzentrationen überschritten an 2 % der untersuchten Stellen die jeweilige Umweltqualitätsnorm. Die durchschnittlichen Konzentrationen der Schwermetalle Blei, Nickel und Cadmium überschritten für die ersten beiden lediglich an 2 % und für das Cadmium an 12 % der untersuchten Stellen die jeweilige Umweltqualitätsnorm. Der gute Zustand wurde für die Kupferkonzentration an 62 % und für die Zinkkonzentration an 40 % der Probenahmestellen verfehlt. Für die Metalle Thallium und Eisen lag der Prozentsatz der Überschreitungen der jeweiligen Anforderung bei 2 bzw. 18 %. Die Konzentrationen des Metalls Silber 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 2019-2024 zeigten im Rahmen der gewässerökologischen Untersuchungen an der Ruhr und ihrer Nebengewässer 361 von 374 (96%) einen guten oder sehr guten saprobiellen Zustand.

Mit Blick auf die Allgemeine Degradation wiesen 223 Probenahmestellen, entsprechend 60 % der im Zeitraum 2019-2024

untersuchten Probenahmestellen einen guten oder sehr guten Zustand bzw. ein gutes oder besseres Potential auf. Ursache für den defizitären Zustand waren vielfach nutzungsbedingt veränderte Gewässerstrukturen.

Situation der Ruhrstauseen

Entlang der Ruhr befinden sich fünf Stauseen, die viele Möglichkeiten zur Freizeitnutzung bieten. Darüber hinaus tragen die Ruhrstauseen trotz der guten Reinigungsleistung der Kläranlagen als Feinreinigungsstufe für z.B. eingeleitetes Regenwasser zur Wasserqualität der Ruhr bei. Seit den 90er Jahren hat sich die Nährstoffkonzentration in den Ruhrstauseen deutlich reduziert. Hierdurch nahmen Sichttiefen zu und ein Wechsel von einem makrophytenfreien, plankton-dominierten Zustand zu einem Makrophyten-dominierten Zustand wurde beobachtet.

Über das Jahr 2024 lässt sich eine klimabedingte, geringe Entwicklung im Bereich des Planktons berichten. Aufgrund der überdurchschnittlich hohen Niederschläge und dem daraus folgenden hohen Abfluss waren die notwendigen Stillwasserzeiten für das Wachstum sehr kurz. Zusätzlich hat der sehr milde Winter 2023/2024 der in allen Ruhrstauseen vorhandenen *Elodea nuttallii*, als direktem Nährstoffkonkurrent des Planktons, einen Wachstumsvorteil ermöglicht, da sie im Frühling nicht von der Gewässersohle aus neu, sondern bereits von einem höheren Bestand aus in die Vegetationsperiode starten konnte. Der Baldeneysee zeigte sich daher im Jahr 2024 deutlich Makrophyten-dominiert.

Talsperrenuntersuchungen – Spotlight auf Bigge

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-, Bigge-, Ennepe- und Listertalsperre ein stabiles Niveau im mittleren mesotrophen Bereich erreicht. Die Verse- und Fürwiggetalsperre sowie seit einigen Jahren die Sorpetalsperre weisen oligotrophe Verhältnisse auf. In der Möhne- und in der Hennetalsperre musste von Mitte/Ende September bis Oktober eine Tiefenwasserbegasung mit Sauerstoff erfolgen. Von Juli bis September wurde der Wasserspiegel in der Fürwiggetalsperre wegen Sanierungsarbeiten an der Staumauer abgesenkt.

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. Die Biggetalsperre ist die größte und wasserwirtschaftlich bedeutendste Talsperre im Ruhreinzugsgebiet und dient neben der Sicherung der Mindestwasserführung und dem Hochwasserschutz der Energiegewinnung. Im Vergleich zu den 1980er Jahren sind die Phosphor- und Stickstoffeinträge in diese Talsperre deutlich gesunken. Wie im ebenfalls niederschlagsreichen Vorjahr, waren die Zulauf- und Auslauf-frachten von Gesamtsphosphor und Stickstoff etwas höher als in den Jahren zuvor. Das Phytoplankton wird seit 2005 zunehmend von Cyanobakterien dominiert. Insgesamt wird die Biggetalsperre als ein mesotrophes Gewässer eingestuft.

Organische Spurenstoffe in der Ruhr

Ergänzend zu den zwölf Messstellen der in der Regel monatlich durchgeführten Ruhrlängsuntersuchung wurden wöchentlich Wasserproben an der Probenahmestelle Esserlinghausen auf mehr als 490 organische Substanzen untersucht, deren Auswahl sich u. a. an der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) und der europäischen Wasser-rahmenrichtlinie (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 Metaboliten 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 2024 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.

Leistungsnachweis der Kläranlagen

Bei einem Anschlussgrad von über 99 % der EinwohnerInnen im Ruhreinzugsgebiet wurden auf den Verbandskläranlagen im Jahr 2024 rund 443 Mio. m³ Abwasser gereinigt. Dies entspricht einem Jahresmittelwert von 14,0 m³/s und liegt ca. 8 % unter dem Vorjahreswert. Der Rückgang ist auf die geringeren Niederschlagsmengen zurückzuführen, liegt aber noch immer deutlich höher als in den vorausgegangenen trockenen Abflussjahren. Die Ablaufqualität des gereinigten Abwassers ist weiterhin ausgezeichnet und liegt deutlich unter festgelegten Anforderungen. Zusätzlich zu den Überwachungswerten wurden seit 2016 für inzwischen 44 Kläranlagen Betriebsmittelwerte für einzelne Parameter mit den Behörden vereinbart, die über die Anforderung der Überwachungswerte hinausgehen und die Verbesserung des Gewässerzustands gewährleisten sollen. Die festgelegten Jahresmittelwerte für Phosphor und Ammoniumstickstoff konnten im Jahr 2024 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 36.719 t Trockenmasse um 2,5 % gestiegen. 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 auch im Jahr 2024 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 38,3 kWh je Einwohner und Jahr.

Inbetriebnahme einer vierten Reinigungsstufe auf der Kläranlage Brilon

Um die Gewässerqualität mit dem Ziel des guten Gewässerzustands hinsichtlich Ammonium-Stickstoff und Gesamt-Phosphor zu verbessern und die Spurenstoffbelastung zu verringern, wurde die Kläranlage Brilon erweitert. Neben einer Vergrößerung des Nitrifikationsvolumens im Bestand erfolgte der Neubau einer vierten Reinigungsstufe mit einer nachgeschalteten Flockungsfiltration mit kombinierter Pulveraktivkohle-Dosierung (PAK) im Vollstrom. Nach Abschluss der baulichen Erweiterung begann im April 2024 der Einfahrbetrieb. Dieser wurde durch umfangreiche Laboruntersuchungen begleitet, die von Online-Messungen ergänzt wurden. Der Parameterumfang umfasste die kläranlagenübliche Standardparameter, für die Bewertung der vierten Reinigungsstufe unterstützende Kenngrößen sowie die im wasserrechtlichen Genehmigungsbescheid vorgegebenen sechs Leitparameter zur Bewertung der Spurenstoffelimination. Seit dem 31. Oktober 2024 ist die vierte Reinigungsstufe offiziell im Regelbetrieb. Der Einfahrzeitraum war in den ersten Monaten von vorwiegend Trockenwetterverhältnissen geprägt, an die sich ab Mitte November eine länger anhaltende Regenperiode anschloss. Über den gesamten Zeitraum betrachtet wurden die Zahlenwerte der Jahresbetriebsmittelwerte für Ammonium-Stickstoff durchgehend eingehalten und für Gesamt-Phosphor nur knapp überschritten. Die Eliminationsleistungen für die sechs Leitparameter lagen bei Trockenwetterverhältnissen bei einer Dosierung von 5 mg/l PAK bei 85 % und bei Zugabe von 8 mg/l PAK sogar bei 96 %. Bei Mischwasserverhältnissen konnte das Reinigungsziel unter den gegebenen betrieblichen Einstellungen und Rahmenbedingungen nicht eingehalten werden. In der Inbetriebnahmephase konnte eine Eliminationsleistung von mindestens 80 % bis zu einer Abwassermenge von rund 150 l/s erreicht werden. Dieser Zufluss entspricht bezogen auf das Jahr 2024 rund 70 % der Jahresabwassermenge. Eine direkte Erreichung der im Jahresmittel geltenden Ziele war unter den Anfangsbedingungen nicht durchgehend möglich. Nach weiteren betrieblichen Optimierungsschritten steht eine kombinierte Untersuchung auf der Kläranlage und

im Gewässer an, um den Einfluss der vierten Reinigungsstufe auf die Immissionssituation in der Hunderbecke differenziert bewerten zu können.

Die Emissions- und Immissionssituation im Einzugsgebiet der Wenne

Kombinierte Untersuchungen von Kläranlagenzu- und -ablauf sowie im Gewässer oberhalb und unterhalb der jeweiligen Einleitung liefern detaillierte und gewässerabschnittsspezifische Informationen über die Emissions- und Immissions-situation und ermöglichen Aussagen über die Herkunft von Spuren- und Nährstoffen und deren Bedeutung für den chemischen Gewässerzustand sowie zu eventuellen Auswirkungen auf die ökologische Situation im Gewässer. Zudem sind sie eine wichtige Bewertungshilfe für Ablaufanforderungen an Kläranlagen. Die Wenne-Längsuntersuchung 2024 fand an zwölf Stellen im Gewässer sowie im Zu- und Ablauf der vier Kläranlagen im Einzugsgebiet bei Trockenwetterverhältnissen aber auch teilweise bei erhöhten Abflüssen statt. Die Ablaufwerte der Kläranlagen hielten die wasserrechtlichen Überwachungswerte und die niedrigerklärten Werte mit einer Ausnahme ein. Die lediglich für die Kläranlage Eslohe-Bremke festgelegten Betriebsmittelwerte wurden für Ammonium-Stickstoff und Gesamt-Phosphor an den Untersuchungstagen größtenteils unterschritten. Die Untersuchungen ergaben einen erkennbaren Einfluss der Kläranlagenemission auf die Nährstoffgehalte in den aufnehmenden kleinen, abflussschwachen Nebengewässern unmittelbar unterhalb der jeweiligen Einleitungen, der bei den einzelnen Anlagen unterschiedlich ausgeprägt ist. Überdurchschnittliche Gehalte für die Nährstoffe sind im Falle der Kläranlagen Schmallenberg-Wormbach und Schmallenberg-Bracht im Zusammenhang mit ungünstigen Anteilen an gereinigtem Abwasser am Abfluss im Gewässer zu sehen. Die beiden Kläranlagen der Größenklasse 1 halten zwar die genehmigten Grenzwerte ein, sind aber nicht auf eine umfassende Nährstoffelimination ausgelegt. Für beide Kläranlagen ist perspektivisch der Anschluss an die Kläranlage Eslohe-Bremke eingeplant. In der Wenne unterhalb der Zuflüsse von Wurmbach und Arpe verbesserte sich die Bewertung dann jeweils. Unterhalb der

beiden Kläranlagen Eslohe-Bremke und Eslohe (hier bereits im Salweybach) kann im Gegensatz zu den beiden anderen Kläranlagen in der Wenne mindestens der gute Zustand für die Nährstoffkonzentrationen eingehalten werden.

Die festgestellten Konzentrationsanstiege bei einigen Süßstoffen, Röntgenkontrastmitteln und einer Anzahl von Arzneimittelrückständen in Wenne, Wurmbach, Arpe und Salweybach an den Probenahmestellen unterhalb der Kläranlagen sind vor allem auf die Einleitungen der gereinigten Abwässer der Kläranlagen zurückzuführen.

Monitoring im Rahmen der Novelle des RV-Gesetzes

Im Dezember 2024 wurde das aus dem Jahr 1990 stammende Ruhrverbandsgesetz (RuhrVG) novelliert. Ziel war es, den Auswirkungen des Klimawandels u. a. durch eine flexiblere Talsperrensteuerung entgegenzuwirken. Um diese zu ermöglichen, wurde die Reduzierung der Mindestabflüsse auf 12 m³/s am Pegel Hattingen und auf 5,4 m³/s am Pegel Villigst beschlossen. Die ausführlichen Untersuchungen, Modellierungen und Bewertungen, die im Vorfeld zur Änderung des Ruhrverbandsgesetzes durchgeführt wurden, konnten zeigen, dass die positiven Effekte für den Wasser-rückhalt in Talsperren während Trockenphasen die wenigen zu befürchtenden negativen Auswirkungen deutlich übersteigen. Dennoch wurde in der Begleitvereinbarung "Wassergüte" neben dem beschleunigten Ausbau von Kläranlagen mit Spurenstoffelimination und Kohärenzsicherungsmaßnahmen zur Stützung der Bestände gefährdeter Arten in den FFH-Gebieten entlang der Ruhr auch ein umfangreiches Monitoringprogramm vereinbart, um mögliche Folgen der abgesenkten Mindestabflüsse zu erfassen und zu bewerten. Das Programm umfasst ein chemisches, ein biologisches und ein Talsperren-Monitoring. Die Monitoring-Ergebnisse werden bis zum 1. April eines jeden Jahres zwischen dem Ruhrverband und einem Begleitkreis des Landes (MUNV, LANUK, Bezirksregierung Arnsberg) ausgetauscht und im Anschluss diskutiert. Bei der gemeinsamen jährlichen Diskussion der Ergebnisse zwischen Ruhrverband und Land, spätestens aber alle drei Jahre, wird der Umfang sowie die zeitliche Taktung der Untersuchungen evaluiert und bei Bedarf angepasst.

Nährstoffbelastung in kläranlagenbeeinflussten Gewässerabschnitten

Die Ruhr war über viele Jahre als ein eutrophierungsgefährdetes Gewässer eingestuft, so dass eine Schwerpunktaufgabe des Ruhrverbands in der Verminderung der Nährstoffbelastung des Gewässers bestand. Die Emission aus Kläranlagenabläufen stellt einen wichtigen Eintragspfad für Nährstoffe in die Oberflächengewässer dar. Ziel der EG-Wasserrahmenrichtlinie ist das Erreichen des guten chemischen und ökologischen Zustands bzw. des guten ökologischen Potenzials in den Wasserkörpern. Daher sind in der Oberflächengewässer-verordnung (OGewV) unter anderem Orientierungswerte für Gesamt-Phosphor und Ammonium-Stickstoff festgelegt. Folgerichtig hat sich der Ruhrverband als Ziel gesetzt, alle von Kläranlagen beeinflussten Gewässerabschnitte hinsichtlich der Parameter Ammonium-Stickstoff und Gesamt-Phosphor mindestens in den guten Zustand gemäß OGewV zu überführen. Im Jahr 2018 erstellte der Ruhrverband ein Maßnahmenprogramm, das von betrieblichen Optimierungen bis hin zu baulichen Anpassungen einzelner Kläranlagen reicht, aber auch die Außerbetriebnahme von Kläranlagen beinhaltet. Für Anlagen mit immissionsbedingt erhöhten Anforderungen an die Ablaufwerte wurden Betriebsmittelwerte für einzelne Parameter vereinbart. Von 2019 bis 2024 wurden 36 Gewässerabschnitte betrachtet. Bezogen auf den Sechsjahreszeitraum halten beim Phosphor 59 % der Messstellen und beim Ammonium-Stickstoff 82 % der Messstellen, mindestens den guten Zustand ein. Betrachtet man ausschließlich das Jahr 2024, ist der Anteil mit 71 % der Stellen beim Phosphor und 91 % beim Ammonium-Stickstoff deutlich größer. Die Ergebnisse des 5. Monitoringzyklus von 2019 bis 2021 zeigen, dass der Anteil der Wasserkörper im mindestens guten Zustand im Einzugsgebiet der Ruhr sind bei Phosphor von 79 % auf 84 % gestiegen und bei Ammonium von 85 % auf 88 %. Die Ergebnisse des 6. Monitoringzyklus von 2022 bis 2024 sind noch nicht veröffentlicht, daher ist die Bewertung als vorläufig zu betrachten. Danach sind aktuell 90 % der Wasserkörper für Phosphor und 93 % für Ammonium mindestens in einem guten Zustand.

02 In brief

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. As in the previous year, the 2024 calendar year also registered a significant precipitation surplus. Since 1927, only the two-year period of 1965/1966 experienced higher levels of precipitation. With an $MQ_{2024} = 85.5 \text{ m}^3/\text{s}$, the mean annual runoff at the Hattingen gauging station was lower than in the year before. This was the 11th highest mean annual runoff recorded since the Bigge Reservoir went into full water management operation in 1968. Three incidents of high water exceeding the reporting threshold for high water were recorded at the lower Ruhr during the calendar year 2024. The highest runoff was recorded on January 5, 2024, at $HQ_{2022} = 580 \text{ m}^3/\text{s}$ at the Hattingen gauging station. Except for a short interruption in October due to higher inflows, the Ruhrverband's reservoir system was continuously drained from mid-May to mid-November 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 2024 on 71 days at Villigst and on 14 days at the river's mouth. This is the fourth lowest number of days at the mouth and the eighth 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 programmes 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, monitoring guidelines of the State Office for Nature, Environment and Climate Protection of North Rhine-Westphalia (LANUK) 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 of the Ruhr water have been taken at the Essen-Rellinghausen sampling point three times a week in order to monitor a large number of parameters. In addition, 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 programme has been integrated into the set of examinations along the Ruhr. These examinations are carried out every four weeks at 12 sampling points from the 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 one exception at the sampling point Essen-Rellinghausen in September, the required minimum oxygen concentration could be achieved along the entire course of the Ruhr in 2024.

The mean pH-values of the examinations along the Ruhr in 2024 came in below the long-term mean values. The pH-value of 8.5 was exceeded at no sampling point during the reporting period and the pH-value of 6.5 was not undercut at any sampling point.

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 Environmental Quality Standards (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 copper were classified as moderate at all but two and three sampling points respectively.

Examinations in line with the European Water Framework Directive

As part of the operative monitoring in alignment with LANUK according to the European Water Framework Directive, a total of 35 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 9 % of the measuring points. A “moderate” result was achieved at 17 % of the sampling points for the water temperature and at 8 % for the oxygen level. Regarding the nutrient concentration and organic loads, the mean concentrations were lower, leading to a situation where 4% of the ammonium nitrogen concentrations and 7% of the phosphorus concentrations exceeded the respective required limits. This applied to 2% of TOC concentrations. The average silver concentrations exceeded the respective environmental quality standard at 2% of the sampling points. The concentrations for the heavy metals lead, nickel and cadmium exceeded the respective EQS only at 2% of the sampling points for the first two metals and at 12% of the sampling points for cadmium. The copper concentrations failed to reach a “good” status at 62 % of the sampling points. This applied to 40 % of the zinc concentrations. The percentages of values that exceeded the applicable requirements for thallium and iron came in at 2% and 15% respectively. The concentrations of the metal silver 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 2019 to 2024, the hydroecological examinations along the Ruhr and its tributaries showed a good or very good saprobic condition at 361 out of 374 sampling points (96%). Regarding general degradation, 223 sampling points, representing 60% of those monitored between 2019 and

2024, reached a “good” or “high” status or a good or even better ecological potential. The documented deficits were often accounted for by modified water structures due to specific uses.

Current status of the Ruhr’s impounding lakes

There are five impounding lakes along the Ruhr, offering numerous options for recreational activities. In addition, the Ruhr’s impounding lakes contribute to the river’s water quality on top of the good treatment performance of the sewage treatment plants, serving as an advanced treatment stage for example for inflowing rainwater. The nutrient load in the Ruhr’s impounding lakes has significantly declined since the 1990s. As a result, visibility depths increased and a shift from a macrophyte-free, plankton-dominated state to a macrophyte-dominated state was observed. Only limited climate-related development of plankton can be reported for 2024. Due to the above-average rainfall and the resulting high runoff, the periods of calm water required for plant growth were very short. In addition, the very mild winter of 2023/2024 gave *Elodea nuttallii*, present in all impounding lakes of the Ruhr and a direct nutrient competitor of plankton, a growth advantage, as it was able to start the vegetation period in spring not from the lakebed again but from an already higher level. Lake Baldeney was therefore clearly macrophyte-dominated in 2024.

Reservoir examinations – spotlight on Bigge

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 Henne, Möhne and Bigge reservoirs have reached a stable level at the middle of the mesotrophic range. The Verse and the Fürwigge reservoirs show oligotrophic conditions. For some years now, this has also applied to the Sorpe Reservoir. In the Möhne and Henne reservoirs, deep-water oxygenation had to be carried out from mid/late September to October. From July to September, the water level in the Fürwigge Reservoir was lowered due to renovation work on the dam.

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.

The Bigge Reservoir is the largest reservoir in the Ruhr catchment area and the most important one regarding water management. Apart from securing a minimum flow in the Ruhr and offering flood protection, it produces energy. Compared to the 1980s, the input of phosphorus and nitrogen has declined significantly in this reservoir. As in the also precipitation-rich previous year, the inflow and outflow loads of total phosphorus and nitrogen were slightly higher than in the preceding years. Since 2005, its phytoplankton has been increasingly dominated by cyanobacteria. Overall, the Bigge Reservoir is classified as a mesotrophic water body.

Organic micropollutants 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 (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

as quality criteria without legal regulation when assessing the water quality.

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 2024. 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 record of the 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 443 million m³ of wastewater in 2024. This result corresponds to an annual mean value of 14.0 m³/s and lies about 8% below the previous year's value. The decline is due to the lower amounts of precipi-

itation, but it still remains significantly higher than in the preceding dry runoff years. 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 44 sewage treatment plants, which exceed the requirements of the monitoring values and are aimed at improving the water quality. The defined annual mean values for phosphorus and ammonium nitrogen were met at most of the sewage treatment plants in 2024. Sewage treatment generates residues such as screenings, grit chamber trappings and sewage sludge. The volume of stabilised slurry increased by 2.5% compared to the previous year, amounting to 36,719 t 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 taking over hydroelectric power plants along the Ruhr, the Ruhrverband has reduced its dependence on the electricity market. Overall, 2024 was another year where 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 units and photovoltaic systems. The specific electricity consumption for the Ruhrverband's sewage treatment plants currently amounts to 38.3 kWh per inhabitant per year.

Commissioning of a fourth treatment stage at Brilon sewage treatment plant

The Brilon sewage treatment plant was expanded to improve water quality with the aim of achieving a good ecological status in terms of ammonium nitrogen and total phosphorus, and to reduce trace substance loads. In addition to enlarging the existing nitrification volume, a new fourth treatment stage was constructed, comprising downstream flocculation filtration combined with full-flow dosing of powdered activated carbon (PAC). After comple-

tion of the structural expansion, the start-up phase began in April 2024. This was accompanied by extensive laboratory analyses complemented by online measurements. The range of parameters included the standard parameters typical for sewage treatment plants, supporting indicators for the assessment of the fourth treatment stage, as well as the six key parameters specified in the water law permit for evaluating trace substance elimination. Since 31 October 2024, the fourth treatment stage has been officially in regular operation. The start-up period was initially characterised by predominantly dry weather conditions, followed by a prolonged period of rainfall from mid-November onwards. Over the entire period, the annual operating mean values for ammonium nitrogen were consistently met, while those for total phosphorus were only slightly exceeded. Elimination rates for the six key parameters under dry weather conditions reached 85% with a PAC dosage of 5 mg/l and even 96% with a dosage of 8 mg/l. Under combined wastewater conditions, the treatment targets could not be achieved within the given operational settings and framework conditions. During the commissioning phase, an elimination rate of at least 80% could be achieved for wastewater flows of up to around 150 l/s. This inflow corresponds to approximately 70% of the annual wastewater volume for 2024. A direct achievement of the annual average targets was not consistently possible under the initial conditions. Following further operational optimisation, a combined investigation at the treatment plant and of the water will be carried out to allow for a differentiated assessment of the impact of the fourth treatment stage on the immission situation in the Hunderbecke.

Emission and immission situation in the Wenne 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 Wenne in 2024 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 during dry weather conditions but also partly during increased runoffs. The outlet values of the sewage treatment plants met the legal monitoring standards and the showed lower values with one exception. The operating target values set only for the Eslohe-Bremke sewage treatment plant were largely undercut for ammonium nitrogen and total phosphorus on the monitoring days. The investigations showed a clear influence of the treatment plant emissions on nutrient concentrations in the small, low-runoff tributaries immediately downstream of the respective inflows, although the extent varied between the individual plants. Above-average nutrient concentrations at the Schmallenberg-Wormbach and Schmallenberg-Bracht treatment plants are associated with the unfavourable proportion of treated wastewater in the water at the outlets. Although the two sewage treatment plants of the size category 1 comply with the approved limit values, they are not designed for comprehensive nutrient removal. In the long term, both treatment plants are planned to be connected to the Eslohe-Bremke sewage treatment plant. In the River Wenne, downstream of the inflows from the Wurmbach and Arpe, the assessment improved after each inflow. Below the two sewage treatment plants Eslohe-Bremke and Eslohe – already in the Salwey stream – at least a good status for nutrient concentrations can be maintained, in contrast to the other two treatment plants in the Wenne catchment area. Increased concentrations detected for some sweeteners, radiology contrast agents and a number of pharmaceutical residues in the Wenne, Wurmbach and Arpe rivers and the Salwey stream at the sampling points downstream of the sewage treatment plants are mainly due to the inflow of treated wastewater from the sewage treatment plants.

Monitoring as part of the revised Ruhrverband act

The Ruhrverband Act (RuhrVG), originally enacted in 1990, was revised in December 2024. The aim was to counteract the impacts of climate change, which, among other measures, requires more flexible reservoir management. To enable this, it was decided to set the minimum runoff values to 12 m³/s at the Hattingen gauging station and to 5.4 m³/s at the Villigst gauging station. The detailed studies, modelling and assessments carried out in advance of the amendment to the Ruhrverband Act demonstrated that the positive effects on water retention in reservoirs during dry periods clearly outweigh the few potential negative impacts. Nevertheless, the accompanying “Water Quality” agreement includes not only the accelerated expansion of sewage treatment plants with trace substance removal and coherence measures to support populations of endangered species in the habitat sites designated under the EU Habitats Directive (FFH sites) along the Ruhr, but also a comprehensive monitoring programme to record and evaluate possible effects of the reduced minimum runoffs. The programme comprises chemical monitoring, biological monitoring and reservoir monitoring. The monitoring results are exchanged between the Ruhrverband and an accompanying committee of the state (MUNV, LANUK, Arnsberg Regional Authority) by 1 April each year and subsequently discussed. During the joint annual discussion of the results between the Ruhrverband and the state – at the latest every three years – the scope and timing of the investigations are evaluated and adjusted if necessary.

Nutrient loads in water body sections affected by sewage treatment plants

For many years, the Ruhr was classified as a water body at risk of eutrophication, so that one of the Ruhrverband’s major tasks was to reduce the nutrient load in the water. Discharges from sewage treatment plant outlets represent an important pathway for nutrient inputs into surface waters. The objective of the EU Water Framework Directive is to achieve good chemical and ecological status, or good ecological potential, in all water bodies. Accordingly, the

German Surface Water Regulation (OGewV) sets reference values for total phosphorus and ammonium nitrogen. In line with this, the Ruhrverband has set itself the goal of bringing all watercourse sections influenced by sewage treatment plants to at least good status for ammonium nitrogen and total phosphorus in accordance with the OGewV. In 2018, the Ruhrverband developed a programme of measures ranging from operational optimisations and structural modifications at individual treatment plants to the decommissioning of certain plants. For plants with more stringent requirements on the effluent values due to their immission situation, target operating values for individual parameters were agreed. Between 2019 and 2024, 36 watercourse sections were assessed. Over the six-year period, 59% of the monitoring sites achieved at least good status for phosphorus and 82% for ammonium nitrogen. Looking at 2024 alone, the proportion is significantly higher, with 71% of the sites meeting a good status for phosphorus and 91% for ammonium nitrogen. The results of the 5th monitoring cycle from 2019 to 2021 show that the proportion of water bodies with at least a good status in the Ruhr catchment increased from 79% to 84% for phosphorus and from 85% to 88% for ammonium. The results of the 6th monitoring cycle from 2022 to 2024 have not yet been published, hence, the assessment remains provisional. According to the preliminary figures, 90% of the water bodies are at least in a good state regarding phosphorus and 93% regarding ammonium.

03 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 3.1 der Abfluss der Ruhr am Pegel Hattingen als Ganglinie auf Basis von 15-Minuten- und Tagesmittelwerten für das Kalenderjahr 2024 dargestellt. Ergänzend sind die gewässerkundlichen Hauptzahlen und zum Vergleich die Tagesmittelwerte des vorangegangenen Kalenderjahres aufgeführt. Im Kalenderjahr 2024 gab es im Januar, Februar und November insgesamt drei Hochwasserereignisse, bei denen die Hochwasser-meldegrenze an der unteren Ruhr (Bezugspegel Wetter/Ruhr: Meldegrenze 385 cm, entspricht 259 m³/s) überschritten worden ist. Beim ersten Ereignis wurde am Pegel Hattingen am 05. Januar 2024 mit $HQ_{2024} = 580 \text{ m}^3/\text{s}$ (Tagesmittelwert 534 m³/s am 04. Januar 2024) der höchste Abfluss im Kalenderjahr 2024 registriert. Die jeweiligen abflussreichen Zeiten zwischen Januar und April sowie in den beiden letzten Monaten des Jahres konnten zum Einstau der Talsperren im Ruhreinzugsgebiet genutzt werden. Von Mitte Mai bis Mitte November, abgesehen von einer kurzzeitigen Unterbrechung im Oktober 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 2024 wurde am Pegel Hattingen am 08. September 2024 mit $NQ_{2024} = 20,9 \text{ m}^3/\text{s}$ registriert. Der mittlere Abfluss am Pegel Hattingen im Kalenderjahr 2024 berechnet sich zu $MQ_{2024} = 85,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Er liegt damit um gut 24 % über dem langjährigen mittleren Abfluss von $MQ_{1968-2023} = 68,8 \text{ m}^3/\text{s}$ und um 24,5 m³/s unter dem Vorjahreswert. Seit vollständiger wasserwirtschaftlicher Verfügbarkeit der Biggetalsperre im Jahr 1968 gab es erst zehn Mal größere mittlere Jahresabflüsse, zuletzt im Vorjahr mit 110 m³/s. Insgesamt gesehen lag das Abflussvolumen im ersten Halbjahr geringfügig um 2 % über dem Vorjahresniveau, im zweiten Halbjahr hingegen betrug das Abflussvolumen nur 54 % des Vorjahreswertes. Der Abfluss ist im Durchschnitt der langjährigen Betrachtung zu 59 % auf das erste Halbjahr und zu 41 % auf das zweite Halbjahr verteilt. Im Kalenderjahr 2024 ergab sich aufgrund der sehr nassen und damit abflussreichen Monate im ersten Drittel des Jahres eine stärkere Verschiebung zum ersten Halbjahr hin (64 % zu 36 %).

Nach dem rekordnassen Kalenderjahr 2023 mit 1.466 mm schloss auch das Kalenderjahr 2024 mit einem deutlichen Niederschlagsüberschuss ab. Das Gebietsmittel des Ruhreinzugsgebietes lag bei 1.194 mm, dies sind 144 mm oder 14 % mehr als im langjährigen Mittel 1927-2023. Es gab seit 1927 erst einmal einen niederschlagsreicheren Zweijahreszeitraum, 1965/1966 mit 2.789 mm. Nur die drei Monate Juli, August und Dezember 2024 wiesen ein Niederschlagsdefizit auf, sechs Monate hingegen einen Niederschlagsüberschuss, drei Monate waren annähernd durchschnittlich nass. Der Mai war mit 138 mm, dies entspricht 184 % des langjährigen Mittelwerts von 1927/2023, der niederschlagsreichste Monat des Kalenderjahres. Es gab seit 1927 erst fünf Mal einen nasseren Mai, zuletzt im Jahr 2007 mit 154 mm. Der März war mit 76 mm der trockenste Monat des Kalenderjahres.

Eine Stützung der Ruhrwasserführung durch erhöhte Abgaben aus den Talsperren war im Kalenderjahr 2024

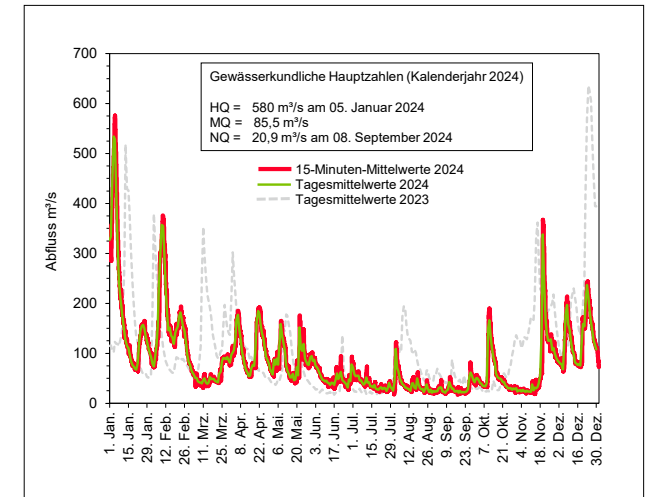


Bild 3.1: 15-Minuten-Mittelwerte und Tagesmittelwerte am Pegel Hattingen/Ruhr im Kalenderjahr 2024

Fig. 3.1: Runoff means during 15 minutes and 24 hours at the gauging station Hattingen/Ruhr in the year 2024

erst ab Juni (in Villigst) bzw. ab August (an der Mündung) erforderlich. Insgesamt musste in Villigst nach vorläufigen Berechnungen an 71 Tagen, an der Mündung hingegen an nur 14 Tagen Zuschuss aus den Talsperren geleistet werden. Dies sind in Villigst 38 % und an der Mündung 78 % weniger als im Durchschnitt der Kalenderjahre 1991-2023. An der Mündung ist dies die viertkleinste, am Pegel Villigst hingegen die achtkleinste 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 [3.1].

[3.1] <https://ruhrverband.de/presse/publikationen-und-downloads/>

04 Bewertungsgrundlagen von Gewässer-analysedaten im Ruhrgütebericht

Die Verabschiedung der Richtlinie 2000/60/EG (EG-Wasser-rahmenrichtlinie: im Folgenden WRRL) [4.1] 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) [4.2] festgelegten chemischen Parametern zu bewerten. Ergänzend dazu fließen aber auch allgemeine physikalisch-chemische Parameter und eine Vielzahl sogenannter flussgebiets-spezifischer Schadstoffe in diesen Bewertungsprozess ein. Zur Überführung dieser Vorgaben in nationales Recht hat Deutschland die Oberflächengewässerverordnung (OGewV) [4.3] 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 [4.4] aufgeführt sind, sowie den gesundheitlichen Orientierungswerten (GOW) des Umweltbundesamts (UBA) [4.5]. Berücksichtigt sind in der Anlage D4 Orientierungswerte (OW), die auf Basis ökotoxikologischer Studien abgeleitet wurden, und Parameter aus der Trinkwasserverordnung - TrinkwV [4.6]. Es ist hervorzu-

heben, dass es sich hierbei teilweise um Vorgaben handelt, die den direkten Gebrauch des Wassers als Trinkwasser betreffen und nicht die Beschaffenheit des Gewässers. Gleichwohl dienen diese Werte im Sinne des Vorsorgegrundsatzes als Orientierungshilfe.

In der Regel erfolgt die Bewertung von Wasserproben anhand von Mittel- bzw. Jahresdurchschnittswerten (JD). Ausnahmen bilden die Parameter Wassertemperatur, Sauerstoff, pH-Wert sowie Quecksilber, Chrom, Kupfer, Zink und die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) Anthracen, Benzo[a]pyren, Benzo[b]fluoranthren, Benzo[ghi]perylen und Benzo[k]fluoranthren. Bei diesen Werten der Anlagen 7 und 8 der OGewV werden für Wassertemperatur, Quecksilber und die o. g. PAK die Jahresmaxima/ zulässige Höchstkonzentrationen (ZHK) bzw. für Sauerstoff die Jahresminima und für pH-Wert die Jahresminima und -maxima betrachtet. Für die Bewertung von Chrom, Kupfer und Zink wird entsprechend des Leitfadens NRW, Anlage D4, das jeweilige 50-Perzentil herangezogen.

Neben Grenzwerten für die Wasserphase sind in der OGewV auch Anforderungen für elf Stoffe bzw. Stoffgruppen in Biota formuliert. Maßgeblich für deren Ableitung ist das „secondary poisoning“, d. h. die Toxizität gegenüber fischfressenden Tieren, sowie die für den Menschen tolerierbare Belastung durch Fischverzehr [4.7].

Bild 4.1 zeigt eine Übersicht über die Gesamtbeurteilung des ökologischen und chemischen Zustands bzw. Potenzials [4.8].

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

In Tabelle 4.1 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.

-
- [4.1] 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
 - [4.2] 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
 - [4.3] Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV). In: Bundesgesetzblatt, 2016, Teil I, Nr. 28, S. 1373 - 1443
 - [4.4] <https://www.flussgebiete.nrw.de/monitoring-leitfaden-oberflaechengewasser>, Zugriff 20. Mai 2025
 - [4.5] Umweltbundesamt: Liste der nach GOW bewerteten Stoffe von März 2023, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/trinkwasser/trinkwasserqualitaet/toxikologie-des-trinkwassers/gesundheitsorientierungswert-gow>, Zugriff 20. Mai 2025
 - [4.6] 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
 - [4.7] Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC), Guidance Document No.32 on Biota monitoring (the implementation of EQS(Biota) under the water framework directive. Technical Report-2014-083. Office for Official Publications in the European Communities, Luxembourg.
 - [4.8] 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: 19. Mai 2025

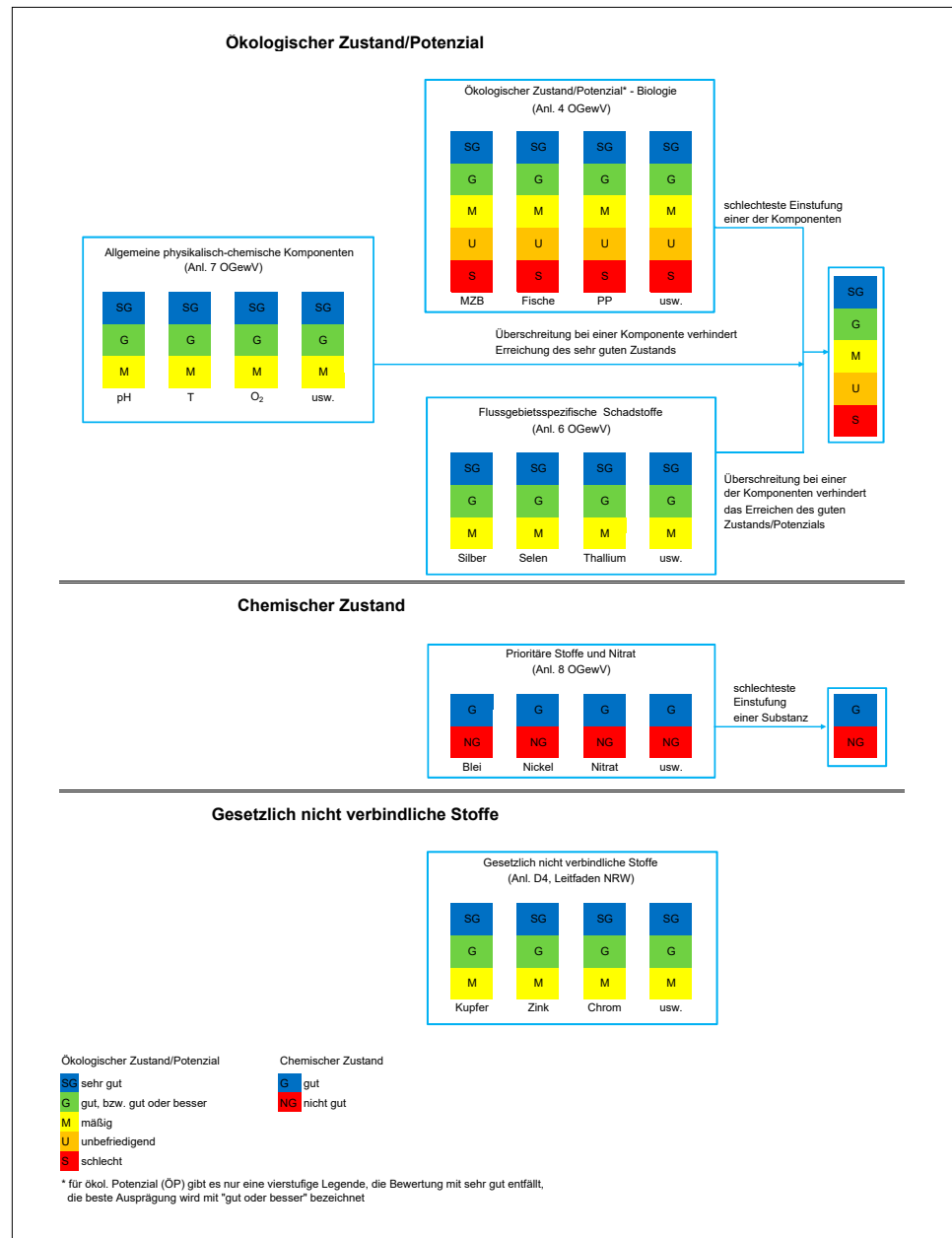


Bild 4.1: Gesamtbeurteilung des ökologischen und chemischen Zustands/ Potentials überarbeitet nach [4.8]

Fig. 4.1: Overall evaluation of the ecological and chemical status/ potential, revised according to [4.8]

In der Gruppe der PAK kann Benzo[a]pyren als Repräsentant für die anderen in der Oberflächengewässerverordnung aufgeführten PAK-Kenngrößen betrachtet werden.

Flussgebietspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Zustands

In Tabelle 4.2 sind die Umweltqualitätsnormen für die im Ruhreinzugsgebiet relevanten flussgebietspezifischen Schadstoffe zusammengefasst. Für die Einstufung in den sehr guten Zustand (blaue Kennzeichnung) muss die Konzentration bei synthetischen Schadstoffen unterhalb der Nachweisgrenze bzw. bei nicht synthetischen Schadstoffen im Bereich der Hintergrundkonzentration liegen. Der gute Zustand (grüne Kennzeichnung) ist erreicht, wenn der sehr gute Zustand verfehlt, aber die jeweilige UQN nicht überschritten ist. Bei einer Überschreitung der UQN kann der ökologische Zustand bzw. das ökologische Potenzial höchstens als „mäßig“ eingestuft werden (gelbe Kennzeichnung). Die UQN für Selen, Silber und Thallium beziehen sich auf den gelösten Anteil, der nach Filtration (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 LANUK 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 [4.4]. In Tabelle 4.3 sind die ACP gemeinsam mit den biologischen Qualitätsklassen für das Modul Saprobie des Makrozoobenthos für den guten Zustand dargestellt.

Tabelle 4.1: Auszug aus Anlage 8 der OGeWV, UQN zur Beurteilung des chemischen Zustands (prioritäre Stoffe und Nitrat) [4.3]

Table 4.1: Abstract from appendix 8 of the German Surface Water Regulation (OGeWV), EQS for the evaluation of the chemical status (priority substances and nitrate) [4.3]

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

gut nicht gut

¹ Die UQN bezieht sich auf bioverfügbare Konzentrationen

² Abhängig von der Wasserhärteklasse

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

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

⁵ primäres Schutzziel: menschliche Gesundheit

⁶ primäres Schutzziel: fischfressende Tiere

⁷ Toxizitätsäquivalente nach den Toxizitätsäquivalenzfaktoren der WHO von 2005

Tabelle 4.2: Auszug aus Anlage 6 der OGeWV, UQN zur Beurteilung von im Ruhreinzugsgebiet relevanten flussgebietsspezifischen Schadstoffen [4.3]

Table 4.2: 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 [4.3]

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

Gesetzlich nicht verbindliche Vorgaben

Der Leitfaden „Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW dient derzeit in NRW als Bewertungsgrundlage für die vom LANUK NRW untersuchten Parameter, die gesetzlich nicht verbindlich geregelt sind. Entsprechend dem Vorgehen des LANUK erfolgt im Ruhrgütebericht die Kennzeichnung für den sehr guten Zustand ($\leq$ halber Orientierungswert) mit blau, während grün eine gute Bewertung ($\leq$ 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 filtierten 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 4.4 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 [4.5]. In Tabelle 4.5 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 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

Tabelle 4.3: Qualitätsklassen des Moduls Saprobie nach PERLODES für die im Ruhreinzugsgebiet vorkommenden Gewässertypen mit den zugehörigen allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten der ÖGewV, Anlage 7, Anforderungen an den guten ökologischen Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial

Table 4.3: 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 (ÖGewV), 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

LAWA-Gewässertyp	Qualitätsklasse "Saprobie" [4.9]					Werte für allgemeine physikalisch-chemische Komponenten (ACP) für den guten ökologischen Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial [4.3]													
	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht	SommerTemp* (°C)	WinterTemp** (°C)	O ₂ (mg/l), MIN/a	Cl ⁻ (mg/l), MW	SO ₄ ²⁻ (mg/l), MW	pH-Wert MIN/a - MAX/a	Fe (mg/l), MW	P _{ges} (mg/l), MW	o-PO ₄ -P (mg/l), MW	NH ₄ -N (mg/l), MW	NH ₃ -N (mg/l), MW	NO ₂ -N (mg/l), MW	TOC (mg/l), MW	BSB ₅ *** (mg/l), MW
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 grobmaterial- reiche 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 grobmaterial- reiche 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

der Gewässer aufgrund ihrer naturräumlichen und morphologischen Unterschiede wurde für die Umsetzung der 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 Quali-

tätskomponente ist, andererseits aber auch, weil darüber die meisten Stressoren des ökologischen Zustands identifiziert und zugeordnet werden können. Für eine Bewertung anhand der anderen biologischen Qualitätskomponenten wird auf das ELWAS-WEB NRW verwiesen [4.9].

Qualitätskomponente Makrozoobenthos

Das Makrozoobenthos (wirbellose Kleintiere der Gewässer- sohle), dies sind die im Gewässer und auf dem Gewässer-

grund 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 Qualitätskom-

Tabelle 4.4: Aktuelle Grenzwerte von ausgewählten Stoffen der Anlage D4, Leitfaden „Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW [4.4]

Table 4.4: Latest limit values of selected substances from the appendix D4, „Guidelines on monitoring of surface waters“, of the State of North Rhine-Westphalia [4.4]

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

ponente 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 [4.10]. 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 Probenahme-technik ein reduziertes Arten- und Abundanzspektrum an MZB zu erwarten ist, sollte im Fall von Oberhalb- / Unterhalbvergleichen die gleiche Technik zur Aufnahme von Makrozoobenthos umgesetzt werden.

Für die Umsetzung der Anforderungen der WRRL wurde im Auftrag der LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) für die biologische Qualitätskomponente Makrozoobenthos das multimetrische Verfahren PERLODES mit der Auswertungssoftware ASTERICS entwickelt [4.11].

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

Tabelle 4.5: Auszug aus der Tabelle der nach GOW bewerteten Stoffe [4.5]

Table 4.5: Abstract from the table of substances evaluated according to health-oriented values (HOW) [4.5]

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-Perfluorooctansulfonsäure (H4PFOS)	0,1
Iopamidol	1,0
Metazachlor ESA	3,0
Metformin	1,0
Metolachlor ESA	3,0
Valsartansäure	0,3

des 2. Operativen Monitoringzyklus nach 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. [4.12]). 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 einheitliches 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 bewertungsrelevante und ökologische Informationen in die Bewertung sowie Bewirtschaftung der Fließ- und Stillgewässer mit aufzunehmen.

[4.9] <https://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/>, Zugriff: 20. Mai 2025

[4.10] https://www.gewaesser-bewertung.de/index.php?article_id=119&clang=1, Zugriff: 20. Mai 2025

[4.11] <https://gewaesser-bewertung-berechnung.de/index.php/home.html>, Zugriff: 19. Mai 2025

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

Die 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

Tabelle 4.6: Liste der im Ruhreinzugsgebiet relevanten HMWB-Fallgruppen, verändert aus: [4.8]

Table 4.6: List of HMWB categories relevant in the Ruhr catchment area, revised from [4.8]

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

zu bewerten. Die im Ruhreinzugsgebiet relevanten Fallgruppen sind in Tabelle 4.6 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 [4.13] 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 [4.14]. 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 4.5 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“ [4.3]. 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

Tabelle 4.7: Qualitätsklassen des Moduls Allgemeine Degradation nach PERLODES [4.8]

Table 4.7: Quality classes of the module general degradation according to the evaluation system PERLODES [4.8]

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

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 4.7 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.

Im Rahmen des für den Ruhrverband spezifischen Programms „Integrale Entwässerungsplanung“ (IEP) liegen Probenahmestellen auch in kleinen Gewässern (Einzugsgebiet < 10 km², daher nach 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.

[4.13] Planungsbüro Koenzen: Ableitung des ökologischen Potenzials für erheblich veränderte Fließgewässer (HMWB) mit der Fallgruppe „Einzelfallbetrachtung“ -Einzelfallbetrachtung in NRW-Stand 14.07.2020

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

05 Physikalisch-chemische Überwachungen der Ruhr

Zur Überprüfung der Qualität der Oberflächengewässer im Ruhreinzugsgebiet werden zahlreiche physikalisch-chemische Untersuchungen durchgeführt. Die Untersuchungsprogramme werden auf der Grundlage von geltenden internationalen Vorgaben, wie z. B. der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) [5.1], nationalen Gesetzen und Verordnungen, vor allem der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) [5.2] 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 regelmäßig und aktuell dreimal wöchentlich auf eine Vielzahl von Parametern untersucht wird. Die Probenahmestelle liegt oberhalb des Baldeneysees.

Darüber hinaus stehen die Ergebnisse des Messprogramms der Ruhrlängsuntersuchungen im Mittelpunkt der folgenden Betrachtungen. 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.

Für die Langzeitbetrachtung der Nährstoffe und der organischen Belastung der beiden Probenahmestellen Wildshausen und Westhofen werden zusätzlich zu den zwölf Messstellen ebenfalls monatlich Proben entnommen. Diese Monitoringprogramme mit monatlicher Probenahme werden seit 1965 durchgeführt, als der Einfluss der gereinigten kommunalen Abwässer auf die Belastung der Fließgewässer mit Nähr- und vor allem Zehrstoffen noch eine größere Rolle spielte.

Die Erkenntnisse dieser routinemäßigen Monitoringprogramme 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 O₂-Konzentrationen beeinflussen.

Inhalt des Kapitels ist zudem eine Betrachtung von besonderen Vorkommnissen in den Fließgewässern im Berichtszeitraum.

Die Auswertungen der Ergebnisse aus den oben genannten Untersuchungsprogrammen bezogen sich in der Vergangenheit auf das Abflussjahr. Zur Vereinheitlichung und im Einklang mit der Oberflächengewässerverordnung, findet in diesem Kapitel seit dem Berichtsjahr 2023 eine Betrachtung für das Kalenderjahr statt. Die Bewertungen der einzelnen Parameter nach den Vorgaben der Oberflächengewässerverordnung sowie der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW [5.3, 5.4] erfolgen zusammenfassend am Ende dieses Kapitels.

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 18) .

Ergebnisse der physikalisch-chemischen Ruhrlängsuntersuchungen, der Messstelle Ruhr bei Essen-Rellinghausen und der Gewässerüberwachungsstationen

Die geographische Lage der zwölf Ruhr-Probenahmestellen ist in Bild 5.1 dargestellt. Die ersten fünf Probenahmeorte befinden sich zwischen der Ruhrquelle und der Mündung der Möhne. Drei weitere Messstellen liegen auf der Strecke von der Möhнемündung bis zur Wehranlage des Harkortsees. Im Abschnitt bis zur Mündung in den Rhein befinden sich die restlichen vier Probenahmestellen. 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 LANUK NRW (Landesamt für Natur, Umwelt und Klima, NRW) [5.5]. Neben den an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen gemessenen Kenngrößen fließen in die Bewertung auch die Ergebnisse der Gewässergüte-Überwachungsstationen zwischen Echthausen und Duisburg ein. Die in Bild 5.2 dargestellten Gewässergüte-Überwachungsstationen werden vom Ruhrverband, LANUK NRW, 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 5.1. Im nachfolgenden Text werden jeweils zunächst die Ergebnisse der Ruhrlängsuntersuchungen und dann die der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen betrachtet. Bei den monatlichen Ruhrlängsuntersuchungen ist zu berücksichtigen, dass im November keine Probenahme durchgeführt wurde und somit nur Ergebnisse von elf Untersuchungen vorliegen.

[5.1] 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

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

[5.3] Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW (Hrsg.): Leitfaden Monitoring Oberflächengewässer, https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/lanuv_monitoring-leitfaden_ofg_2020_.pdf, Zugriff 07. Mai 2025

[5.4] https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/anhang_d4_zyklus_4.xlsx, Zugriff 07. Mai 2025

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

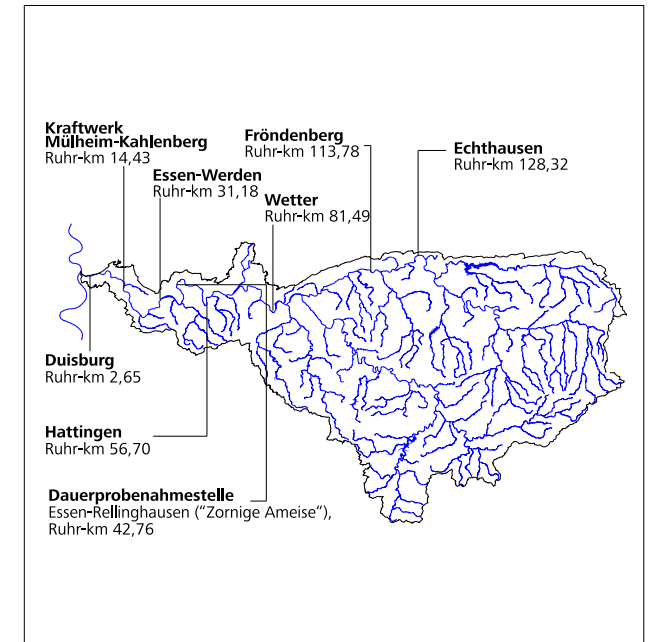
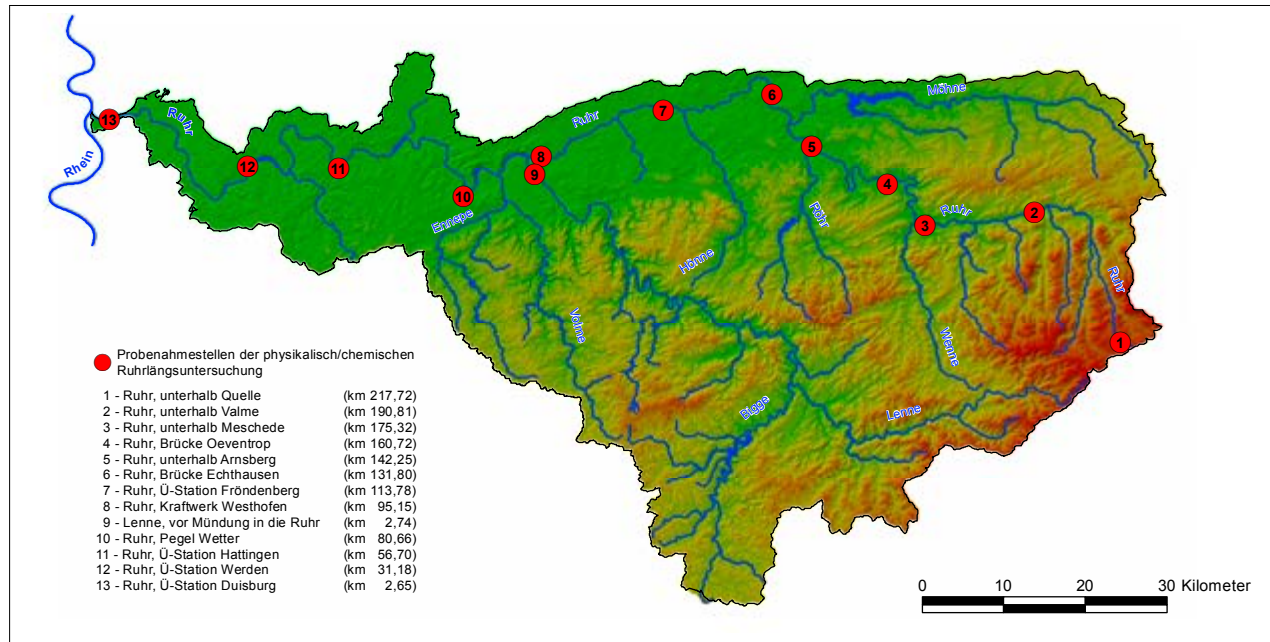


Bild 5.1: Geografische Lage der dreizehn Probenahmestellen der Ruhrlängsuntersuchungen
 Fig. 5.1: Location of the thirteen sampling points for quality monitoring along the Ruhr
 Source: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2008

Bild 5.2: Lage der Gewässerüberwachungsstationen an der Ruhr
 Fig. 5.2: Location of water quality monitoring stations along the Ruhr

Darstellungsform der Messergebnisse

In Bild 5.3 sind die **Abflusstagesmittelwerte** der Ruhrpegel Meschede, Bachum und Hattingen an den elf Untersuchungsterminen sowie die Monatsmittelwerte am Pegel Hattingen im Kalenderjahr 2024 dargestellt.

Bild 5.4 zeigt die statistischen Daten der Kenngrößen aus der Ruhrlängsuntersuchung für das Kalenderjahr 2024 und die Jahre 2001 bis 2023. Die grauen Linien repräsentieren die 10- und 90-Perzentile, die rote Linie die arithmetischen Mittelwerte der langjährigen Betrachtung. Die Minima und Maxima für das Jahr 2024 entsprechen den Endpunkten der Linien. Das arithmetische Mittel des Berichtsjahrs wird durch den schwarzen Punkt abgebildet.

Die relevanten statistischen Kenngrößen an der intensiv untersuchten Probenahmestelle in Essen-Rellinghausen

sind für das Kalenderjahr 2024 in den Tabellen 5.2 und 5.3 zusammengefasst. Bild 5.5 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.

Abflusssituation

Im Berichtszeitraum lag der mittlere Abfluss am Pegel Hattingen bei 86 m³/s und war damit 22 % unter dem Vorjahreswert. Im Vergleich zu den Jahren davor lag der mittlere Abfluss aber immer noch auf einem relativ hohen Niveau. In den beiden Monaten Juli und August entspra-

chen die mittleren Abflüsse am Pegel Hattingen an den Untersuchungstagen den Monatsmitteln. In den restlichen Monaten lagen an den Untersuchungstagen zum Teil deutlich niedrigere Abflüsse vor. Dabei wurden im Januar, April und Oktober zum Zeitpunkt der Probenahmen sogar nur halb so hohen und niedrigeren Abflüssen im Vergleich zu den Monatsmitteln erreicht.

Allgemeine physikalisch-chemische Kenngrößen

Die durchschnittliche **Wassertemperatur** in der Ruhr lag mit Ausnahme der Überwachungsstation Hattingen über die gesamte Fließstrecke oberhalb der jeweiligen langjährigen Mittelwerte. Der größte Temperaturunterschied zur Langzeitbetrachtung mit 1,2 °C war wie im Vorjahr an der Probenahmestelle unterhalb Meschede zu verzeichnen.

Tabelle 5.1: Einrichtungen der Gewässer-Überwachungsstationen an der Ruhr
Table 5.1: Facilities at the water quality monitoring stations along the Ruhr

	Echthausen WWU	Fröndenberg LANUV / WWU	Weiter 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		x
Sonstige							
Chlorophyll-a (in vivo Fluoreszenz)			x	x	x		
Lufttemperatur			x				
Solarstrahlung			x		x		
Biomonitore							
Daphnientest		x					
Probenahmeeinrichtungen							
Sammelprobenahme-Einrichtungen		x	x	x	x	x	x
Selbstentleerende Probenahme Einrichtungen							
Schwebstoffgewinnung							
Datenerfassung/-übertragung							
Messwertspeicher		x	x	x	x	x	x
Datenfernübertragung		x	x		x	x	x

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 Probenahme-

stelle Brücke Echthausen über die Möhne in die Ruhr fließt, wodurch die Temperatur um 1,2 °C abgesenkt wird. Auch an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen lagen höhere mittlere **Wassertemperaturen** im Vergleich zur Langzeitbetrachtung, vor allem in den typischerweise kühleren Monaten (Januar bis April, November, Dezember), vor. Besonders auffällig war der März mit einer mittleren Temperatur von 9,6 °C und einem Tagesmaximum von 12,4 °C. In den Sommermonaten lagen die mittleren Wassertemperaturen bei 17,0 °C, wobei das Tagesmaximum mit 23,5 °C am 14. August 2024 gemessen wurde. Die Mittelwerte der **pH-Werte** lagen bei den Ruhrlängsuntersuchungen im Jahr 2024 an den Probenahmestellen unterhalb Quelle und Ü.-Station Duisburg oberhalb und an den Stellen Brücke Echthausen, Ü.-Station Fröndenberg und Ü.-Station Hattingen unterhalb der langjährigen

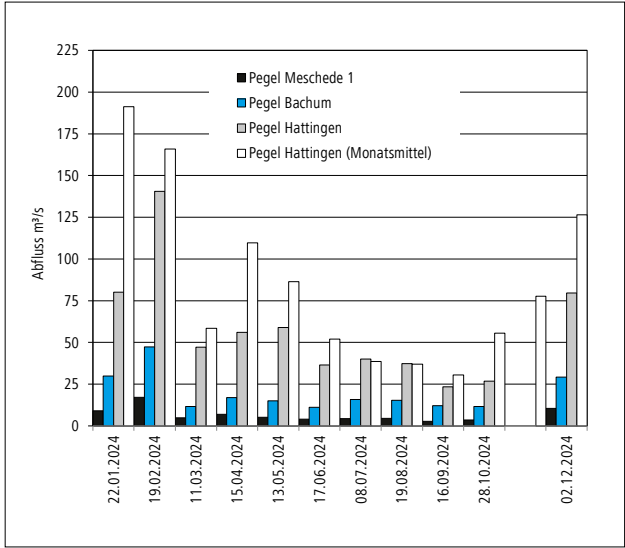


Bild 5.3: Abflüsse an den Pegeln Meschede, Bachum und Hattingen an den Probenahmestellen des Jahres 2024 (Tagesmittelwerte). Dargestellt werden die verfügbaren Pegeldaten.
Fig. 5.3: Ruhr runoff at the gauging stations Meschede, Bachum and Hattingen at the sampling points of 2024 (daily means). Only the available data is shown.

Mittelwerte. Ein pH-Wert von 8,5 wurde im Berichtszeitraum an keiner Stelle überschritten. Dies ist vor allem auf die vergleichsweise geringe planktische Primärproduktion und die damit einher gehende geringe Photosyntheseaktivität zurückzuführen. Der pH-Wert von 6,5 wurde an keiner Probenahmestelle unterschritten. Ebenso wiesen die pH-Werte an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen mit Ergebnissen zwischen pH 7,4 (Mai) und pH 8,5 (November) eine vergleichsweise enge Spannweite auf.

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 7). 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. Bei den Ruhrlängsuntersuchungen lagen ausgenommen an den Probenahmestellen Kraftwerk Westhofen und den Überwachungsstationen Hattingen, Werden und Duisburg die mittleren **Sauerstoffkonzentrationen** unter den durchschnittlichen Konzentrationen der langjährigen Betrachtung. Typischerweise sinkt im Sommer die Sauerstoffkonzentration an der Probenahmestelle in Echthausen durch die Vermischung mit dem sauerstoffärmeren Tiefenwasser aus der Möhnetalsperre. Beim monatlichen Monitoring traten in der Ruhr auch in den Sommermonaten keine Sauerstoffkonzentrationen unterhalb von 7 mg/l, auf, welche auf die sauerstoffzehrende Mineralisierung der zuvor gebildeten Biomasse zurückzuführen wäre. Insgesamt zeigte die Ruhr hinsichtlich der Sauerstoffverhältnisse keine Auffälligkeiten. Die im Kalenderjahr 2024 an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen gemessenen Werte (Bild 5.5) zeigen den typischen Jahresverlauf, bei dem die Sauerstoffkonzentrationen während der Vegetationsperiode (April bis Oktober) durch den Biomasseabbau tendenziell niedriger sind als

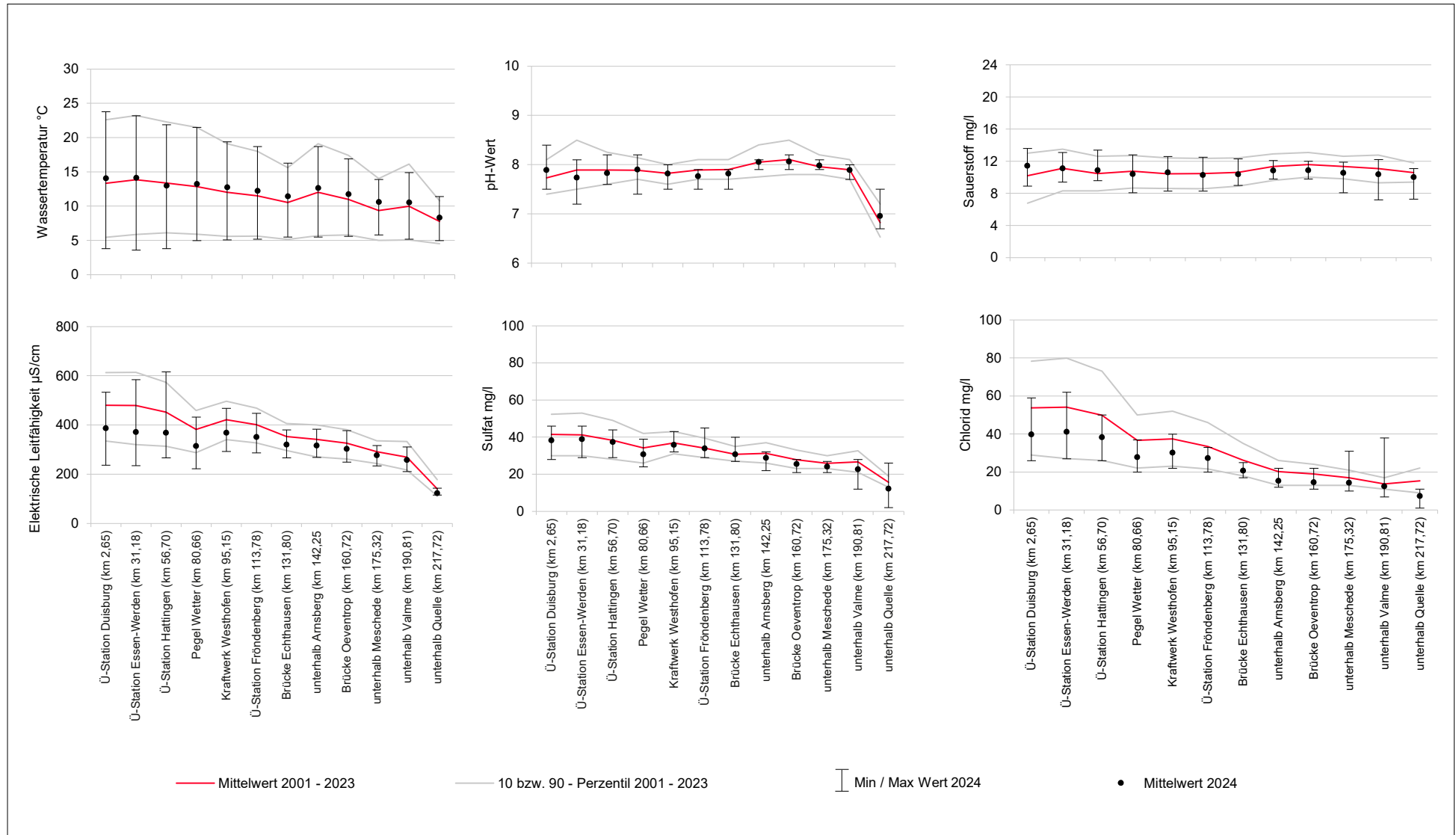


Bild 5.4: Ruhrlängsuntersuchungen im Jahr 2024, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen
 Fig. 5.4: Examinations along the Ruhr during the runoff year 2024, statistical data of selected parameters

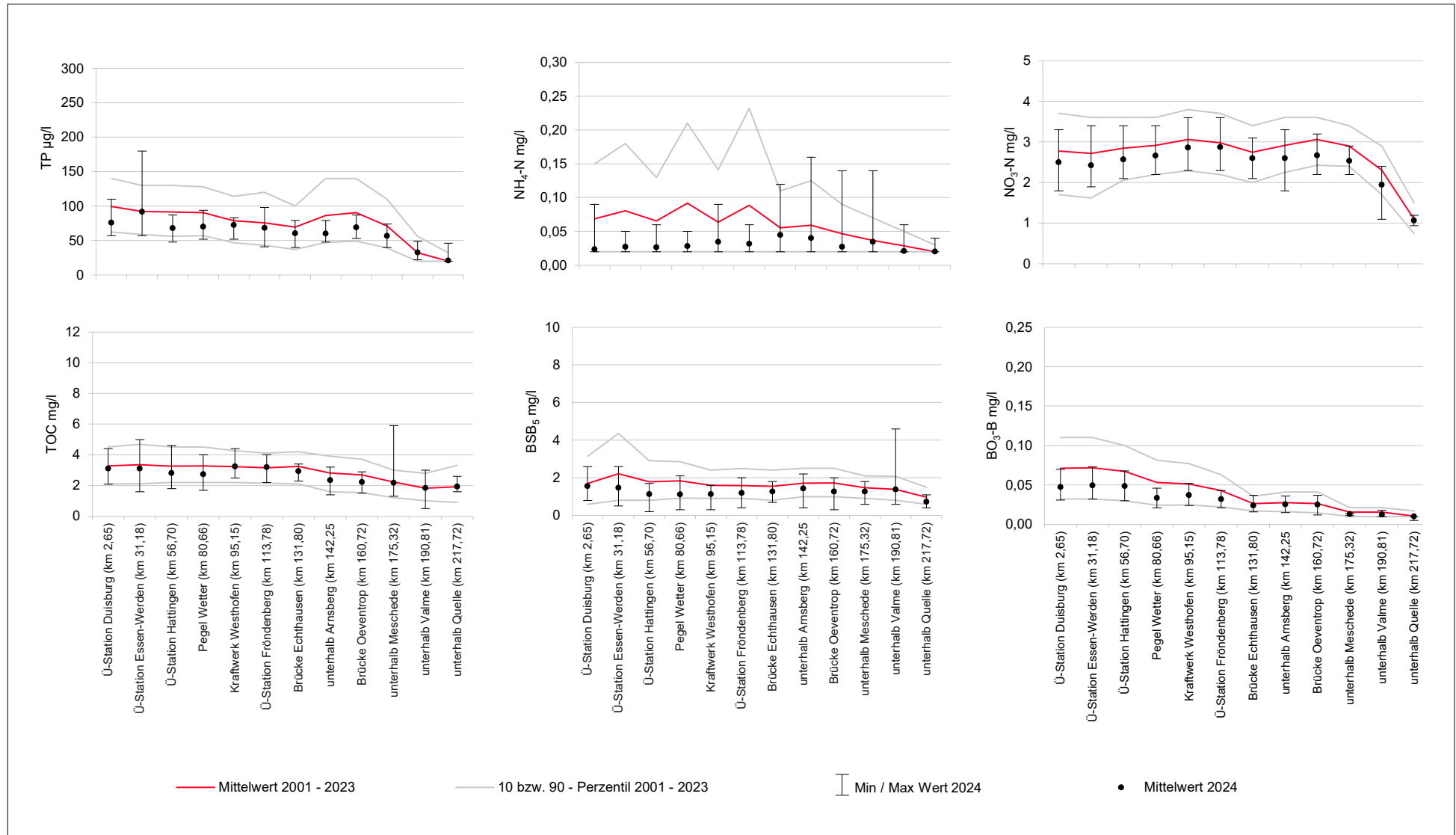


Bild 5.4: Ruhrlängsuntersuchungen im Jahr 2024, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen
 Fig. 5.4: Examinations along the Ruhr during the runoff year 2024, statistical data of selected parameters

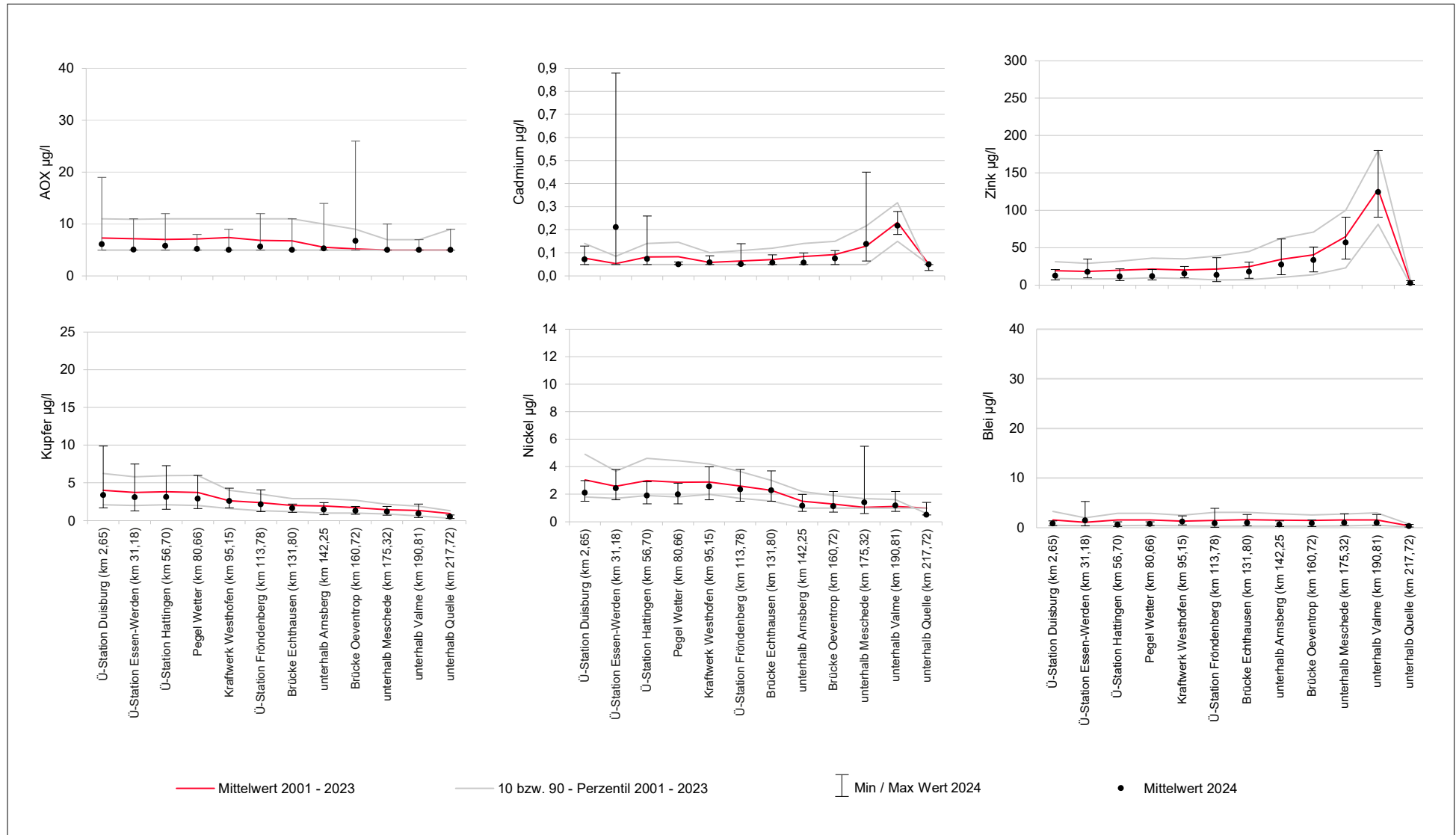


Bild 5.4: Ruhrlängsuntersuchungen im Jahr 2024, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen
 Fig. 5.4: Examinations along the Ruhr during the runoff year 2024, statistical data of selected parameters

Tabelle 5.2: Monats- und Jahresmittelwerte verschiedener Kenngrößen der Ruhr bei Essen-Rellinghausen, Probenahmestelle „Zornige Ameise“, Kalenderjahr 2024. Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Mittelung als halbe Bestimmungsgrenze berücksichtigt.
Table 5.2: Monthly and annual averages of several parameters for the Ruhr at Essen-Rellinghausen, sampling point "Zornige Ameise", calendar year 2024. Results below the limit of quantification were considered in the calculation as half of the limit of quantification.

	Abfluss am Pegel Hat- tingen m³/s	Wasser- tempe- ratur °C	pH- Wert (Me- dian)	Elektr. Leit- fähig- keit µS/cm	Abfiltr. Stoffe mg/l	Abfiltr. Stoffe Glüh- rück- stand mg/l	Sauerstoff Gehalt mg/l	Sätti- gungs- index %	BSB ₅ gesamt mg/l	Chem. Sauer- stoff- bedarf CSB gesamt mg/l	TOC mg/l	DOC mg/l	Absorp- tions- koeffi- zient 254 nm m ⁻¹	Ammo- nium- Stick- stoff mg/l	Nitrat- Stick- stoff mg/l	Gesamt Phos- phor mg/l	o-Phos- phat- Phos- phor mg/l
Januar	191	6,1	7,8	328	10,2	7,2	12,3	99	1,5	6,0	3,0	2,1	5,3	0,06	3,1	0,07	0,04
Februar	166	8,1	7,9	311	6,6	4,9	11,7	99	1,5	6,5	3,0	2,1	4,7	0,05	2,9	0,07	0,03
März	58,5	9,6	7,8	410	3,5	2,4	11,4	100	1,6	6,0	2,9	2,3	4,3	0,02	2,9	0,06	0,03
April	110	11,1	7,8	329	4,8	3,5	11,0	100	1,4	6,4	3,1	2,2	4,7	0,03	2,7	0,06	0,03
Mai	86,4	16,0	7,6	341	7,9	6,1	9,5	96	1,5	6,3	3,6	2,6	5,8	0,04	2,4	0,09	0,03
Juni	52,1	17,7	7,9	401	5,5	3,5	9,3	97	1,4	6,1	3,5	2,6	5,4	0,04	2,4	0,09	0,05
Juli	38,5	20,3	7,9	439	4,0	2,6	8,6	95	0,8	8,2	3,3	2,5	6,1	0,03	2,2	0,08	0,05
August	37,0	21,5	7,9	460	2,4	1,7	8,4	96	0,9	7,6	3,1	2,9	6,5	0,03	2,0	0,08	0,04
September	30,5	18,4	7,9	516	1,5	0,6	8,9	95	0,9	6,5	3,1	2,7	6,2	0,05	2,1	0,07	0,04
Oktober	55,5	13,0	7,9	392	3,2	1,9	10,3	98	0,8	7,3	2,6	2,2	5,5	0,02	2,4	0,08	0,06
November	77,6	9,6	8,0	446	8,5	7,1	11,1	98	1,4	9,5	3,2	2,2	5,6	0,04	2,6	0,10	0,05
Dezember	126	7,2	8,0	317	4,5	3,4	12,0	99	1,4	5,0	2,2	1,9	5,2	0,04	2,8	0,08	0,06
Jahresmittel	85,8	13,2	7,9	391	5,2	3,7	10,4	98	1,3	6,8	3,1	2,4	5,4	0,04	2,5	0,08	0,04
Jahresmittel Vorjahr	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

in den kälteren Monaten Januar bis März, November und Dezember. Es wurde lediglich im September 2024 ein Wert unter 7 mg/l verzeichnet.
Die prozentuale Verteilung der Sauerstoffwerte im Kalenderjahr 2024 in der unteren Ruhr an den Gewässergüte-Überwachungsstationen Hattingen, Essen-Werden, Duisburg sowie an der Probenahmestelle in Essen-Rellinghausen ist in Bild 5.6 dargestellt.

Die prozentualen Anteile der Messwerte mit Sauerstoffkonzentrationen unterhalb von 7 mg/l Sauerstoff lagen an der Gewässergüte-Überwachungsstation Hattingen und Duisburg sowie an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen zwischen 1 und 3 %. In Duisburg fanden an 53 % der Tage Messungen statt. Die vorhanden Werte zeigen insgesamt eine gute Sauerstoffsituation auf. Allerdings muss beachtet werden, dass im Zeitraum vom 27. Februar bis 01. Juli 2024

keine Untersuchungen stattfanden, sodass in dieser Phase, in der erfahrungsgemäß eher niedrigere Sauerstoffkonzentrationen auftreten, keine Messwerte vorlagen. In Hattingen wurde an 74 % der Tage gemessen. Die erfassten Werte deuten auch hier auf eine weitgehend stabile Sauerstoffsituation mit nur wenigen Unterschreitungen hin. Im Vergleich dazu wurde an der Station Essen-Werden bei 20 % der durchgeführten Messungen ein Sauerstoffgehalt von unter 7 mg/l festgestellt. Es ist zu beachten, dass insbesondere zu Beginn des Jahres, einem Zeitraum mit erfahrungsgemäß höheren Sauerstoffkonzentrationen, keine Messwerte vorliegen. In Hattingen trat am 03. August 2024 das Minimum von 3,6 mg/l O₂ auf. Ein Sauerstoffgehalt von 4 mg/l wurde in Hattingen nur zweimal unterschritten, sodass sich im Jahr 2024 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, fortsetzen konnten.

Mineralische Inhaltsstoffe

Der Parameter **Elektrische Leitfähigkeit** ist ein Leitparameter für die 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. Auch an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen wirkt sich das Abflussgeschehen entscheidend auf die **Elektrische Leitfähigkeit** (nicht grafisch dargestellt) aus. So fiel der

Spitzenwert am 13. November 2024 mit 585 $\mu\text{S}/\text{cm}$ bei niedrigem Abfluss von 26 m^3/s an. Das Minimum von 222 $\mu\text{S}/\text{cm}$ wurde am 05. Januar 2024 bei einem Abfluss von 529 m^3/s gemessen. Aufgrund der vergleichsweise häufigen Niederschläge im Berichtsjahr, ist der Jahresmittelwert der Elektrischen Leitfähigkeit für das Berichtsjahr mit 396 $\mu\text{S}/\text{cm}$ entsprechend niedrig, liegt aber in der Schwankungsbreite des Vorjahres.

In Essen-Rellinghausen erhöhten sich bei steigendem Abfluss auch die Konzentrationen der **Abfiltrierbaren Stoffe** sowie die hier nicht dargestellte **Trübung**. Die jeweiligen Höchstwerte betrugen 63 mg/l und 80 FNU am 20. November 2024.

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

Wie bereits im Vorjahr zeigten auch im Berichtszeitraum aufgrund der höheren Abflüsse und der damit einhergehenden höheren Verdünnung, die Gehalte von Sulfat als auch von Chlorid im Längsverlauf der Ruhr einen ähnlichen Trend wie die Elektrische Leitfähigkeit. Es wurden unterdurchschnittliche mittlere Konzentrationen in der gesamten Ruhr für beide Kenngrößen gemessen. Auch die Maximalkonzentrationen zeigten eine deutlich niedrigere Ausprägung. So lagen für Chlorid mit Ausnahme an der Stelle unterhalb Valme und unterhalb Meschede sowie für Sulfat an den drei Messstellen unterhalb Quelle, Brücke Echtenhausen und Überwachungsstation Fröndenberg die Höchstkonzentrationen unter den 90-Perzentilen der langjährigen Betrachtung.

In Essen-Rellinghausen schwankten die Gehalte von Chlorid und **Sulfat** im Berichtsjahr innerhalb der bisherigen Konzentrationsniveaus. Erwartungsgemäß stiegen sie in Korrelation mit niedrigen Abflüssen an, beispielsweise am 13. November 2024. Die diesjährigen Durchschnittskonzentrationen betrugen 37 mg/l Chlorid bzw. 35 mg/l Sulfat und lagen somit vor allem beim Chlorid unter den Werten der Langzeitbetrachtung.

Tabelle 5.3: Monats- und Jahresmittelwerte verschiedener Kenngrößen der Ruhr bei Essen-Rellinghausen, Probenahmestelle „Zornige Ameise“, Kalenderjahr 2024. Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Mittelung als halbe Bestimmungsgrenze berücksichtigt.

Table 5.3: Monthly and annual averages of several parameters for the Ruhr at Essen-Rellinghausen, sampling point "Zornige Ameise", calendar year 2024. 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
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	$\mu\text{g}/\text{l}$	$\mu\text{g}/\text{l}$	$\mu\text{g}/\text{l}$	$\mu\text{g}/\text{l}$	$\mu\text{g}/\text{l}$	$\mu\text{g}/\text{l}$	mg/l	$\mu\text{g}/\text{l}$	$\mu\text{g}/\text{l}$	$\mu\text{g}/\text{l}$	mg/l
Januar	28	29	0,08	< 0,05	1,9	0,07	2,8	1,2	3,1	24	0,59	47	< 5	0,95	0,03
Februar	26	29	0,07	< 0,05	1,7	0,07	2,4	1,1	3,0	21	0,48	41	< 5	1,2	0,03
März	36	40	0,09	< 0,05	0,52	0,05	2,3	0,5	2,1	15	0,18	30	< 5	1,8	0,04
April	27	30	0,08	< 0,05	0,79	0,05	1,7	0,7	2,4	12	0,26	32	< 5	1,5	0,03
Mai	27	31	0,08	< 0,05	1,3	0,06	2,2	0,9	3,4	16	0,38	58	< 5	1,1	0,03
Juni	36	36	0,09	0,05	0,95	0,05	2,1	0,8	3,4	14	0,30	46	5	1,5	0,05
Juli	44	39	0,09	0,06	0,72	0,05	1,9	0,6	3,3	10	0,22	41	8	1,8	0,06
August	45	40	0,09	0,06	0,44	0,05	1,7	< 0,5	2,9	7	0,13	34	7	1,8	0,06
September	55	43	0,09	0,07	0,36	0,05	1,6	< 0,5	2,6	6	0,11	30	10	1,7	0,07
Oktober	37	33	0,08	< 0,05	0,69	0,05	1,7	0,5	2,6	10	0,25	43	6	1,3	0,05
November	45	37	0,09	0,05	2,0	0,08	2,6	1,9	5,6	18	0,56	62	9	1,1	0,05
Dezember	24	27	0,07	< 0,05	1,0	0,04	1,9	0,8	2,4	16	0,35	34	5	0,80	0,03
Jahresmittel	36	35	0,08	< 0,05	1,0	0,06	2,1	0,8	3,0	14	0,32	41	5	1,5	0,04
Jahresmittel Vorjahr	37	32	0,09	< 0,05	1,0	0,06	2,0	0,7	2,8	13	0,30	41	6	1,5	0,04

Bei den monatlichen Ruhrlängsuntersuchungen waren die durchschnittlichen Konzentrationen der Anionen **Fluorid** und **Bromid** sowie der Kationen Calcium, Magnesium, Natrium und Kalium unauffällig und bewegten sich in der Schwankungsbreite der Vorjahre. Auch in Essen-Rellinghausen lagen die Mittelwerte der beiden Anionen **Fluorid** und **Bromid** (nicht grafisch dargestellt) mit 0,09 bzw. 0,05 mg/l in den gleichen Konzentrationsbereichen wie in den Vorjahren.

Die Konzentrationen der Erdalkalimetallkationen **Calcium** und **Magnesium** (nicht tabellarisch dargestellt) zeigten in Essen-Rellinghausen abflussabhängig leichte Schwankungen und waren dabei durchgehend unauffällig. Die Jahresdurchschnittswerte lagen bei 39 mg/l für Calcium und bei 6,9 mg/l für Magnesium und damit etwas unterhalb des Niveaus der letzten zehn Jahre, mit im Mittel 41 mg/l für Calcium und 7,5 mg/l für Magnesium. Hier zeigte sich der Einfluss der höheren Abflüsse im Jahr 2024. Mit einem

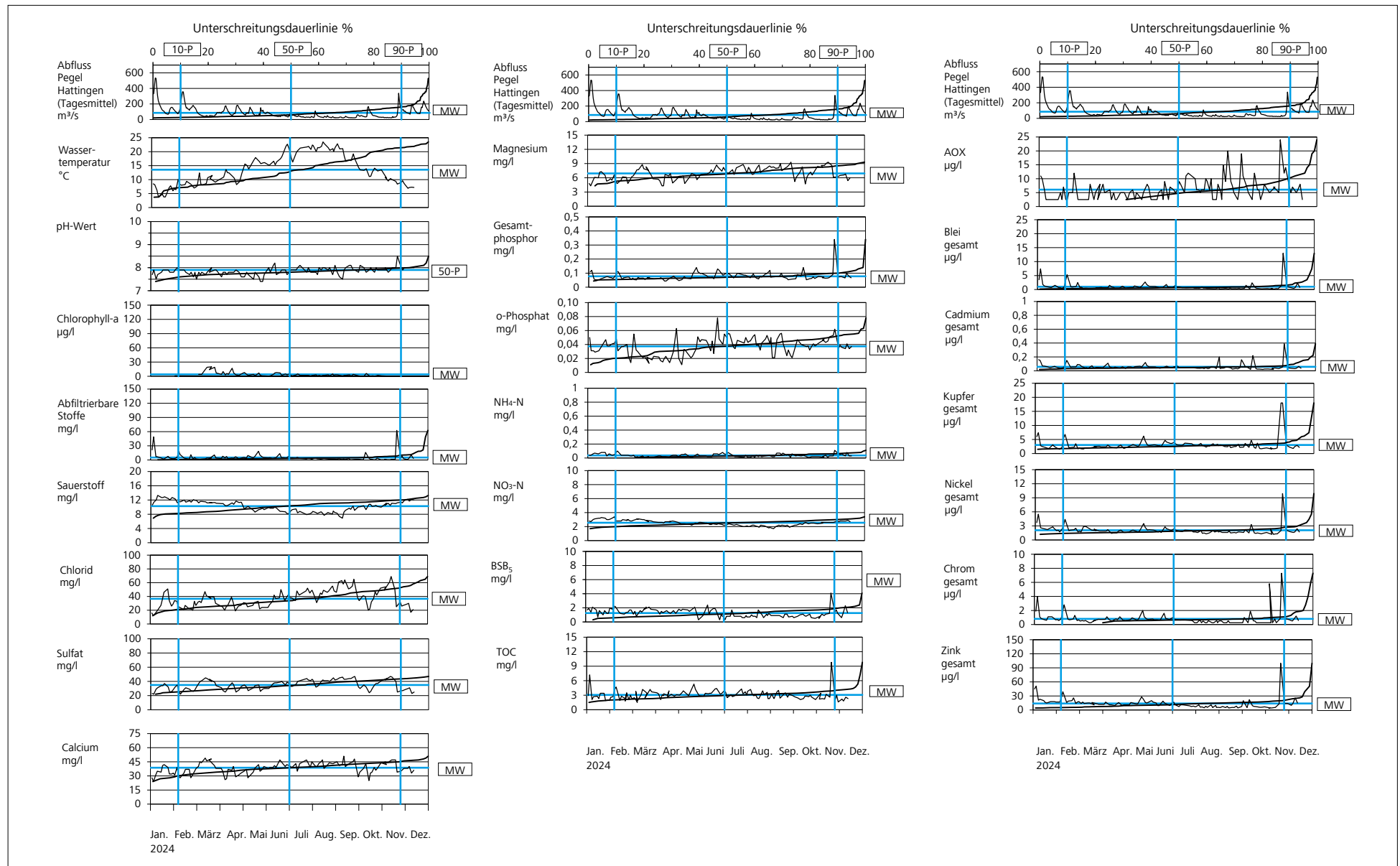


Bild 5.5: Ganglinien und Unterschreitungsdauerlinien verschiedener Kenngrößen, Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Kalenderjahr 2024
 Fig. 5.5: Time-variation curves and curves showing the durations below limit for selected parameters, Ruhr at Essen-Rellinghausen in the calendar year 2024

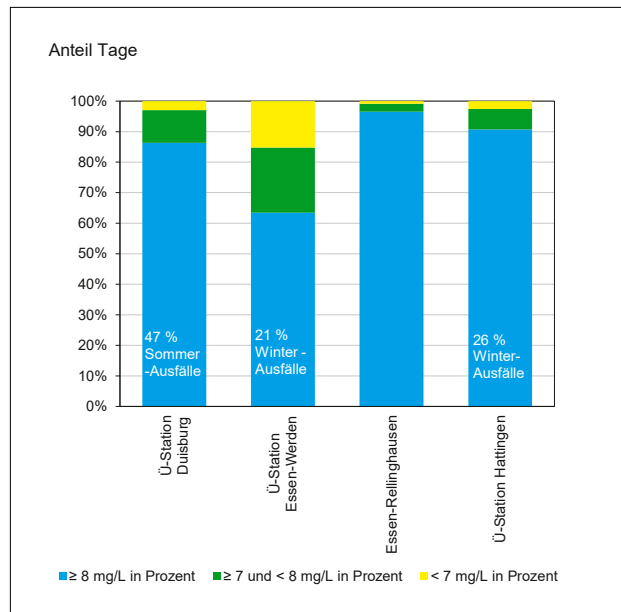


Bild 5.6: Zeitliche Verteilung der Sauerstoffgehalte in der unteren Ruhr im Kalenderjahr 2024

Fig. 5.6: Temporal distribution of oxygen levels in the lower Ruhr, calendar year 2024

mittleren **Härtegrad** von 1,2 mmol/l ist das Wasser an der Dauermessstelle als „weich“ einzustufen.

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, plank-

tische 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 7 werden die Auswirkungen von biotischen und abiotischen Komponenten auf die trophische Situation ausführlich dargestellt. Bei den monatlichen Ruhrlängsuntersuchungen waren die mittleren **Gesamt-Phosphorkonzentrationen (TP)** wie bereits im Jahr zuvor mit Ausnahme der beiden Probenahmestellen Ruhr unterhalb Quelle und Ruhr unterhalb Valme deutlich geringer als das Niveau der vorangegangenen Jahre. Die TP-Gehalte lagen mit Ausnahme von drei Überschreitungen an den beiden mündungsnahen Probenahmestellen im September und Oktober bei niedrigen Abflüssen sowie bei der vom hohen Abfluss geprägten Probenahme an der Überwachungsstation Essen-Werden im Dezember, durchgehend unter 0,1 mg/l. Dabei wurde an der Überwachungsstation Essen-Werden am 03. Dezember 2024 ein vergleichsweise niedriger Maximalwert von 0,18 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 **ortho-Phosphat-Phosphor-Gehalte** im Berichtszeitraum niedrig. An keiner Probenahmestelle wurde ein Wert von über 0,07 mg/l o-PO₄-P gemessen.

In Essen-Rellinghausen betrug der mittlere Gehalt für **Gesamt-Phosphor** 0,08 mg/l. Die höchste Konzentration von 0,34 mg/l TP trat am 20. November 2024 bei hohem Abfluss auf und geht mit dem Maximum für die Abfiltrierbaren Stoffe einher. Dies ist eine erwartbare Korrelation, die auf Sedimentmobilisierung, Abschwemmung von umliegenden Flächen oder Mischwassereinleitung als Ursache hinweist.

Anhand des im Wasser gelösten Anteils an **ortho-Phosphat-Phosphor**, lässt sich der Konsum von Phosphor durch das Phytoplankton erkennen. Während der Frühjahrsent-

wicklung, die mit steigenden Chlorophyll-a-Konzentrationen korrespondiert, wurde das Minimum von 0,011 mg/l o-PO₄-P erreicht. Im Durchschnitt betrug die Konzentration 0,037 mg/l o-PO₄-P.

Die mittleren **Ammonium-Stickstoffkonzentrationen** lagen bei den Ruhrlängsuntersuchungen im Jahr 2024 mit Werten zwischen 0,02 und 0,04 mg/l mit Ausnahme an der Probenahmestelle unterhalb Quelle in der gesamten Ruhr unter dem langjährigen Mittel. An vier der zwölf Probenahmestellen lagen sogar die Maximalgehalte unterhalb der Mittelwerte der letzten 20 Jahre. Dies ist auf Verdünnungseffekte, aber auch auf die niedrigen Ablaufwerte der Kläranlagen zurückzuführen. Werte oberhalb 0,1 mg/l wurden lediglich bei der Probenahme im Januar zwischen Fluss-km 175,32 und 131,80 bei Regenwetter gemessen.

Das niedrige Konzentrationsniveau für **Ammonium-Stickstoff (NH₄-N)** der letzten Jahre wurde auch in Essen-Rellinghausen mit einem mittleren Gehalt von 0,04 mg/l im Kalenderjahr 2024 bestätigt. Ebenso wurde am 20. November 2024 das Maximum von 0,11 mg/l gemessen, was die auffällige Belastungssituation an diesem Tag nochmals bestätigt. 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.

Die mittleren Gehalte für **Nitrat-Stickstoff** blieben im Berichtszeitraum an allen Messstellen der Längsuntersuchungen unterhalb von 3,0 mg/l und bestätigten das niedrige Niveau der letzten Jahre. In Essen-Rellinghausen lag der mittlere **Nitrat-Stickstoffgehalt (NO₃-N)** mit 2,6 mg/l im Bereich der mehrjährigen Schwankung. Der Maximalgehalt von 3,7 mg/l trat im Winter und der Minimalgehalt von 1,7 mg/l im Sommer auf. 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.

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 durch Einträge aus Kläranlagen, Regenwasserbehandlungsanlagen, landwirtschaftlich geprägtem Oberflächenabfluss sowie durch das Abflussgeschehen und die Planktonentwicklung im Gewässer beeinflusst.

Der TOC-Gehalt nimmt entlang des Fließweges der Ruhr von der Quelle bis zur Mündung in den Rhein tendenziell zu. Im Rahmen der Ruhrlängsuntersuchungen lagen die mittleren **TOC**-Konzentrationen im Berichtszeitraum für fünf Stellen auf einem ähnlichen Niveau wie im langjährigen Vergleich, insbesondere im Bereich der Flusskilometrierung 217 bis 175 sowie 113 bis 95, während sie an acht Stellen darunter lagen. Dabei wurde die niedrige Höchstkonzentration von 5,9 mg/l unterhalb Meschede unter Niederschlagseinfluss nachgewiesen. Auch in Essen-Rellinghausen würde das Maximum von 9,8 mg/l für TOC unter Niederschlagseinfluss sowie hoher Abflüsse detektiert. Die mittleren Konzentrationen bewegten sich im Bereich der mehrjährigen Schwankung.

Bei den monatlichen Untersuchungen im Fließverlauf zeigte der **BSB₅** kaum Auffälligkeiten. Hier blieben mit Ausnahme von der Stelle unterhalb Valme die mittleren Konzentrationen und sogar die Höchstkonzentrationen unter den 90-Perzentilen der langjährigen Werte. Das Maximum trat mit 4,6 mg/l im Mai an der Probenahmestelle unterhalb Valme auf. In Essen-Rellinghausen lag der **BSB₅ (ohne ATH)** im Kalenderjahr 2024 mit durchschnittlichen 1,3 mg/l im langjährigen Mittel. Während der hohen Abflüsse am 20. November wurde das BSB_5 -Maximum von 4,1 mg/l festgestellt.

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 Gehalte für AOX liegen seit vielen Jahren auf einem niedrigen Niveau, was auch dieses Jahr bei den Ruhrlängsuntersuchungen,

ausgenommen an der Stelle Brücke Oeventrop, bestätigt werden konnte. Dort lag die mittlere Konzentration aufgrund des im Juli 2024 gemessenen Wertes oberhalb der langjährigen Werte. Eine Ursache dafür ist nicht bekannt. Die mittleren Konzentrationen bewegten sich dennoch in einem engen Bereich zwischen 5 und 7 µg/l. Die AOX-Werte in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen lagen im langjährigen mittleren Bereich und bewegten sich im Kalenderjahr 2024 bei einem Mittelwert von 6 µg/l zwischen < 5 und 24 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 Chrom, Kupfer und Zink sowie der prioritär gefährliche Stoff Quecksilber (nicht grafisch dargestellt) analysiert.

Wie bereits im Vorjahr ist bei der monatlichen Ruhrlängsuntersuchung an den Gesamtkonzentrationen der Metalle Blei, Nickel und Cadmium der Einfluss der insgesamt erhöhten Abflussverhältnisse im Jahr 2024 zu erkennen. Vor allem infolge der bei hohen Abflüssen auftretenden Konzentrationsspitzen lagen die mittleren Gehalte von Nickel und Cadmium an den Probenahmestelle unterhalb Valme und unterhalb Meschede sowie von Cadmium und Blei in der unteren Ruhr (z.B. Essen-Werden), über den langjährigen Mittelwerten. Die Metallkonzentrationen traten dabei überwiegend partikulär gebunden auf. 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.

In Essen-Rellinghausen lagen die mittleren Konzentrationen (Bild 5.5) für die Metalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel und Zink in etwa auf dem Niveau der Vorjahre. Am 20. November 2024 lagen die Maximalkonzentrationen aller oben genannten Metalle aufgrund erhöhter Abflüsse auf hohem Niveau, wobei sie überwiegend partikulär gebunden vorlagen. Quecksilber (nicht grafisch dargestellt) wurde zehnmal oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,005 µg/l und mit einem Maximum von 0,045 µg/l am gleichen Tag nachgewiesen.

Langzeitbetrachtung an drei ausgewählten Probenahmestellen für die Parameter CSB, Ammonium-Stickstoff und Gesamt-Phosphor

Das Bild 5.7 zeigt in gestapelten Säulendiagrammen wie sich die Konzentrationen relevanter Parameter für die organische Belastung (CSB) und die Nährstoffbelastung (NH_4 -N, TP) an mehreren Probenahmestellen über fünf Dekaden von 1970 bis 2020 und im Vergleich zum Berichtsjahr verändert haben. Als Ergänzung zur Abbildung zeigt Tabelle 5.4 die wichtigsten Perzentile für ausgewählte Dekaden und das Berichtsjahr. 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 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.

Besondere Vorkommnisse

Am 11. Januar 2024 kam es in der Ruhr bei Hattingen (km 56,7) zu einem Fischsterben.

Vermutlich war die Ursache dafür, dass die Fische (Rot-äugen) bei Hochwasser in den Abschlagskanal eines Stauraumkanals

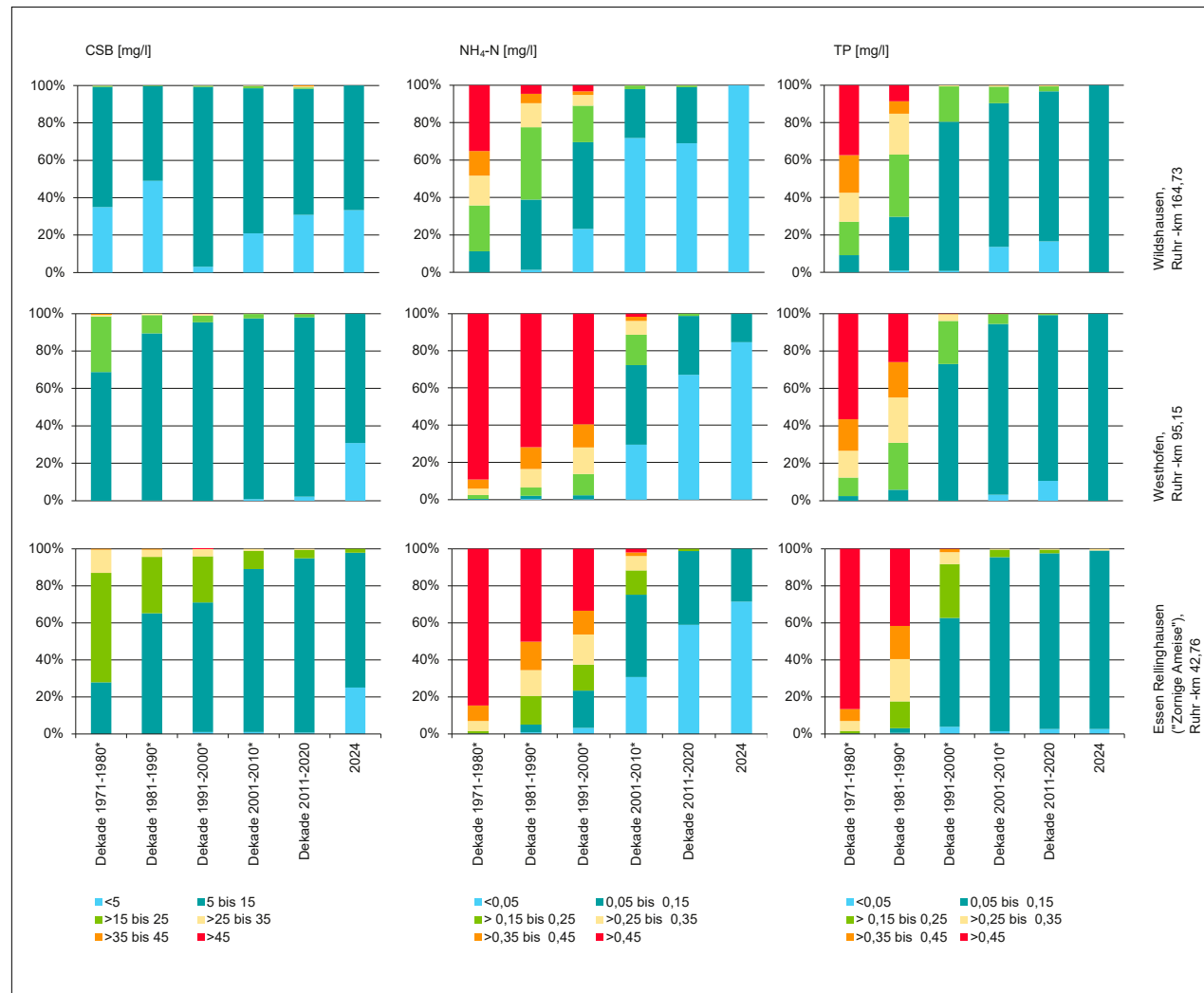


Bild 5.7: Ruhrwasserbeschaffenheit nach den Ergebnissen der monatlichen Ruhruntersuchung, dargestellt als gestapelte Säulendiagramme für unterschiedliche Perioden. *: Abweichend zur Legendenangabe werden die Daten von November des ersten Jahres bis Oktober des letzten Jahres der Dekade dargestellt, aufgrund der Verfügbarkeit von Altdaten. Der Unterschied ist vernachlässigbar.

Fig. 5.7: Ruhr water condition according to the results of weekly examinations, shown as stacked column chart for different periods.

*: In difference to the legend, the data shown refers to the period from November of the first year until October of the last year of the decade. The difference is negligible.

gelangt sind, dort bei Rückgang des Wassers „gefangen“ waren, verendeten und wieder in die Ruhr gespült wurden. Eine stoffliche Ursache ist unwahrscheinlich.

Zu einem Fischsterben kam es auch am 04. Dezember 2024 im Deilbach vor Mündung in die Ruhr (km 37,3), wobei eine größere Anzahl toter Fische festgestellt wurde. Im betroffenen Bereich wurden Wasserproben entnommen und auf biologische und chemische Parameter untersucht. Eine Ursache für das Fischsterben konnte nicht festgestellt werden.

Ein weiteres Vorkommnis ereignete sich im Kreis Olpe.

Der Landrat des Kreises Olpe berichtete am 28. August 2024, dass durch einen verstopften Abfluss organisch hoch belastetes Abwasser eines Fleischmarktes über einen Regenwasser-Kanal in die Bigge (Fluss-km 30,6) gelangte.

In der Einleitungsstelle der Bigge war erkenntlich, dass starke Eintragungen von tierischem Fett und Blut stattfanden. Beeinträchtigungen der Gewässerbiozönose konnten jedoch nicht beobachtet werden.

Zusammenfassende Bewertung

In der Tabelle 5.5 sind relevante Parameter, die entsprechend der OGewV und des Leitfadens NRW bewertet werden, 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 9 verwiesen. Die Anforderung für den guten Zustand nach der OGewV für die Wassertemperatur im Winter wurde lediglich im Februar und März in Essen-Rellinghausen überschritten, des Weiteren wurde die Qualitätsanforderung von 23 °C im August an den Probenahmestelle Essen-Rellinghausen und Überwachungsstation Essen-Werden überschritten. Auch die Mindestanforderung für die Sauerstoffkonzentration von 7,0 mg/l konnte in Essen-Rellinghausen im September einmal nicht eingehalten werden, was zu einer mäßigen Bewertung führte. Der vorgeschriebene pH-Bereich von 6,5 bis 8,5 konnte allerdings an allen Stellen eingehalten werden.

Die mittleren Konzentrationen für Chlorid und Sulfat lagen an den einzelnen Messstellen in einem Bereich zwischen

*Tabelle 5.4: Ruhrwasserbeschaffenheit nach den Ergebnissen der monatlichen Ruhruntersuchung, zusammengefasst durch drei verschiedene Perzentile (P_{10} , P_{50} = Median, P_{90}) für unterschiedliche Perioden. *: Abweichend zur Legendenangabe 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 5.4: Ruhr water condition according to the results of weekly examinations, summarized to three different percentiles (P_{10} , P_{50} = Median, P_{90}) for different periods. *: In difference to the legend, the data shown refers to the period from November of the first year until October of the last year of the decade. The difference 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
	NH ₄ -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
	NH ₄ -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
	NH ₄ -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
	NH ₄ -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
	NH ₄ -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
2024	CSB	mg/l	<BG	5,2	9,0	<BG	6,1	7,5	<BG	6,2	8,7
	NH ₄ -N	mg/l	<BG	<BG	<BG	0,02	0,03	0,06	<BG	0,03	0,07
	TP	mg/l	<BG	<BG	0,05	0,06	0,08	0,08	0,06	0,07	0,10

12 und 39 mg/l Sulfat bzw. 7 und 41 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.

Der für die Beurteilung des ökologischen Zustands in der OGewV definierte Orientierungswert von 3,0 mg/l BSB₅ 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 o-Phosphat-Phosphor erhielten alle Messstellen die gleiche Bewertung wie für den entsprechenden Gesamtphosphor. Für Nitrat-Stickstoff wurde die UQN der OGewV von 11,3 mg/l, mit lokalen Mittelwerten von inzwischen sehr niedrigen 1,1 bis 2,9 mg/l erneut im gesamten Ruhrverlauf sehr sicher eingehalten. Schon seit vielen Jahren verbessert sich auch die Ammoniumsituation in der Ruhr. Im Jahr 2024 wurde an elf der 13 untersuchten Messstellen die Anforderung der Anlage 7 der OGewV von $\leq 0,04$ mg/l NH₄-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 0,21 µg/l Cd_{filtr.} die UQN von 0,15 µg/l Cd_{filtr.} überschritten wurde. Auf der weiteren Fließstrecke gehen die Gehalte wieder zurück und erreichen mit Ausnahme an der Überwachungsstation Essen-Werden, wo nur die Gesamtgehalte für Cadmium erhöht waren, ein konstant niedriges Niveau.

Tabelle 5.5: Bewertung der Ruhruntersuchungen des Jahres 2024 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW
Table 5.5: Evaluation of water examinations in the water year 2024 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-Rellinghausen																												
505110	Ruhr	Essen-Rellinghausen	42,76	118																								
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																								

* gesetzlich nicht verbindliche Stoffe, Leitfaden Anlage D4

OGewV Flussgebietspezifische Schadstoffe, Ökologischer Zustand (Anl. 6), Leitfaden NRW (Anl. D4)

OGewV Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (Anl. 7)

	sehr gut
	gut
	mäßig

OGewV Prioritäre Stoffe, Chemischer Zustand (Anl. 8)

	eingehalten
	nicht eingehalten
	nicht bewertet
	nicht untersucht

Die Konzentrationen der flussgebietspezifischen 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 2024 mit Ausnahme der Probenahmestelle unterhalb Quelle und an der Überwachungsstation Hattingen eine mäßige Bewertung vor. Ab Brücke Oeventrop 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.

06 Monitoring gemäß EG-WRRL

06.1. Physikalisch-chemische Untersuchungen

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 Klima Nordrhein-Westfalen (LANUK NRW, früher: LANUV) und dem Ruhrverband zum gemeinsamen operativen Monitoring nach EG-WRRL wurden in den Jahren 2023 und 2024 35 Gewässer in acht Planungseinheiten untersucht. Dazu zählen die Planungseinheiten Möhne, obere Ruhr 2, obere Ruhr 1, mittlere Ruhr, obere Lenne, untere Lenne, Volme sowie untere Ruhr. Schwerpunkte waren im Berichtszeitraum dabei die Planungseinheiten obere Lenne und obere Ruhr 2. Der Ruhrverband beteiligte sich an 11 Gewässern mit insgesamt 14 Probenahmestellen. Es werden Ergebnisse von weiteren 42 Messstellen dargestellt, welche vom LANUK in 2023 erhoben wurden. Im Bild 6.1 sind die Fließgewässer und die jeweiligen Messstellen in den Planungseinheiten kartografisch dargestellt. Dazugehörige Stammdaten sowie die entsprechenden Untersuchungshäufigkeiten sind Tabelle 6.1 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 LANUK festgelegten Stellen untersucht. In Tabelle 6.2 sind relevante Parameter enthalten, die nach den Kriterien der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) [6.1] und weiterer Anforderungen (siehe Kapitel 4, [6.2, 6.3]) bewertet wurden. In der rechten Spalte dieser Tabelle sind ausgewählte Stoffe mit einer mäßigen Bewertung aufgeführt.

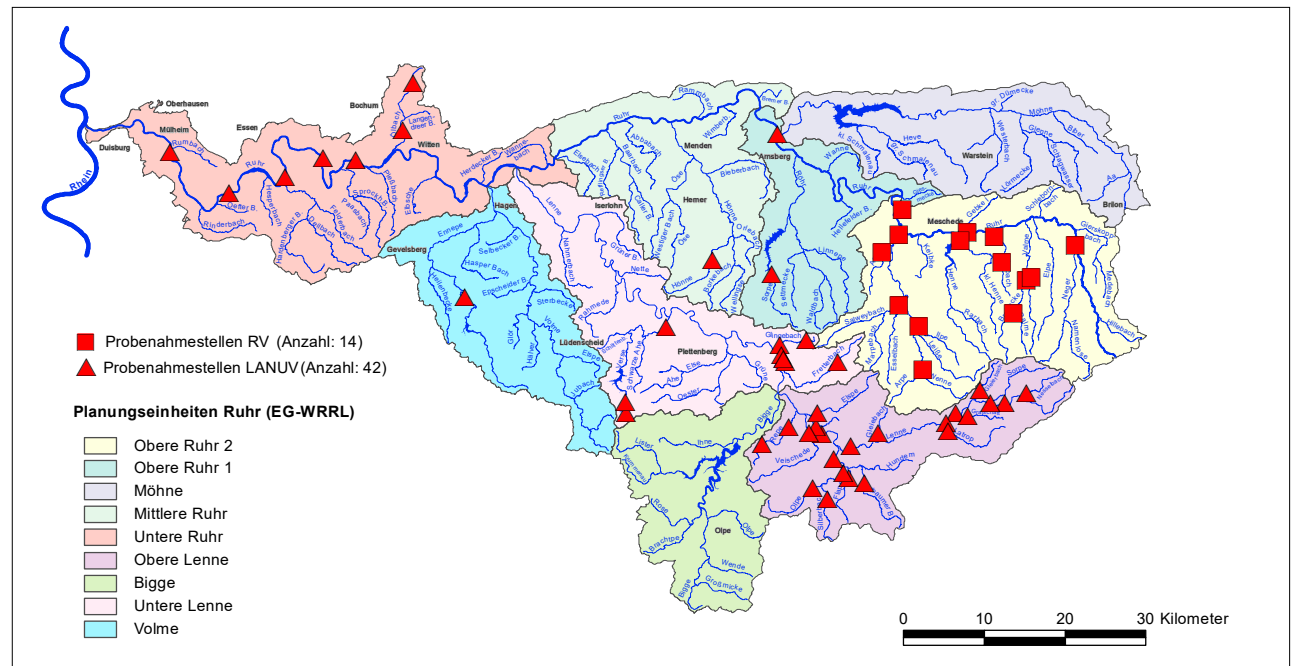


Bild 6.1: Lage der im Jahr 2023 und 2024 untersuchten Fließgewässer einschließlich der jeweiligen Probenahmestellen. Quelle: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2015

Fig. 6.1: Location of the flowing waters monitored in 2023 and 2024 by Ruhrverband and LANUK including the respective sampling points. Source: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2015

Planungseinheit Möhne

Das 468 km² große Einzugsgebiet der Möhne ist überwiegend durch Waldflächen geprägt. Ein knappes Drittel umfasst landwirtschaftliche Nutzflächen. Die Untersuchung dieser Planungseinheit wurde im Jahr 2023 vom LANUK durchgeführt und erfolgte vor Mündung in die Ruhr. Hier lagen niedrige Gehalte der untersuchten Nährstoffe sowie der mineralischen und organischen Inhaltsstoffe vor, sodass für diese mindestens der gute Zustand erreicht wurde. Lediglich erhöhte Gehalte an Kupfer und Metformin führten zu Überschreitungen der jeweiligen Orientierungswerte. Aus der Gruppe der PSM wiesen die Konzentrationen aller untersuchten Kenngrößen den sehr guten bzw. guten Zustand auf.

Planungseinheit obere Ruhr 2

Die Planungseinheit obere Ruhr 2 (A_{EO} : 739 km²) wird überwiegend durch Wald sowie landwirtschaftliche Flächen geprägt. Im Jahr 2024 wurden neben der Ruhr zehn weitere Gewässer an elf Probenahmestellen durch den Ruhrverband untersucht.

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

[6.2] Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW (Hrsg.): <https://www.flussgebiete.nrw.de/monitoring-leitfaden-oberflaechengewaesser> Zugriff 05. April 2025

[6.3] <https://www.flussgebiete.nrw.de/monitoring-leitfaden-oberflaechengewaesser-anhang-d4-zyklus-4>, Zugriff 05. April 2025

An den drei Stellen an der Ruhr 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 Zinkkonzentrationen an allen drei Stellen sowie erhöhte Kupferkonzentrationen an den ersten beiden Stellen zu einer Überschreitung des jeweiligen Orientierungswertes. Oberhalb Meschede konnte auch wegen mehrerer kläranlagenbürtiger Parameter wie z.B. Acesulfam, Iohexol, Candesartan, Guanylharnstoff, Ibuprofen und Metformin der gute Zustand nicht erreicht werden. Des Weiteren wurde hier die niedrige UQN für PFOS verfehlt. Unterhalb der Einmündung Wenne erfolgte aufgrund erhöhter Wassertemperatur und erhöhten pH-Werts im Mai 2024 eine mäßige Bewertung für Ammoniak-Stickstoff.

Für die Mehrheit der untersuchten Messstellen in den Nebengewässern wiesen die Nährstoffe niedrige Gehalte auf und erfuhren eine gute Bewertung. Lediglich in der Arpe I oberhalb Berge wurden durchgehend hohe Gehalte an Gesamtphosphor und ortho-Phosphat-Phosphor gemessen, die wahrscheinlich auf eine gewerbliche bzw. industrielle Direkteinleitung zurückzuführen sind. Im November wurden in den Gewässern Arpe II, Ilpe und Salweybach aufgrund erhöhten Abflusses und der dadurch verbundenen Remobilisierungsprozesse erhöhte Konzentrationen an Gesamtphosphor und Eisen sowie im Salweybach für TOC festgestellt, diese führten zu einer mäßigen Einstufung. Im Salweybach, der Arpe I und Arpe II sowie in der Palme Brabecke und im Nierbach wurde auch der gute Zustand für Kupfer sowie in der Arpe II, der Brabecke, der Valme und im Nierbach für Zink verfehlt. Die Gehalte von Barium erfuhren in der Neger vor Mündung in die Ruhr eine mäßige Einstufung. Zudem erfolgte an neun Messstellen der Nebengewässer eine mäßige Bewertung für die Konzentration von Zink. Die UQN für die mittleren Cadmiumkonzentrationen wurde in der Brabecke überschritten. Des Weiteren machte sich hier der Einfluss von diffusen Quellen in Form von Überschreitungen von Benzo[a]pyren bemerkbar.

Tabelle 6.1: Ausgewählte Stammdaten der im Jahr 2023 und 2024 physikalisch-chemisch untersuchten Gewässer

Table 6.1: Selected master data for the waters that were physico-chemically examined in the year 2023 and 2024

Gewässer	Gewässer-kennzahl	Gesamtfläche (AE0) km²	Länge km	Messstellen Anzahl	Untersuchungen Anzahl
Planungseinheit 1800: Möhne ▲					
Möhne	2762	468,6	65,1	1	4
Planungseinheit 1700: Obere Ruhr 2 ■					
Ruhr	276	740,0	53,0	3	12
Valme	27612	62,6	19,7	1	4
Palme	27612	62,6	19,7	1	4
Brabecke	276122	32,4	13,6	1	4
Nierbach	276134	19,3	10,1	2	8
Henne	27614	96,8	22,5	1	4
Wenne	27616	218,0	31,1	1	4
Arpe II	276162	17,4	7,3	1	4
Ilpe	276166	12,6	8,3	1	4
Salweybach	276168	67,7	14,8	1	4
Arpe I	2761696	19,6	8,7	1	4
Planungseinheit 1600: Obere Ruhr 1 ▲					
Sorpe	276188	57,2	18,6	1	4
Planungseinheit 1500: Mittlere Ruhr ▲					
Hönne	2764	262,2	33,4	1	4
Planungseinheit 1400: Obere Lenne ▲					
Lenne	2766	457,0	55,5	6	33
Sorpe	276614	10,3	11,3	1	4
Hundem	27662	128,7	14,5	1	4
Olpe	276628	47,2	15,4	2	8
Silberbach	2766286	18,1	9,8	1	4
Flape	276626	11,8	8,8	1	4
Veischede	276636	42,7	16,6	1	4
Repe	276638	26,3	11,4	2	8
Gleierbach	276616	10,9	7,1	2	9
Grafschaft	276618	12,3	6,4	1	5
Albaumer Bach	276624	32,3	13,2	1	4
Latrop	2766192	30,0	11,0	1	4
Nesselbach	27648	63,6	19,6	1	4
Elspe	276856	12,5	7,1	1	4

Tabelle 6.1: Ausgewählte Stammdaten der im Jahr 2023 und 2024 physikalisch-chemisch untersuchten Gewässer
Table 6.1: Selected master data for the waters that were physico-chemically examined in the year 2023 and 2024

Gewässer	Gewässer-kennzahl	Gesamtfläche (AE0) km²	Länge km	Messstellen Anzahl	Untersuchungen Anzahl
Planungseinheit 1300: Untere Lenne ▲					
Lenne	2766	529,0	73,6	2	8
Fretterbach	276652	44,8	16,7	2	8
Glingebach	276654	12,6	6,6	2	8
Verse	27668	79,8	24,6	3	12
Planungseinheit 1100: Volme ▲					
Ennepe	27688	187,3	42,1	1	4
Planungseinheit 1000: Untere Ruhr ▲					
Ruhr	276	651,0	99,0	5	29
Harpener Bach	27692	8,5	4,1	1	4
Ölbach	27692	53,4	13,4	1	4
Summe		4138,4	748,6	56,0	240,0
■ Probenahmestellen RV ▲ Probenahmestellen LANUV					

In der Arpe II, deren Einzugsgebiet landwirtschaftlich geprägt ist, überschritt die mittlere Konzentration den Orientierungswert für den Pflanzenschutzmittelmetaboliten Metolachlor ESA. Weiter konnte hier und in der Wenne vor Mündung in die Ruhr der gute Zustand für Nitrit-Stickstoff nicht erreicht werden. Zudem wurden in der Arpe II und im Salweybach Parameter aus der Gruppe der Arzneimittelwirkstoffe, Röntgenkontrastmittel und Süßstoffe nachgewiesen und mit mäßig bewertet. Darüber hinaus lagen im Januar 2024 in der Arpe I Temperaturen von über 8 °C und im April 2024 ein erhöhter pH-Wert vor, wodurch die jeweilige Qualitätsanforderung überschritten wurde.

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 an einer Stelle in der Sorpe statt und wurden im Jahr 2023 durch das LANUK durchgeführt. Hier lagen niedrige Gehalte der untersuchten Nährstoffe sowie der mineralischen und organischen Inhaltsstoffe vor, sodass für diese mindestens der gute Zustand erreicht wurde. Lediglich die Qualitätsanforderung für die Wassertemperatur konnte nicht eingehalten werden.

Planungseinheit mittlere Ruhr

Die Planungseinheit mittlere Ruhr umfasst eine Fläche von 503 km² und ist überwiegend durch Waldflächen und

ackerbauliche Nutzung geprägt. Die Probenahme in der Hönne oberhalb Garbeck wurde im Jahr 2023 vom LANUK durchgeführt. Es lagen durchweg niedrige Gehalte der untersuchten Nährstoffe sowie der mineralischen und organischen Inhaltsstoffe vor, sodass für diese mindestens der gute Zustand erreicht wurde.

Planungseinheit obere Lenne

Das Einzugsgebiet obere Lenne (AEO: 456 km²) besteht zu 70 % aus Waldflächen. Die Untersuchungen fanden in der Lenne an sechs Probenahmestellen sowie in 13 Nebengewässern an insgesamt 16 Probenahmestellen statt. Die Probenahme wurde 2023 durch das LANUK durchgeführt. Hinsichtlich der Nährstoffparameter und der mineralischen/organischen Kenngrößen sind in der oberen Lenne sehr gute bis gute Verhältnisse vorhanden. Lediglich unterhalb der Einmündung der Repe erfolgte aufgrund der im Januar 2023 gemessenen Konzentrationen für Ammonium-Stickstoff eine mäßige Bewertung. Unterhalb Schmallenberg wurde einmalig die Anforderung für die winterliche Wassertemperatur überschritten. Zudem führten erhöhte pH-Werte zwischen Lenne-km 89,0 und 81,0 zu einer Überschreitung des Orientierungswertes. Des Weiteren erfolgte in der Lenne für Kupfer an allen fünf und für Zink an einer von fünf untersuchten Stellen eine mäßige Bewertung. Darüber hinaus führten erhöhte Thalliumgehalte bei Fluss-km 81,95 zu einer Einstufung in den mäßigen Zustand. Auch in den direkt oder indirekt zufließenden Gewässern im Einzugsgebiet der oberen Lenne waren hinsichtlich der Nährstoffsituation gute, meist sogar sehr gute Verhältnisse vorhanden. Der Silberbach, die Hundem und die Olpe werden durch Einflüsse von Erzvorkommen (Namensgeber für den Silberbach) und ehemaligen Minen geprägt, was dazu führte, dass im Silberbach die Umweltqualitätsnormen für die prioritären Schwermetalle Blei, Cadmium und Nickel und in der Hundem in Altenhundem sowie in der Olpe unterhalb Hofolpe für Blei nicht eingehalten

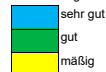
Tabelle 6.2: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2023 und 2024 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV Juni 2016) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW

Table 6.2: Evaluation of water examinations in 2023 and 2024 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	Gesamtposphor	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 1800 - Möhne - Untersuchung durch LANUV 2023																								
416204	Möhne	vor Mdg. in die Ruhr	0,14																				Metformin	
Planungseinheit 1700 - Obere Ruhr 2 - Untersuchung durch RV 2024																								
400300	Ruhr	uh Einmdg. Neger	201,6																					
400907	Ruhr	oh Meschede	183,0																				Acesulfam, Iohexol, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Gabapentin, Guanylharnstoff, Ibuprofen, Metformin	
401304	Ruhr	uh Einmdg. Wenne	169,6																				Ammoniak-N	
411504	Valme	oh Einmdg. Brabecke	9,09																					
412107	Palme	vor Mdg. in die Brabecke	0,01																					
412004	Brabecke	v Mdg i.d. Valme	0,04																				Benzo(a)pyren	
412170	Nierbach	uh Mdg. Nier	5,39																					
688551	Nierbach	oh. Wehrstapel	0,95																				Guanylharnstoff	
686189	Henne	uh Mdg Kleine Henne	0,92																					
413859	Wenne	v Mdg i.d. Ruhr	1,13																				Nitrit-N	
413320	Arpe II	v Mdg i.d. Wenne	0,30																				Nitrit-N, Acesulfam, Metformin, Metolachlor ESA	
413422	Ilpe	vor Mdg. in die Wenne	0,13																					
414402	Salweybach	vor Mdg. in die Wenne	0,89																				Abfiltrierbare Stoffe, Acesulfam, Iohexol, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Gabapentin, Guanylharnstoff, Ibuprofen, Metformin, Methylparaben	
414888	Arpe I	oh Berge	1,95																					
Planungseinheit 1600 - Obere Ruhr 1 - Untersuchung durch LANUV 2023																								
415900	Sorpe	(R 102) oh Sorpetalsperre	9,86																					
Planungseinheit 1500 - Mittlere Ruhr - Untersuchung durch LANUV 2023																								
689336	Hönne	(R 203a) oh Garbeck	24,42																					

OGewV Flussgebietspezifische Schadstoffe, Ökologischer Zustand (Anl. 6), Leitfaden NRW (Anl. D4)

OGewV Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (Anl. 7)



OGewV Prioritäre Stoffe, Chemischer Zustand (Anl. 8)



Tabelle 6.2: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2023 und 2024 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV Juni 2016) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW
 Table 6.2: Evaluation of water examinations in 2023 and 2024 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				Weitere Stoffe aus den Anl. 6 und 8 der OGewV sowie gesetzlich nicht verbindliche Stoffe mit Bewertungen von mäßig * gesetzlich nicht verbindliche Stoffe, Leitfaden Anlage D4			
				OGewV Anl. 7							OGewV Anl. 8				OGewV Anl. 6							
LANUV Messstellen -Nummer-	Gewässer	Probenahmestelle -Bezeichnung-	Fluss-km	Wassertemperatur	pH-Wert	Ammonium-Stickstoff	Gesamtposphor	Sauerstoff	Chlorid	TOC	Eisen	Blei gelöst	Cadmium gelöst	Nickel gelöst	Quecksilber	PFOS	Nitrat-Stickstoff	Kupfer*		Zink*	Selen gelöst	Silber gelöst
Planungseinheit 1400 - Obere Lenne - Untersuchung durch LANUV 2023																						
420300	Lenne	(R 110) uh Oberkirchen	116,0																			
420608	Lenne	(R 114) uh Schmallenberg	106,9																			
420657	Lenne	(R 115) uh KA Schmallenberg	104,6																			
688733	Lenne	(R 228c) oh von Altenhundem	89,00																			
421157	Lenne	(R231) uh Sachtleben	81,95																			
421200	Lenne	(R233) bei Germaniahuette	80,73																			
420323	Sorpe	(R 110b) vor Mdg. in die Lenne	0,05																			
430456	Hundem	(R 257) in Altenhundem	2,01																			Benzo(a)anthracen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Pyren
430900	Olpe	(R 262) oh Einmdg Silberbach	6,74																			
431023	Olpe	(R 265) uh Hofolpe	1,31																			
431140	Silberbach	(R 266) Bei Breitenbruch	2,47																			
430511	Flape	(R 260a) uh Teichanlage	1,69																			
431450	Veischede	(R 269) uh Bonzel	2,61																			
431655	Repe	(R 271) uh Repe	7,81																			Metazachlor ESA
431631	Repe	(R 271a) uh Niederhelden	2,61																			
688101	Gleierbach	(R 111b) oh Gleidorf	5,47																			
431163	Gleierbach	(R253) oh Fischerteiche	1,19																			
688204	Grafenschaft	(R 113c) uh Zufluss Dormecke	0,91																			
688447	Albaumer Bach	(R 258b) uh. Niederalbaum	2,88																			
688769	Latrop	(R 116a) oh Kapellenstraße	1,09																			
420128	Nesselbach	(R 108c) uh KA Nordenau	0,90																			
431254	Elspe	(R 267a) oh Lennegraben	0,99																			

OGewV Flussgebietspezifische Schadstoffe, Ökologischer Zustand (Anl. 6), Leitfaden NRW (Anl. D4)

OGewV Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (Anl. 7)

	sehr gut
	gut
	mäßig

OGewV Prioritäre Stoffe, Chemischer Zustand (Anl. 8)

	eingehalten
	nicht eingehalten
	nicht bewertet
	nicht untersucht

Tabelle 6.2: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2023 und 2024 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV Juni 2016) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW
 Table 6.2: Evaluation of water examinations in 2023 and 2024 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 - Untere Lenne - Untersuchung durch LANUV 2023																							
689221	Lenne	(R 236c) oh KA Finnentrop	68,06																				
689210	Lenne	(R 236d) uh KA Finnentrop	67,24																				
433755	Fretterbach	(R 285a) uh Serkenrode	11,81																				
433901	Fretterbach	(R 287) vor Mdg. i. d. Lenne	0,30																				
431187	Glingebach	(R288) oh Talsperre	4,90																				
433937	Glingebach	(R 289) oh Rönkhausen	1,08																				
687297	Verse	(R 305b) oh Fürwiggetalsperre	23,82																				
687303	Verse	(R 305a) uh Fürwiggetalsperre	21,89																				
435260	Verse	(R 307) uh Kleinhammer	1,60																				
Planungseinheit 1100 - Volme - Untersuchung durch LANUV 2023																							
442501	Ennepe	(R 334) oh Peddenoede	21,61																				
Planungseinheit 1000 - Untere Ruhr - Untersuchung durch LANUV 2023																							
22810	Ruhr	oh Hattingen	61,42																				
505020	Ruhr	Brücke Dahlhausen	51,36																				
505043	Ruhr	(R22) oh Baldeneysee	38,41																				
503605	Ruhr	(R59) uh Baldeneysee	27,91																				
503800	Ruhr	Ruhr Mitte, km 1,9	1,98																				
923163	Ruhr	Mülheim-Kahlenberg	0,03																				
518906	Harpener Bach	bei Haus Holte	10,62																				
519005	Oelbach	oh KA Oelbachtal	3,37																				

OGewV Flussgebietspezifische Schadstoffe, Ökologischer Zustand (Anl. 6), Leitfaden NRW (Anl. D4)

OGewV Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (Anl. 7)

	sehr gut
	gut
	mäßig

OGewV Prioritäre Stoffe, Chemischer Zustand (Anl. 8)

	eingehalten
	nicht eingehalten
	nicht bewertet
	nicht untersucht

werden konnten. Zudem wurden in diesen drei Gewässern an den vier untersuchten Probenahmestellen auch die Anforderungen für Kupfer und an drei Probenahmestellen für Zink überschritten. Zur Überschreitung der Qualitätsanforderung für Kupfer kam es auch in der Sorpe oberhalb Lennegraben. Des Weiteren führten diffuse Einträge in der Hundem zu Überschreitungen der Anforderung für Benzo[a]anthracen, Indeno[1,2,3-cd]pyren und Pyren. In der Repe, deren Einzugsgebiet landwirtschaftlich geprägt ist, überschritt die mittlere Konzentration den Orientierungswert des Pflanzenschutzmittelmetaboliten Metazachlor ESA. Im Bach Grafschaft wurde aufgrund anhaltend warmen Wetters die zulässige Höchsttemperatur im Sommer und im Albaumer Bach die Anforderung für den pH-Wert überschritten. In der Elspe oberhalb Lennegraben erfuhren die meisten Parameter eine gute oder sogar bessere Bewertung. Lediglich die Qualitätsanforderung für Kupfer und Benzo[a]pyren konnte nicht eingehalten werden.

Planungseinheit untere Lenne

Das Einzugsgebiet dieser Planungseinheit (A_{EO} : 528 km²) zeichnet sich durch städtische und industrielle Prägung aus. Die Untersuchungen fanden im Jahr 2023 statt und wurden durch das LANUK durchgeführt. Es wurden die Lenne, die Verse, der Fretterbach und der Glingebach an insgesamt neun Probenahmestellen untersucht. Hinsichtlich der Nährstoffparameter und der mineralischen/organischen Kenngrößen sind an den beiden Stellen in der Lenne, ausgenommen unterhalb der Kläranlage Finnentrop für Ammonium-Stickstoffgehalt, sehr gute bis gute Verhältnisse vorhanden.

An den drei Probenahmestellen in der Verse oberhalb und unterhalb der Fürwiggetalsperre sowie unterhalb Kleinhammer erreichten die Gehalte der Nährstoffe sowie der mineralischen und organischen Inhaltsstoffe den sehr guten oder guten Zustand. Oberhalb der Fürwiggetalsperre konnte die Qualitätsanforderung für den pH-Wert an drei der vier Untersuchungstagen sowie für Zink durchgehend nicht eingehalten werden. Zudem führten erhöhte Cadmiumge-

halte hier und unterhalb der Fürwiggetalsperre zur Überschreitung der UQN. Unterhalb der Fürwiggetalsperre nahm die Konzentration für Zink wieder ab, dies führte zu einer guten Einstufung. Bei Fluss-km 1,60 erfolgte für die Kupfergehalte eine mäßige Bewertung. Im Fretterbach unterhalb Serkenrode und vor Mündung in die Lenne führten die niedrigen Gehalte aller untersuchten Parameter zu einer guten bzw. sehr guten Bewertung. Die Untersuchungen im Glingebach fanden oberhalb der Talsperre bei Fluss-km 4,90 sowie oberhalb Rönkhausen bei Fluss-km 1,08 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. Lediglich oberhalb der Talsperre führten erhöhte Gehalte an Eisen, Kupfer, Zink, Arsen und Vanadium zu einer Überschreitung des jeweiligen Orientierungswertes.

Planungseinheit Volme

Die Planungseinheit Volme (A_{EO} : 427 km²) wird überwiegend durch Waldflächen, aber auch durch metallverarbeitende Betriebe geprägt. Die Probenahme wurde durch das LANUK im Jahr 2023 an einer Probenahmestelle in der Ennepe durchgeführt.

Die Ennepe ist mit 42 km Flusslänge das größte Nebengewässer der Volme. An der Stelle oberhalb Peddenoede bei 21,61 Fluss-km lagen die Konzentrationen für die Nährstoffe sowie mineralischen und organischen Inhaltsstoffen in einem guten bzw. sehr guten Bereich.

Planungseinheit untere Ruhr

Diese Planungseinheit (A_{EO} : 651 km²) zeichnet sich stark durch städtische und industrielle Prägung aus. Die Untersuchungen fanden an fünf Stellen in der Ruhr sowie jeweils an einer Stelle im Harpener Bach und im Ölbach statt. Die Probenahme wurde durch das LANUK im Jahr 2023 durchgeführt. Die Anforderung für die Wassertemperatur konnte im Winter an vier Stellen und im Sommer an den beiden Probenahmestellen Brücke Dahlhausen und unter-

halb Baldeneysee nicht eingehalten werden. Zudem führten niedrige Sauerstoffgehalte in Mülheim-Kahlenberg zu einer Unterschreitung des Orientierungswertes. Unterhalb von Baldeneysee wurden die Metalle nicht untersucht, an den weiteren vier Stellen lagen erhöhte Gehalte für Kupfer und Zink vor, wodurch sich eine mäßige Bewertung ergab. Erhöhte Konzentrationen traten unterhalb Baldeneysee und Mülheim-Kahlenberg auch für mehrere Vertreter aus der Gruppe der Arzneimittelwirkstoffe auf, sodass die jeweiligen Orientierungswerte für diese Parameter nicht eingehalten werden konnten. Bei Mülheim-Kahlenberg wurden auch Überschreitungen der nicht verbindlichen Orientierungswerte für die Parameter Iopamidol, Iomeprol, Iopromid festgestellt. Die Gehalte der untersuchten Pflanzenschutzmittel (PSM) lagen an allen fünf Stellen 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 Probenahme im Harpener Bach fanden bei Haus Holte (Fluss-km 10,61) und im Ölbach oberhalb der Kläranlage Ölbachtal (Fluss-km 3,38) statt. Der Harpener Bach wird nach 6 Fluss-km zum Ölbach. Beide Gewässer werden stark durch Grubenwassereinleitungen der Zeche Robert Müser geprägt. Im Ölbach oberhalb der Kläranlage Ölbachtal führten erhöhte Nährstoffgehalte an zwei Untersuchungstagen zu einer mäßigen Bewertung für die mittleren Ammonium- und Nitrit-Stickstoff-Gehalte. Gesamtphosphor und ortho-Phosphat-Phosphor können dagegen den guten Zustand an beiden Stellen einhalten. Oberhalb der Kläranlage Ölbachtal wurde die Anforderung für die Wassertemperatur im Sommer überschritten. Zudem wurden die Konzentrationen, die zur Erreichung des guten Zustandes führen, für den Sauerstoff sowohl im Winter als auch im Sommerhalbjahr unterschritten. Durch den Einfluss der Grubenabwässer führten durchgehend hohe Chloridgehalte an beiden Messstellen zu einer mäßigen Bewertung. Ebenso verfehlten an beiden Stellen die Kupferkonzentrationen den guten Zustand.

Zusammenfassung

Insgesamt wurden acht Planungseinheiten mit insgesamt 35 Gewässern untersucht. Bild 6.2 zeigt die Verteilung der Bewertungen der im Jahr 2023 durch das LANUK und im Jahr 2024 durch den Ruhrverband untersuchten Kenngrößen auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung sowie für weitere Parameter anhand des Monitoring-Leitfadens. Die Qualitätsanforderung für den pH-Wert konnte an 9 % der Messstellen nicht eingehalten werden. An 17 % der

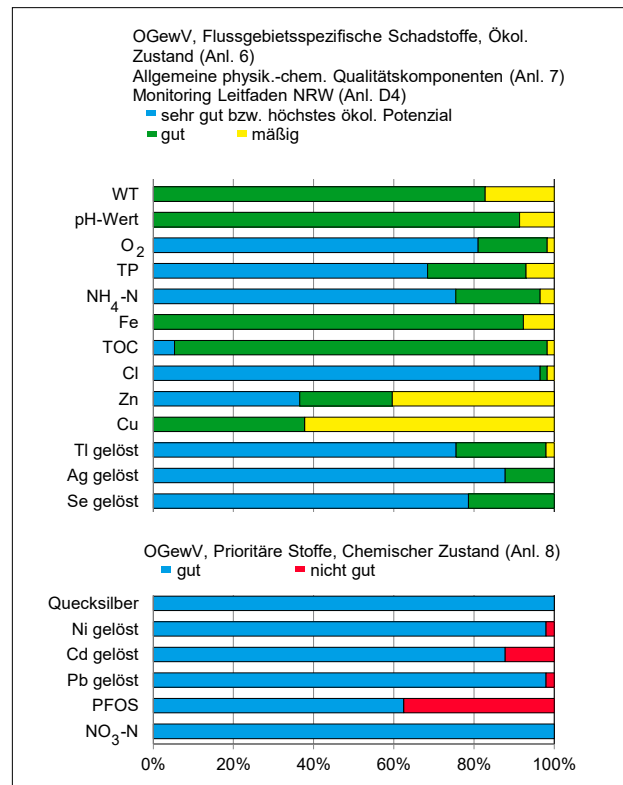


Bild 6.2: Relative Verteilung der Bewertungen ausgewählter Kenngrößen auf der Basis der Oberflächenwasserverordnung (OGewV Juni 2016)

Fig. 6.2: Relative distribution of evaluations for selected parameters on the basis of the Surface Water Regulation (OGewV June 2016)

Probenahmestellen wurde der Zustand für die Wassertemperatur und an 8 % für den Sauerstoffgehalt mit „mäßig“ bewertet. Hinsichtlich der Nährstoff- und der organischen Belastung lagen die mittleren Konzentrationen auf niedrigem Niveau, sodass nur 4 % der gemessenen Ammonium-Stickstoff- und 7 % der Gesamtphosphor-Konzentrationen zu Überschreitungen der jeweiligen Anforderungen führten, beim TOC waren es 2 %.

Die durchschnittlichen Konzentrationen der Schwermetalle Blei, Nickel und Cadmium überschritten für die ersten beiden lediglich an 2 % und für das Cadmium an 12 % der untersuchten Stellen die jeweilige Umweltqualitätsnorm. Der gute Zustand wurde für die Kupferkonzentration an 62 % und für die Zinkkonzentration an 40 % der Probenahmestellen verfehlt. Für die Metalle Thallium und Eisen lag der Prozentsatz der Überschreitungen der jeweiligen Anforderung bei 2 bzw. 18 %. Die Konzentrationen des Metalls Silber und des Halbmetalls Selen führten an allen untersuchten Probenahmeorten zu einer guten Bewertung. Die PFOS-Konzentrationen konnten an 3 von 8 untersuchten Probenahmestellen nicht den guten Zustand einhalten, was vor allem auf die geltende, extrem niedrige UQN zurückzuführen ist. Zusätzlich wurden ausgewählte Probenahmestellen auf flussgebietspezifische und gesetzlich nicht geregelte Stoffe untersucht. Hierbei handelte es sich um weitere Schwermetalle, Arzneimittel, Diagnostika, Pflanzenschutzmittel sowie deren Metabolite, Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe und Perfluorierte Tenside. 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 und der unteren und oberen Lenne überwiegend eine mäßige Bewertung. Diese Stoffe werden bisher in den Kläranlagen nicht gezielt entfernt. Der für die kommenden Jahre geplante Ausbau ausgewählter Anlagen mit einer vierten Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination soll dazu beitragen, die eingetragenen Frachten in Zukunft weiter zu verringern.

06.2. Hydrobiologische Untersuchungen

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 [6.4] dargestellt. Als Datenquellen dienen die Untersuchungsergebnisse aus dem vom Ruhrverband und vom LANUK NRW gemeinsam durchgeführten Gewässermonitoring. Daneben flossen u. a. auch Daten der „Integralen Entwässerungsplanung“ (IEP) [6.5] 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 im Längsverlauf von der Quelle bis zur Mündung dargestellt. Daran schließen sich die Befunde aus den Nebengewässern, sortiert nach Planungseinheiten an, wozu aufgrund des Monitoringkonzepts auch einzelne Probenahmestellen in der Ruhr gehören. Die Grundlagen für die Bewertung sind in Kapitel 04 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 2019-2024 untersuchten Probenahmestellen in der Ruhr sind 34 % des Flusslaufs als erheblich verändert (HMWB – Heavily Modified Water Body) ausgewiesen. Dies betrifft im Wesentlichen die mittlere und 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 6.3 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 die Ergebnisse der Makrozoobenthos-Untersuchungen in der Ruhr im Untersuchungszeitraum 2019-2024.

Anders als in den Vorjahren liegen für das Untersuchungsjahr 2024 ausschließlich vom Ruhrverband erhobene Daten aus dem Gewässermonitoring und der Integralen Entwässerungsplanung vor. Die vom LANUK erhobenen Daten werden erst in den folgenden Ruhrgütebericht einbezogen und erläutert.

Im Betrachtungszeitraum 2019-2024 wurde die Ruhr an 38 Probenahmestellen untersucht. Im Sinne des Monitoringkonzeptes der WRRRL wurden fünf Probenahmestellen in dem sechs-jährigen Betrachtungszyklus wieder untersucht. Der Untersuchungsabschnitt beginnt in diesem Jahr bei Fluss-km 202 unterhalb des Zuflusses der Neger, gut 17 Kilometer entfernt von der Ruhrquelle. Die Ruhr, hier noch als Typ 05 Gewässer „grobmaterialreicher silikatischer Mittelgebirgsbach“ und als „natürlicher Oberflächenwasserkörper“ (NWB) eingestuft, wies gesichert einen guten Zustand in allen untersuchten Modulen (Saprobie, Versauerung, Allgemeine Degradation und daraus resultierend dem Ökologischen Zustand) auf. Die Ruhr erfüllte auf diesem ca. 30 km langen Abschnitt somit erfreulicherweise die Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie für das Makrozoobenthos. Bis zum Flusskilometer 171 konnte der gute Zustand in allen untersuchten Modulen gesichert gehalten werden.

Im Bereich Arnsberg verschlechterte sich an der Probenahmestelle „(R 15) uh. Einmdg. Wenne“ der Ökologische Zustand der immer noch als NWB eingestuften Ruhr von „gut“ zu einem „mäßigen“ Zustand. Im vorangegangenen Betrachtungszeitraum konnte diese Probenahmestelle in allen Modulen noch gesichert mit „gut“ bewertet werden. Die parallellaufenden Untersuchungen der Integralen Entwässerungsplanung aus dem Jahr 2024 im gleichen Flusskilometer zeigten in unmittelbarer Nähe einen uneingeschränkt mit „gut“ bewerteten Ökologischen Zustand,

so dass es sich hier mit hoher Wahrscheinlichkeit um eine temporär- und räumlich begrenzte Abweichung vom guten Ökologischen Zustand handelte.

Im weiteren Fließverlauf der Ruhr auf Kilometer 149 im Bereich Arnsberg war der Ökologische Zustand der Probenahmestelle „uh. RÜB KA Arnsberg“ mit „schlecht“ zu bewerten. Auch das Modul der Saprobie wies zum ersten Mal im Fließverlauf in dem 2024 betrachteten Ruhrabschnitt einen mit „mäßig“ und damit defizitär bewerteten Zustand auf. Nur wenige Meter unterhalb verbesserte sich die Bewertung des Ökologischen Zustandes an der Probenahmestelle „uh. KA Arnsberg“ über drei Bewertungsklassen hin zu einem guten Ökologischen Zustand (2012 noch mit „unbefriedigend“ bewertet). Auch das Modul „Saprobie“ konnte hier wieder gesichert mit „gut“ bewertet werden. Im weiteren Fließverlauf der Ruhr treten zunehmend strukturelle Defizite auf. Dazu zählen fehlende oder unzureichende Habitatstrukturen, vor allem durch Querbauwerke verursachte Staueffekte und damit verbundene Veränderungen des 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. Durch diese strukturellen Defizite und andere anthropogenen Einflüsse wurden die hier betrachteten Probenahmestellen ab Fluss-km 146 bis zum Ende des diesjährigen Betrachtungsraumes bei Fluss-km 51 vor Mündung in den Rhein, nun überwiegend als HMWB ausgewiesen, vermehrt als defizitär bewertet. Positiv hervorzuheben sind hier allerdings die beiden Probenahmestellen „Brücke in Wetter“ und die Probenahmestelle „(R25) uh. Mdg Möhne (oh. Arnsberg Neheim)“ die beide im Modul der „Allgemeinen Degradation“ mit „gut“ und im Modul der „Saprobie“ sogar mit „sehr gut“ bewertet werden konnten. Das heißt, die Ruhr war an diesen Probenahmestellen saprobiologisch leitbildkonform.

Mit Blick auf den saprobiellen Zustand der hier betrachteten Probenahmestellen überschritten nur die drei Probenahmestellen „uh. RÜB KA Arnsberg“ (Fluss-km 146),

„uh. RÜ Erlenstraße“ (Fluss-km 123) und „oh. Pegel Hattingen“ (Fluss-km 57) der insgesamt 38 in der Ruhr untersuchten Stellen die gewässertypischen Klassengrenzen für den guten saprobiellen Zustand und waren daher mit „mäßig“ zu bewerten.

Grund hierfür war u.a. das Vorkommen eingewanderter Neozoen. Auch wenn Neozoen kausal keine Belastung anzeigen, werden sie doch als gebietsfremde Arten negativ bewertet (vgl. Kapitel 7). 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, da diese negativ in die Bewertung eingehen.

Anders als in den Vorjahren waren auch 2024 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, ausgeblieben (Kapitel 07).

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.

Zusammenfassend zeigten von den 38 Probenahmestellen, die im Betrachtungszeitraum 2019-2024 vom Ruhrverband und dem LANUK untersucht wurden, 18 einen mit gut bewerteten(s) Ökologischen Zustand/ Ökologisches Potential an. Die in 2024 untersuchten fünf Probenahmestellen aus der Planungseinheit 1700 „Obere Ruhr 2“ sind

[6.4] 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

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

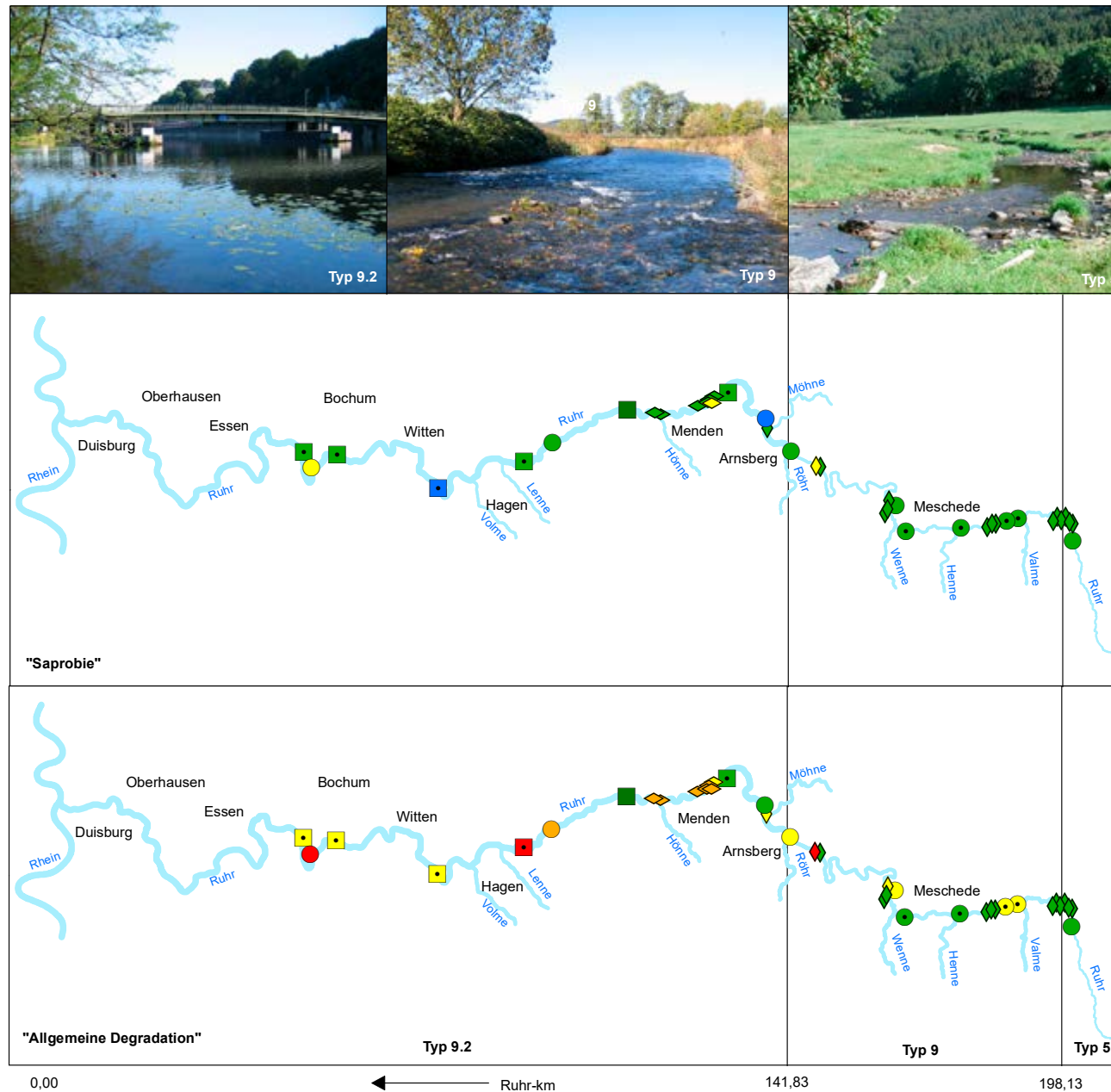


Bild 6.3: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos (Module Saprobie und Allgemeine Degradation) im Fließverlauf der Ruhr für die Jahre 2019 bis 2024. Ergebnisse „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.LANUK.nrw.de> 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. 6.3: Ecological status – macrozoobenthos (modules saprobic index and general degradation) along the course of the Ruhr, 2019 to 2024. Results „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.LANUK.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)

mit Blick auf den Ökologischen Zustand bzw. das Ökologische Potential erfreulicherweise wieder überwiegend mit „gut“ bewertet.

Hydrobiologische Untersuchungen gemäß EG-WRRL in den Gewässern der Planungseinheiten

Im Rahmen des kooperativen Gewässermonitorings wurden 51 Probenahmestellen durch den Ruhrverband im Jahr 2024 neu untersucht. Der Schwerpunkt der hydrobiologischen Untersuchungen lag in diesem Betrachtungszeitraum mit insgesamt 34 Probenahmestellen auf der Planungseinheit 1700 Obere Ruhr 2. Von den 51 untersuchten Probenahmestellen wurden 30 im Rahmen des operativen Monitorings und 21 im Rahmen der Integralen Entwässerungsplanung (IEP-Programm) des Ruhrverbands mit Schwerpunkt auf die Planungseinheit 1000 Untere Ruhr beprobt.

Die Bilder 6.4 und 6.5 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 [6.1], 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 2019-2024 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 373 Probenahmestellen. Im Folgenden werden die Ergebnisse aus dem Jahr 2024 sowohl im Vergleich als auch ergänzend zu den Ergebnissen aus den zurückliegenden Jahren 2019-2023 in Ausschnittskarten dargestellt und diskutiert.

Planungseinheit 1800 Möhne (Bild 6.6)

Die Planungseinheit Möhne wurde 2024 vom Ruhrverband im Rahmen der Integralen Entwässerungsplanung an vier Stellen in der Wester neu untersucht. Von den 31 Probenahmestellen, welche insgesamt im Betrachtungszeitraum 2019-2024 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 wurden. 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.

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 ($\leq 10 \text{ km}^2$) nicht als berichtspflichtig gelten und somit weiterhin als natürliche Wasserkörper bewertet werden, sind ebenso teilweise morphologisch überformt (Sohl- und Uferverbau, anthropogene Überformung des Gewässerumfelds). Dies führt u. a. zu Veränderungen 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 (vgl. Kapitel 4). 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 6.7)

Das Einzugsgebiet der „Oberen Ruhr 2“ umfasste in diesem Betrachtungszeitraum 107 Probenahmestellen, davon wurden 38 im Jahr 2024 vom Ruhrverband untersucht. Von den 107 Probenahmestellen lagen 95 in als NWB ausgewiesenen und zwölf 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 2019-2024 an 105 der 107 Probenahmestellen einen guten oder sehr guten saprobiellen Zustand auf. Die Allgemeine Degradation erfüllte an rund 72 % der Probenahmestellen die Anforderungen für einen guten oder sehr guten Ökologischen Zustand bzw. eines guten oder sehr guten Ökologischen Potenzials im Sinne der WRRL. Zehn Probenahmestellen erhielten in ihrem Ökologischen Zustand/Ökologischem Potenzial sogar eine Bewertung mit „sehr gut“ und sind damit leitbildkonform.

Planungseinheit 1600 Obere Ruhr 1 (Bild 6.8)

In dieser Planungseinheit wurden 2024 keine der Probenahmestellen (an überwiegend als NWB ausgewiesenen Wasserkörpern) vom Ruhrverband 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 6.9)

Die Planungseinheit „Mittlere Ruhr“ wurde im Jahr 2024 vom Ruhrverband lediglich im Rahmen der Integralen Entwässerungsplanung an einer Probenahmestelle im Bremer Bach untersucht. Diese Probenahmestelle hat sich im Vergleich zum vorherigen Betrachtungszeitraum weiter

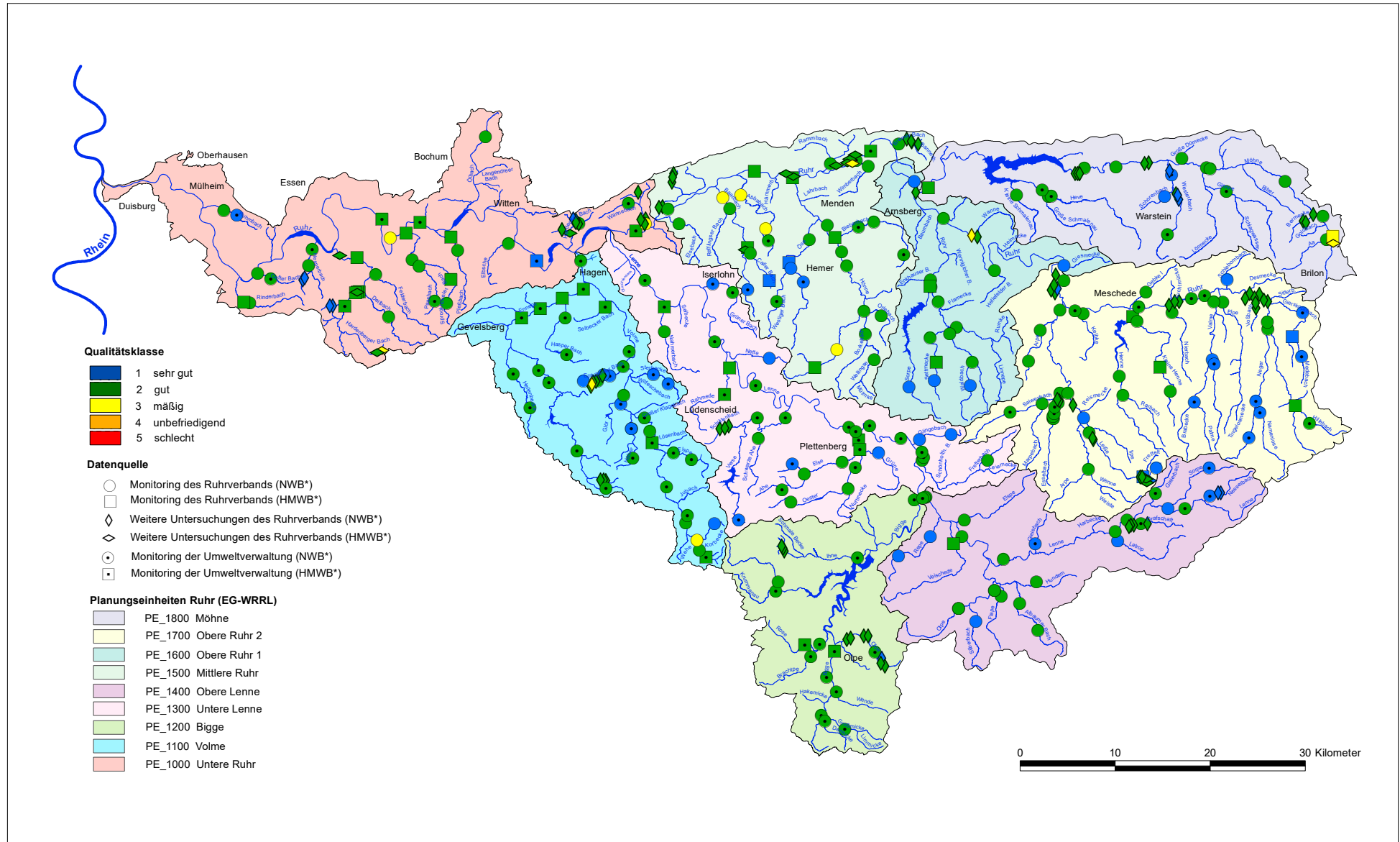


Bild 6.4: Ökologischer Gewässerzustand im Ruhreinzugsgebiet – Makrozoobenthos (Modul Saprobie), für die Jahre 2019 bis 2024. Ergebnisse „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.LANUK.nrw.de> in Zusammenarbeit mit dem Ruhrverband. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 6.4: Ecological status in the Ruhr catchment area – macrozoobenthos (module saprobic index), 2019 to 2024. Results „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.LANUK.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)

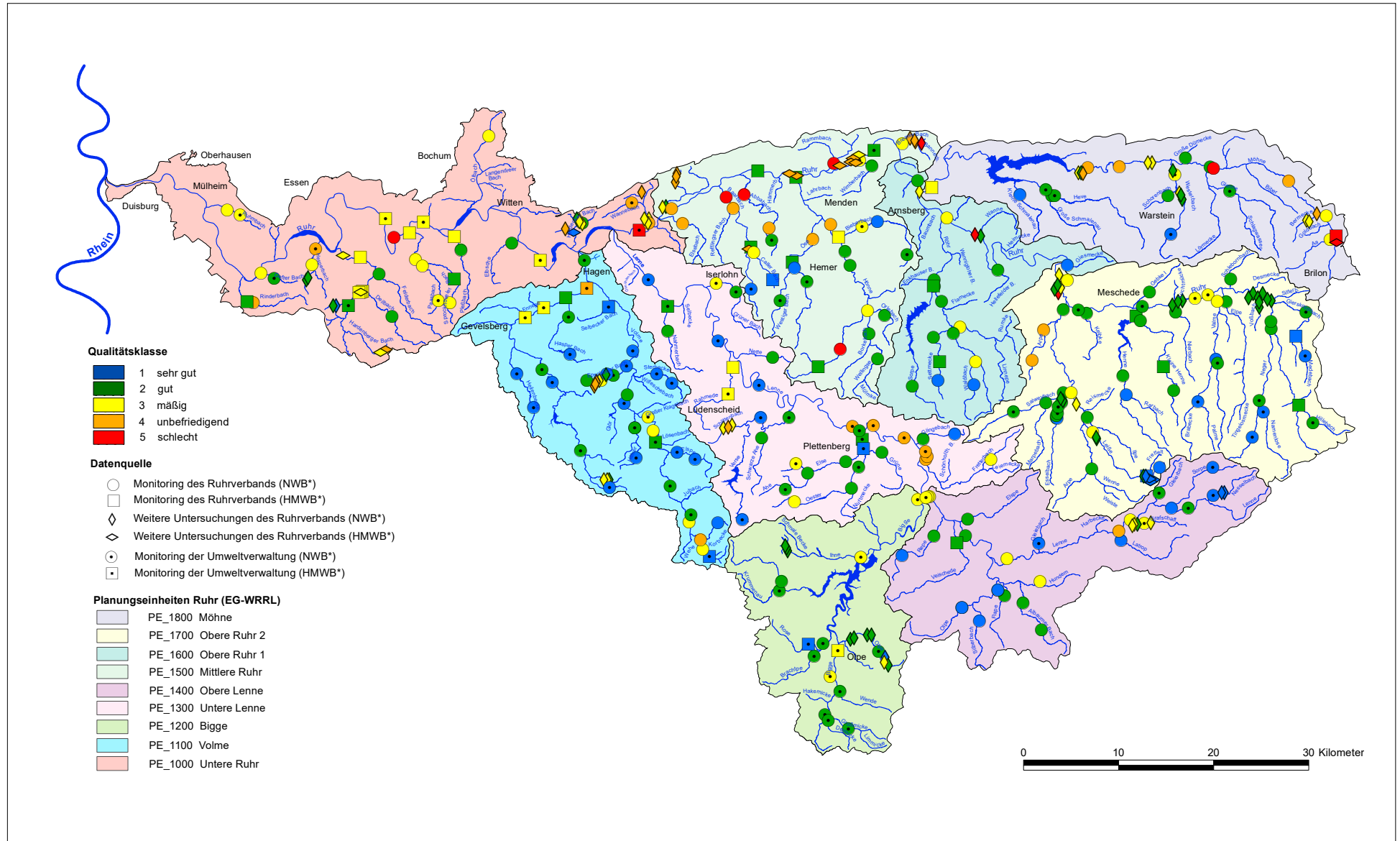


Bild 6.5: Ökologischer Gewässerzustand im Ruhreinzugsgebiet – Makrozoobenthos (Modul Allgemeine Degradation), für die Jahre 2019 bis 2024. Ergebnisse „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.LANUK.nrw.de> in Zusammenarbeit mit dem Ruhrverband. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 6.5: Ecological status in the Ruhr catchment area – macrozoobenthos (module general degradation), 2019 to 2024. Results „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.LANUK.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)

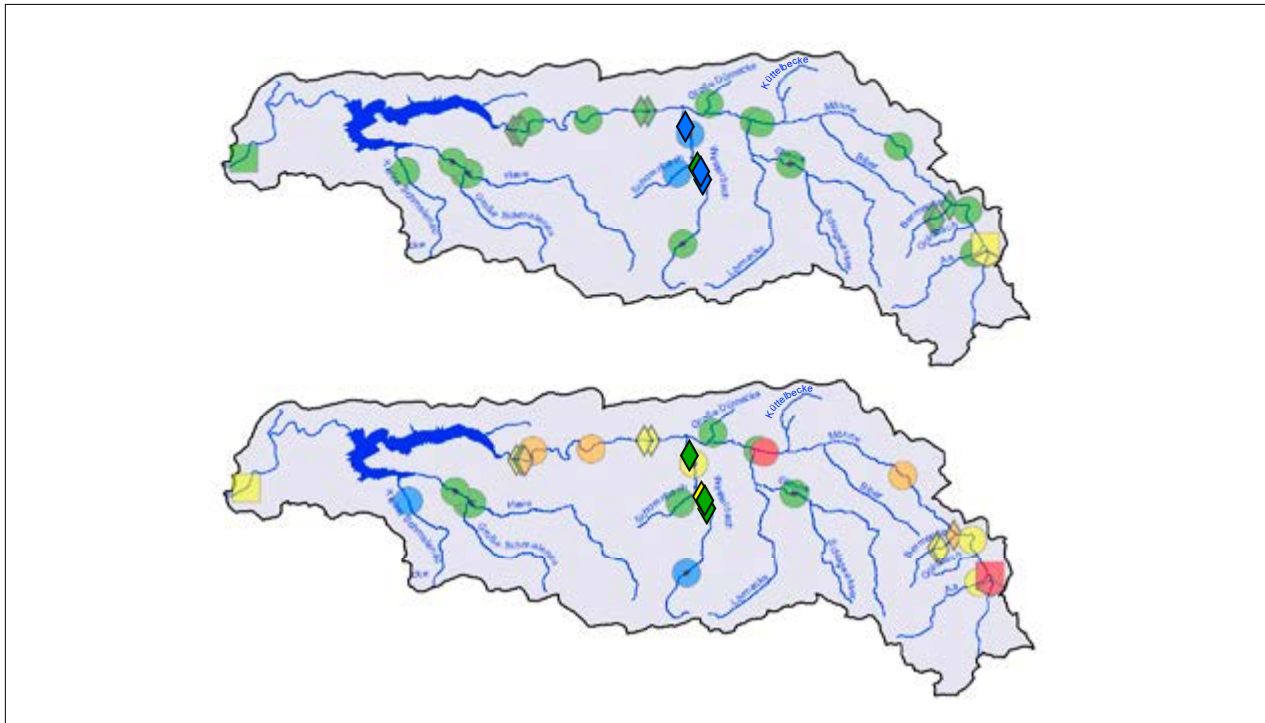


Bild 6.6: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Untere Ruhr (PE 1800). Oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2024, große, schwach gefärbte Symbole = 2019 bis 2023. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 6.6: 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 = 2024, large, lightly coloured symbols = 2019 to 2023. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

verschlechtert und ist nun mit „schlecht“ zu bewerten. Insgesamt wurde im Untersuchungszyklus (2019-2024) insgesamt 53 Untersuchungen in 18 Gewässern untersucht. Insgesamt sind von diesen 53 Probenahmestellen 40 % mit „gut“ oder „sehr gut“ zu bewerten, 15 % mit „mäßig“, 36 % mit „unbefriedigend“ und 9 % mit „schlecht“.

Planungseinheit 1400 Obere Lenne (Bild 6.10)

Auch in dieser Planungseinheit fanden im Jahr 2024 keine Untersuchungen statt. Im Betrachtungszeitraum 2019-2024

konnte die Monitoringstelle „(R266) Bei Breitenbruch“ im Silberbach in ihrer biologischen Bewertung durchweg mit „sehr gut“ bewertet werden. Für die chemischen Parameter Blei, Cadmium und Nickel wurden die Umweltqualitätsnormen jedoch überschritten (vgl. Kapitel 6.1). Alle 36 der insgesamt von 2019-2024 betrachteten Probenahmestellen konnten 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

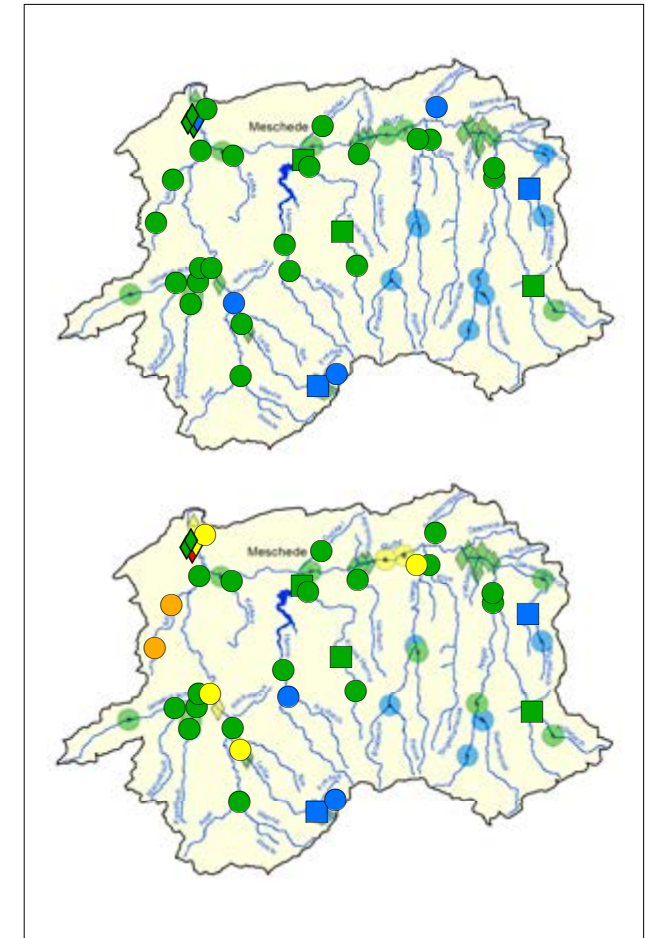


Bild 6.7: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Volme (PE 1700). Oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2024, große, schwach gefärbte Symbole = 2019 bis 2023. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 6.7: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Volme (PE 1700). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2024, large, lightly coloured symbols = 2019 to 2023. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

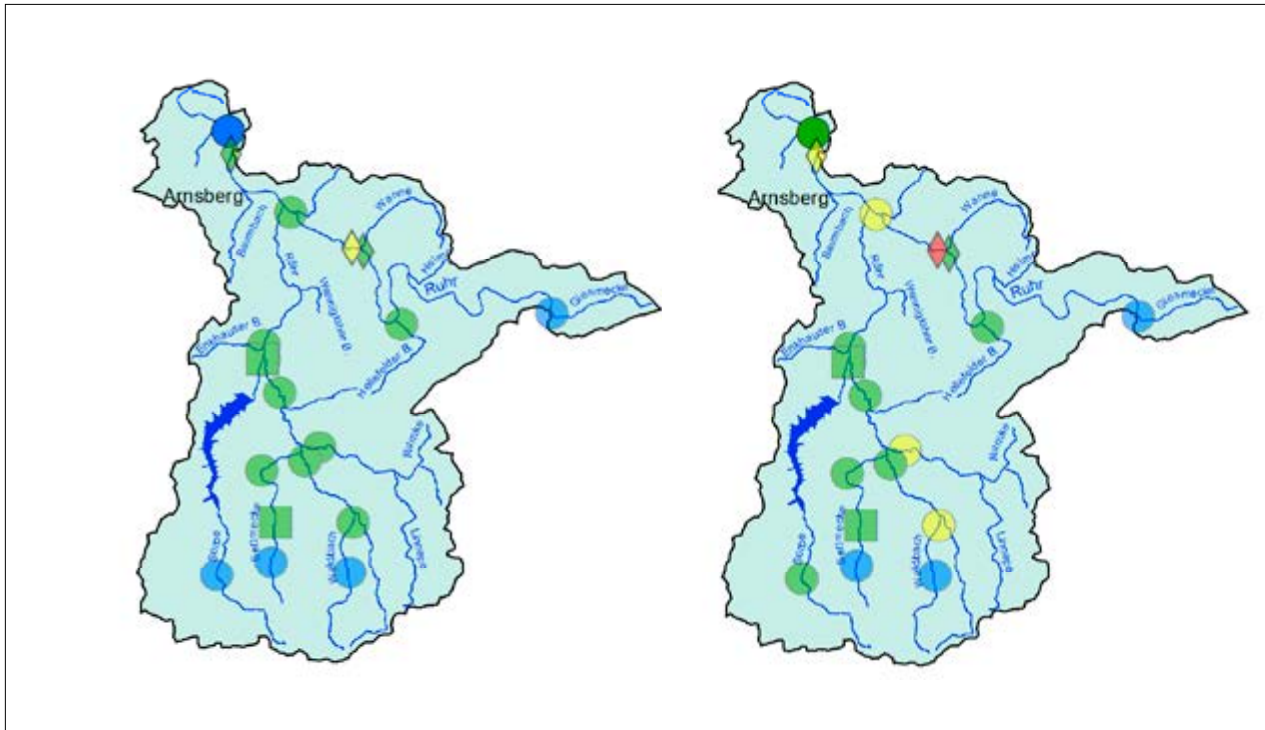


Bild 6.8: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Bigge (PE 1600). Links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2024, große, schwach gefärbte Symbole = 2019 bis 2023. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 6.8: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Bigge (PE 1600). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2024, large, lightly coloured symbols = 2019 to 2023. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

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 6.11)

Auch die Planungseinheit 1300 Untere Lenne wurde im Jahr 2024 nicht neu untersucht. Im Zeitraum zwischen 2019 und 2024 wurden in dieser Planungseinheit 38 Probenahmestellen, davon 33 in NWB und fünf in HMWB untersucht.

Zwei Probenahmestellen in der Lenne „(R244) In Dresel oh Elverlingsen (AQEM)“ und „(R249) uh KA Altena“ verbesserten sich erfreulicherweise in ihrem ökologischen Zustand und zeigen nun mit einem durchweg guten Bewertungszustand keinen Handlungsbedarf mehr an. Auch die Probenahmestellen im Schlittenbach aus der integralen Entwässerungsplanung „oh./uh. KA Lü - Schlittenbachtal“ konnte sich im Vergleich zu den Untersuchungen von 2018 von „unbefriedigend“ auf „mäßig“ verbessern.

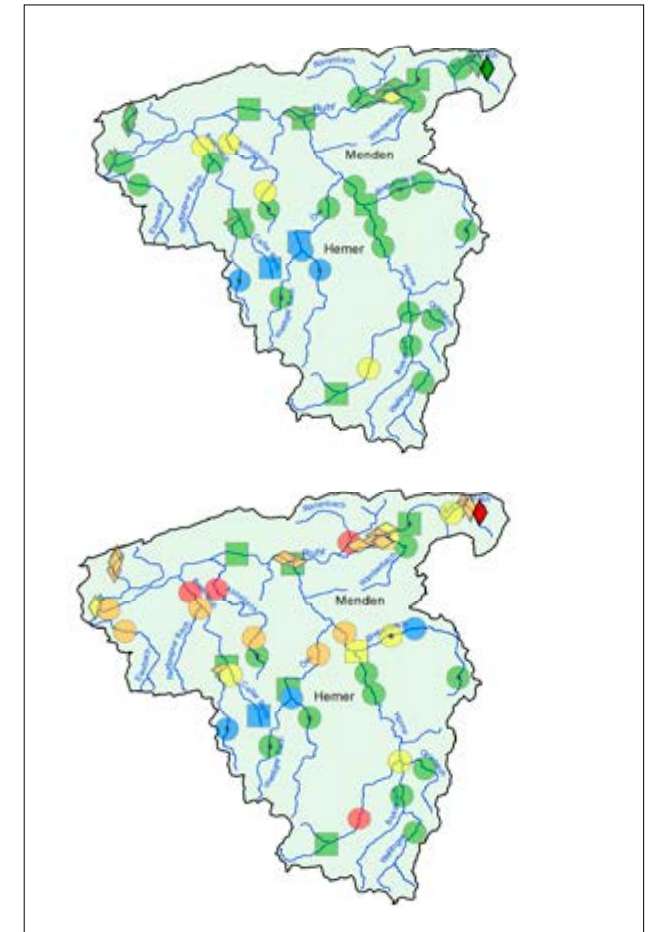


Bild 6.9: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Untere Lenne (PE 1500). Oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2024, große, schwach gefärbte Symbole = 2019 bis 2023. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 6.9: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Lower Lenne (PE 1500). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2024, large, lightly coloured symbols = 2019 to 2023. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

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 6.12)

Die Planungseinheit Bigge wurde 2024 an drei Probenahmestellen im Rahmen der IEP-Untersuchungen an der Ihne untersucht. Dabei zeigten alle drei Probenahmestellen in ihrem Ökologischen Zustand ein gutes Bewertungsergebnis und erfüllten damit die Ziele der WRRL für das Makrozoobenthos.

Im Modul der Allgemeinen Degradation konnten 72 % der Probenahmestellen mit „gut“ oder „sehr gut“ bewertet werden. Nur 27 % der Probenahmestellen wiesen mit einer mäßigen Bewertung weiterhin einen Handlungsbedarf auf. Keine der Probenahmestellen wurde mit „unbefriedigend“ oder „schlecht“ bewertet.

Planungseinheit 1100 Volme (Bild 6.13)

Diese Planungseinheit im Volme Einzugsgebiet besteht überwiegend aus als NWB ausgewiesenen Wasserkörpern. Mit 49 Probenahmestellen, die im Betrachtungszeitraum 2019–2024 untersucht wurden, gehört sie zu den am intensivsten betrachteten Planungseinheiten. Im Jahr 2024 wurden hier keine Untersuchungen durchgeführt.

Von den 49 dargestellten Probenahmestellen wiesen im Untersuchungszeitraum 2019 - 2024 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. Der Abfluss der Illekatte besteht bei mittlerem Ablauf zu 60 % aus Kläranlagenablauf. Daher ist selbst unter Einhaltung der Betriebsmittelwerte für Gesamt-Phosphor und Ammonium, d.h. bei optimaler Reinigungsleistung der Kläranlage, ein Erreichen des guten Ökologischen Zustands nicht zu erwarten.

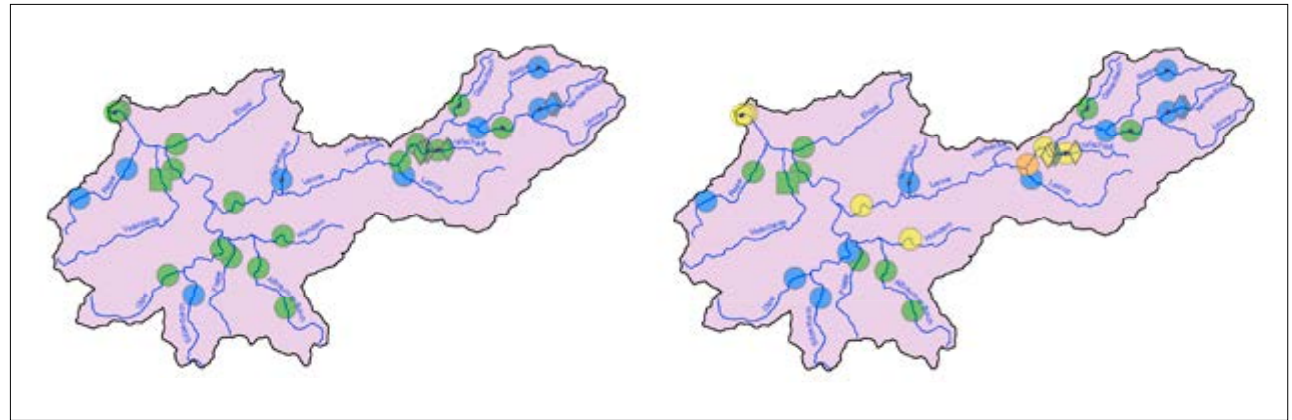


Bild 6.10: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Obere Lenne (PE 1400). Links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2024, große, schwach gefärbte Symbole = 2019 bis 2023. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 6.10: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Upper Lenne (PE 1400). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2024, large, lightly coloured symbols = 2019 to 2023. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

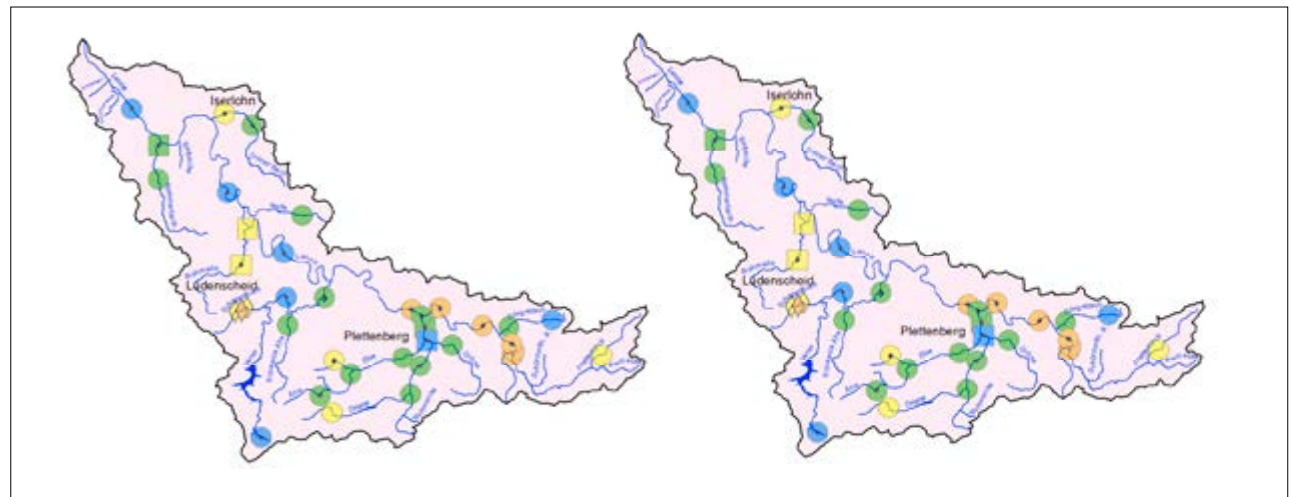


Bild 6.11: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Mittlere Ruhr (PE 1300). Links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2024, große, schwach gefärbte Symbole = 2019 bis 2023. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 6.11: 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 = 2024, large, lightly coloured symbols = 2019 to 2023. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

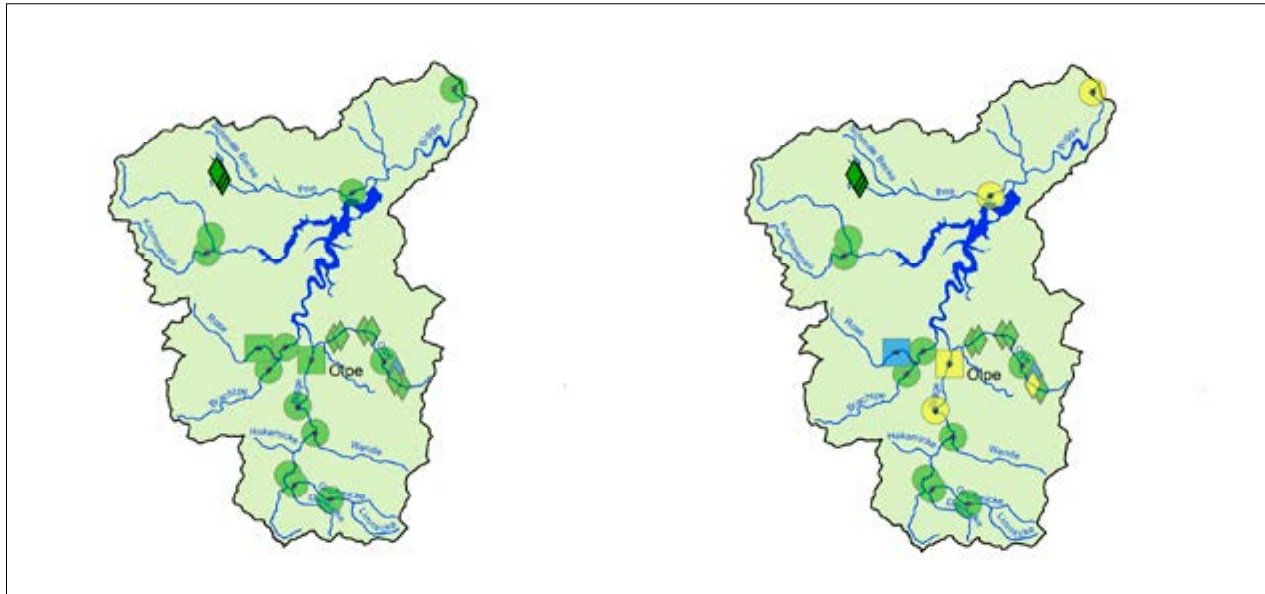


Bild 6.12: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Obere Ruhr 1 (PE 1200). Links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2024, große, schwach gefärbte Symbole = 2019 bis 2023. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 6.12: 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 = 2024, large, lightly coloured symbols = 2019 to 2023. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

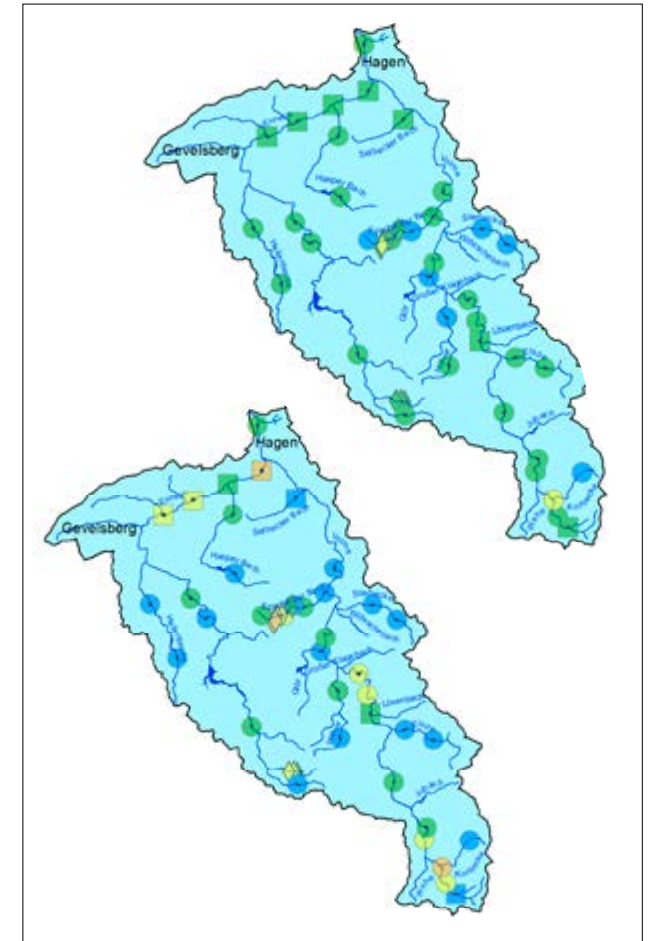


Bild 6.13: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Obere Ruhr 2 (PE 1100). Oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2024, große, schwach gefärbte Symbole = 2019 bis 2023. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 6.13: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Upper Ruhr 2 (PE 1100). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2024, large, lightly coloured symbols = 2019 to 2023. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

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 6.14)

Das Einzugsgebiet der „Unteren Ruhr“ wurde in diesem Betrachtungszeitraum an 50 Probenahmestellen in 19 Gewässern untersucht. 2024 wurden in dieser Planungs-

einheit neun Probenahmestellen im Rahmen der integralen Entwässerungsplanung neu untersucht. Diese wurden aufgrund struktureller Mängel überwiegend mit „mäßig“ bewertet. Ein negativer Einfluss der einleitenden Regenwasserbehandlungsanlagen war biologisch nicht nachweisbar. Von den 50 im Betrachtungszeitraum untersuchten Probenahmestellen lagen 33 in als NWB ausgewiesenen und 17 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

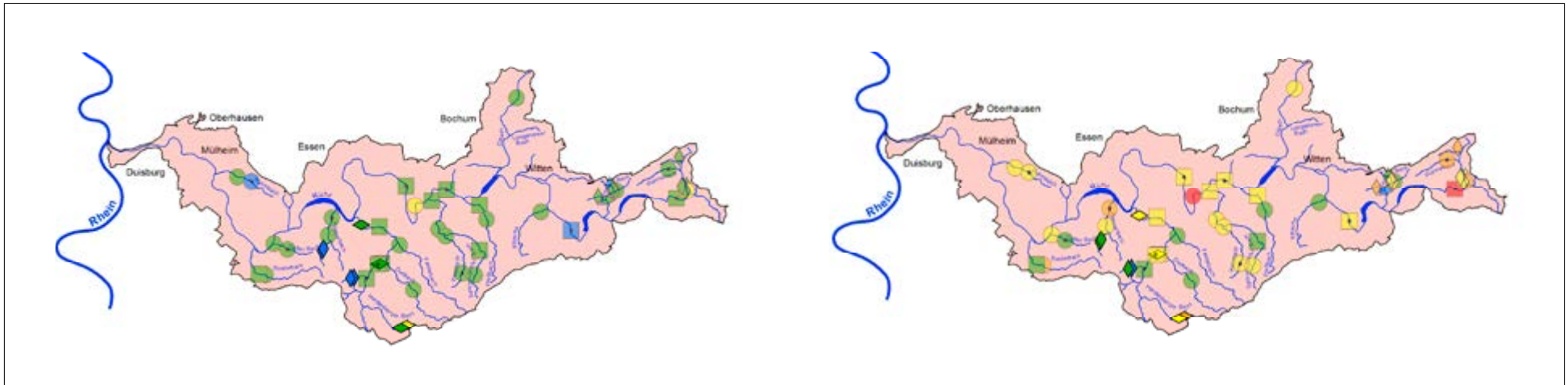


Bild 6.14: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Möhne (PE 1000). Links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2024, große, schwach gefärbte Symbole = 2019 bis 2023. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 6.14: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Möhne (PE 1000). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2024, large, lightly coloured symbols = 2019 to 2023. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

als NWB – Wasserkörper bewertet wurden, konnte seit 2022 eine angepasste Typbewertung zugrunde gelegt werden („Grundlagen der Bewertung von Gewässeranalysedaten im Ruhrgütebericht“) (s. Kapitel 4), so dass die betroffenen Probenahmestellen als HMWB – Wasserkörper in ihrem Ökologischen Potenzial bewertet wurden. Diese Planungseinheit wies für den Betrachtungszeitraum 2019-2024 an 82 % der Probenahmestellen einen sehr guten oder guten saprobiellen Zustand auf. Die Allgemeine Degradation erfüllte jedoch nur an 28 % der insgesamt 50 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 6.3 wieder. Die Ruhr zeigte im Berichtszeitraum 2019-2024 fast durchgängig einen guten oder sogar sehr guten saprobiellen Zustand. Zusammenfassend waren 5 % der 38 untersuchten Probenahmestellen mit „sehr gut“ bewertet. Damit hat sich die Ruhr im Vergleich zum vorherigen Betrachtungszeitraum von 3 % auf 5 % verbessert. 87 % der Probenahmestellen waren mit „gut“ und 8 % mit „mäßig“ bewertet. Der Ökologische Zustand der Ruhr zeigte ein heterogenes Bild. Im Oberlauf, in dem 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 2019-2024 betrach-

teten 38 Probenahmestellen 47 % mit „gut“, 27 % mit „mäßig“, 18 % mit „unbefriedigend“ und 8 % mit „schlecht“ bewertet. Im Betrachtungszeitraum 2019-2024 zeigten im Rahmen der gewässerökologischen Untersuchungen der Planungseinheiten an der Ruhr und ihren Nebengewässern insgesamt 361 von 374 Probenahmestellen (97 %) einen guten oder sehr guten saprobiellen Zustand. Mit Blick auf den Ökologischen Zustand wiesen 223 Probenahmestellen, entsprechend 60 %, der im Zeitraum 2019-2024 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.

Tabelle 6.3: Gesamtübersicht über die messstellenbezogene Verteilung der Ergebnisse der hydrobiologischen Untersuchungen zum Ökologischen Gewässerzustand in den jeweiligen Planungseinheiten im Ruhrinzugsgebiet – Makrozoobenthos, für die Jahre 2019 bis 2024. Ergebnisse: „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.LANUK.nrw.de> in Zusammenarbeit mit dem Ruhrverband

Table 6.3: 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, 2019 to 2024. Results „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.LANUK.nrw.de> in cooperation with Ruhrverband

		Untere Ruhr (1000)				Voime (1100)				Bigge (1200)				Untere Lenne (1300)				Obere Lenne (1400)				Mittlere Ruhr (1500)				Obere Ruhr 1 (1600)				Obere Ruhr 2 (1700)				Möhne (1800)				Ruhrinzugsgebiet	
		Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV			Summe	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV			Summe	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV			Summe	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV			Summe	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV			Summe	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV			Summe	Summe							
Saprobie	1 sehr gut	0	5	2	7		2	0	6	8		0	1	0	1		4	0	3	7		5	2	3	10		3	0	2	5			5	0	0	5	5	2	8
	2 gut	18	13	11	42	6	8	24	38	1	9	13	23	9	3	18	30	12	4	8	24	21	16	6	43	11	2	0	13	25	25	10	60	10	10	5	25	298	
	3 mäßig	1	1	1	3	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	5	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	5 schlecht	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Summe					52				48				24				37				34				53				19				75				32	374	
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	0	3	2	1	6	9	1	0	1	2	51	
	2 gut	5	4	1	10	2	3	9	14	1	8	8	17	8	0	5	13	7	1	4	12	6	1	4	11	8	1	0	9	17	18	10	45	3	4	4	11	142	
	3 mäßig	7	6	2	15	4	3	1	8	0	1	3	4	2	2	2	6	3	3	4	10	3	1	2	6	3	1	0	4	4	3	2	9	2	7	1	10	72	
	4 unbefriedigend	1	2	3	6	1	3	0	4	0	0	0	0	1	1	5	7	0	0	0	0	6	6	0	12	0	0	0	2	0	0	0	2	3	2	0	5	36	
	5 schlecht	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	5	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	9	9		
Summe					33				41				22				32				33				37				17				66				29	310	
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	0	1	0	0	1	0	0	0	2	4	0	6	0	0	0		12		
	2 gut	2	0	1	3	1	0	1	2	0	0	0		0	0	2	2	1	0	0	1	5	0	1	6	2	0	0	2	3	0	0	3	0	0	0	19		
	3 mäßig	3	4	6	13	0	0	2	2	0	0	1	1	1	0	1	2	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0		0	0	0	1	0	0	1	21		
	4 unbefriedigend	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0		0	0	0		0	0	0	0	0	7	0	7	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	9		
	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	0	0	1	1	0	2	3		
Summe					19				7				2				5				1				16				2				9				3	64	
Saprobie	1 sehr gut																																						
	2 gut																																						
	3 mäßig																																						
	4 unbefriedigend																																						
	5 schlecht																																						
Allgemeine Degradation (Ökol. Zustand)	1 sehr gut																																						
	2 gut																																						
	3 mäßig																																						
	4 unbefriedigend																																						
	5 schlecht																																						
Allgemeine Degradation (Ökol. Potenzial)	1 sehr gut																																						
	2 gut																																						
	3 mäßig																																						
	4 unbefriedigend																																						
	5 schlecht																																						

07 Situation der Ruhrstauseen

Entlang der Ruhr befinden sich insgesamt fünf Stauseen. Diese dienten, mit Ausnahme des später gebauten Kemnader Sees, zu Beginn des 20. Jahrhunderts als Flusskläranlagen, da im Einzugsgebiet der Ruhr noch nicht alle Abwässer in Kläranlagen behandelt wurden.

So erreichte man eine zusätzliche Reinigungswirkung in Ergänzung des im Aufbau befindlichen Systems. Von der Quelle bis zur Mündung in den Rhein durchfließt die Ruhr zunächst den Hengsteysee, kurz darauf den Harkortsee, folgend den Kemnader See und den Baldeneysee und abschließend den Kettwiger See (Bild 7.1).

Bereits beim Bau der Ruhrstauseen wurden vielfältige Möglichkeiten zur Freizeitnutzung geschaffen. Im Laufe der Jahre hat die Bedeutung der Stauseen als Naherholungsgebiete stetig zugenommen. Nicht nur die Wasserflächen selbst, sondern auch die Uferzonen ermöglichen zahlreiche Aktivitäten: Radfahren, Wandern, Joggen, Skaten, Angeln, Rudern, Segeln und Kanufahren.

Der **Hengsteysee** liegt bei Hagen unterhalb der Mündung der Lenne in die Ruhr. Bei seiner Inbetriebnahme 1929 wurde durch die Mischung des sauren und eisenhaltigen Lennewassers mit dem alkalischen Ruhrwasser eine erhöhte Schlammfällung und damit eine intensive Reinigungswirkung erzielt. Auch wenn heute vor allem die hochmodernen Kläranlagen des Ruhrverbands die Wasserqualität



Bild 7.1: Schematische Übersicht der Lage der Stauseen in der Ruhr
Fig. 7.1: Schematic overview of the location of the impounding lakes in the Ruhr

sichern, kann auf den Stausee als Feinreinigungsstufe für das eingeleitete Regenwasser und als Geschiebefang für den Flussschotter aus der Lenne nicht verzichtet werden. In den Jahren 1988/89 wurden dem Hengsteysee rund 400.000 Kubikmeter Sediment im Nassbaggerverfahren entnommen.

Unterhalb des Wehres Stiftsmühle beginnt der 1931 eingestaute **Harkortsee**. Das Wehr des Harkortsees hat vier mit Walzen verschlossene Öffnungen und liegt unter der Ruhrbrücke der B 226 im Stadtgebiet von Wetter. Das Kraftwerk und die Schleuse befinden sich ca. 800 m weiter flussabwärts und werden durch einen Ausleitgraben (Obergraben) gespeist. Im Bereich des Kraftwerks wurde 2004 eine naturnahe Fischaufstiegsanlage in Betrieb genommen, die den Fischen den Aufstieg von der Ruhr in den Harkortsee ermöglicht.

Der Harkortsee dient der Feinreinigung des aus der Volme und dem Ablauf der Kläranlage Hagen zufließenden Wassers, das sich mit dem bereits im Hengsteysee gereinigten Wasser aus Ruhr und Lenne vermischt. Darüber hinaus hat er die Funktion eines Ausgleichsbeckens für den Pumpspeicherbetrieb am Hengsteysee. Aus dem Harkortsee wird immer so viel Wasser abgegeben, wie dem Gesamtsystem aus Ruhr, Lenne und Volme zufließt. Während des Pumpbetriebs wird aber kein Wasser aus dem Hengsteysee in den Harkortsee abgegeben. Der Wasserspiegel des Harkortsees sinkt dann um bis zu 50 cm. Sobald die Turbinen des Speicherkraftwerks Hengsteysee in Betrieb gehen, füllen sich Hengsteysee und Harkortsee wieder auf. Nach fast 70 Betriebsjahren war der See in weiten Teilen verlandet und wies teilweise Wassertiefen von weniger als 50 cm auf. Deshalb wurde in den Jahren 1999 bis 2003

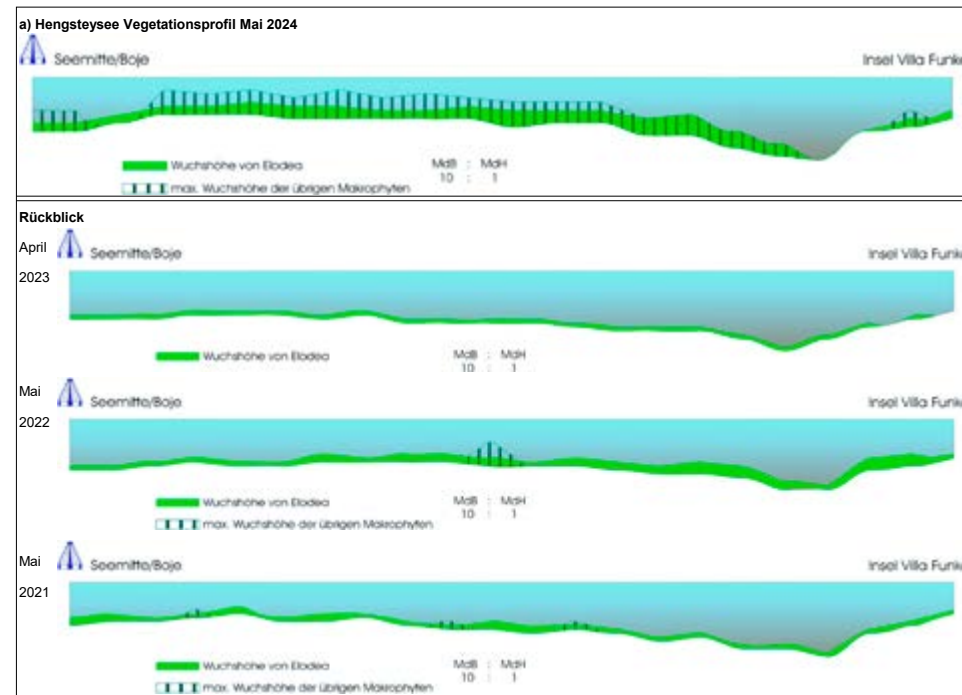


Bild 7.2a: Vergleich der Wuchshöhen der Wasserpflanzen im Hengsteysee. Ermittelt durch Betauchung im jeweiligen Frühjahr. Erstellt durch lanaplan GbR, Lobbericher Str. 5, D-41334 Nettetal.

Fig. 7.2a: Comparison of the growth heights of aquatic plants in Lake Hengstey, determined by diving in spring. Prepared by lanaplan GbR, Lobbericher Str. 5, D-41334 Nettetal

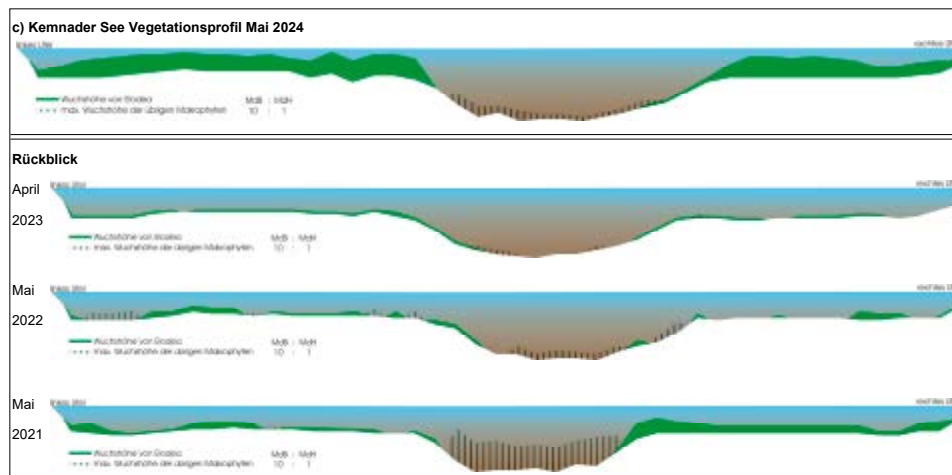
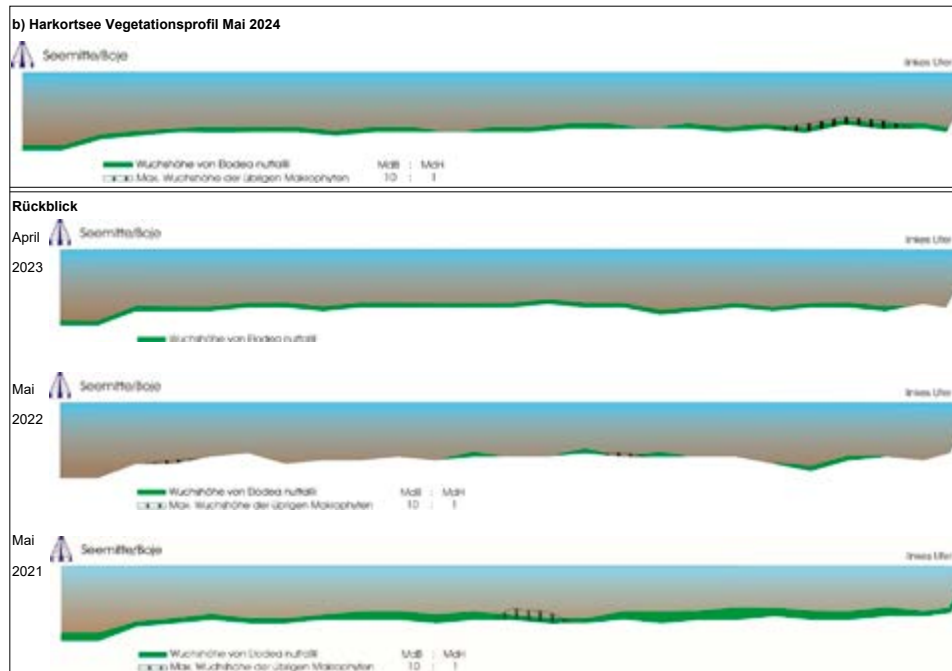


Bild 7.2b: Vergleich der Wuchshöhen der Wasserpflanzen im Harkortsee. Ermittelt durch Betauchung im jeweiligen Frühjahr. Erstellt durch lanaplan GbR, Lobbericher Str. 5, D-41334 Nettetal.

Fig. 7.2b: Comparison of the growth heights of aquatic plants in Lake Harkort, determined by diving in spring. Prepared by lanaplan GbR, Lobbericher Str. 5, D-41334 Nettetal

Bild 7.2c: Vergleich der Wuchshöhen der Wasserpflanzen im Kemnader See. Ermittelt durch Betauchung im jeweiligen Frühjahr. Erstellt durch lanaplan GbR, Lobbericher Str. 5, D-41334 Nettetal.

Fig. 7.2c: Comparison of the growth heights of aquatic plants in Lake Kemnade, determined by diving in spring. Prepared by lanaplan GbR, Lobbericher Str. 5, D-41334 Nettetal

eine umfangreiche Sedimenträumung durchgeführt, bei der ca. 450.000 Kubikmeter Sediment entfernt wurden. Parallel zur Ausbaggerung wurden umfangreiche ökologische Verbesserungen im Umfeld durchgeführt. Beispielhaft seien hier die Anlage eines Hechtlaichgewässers, die Schaffung einer Inselkette als Rückzugsgebiet für Wasservögel sowie die Anlage von Stillgewässern genannt.

Der **Kemnader See** wurde 1979 als bislang letzte Staustufe der Ruhr fertiggestellt. Der zwischen Witten-Heven und Bochum-Stiepel gelegene Stausee wurde vom Ruhrverband im Auftrag der Freizeitzentrum Kemnade GmbH (FZK) gebaut. Er dient in erster Linie verschiedenen Freizeitinteressen. Ein Nebeneffekt ist auch hier die Reinigungsleistung durch Sedimentation. Das Wehr hat vier Öffnungen, die mit hydraulisch betriebenen Klappen verschlossen werden können. Neben dem Wehr befinden sich die Fischtreppe und die Bootsgasse. Bei größeren Hochwasserereignissen wird die gesamte Anlage überströmt. Auf der rechten Seite des Wehres wurde 2011 ein Wasserkraftwerk errichtet. Die gesamte Ruhr durchfließt das Kraftwerk und ermöglicht eine Stromerzeugung von ca. 3,6 Mio. kWh pro Jahr.

Südlich der Stadt Essen, im schiffbaren Bereich der Ruhr, liegt der **Baldeneysee**. Das Wehr in Essen-Werden hat drei Öffnungen, die mit Hubwalzen verschlossen werden. Das Stauvolumen betrug bei Fertigstellung im Jahr 1933 ca. 8,3 Mio. m³. Durch seine Funktion als Flusskläranlage lagerten sich im Laufe der Jahre auch hier immer mehr Sediment auf dem Grund ab. Im Jahr 1981, nach fast 50 Betriebsjahren, betrug sein Stauvolumen nur noch 6,5 Mio. m³, obwohl sich das maximale Volumen im Laufe der Zeit durch bergbaubedingte Sohlabsenkungen etwas vergrößert hatte. Die Ausbaggerung begann im April 1983 und wurde im Mai 1984 abgeschlossen. Insgesamt wurden 1,1 Mio. m³ Sediment mit einem Spülbagger aus dem See entnommen. Im Anschluss war wieder eine Kapazität von 7,6 Mio. m³ vorhanden.

Mit dem Bau des **Kettwiger Sees** im Jahr 1950, mit 1,4 Mio. m³ der kleinste Stausee des Ruhrverbands, wurde die Voraussetzung für eine ungehinderte Schifffahrt auf der unteren Ruhr geschaffen. Vom Kettwiger Wehr bis zur

Mintarder Brücke der Autobahn A 52 erstreckt sich eine ungestaute Ruhrstrecke, die bis zu einem Abfluss von $190 \text{ m}^3/\text{s}$ für die Sport- und Fahrgastschiffahrt frei befahrbar ist. Von den fünf Stauseen erhebt der Ruhrverband zahlreiche Daten. Am besten untersucht und charakterisiert ist aufgrund vieler Sonderprojekte der Baldeneysee. Deswegen wird er, auch teils stellvertretend für die anderen Ruhrstauseen, in diesem Kapitel herangezogen, um besonders die trophische Situation genauer zu betrachten.

Tauchuntersuchungen der Makrophyten in den Ruhrstauseen

Aufgrund stetiger Verbesserung der Kläranlagenleistung gingen die Nährstoffkonzentrationen in der Ruhr seit den 90er Jahren enorm zurück. Dadurch verringerte sich in den Stauseen die Planktonentwicklung, wodurch die Sichttiefen zunahmen. Diese veränderten Lichtverhältnisse ermöglichen einen Wechsel von einem quasi makrophytenfreien, Phytoplankton-dominierten Zustand zu einem Makrophyten-dominierten Zustand, was aus ökologischer Sicht eine positive Entwicklung ist.

Neben der neophytischen schmalblättrigen Wasserpest (*Elodea nuttallii*) besiedeln inzwischen auch zunehmend heimische Wasserpflanzenarten, wie Hornkraut (*Ceratophyllum demersum*), Einfacher Igelkolben (*Sparganium emersum*) oder das Ährige Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*) [7.1] die Ruhrstauseen und treten damit in Konkurrenz zu den dominierenden *Elodea*-Beständen.

Seit mehreren Jahren wird das Makrophytenwachstum, mit Fokus auf der schmalblättrigen Wasserpest (*Elodea nuttallii*) durch Taucher im Frühjahr in festgelegten Sektoren untersucht. So soll eine bessere Vorbereitung auf eine mögliche Massenentwicklungen von *Elodea nuttallii* ermöglicht werden. Trotz der Unvorhersehbarkeit von Wetterereignissen, die eine verlässliche Wachstumsprognose für die Sommermonate bereits im Frühjahr nicht zulassen, liefern die Betauchungen bei jährlich gleichbleibendem Zeitfenster wichtige Informationen zur Makrophytensituation.

In den Abbildungen 7.2a bis 7.2c sind pro Stausee am jeweils gleichen Transekt die Wuchshöhen der Vegetation

des aktuellen Jahres und zum Vergleich drei Jahre zuvor bildlich dargestellt.

Bild 7.2a zeigt das untersuchte Transekt von der Seemitte bis zur Insel Villa Funke im Hengsteysee. Im Vergleich mit den Jahren zuvor ist im Mai 2024 die Wuchshöhe sowohl von *Elodea nuttallii* als auch anderer Makrophyten deutlich höher. In diesem Fall war es hauptsächlich das Ährige Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*), welches mit bis zu 0,7 m bereits höher gewachsen war als *Elodea nuttallii* [7.1]. Im Harkortsee (Bild 7.2b) wurden im Mai 2024 nur kleinwüchsige Bestände der schmalblättrigen Wasserpest festgestellt. Im Kemnader See (Bild 7.2c) war *Elodea* jedoch im Vergleich zu den vorherigen Jahren mit einer Wuchshöhe von bis zu 1 m bereits im Mai ungewöhnlich weit gediehen. Im Vergleich zum Vorjahr hatten nicht nur die Wuchshöhen, sondern auch die Häufigkeiten deutlich zugenommen [7.1]. Die Ergebnisse der Untersuchungen gaben hier bereits einen ersten Hinweis auf ein mögliches *Elodea*-Massenvorkommen im Kemnader Stausee.

Da der Baldeneysee deutlich größer ist als die anderen vier Stauseen, wird in diesem nicht ein komplettes Transekt erfasst, sondern es werden punktuelle Tauchuntersuchungen durchgeführt. Diese wiesen im Mai des Berichtsjahres wie im Kemnader See schon auf eine potenziell sehr hohe Makrophytendichte im Sommer hin [7.1].

Abbildung 7.3 bestätigt das hohe Aufkommen von *Elodea nuttallii* im Kemnader und Baldeneysee im Jahr 2024. Es fiel mit 1680 m^3 und 2120 m^3 vergleichsweise viel Mähgut in beiden Stauseen an. In den Jahren zuvor waren die Mengen deutlich geringer.

Im folgenden Teil des Kapitels wird die Beziehung zwischen Makrophyten und Plankton in den Stauseen beispielhaft am Baldeneysee weiter erläutert.

Die trophische Situation im Baldeneysee

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 verfügbaren Nährstoffe in der Ruhr stehen. Auch die Verbreitung der aus Asien eingeschleppten invasiven algivoren (algenfressenden) Muschel *Corbicula sp.* (Körbchenmuschel) [7.2] und nun auch *Dreissena rostriformis bugensis* (Quaggamuschel) aus dem Schwarzmeerraum ist für das Nahrungsnetzgefüge und die Trophie von Belang. Diese zusätzlichen Planktonkonsumenten beeinflussen die Biozönose.

Zur Bewertung der planktischen Primärproduktion (Algenwachstum) im Baldeneysee wird routinemäßig der Chloro-

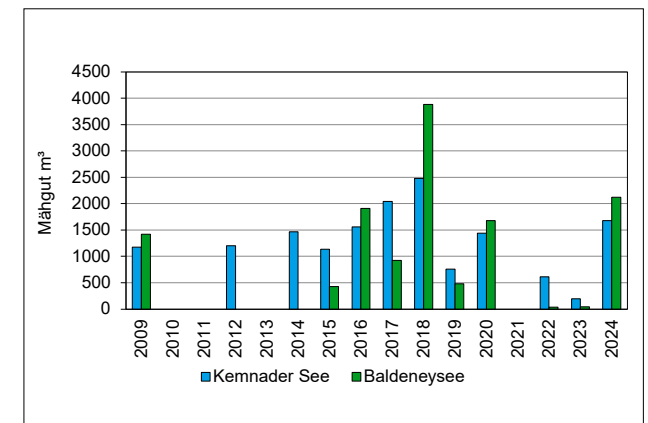


Bild 7.3: Zusammenstellung der jährlichen Mähgutmengen im Kemnader Stausee und Baldeneysee in den Jahren 2009 bis 2024.

Fig. 7.3: Overview of annual water plant cuttings from Lake Kemnade and Lake Baldeney from 2009 to 2024.

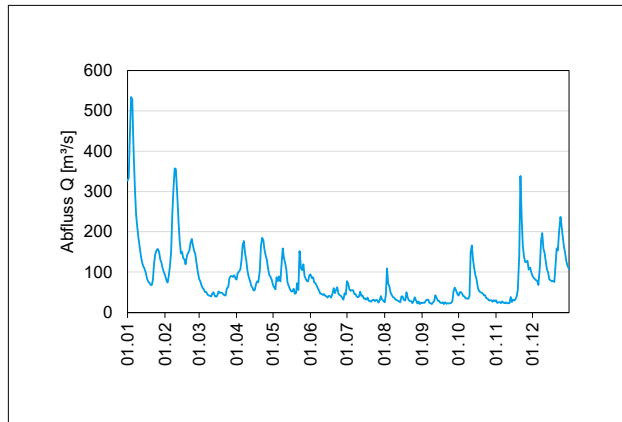


Bild 7.4: Abflussganglinie der Ruhr am Pegel Hattingen von Januar bis Dezember 2024 (b) auf Basis von Tagesmittelwerten
Fig. 7.4: Runoff hydrograph at the Hattingen gauging station from January to the end of December 2024 (b) based on the daily average

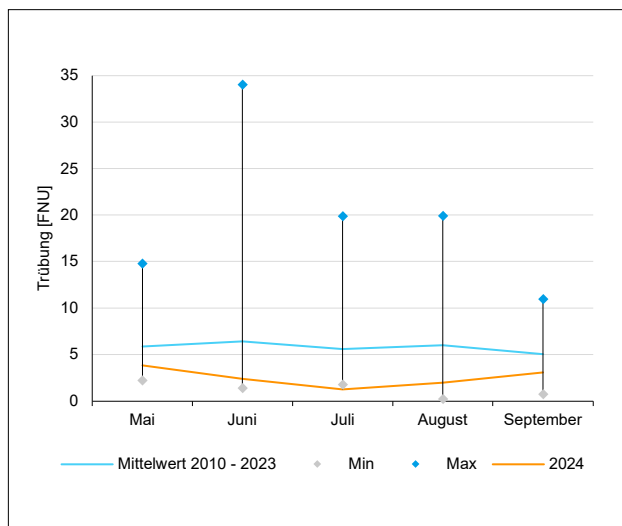


Bild 7.5: Monatsmittelwerte der Trübung im Baldeneysee im Jahr 2024 und Spannweite der Mittelwerte der Jahre 2010 bis 2023
Fig. 7.5: Monthly mean turbidity values in Lake Baldeney in 2024 and the range of mean values from 2010 to 2023

phyll-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 2024 gemeinsam mit den langjährigen Untersuchungen unter Berücksichtigung abiotischer (Globalstrahlung, Wassertemperatur und Abfluss) und biotischer Faktoren (algenkonsumierende Zooplankter bzw. Muscheln sowie Makrophyten) dargestellt und erläutert.

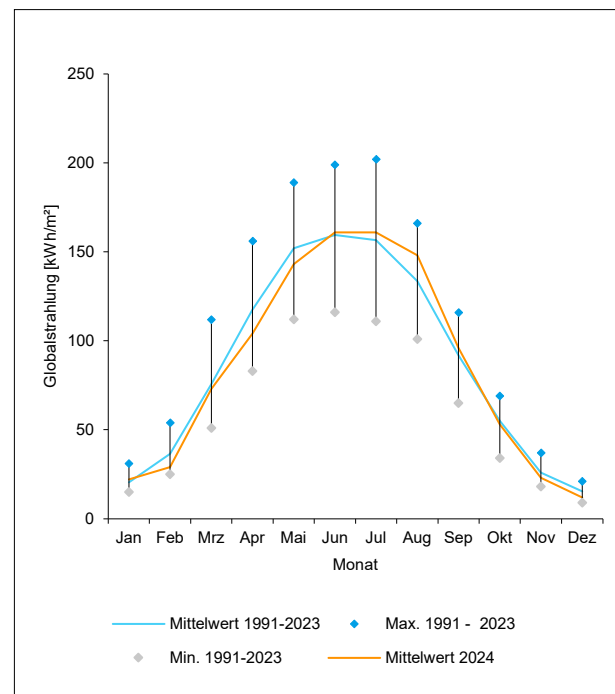


Bild 7.6: Monatsmittelwerte der Globalstrahlung bei Essen im Jahr 2024 und Spannweite der Mittelwerte der Jahre 1991 bis 2023
Fig. 7.6: Monthly means of global radiation at Essen 2024 and spectrum of mean values from 1991 to 2023

Klimatische Bedingungen

Das Jahr 2024 war wieder außergewöhnlich warm. Es erreichte in NRW die Temperaturrekorde der Jahre 2022 und 2023, war aber zugleich wie das Vorjahr sehr regenreich. Betrachtet man Deutschland in seiner Gesamtheit gilt es erneut als das wärmste seit Messbeginn im Jahr 1881 [7.3]. In der Jahressumme wurden für Essen durch den Deutschen Wetterdienst 1203,2 l/m² Niederschlag registriert, was 130 % des langjährigen Mittels (Vergleichszeitraum 1991 – 2020) entspricht [7.3]. Aus einer meist überdurchschnittlichen Regenbilanz, die angeführt wurde von April und Mai mit über 200 % der sonst üblichen Menge, traten lediglich der August und Dezember mit nur etwa 80 % des langjährigen Mittelwerts hervor. In allen anderen Monaten regnete es jeweils mehr als durchschnittlich. Insgesamt betrachtet sind die Regensummen jedoch etwas geringer als im Vergleichsjahr 2023 (1372,1 l/m² und 148 % des langjährigen Mittels). Es folgten auch in diesem Jahr, ähnlich wie 2023, auf die üblichen Hochwasserereignisse an der Ruhr im Frühjahr, mit Abflusswerten zwischen 500 m³/s im Januar und etwa 400 m³/s im Februar am Pegel Hattingen, mehrere kleinere Wellen bis etwa 150 m³/s im Laufe des Sommers. Ende November wurde dann wieder ein Hochwasser mit über 300 m³/s registriert (Bild 7.4). Trotz immer wieder aufgetretenen Wellen in den Sommermonaten, blieb die Trübung während dieser Zeit unterdurchschnittlich gering (Bild 7.5). Bezüglich der mittleren Lufttemperaturen blieben nur der November und der August knapp unter den Werten des Vergleichszeitraums (1991 – 2023). Alle anderen Monate waren zwischen 0,2 °C und 4,4 °C wärmer. Die Monatsmittelwerte der Globalstrahlung des Jahres 2024 (Bild 7.6), dargestellt als kWh/m²*d, lagen

[7.1] lanaplan GbR im Auftrag des Ruhrverbands: Dr. K. van de Weyer: Ergebnisse der Makrophyten-Tauchuntersuchungen in den Ruhrstauseen im Jahr 2024

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

[7.3] Deutscher Wetterdienst (DWD): Deutschlandwetter im Jahr 2024; www.dwd.de/presse

das ganze Jahr hindurch im Bereich der Mittelwerte der Jahre 1991 – 2023. Es wurden keine neuen Höchstwerte erreicht. Für das gesamte Jahr 2024 lag die Globalstrahlung in Summe bei 1025 kWh/m²*d. Das sind 99 % im Vergleich zum Mittelwert der letzten 22 Jahre (1039 kWh/m²*d).

Plankton

Das Bild 7.7 beruht auf der mikroskopischen Zählung der Algentaxa. Hierzu wurden aus den dreimal wöchentlich in Essen-Rellinghausen (Einlauf Baldeneysee) entnommenen

Schöpfproben Monatsmischproben hergestellt und ausgezählt. Nach gleicher Methode wurden Phytoplanktonproben aus dem Baldeneysee auf Höhe des Wehres (Auslauf des Baldeneysees) untersucht. 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. Zur Analyse der Zusammensetzung des Zooplanktons (Bild 7.8) wurde am Wehr des Baldeneysees wöchent-

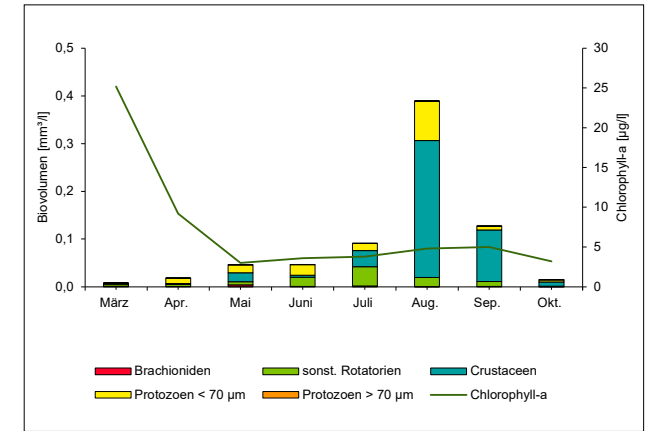


Bild 7.8: Jahreszeitliche Sukzession des Zooplanktons der Ruhr bei Essen Werden im Jahr 2024

Fig. 7.8: Seasonal succession of zooplankton in the Ruhr at Essen Werden in 2024

lich eine Probenahme mit Hilfe eines Zooplanktonnetzes über die gesamte Wassertiefe vorgenommen. Jede vorhandene Probe wurde einzeln ausgezählt und die Ergebnisse im Nachgang zu Monatswerten zusammengefasst. Bild 7.9 und 7.10 zeigen jeweils die Langzeitentwicklung des Phytoplanktons am Einlauf (Essen-Rellinghausen) und des Zooplanktons am Wehr des Baldeneysees im Laufe der letzten 20 Jahre, anhand des Biovolumens der vorkommenden Klassen in Kombination mit dem Jahresmittelwert der Chlorophyll-a-Messung der Probenahmestelle. Die räumliche und zeitliche Entwicklung des Algenvorkommens in der Ruhr auf der Fließstrecke von Hattingen bis Baldeneysee Wehr im Berichtsjahr ist durch die in der Vegetationsperiode gemessenen Chlorophyll-a-Gehalte in Bild 7.11 dargestellt.

Situation am Einlauf des Baldeneysees (Essen-Rellinghausen)

Dass sich die Abflusssituation, wie bereits im Vergleichsjahr 2023 im Laufe des Jahres 2024 kaum über längere Phasen entspannte, spiegelt sich sehr deutlich an der Planktonentwicklung im Baldeneysee wider. Die Gesamtkonzentration

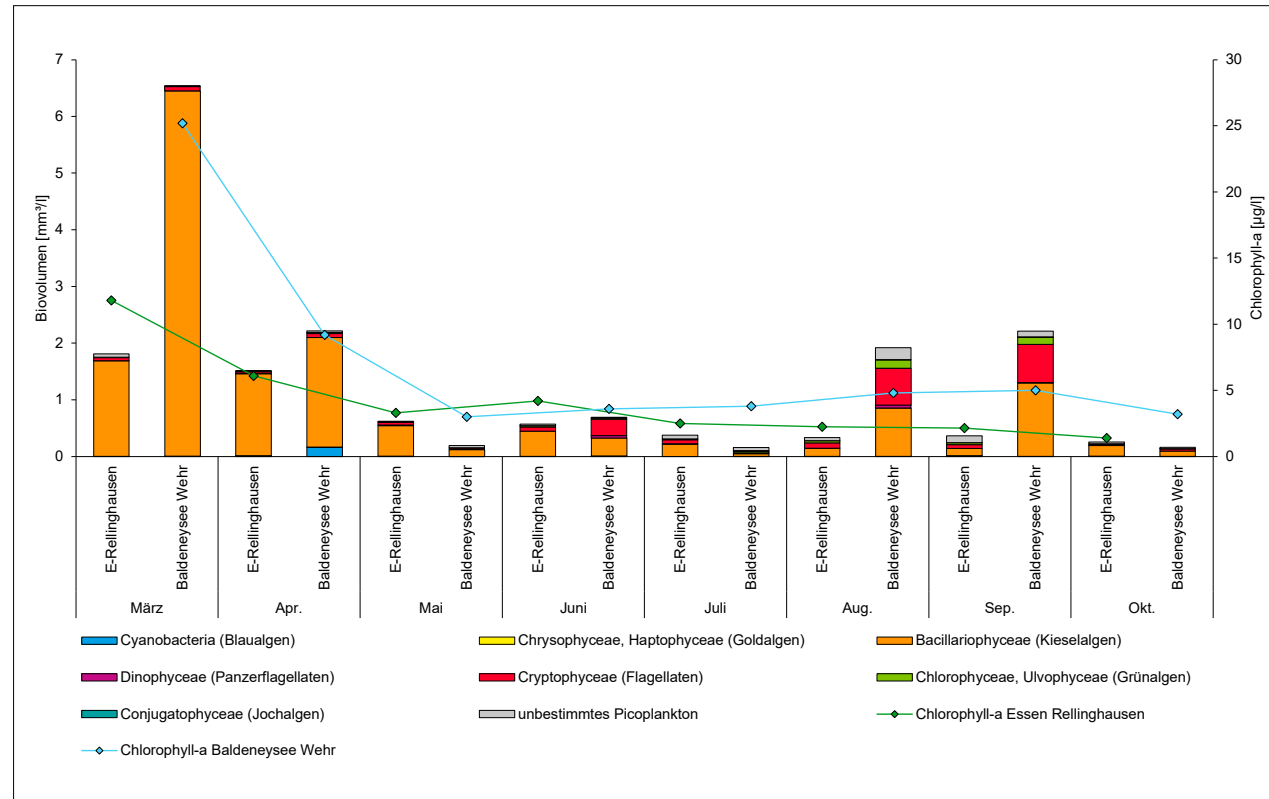


Bild 7.7: Jahreszeitliche Sukzession der Biovolumen des Phytoplanktons in Zulauf (Ruhr in Essen Rellinghausen) und am Ende des Baldeneysees vor dem Wehr in der Vegetationsperiode 2024

Fig. 7.7: Seasonal succession of phytoplankton at the inflow (Ruhr at Essen-Rellinghausen) and the end of Lake Baldeney in front of the weir during the vegetation period 2024

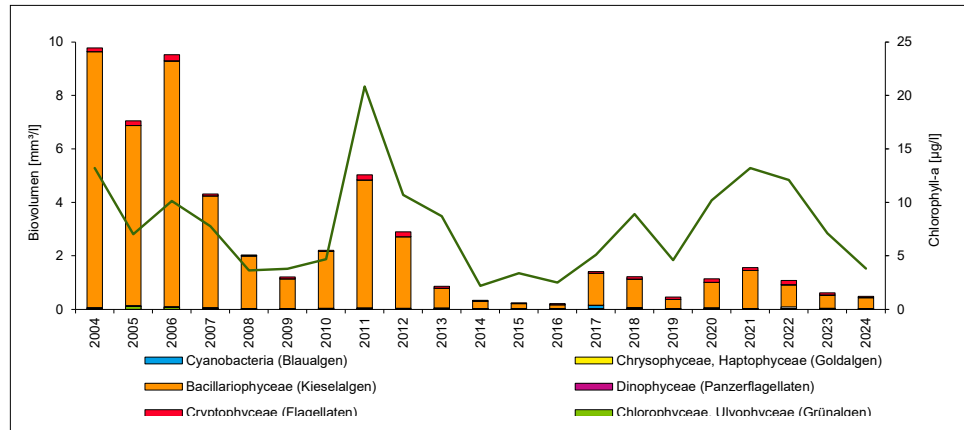


Bild 7.9: Phytoplankton und Chlorophyll-a im Baldeysee (Saisonmittel März bis Oktober)

Fig. 7.9: Phytoplankton and chlorophyll-a in Lake Baldey (seasonal means March to October)

von der Gewässersohle aus, sondern von bereits höheren Beständen. Die geringe Trübung (Bild 7.5) begünstigte zusätzlich das Wachstum der Makrophyten.

Erst Ende Februar 2024 beruhigte sich die Abflusssituation der Ruhr (Bild 7.4) für kurze Zeit, so dass mit ansteigender Globalstrahlung (Bild 7.6) eine erste Planktonentwicklung in den Ruhrstauseen möglich wurde. Im März und April, in einem ersten Zeitraum mit geringem Abfluss (Bild 7.4), kam es für 2024 zum einzigen größeren, jedoch sehr moderaten Eintrag von Phytoplankton in den Baldeysee mit Biovolumen von 1,81 mm³/l und 1,51 mm³/l (Bild 7.7) und Chlorophyll-a-Konzentrationen bis zu 20 µg/l (Bild 7.11).

Die Planktonpopulation bestand in diesem Zeitraum zu etwa 90 % aus Kieselalgen (Diatomeen), hier kleine und mittelgroße radiäre Diatomeen (5-25 µm) und die fadenbildende Kieselalge *Melosira varians* (Bild 7.7). Diese Zusammensetzung ist in der Ruhr typisch für Frühlingsbedingungen, da Kieselalgen sich bereits bei kalten Wassertemperaturen gut vermehren können [7.5]. Im Mai reduzierte sich der Eintrag von Phytoplankton auf 0,62 mm³/l und nahm im Laufe des Jahres stetig ab. Diese Reduktion lässt sich mit fortlaufender Drift durch weitere kleinere Hochwasserereignisse (Bild 7.4) und mit dem starken Wachstum der Makrophyten im Kemnader See begründen. Bereits zu diesem frühen Zeitpunkt hatten dort die *Elodea nuttallii*-Flächen fast die Oberfläche erreicht (Bild 7.2c) und verbrauchten so große Mengen an freien Nährstoffen, die nun für die Entwicklung des Phytoplanktons nicht mehr zur Verfügung standen. Ab Juni nahm das sogenannte Sommerplankton, wärmeliebende Grünalgen, Goldalgen und Flagellaten, zu und

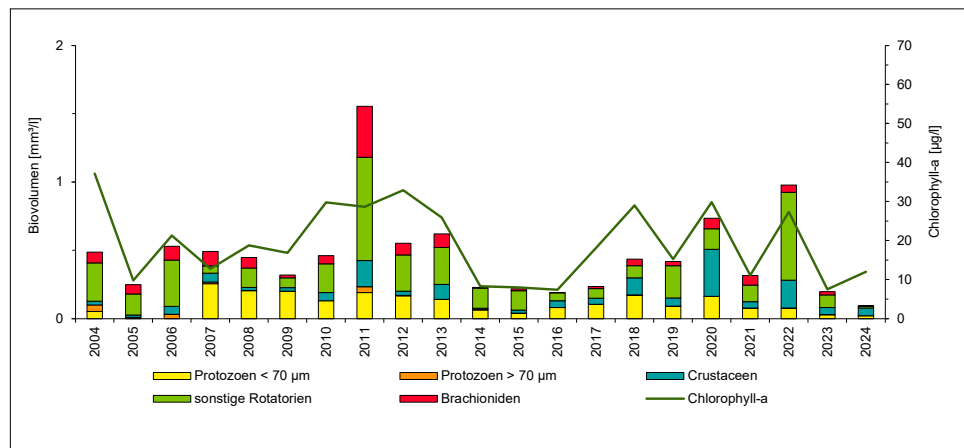


Bild 7.10: Zooplankton und Chlorophyll-a im Baldeysee (Saisonmittel März bis Oktober)

Fig. 7.10: Zooplankton and chlorophyll-a in Lake Baldey (seasonal means March to October)

war am Einlauf des Baldeysees mit 6,3 mm³/l noch etwas geringer als im Vorjahr mit 8,5 mm³/l und lag fast bei einem Drittel des Jahres 2022 (15,5 mm³/l). Ursächlich sind hier, wie bereits im Jahr 2023, die immer wieder erhöhten Pegelstände über den gesamten Zeitraum hinweg und die damit einhergehende Drift, welche ausreichend lange Verweilzeiten für Planktonwachstum verhinderte. Zusätzlich war der Winter 2023/2024 außerordentlich mild. Die Wassertemperatur erreichte in der Ruhr bereits sehr frühzeitig,

nämlich Anfang März 10°C. So konnte *Elodea nuttallii*, als direkter Nährstoffkonkurrent, in den oberen Ruhrstauseen, bereits früh beginnen zu wachsen (Bild 7.2a-c) [7.4]. Auf Grund des Vegetationsprofils vom Mai 2024 (Bild 7.2c) mit außerordentlich hohem Makrophytenbewuchs, liegt die Vermutung nahe, dass die *Elodea*-Bestände aus 2023 im Kemnader See oberhalb des Baldeysees in den fast frostfreien Wintermonaten teilweise erhalten geblieben waren. So startete nun im Frühjahr das Längenwachstum nicht

[7.4] 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.

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

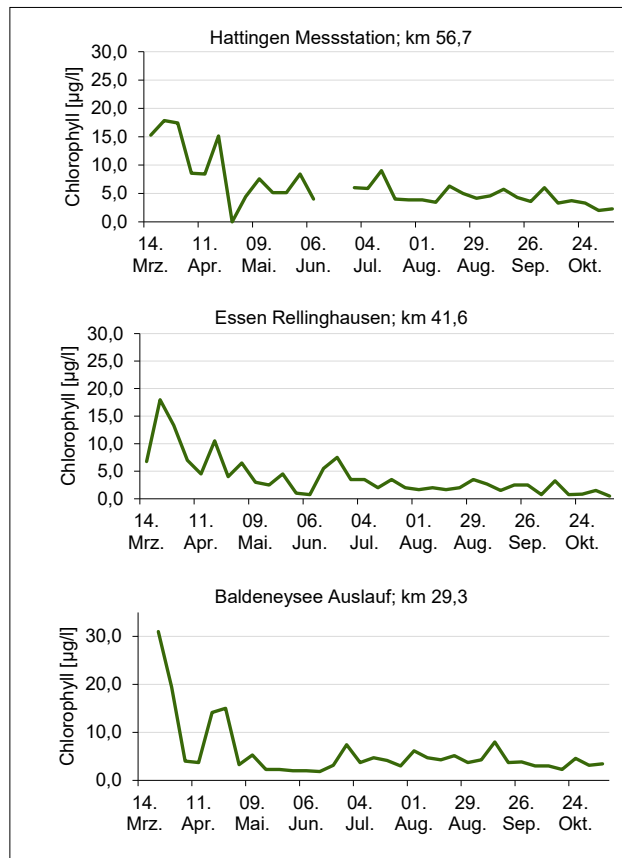


Bild 7.11: Räumliche und zeitliche Entwicklung des Algenvorkommens (als Chlorophyll-a-Gehalt) in der Ruhr auf der Fließstrecke von Hattingen bis Baldeneysee Wehr im Jahr 2024
 Fig. 7.11: Spatial and temporal development of algae occurrence (as chlorophyll-a content) in the Ruhr along the river section from Hattingen to the Lake Baldeney weir in 2024

erreichte im Juni seinen Höhepunkt mit einem Biovolumen von $0,13 \text{ mm}^3/\text{l}$, etwa 40 % der Gesamtmenge. Bezogen auf die Vegetationsperiode von April bis Oktober, lag der Anteil des sogenannten Sommerplanktons bei 14 %, der Volumenanteil der Kieselalgen bei 80 %. Somit ist im Vergleich zum letzten Jahr die Zusammensetzung

des Phytoplanktons ähnlich (19 % zu 70 %), jedoch wie bereits zu Beginn des Abschnitts erwähnt, mit erneut stark reduziertem Gesamtbiovolumen. Etwa 6,5 % (2023: 8 %) entfielen in der Vegetationsperiode am Einlauf des Sees auf die sehr kleinen Zellen (unter $5 \mu\text{m}$) des unbestimmten Picoplanktons, das in der Ruhr immer einen hohen Anteil ausmacht.

Auch in diesem Jahr wurden über das gesamte Jahr hinweg geringe Mengen Cyanobakterien in den Baldeneysee eingetragen, in erster Linie die fadenbildenden Gattungen *Oscillatoria spec.*, *Planktothrix spec.* und *Aphanizomenon spec.* Ihr Anteil an der Gesamtmenge lag bei geringen 1,5 %, 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. Die auch in diesem Jahr wieder 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 $4,0 \mu\text{g/l}$ 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 $20 \mu\text{g/l}$ als Saisonmittel überschreiten (Bild 7.12). Dies war in den letzten 20 Jahren in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen nur 2011 der Fall, einem Jahr mit überdurchschnittlicher Globalstrahlung über die gesamte Vegetationsperiode hinweg, kombiniert mit sehr geringen Abflusswerten.

Planktonentwicklung im Baldeneysee

Bild 7.7 stellt die aufsummierten Ergebnisse in Biovolumen (mm^3/l) der monatlichen Phytoplanktonzählung am Einlauf und am Auslauf des Baldeneysees gegenüber. Zusätzlich ist der Chlorophyll-a-Verlauf an den beiden Probenstellen über Monatsmittelwerte dargestellt. Durch den

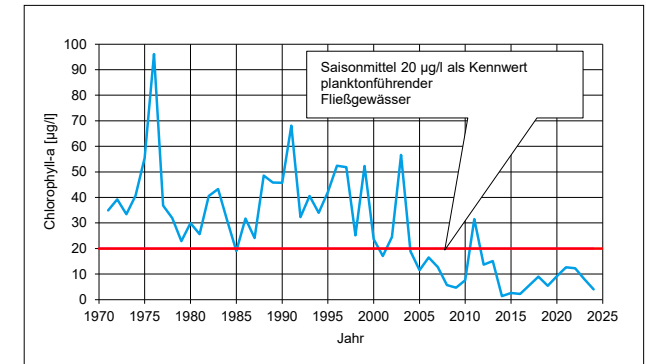


Bild 7.12.: Jahresmittelwerte des Chlorophyll-a-Gehalts in der Ruhr bei Essen Rellinghausen in der Vegetationsperiode April-Oktober 1971 bis 2024

Fig. 7.12.: Annual means of the chlorophyll-a-concentration in the Ruhr at Essen-Rellinghausen during vegetation period (April to October), 1971 to 2024

direkten Vergleich kann der Zuwachs an Algenbiomasse im Baldeneysee im Verlauf der Vegetationsperiode unter Berücksichtigung des „Grazings“ durch das Zooplankton (Bild 7.8) quantifiziert werden. Hier wird deutlich, dass zur Entwicklung von Plankton ein Zeitraum mit geringem Abfluss und somit Stillwasser notwendig ist: Das Phytoplankton entwickelte sich im Berichtsjahr im Frühling (März/April) und im Spätsommer (August/September), jeweils in Zeiten mit geringer Wassermenge und geringem Abfluss (Bild 7.4). Im März wurde $1,81 \text{ mm}^3/\text{l}$ eingetragen und dieses Biovolumen hat sich innerhalb des Sees auf $6,5 \text{ mm}^3/\text{l}$ mehr als verdreifacht. Den größten Anteil an dieser Planktonentwicklung hatten auch innerhalb des Sees die radiären Diatomeen bis $25 \mu\text{m}$ Durchmesser mit $5,4 \text{ mm}^3/\text{l}$ und zu geringeren Anteilen die fädige Kieselalge *Melosira varians*. Als weitere Ursache für diese starke Entwicklung innerhalb des Sees lässt sich das Ausbleiben des zu dieser Jahreszeit vorherrschenden Fraßfeindes, der sich sonst im Frühling zuerst und schnell entwickelnden Rotatorien-Population ausmachen. Bereits im letzten Jahr war die Population gering und außergewöhnlich spät, so dass der diesjährige Ausfall eine Folge von bereits geringer Latenz-Ablage

im Vorjahr sein kann. Mit Hilfe dieser Dauerstadien sind Rotatorien in der Lage, Perioden mit für sie nicht optimalen Lebensbedingungen, also z.B. Winter mit kalten Temperaturen oder sogar Trockenphasen zu überbrücken. Häufig sind Latenzeier noch nach Jahren schlupffähig. Jedoch verursachte der häufig schwankende Abfluss der Ruhr und die damit einhergehende Drift über das gesamte Jahr 2023 und 2024 vermutlich ein stetiges Abtreiben der teilweise im Plankton verbleibenden Dauerstadien aus dem Seebereich. So blieb im Frühjahr 2024 das übliche „Grazing“ durch die Rädertierchen komplett aus. Eine weitere exponentielle Entwicklung des Phytoplanktons ohne den direkten Fraßfeind wurde jedoch im Laufe des Frühlings durch andere Einflüsse, wie die ab April 2024 wieder ansteigende Wassermenge und somit stärkerem Abfluss und geringerem Nährstoffeintrag durch Zunahme der Makrophyten in allen Stauseen verhindert. Auch der Einfluss filtrierender Muscheln wurde im Abschnitt „trophische Situation im Baldeneysee“ bereits beschrieben.

Die zweite Chlorophyll-a-Entwicklung im Spätsommer des Jahres mit max. 8 µg/l in der zweiten Septemberwoche 2024 fiel mit Biovolumen des Phytoplanktons von etwa 2 mm³/l sehr viel geringer aus als die des Frühjahrs (Bild 7.7). Der Eintrag in Essen-Rellinghausen war mit 0,3 mm³/l zu diesem Zeitpunkt sehr gering. Das Planktonbiovolumen hatte sich also mit Hilfe etwas überdurchschnittlicher Globalstrahlung (Bild 7.6) und einer längeren Stillwasserperiode (Bild 7.4) innerhalb des Sees versechsfacht. 40 % hiervon war zu diesem Zeitraum das sog. „Sommerplankton“ (Grünalgen, Flagellaten und Goldalgen). Etwa die gleiche Menge bestand aus den im gesamten Beobachtungszeitraum dominanten Kieselalgen und die restlichen 20 % entfielen auf das im Sommer immer etwas stärker vorhandene Picoplankton, sehr kleine, auf Grund ihrer Größe von unter 5 µm, im Lichtmikroskop nicht bestimmbare Zellen. Bereits im Juli startend, entwickelte sich nun eine Crustaceengemeinschaft aus in erster Linie den im See etablierten wärmeliebenden Cladoceren (Blattfußkrebse) *Bosmina longirostris* und *Ceriodaphnia spp.* und den cyclopoiden Copepoden (Ruderfußkrebse) (Bild 7.8). Die beiden Clado-

cerengattungen haben ein Temperaturoptimum bei etwa 20 °C und gehören nun schon seit einigen Jahren in den Sommermonaten zu den dominierenden Taxa des Zooplanktons im Baldeneysee. Sie waren, auf Grund ihrer feinen Filterkämme, in der Lage das in diesem Zeitraum dominierende kleine Phytoplankton, hier das Picoplankton unter 5 µm und das sogenannte „Sommerplankton“ (Grünalgen, Flagellaten und Goldalgen), gut zu reduzieren. Auch die sich omnivor ernährenden cyclopoiden Copepoden (Ruderfußkrebse) trugen sicher zur Reduktion des Phytoplanktons bei. Ihre Nauplien (Jugendstadien) ernähren sich vorwiegend pflanzlich, während die erwachsenen Tiere sich in erster Linie räuberisch von kleineren Zooplanktern leben. Betrachtet man die Langzeitgraphiken der Entwicklung des Planktons (Bild 7.9 und 7.10) am Einlauf des Sees, lässt sich die enorme Abnahme des Phytoplanktoneintrags in den See innerhalb der letzten 20 Jahre auf einen Blick wahrnehmen. Über den gesamten Zeitraum hinweg blieb die Zusammensetzung mit einer dominanten Kieselalgenpopulation aber sehr einheitlich. Diese Entwicklung ist sowohl der Reduzierung des Nährstoffeintrags durch Verbesserung der Kläranlagenleistungen als auch der darauffolgenden Entwicklung der Makrophytenbestände als Nährstoffkonkurrenten geschuldet. Beim Zooplankton (Bild 7.10) wird über die 20 Jahre hinweg eine Abnahme der kleinsten Protozoen < 70 µm sehr deutlich. Diese ernähren sich vornehmlich von Bakterien, die im Baldeneysee erfreulicherweise stark rückläufig sind. Der Anteil der Brachioniden, der in den 90er Jahren noch den Hauptanteil des Rotatorien-Zooplanktons ausgemacht haben, ist in den letzten 20 Jahren ebenfalls deutlich geringer geworden, während die relativen Anteile der Crustaceen, also Copepoden und Cladoceren, zunehmen. Eine Abnahme des Gesamtbiovolumens ist in dieser 20 Jahre beinhaltenden Graphik nicht mehr sofort erkennbar, da bereits Anfang der 2000er Jahre ein massiver Rückgang des Zooplankton-Biovolumens erfolgte und sich seitdem die Population auf einem geringeren Niveau eingependelt hat.

In Bild 7.11 lässt sich die Entwicklung des Chlorophyll-a und damit des Phytoplanktons von der Messstation Hattingen

über den Einlauf zum Auslauf des Baldeneysees gut nachvollziehen. Das in Hattingen bereits vorliegende Chlorophyll-a beruhte zu einem großen Teil auf dem ausgeschwemmten Phytoplankton aus den vorher bereits passierteten drei Stauseen der Ruhr, Hengsteysee, Harkortsee und Kemnader See. Bis zum Einlauf in den Baldeneysee blieben die Werte unverändert, da bis dorthin keine Stillwasserbereiche vorhanden sind, in denen sich das Phytoplankton gut entwickeln könnte. Erst im Baldeneysee kam es im März und in geringem Maße im August/September zu einer Zunahme des Chlorophyll-a.

Summiert man die dem Bild 7.11 zugrunde liegenden Wochenwerte des Chlorophyll-a für die Messstelle Baldeneysee Auslauf auf, erhält man für das aktuelle Berichtsjahr 196 µg/l. Im Jahr 2023 lag dieser Wert bei 262 µg/l, folglich eine Reduktion um etwa 25 %. Dazu passend hat sich das Biovolumen aller Phytoplankter von April bis Oktober 2024 im Vergleich zum letzten Jahr von 11,58 mm³/l auf 7,54 mm³/l um etwa 35 % verringert. Das „Sommerplankton“ (Grünalgen, Flagellaten und Goldalgen) machte innerhalb der gesamten Vegetationsperiode mit 2,13 mm³/l etwa 28 % des Gesamtbiovolumens aus. Im letzten Jahr stellte es mit 2,86 mm³/l 25 % des Gesamtbiovolumens. Der Anteil an Kieselalgen am Gesamtbiovolumen betrug 4,65 mm³/l und damit 62 % der Gesamtmenge (im Jahr 2023 waren 7,69 mm³/l und damit immerhin 66 % der Gesamtmenge). Wie bereits für den Einlauf des Sees geschildert, waren die Cyanobakterien mit 0,2 mm³/l und somit etwa 2 % nur in geringem Maße vertreten. Am Wehr des Sees wurden, wie am Einlauf, die Gattungen *Oscillatoria spec.* und *Planktothrix spec.* identifiziert. Etwa 6 % 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 [7.6].

[7.6] Schwoerbel, J. und Brendelberger H.: Einführung in die Limnologie, 11. Auflage, 2022, Springer Verlag

Zu dem noch geringeren Eintrag des Phytoplanktons in den See als 2023 passt das kleinste mittlere Biovolumen/ Monat des Zooplanktons seit 20 Jahren mit $0,10 \text{ mm}^3/\text{l}$ (Bild 7.8). Im Vergleich zu 2023 hat sich der bereits sehr niedrige Wert noch einmal halbiert. Auf Grund des immer wieder erhöhten Abflusses über die letzten 2 Jahre hinweg blieb die sonst übliche Frühjahrspopulation von Rotatorien komplett aus. Auch die sommerliche Cladoceren- und Copepodengesellschaft entwickelte sich auf Grund von geringer Nahrungsgrundlage in Form von Plankton nur spärlich.

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 7.4), Strahlung und physikalisch-chemischen Verhältnissen verknüpft. Einige dieser Faktoren und ihre Auswirkungen auf den Sauerstoffhaushalt zeigt Bild 7.13 am Beispiel des Baldeneysees. Aus Tageseinzelwerten der Ü.-Station Essen-Werden wurden hier Wochenmittel für Wassertemperatur, Globalstrahlung, Chlorophyll-a und Sauerstoffsättigung errechnet und 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.

Durch den milden Winter 2023/2024 mit nur zwei kurzen Frostperioden im Januar hatten die Wassertemperaturen in der Ruhr bereits Mitte März 10°C deutlich überschritten, so dass die Elodeaflächen im Kemnader See (Bild 7.2c) wahrscheinlich im Winter durchgängig wachsen bzw. mit grünen Sprossen überwintern konnten [7.7]. So kam es nach den Hochwasserphasen im Januar und Februar des Jahres 2024 mit ihrer ausschwemmenden Wirkung, Verkürzung der Aufenthaltszeiten und Trübung des Wassers (Bild 7.5) zu einer ersten, aber im Vergleich zu den Vorjahren geringen Chlorophyll-a-Entwicklung im März des Jahres 2024 (Bild

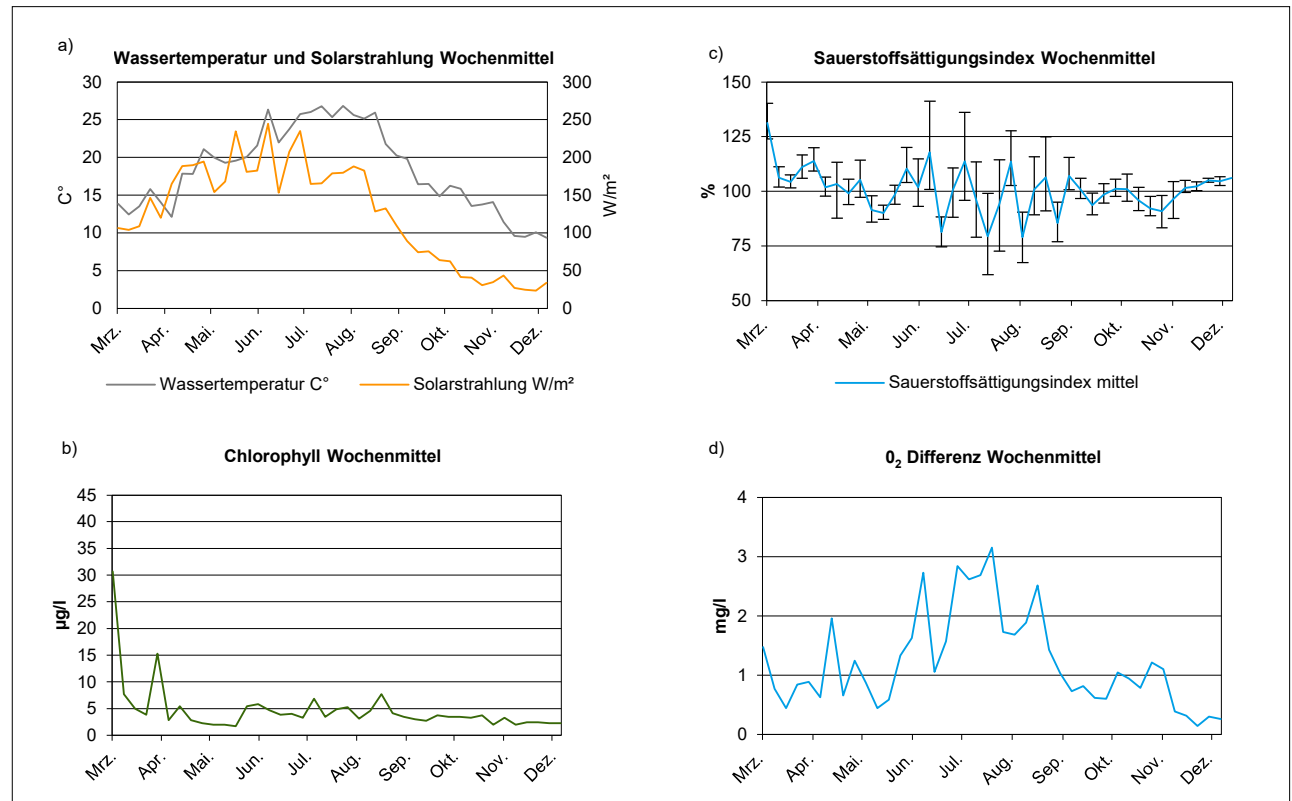


Bild 7.13: Einfluss der Wassertemperatur und der Globalstrahlung auf die Algenentwicklung im Baldeneysee und deren Auswirkung auf den Sauerstoffgehalt im Jahr 2024

Fig. 7.13: Influence of water temperature and total radiation on phytoplankton growth in Lake Baldeney and the resulting impact on the oxygen balance in 2024

7.13b). Dies war erst bei Rückgang des Abflusses auf etwa $50 \text{ m}^3/\text{s}$ für zumindest einige Tage möglich. Wie in Bild 7.13a zu sehen, war sowohl Wassertemperatur als auch Solarstrahlung, als notwendige Komponenten für Pflanzenwachstum, zu diesem Zeitpunkt bereits ungewöhnlich hoch. Sie hatten aber im Baldeneysee hier nicht den entscheidenden Einfluss auf das Ausmaß der Phytoplanktonentwicklung. Der über das gesamte Jahr hinweg stark schwankende Abfluss im Gewässer und die Nährstoffkonkurrenz

durch Makrophyten sind hier als limitierende Faktoren zu bewerten.

In den Graphiken c) und d) des Bildes 7.13 sind der Sauerstoffsättigungsindex in Kombination mit der O_2 -Differenz dargestellt. Die O_2 -Sättigung von Süßwasser ist abhängig vom Luftdruck und der Wassertemperatur. Eine hundertprozentige Sättigung wird bei 10°C Wassertemperatur mit $11,3 \text{ mg/l}$ erreicht, bei 20°C aber schon mit $9,1 \text{ mg/l}$.

Eine Sättigung von über 100 % entsteht durch biogenen Sauerstoffeintrag durch Photosynthese bei Tageslicht. Hier zeigt sich, dass auch 2024 die zeitliche Abfolge der Sauerstoffsättigung mit der Chlorophyll-a-Entwicklung im Laufe des Jahres korreliert, jedoch in den Sommermonaten Juni bis September der geringe Chlorophyll-a-Gehalt des vorhandenen Planktons nicht alleiniger Verursacher der Sauerstoffentwicklung sein kann. Es lässt sich hier herleiten, dass der Sauerstoff im See im Berichtsjahr nur zum Teil von der Photosynthese des schwebenden Phytoplanktons, sowie anteilig von den dort vorhandenen Makrophyten produziert wurde. Deren Chlorophyll-a-Anteil wird bei der Messung an der Ü.-Station am Wehr des Baldeneysees nicht detektiert. Im Vergleich zu 2023 ist die prozentuale Sauerstoffsättigung in der Vegetationsperiode um einiges geringer. Das Maximum lag am Anfang, korrelierend mit dem ersten und größten Planktonpeak des Jahres am 24. März 2024 bei 131 %. Zu diesem Zeitpunkt war der Sauerstoffgehalt vermutlich noch fast komplett auf die Planktonentwicklung zurückzuführen. Im Vorjahr 2023 wurde dieser Wert im Mai und Juni zweimal überschritten mit einem Maximum von 157 % im Mai.

Je höher die Peaks in der Kurve der O_2 -Differenz in der Graphik 7.13d 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 Augustwoche bei Wassertemperaturen von über 25°C gemessen. Die niedrigen Sauerstoffgehalte führten jedoch nicht zu einem Fischsterben.

Seit 2021 sind die Maxima und Minima des Sauerstoffsättigungsindex rückläufig. Damals lag die höchste Übersättigung bei 270 %, das Minimum bei unter 25 %. Diese starken Schwankungen sind seitdem in jedem Jahr geringer ausgeprägt und erreichten im Jahr 2024 ihren vorläufigen Tiefststand mit einem Maximum von 164 % und einem

Minimum von 60 %. Hier lässt sich anmerken, dass die Sauerstoffproduktion und auch nächtliche -zehrung von *Elodea*, im Vergleich zum Phytoplankton, eher moderat abläuft und daher die tagesperiodischen Schwankungen gedämpfter sind als zu den Zeiten, als der See noch durch das Phytoplankton dominiert wurde [7.7]. Die nun moderateren Schwankungen des Sauerstoffgehalts im See sind positiv zu bewerten.

Zusammenfassend lässt sich für das Jahr 2024 über eine klimabedingte, geringe Entwicklung im Bereich des Planktons berichten. Aufgrund der überdurchschnittlich hohen Niederschläge und dem daraus folgenden hohen Abfluss waren die notwendigen Stillwasserzeiten für das Wachstum sehr kurz. Zusätzlich hat der sehr milde Winter 2023/2024 der in allen Ruhrstauseen vorhandenen *Elodea nuttallii*, als direktem Nährstoffkonkurrent des Planktons, einen Wachstumsvorteil ermöglicht, da sie im Frühling nicht von der Gewässersohle aus neu, sondern bereits von einem höheren Bestand aus in die Vegetationsperiode starten konnte. Der Baldeneysee zeigte sich daher im Jahr 2024 deutlich Makrophyten-dominiert.

[7.7] 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.

08 Talsperrenuntersuchungen – Spotlight auf Bigge

Allgemeines

Der Ruhrverband besitzt und bewirtschaftet im Sauerland die Henne-, Möhne-, Sorpe-, Verse-, Fürwigge-, Ennepe-, Bigge- und Listertalsperre. Mit einem Gesamtstauinhalt von 463 Mio. m³ dienen diese 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. Aus einigen Talsperren wird auch direkt Rohwasser für die Trinkwasseraufbereitung entnommen. 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 deutlichen Reduzierung des Nährstoffeintrags in die Talsperren. Unterstützt wurden und werden die Maßnahmen zum Aufbau und Erhalt ökologisch intakter Talsperren durch das seit mehr als 30 Jahren etablierte fischereiliche Management, das lebensraumspezifisch durchgeführt wird. Dazu gehört

eine Abwärtssteuerung („top-down control“) des Nahrungsnetzes, z.B. durch Besatz mit krautlaichenden Raubfischen, sowie eine gezielte Befischung von Weißfischen, um den Fraßdruck auf die effektivsten Phytoplanktonfiltrierer, z. B. Daphnia und Bosmina zu verringern.

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.

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) [8.1], der Klimawandel und die trophischen Verhältnisse. 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. Darüber hinaus werden die Nährstoffeinträge über die Zuflüsse und durch den auf die Talsperre fallenden Niederschlag bestimmt. Die Ergebnisse dieser limnologischen Untersuchungen dienen sowohl einer adäquaten fischereilichen Bewirtschaftung, dem frühzeitigen Handeln bei Gefährdungen des Ökosystems oder der Gewässernutzungen, der Überwachung und Bewertung entsprechend den Vorgaben der OGewV [8.1] als auch der Kontrolle

der Wasserqualität in der Rolle des Betreibers von Talsperren [8.2].

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. RGB 2023). Die Bewertung stehender Gewässer, wie hier der Talsperren, erfolgt in erster Linie durch die Bestimmung des Trophiegrads. Diese wird entsprechend dem LAWA-Abschlussbericht 2013 [8.3] mit den Anpassungen zur „Vorläufigen Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren“ [8.4] 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 8.1 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 in den Jahren 2023 und 2024 ein wenig

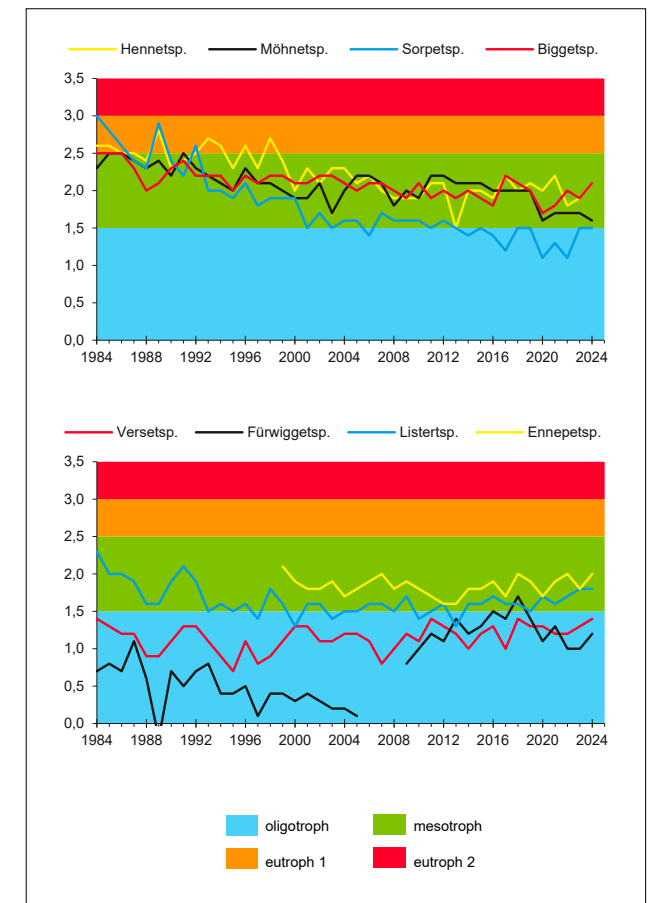


Bild 8.1: Entwicklung der Trophie in den letzten 40 Jahren in den Ruhrverbandstalsperren entsprechend der überarbeiteten Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren (LAWA 2013)

Fig. 8.1: Development of the trophic status in the Ruhrverband's reservoirs during the last 40 years according to the revised directive for the trophic classification of reservoirs (LAWA 2013)

höher (Bild 8.1). Bei den anderen Talsperren bewegten sich die Trophiewerte für das Jahr 2024 im üblichen Schwankungsbereich der Vorjahre - auch bei der Fürwiggetalsperre, in der der Wasserspiegel von Juli bis September



Bild 8.2: Fürwiggetalsperre mit niedrigem Wasserstand aufgrund der im Sommer 2024 durchgeführten Sanierungsarbeiten an Teilen der Staumauer.
Fig. 8.2: Fürwigge Reservoir with low water level due to renovation work on parts of the dam carried out in summer 2024.

um maximal 5 m abgesenkt worden war, um Teile der Staumauer für Sanierungsarbeiten freizulegen (Bild 8.2). 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 8.1). An der Hennetalsperre hat sich dieser Prozess aufgrund massiver Entwicklungen des Cyanobakteriums („Blaualge“) *Planktothrix 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 8.1). 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

-
- [8.1] Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - 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.
 - [8.2] DIN 19700-11 Stauanlagen – Teil 11: Talsperren, Juli 2004
 - [8.3] 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-Wasser-Rahmenrichtlinie, Stand Mai 2013
 - [8.4] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) 2001 (Hrsg.): Gewässerbewertung – stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren, Schwerin: Kulturbuch Verlag Berlin GmbH 2001. ISBN 3889612377



Bild 8.3: Das Foto zeigt die Aufrahmung von *Aphanizomenon flos-aquae* (Cyanobakterien) am Ufer des Olper Vorbeckens (Biggetalsperre) im August 2024. Darunter sieht man die mikroskopische Aufnahme davon: In der Mitte erkennt man eine Kolonie von *Aphanizomenon flos-aquae*.

Fig. 8.3: The photo shows surface scum of *Aphanizomenon flos-aquae* (cyanobacteria) on the shore of the Olpe forebay (Bigge Reservoir) in August 2024. Below is the microscopic image: In the centre, a colony of *Aphanizomenon flos-aquae* can be seen.

bewerten – wenngleich der Wert häufig an der Grenze zur Mesotrophie liegt.

Die Trophie der im Jahr 1997 vom Ruhrverband übernommenen Ennepetalsperre liegt stabil im mittleren mesotrophen Bereich (Bild 8.1). 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 den Talsperren, da beispielsweise das Phytoplanktonwachstum sowie die Wassertemperatur und das Schichtungsverhalten des Wassers beeinflusst werden. Der Nährstoffeintrag in eine Talsperre wird durch Niederschläge beeinflusst, zum Beispiel durch Erhöhung der Wassermengen und durch Mitschwemmung von Nährstoffen von den Uferbereichen der Talsperren und der zulaufenden Bäche. Über das Wasserwirtschaftsjahr 2024 gesehen war das Wetter in Nordrhein-Westfalen gleichzeitig wärmer und niederschlagsreicher als im langjährigen Rückblick. Ausgelöst durch häufige Niederschläge, kam es zum Jahreswechsel in Teilen des Ruhreinzugsgebietes und an der Ruhr zu mittleren Hochwasserereignissen und im Februar zu Gewässerausuferungen. Im Februar war auch das Sauerland vom schweren Sturm Wencke (international "Louis") betroffen. Wie es bei reichlich Niederschlägen zu erwarten und auch schon im Wasserwirtschaftsjahr 2023 der Fall gewesen war, wiesen die Talsperren im Berichtsjahr hohe Füllgrade auf, und die Jahresmittelwerte der Phosphor- und Stickstoff-Frachten in den Zuläufen zeigten häufig Anstiege. Trotz des insgesamt reichen Niederschlags waren im Sauerland besonders im August auch viele Sonnentage zu verzeichnen.

Starke Massenentwicklungen von Cyanobakterien („Blau-algen“), wie sie in den 1990er Jahren in der Hennetalsperre vorhanden waren, treten aufgrund der guten Wasserqualität schon lange nicht mehr auf. Wohl aber werden immer wieder Cyanobakterien temporär an einzelnen Uferstellen als Aufrahmung beobachtet. Für die Zukunft wird aufgrund der direkten und indirekten Auswirkungen des Klimawandels, eine Zunahme solcher Beobachtungen erwartet [8.12, 8.13]. Die Ansammlungen entstehen, wenn Arten, die aufgrund ihrer Gasvakuolen an der Wasseroberfläche treiben können, durch Wind vorzugsweise in Buchten zusammengetrieben werden. Lokal begrenzte Besonderheiten, zum Beispiel beim Nährstoffangebot, können auch

eine Rolle spielen. In den Vor- und Hauptbecken sind vor allem an der Henne-, Bigge-, Möhne- und Sorpetalsperre manchmal Aufrahmungen zu beobachten. Je nach Windstärke und -Richtung bleiben sie nicht unbedingt an einem Ort. Bild 8.3 zeigt beispielhaft eine am Ufer sichtbare blau-grüne Aufrahmung von *Aphanizomenon flos-aquae* und zusätzlich eine mikroskopische Aufnahme. Hier erkennt man die für diese Art typischen, zu Bündeln zusammengefassten, einreihigen Zellfäden. Als weiteres Beispiel wird in Bild 8.4 eine am Ufer sichtbare, grüne Ansammlung von überwiegend *Dolichospermum lemmermannii* gezeigt, die aus langen perlschnurartigen Fäden besteht. Im Berichtsjahr fielen bei der Henne- und Biggetalsperre auffällige lokale Ansammlungen von Cyanobakterien am Ufer auf. Bei der Hennetalsperre war für kurze Zeit auch eine Badebucht betroffen, weshalb dort seitens der örtlichen Behörden eine Warnung, jedoch kein Badeverbot ausgesprochen wurde. [8.5]

Metalimnische Sauerstoffdefizite, deren Entstehung auch in Stillgewässern guter Qualität möglich sind, kommen hin und wieder in den Talsperren vor. Eine solche sauerstoffarme Schicht entsteht in der Regel im Spätsommer, vermutlich indem abgestorbenes Phytoplankton oder andere Organische Substanzen unter Sauerstoffverbrauch im Bereich des Metalimnions, der Sprungschicht zwischen oberer Wasserschicht und Tiefenwasser, unter Sauerstoffverbrauch abgebaut werden. Die Ursachen dafür, dass der Abbau gerade in der Sprungschicht stattfindet, können vielfältig sein. Zum einen wird das Absinken von organischem Material beim Zusammentreffen von Wasserschichten unterschiedlicher Temperatur und deshalb unterschiedlicher Viskosität im Metalimnion verlangsamt. Möglicherweise spielen auch solche Cyanobakterien eine Rolle, die sich, bevor sie absterben, bereits im Metalimnion aufhalten. Auch andere Gründe, wie eine erhöhte Sauerstoffatmung durch Plankton oder eine Einschlachtung von einströmendem Wasser mit einem bereits hohem Sauerstoffbedarf, sind möglich. [8.6, 8.7]

Bildet sich ein metalimnisches Sauerstoffdefizit aus, bleiben kälteliebende Fische, die sich typischerweise im Hypolimnion (Tiefenwasser) aufhalten, unterhalb dieser sauerstofffreien

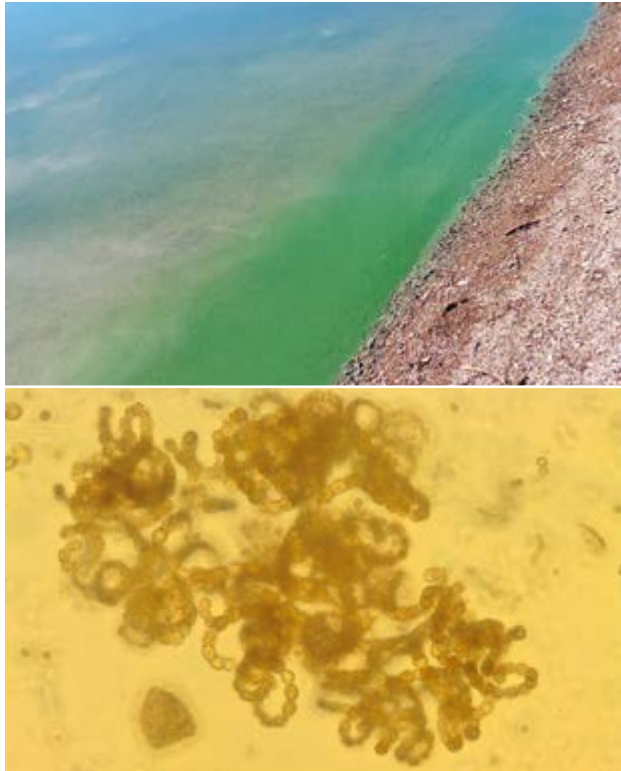


Bild 8.4: Das Foto zeigt die Aufräumung von Cyanobakterien (überwiegend *Dolichospermum lemmermannii*) am Ufer der Biggetalsperre im Juni 2024. Darunter sieht man die mikroskopische Aufnahme davon: eine Kolonie von *Dolichospermum lemmermannii*.

Fig. 8.4: The photo shows surface scum of Cyanobacteria (mainly *Dolichospermum lemmermannii*) on the shore of the Bigge Reservoir in June 2024. Below is the microscopic image: a colony of *Dolichospermum lemmermannii*.

Schicht und weichen nicht ins sauerstoffreichere Epilimnion (obere Wasserschicht) aus [8.6]. In Verbindung mit der weiterhin stattfindenden Sauerstoffzehrung im Tiefenwasser sowie der gegebenenfalls vorhandenen Abgabe von Tiefenwasser über die Talsperren-Grundablässe können kritische Sauerstoffverhältnisse für Fische, wie z. B. der Kleinen Maräne, auftreten.

Wie schon häufiger (2013, 2016, 2018, 2020-2023) kam es in der Möhnetalsperre trotz der guten Gewässerqualität auch im Jahr 2024 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 19.09. und dem 20.10.2024 rund 22 Tonnen Sauerstoff eingebracht und Kosten von rund 16.000 € aufgewendet (exklusive der Anlagenmiete für die Dauerinstallation).

In der Hennetalsperre wurde im Berichtsjahr ebenfalls zum Schutz der Fischfauna belüftet. Dafür wurden zwischen dem 24.09. und dem 21.10. rund 26 Tonnen Sauerstoff eingebracht und Kosten von rund 37.000 € aufgewendet. Im Gegensatz zu den Jahren 2019, 2021 und 2022 musste der Ruhrverband im Berichtsjahr diesbezüglich bei der Ennepetalsperre nicht aktiv werden. Sie hat 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. Diese dient der Verhinderung anaerober Sedi-mentrücklösung 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 Sauerstoffkonzentrationen für Fische im Tiefenwasser bei. Im Mai 2024 wurde das Verteilerstück der Anlage wegen Reparaturarbeiten geborgen und im September remonti-ert. Deshalb lief die Anlage im Sommer ohne dieses Verteilerstück, wodurch die Wasserbewegung durch die Belüftung deutlicher zu sehen war als sonst. 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 nährstoffärmeren Gewässern sein können. In den letzten zehn Jahren waren hauptsächlich die Möhnetalsperre sowie die Ennepe- und Hennetalsperre 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 wassermengenhwirtschaftlicher, ökologischer und fischereilicher Aspekte positiv auf die einzelnen Talsperrensysteme auswirken.

Biggetalsperre

Die Biggetalsperre ist mit 171,7 Mio. m³ Stauraum die größte und wasserwirtschaftlich bedeutendste Talsperre im Ruhreinzugsgebiet (Bild 8.5). Sie wurde 1965 in Betrieb genommen und stellt 37 % des Gesamtstauraums der Ruhrverbandstalsperren. Neben der Sicherung einer Mindestwasserführung in der unteren Ruhr sind der

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

[8.6] Robertson, D. M., Siebers, B. J., Ladwig, R., Hamilton, D. P., Reneau, P. C., McDonald, C. P., Prellwitz, S., Lanthrop, R. C.: Response of Green Lake, Wisconsin, to changes in phosphorus loading, with special emphasis on near-surface total phosphorus concentrations and metalimnetic dissolved oxygen minima. U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report, 5003, 2022

[8.7] Wentzky, V. C., Frassl, M. A., Rinke, K., Boehrer, B.: Metalimnetic oxygen minimum and the presence of *Planktothrix rubescens* in a low-nutrient drinking water reservoir. Water Research, 148: 208-218, 2018



Bild 8.5: Luftaufnahme der Biggetalsperre
Fig. 8.5: Aerial photograph of the Bigge Reservoir

Hochwasserschutz und die Energieerzeugung weitere Aufgaben der Biggetalsperre. Die als Vorbecken betriebene Listertalsperre dient darüber hinaus der Trinkwasserversorgung von Attendorn und Olpe. Neben der Listertalsperre, deren Einzugsgebiet ca. ein Viertel des Gesamteinzugsgebiets ausmacht, sind an der Biggetalsperre noch vier weitere Vorbecken vorhanden. Die Biggetalsperre bietet mit ihrer großen Wasserfläche, den zahlreichen Buchten und der beträchtlichen Uferlänge Erholungssuchenden viele Freizeitmöglichkeiten. Dazu gehören vor allem Baden, Segeln, Surfen, Paddeln, Angeln und Ausflüge auf Fahrgastschiffen. Private Motorboote mit Verbrennungsmotoren sind auf der Talsperre einschließlich der Vorbecken nicht zugelassen. Fast die Hälfte des Einzugsgebiets der Biggetalsperre (einschließlich Listertalsperre) ist bewaldet. Der landwirtschaftlich genutzte Anteil beträgt 31 %, wobei es

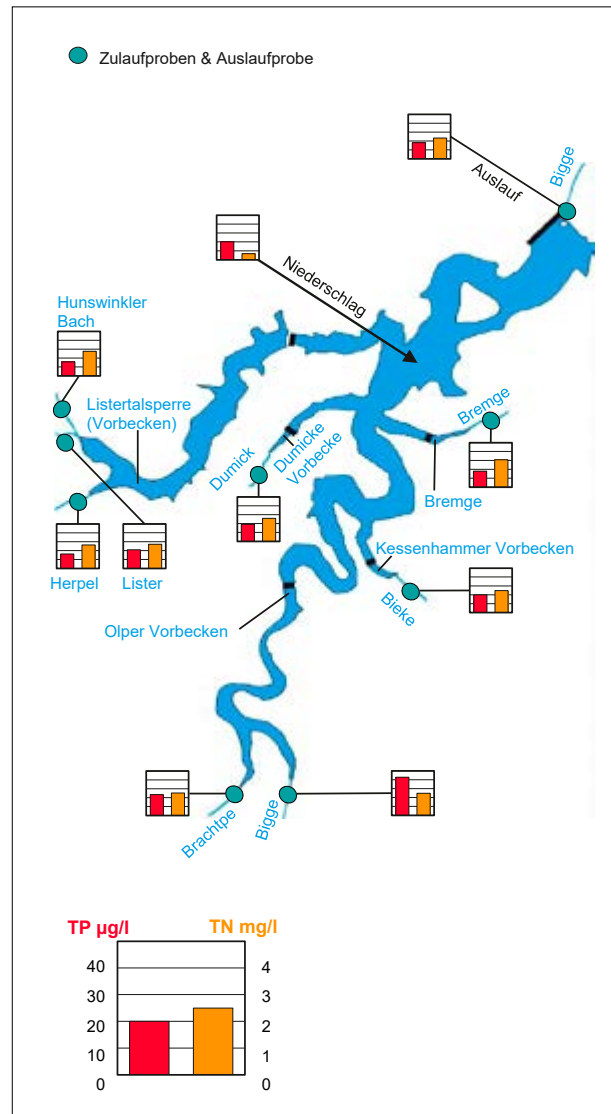


Bild 8.6: Probenahmestellen an der Biggetalsperre mit Phosphor- und Stickstoffkonzentrationen im Talsperrensystem für das Wasserwirtschaftsjahr 2024

Fig. 8.6: Sampling points at the Bigge Reservoir together with phosphorus and nitrogen concentrations in the reservoir system in the water year 2024

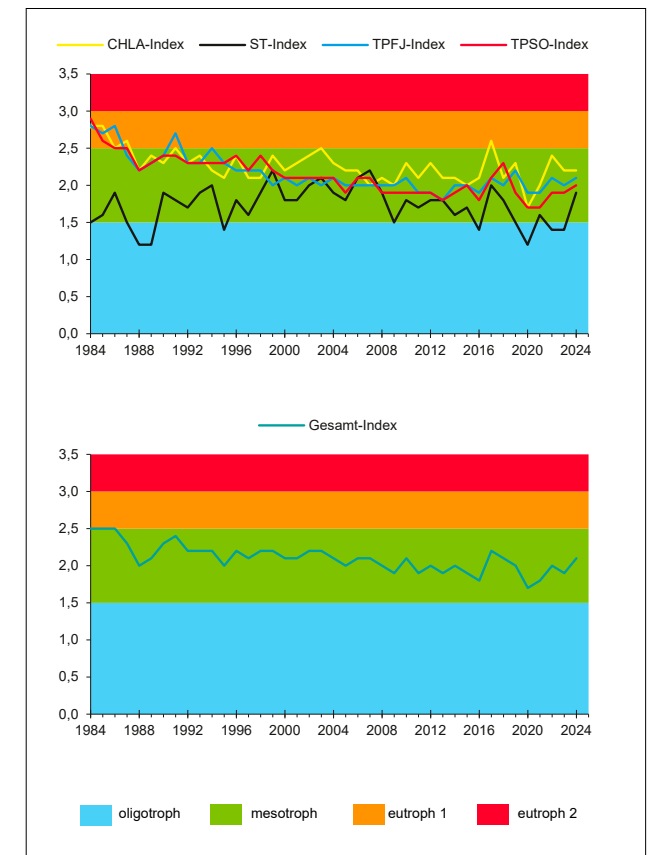


Bild 8.7: Entwicklung der Trophie in den letzten 40 Jahren in der Biggetalsperre entsprechend der überarbeiteten Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren (LAWA 2013) [CHLA: Chlorophyll-a; ST: Sichttiefe; TP: Gesamtphosphor; FJ: Frühjahr; SO: Sommer]

Fig. 8.7: Development of the trophic status during the last 40 years in the Bigge Reservoir according to the preliminary directive for the trophic classification of reservoirs (LAWA 2013) [CHLA: chlorophyll a; ST: Secchi depth; TP: total phosphorus; FJ: spring; SO: summer]

sich dabei vor allem um Wiesen und Weiden handelt. Die bebaute Fläche beträgt rund 14 %. Die Uferbereiche der zulaufenden Bäche liegen häufig im bebauten oder landwirtschaftlich genutzten Bereich. Dies ist insbesondere bei der Bigge der Fall, die auch als Vorfluter für die im Oberlauf der Talsperre einleitende Kläranlage Wenden dient. Diese Einflüsse bemerkt man an den im Vergleich zu den anderen Zuläufen höheren Nährstoffgehalten (Bilder 8.6 und 8.7). Die durchschnittlichen Phosphorkonzentrationen in den Zuläufen haben im Laufe der letzten 40 Jahre stetig abgenommen und lagen im Berichtsjahr mit 31 µg/L auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau. Damit einher geht eine Abnahme der Phosphorfracht auf nunmehr 11 t/a. Mitte der 1980er Jahre lagen die Werte noch zwischen rund 35 bis rund 55 t/a, also etwa das Vier- bis Fünffache des heutigen Eintrags. Die Stickstoffeinträge sind zwar im Laufe der letzten 40 Jahre tendenziell gesunken, wenn auch nicht in dem gleichen Maße wie beim Phosphor. Bei den Stickstofffrachten erkennt man einen klaren Rückgang bis zum Jahr 2014. Danach schwanken die Werte, zum Teil abhängig von den Zulaufmengen.

Das Bild 8.6 zeigt die Phosphor- und Stickstoffkonzentrationen in den Zuläufen und am Auslauf des Talsperrensystems. Im Vergleich zu den unterschiedlichen Zulaufkonzentrationen hat der Jahresmittelwert am Auslauf abgenommen oder ist ungefähr gleichgeblieben. Hier wirkt sich die lange Aufenthaltszeit des Wassers im Talsperrensystem positiv auf die Nährstoffumsetzung und -retention aus. Entsprechend bewegen sich die Trophieindizes der Biggetalsperre (Bild 8.7) im langjährigen Schwankungsbereich. Aufgrund der gesunkenen Zulaufkonzentrationen (Bild 8.8) und der gleichzeitig tendenziell auf gleichem Niveau verbliebenen Auslaufkonzentrationen (Bild 8.9) sind die Unterschiede zwischen den Zulauf- und Auslaufkonzentration über die Jahre geringer geworden.

In den Bildern 8.8 und 8.9 fällt auf, dass die Zulauf- und Auslaufmengen und die Auslaufkonzentrationen für den Gesamtphosphor und für Stickstoff in den Wasserwirtschaftsjahren 2023 und 2024 höher sind als in den Jahren zuvor. Dies hängt vermutlich mit den Witterungsverhältnissen

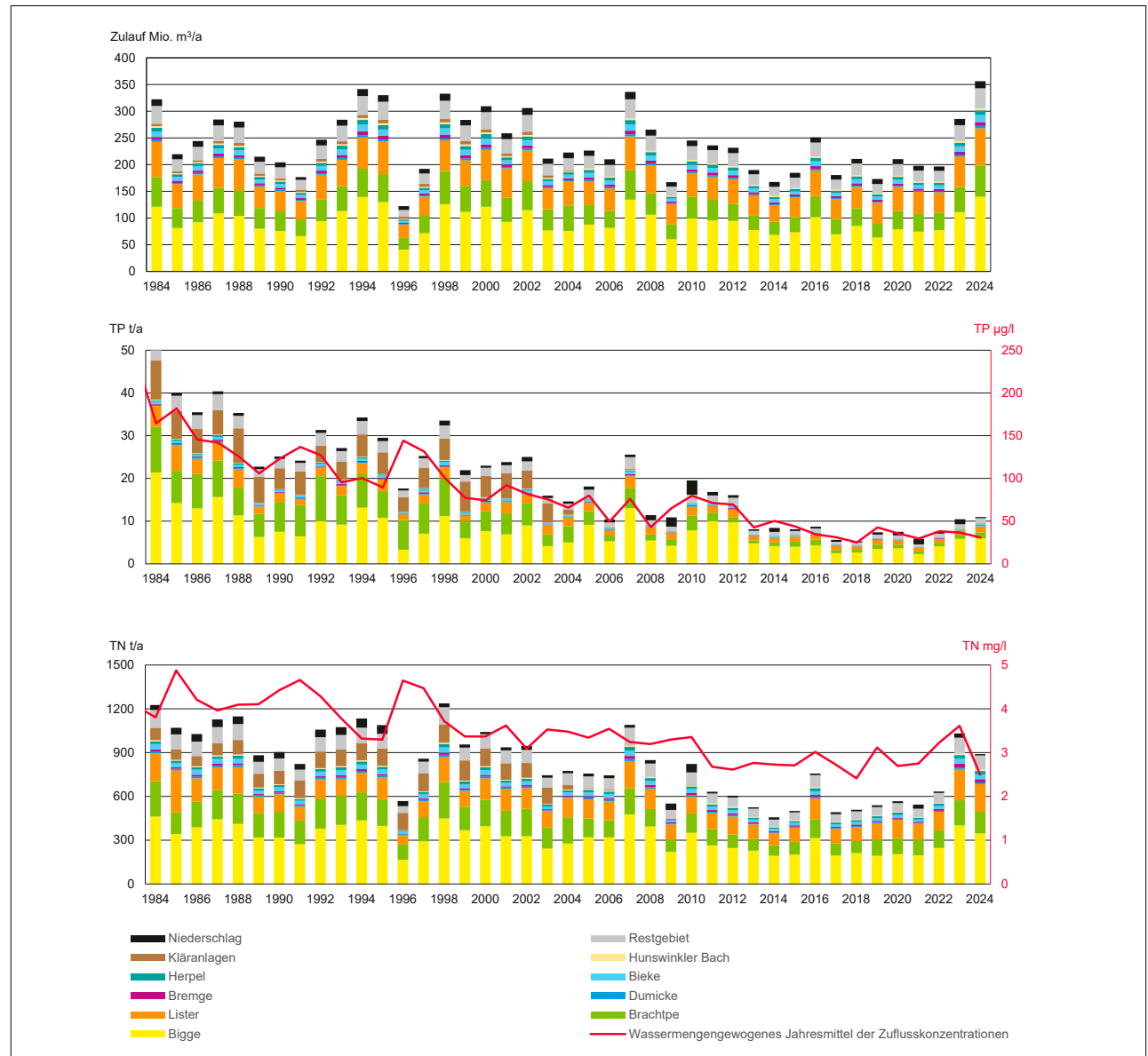


Bild 8.8: Zulaufmengen und wassermengengewichtete Jahresmittel aller untersuchten Zuflusskonzentrationen an der Biggetalsperre in den letzten 40 Wasserwirtschaftsjahren.

Fig. 8.8: Input loads and flowweighted annual means of analysed inflow concentrations at the Bigge Reservoir during the last 40 water years

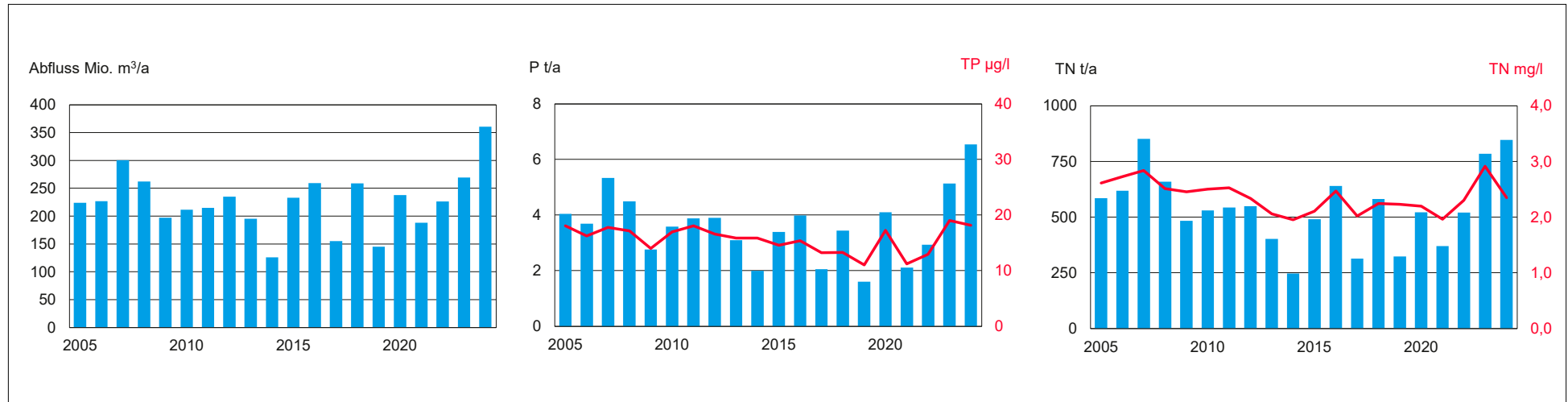


Bild 8.9: Auslaufracht und wassermengengewichtetes Jahresmittel der Auslaufkonzentration an der Biggetalsperre in den Wasserwirtschaftsjahren 2005 - 2024
 Fig. 8.9: Outlet load and flow-weighted annual mean of the outlet concentration at the Bigge Reservoir in the hydrological years 2005–2024

zusammen, da bei vermehrtem Niederschlag tendenziell mehr Nährstoffe in die Zuläufe eingetragen werden, bei gleichzeitig hohem Zufluss in die Talsperre. Auch der direkte Eintrag vom Uferbereich in die Talsperre steigt mit der Niederschlagsmenge an.

Insgesamt wird das Phytoplankton an der Hauptprobenahme-stelle (vor Damm) in der Biggetalsperre seit 2005 zunehmend von Cyanobakterien („Blualgen“), hier vor allem durch *Planktothrix rubescens* sowie im Sommer durch *Dolichospermum sp.* und *Aphanizomenon sp.*, dominiert (Bild 8.10). *Planktothrix rubescens* findet sich typischerweise im Meta- und oberen Hypolimnion von tiefen geschichteten Seen mit oligo- und mesotrophen Verhältnissen [8.8]. *Dolichospermum sp.* und *Aphanizomenon sp.* profitieren beide von einer stabilen Wasserschichtung und von guten Lichtverhältnissen [8.9, 8.10]. Die Anteile der verschiedenen Phytoplanktongruppen schwanken von Jahr zu Jahr. Zuletzt war die Cyanobakterien-dominanz bei dem erfassten Phytoplankton nicht gegeben (Bild 8.10). Stattdessen nahmen 2024 die Bacillariophyceen

(Kieselalgen) den größten Anteil im jährlichen Durchschnitt an Phytoplankton ein. Typischerweise erreichten diese ihren Höhepunkt im Frühjahr. Abweichend zu den Vorjahren wurde in den Sommermonaten 2024 wieder ein großer Anteil Chlorophyceen (Grünalgen) gezählt. Zu den häufigsten Vertretern gehört die Gattung *Sphaerocystis*.

Das Biovolumen des Zooplanktons hatte 2018 mit etwa 0,1 mm³/l den geringsten Wert der letzten 30 Jahre erreicht, stabilisierte sich aber in den Folgejahren wieder auf einem gleichbleibenden Niveau, das um einen Wert von ungefähr 0,3 mm³/l schwankt (Bild. 8.10). Im Jahr 2024 wurden keine Rotatorien gezählt. Den größten Teil des Zooplanktons nahmen im Berichtsjahr, ähnlich den Jahren zuvor, die zwei Arten *Bosmina longirostris* und *Bosmina coregoni* ein. Beide Arten sind in Laufe der Jahre immer wieder häufige Vertreter des Zooplanktons in der Biggetalsperre. Sie treten in den Sommermonaten auf und gelten als wärmeliebend [8.10]. *Bosmina sp.* (Rüsselkrebse), sind Krebstiere, die der Klasse der Branchiopoda (Kiemenfußkrebse) angehören.

Bei der Entwicklung des Phytoplanktons und Zooplanktons spielen unter anderem das Vorhandensein einer entsprechenden Nährstoff- bzw. Nahrungsgrundlage, sowie das Temperaturregime und damit verbunden das Schichtungs- und Durchmischungsverhalten, der Fraßdruck durch planktivore Fische und nicht zuletzt auch der Zeitpunkt der Probenahme eine Rolle [8.9, 8.12, 8.13, 8.14]. Deswegen ist nicht eindeutig zu formulieren, was zu einem Anstieg oder Rückgang verschiedener Organismen führt. Bekannt ist aber, dass die Auswirkungen des Klimawandels den Cyanobakterien Wachstumsvorteile bieten [8.11, 8.12, 8.13], was sich auf das Nahrungsnetz auswirken kann, weil Cyanobakterien im Vergleich zu anderen Phytoplanktongruppen eine schlechtere Nahrungsquelle für Zooplankton darstellen [8.13]. Der zum Teil hohe Anteil von Cyanobakterien in der Phytoplanktonzusammensetzung an der Hauptprobenahme-stelle der Biggetalsperre in den letzten 15 Jahren (Bild 8.9) bedeutet nicht, dass der See eine mäßige Wasserqualität hat. Cyanobakterien profitieren zwar von hohen Nährstoff-

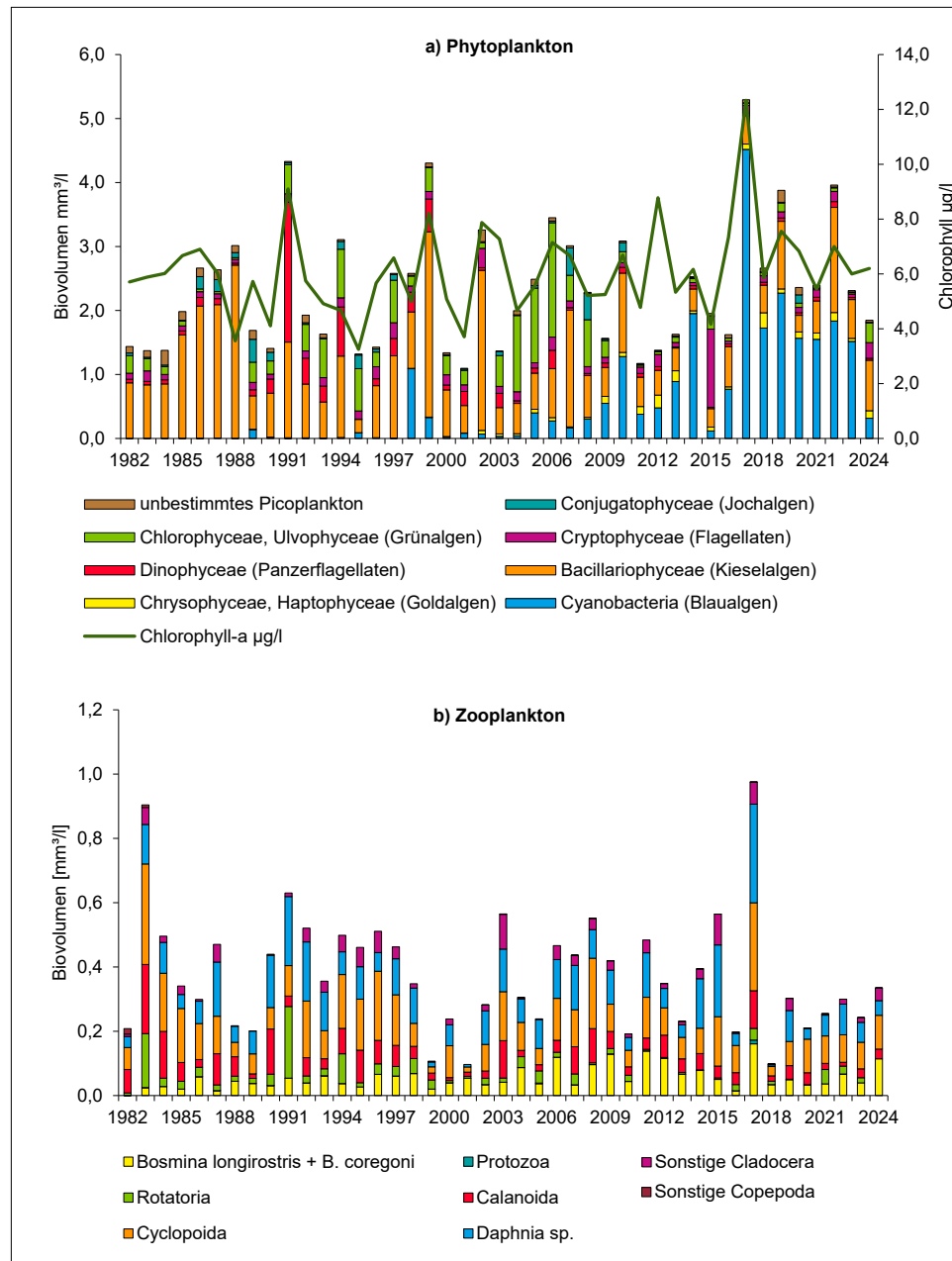


Bild 8.10: Phytoplankton (a) und Zooplankton (b) an der Probenahmestelle „Biggetalsperre vor Damm“. Jahresmittel der Monate: a) Februar, April bis Oktober, Dezember; 2023: März bis November; 2024: März bis Oktober, Dezember b) April bis Oktober.

Fig. 8.10: Phytoplankton (a) and zooplankton (b) at the sampling point "Bigge Reservoir upstream of dam". Annual averages of the months: a) February, April to October, December; 2023: March to November; 2024: March to October, December b) April to October.

konzentrationen, können aber sowohl in nährstoffarmen als auch in nährstoffreichen Gewässern auftreten [8.8, 8.13]. Vielmehr scheinen sie in der Biggetalsperre gegenüber den anderen Phytoplanktonarten einen Wachstumsvorteil zu haben, der von den bereits genannten Faktoren abhängen kann, sowie von der Konkurrenz mit anderen Phytoplanktonarten [8.12] oder auch vom Phosphor-Stickstoff-Verhältnis [8.14].

Insgesamt wird die Biggetalsperre als ein mesotrophes Gewässer eingestuft.

- [8.8] Padisak, J., Crossetti, L. O., Naselli-Flores, L.: Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: A critical review with updates. *Hydrobiologia*, 621: 1-19, 2009
- [8.9] Yamamoto, Y., Nakahara, H.: Life Cycle of Cyanobacterium *Aphanizomenon flos-aquae*. *Taiwania*, 54(2): 113-117, 2009
- [8.10] Lieder, U.: Süßwasserfauna von Mitteleuropa, Band 8/2-3: Crustacea, Cladocera, Bosminidae. Spektrum Akademischer Verlag, Gustav Fischer, 1999
- [8.11] Rigosi, A., Carey, C. C., Ibelings, B. W., Brookes, J. D.: The interaction between climate warming and eutrophication to promote cyanobacteria is dependent on trophic state and varies among taxa. *Limnology and Oceanography*, 59(1): 99-114, 2014
- [8.12] Horn, H., Paul, L., Horn, W., Uhlmann, D., Röske, I.: Climate change impeded the re-oligotrophication of the Saldenbach Reservoir. *International Review of Hydrobiology*, 100: 43:60, 2015
- [8.13] Carey, C. C., Ibelings, B. W., Hoffmann, E. P., Hamilton, D. P., Brookes, J. D.: Eco-physiological adaptations that favour freshwater cyanobacteria in a changing climate. *Water Research*, 46: 1394-1407, 2012
- [8.14] Knapp, D., Posch, T.: Veränderung der N:P-Verhältnisse in Seen: Mögliche Konsequenzen auf die Nahrungsnetze. *Aqua Gas*, 103(6): 72-79, 2023

09 Organische Spurenstoffe in der Ruhr

Die Ruhr wurde im Jahr 2024 elfmal im Rahmen der Ruhr-längsuntersuchungen auf organische Substanzen untersucht. Die in diesem Zusammenhang entnommenen und analysierten Wasserproben stammen von zwölf Probenahmestellen im Fließverlauf der Ruhr sowie einer Stelle in der Lenne kurz vor deren Mündung in die Ruhr. 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 9.1), die anteilig auch durch gereinigtes Abwasser in die Ruhr gelangen können. Der Analysenumfang richtet sich u. a. nach gesetzlichen Regelungen wie der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) [9.1] und der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) [9.2; 9.3; 9.4]. 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 4). 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. Neben den in diesen Kapiteln durchgeführten Betrachtungen finden organische Spurenstoffe auch in den Kapiteln 18 und 24 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 teilweise 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 [9.5]. 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 [9.5]. 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 [9.6]. Zurzeit erfolgt im Kooperationslabor die Analyse von mehr als 110 Arzneimittelsubstanzen und -metaboliten, die im Jahr 2024 in über 180 Proben der Ruhr bestimmt wurden. Anforderungen an die Konzentrationen von Arzneimittelwirkstoffen in Oberflächengewässern sind bisher nicht Bestandteil der OGewV oder der 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 (Kapitel 04).

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

[9.2] 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

[9.3] 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

[9.4] 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

[9.5] <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/arzneimittel>, Zugriff 12. Februar 2023

[9.6] Arzneimittelrückstände in Trinkwasser und Gewässern. In: Drucksache 19/16430, Deutscher Bundestag, Januar 2020

Tabelle 9.1: Ausgewählte organische Einzelverbindungen des Untersuchungsprogramms für das Jahr 2024

Table 9.1: Selected organic compounds of the investigation program 2024

Medikamente und Metabolite	Sitagliptin	alpha-, beta-Endosulfan	Flufenacet ^{2,3}	Terbutylazin ²	Alkylphenole, -ethoxylate
4-Acetamidoantipyrin	Sotalol	Atrazin, Simazin ^{1,2}	Fluroxypyr	Terbutryn ^{1,2}	Nonylphenol ^{1,2}
4-Aminophenazon	Sulpirid	Azinphos-methyl, -ethyl ²	Flurtamon ^{2,3}	Thiacloprid ³	4-tert-Octylphenol ^{1,2}
4-Formylaminoantipyrin	Tadalafil	Azoxystrobin ³	Haloxypop	Thiamethoxam	4-OP-1-EO, 4-OP-2-EO
Amisulprid	Telmisartan	Bentazon ²	HCH (α-, β-, δ-, ε-, und γ-) ^{1,2}	Trifluralin ^{1,2}	4-NP-1-EO, 4-NP-2-EO
Bezafibrat	Temazepam	Bifenox ^{1,2}	Heptachlor, Heptachlorepoxyd ^{1,2}	Vinclozolin	Perfluorierte Verbindungen
Bisoprolol	Timolol	Boscalid	Hexachlorbenzol	Leichtfl. org. Stoffe, VOC	1H,1H,2H,2H-PFOS (H4PFOS) ³
Buflomedil	Tolbutamid	Bromacil ²	Hexachlorbutadien	1,1,1-Trichlorethan ⁴	Perfluorbutansäure (PFBA)
Candesartan ³	Tolfenamensäure	Bromocyclen ⁴	Hexazinon ²	1,2-Dichlorethan ^{1,2}	Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)
Carbamazepin ^{3,4}	Tramadol, Desmethyltramadol	Bromoxynil ²	Imazalil	Benzol ^{1,2}	Perfluordecansäure (g-PFDA) ³
Clenbuterol	Valsartan ³ , Valsartansäure ³	Carbendazim ²	Imidacloprid ²	Chlorbenzol ²	Perfluorheptansäure (g-PFHpA) ³
Clofibrinsäure ⁴	Vardenafil	Carbetamid	Ioxynil ⁴	Dichlormethan ^{1,2}	Perfluorhexansäure (g-PFHxA)
Cyclophosphamid	Venlafaxin	Carfentrazon-ethyl	Isoproturon ^{1,2}	Ethylbenzol ⁴	Perfluorhexansulfonsäure (g-PFHxS)
Desvenlafaxin	Antibiotika und Metabolite	Carflutrazon-ethyl	Linuron ²	Hexachlorbutadien ^{1,2}	Perfluorononansäure (g-PFNA)
Diazepam	Azithromycin ³	Chlorfenvinphos ^{1,2}	MCPA ²	Isopropylbenzol ⁴	Perfluoroctansäure (g-PFOA)
Diclofenac ^{3,4} , Hydroxydiclofenac	Ciprofloxacin	Chloridazon ^{2,3} , Desphenylchloridazon	MCPB ⁴	o-, m/p-Xylol ⁴	Perfluoroctansulfonsäure (g-PFOS) ^{1,2}
Fenoprofen	Clarithromycin ⁴	Chlorothalonil R471811	Mecoprop (MCPP) ²	Tetrachlorethen ²	Perfluorpentansäure (PFPeA) ³
Fexofenadin	Clindamycin ⁴	Chloroxuron ⁴	Mesotrion	Tetrachlormethan ²	Benzotriazole
Fluconazol	Erythromycin, dh-Erythromycin	Chlorpropham	Metalaxyl ³	Toluol ⁴	1H-Benzotriazol ³
Furosemid	PenicillinV	Chlorpyrifos-ethyl ^{1,2}	Metazachlor ^{2,3}	Trichlormethan (Chloroform) ^{1,2}	4-Methyl-1H-Benzotriazol
Gabapentin ³ , Gabapentin-Lactam ³	Piperacillin	Chlorthalonil ³	Metazachlor ESA	Steroidhormone	5-Methyl-1H-Benzotriazol
Gemfibrozil	Roxythromycin	Chlorthalonil R471888	Methabenzthiazuron ²	17-alpha-Ethinylestradiol ⁴	Duftstoffe
Hydrochlorothiazid	Sulfadiazin	Chlortoluron ²	Methiocarb	17-beta-Estradiol ⁴	Galaxolide ⁴
Ibuprofen ^{3,4}	Sulfamethoxazol ⁴	Clodinafop	Methoxychlor	Dehydroepiandrosteron	Tonalide ⁴
Indoprofen	Sulfapyridin	Clopyralid	Methyldesphenylchloridazon	Estron	OTNE
Irbesartan	Trimethoprim	Clothianidin	Metolachlor ^{2,3}	Testosteron	Weitere org. Spurenstoffe
Ketoprofen	Synthetische Komplexbildner	Cyanazin ⁴	Metolachlor ESA, CGA 37735	Flammschutzmittel, Weichmacher	Anilin ²
Lamotrigin ³	DTPA	Cybutryn ^{1,2}	Metoxuron ⁴	BDE 28, 47, 99, 100, 153, 154 ^{1,2} , 183	2-Hydroxybenzothiazol
Metformin	EDTA ⁴	Cyclodien Pestizide ²	Metribuzin ²	Hexabromcyclododecan (HBCD) ²	2-Methylthiobenzothiazol
Metoprolol ⁴ , Hydroxymetoprolol	MGDA	Desethyl-, Desisopropylatrazin	Mirex	2,4,6-Tribromphenol	Benzothiazol
Naproxen	Röntgenkontrastmittel	Desethylterbutylazin	Monolinuron ²	PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180 ² , 194	Chlornitrobenzole ^{2,4}
N-Desethylvardenafil	Amidotrizoesäure ³	Desmedipham	Nicosulfuron ²	Tributylphosphat (TBP) ⁴	DEET ⁴
N-Desmethylsildenafil	Iohexol	Diazinon ²	Nitenpyram	Triethylphosphat (TEP)	Nitrobenzol ²
Oxazepam	Iomeprol	Dichlorvos ^{1,2}	Phenmedipham ⁴	Triphenylphosphat (TPP) ⁴	TMDD
Oxipurinol ³	Iopamidol ³	Diffenican ²	Phoxim	Tris(butoxyethyl)phosphat (TBEP)	TOSU ³
Paracetamol	Iopromid	Dimethylsulfamid	Pirimicarb ²	Tris(chlorethyl)phosphat (TCEP) ⁴	Triclocarban
Phenazon ^{3,4}	Pestizide und Metabolite	Dimoxystrobin ²	Prochloraz	Tris(chlorisopropyl)phosphat (TCPP) ³	Triclosan ^{2,4} , Triclosanmethylether
Phenylethylmalonamid	2,4,5-T ⁴	Dinoterb	Prometryn ²	Tris(dichlorisopropyl)phosphat (TDCP)	Trifluoracetat
Pregabalin	2,4,5-TP	Diuron ^{1,2,4}	Propazin ⁴	Tritolylphosphat	2-Ethylhexyl-4-methoxycinnamat
Primidon ³	2,4-D ²	Epoxiconazol ²	Propiconazol ²	Diethylphthalat	¹ prioritärer Stoff der EG-WRRL ² Substanz besitzt eine UQN gemäß EG-WRRL bzw. OGewV ³ Substanz besitzt einen GOW ⁴ Substanz besitzt einen OW
Propranolol	2,4-DB	Ethidimuron	Prosulfocarb	Dimethylphthalat	
Propyphenazon ³	2,4-DP (Dichlorprop)	Ethofumesat ⁴	Quinmerac ³	Butylbenzylphthalat ⁴	
Ramipril	2,6-Dichlorbenzamid	Fenoprop	Quinoxifen ^{1,2}	Bis(2-ethylhexyl)phthalat ^{1,2}	
Ritalinsäure	Acetamidrid	Fenoxaprop	Sebutylazin	Di(2-ethylhexyl)adipat	
Salbutamol	Acetonifen ^{1,2}	Fenpropimorph ²	Sulcotrion ²	Bisphenol A ⁴ , F, S	
Sildenafil	Alachlor ^{1,2}	Fipronil	Tebuconazol ⁴	Tetrabrombisphenol A	

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 [9.6, 9.7].

Die Ruhr wurde im Berichtszeitraum auf insgesamt sieben iodierte RKM untersucht. Die beiden Verbindungen **loxithalaminsäure** und **loversol** wiesen wie in den Vorjahren durchgehend Messwerte unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenzen auf. Relevante Befunde im Ruhrlängsverlauf ließen sich für **lopamidol** 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 Pegel Wetter im Jahr 2024 mit 0,13 µg/l festzustellen. Grund für den erhöhten Gehalt an dieser Stelle ist die Belastung in der Lenne, die in ihrem Mündungsbecken eine im Vergleich zur Ruhr in diesem Abschnitt deutlich höhere mittlere Konzentration von 0,19 µg/l im Jahr 2024 aufwies. Die Konzentration von lopamidol erreichte an der Ü.-Station Essen-Werden mit 0,25 µg/l ihren höchsten Jahresmittelwert. Alle genannten Konzentrationen des lopamidols weisen eine Steigerung an den jeweiligen Probenahmestellen im Vergleich zum Vorjahr von rund 20 bis 40 % auf.

Für die Substanzen **lomeprol** und **lopromid** waren im Jahr 2020 signifikante Konzentrationen bereits ab Fluss-km 160,72 in Höhe Oeventrop festzustellen. In den Folgejahren war dies nicht der Fall. Auch im Jahr 2024 waren relevante Konzentrationen für lomeprol erst etwa 30 Kilometer flussabwärts festzustellen. Für lopromid konnten erst ab dem Fluss-km 95,15 Befunde oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,05 µg/l festgestellt werden. Nahe der Mündung der Ruhr erreichte die Befundhäufigkeit ihr prozentuales Maximum von rund 40 %.

lomeprol wies für 2024 an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen einen Jahresmittelwert von 0,41 µg/l auf, was eine geringe Abnahme bedeutete. Bei lopromid erübrigt sich die Berechnung eines Mittelwerts wegen der geringen Anzahl von Proben mit einem Befund.

Die Konzentrationen von **Amidotrizoesäure** und **lohexol** nahmen von der Quelle bis zur unteren Ruhr zu. Die höchste mittlere Konzentration erreichte die Amidotrizoesäure an der Probenahmestelle bei Essen-Werden mit 0,13 µg/l, lohexol an der gleichen Stelle eine von 1,5 µg/l. Die mittleren Konzentrationen der Amidotrizoesäure unterschritten den geltenden GOW von 1 µg/l deutlich, die von lohexol überschritten den GOW an zwei Stellen der unteren Ruhr. Für das Berichtsjahr wies lohexol unter den untersuchten Kontrastmitteln mit rund 1,5 t die höchste Fracht und die höchste mittlere Konzentration auf (Bild 9.1). Der seit Jahren feststellbare kontinuierlich ansteigende Trend der Fracht setzte sich dabei fort. Die Fracht von lomeprol nahm im Vergleich zum Vorjahr leicht ab und lag bei 0,9 t. Die Summe der Frachten blieb, wie in den Vorjahren, recht konstant. Betrachtet man die langjährige Entwicklung so ist ein klar ansteigender Trend bei lohexol festzustellen, während Vertreter wie lopromid oder die Amidotrizoesäure an Bedeutung einbüßen.

Der Verbrauch von Antidiabetika lag 2023 bei insgesamt 2,7 Mrd. Tagesdosen (DDD = Defined Daily Dose), was deutlich mehr als einer Verdopplung seit dem Jahr 1996 entspricht. Ein Vertreter dieser Wirkstoffgruppe, das **Metformin**, wird zur Behandlung von Diabetes Typ 2 eingesetzt. Es ist mengenmäßig der meistverschriebene Arznei-

wirkstoff in Deutschland und weltweit. Werden die im Jahr 2023 im Bereich der gesetzlichen Krankenversicherungen, denen ca. 90 % der deutschen Bevölkerung angehören, verordneten 686 Mio. DDD Metformin mit der Masse der Tagesdosis (2 g) multipliziert, so ergibt sich eine jährliche Verschreibungsmenge von fast 1.400 t [9.8]. 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 Guanylarnstoff, entfernt [9.9]. Ergebnisse von erweiterten Biodegradationsstudien zeigen zusätzliche Abbauelemente, z. B. photolytischen Abbau, bis hin zur vollständigen Mineralisierung von Metformin und Guanylarnstoff, wozu allerdings eine längere Adaptierungsphase der Mikroorganismen Voraussetzung ist [9.10].

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. Die Konzentration des Metformins stieg bereits im Bereich der oberen Ruhr bei Fluss-km 142,25 rasch auf den höchsten Wert von 0,50 µg/l im Längsverlauf an. Im weiteren Fließweg sank die Konzentration und verblieb an den weiteren Probenahmestellen der mittleren Ruhr auf einem Niveau von 0,35 bis 0,39 µg/l.

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 [9.11]. Allein diese beiden Applikationen kamen im Jahr 2023 zusammen auf rund 350 Mio. DDD. Bereits ab der dritten Probenahmestelle liegen alle Befunde von Sitagliptin oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l. Die maximalen Jahresdurchschnittskonzentrationen von 0,15 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 2019 rund 130 t im Bereich der GKV

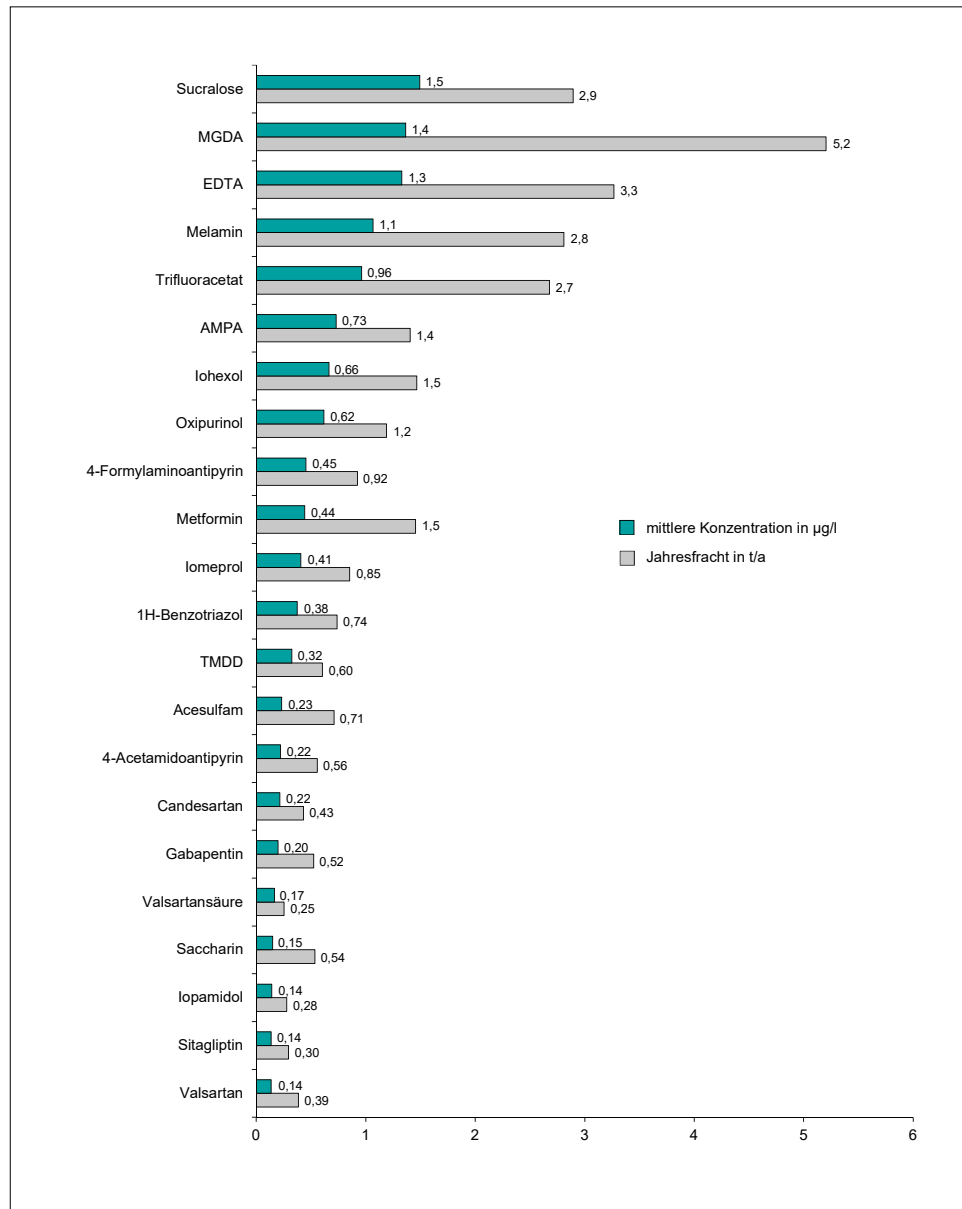


Bild 9.1: Ausgewählte organische Spurenstoffe mit ihren mittleren Konzentrationen und Jahresfrachten in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Jahr 2024

Fig. 9.1: Selected organic trace substances with their mean concentrations and annual loads in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen in 2024

verschrieben wurden [9.12]. 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 [9.13]. In der Ruhr konnte Oxipurinol, das als stabil bei der Abwasserbehandlung und als mobil gilt, ab der Probenahmestelle unterhalb Meschede bei Fluss-km 175,32 in nahezu allen untersuchten Proben oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,05 µg/l nachgewiesen werden. Die mittleren Konzentrationen erreichten mit einem Jahresmittelwert von 0,78 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 0,62 µg/l ermittelt werden. Die Jahresfracht an dieser Stelle war deutlich niedriger als im Jahr 2023. Oxipurinol zählte mit 1,2 t/a zu den 22 organischen Spurenstoffen, die im Jahr 2024 die höchsten Frachten in der Ruhr aufwiesen (Bild 9.1).

[9.7] 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

[9.8] <https://www.arzneimittel-atlas.de/arzneimittel/a10-antidiabetika/top-10/>, Zugriff 02. Mai 2022

[9.9] 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

[9.10] 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 guanyurea. I. Environmental fate. In: *Chemosphere*, 2019, 216, S. 844-854

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

[9.12] Umweltbundesamt: Oxipurinol In: *Kurzdossier Spurenstoffe, Spurenstoffzentrum des Bundes*, 2023

[9.13] Rathod, D. M., Patel, K. R., Mistri, H. N., Jangid, A. G., Shrivastav, P. S., Sanyal, M.: Simultaneous analysis of allopurinol and oxypurinol using a validated liquid chromatography-tandem mass spectrometry method in human plasma. In: *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 2017, 7, S. 56-62

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 [9.14]. 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 [9.15]. 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 [9.16]. 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 Essen-Werden kontinuierlich bis auf 0,54 µg/l anstiegen, sanken die des AAA mit Beginn der mittleren Ruhr zunächst ab, um dann bis zur Mündung bei etwa 0,21 µg/l zu stagnieren. Die Veränderung des Verhältnisses dieser beiden abwasserbürtigen Metabolite im Fließverlauf kann mit einem unterschiedlichen Abbau- oder Sorptionsverhalten in der aquatischen Umwelt erklärt werden. Im Vergleich zum Vorjahr 2023 ist für beide Substanzen ein Anstieg sowohl bei der Konzentration als auch bei der Fracht festzustellen. Der GOW von 0,3 µg/l für FAA wird an den sechs 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 Kraftwerk Westhofen im Bereich der mittleren Ruhr mit 0,087 µg/l ermittelt werden. Durch die verbreitete Anwendung und den damit verbundenen Eintrag ins Abwasser wird die derzeit vorgeschlagene UQN von 0,04 µg/l sowie der gesetzlich nicht verbindliche Orientierungswert von 0,05 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 nachgewiesen. 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 2024 sicher eingehalten. **Tramadol**, strukturell verwandt mit Codein und Morphin, wird ebenfalls als Analgetikum eingesetzt. Die Verschreibungsmenge im Bereich der GKV für das Jahr 2023 lag mit etwa 15 t deutlich unter der des Metamizols. Nach Einnahme werden etwa 30 % unverändert, der Rest metabolisiert über den Urin ausgeschieden [9.17]. An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen konnte im Jahr 2024 für Tramadol eine mittlere Konzentration von 0,022 µg/l ermittelt werden. Arzneimittel zur Behandlung von Hypertonie waren im Jahr 2023 mit 17,1 Mrd. DDD die am häufigsten rezeptierten Medikamente im Bereich der GKV [9.18]. Die Verordnungsmenge nahm damit um rund 25 % gegenüber dem Jahr 2010 zu. Obwohl **Ramipril** im Jahr 2023 mit 4,5 Mrd. verordneten DDD, ohne Berücksichtigung von Kombinationspräparaten, das am meisten verordnete Hypertonikum darstellte, waren in der Ruhr 2024 keine Befunde zu verzeichnen. Gründe

hierfür sind die niedrige eingesetzte tägliche Dosis sowie ein hoher Metabolisierungsgrad nach der Einnahme des Prodrugs im menschlichen Körper [9.19]. Auf das therapeutisch wirksame, aus dem Prodrug gebildete, **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 2024 war mit 0,042 µg/l an der Ü.-Station Essen-Werden 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 recht kontinuierlich zunahm, erreichte an der Messstelle bei Essen-Werden den maximalen Jahresmittelwert von 0,24 µg/l. Für **Valsartan** konnte im Jahr 2024 das Konzentrationsmaximum ebenfalls im Bereich der unteren Ruhr mit 0,17 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 0,17 µg/l und lag somit unterhalb des GOW von 0,3 µg/l. Die zugehörige Fracht betrug 0,25 t/a und lag damit leicht über dem Wert des vorherigen Jahres. Damit zählte der Metabolit zu den mengenmäßig relevanten organischen Spurenstoffen in der Ruhr (Bild 9.1). 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 [9.18]. Unter den Betablockern war im Jahr 2023 **Metoprolol** mit rund 120 t der mengenmäßig Bedeutendste. Diese Substanz, eine von sieben Betablockern im Untersuchungsprogramm, erreichte mit 0,12 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 0,11 µg/l im Jahr 2024. 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 [9.19]. 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 17 t auf fast 44 t im Jahr 2023 [9.20]. Pregabalin konnte im Jahr 2024 im Rahmen der Längsuntersuchungen in einer Vielzahl 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 0,031 µg/l. Ein ansteigender Trend, wie ihn die Verschreibungsmengen vermuten lassen, ist jedoch im Gewässer derzeit nicht erkennbar; vielmehr ist das Gegenteil der Fall.

Die verschriebene Menge an **Lamotrigin** im Jahr 2023 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 [9.19]. 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 in Essen-Werden betrug 0,096 µg/l im Jahr 2024. 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.

Der Wirkstoff **Gabapentin** wird in der Umwelt nur in geringem Umfang abgebaut [9.19]. Aufgrund dieses Umstandes und der nicht unerheblichen Verschreibungsmenge, im Jahr 2023 waren es 92 t [9.20], konnte die Substanz in vielen Proben der Ruhr nachgewiesen werden. An der Probenahmestelle bei Essen-Werden war die höchste mittlere Konzentration des Jahres 2024 zu messen. Sie betrug 0,23 µg/l und hielt den GOW von 1,0 µg/l ein. An der Dauermessstelle Essen-Rellinghausen mit 48 untersuchten Proben waren es 0,20 µg/l. Damit setzt sich der abnehmende Trend, der sich seit Messbeginn im Jahr 2014 beobachten lässt, fort. Mit einer Fracht im Jahr 2024 von 0,52 t/a, gehört Gabapentin aber 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 0,040 µg/l die höchste mittlere Konzentration an der Ü.-Station Essen-Werden im Jahr 2024 auf.

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 [9.21]. Die Verschreibungsmenge des Wirkstoffes ist in den letzten Jahren rückläufig. So reduzierte sich die Anzahl der in Deutschland verordneten Tagesdosen zwischen 2009 und 2023 um rund die Hälfte auf 26 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 0,075 µg/l und damit etwa 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 191 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 (Bild 9.2).

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

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

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

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

[9.17] Vazzana, M., Andreani, T., Fanguero, J., Faggio, C., Silva, C., Santini, A., Garcia, M. L., Silva, A. M., Souto, E. B.: *Tramadol hydrochloride: Pharmacokinetics, pharmacodynamics, adverse side effects, co-administration of drugs and new drug delivery systems*. In: *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 2015, 70, S. 234-238

[9.18] <https://www.arzneimittel-atlas.de/arzneimittel/c02c09-mittel-bei-hypertonie/verbrauch/>, Zugriff 04. April 2024

[9.19] <https://www.gelbe-liste.de/wirkstoffe>, Zugriff 03. April 2024

[9.20] <https://www.arzneimittel-atlas.de/arzneimittel/n03-antiepileptika/top-10/>, Zugriff 8. April 2023

[9.21] Paz, A., Tadmor, G., Malchi, T., Blotvogel, J., Borch, T., Polubosova, 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

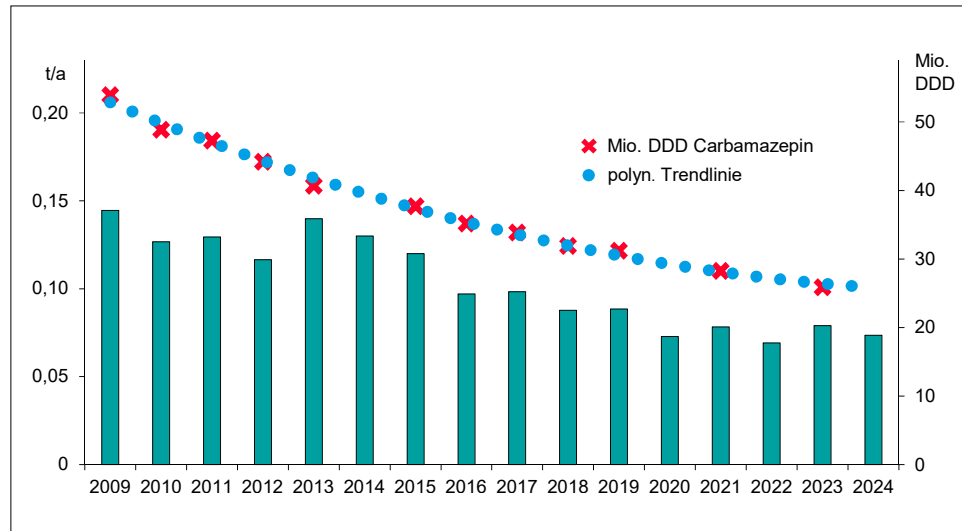


Bild 9.2: Entwicklung der Jahresfracht von Carbamazepin in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Vergleich mit den verordneten DDD im Bereich der GKV

Fig. 9.2: Development of the annual load of carbamazepine in the Ruhr at Essen-Rellinghausen compared with prescribed DDD within the statutory health insurance sector

endlich mit der Änderung der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung vom 01. Juli 2024, mit der das Einsatzverbot in Deutschland aufgehoben wurde. Allerdings unterliegt die Anwendung weiterhin starken Einsatzbeschränkungen. Durch eine Forschungsgruppe der Universität Tübingen wurde im Jahr 2024 die These aufgestellt, dass in Europa der Eintrag von Glyphosat in die Oberflächengewässer nicht hauptsächlich durch die Landwirtschaft, sondern zu einem hohen Anteil durch Kläranlagenabläufe erfolgt. Dies allerdings nicht aufgrund von Anwendungen im Einzugsgebiet der Kläranlagen oder direkt in den Anlagen, sondern als Abbauprodukt einer Vorläufersubstanz. Als Begründung wurden die unterschiedlichen jahreszeitlichen Konzentrationsprofile aus Gewässern der EU bzw. den USA angeführt [9.25]. Als potentielle Vorläufersubstanz für die Bildung von Glyphosat in den Kläranlagen wurde die Substanz DTPMP (Diethylentriaminpenta(methylenphosphonsäure)) identifiziert. Dabei handelt es sich um einen Waschmittelzusatz aus der Stoffgruppe der Phosphonate, der zwar in Europa, aber nicht in den USA zur Wasserenthärtung eingesetzt wird. Die Bildung von Glyphosat aus DTPMP wurde unter bestimmten Bedingungen und in geringen Mengen in experimentellen Versuchen bestätigt. Die vom Kooperationslabor ausgewerteten Daten deuten nicht daraufhin, dass in den betrachteten Kläranlagen eine bedeutende Glyphosatbildung stattfindet. Aufgrund der geplanten Änderung der UQN-Richtlinie muss zukünftig geschaut werden, wie die trotz stattfindendem Abbau von der Kläranlage emittierten Glyphosatkonzentrationen zu bewerten sind. Neben Emissionen aus den Kläranlagen spielt der Einsatz in der Landwirtschaft und der Eintrag über Abspülungen eine große Rolle. Über welche Eintragspfade und in welchem Maße Glyphosat in die Gewässer eingetragen wird, ist Gegenstand weiterer Untersuchungen.

Die Pflanzenschutzmittel und -metabolite, welche im Jahr 2024 regelmäßig in der Ruhr oberhalb ihrer jeweiligen Bestimmungsgrenze bestimmt wurden, sind in Bild 9.4 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

2022 stieg der Verbrauch um ein Viertel an [9.22]. Der deutliche Anstieg ist mit einer sehr ausgeprägten Infektionswelle im Herbst/Winter 2022 zu begründen. Grundsätzlich wird innerhalb von Deutschland weiter daran gearbeitet den Verbrauch an Antibiotika zu senken. Dafür wurde unter anderem 2023 erstmals im Tierarzneimittelgesetz ein verpflichtendes Reduktionsziel eingeführt, nach dem 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 deutsche Antibiotika-Resistenzstrategie (DART) mit der DART 2030 fortgeschrieben, in der die bis 2030 zu erreichenden Ziele in sechs Handlungsfeldern festgelegt sind [9.23, 9.24]. Proben der Ruhr wurden auf insgesamt 28 Antibiotika untersucht. Wie in den Vorjahren konnten an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen nur für acht Wirkstoffe relevante Befunde festgestellt werden (Bild 9.3). Das Biozid **Triclosan** wird als Antiseptikum äußerlich gegen Bakterien und Pilze, gegen infektiöse Hauterkrankungen und in niedrigeren Konzentrationen als Konservierungs-

mittel in Kosmetika und Reinigungsmitteln eingesetzt. Die Nachweishäufigkeit von Triclosan ist seit dem Jahr 2017 kontinuierlich, von mehr als 90 % der untersuchten Proben auf unter 15 % im Jahr 2024 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 sollte der Einsatz von Glyphosat ab dem Jahr 2024 verboten werden. Durch einen EU-Beschluss im November 2023 wurde Glyphosat in der EU jedoch für weitere zehn Jahre, bis 2033, zugelassen, wodurch in Deutschland eine gesetzliche Anpassung erfolgen musste. Diese erfolgte schluss-

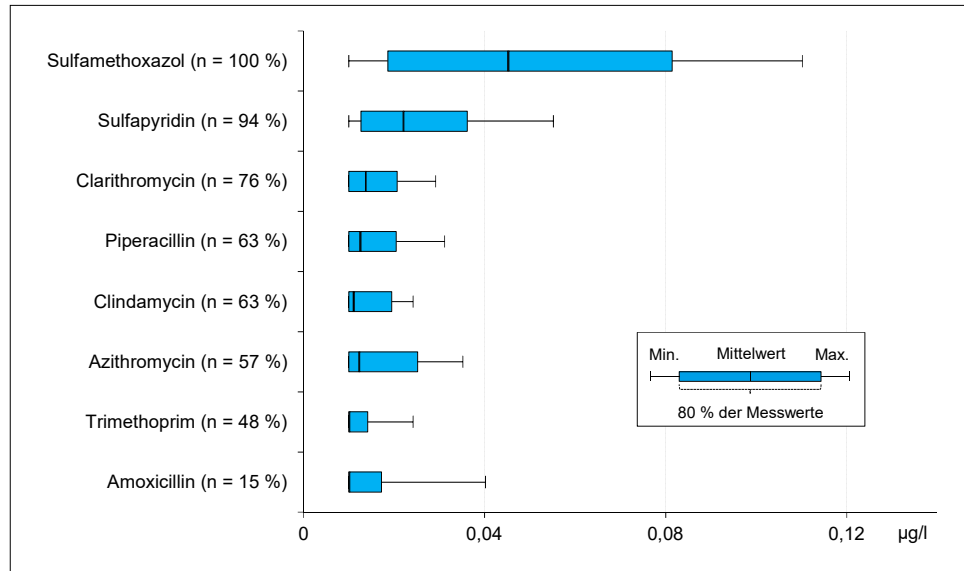


Bild 9.3: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Antibiotika in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde) im Jahr 2024

Fig. 9.3: Means, minimum and maximum concentrations of selected antibiotics in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings) in 2024

Glyphosat und **AMPA** von 28 bzw. 96 µg/l wurden somit sicher unterschritten.

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, führten und führen dazu, dass diese in sehr vielen Bereichen des Alltags 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 verschiedene Studien auch Gefahren für die menschliche Gesundheit, die von Substanzen aus der Gruppe der PFAS ausgehen, untersucht und aufgezeigt. Unter anderem aus diesem Grund tauchte die Gruppe der PFAS in den letzten fünf Jahren vermehrt in europäischen Untersuchungen und Richtlinien auf. So erfolgte im Jahr 2020 die Aufnahme in die EU-Trinkwasserrichtlinie und eine Risikobewertung durch die EFSA. Im Jahr

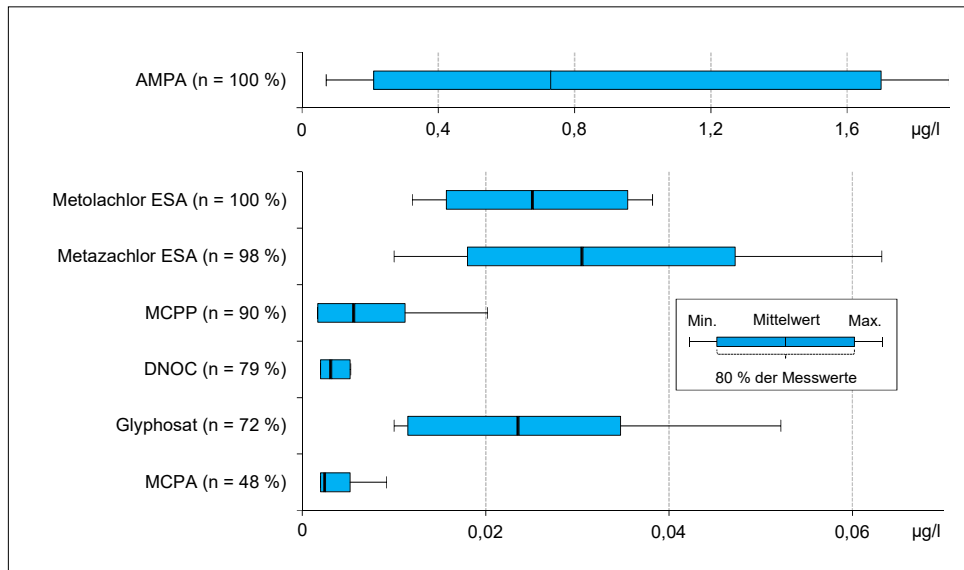


Bild 9.4: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Pestizide und Metabolite in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde) im Jahr 2024

Fig. 9.4: Means, minimum and maximum of selected pesticides and metabolites in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings) in 2024

[9.22] <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%20Arzneimittel%20zugerechnet>, Zugriff 12. März 2024

[9.23] <https://www.bmel.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2022/180-tamg.html>, Zugriff 12. März 2024

[9.24] <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/praevention/antibiotika-resistenzen/dart-2030>, Zugriff 12. März 2024

[9.25] Schwientek, M.; Rügner, H.; Haderlein, S. B.; Schulz, W.; Wimmer, B.; Engelbart, L.; Bieger, S.; Huhn, C.: Glyphosate contamination in European rivers not from herbicide application? In: Water Research 2024, 263 S. 122-140

2024 wurde in der überarbeiteten europäischen Kommunalabwasserrichtlinie (KARL) auf die PFAS-Verbindungen der EU-Trinkwasserrichtlinie verwiesen und diese somit auch in KARL aufgenommen [9.26]. Die zusätzliche Überwachung von „ewigen Chemikalien“ wie PFAS (per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen) soll das vorhandene Wissen zur Verbreitung dieser Chemikalien über das kommunale Abwasser verbessern. Weiterhin existiert seit dem Jahr 2023 ein Vorschlag für eine überarbeitete UQN-Richtlinie, in der 24 Einzelverbindungen aus der Gruppe der PFAS aufgeführt sind. Eine Verabschiedung der überarbeiteten UQN-Norm ist für das Jahr 2025 anberaumt.

Im Jahr 2024 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 0,0056 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 (gültig ab 12.01.2026) für die Summe von 20 PFAS zeigte, dass bis auf 6 Substanzen alle Konzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen. Mit einer Summe von 0,016 µg/L der detektierten Substanzen für die 20 PFAS. Damit wird der zukünftige Trinkwassergrenzwert bereits im Ruhrwasser sicher unterschritten.

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 Abbaupfade in der Umwelt gibt, akkumuliert es in dieser [9.27]. 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 (CF₃)-Gruppe enthalten. Dazu zählen unter anderem Medikamente wie Sitagliptin und Pflanzenschutz-

mittel 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 [9.28].

Das Monitoring von TFA in der Ruhr zeigte 2024 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, ähnlich wie im Vorjahr, in Essen-Rellinghausen bei 0,94 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 [9.29]. 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 [9.30].

Wie in den letzten Jahren wurde die höchste mittlere Konzentration an der Probenahmestelle Kraftwerk Westhofen ermittelt. Diese lag mit rund 200 µg/l deutlich höher als in den letzten Jahren. Die mittlere Konzentration an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen lag bei 81 µg/l. 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 [9.31].

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 als abbaubar sowie Cyclamat und Saccharin als gut abbaubar [9.32, 9.33].

Bereits in der oberen Ruhr bei Fluss-km 190,81 an der Probenahmestelle unterhalb Valme liegen mindestens 90 % aller gemessenen Werte des **Cyclamat**, dem zugelassenen Süßstoff mit der geringsten Süßkraft, oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l. Das Maximum der mittleren Konzentration von 0,12 µg/l tritt im Bereich der unteren Ruhr bei Essen-Rellinghausen auf. Für die Jahresfracht, die für diese Stelle berechnet wurde, ergibt sich ein Wert von 0,44 t. Damit ist Cyclamat der Süßstoff mit der geringsten transportierten Menge. **Saccharin**, bereits im Jahr 1879 entdeckt, erreicht mit 0,17 µg/l die maximale mittlere Konzentration an der Probenahmestelle Essen-Werden. Bei Essen-Rellinghausen betrug die Fracht für das Berichtsjahr 0,54 t. Für das Jahr 2024 konnte die höchste mittlere

Konzentration des Süßstoffes **Acesulfam** bei Essen-Rellinghausen mit 0,23 µg/l ermittelt werden. An der Probenahmestelle Essen-Werden erreichte die **Sucralose**-Konzentration nach relativ kontinuierlichem Anwachsen mit 1,7 µg/l ihre maximale mittlere Konzentration im Verlauf der Ruhr. Die Jahresfracht bei Essen-Rellinghausen betrug 2,9 t und bedeutet erneut eine erhebliche Erhöhung im Vergleich zu den Vorjahren, während die der anderen drei Vertreter weitgehend denen der Vorjahre entsprachen.

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 Anwendungsgebiete produziert werden, wie z. B. Bisphenol A. Da die EAS und EA über verschiedene Eintragspfade auch in Oberflächengewässer gelangen, werden einige Vertreter im Rahmen des Routine-monitorings in der Ruhr überwacht [9.34].

Bisphenol A (BPA) wird nahezu ausschließlich zur Herstellung von Kunststoffen wie Polycarbonaten und Epoxidharzen verwendet [9.35]. Diese werden unter anderem in Getränken 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 [9.36]. Im April 2023 wurde seitens der EFSA (europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit) die im Jahr 2018 gestartete Neube-

wertung 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 [9.37]. Die höchste mittlere Konzentration wurde wie im Vorjahr in Essen-Werden bestimmt und lag dort mit 0,012 µg/l erneut niedriger als im langjährigem Betrachtungszeitraum. 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. Hier wurden etwas höhere 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 Alkylphenoethoxylate eingesetzt, die ihrerseits als nicht-ionische Tenside verwendet werden. Sie sind in der Liste prioritärer Stoffe der WRRL aufgeführt, wobei Nonylphenol sogar den prioritär gefährlichen Stoffen zugeordnet ist. In der Ruhr wurden im Jahr 2024 für Nonylphenol Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,005 µg/l festgestellt, vereinzelt war das auch für Nonylphenol-1-ethoxylat und Nonylphenol-2-ethoxylat der Fall. Die geltende JD-UQN (Jahresdurchschnitt) von 0,3 µg/l wurden 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 das künstlich hergestellte **17-alpha-Ethinylestradiol (EE2)**. Im Berichtsjahr konnte für 17-alpha-Ethinylestradiol trotz der sehr niedrigen Bestimmungsgrenze von 0,00003 µg/l in keiner der untersuchten Proben mit dem aktuellen Verfahren Befunde ermittelt werden. An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen wurden in mehr als 70 % der untersuchten Proben 17-beta-Estradiol oberhalb der Bestim-

mungsgrenze von 0,0003 µg/l nachgewiesen. Estron konnte hingegen in allen untersuchten Proben (Bestimmungsgrenze: 0,0003 µg/l) detektiert werden.

Aus der Gruppe der **Phthalate**, die vor allem als Weichmacher in Kunststoffen Verwendung finden, werden in der Ruhr zehn Substanzen analysiert. Wie in den Vorjahren 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.

-
- [9.26] Richtlinie 2024/3019 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. November 2024 über die Behandlung von kommunalem Abwasser. In: Amtsblatt der Europäischen Union, 2024, L 3019
 - [9.27] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: Trifluoressigsäure (TFA) – Update. In: ECHO-Stoffbericht, November 2020
 - [9.28] Wille, J.: Kältemittel in der Atmosphäre. In: Frankfurter Rundschau, 08. Mai 2015
 - [9.29] Nödler, K., Freeling, F., Sandholzer, A., Schaffer, M., Schmid, R., Scheurer, M.: Untersuchungen zum „Vorkommen und Bildungspotential von Trifluoressigsäure (TFA) in niedersächsischen Oberflächengewässern“. Februar 2019
 - [9.30] 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
 - [9.31] https://www.bfr.bund.de/cm/343/bewertung_von_suessstoffen.pdf, Zugriff 22. März 2022
 - [9.32] Lange, F. T., Scheurer M., Brauch, H.-J.: Artificial sweeteners – a recently recognized class of emerging environmental contaminants: a review. In: Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2012, 403, S. 2503-2518
 - [9.33] Storck, F. R., Brauch, H.-J., Skark, C., Remmler, F., Zullei-Seibert, N.: Acesulfam – ein universeller Tracer? In: energie/wasser-praxis, 7/8 2015
 - [9.34] <http://www.efsa.europa.eu/de/topics/topic/endocrine-active-substances>, Zugriff 22. März 2024
 - [9.35] www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/dokumente/pm-2018-02_bpa.pdf, Zugriff 22. März 2024
 - [9.36] Fragen und Antworten zu Bisphenol A in verbrauchernahen Produkten, FAQ des BfR vom 9. Oktober 2020
 - [9.37] [https://www.efsa.europa.eu/de/topics/topic/bisphenol#:~:text=Bisphenol%20A%20\(BPA\)%20ist%20ein,Kunststoff%20und%20Harzen%20verwendet%20wird.,](https://www.efsa.europa.eu/de/topics/topic/bisphenol#:~:text=Bisphenol%20A%20(BPA)%20ist%20ein,Kunststoff%20und%20Harzen%20verwendet%20wird.,) Zugriff 22. März 2024s

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 Chloralkanen** 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 abschließende 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 2024 sechs Organophosphate in ähnlichen Konzentrationen wie im Jahr 2023 regelmäßig nachgewiesen (Bild 9.5). Die Maximalbefunde für Tris(chlorisopropyl)phosphat (TCPP) wurden im August 2024 und die für Triethylphosphat (TEP) im Juli 2024 ermittelt und damit in vergleichbaren Zeiträumen wie im Vorjahr. TEP wird beispielsweise bei der Herstellung von Kunststoffen, Pharmazeutika, Agrarchemikalien, Schmierölen und Lacken verwendet und dort als Flammschutzmittel, Weichmacher, Lösungsmittel oder als Träger für Additive eingesetzt [9.38]. Die wasserlösliche Substanz gilt als schwach wassergefährdend und neigt nicht zur Bioakkumulation [9.39]. 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

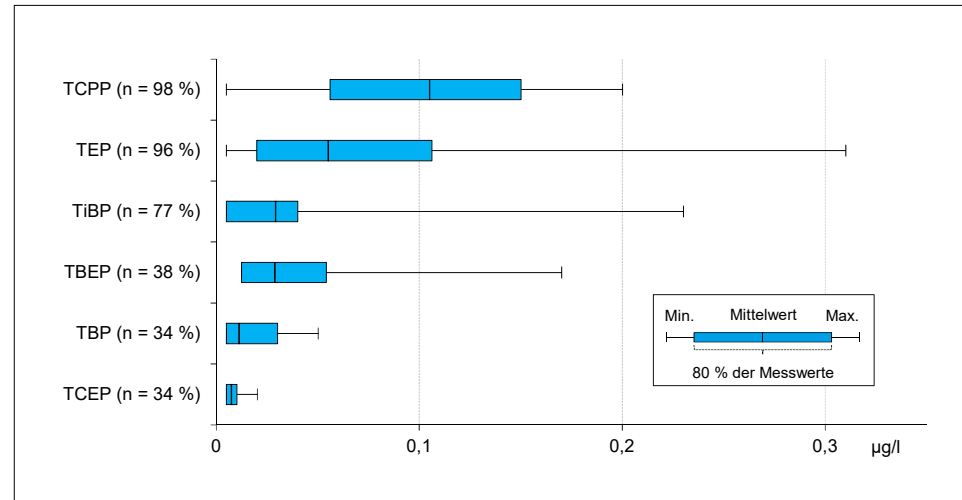


Bild 9.5: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Organophosphate in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde) im Jahr 2024

Fig. 9.5: Means, minimum and maximum of selected organophosphates in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings) in 2024

und Kunststoffen und zur Holzimprägnierung eingesetzt wird [9.40], konnte bei der wöchentlichen Untersuchung in Essen-Rellinghausen im Jahr 2024 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 vergleichweisen, geringen Konzentrationen, gingen in den letzten fünf Jahrzehnten kontinuierlich zurück. Im Jahr 2024 konnten, ebenso wie in den Vorjahren so gut wie keine Befunde der 69 untersuchten Substanzen festgestellt werden. Die bestehenden UQN wurden auch 2024 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 anthropogenen Ursprungs und werden hauptsächlich bei unvollständigen Verbrennungsprozessen fossiler Brennstoffe freigesetzt, wie durch Kraftfahrzeuge oder private Kleinfeueranlagen. Mit einem Anteil von deutschlandweit 45 % ist

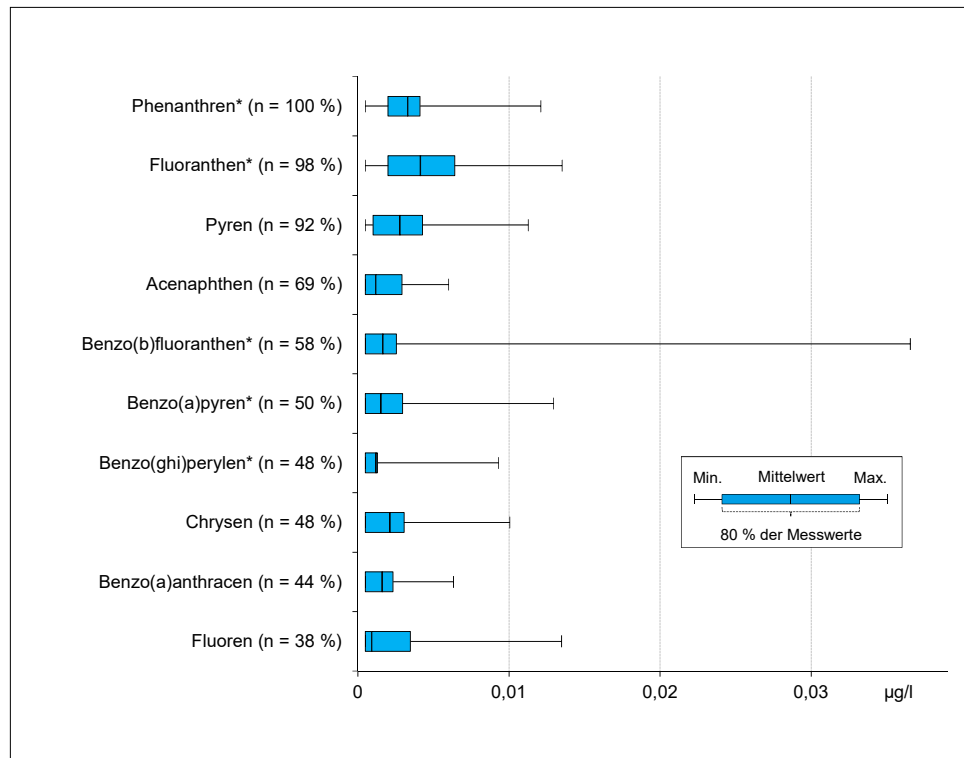


Bild 9.6: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde) im Jahr 2024; * Substanz besitzt eine UQN gemäß WRRL und/oder OGewV

Fig. 9.6: Mean, minimum and maximum concentrations of selected polycyclic aromatic hydrocarbons in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings) in 2024; * substance is subject to an EQS according to the European Water Framework Directive and/or the German Surface Water Regulation

gungs- 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 30 % eine schlechte Entfernbarekeit in den Kläranlagen und wird auch mit Pulveraktivkohle nur schwach zurückgehalten [9.42, 9.43].

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 [9.44].

[9.38] <https://www.chemie.de/lexikon/Triethylphosphat.html#Verwendung>, Zugriff 06. April 2022

[9.39] Sicherheitsdatenblatt, Triethylphosphat zur Synthese, Sigma-Aldrich, Version 8.3, Stand 29. März 2021

[9.40] <https://www.ua-bw.de/pub/beitrag.asp?subid=1&ID=1380>, Zugriff 14. April 2022

[9.41] Umweltbundesamt: Zustandsbewertung Industriechemikalien. In: Gewässer in Deutschland: Zustand und Bewertung, 2017, S. 59-60

[9.42] 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

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

[9.44] 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

der Eintrag von PAK größtenteils auf diffuse urbane Quellen zurückzuführen. Der Anteil der Kläranlagen beträgt lediglich 6 % [9.41]. 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 EU-WRRL sind aktuell sieben PAK mit einer UQN versehen. Zusätzlich gilt in Deutschland im Rahmen der OGewV für Phenanthren eine UQN.

Im Jahr 2024 wurden im gesamten Verlauf der Ruhr PAK im unteren ng/L-Bereich nachgewiesen. An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen wurden Phenanthren, Fluoranthren und Pyren, wie im Vorjahr am häufigsten detektiert (Bild 9.6). Die ZHK-UQN (zulässige Höchstkonzentration) sowie die JD-UQN wurden für alle untersuchten PAK in der Ruhr, mit Ausnahme der JD-UQN für Benzo[a]pyren von 0,00017 µg/L, eingehalten.

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 Reini-

Signifikante Konzentrationen der untersuchten Komplexbildner waren im Jahr 2024 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 Wetter mit 1,6 µg/l bzw. 1,3 µg/l festgestellt werden. In praktisch allen Proben der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen konnten EDTA und MGDA oberhalb ihrer Bestimmungsgrenze von 0,5 µg/l gefunden werden. Die Mittelwerte für EDTA bzw. MGDA betrugen 1,3 bzw. 1,4 µg/l. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet dies für die Konzentration des EDTA eine leichte Abnahme, für MGDA eine Stagnation. 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 2024 mit 3,3 t für EDTA geringer aus als im Vorjahr. Die 5,2 t für MGDA entsprachen nach einer Verdopplung der Fracht im Jahr 2023, eine erneute Steigerung, diesmal um mehr als 20 %.

Die übrigen untersuchten Komplexbildner, wie beispielsweise **NTA** oder **DTPA**, 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 (Kapitel 04). 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 [9.45; 9.46].

Benzothiazol, 2-Hydroxybenzothiazol und 2-Methylthiobenzothiazol wurden an nahezu allen Probenahmestellen der Ruhrlängsuntersuchungen nachgewiesen. Ab der Probenahmestelle unterhalb Valme (Fluss-km 190,81) lag die Befundhäufigkeit für 2-Hydroxybenzothiazol und 2-Methylthiobenzothiazol über 80 %. Für Benzothiazol war dies nur an der Probenahme Ü.-Station Essen-Werden (Fluss-km 31,18) der Fall. Die Befundhäufigkeit spiegelt sich auch an der nahezu wöchentlich untersuchten Probenahmestelle in Essen-Rellinghausen wider (Bild 9.7). 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 [9.45].

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

keit, 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 Drucker-tinten, 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 [9.47]. 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 0,21 µg/l. Im weiteren Fließverlauf der mittleren Ruhr stieg die TMDD-Konzentration bis auf maximal 0,93 µg/l an der Stelle Brücke Echthausen an. Bis zur Mündung in Duisburg nahm die TMDD-Konzentration, auch durch den Zufluss der Lenne, wieder stark ab und betrug 0,29 µg/l. Die für die Probenahmestelle Essen-Rellinghausen bestimmte mittlere Konzentration betrug vergleichbare 0,32 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 Oberflächenge-

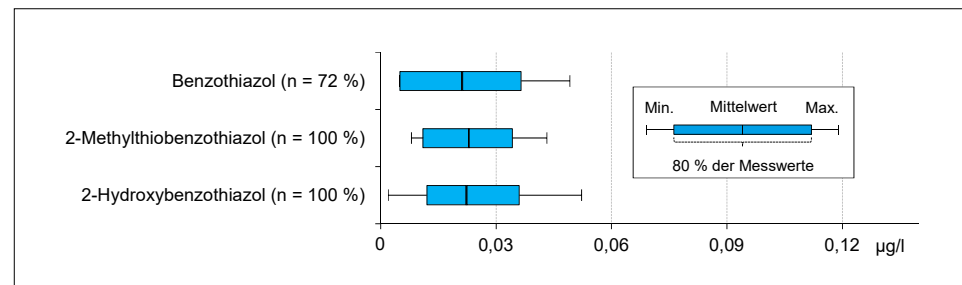


Bild 9.7: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Benzothiazole in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde) im Jahr 2024

Fig. 9.7: Means, minimum and maximum of selected Benzothiazole in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings) in 2024

wässerverordnung (OGewV) und der europäischen Wasser-
rahmenrichtlinie (WRRL) orientiert (Tabelle 9.1). 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
geregelter Qualitätskriterien zur Beurteilung der Gewässer-
güte herangezogen (Kapitel 04).

Nur in wenigen Ausnahmefällen überschritten die nach-
gewiesenen Pharmaka, Diagnostika oder deren Metaboliten
die für sie betrachteten Grenzwerte (Tabelle 9.2). Wieder-
holt wurde nur ein sehr geringer Anteil der untersuchten
Pflanzenschutzmittel und -metabolite im Betrachtungs-
zeitraum 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 unter-
schritten sehr deutlich die für sie existierenden Trinkwasser-
leitwerte. 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, einge-
halten wurden. Dies trifft auch auf die analysierten Flamm-
schutzmittel 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 2024 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

Tabelle 9.2: Ausgewählte Substanzen und deren Einhaltung der
UQN, GOW und OW in der Ruhr bei Essen-Relling-
hausen (Jahresmittelwert) im Jahr 2024

Table 9.2: Selected Substances and compliance with EQS, HOV
and OV in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen
(Annual mean value) in 2024

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
1H-Benzotriazol					3	0,38		
2,4-D	0,2	< 0,001	1	0,003				
Aclonifen	0,12	< 0,05	0,12	< 0,05				
Alachlor	0,3	< 0,01	0,7	< 0,01				
Amidotrizesäure					1	0,092		
Anilin	0,8	0,078						
Anthracen	0,1	< 0,001	0,1	0,001				
Azithromycin					0,3	0,012		
Benzo[a]pyren	0,0002	0,002	0,27	0,013				
Benzo[b]fluoranthren			0,017	0,011				
Benzo[g,h,i]perylene			0,0082	0,006				
Benzo[k]fluoranthren			0,017	0,001				
Bifenox	0,012	< 0,01	0,04	< 0,01				
Bromacil	0,6	< 0,01						
Bromoxynil	0,5	< 0,01						
Candesartan					0,3	0,22		
Carbamazepin					0,3	0,037	0,5	0,037
Carbendazim	0,2	< 0,01						
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	0,014
DEHP	1,3	< 0,1						
Diclofenac					0,3	0,068	0,05	0,068
Diuron	0,2	< 0,01	1,8	< 0,01				
Erythromycin							0,2	< 0,01
Flufenacet	0,04	< 0,025	0,2	< 0,025	1	< 0,025		
Fluoranthren	0,0063	0,004	0,12	0,017				
Gabapentin					1	0,20		
Galaxolide							7	0,035
g-PFOS	0,0007	0,0034	36	0,013				
H4PFOS					0,1	0,0068		
Hexachlorbutadien			0,6	< 0,1				
Ibuprofen					1	0,017	0,01	0,017
Iopamidol					1	0,14		
Isoproturon	0,3	< 0,01	1	< 0,01				
MCPA	2	0,002						
Mecoprop	0,1	0,006						
Metazachlor	0,4	< 0,01						
Metformin					1	0,44		
Metolachlor	0,2	< 0,01						
Metoprolol							7,3	0,11
Naphthalin	2	0,003	130	0,016				
Nitrobenzol	0,1	< 0,01						
Oxipurinol					0,3	0,62		
Pentachlorphenol	0,8	< 0,05	1	< 0,05				
Phenanthren	0,5	0,003						
Propiconazol	1	< 0,01						
Sulfamethoxazol							0,6	0,045
TCPP					1	0,11		
Terbutryn	0,065	< 0,01	0,34	0,016				
Terbutylazin	0,5	< 0,01						
Tonalide							3,5	0,004
Triclosan	0,02	< 0,001	0,2	0,004				
Valsartansäure					0,3	0,17		

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

aktuell keine Qualitätskriterien vor, die zur Beurteilung der
Wassergüte herangezogen werden können. Eine zusam-
menfassende Übersicht über die Einhaltung der JD-UQN,
ZHK-UQN, GOW und OW an der Messstelle Essen-Relling-
hausen ist in Tabelle 9.2 gegeben.

- [9.45] https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/wasser/fliessgewaesser/gewaesserbelastung/orientierende_messungen/6.25Benzothiazole.pdf, Zugriff 19. April 2022
- [9.46] <https://www.arguk.de/news/documents/BenzothiazolRW-AIR2020.pdf>, Zugriff 19. April 2022
- [9.47] 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

10 Leistungsnachweis der Kläranlagen

Abwasserbehandlung

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 2024 rund 443 Mio. m³ Abwasser gereinigt. Dies entspricht einem Jahresmittelwert von 14,0 m³/s und liegt ca. 8 % unter dem Vorjahreswert. Der Rückgang ist auf die geringeren Niederschlagsmengen zurückzuführen, liegt aber noch immer deutlich höher als in den vorausgegangenen trockenen Jahren.

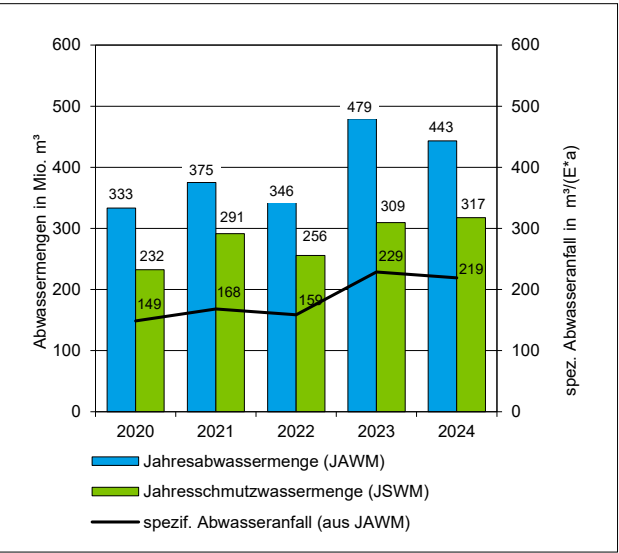


Bild 10.1: Abwassermengen und spezifischer Abwasseranfall der Ruhrverbandskläranlagen für die Jahre 2020 bis 2024
Fig. 10.1: Sewage volumes and specific sewage loads at the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2020 to 2024

Ein Anteil von 72 % dieser Menge entfällt auf die Jahres-schmutzwassermenge (einschließlich Fremdwasser) mit rd. 317 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 10.1 dargestellt, dem auch der spezifische Abwasseranfall von 219 m³ je Einwohnerwert (E) zu entnehmen ist. Die wichtigsten Kennzahlen für die Verbandskläranlagen sind in der Tabelle 10.1 dargestellt.

Analog zu dem von der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) veröffentlichten bundesweiten Leistungsnachweis kommunaler Kläranlagen [10.1] 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), Gesamt-Phosphor (TP) sowie Ammonium-Stickstoff (NH₄-N) und Gesamt-Stickstoff (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 Auswertungen wird die Kläranlage Hagen-Boele nicht berücksichtigt, da deren kommunales Abwasser auf einer industriellen Anlage biologisch mitbehandelt wurde. Tabelle 10.2 enthält die über alle Kläranlagen mengengewichteten 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. Auf 6 Kläranlagen gab es eine Betriebsstörung gemäß § 8 SÜwV-kom, welche in einem Fall zu einer Überschreitung der Überwachungswerte geführt hat.

Tabelle 10.1: Kennzahlen der Ruhrverbandskläranlagen für das Jahr 2024
Table 10.1: Parameters of the Ruhrverband's sewage treatment plants in 2024

Anzahl Kläranlagen	66
Jahresabwassermenge	443 Mio. m³
Jahresschmutzwassermenge	317 Mio. m³
Gesamt-Ausbaugröße aller Anlagen	3,344 Mio. E
Angeschlossene Einwohner (Einwohnerzahl)	2,036 Mio. E
Anschlussgrad	99,3 %
Mittlere Einwohnerbelastung (Bezug: 120 g CSB / (E*d))	2,0 Mio. E
Verhältnis Ausbaugröße / Mittlere CSB-Belastung	1,7
85-Perzentil der Einwohnerbelastung (Bezug: 120 g CSB / (E*d))	2,6 Mio. E
Spezifischer Abwasseranfall (Bezug: mittlere CSB-Belastung)	219 m³/(E*a)
Spezifischer Stromverbrauch (Bezug: mittlere CSB-Belastung)	38,3 kWh/(E*a)

Tabelle 10.2: Mittlere Konzentrationen im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen im Jahr 2024
Table 10.2: Average concentrations in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants in 2024

	Zulauf	Ablauf
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB ₅)	71 mg/l	3,2 mg/l
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	200 mg/l	14,9 mg/l
Ammonium-Stickstoff (NH ₄ -N)		0,48 mg/l
Anorganisch gebundener Stickstoff (TIN)		5,5 mg/l
Gesamtstickstoff (TN)	22,6 mg/l	5,8 mg/l
Gesamtphosphor (TP)	3,2 mg/l	0,34 mg/l

Bild 10.2 zeigt die Entwicklung der mittleren Ablaufkonzentrationen aller Kläranlagen seit dem Jahr 1983. Die Werte für 2024 liegen auf demselben niedrigen Niveau wie im Vorjahr. Neben den vielen Optimierungsmaßnahmen hat auch in diesem Jahr die niederschlagsbedingt hohe Wassermenge zu diesem Effekt beigetragen.

Der Chemische Sauerstoffbedarf (CSB) als Sammelparameter für organische Verschmutzung hat sich von 59 mg/l auf 14,9 mg/l verbessert. Die Erfolge bei den Maßnahmen zur Stickstoffelimination lassen sich bei den Ablaufwerten für Ammonium-Stickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$) 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 2024 sogar ein mittlerer Ablaufwert von 0,48 mg/l erreicht. Für den Gesamt-Phosphor (TP) liegen Daten erst seit Anfang der 1990er Jahre vor. Wurden 1993 noch 0,92 mg/l als mittlerer Ablaufwert ermittelt, sind im Jahr 2024 nur noch 0,34 mg/l festgestellt worden.

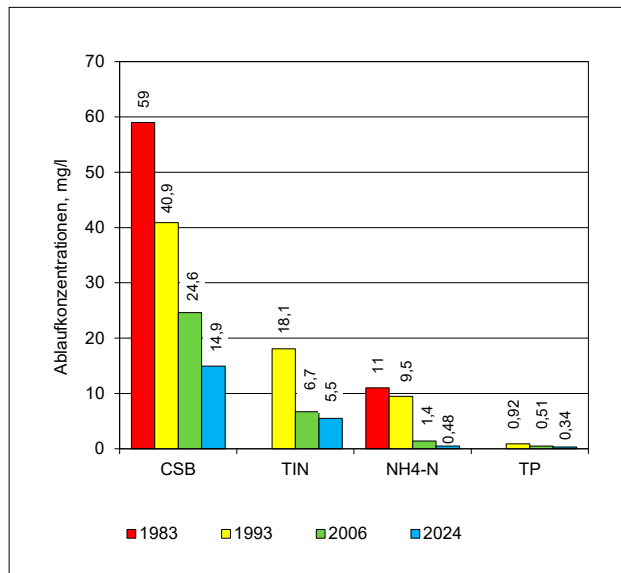


Bild 10.2: Entwicklung der Ablaufkonzentrationen seit 1983
Fig. 10.2: Development of outlet concentrations since 1983

Zusätzlich zu den Überwachungswerten wurden seit 2016 für inzwischen 44 Kläranlagen Betriebsmittelwerte festgelegt, die über die Anforderungen der Überwachungswerte hinausgehen und die Verbesserung des Gewässerzustands gewährleisten sollen. Die in den Genehmigungsbescheiden festgelegten Betriebsmittelwerte (Jahresmittelwerte) für Ammonium-Stickstoff und Gesamt-Phosphor konnten im Jahr 2024 auf den meisten Kläranlagen erreicht werden. Seit Einführung der Betriebsmittelwerte konnten die Ablaufkonzentrationen für $\text{NH}_4\text{-N}$ von 0,84 mg/l auf 0,48 mg/l und TP von 0,48 mg/l auf 0,34 mg/l deutlich abgesenkt werden. Insgesamt befindet sich die Reinigungsleistung der Kläranlagen des Ruhrverbandes seit Jahren gleichbleibend auf einem hohen Niveau. Bild 10.3 zeigt die Ergebnisse für die wesentlichen Parameter. Die Werte zur Reinigungsleistung werden seit dem Jahr 2000 ermittelt. Beim Gesamt-Stickstoff (TN) hat sich die mittlere Reinigungsleistung von 53 % im Jahr 2000 auf aktuell 74 % verbessert.

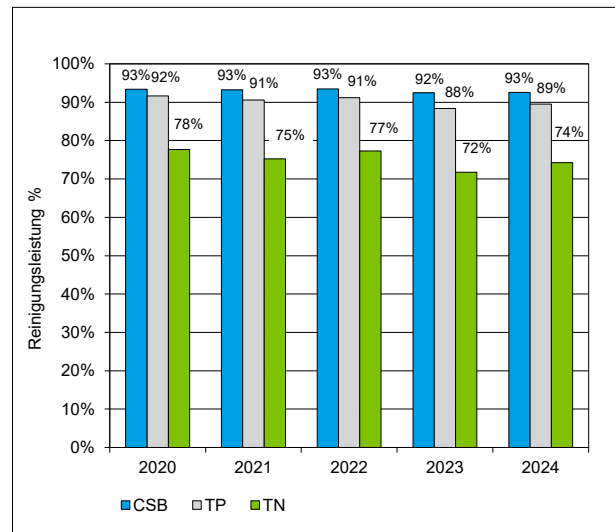


Bild 10.3: Entwicklung der Reinigungsleistung der Ruhrverbandsklär-anlagen von 2020 bis 2024

Fig. 10.3: Development of the treatment performance of the Ruhr-verband's sewage treatment plants from 2020 to 2024

Die Zulaufkonzentrationen sind teilweise durch einen hohen Fremdwasseranteil beeinflusst, der für eine deutliche Verdünnung des Abwassers sorgt und trotz des Erreichens niedriger Ablaufkonzentrationen zu einem geringeren Wirkungsgrad führt. Im Vergleich ist der spezifische Abwasseranfall mit 219 m^3 je Einwohnerwert (E) und Jahr beim Ruhrverband mehr als doppelt so hoch wie der entsprechende bundesweite Wert (DWA) von $88 \text{ m}^3/(\text{E} \cdot \text{a})$ [10.1]. Der Ruhrverband bemüht sich daher in Zusammenarbeit mit den beteiligten Kommunen um eine Reduzierung der Fremdwasserbelastungen.

Den Verbandskläranlagen wurde im Jahr 2024 eine Gesamt-zulaufkraft von 87 Mio. kg CSB zugeführt. Bei einem spezifischen Wert von 120 Gramm CSB je Einwohner und Tag lässt sich daraus die Bezugsgröße von rd. 2,0 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 Ruhrverbandsklär-anlage 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, Gesamt-Stickstoff und Gesamt-Phosphor zeigen die Bilder 10.4, 10.5 und 10.6.

Reststoffverwertung

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

[10.1] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA): 36. Leistungsnachweis kommunaler Kläranlagen (KA Korrespondenz Abwasser, Abfall–2024 (71) Nr. 11, S.882 - 894)

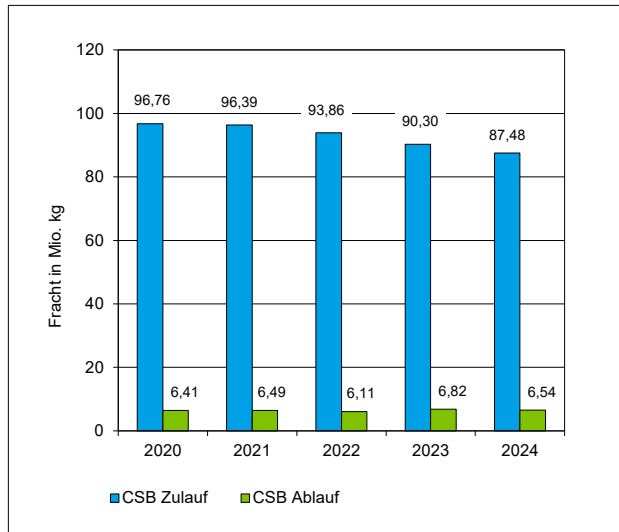


Bild 10.4: Jahresfrachten CSB im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen von 2020 bis 2024
 Fig. 10.4: Annual loads of COD in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2020 to 2024

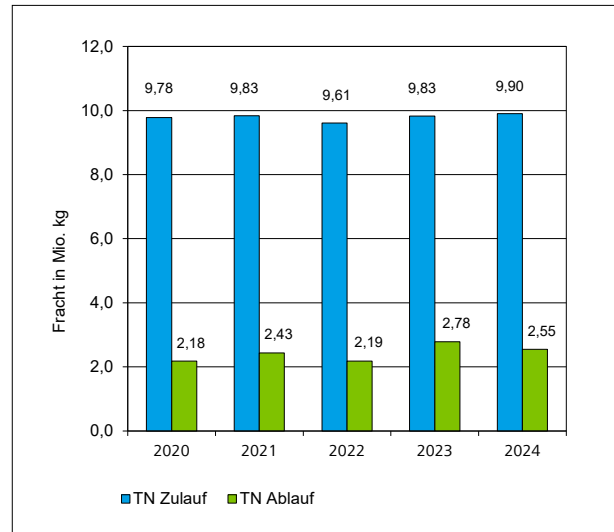


Bild 10.5: Jahresfrachten Gesamtstickstoff im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen von 2020 bis 2024
 Fig. 10.5: Annual loads of total nitrogen in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2020 to 2024

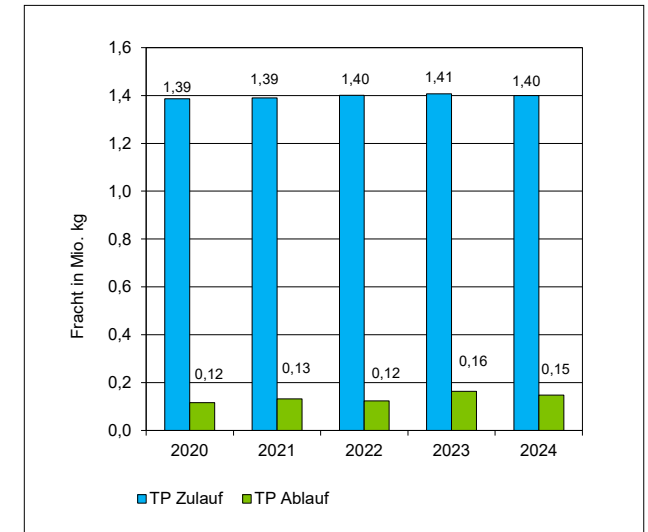


Bild 10.6: Jahresfrachten Gesamtphosphor im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen von 2020 bis 2024
 Fig. 10.6: Annual loads of total phosphorus in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2020 to 2024

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 2023 ist die Menge an stabilisiertem Schlamm mit 36.719 t Trockenmasse um 2,5 % gestiegen, fällt aber gegenüber den Vorjahren wieder niedrig aus.

Bild 10.7 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 zur Steigerung der Eigenenergieerzeugung ermöglicht wird.

Die zugeführte Menge konnte im Jahr 2024 auf 23.872 m³ erhöht werden. Seit dem Jahr 2020 wurden keine Küchen- und Speiseabfälle mehr angeliefert. Der stabilisierte Klärschlamm wird maschinell oder natürlich entwässert, um den Wasseranteil zu verringern. Dadurch werden Transporte reduziert und günstigere Bedingungen insbesondere für die thermische Entsorgung geschaffen. Die nach der Verbrennung des entwässerten Klärschlammes verbliebene Asche wird deponiert. Das anfallende Sandfanggut stellt nach Vorbehandlung in Sandwaschanlagen ein Material mit geringem organischem Anteil dar und wird durch Entsorgungsfachbetriebe gelagert oder thermisch verwertet. Auch das Rechengut wird nach einer erheblichen Massenreduktion durch Rechengutpressen oder Rechengutwaschpressen einer Verbrennungsanlage zugeführt.

Energieverbrauch und -erzeugung

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 36 % 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.

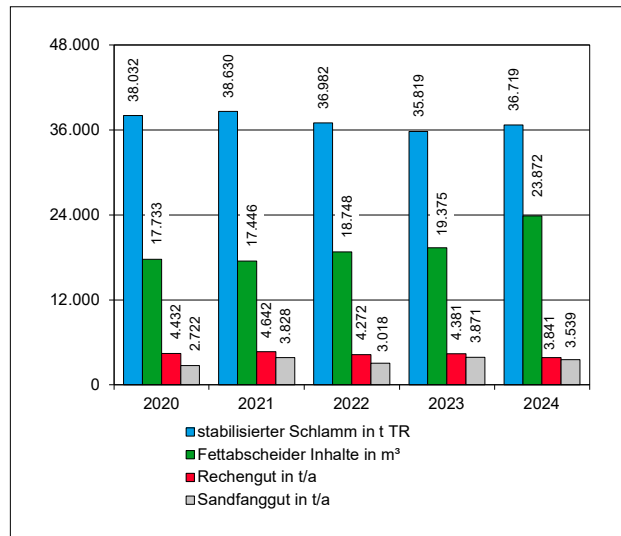


Bild 10.7: Reststoffmengen und angelieferte Co-Substrate für die Jahre 2020 bis 2024

Fig. 10.7: Residue volumes and supplied co-substrates from 2020 to 2024

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 Energie, die nahezu vollständig auf den Kläranlagen genutzt wird. Bild 10.8 zeigt die zeitliche Entwicklung der Klärgasverwertung über die vergangenen fünf Jahre. Der sich über die letzten Jahre abzeichnende Rückgang des anfallenden Faulgases konnte teilweise durch die vermehrte Annahme von Fettabscheiderinhalten aufgefangen werden. Eine weitere Energiequelle wurde durch die Aufstellung von insgesamt vierzehn Photovoltaikanlagen (PV) erschlossen. Mit der Übernahme von weiteren Wasserkraftanlagen (WK) an der Ruhr im Jahr 2022 machte der Ruhrverband sich noch unabhängiger vom Strommarkt.

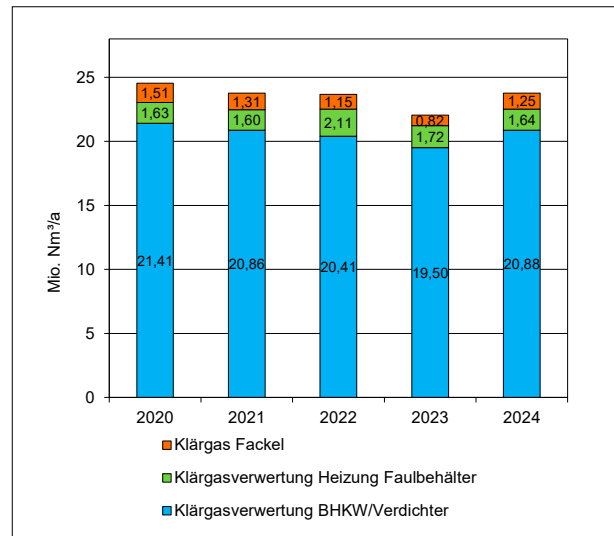


Bild 10.8: Klärgasverwertung auf den Ruhrverbandskläranlagen von 2020 bis 2024

Fig. 10.8: Sewage gas utilisation at the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2020 to 2024

Insgesamt konnte auch im Jahr 2024 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 Kläranlagen beträgt 77,6 Mio. kWh/a und ist um 1,2 % niedriger als im Vorjahr. Die BHKW liefern dabei 42,0 Mio. kWh/a und damit über 50 % des erforderlichen Stroms. Die zeitliche Entwicklung bei Verbrauch, Bezug und Erzeugung von Strom beim Ruhrverband zeigt Bild 10.9. Aus dem Gesamtstromverbrauch ergibt sich über die mittlere CSB-Lastung ein spezifischer Stromverbrauch für die Kläranlagen des Ruhrverbands von derzeit 38,3 kWh je Einwohner und Jahr. Das ist der höchste

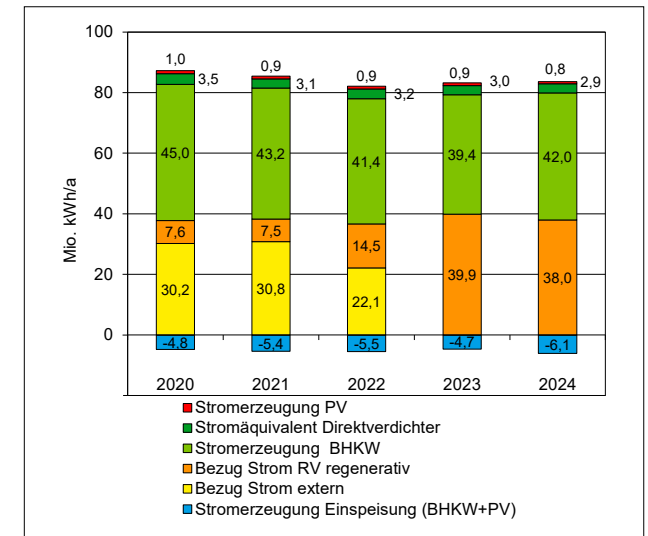


Bild 10.9: Energieeinsatz auf den Ruhrverbandskläranlagen von 2020 bis 2024

Fig. 10.9: Energy data from the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2020 to 2024

spezifische Wert seit dem Jahr 2006 und ist auf die höhere Jahresabwassermenge (vor allem durch erhöhte Pumpenleistung) sowie die niedrigere spezifische CSB-Lastung zurückzuführen.

Durch die fortwährende Optimierung von Belüftungssystemen (Steuerung, LifeCycleManagement für Aggregate) und die verfahrenstechnische Optimierung der Belebungsanlagen wird in den kommenden Jahren eine weitere Verringerung des spezifischen Energieverbrauchs erreicht werden können.

In den kommenden Jahren soll der Anteil des PV-Stroms massiv erweitert werden. Insgesamt plant der Ruhrverband nach der Errichtung von neuen Photovoltaikanlagen auch in jeder Viertelstunde des Jahres energieneutral zu sein.

SONDERTHEMEN

11 Inbetriebnahme einer vierten Reinigungsstufe auf der Kläranlage Brilon

Veranlassung

Die 65,1 km lange Möhne entspringt südlich der Stadt Brilon und fließt als Hunderbecke zunächst weitestgehend verrohrt durch das Stadtgebiet. Sie tritt unmittelbar oberhalb der Kläranlage Brilon wieder zutage und ist bis zur Aufnahme der biologisch gereinigten Abwässer als Fließgerinne ausgebaut. In diesem Abschnitt ist sie als erheblich veränderter Wasserkörper ausgewiesen. Unterhalb der Kläranlageneinleitung ändert sich das Erscheinungsbild wieder und der Ausbauzustand kann hier als naturnah bezeichnet werden. Hinsichtlich der Nährstoffe Ammonium-Stickstoff und Gesamt-Phosphor ergibt sich auf Grund der schwachen Vorflut und dem entsprechend hohen Anteil an gereinigtem Abwasser im Gewässer ein nur mäßiger Zustand und eine Überschreitung von gesetzlich nicht verbindlichen Orientierungswerten für verschiedene Spurenstoffe. Aufgrund von Bachschwinden und des Karstgesteins im Einzugsgebiet (Briloner Massenkalk) fließt mutmaßlich ein Teil des Kläranlagenabflusses mit geringer Filtrationswirkung den Almequellen, dem Trinkwassergewinnungsgebiet der Stadtwerke Brilon, zu. Der Anteil wird auf etwa 5 % des Grundwasserabflusses geschätzt. Hieraus ergibt sich eine potenzielle Belastung der Almequellen durch Nähr- und Spurenstoffe. Um die Gewässerqualität mit dem Ziel des guten Gewässerzustands hinsichtlich Ammonium-Stickstoff und Gesamt-Phosphor zu verbessern und die Spurenstoffbelastung der Almequellen zu verringern, wurde die Kläranlage Brilon mit dem Ziel einer verbesserten Nährstoffelimination und Spurenstoffentfernung erweitert. Besonders hervorzuheben ist, dass es sich hierbei um ein innovatives Verfahren handelt, das bislang nur vereinzelt umgesetzt wurde. Neben einer Vergrößerung des Nitrifikationsvolumens im Bestand erfolgte der Neubau einer vierten Reinigungsstufe mit einer nachgeschalteten Flockungsfiltration mit kombinierter Pulveraktivkohle-Dosierung (PAK) im Vollstrom zur



Bild 11.1: Offizielle Inbetriebnahme der vierten Reinigungsstufe auf der Kläranlage Brilon am 02. Mai 2024 (von links): Matthias Kerkhoff (Mdl NRW), Dr. Christof Bartsch (Bürgermeister der Stadt Brilon), Carolin-Beate Fieback (Vorständin für Personal, Verwaltung und Soziales, Ruhrverband), Oliver Krischer (NRW-Umweltminister), Prof. Dr.-Ing. Norbert Jardin (ehem. Vorstandsvorsitzender des Ruhrverbands)
 Fig. 11.1: Official commissioning of the fourth treatment stage at the Brilon sewage treatment plant on 2 May 2024 (from left): Matthias Kerkhoff (MoP NRW), Dr. Christof Bartsch (Mayor of Brilon), Carolin-Beate Fieback (Ruhrverband Board Member for Human Resources, Administration and Social Affairs), Oliver Krischer (NRW Minister of the Environment), Prof. Dr.-Ing. Norbert Jardin (former Ruhrverband CEO)

Spurenstoff- und weitergehenden Phosphorelimination. Die Erweiterungsmaßnahmen wurden baulich zwischen dem Frühjahr 2022 und dem Frühjahr 2024 durchgeführt. Die Gesamtkosten des Projekts beliefen sich auf rund sechs Millionen Euro. Im April 2024 begann der Einfahrbetrieb der vierten Reinigungsstufe. Die offiziellen Feierlichkeiten zur Einweihung der Anlage fanden am 02. Mai 2024 auf der Kläranlage statt (Bild 11.1). Seit dem 31. Oktober 2024 ist die vierte Reinigungsstufe offiziell im Regelbetrieb, wobei die betrieblichen Optimierungsmaßnahmen zu diesem Zeitpunkt noch nicht abgeschlossen waren. Daher wird bei den folgenden Betrachtungen der gesamte Untersuchungszeitraum bis Jahresende 2024 als Einfahrphase betrachtet.

Beschreibung der vierten Reinigungsstufe

Die vierte Reinigungsstufe ist als nachgeschaltete Flockungsfiltration mit kombinierter Pulveraktivkohle-Dosierung im Vollstromverfahren ausgelegt, so dass der Anlage das gesamte Abwasser bis zu einem Mischwasserzufluss von $Q_M = 250 \text{ l/s}$ aus den Nachklärbecken zugeführt wird. Die Dosiereinrichtung für die Pulveraktivkohle besteht aus einem Lagerbehälter mit 80 m^3 Fassungsvermögen, der Dosiereinheit und dem Einspülsystem. Hinzu kommt eine Fällmittellstation bestehend aus einer Dosieranlage mit zwei Dosierpumpen und einem Fällmittel-Lagertank mit einem Volumen von 30 m^3 . Eine Draufsicht der vierten Reinigungsstufe der Kläranlage Brilon ist in Bild 11.2 dargestellt.

Der Ablauf der Nachklärung wird über einen Düker unter der Hunderbecke zur vierten Reinigungsstufe geführt. Dort gelangt das Abwasser über den Einmischschacht in die Adsorptionsstufe. Die Einmischung der Pulveraktivkohle erfolgt als Suspension mit Treibwasser ($3 \text{ m}^3/\text{h}$) proportional zur zulaufenden Wassermenge in diesen Schacht oder alternativ in die erste Kaskade der drei in Reihe geschalteten Kontaktreaktoren. Das Fällmittel zur weitestgehenden Phosphat-Elimination und zur besseren Abscheidung durch Koagulation der Pulveraktivkohle auf den Tuchfiltern wird im Verhältnis zur eingegebenen Pulveraktivkohle dosiert. Die Mischenergie wird über die Turbulenzen im Einlaufbereich des Schachts erzeugt. Für eine gute, energieeffiziente Durchmischung ist außerdem im Zentrum einer jeden Kaskade ein Vertikalrührwerk angeordnet. Über eine Verteilerrinne wird der Abwasserstrom anschließend auf drei Filtrationseinheiten mit je neun Filterscheiben, die wiederum mit sechs Filterelementen ausgestattet sind, aufgeteilt. Die Bemessung der Filtrationsstufe wurde seitens des Herstellers auf den maximalen Mischwasserzufluss

durchgeführt. Das mit PAK versetzte Abwasser durchläuft die drei Filtrationseinheiten, die von außen nach innen durchströmt werden. Die so zurückgehaltene PAK wird über Saugvorrichtungen von der Oberfläche der Tuchfilter abgesogen und kann wahlweise in die erste Kaskade des Kontaktreaktors oder direkt auf die Rezirkulationsleitung geführt werden.

Zur dynamisch durchführbaren Rezirkulation sind zwei Tauchmotorpumpen mit je einer Rückschlagklappe und einem Absperrschieber in der dritten Kaskade der Adsorptionsstufe angeordnet. Der Rezirkulationsstrom wird durch eine erdverlegte PE-Druckrohrleitung (DN 400) über das Betriebsgelände bis zur Schlammbehandlung geführt, kreuzt dort die Hunderbecke an einer Rohrbrücke und wird bis zum Belebungsbecken in die zweite Nitrifikationszone geführt. Aufgrund des höheren Konzentrationsgradienten zwischen der PAK und gelösten Verbindungen im Belebungsbecken im Vergleich zum Ablauf der Nachklärung wird das Adsorptionspotenzial der PAK im Verhältnis zur alleinigen Einfachnutzung im Ablauf der Kläranlage erhöht. Außerdem dient

die Rückführung der Ausschleusung beladener PAK über den Überschussschlammabzug aus der Nachklärung. Das gereinigte und filtrierte Wasser wird über die Ablaufrinne und das Einleitbauwerk in die Hunderbecke geführt. Das Fließschema in Bild 11.3 veranschaulicht den Fließweg. Die Adsorptionsstufe hat bei maximalem Trockenwetterabfluss eine Aufenthaltszeit von 73 Minuten und im Mischwasserfall von 17 Minuten.

Betriebliche Maßnahmen und Einstellungen während der Einfahrphase

Während der Einfahrphase (Betrachtungszeitraum ab Beginn der Spurenstoffuntersuchungen: Juni bis Dezember 2024) wurden unterschiedliche Einstellungen der Anlage getestet. Ziele waren dabei die Fehlererkennung und -behebung, Sicherstellung der Betriebsstabilität und die Optimierung der Spurenstoff- und Nährstoffelimination.

Auf der Kläranlage Brilon wurde im Zeitraum der Einfahrphase die Aktivkohle pharmA-Clean der Firma Carbon Service Consulting (CSC) eingesetzt. Die Eignung der Kohle wurde durch vergleichende Laborversuche mit fünf unterschiedlichen Kohlen vorab bestätigt. Hierbei wurde Abwasser vom Ablauf der Nachklärung mit verschiedenen Konzentrationen an Pulveraktivkohle versetzt. Zur Bewertung der Reinigungsleistung im Kontaktreaktor wurden die Proben 30 Minuten in einem Überkopfschüttler geschüttelt und nachfolgend auf die Spurenstoffgehalte im Vergleich zum Zulauf der biologischen Stufe untersucht und bewertet. Für die Einschätzung der Reinigungsleistung der gesamten Kläranlage fand der Versuch über 24 Stunden statt. Nachfolgend wurden die Spurenstoffgehalte in den Versuchsproben im Verhältnis zu denen im Zulauf zur Biologie bewertet (Bild 11.4).

Die Zugabe der Pulveraktivkohle erfolgt grundsätzlich durchflussproportional bezogen auf die Zulaufmessung. Ab einem Durchfluss von 150 l/s wurde die Dosierung konstant gehalten und bei Überschreitung eines Durchflusses von 210 l/s gestoppt, um den Ressourcenverbrauch von Pulveraktivkohle zu begrenzen und den Einsatz bei stark verdünnten Spurenstoffkonzentrationen bei Mischwasser-



Bild 11.2: Kläranlage Brilon – Draufsicht der vierten Reinigungsstufe

Fig. 11.2: Brilon sewage treatment plant – top view of the fourth treatment stage

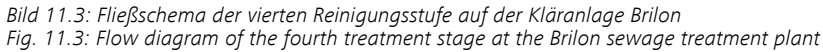


Bild 11.3: Fließschema der vierten Reinigungsstufe auf der Kläranlage Brilon
Fig. 11.3: Flow diagram of the fourth treatment stage at the Brilon sewage treatment plant

zufluss zu minimieren. Vor allem zu Beginn schaltete sich die gesamte PAK-Dosierstation bei hohen Zulaufmengen ab, dann aber nach Rückgang nicht wieder automatisch an. Dieses technische Problem konnte durch den Hersteller erst zu einem späteren Zeitpunkt behoben werden. Als Reaktion auf das langanhaltende Regenwetter ab dem Spätherbst wurde der Ausschaltzeitpunkt für die PAK-Zugabe auf einen

Zufluss von 250 l/s (QM) erhöht und als präferierte Einstellung beibehalten. Der Sollwert der PAK-Dosis ist variabel einstellbar.

Die Spurenstoffelimination findet einerseits mittels der frisch zudosierten Pulveraktivkohle in den Kontaktreaktoren und andererseits im Belebungsbecken mittels der rezirkulierten Pulveraktivkohle statt. Für die gesicherte Rückführung der beladenen PAK in die biologische Stufe wird die dynamisch einstellbare Rezirkulation mit einem Festwert gefahren. Es wird kontinuierlich ein Volumenstrom von 50 l/s in das dritte Belebungsbecken zurückgeführt. Bei Einstellung eines konstanten Sollwertes für die Dosierung stellt sich so im Belebtschlamm ein etwa gleichbleibender, aber von der Dosiermenge abhängiger Anteil an Pulveraktivkohle ein, der entsprechend Anteil an der Spurenstoffelimination hat. Um die Auswirkungen unterschiedlicher PAK-Anteile im Belebungsbecken auf die Eliminationsleistung bewerten zu können, wurde in der Einfahrphase zunächst eine vergleichsweise niedrige PAK-Dosierung von 5 mg/l gewählt, die nachfolgend auf 8 mg/l erhöht wurde.

Baulich bieten sich jeweils zwei Möglichkeiten, die PAK-Suspension und das Fällmittel (Eisen-III-chlorid) zu dosieren; in die erste Kaskade des Kontaktreaktors oder in den Zulaufschacht zur vierten Reinigungsstufe. Für eine optimale Durchmischung und Sicherstellung der maximalen Kontaktzeit der PAK mit den Spurenstoffen hat sich die zweitgenannte Dosierstelle bewährt. Zur Bildung einer optimalen Flockenstruktur und maximalen Rückhalt der PAK in der Filtrationseinheit sowie zur weitergehenden Phosphatelimination wird Fällmittel dosiert. Die Phosphatfällung ist somit als Zweipunktfällung konzipiert, wobei zunächst eine Simultanfällung im Ablauf der biologischen Stufe und dann eine Nachfällung im Kontaktreaktor stattfindet. Der Hersteller empfiehlt zur optimalen Flockenbildung ein Verhältnis zwischen 0,1 bis 0,6 g Me^{3+} /g PAK. Innerhalb dieser Grenzen wurden Anpassungen vorgenommen, wobei sich für den besten Rückhalt der Pulveraktivkohle in den Filtern ein Verhältnis von 0,25 als geeignet erwiesen hat. Für den optimalen Rückhalt der Pulveraktivkohle an den Tuchfiltern wurden die Varianten der Filterspülungen einer-

seits mit einer möglichst frühzeitigen Abreinigung und andererseits mit Aufbau eines Filterkuchens durch eine möglichst späte Abreinigung der Filterfläche getestet. Die besten Trübungswerte im Kläranlagenablauf wurden bei einer möglichst frühzeitigen Abreinigung der Filterelemente erzielt. In der Anfangszeit der Einfahrphase wurde der abgezogene Kohleschlamm von den Filtern zunächst wieder in den Kontaktreaktor gegeben, was eine Aufkonzentrierung und somit eine Überfrachtung der Filter zur Folge hatte. Durch die Inbetriebnahme eines zu einem späteren Zeitpunkt ergänzten Kohleschlammabzuges konnte dieser Effekt unterbunden werden, da die von den Filtern abgereinigten Kohleschlammengen direkt auf die Rezirkulationsleitung und in die biologische Stufe gefördert werden.

Begleitende Untersuchungen

Während der Einfahrphase wurden umfangreiche Laboruntersuchungen durchgeführt, die von Online-Messungen ergänzt wurden. Die Probenahmen erfolgten dabei ein- bis zweimal pro Woche als mengenproportionale 24-Stunden-Mischproben am Zulauf zur Biologie (entsprechend Ablauf Vorklärung), am Ablauf der Nachklärung (entsprechend Zulauf zur 4. Reinigungsstufe) und am Ablauf der vierten Reinigungsstufe (entsprechend Ablauf der Kläranlage Brilon) zeitgleich und somit ohne Berücksichtigung der jeweiligen Aufenthaltszeiten. Der in Tabelle 11.1 dargestellte Parameterumfang umfasste kläranlagenübliche Standardparameter (CSB, Ammonium-Stickstoff und Gesamt-Phosphor), für die Bewertung der vierten Reinigungsstufe unterstützende Kenngrößen wie DOC, SAK bei 254 nm und Abfiltrierbare Stoffe sowie die im wasserrechtlichen Genehmigungsbescheid vorgegebenen sechs Leitparameter zur Bewertung der Spurenstoffelimination - Carbamazepin, Diclofenac, Metoprolol, Sulfamethoxazol, Clarithromycin und 1H-Benzotriazol.

Bewertungskriterien waren im Falle der Nährstoffe Ammonium-Stickstoff und Gesamt-Phosphor die im Regelbetrieb einzuhaltenden Jahresbetriebsmittelwerte (JBMW) von jeweils 0,2 mg/l. Zudem sollte der nicht mit einem Qualitätsziel belegte Feststoffgehalt sowie die Trübung,



Bild 11.4: Laborversuche zur Eignungsprüfung von Pulveraktivkohlen
Fig. 11.4: Laboratory tests to assess the suitability of powdered activated carbons

Parameter	Norm	Einheit	Bestimmungsgrenze
Abfluss		m³/d	
pH-Wert	DIN EN ISO 10523		
Elektrische Leitfähigkeit	DIN EN 27888-C 8	µS/cm	100
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	DIN 38404-C 3	1/m	1
Trübung	DIN EN ISO 7027-C 2-6	FNU	1
Abfiltrierbare Stoffe	DIN 38409-H 2-3	mg/l	1
Chemischer Sauerstoffbedarf, gesamt	DIN 38409-H 41-1	mg/l	15
Chemischer Sauerstoffbedarf, filtriert	DIN 38409-H 41-1	mg/l	15
Kohlenstoff, gelöster organisch gebundener	DIN EN 1484-H 3 (08.97)	mg/l	1
Ammonium-Stickstoff	DIN EN ISO 11732-E 23	mg/l	0,10
Gesamt-Phosphor	DIN EN ISO 11885-E 22	mg/l	0,10
Orthophosphat-Phosphor	DIN EN ISO 6878 -D 11	mg/l	0,0030
Eisen	DIN EN ISO 11885-E 22	mg/l	0,010
1H-Benzotriazol	DIN EN ISO 21676-F 47	µg/l	0,010
Carbamazepin	DIN EN ISO 21676-F 47	µg/l	0,010
Clarithromycin	DIN EN ISO 21676-F 47	µg/l	0,010
Diclofenac	DIN EN ISO 21676-F 47	µg/l	0,010
Metoprolol	DIN EN ISO 21676-F 47	µg/l	0,010
Sulfamethoxazol	DIN EN ISO 21676-F 47	µg/l	0,010

Tabelle 11.1: Begleitende Untersuchungen in der Einfahrphase – Parameterumfang

Table 11.1: Accompanying investigations during the start-up phase – parameter scope

Genehmigungsbescheid das Jahresmittel von monatlichen Untersuchungen dann mindestens bei 80 % liegen. Bei der Berechnung werden nur diejenigen Parameter berücksichtigt, deren Gehalte im Zulauf zur Biologie mindestens dem fünffachen Wert der Bestimmungsgrenze im Kläranlagenablauf entsprechen. Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze im Kläranlagenablauf gehen mit dem Faktor 0,5 in die Berechnung mit ein. Negative Eliminationsleistungen werden mit dem Wert „null“ berücksichtigt.

Die Einfahrphase war in den ersten Monaten von Trockenwetterzeiten mit kurzzeitigen Regenereignissen geprägt. Von Anfang Juni bis Anfang August wurde in einer ersten Untersuchungsphase eine PAK-Menge von 5 mg/l zudosiert. In diesem Zeitraum erfolgten an 16 Tagen Spurenstoffuntersuchungen. An zwölf Probenahmetagen herrschten mit Zuflüssen unter 100 l/s vorwiegend Trockenwetterbedingungen, während vier Tage niederschlagsbeeinflusst waren. Nachfolgend wurde die PAK-Dosierung auf 8 mg/l erhöht. In dieser Untersuchungsphase erfolgten 20 Probenahmen, davon 15 bei Trockenwetterverhältnissen und fünf von Mischwasser beeinflusst. Ab Mitte November herrschten vornehmlich Regenwetterverhältnisse mit entsprechend häufigen Mischwasserzuflüssen. In dieser Zeit wurden sechs Probenahmen durchgeführt. Auf Grund der Regelungsstrategie wurde bis Jahresende nur anteilig PAK dosiert und die Sollkonzentration von 5 mg/l lediglich zeitweise erreicht.

Abfiltrierbare Stoffe und Trübung

In den 24-Stunden-Mischproben waren im gesamten Betrachtungszeitraum die Feststoffgehalte im Ablauf der vierten Reinigungsstufe mit Werten von 1 bis 8 mg/l (Mittelwert: 3 mg/l) niedrig, so dass über den jeweils gesamten Untersuchungstag betrachtet von einem allenfalls geringen Austrag von Pulveraktivkohle auszugehen ist (Tabelle 11.2). Die optische Betrachtung der Filter nach der Schwarzgradmethode bestätigt den insgesamt geringen PAK-Schlupf. Hierbei werden die Filterpapiere nach Filtration von Ablaufwasser getrocknet und die Schwarzfärbung im Vergleich zu Referenzfiltern mit definierten PAK-Gehalten verglichen. Eine Abhängigkeit der Feststoffgehalte vom Abfluss oder/und

die beide ein Indiz für den Rückhalt von Pulveraktivkohle in der Kläranlage sind, im Ablauf der vierten Reinigungsstufe möglichst gering sein.

Im Gegensatz zu den bekannten mit Grenzwerten belegten Kläranlagenparametern erfolgt die Bewertung im Falle der Spurenstoffe - gemäß Genehmigungsbescheid - nicht konzentrationsbasiert, sondern auf der Grundlage eines

mittleren Eliminationsgrads von 80 % bezogen auf die Gesamtanlage. Es wird somit der Konzentrationsrückgang vom Zulauf zur Biologie bis zum Ablauf der vierten Reinigungsstufe betrachtet. Hierzu wird an einzelnen Untersuchungstagen für jeden der sechs Leitparameter die Eliminationsleistung berechnet und aus den sechs Einzelwerten das arithmetische Mittel gebildet. Im Regelbetrieb muss gemäß

Tabelle 11.2: Begleitende Untersuchungen in der Einfahrphase – Ergebnisse der Basisparameter im Ablauf der vierten Reinigungsstufe
 Table 11.2: Accompanying investigations during the start-up phase – results of the basic parameters in the outlet of the fourth treatment stage

Phase	Einheit	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Gesamt
Zeitraum	Einheit	03.06.-07.08.24	12.08.-13.11.24	18.11.-09.12.24	03.06.-09.12.24
PAK-Solldosierung	mg/l	5	8	5	
Abfluss	l/s	74	69	172	85
pH-Wert		7,5	7,5	7,5	7,5
El. Leitfähigkeit	µS/cm	603	612	518	595
Trübung	FNU	2,8	3,1	2,1	2,9
SAK 254	1/m	12,9	7,9	13,5	10,5
Abf. Stoffe (gf)	mg/l	3	4	2	3
CSB ges.	mg/l	19	21	24	20
CSB filtr.	mg/l	17	22	25	20
DOC	mg/l	6,1	4,7	6,1	5,4
Ammonium-Stickstoff	mg/l	0,13	0,18	0,19	0,16
Gesamt-Phosphor	mg/l	0,23	0,18	0,29	0,22
o-PO ₄ -Phosphor	mg/l	0,22	0,10	0,23	0,16
Eisen	mg/l	0,22	0,41	0,11	0,33

der PAK-Konzentration ist nicht erkennbar. Dies gilt auch für die Trübung, die mit Werten zwischen 0,3 und 5,2 FNU und einem Mittelwert von 2,9 FNU in den 24-Stunden-Mischproben ebenfalls auf niedrigem Niveau lag. Zu Beginn der Untersuchungen wurden aber bei den Online-Messungen vor allem zu Zeiten der Filterreinigungen vergleichsweise hohe Werte festgestellt, die auf einen zeitweisen Austrag von Pulveraktivkohle hinwiesen. Nach der Optimierung der Filterspülungen und der Fällmitteldosierung, vor allem aber nach Inbetriebnahme des Kohleschlammabzugs waren die Trübungswerte durchgehend auf einem niedrigen Niveau. Auch bedingt durch Regenwettereinfluss und geringer bis keiner PAK-Dosierung lagen die Werte der Online-Messungen bis Jahresende im Mittel kleiner als ein FNU.

Ammonium-Stickstoff und Phosphor

Die Ammonium-Stickstoffwerte hielten im Zeitraum der Einfahrphase den Jahresbetriebsmittelwert von 0,2 mg/l

im Mittel ein. Der Zahlenwert wurde dabei in knapp 84 % der Proben unterschritten, wobei keine ausgeprägte Abhängigkeit von der Abwassermenge erkennbar ist. In den Sommermonaten lag eine Vielzahl der Messwerte sogar unter der Bestimmungsgrenze. Ab November lagen die Konzentrationen auf Grund sinkender Abwassertemperaturen und in Folge hydraulischer Stöße tendenziell etwas höher (Tabelle 11.2).

Die Phosphatelimination wird durch die Zugabe von Fällmittel in den PAK-Reaktor begünstigt. Durch diese Zweipunkt-Fällung konnte über die gesamte Einfahrphase betrachtet die mittlere Phosphorkonzentration vom Ablauf der Nachklärung mit 0,38 mg/l zum Ablauf der vierten Reinigungsstufe um 42 % gesenkt werden und lag mit 0,22 mg/l nur knapp über dem geforderten Zahlenwert des Jahresbetriebsmittelwerts von 0,2 mg/l. Insgesamt wurde dieser Zahlenwert in 60 % der Proben unterschritten. Drei Viertel der Überschreitungen wurden bei Regenwetter

festgestellt. Da die zugegebene Fällmittelmenge an die PAK-Dosiermenge gekoppelt ist, ergaben sich im Zeitraum der höheren PAK-Dosierung von 8 mg/l im Vergleich zu 5 mg/l insgesamt niedrigere Ablaufkonzentrationen. Ab November 2024 lagen die Phosphorwerte insgesamt höher. Infolge der hohen Abwassermengen fand keine oder nur eine geringe PAK-Dosierung statt und auch die hiermit verbundene Zugabe von Fällmittel in den Zulauf zur vierten Reinigungsstufe war entsprechend verringert (Tabelle 11.2).

Spurenstoffe – Leitparameter

Die Untersuchungen auf die im Genehmigungsbescheid vorgegebenen sechs Leitparameter – Carbamazepin, Diclofenac, Metoprolol, Sulfamethoxazol, Clarithromycin und 1H-Benzotriazol - wurden Anfang Juni 2024 aufgenommen. Die Spurenstoffgehalte im Zulauf zur Biologie lagen im gesamten Betrachtungszeitraum im Schwankungsbereich der vor Inbetriebnahme der vierten Reinigungsstufe in den Jahren 2021 bis 2023 durchgeführten Untersuchungen. Für das Beispiel Diclofenac lagen die Konzentrationen während der Einfahrphase bei einer Spannweite von 0,60 bis 4,9 µg/l im Mittel bei 2,1 µg/l. Der mittlere Diclofenacgehalt der vorangegangenen Untersuchungen betrug 2,6 µg/l und schwankte zwischen 0,27 und 5,7 µg/l. Entsprechendes gilt für die einwohnerspezifische Belastung mit einem Mittelwert von 0,74 mg/(E•d) in der Einfahrphase gegenüber 0,93 mg/(E•d) bei den Voruntersuchungen. Auch zwischen den drei im Folgenden betrachteten Untersuchungsphasen lagen die Werte in vergleichbaren Bereichen, wobei eine Abflussabhängigkeit der Konzentrationen auf Grund von Verdünnungseffekten besteht.

Von Juni bis Anfang August erfolgte eine PAK-Dosierung von 5 mg/l. Bereits mit dieser vergleichsweise geringen Dosierung konnte bei den in diesem Zeitraum durchgeführten 16 Probenahmen eine mittlere Eliminationsrate der sechs Leitsubstanzen von 77 % erreicht werden. Für die einzelnen Parameter unterschieden sich die Eliminationsleistungen und lagen bei Metoprolol, Clarithromycin und 1H-Benzotriazol mit Werten um 90 % höher als bei Carbamazepin, Diclofenac und Sulfamethoxazol,

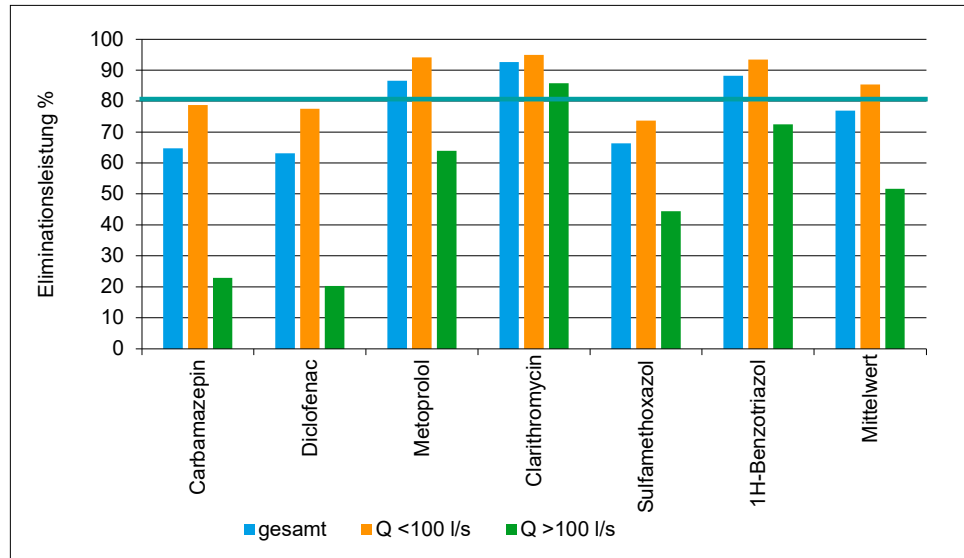


Bild 11.5: Mittlere Eliminationsleistungen für sechs Leitparameter – PAK-Dosierung: 5 mg/l

Fig. 11.5: Mean elimination performance for six key parameters – PAC dosage: 5 mg/l

die jeweils zu etwa 65 % zurückgehalten wurden. Der Hauptanteil der Elimination fand mit im Durchschnitt 80 % in der biologischen Stufe statt, während auf die PAK-Stufe 20 % entfielen. Bild 11.5 zeigt die Entfernungsraten der sechs Leitparameter und den Mittelwert dieser sechs Reinigungsleistungen für diese Untersuchungsphase. Die Untersuchungen ergaben eine Abhängigkeit der Spurenstoffelimination von der Abwassermenge. Bei Trockenwetterverhältnissen wurden bei Zuläufen bis 100 l/s im Mittel die sechs Leitparameter zu 85 % aus dem Abwasser entfernt, wobei bereits ab einem Zufluss von 60 l/s der Rückhalt unter 80 % lag. Mit ansteigenden Zuflüssen sanken die Eliminationsraten der Gesamtanlage und lagen bei regenbeeinflussten Proben mit Zuflüssen größer 100 l/s im Mittel bei 52 %. Die geringere Elimination trat vor allem auf, wenn aufgrund des Überschreitens des Ausschaltpunktes der Dosierung temporär keine Pulveraktivkohle zugegeben wurde und die Wiederaufnahme der Dosierung erst zeitverzögert nach Abklingen der jeweiligen Regenerereignisse erfolgte. Die Elimination von Spurenstoffen führte folgerichtig zu einem Rückgang der Konzentrationen im Kläranlagenablauf. So lagen in dem betrachteten Zeitraum die Gehalte an Diclofenac bei einer Schwankungsbreite von 0,094 bis 0,98 µg/l im Mittel bei 0,57 µg/l. In den drei Jahren vor Inbetriebnahme der vierten Reinigungsstufe betrug die mittlere Konzentration an Diclofenac dagegen 1,6 µg/l.

In der zweiten Augustwoche wurde die PAK-Dosierung auf 8 mg/l erhöht. Der folgende Zeitraum bis Mitte November war von Trockenwetterzuflüssen geprägt, die von einigen Tagen mit erhöhten Zulaufmengen begleitet waren. In dieser Zeit wurden an 20 Tagen Probenahmen durchgeführt. Bei Zuflüssen an den Probenahmetagen bis 100 l/s wurde eine mittlere Reinigungsleistung für die sechs Leitsubstanzen von 96 % erzielt. Analog zur vorangegangenen Untersuchungsphase verringerten sich die Eliminationsleistungen an den Tagen mit zunehmendem Mischwasser-einfluss und lagen an den Probenahmetagen mit Zuflüssen ab 150 l/s unter dem auf das Jahr bezogenen Zielwert von 80 %. Über die gesamte Untersuchungsphase wurden die

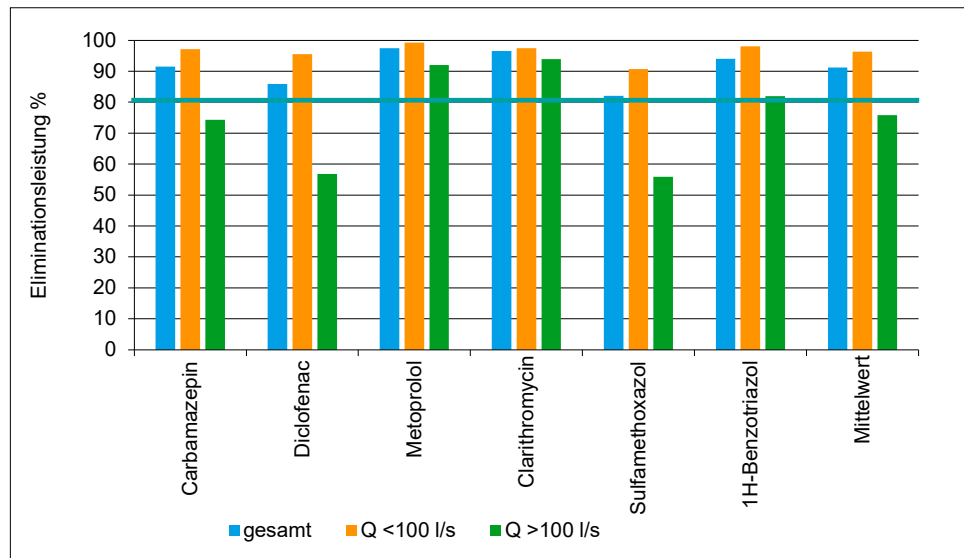


Bild 11.6: Mittlere Eliminationsleistungen für sechs Leitparameter – PAK-Dosierung: 8 mg/l

Fig. 11.6: Mean elimination performance for six key parameters – PAC dosage: 8 mg/l

Spurenstoffe im Mittel zu 91 % entfernt, wobei die Eliminationsraten bei Sulfamethoxazol mit 82 % und Diclofenac mit 86 % niedriger lagen als bei den vier anderen Parametern mit jeweils über 90 % (Bild 11.6). Der Anteil an der Gesamtelimination lag bei 91 % in der biologischen Stufe und 9 % in der PAK-Stufe. Entsprechend konnten im Vergleich zur vorangegangenen Phase niedrigere Spurenstoffgehalte festgestellt werden. Der Mittelwert für Diclofenac lag mit $0,19 \mu\text{g/l}$ (Schwankungsbreite: $<0,010$ bis $0,74 \mu\text{g/l}$) um fast 90 % niedriger als vor Inbetriebnahme der vierten Reinigungsstufe.

Nach Inbetriebnahme des Kohleschlammabzugs Anfang November und einer damit verbundenen optimierten Rückführung der abgeschiedenen Pulveraktivkohle in die biologische Stufe sollte eine weitere Untersuchungsphase bei einer PAK-Dosierung von 5 mg/l stattfinden. Im November begann aber eine länger anhaltende Regenwetterperiode mit entsprechenden fast durchgehenden Mischwasserzuflüssen, die bis zur Unterbrechung der Untersuchungen in der zweiten Dezemberwoche anhielt. Aufgrund der hohen Zuflüsse und der angewendeten Regelungsstrategie wurde in diesem Zeitraum nur in geringem Maße Pulveraktivkohle zudosiert, so dass im PAK-Reaktor nur eine geringe Reinigungsleistung festgestellt wurde. Zudem fand ein Ausschwemmen von Pulveraktivkohle aus der biologischen Stufe über den Überschussschlammabzug statt, so dass auch hier die Adsorption der Spurenstoffe deutlich reduziert war. Die Eliminationsleistung der Gesamtanlage begrenzte sich daher zunehmend auf den teilbiologischen Abbau bzw. Adsorptionsvorgänge in der konventionellen Reinigungsstufe und lag daher im Mittel der sechs durchgeführten Untersuchungen mit 45 % für die sechs Leitsubstanzen durchgehend unter dem Zielwert von 80 % (Bild 11.7). Die Abhängigkeit der Spurenstoffelimination von der Abwassermenge ist bei der gemeinsamen Betrachtung der ersten und dritten Untersuchungsphase gut zu erkennen, in denen jeweils eine PAK-Dosierung von 5 mg/l eingestellt war und in denen sowohl Trockenwetter- als auch Mischwasserzuflüsse auftraten. Die rückläufigen Eliminationsraten bei zunehmendem Zufluss sind in Bild 11.8 dargestellt. Die Spurenstoffgehalte lagen in

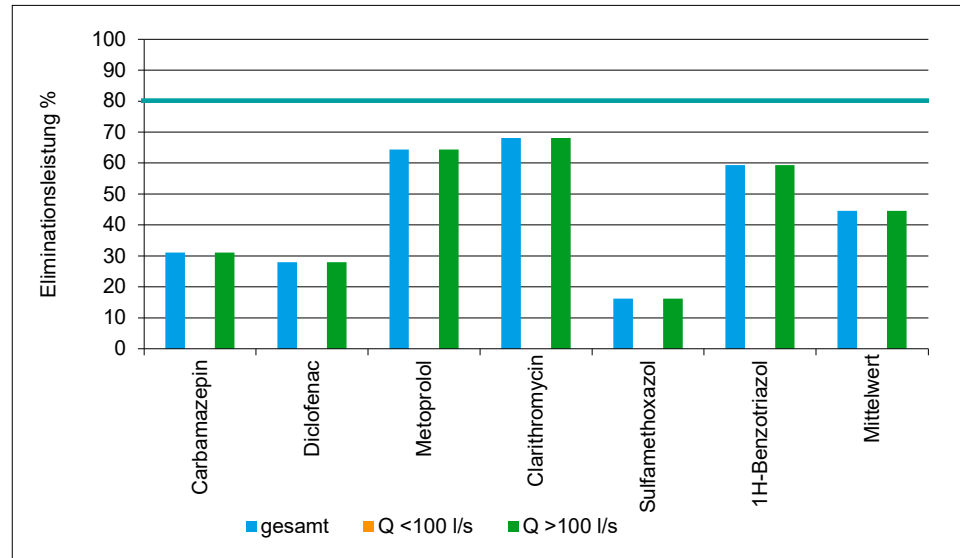


Bild 11.7: Mittlere Eliminationsleistungen für sechs Leitparameter – PAK-Dosierung: 5 mg/l und Mischwasserzufluss
Fig. 11.7: Mean elimination performance for six key parameters – PAC dosage: 5 mg/l and mixed water inflow

der dritten Untersuchungsphase etwa im Bereich der ersten Untersuchungsphase mit gleicher Soll-Dosierung an PAK. Die Belastung durch Diclofenac lag im Mittel bei $0,65 \mu\text{g/l}$, im Vergleich zu $0,57 \mu\text{g/l}$ in der ersten Untersuchungsphase. Hier machen sich gegenläufige Effekte einer geringen oder ausbleibenden PAK-Dosierung einerseits und der Verdünnungen in Folge des Niederschlagseinflusses andererseits bemerkbar.

Laut Genehmigungsbescheid ist im Regelbetrieb die geforderte Eliminationsrate von mindestens 80 % für die Gesamtanlage als Jahresmittel aus den Reinigungsleistungen in monatlichen Untersuchungen nachzuweisen. Da während der Einfahrphase zwischen Juni und Dezember deutlich mehr Probenahmen durchgeführt wurden, wurden für eine erste Auswertung aus den Einzelergebnissen zunächst Monatsmittel gebildet und diese für die Betrachtung des Mittelwertes für den gesamten Zeitraum verwendet. Werden hierbei nur die Probenahmetage mit überwiegend Trockenwetter und Zuflüssen bis 100 l/s betrachtet, errechnet sich unter dieser Voraussetzung im Mittel eine

Eliminationsleistung von 92 %. Das gemäß Bescheid im Jahresmittel geltende Eliminationsziel für den Regelbetrieb wird bei Trockenwetterzufluss somit sicher erreicht. Zu berücksichtigen ist, dass wegen des anhaltenden Mischwasserzuflusses aus dem Dezember kein Wert für die Berechnung berücksichtigt werden konnte. Werden alle Probenahmetage, also auch die mit Mischwasserzufluss in die Auswertung einbezogen, beträgt die mittlere Eliminationsleistung 76 % (Bild 11.9). Unter Berücksichtigung, dass es sich bei dem betrachteten Zeitraum um eine Einfahrphase handelte und die betrieblichen Optimierungsmaßnahmen am Jahresende noch nicht abgeschlossen waren, stellt dies bereits ein gutes Ergebnis dar.

Fazit und Ausblick

Der betrachtete Einfahrzeitraum der vierten Reinigungsstufe auf der Kläranlage Brilon von Juni bis Dezember 2024 war in den ersten Monaten von vorwiegend Trockenwetterverhältnissen geprägt, an die sich ab Mitte November eine länger anhaltende Regenperiode anschloss. Über den

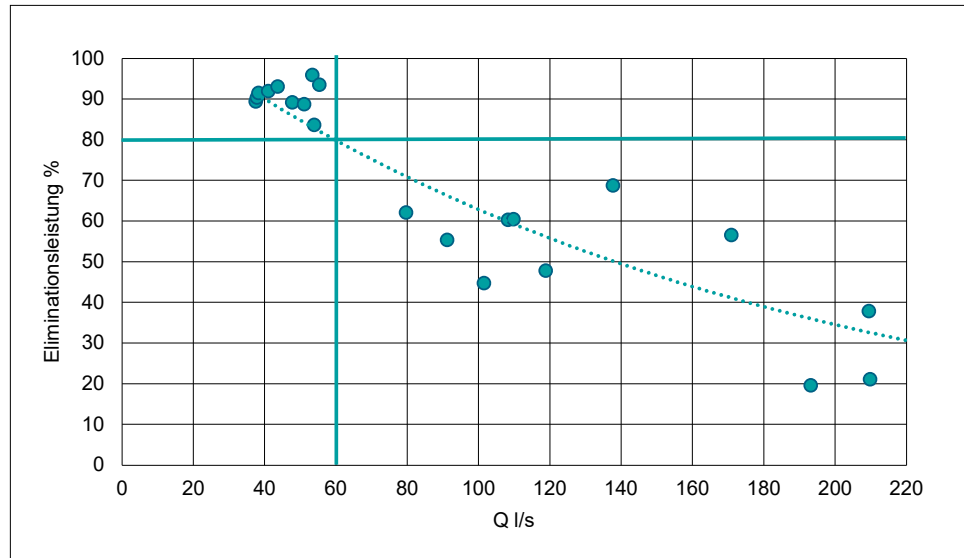


Bild 11.8: Korrelation von Eliminationsleistung der sechs Leitparameter und Abwassermenge bei einer geplanten PAK-Dosierung von 5 mg/l

Fig. 11.8: Correlation between elimination performance of six key parameters and wastewater volume at a planned PAC dosage of 5 mg/l

gesamten Zeitraum betrachtet wurden die Zahlenwerte der Jahresbetriebsmittelwerte für Ammonium-Stickstoff durchgehend eingehalten und für Gesamt-Phosphor nur knapp überschritten. Die Überschreitung ist auch auf die noch anzupassende Regelstrategie bei der Phosphatfällung zurückzuführen. Die Eliminationsleistungen für die sechs Leitparameter lagen bei Trockenwetterverhältnissen bei einer Dosierung von 5 mg/l PAK bei 85 % und bei Zugabe von 8 mg/l PAK sogar bei 96 %, wobei der überwiegende Anteil der Spurenstoffentnahme auf die biologische Stufe entfiel. Bei Mischwasserverhältnissen konnte das Reinigungsziel unter den gegebenen betrieblichen Rahmenbedingungen und unter den gegebenen Betriebseinstellungen nicht eingehalten werden. Vor diesem Hintergrund ist noch zu klären, auf welche Abwassermenge das Behandlungsziel für die Spurenstoffelimination zu begrenzen ist. In der Inbetriebnahmephase konnte eine Eliminationsleistung von mindestens 80 % bis zu einer Abwassermenge von rund 150 l/s erreicht werden. Dieser Zufluss entspricht bezogen auf das Jahr 2024 rund 70 % der Jahresabwassermenge. Eine direkte Erreichung der im Jahresmittel geltenden Ziele war unter den Anfangsbedingungen nicht durchgehend möglich.

Für die Folgemonate sind daher weitere betriebliche Optimierungsschritte eingeplant. Diese umfassen unter anderem die Anpassung der Dosierstrategie für die Pulveraktivkohle. In Zukunft wird die Dosierung ab einem definierten Wert konstant gehalten und nicht mehr ab einer bestimmten Abwassermenge ausgestellt. Zudem ist die Leistungsfähigkeit der Gesamtanlage bei Mischwasserverhältnissen zu betrachten und zu prüfen, inwieweit durch Einstellung einer Grunddosierung, stoßartige Beschickung von Pulveraktivkohle oder eine erhöhte PAK-Dosierung eine Erhöhung der Eliminationsleistung technisch machbar und dabei wirtschaftlich sinnvoll ist.

In den Wintermonaten bei entsprechend niedrigen Temperaturen im Belebungsbecken ist der reduzierte biologische Teilabbau der relevanten Spurenstoffe zu berücksichtigen. Dieser kann sich negativ auf die Eliminationsleistung auswirken, so dass in diesen Zeiten auch bei Trockenwet-

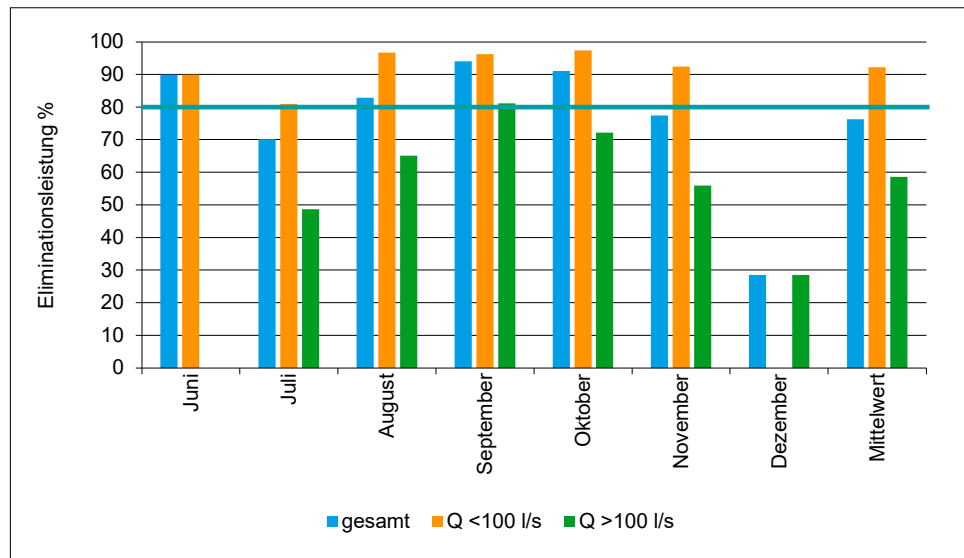


Bild 11.9: Monatsmittelwerte der mittleren Eliminationsleistungen für sechs Leitparameter

Fig. 11.9: Monthly mean values of the mean elimination performance for six key parameters

terverhältnissen höhere Dosiermengen an Pulveraktivkohle erforderlich sein können.

Um die Einhaltung des Jahresbetriebsmittelwerts für Phosphor zu gewährleisten, wird die Regelstrategie für die Zweipunktfällung angepasst. Hierbei muss die Fällmitteldosierung weiterhin proportional zur PAK-Dosierung erfolgen. Um die Einmischung in das Abwasser zu verbessern wird ein Injektor (EcoWirl) an beiden Stufen getestet. Parallel dient das Eisen (III)-chlorid weiterhin als Koagulationsmittel, um eine bessere Abscheidung der feinsuspendierten PAK auf den Tuchfiltern zu erreichen. Die biologische Stufe ist ebenfalls Teil der Optimierungsmaßnahmen. Die Regelungsstrategie der Belüftung wird angepasst und es werden neue Verdichter beschafft.

Nach Durchführung der Optimierungsmaßnahmen steht bei Regelbetrieb auch eine kombinierte Untersuchung auf der Kläranlage und im Gewässer an, um den Einfluss der vierten Reinigungsstufe auf die Immissionssituation in der Hunderbecke differenziert bewerten zu können. Eine Verbesserung des ökologischen Gewässerzustands durch die Entfrachtung von Nähr- und Spurenstoffen wird sich erst langfristig nachweisen lassen.

12 Die Emissions- und Immissionssituation im Einzugsgebiet der Wenne

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 (Kapitel 05). 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 [12.1]. 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 [12.2]. 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 über 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 [12.3]. 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 vier Kläranlagen betrachtet [12.4]. Es folgten Untersuchungen im Einzugsgebiet der Volme im Jahr 2019 [12.5], der Unteren Lenne im Jahr 2020 [12.6], der Möhne im Jahr 2021 [12.7]. Zur Bewertung langfristiger Entwicklungen wurde im Jahr 2023 eine Wiederholungsuntersuchung der Hönne durchgeführt [12.8]. Im Jahr 2024 wurden systematische Untersuchungen im Gewässersystem der Wenne durchgeführt. Das einjährige physikalisch-chemische Untersuchungsprogramm umfasste zwölf Probenahmestellen im Gewässer oberhalb und unterhalb der Kläranlageneinleitungen sowie die Zu- und Abläufe der Kläranlagen Schmallenberg-Wormbach, Schmallenberg-Bracht, Eslohe-Bremke und Eslohe.

Untersuchungsprogramm

Die rund 31 km lange Wenne entspringt an der Westflanke des Robecker Bergs, etwa 1,6 km nordwestlich von Schmallenberg in etwa 487 m ü. NN-Höhenlage. Das Gewässer wird von 15 Nebenbächen gespeist und durch die gerei-

[12.1] Ruhrverband: Ergebnisse der Lennelängsuntersuchungen.

In: Ruhrgütebericht 2014, Essen, S. 96-105

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

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

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

[12.5] Ruhrverband: Untersuchungen zur Emissions- und Immissionssituation im Einzugsgebiet der Volme. In: Ruhrgütebericht 2019, Essen, S. 117-127

[12.6] Ruhrverband: Untersuchungen zur Emissions- und Immissionssituation im Einzugsgebiet der Unteren Lenne. In: Ruhrgütebericht 2020, Essen, S. 109-124

[12.7] Ruhrverband: Untersuchungen zur Emissions- und Immissionssituation im Einzugsgebiet Möhne. In: Ruhrgütebericht 2021, Essen, S. 117-131

[12.8] Ruhrverband: Untersuchungen zur Emissions- und Immissionssituation im Einzugsgebiet Hönne. In: Ruhrgütebericht 2023, Essen, S. 111-124

Tabelle 12.1: Landnutzung im Einzugsgebiet der Wenne
Table 12.1: Usage of land in the Wenne catchment area

Gewässername	Wenne	
Gewässerkennzahl	27616	
A _{EO} [km²]	218,61	
	A _{EO} [km²]	Anteile [%]
Laubwald	4,34	2,0
Nadelwald	28,90	13,2
Mischwald	36,53	16,7
Landwirtschaft	10,92	5,0
Nicht bewässertes Ackerland	28,07	12,8
Wiesen und Weiden	26,59	12,2
Komplexe Parzellenstrukturen	37,37	17,1
Nicht durchgängig städtische Prägung	4,25	1,9
Sonstiges	41,63	19,0

nigten Abwässer der Kläranlagen Schmallenberg-Wormbach, Schmallenberg-Bracht, Eslohe und Eslohe-Bremke belastet. Die Wenne ist in ihrem gesamten Verlauf eher ländlich geprägt und durchfließt nur wenige Siedlungsgebiete. Bis auf die wenigen Ortslagen verläuft der Fluss innerhalb von Naturschutzgebieten. Ihr Abfluss ist nicht durch Talsperren beeinflusst.

Zunächst fließt die Wenne nach Südwesten, wendet aber bald ihren Lauf in einem weiten Bogen nach Norden. Sie zieht an den Ortschaften Obringhausen, Berghausen und Oberberndorf vorbei. Auf der Höhe von Berghausen (Fluss-km 25,55) nimmt das Gewässer die gereinigten Abwässer der Kläranlage Schmallenberg-Wormbach über den Wurm-bach auf. In der Ortschaft Niederberndorf fließt die Arpe mit dem Ablauf der Kläranlage Schmallenberg-Bracht (Fluss-km 19,57) zu. Weiter fließt die Wenne durch Menkhäusen, Grimminghausen, Lochtrop und Frielinghausen. Im Ort Bremke, bei Flusskilometer 14,23, wird das Gewässer durch die gereinigten Abwässer der Kläranlage Eslohe-Bremke belastet. Bei Wenne-km 12,59 oberhalb von Wenholt-

Kläranlage	Einheit	Schmallenberg-Wormbach	Schmallenberg-Bracht	Eslohe-Bremke	Eslohe
Einzugsgebiet	km²	5,73	5,43	14.500	4.900
Ausbaugröße	E	450	800	14.500	4.900
Mechanische Verfahren		GE	GE	R, SF	R, SF
Biologische Verfahren		AT, NK	AT, BF	BB, NK	BB, NK
Zusätzliche Verfahren		-	-	N, DN, F, ST, SE SP	N, DN, F, ST, SE
Einwohner 2023	E	437	458	9.362	5.750
Jahresabwassermenge 2023	m³/a	281.850	309.710	2.813.981	1.850.728
Jahresschmutzwassermenge 2023	m³/a	157.480	170.149	2.079.201	1.447.281
spez. Schmutzwasseranfall	l/(E*d)	587	630	526	581
Maximaler Zufluss berechnet	l/s	22	28	198	83
NWBA (RV-eigen)		1 RÜB, 1 SK	-	2 RÜB, 1 SK	-
NWBA (RV-eigen) - Volumen	m³	178	-	1.696	1.188
Industrieabwasser 2023	m³/a	-	7.911	28.114	-
Anteil Industrieabwasser am Abwasseranfall	%	-	2,6	1,0	-
Betriebe gesamt / Anhang 40	n	0 / 0	01. Jan	1 / 0	0 / 0
CSB - Überwachungswert	mg/l	100	110	70	50
CSB - Niedrigerklärter Wert	mg/l	-	-	20	20
TIN - Überwachungswert	mg/l	30	30	18	18
TIN - Niedrigerklärter Wert	mg/l	-	-	8,0	14
NH ₄ -N - Betriebsmittelwert	mg/l	-	-	0,8	-
P _{ges} - Überwachungswert	mg/l	3,5	3,0	1,0	1,0
P _{ges} - Niedrigerklärter Wert	mg/l	-	-	0,7	0,8
P _{ges} - Betriebsmittelwert	mg/l	-	-	0,6	-

AT= Abwasserteich (belüftet)

BB= Belebungsbecken

BF= Bodenfilter

DN= Denitrifikation

F= Fällungs-/ Flockungsmittelzugabe SE= Schlammindicker/ Schlammstapelbehälter

GE= Grobentschlammung

N= Nitrifikation

NK= Nachklärung

SF= Sandfang

ST= Schönungsteich

SP= Schlammplatz

hausen fließt der Salweybach linksseitig zu. Der Salweybach selbst wird durch das gereinigte Abwasser der Kläranlage Eslohe belastet. Bei Wennemen mündet die Wenne bei Flusskilometer 173,3 in die Ruhr.

Die Nutzungsflächen des Einzugsgebiets ((AE°) 218,61km²) [12.9] sind in der Tabelle 12.1 dargestellt [12.10, 12.11]. Ausgewählte relevante Kenndaten der vier untersuchten Kläranlagen sind in Tabelle 12.2 zusammengefasst.

Tabelle 12.2: Ausgewählte Kenndaten der Kläranlagen im Einzugsgebiet der Wenne

Table 12.2: Selected characteristics of the sewage treatment plants in the Wenne catchment area

Die Lage der Probenahmestellen zeigt Bild 12.1. Acht der insgesamt zwölf Probenahmestellen in Wenne, Weiste/ Wurm-bach und Arpe liegen dabei jeweils oberhalb und unterhalb der Kläranlagen Schmallenberg-Wormbach, Schmallenberg-Bracht, Eslohe und Eslohe-Bremke. Zudem wurden aus der Wenne oberhalb und unterhalb der Einmündungen der Weiste/Wurm-bach, der Arpe sowie unterhalb der Mündung Salweybach Proben entnommen.

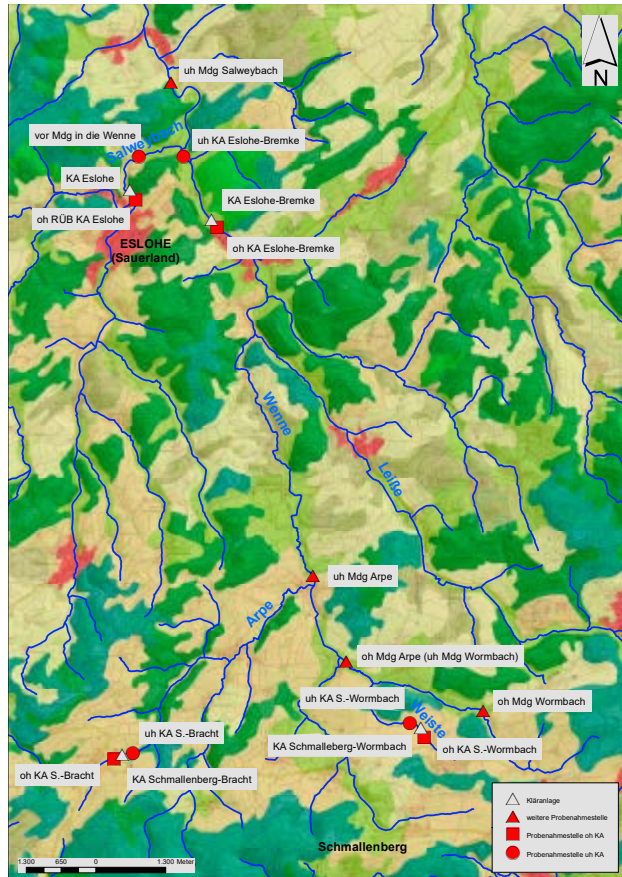


Bild 12.1: Wenne-Längsuntersuchung – Lage der Probenahmestellen
Fig. 12.1: Examinations along the Wenne – location of sampling points

Weiterhin wurden jeweils datumsgleich zu den Probenahmestellen im Gewässer die Kläranlagenzu- und -abläufe beprobt. Die Untersuchungen fanden sechsmal in der Zeit von Februar bis Oktober 2024 in einem Abstand von drei bis zwölf Wochen statt.

Das physikalisch-chemische Monitoringprogramm umfasste die in Tabelle 12.3 aufgeführten Parametergruppen. Bei den genannten Leitparametern handelt es

sich um zwischen Ruhrverband und der Bezirksregierung Arnsberg abgestimmte Kenngrößen zur Zustandsbewertung von Gewässerabschnitten und zur gezielten Ableitung von Ablaufanforderungen von Kläranlageneinleitungen. Diese stehen im Vordergrund der folgenden Betrachtungen.

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 [12.12] und ergänzend nach den gesetzlich nicht verbindlichen Orientierungswerten des Leitfadens „Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW, Anlage D4 [12.13], bewertet (Kapitel 04). Für Ammoniak-Stickstoff stellt ein weiteres Bewertungskriterium eine in Diskussion befindliche, aber noch nicht verbindliche zulässige Höchstkonzentration dar [12.14]. 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 (im weiteren als Betriebsmittelwerte bezeichnet), 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 Abflussfrachten ohne Berücksichtigung der Aufenthaltszeit berechnet. Da der Ruhrverband zum Ziel hat, alle von Kläranlagen beeinflussten Gewässer 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 wurde der vom Ruhrverband betriebene Pegel Wenholthausen (Wenne-km 8,53, uh KA Eslohe-Bremke) herangezogen (Bild 12.2). Die Probenahmen im Februar fanden bei Trockenwetter und bei abnehmenden Abflüssen statt. Die Abflüsse lagen mit 5,47 und 4,70 m³/s an beiden Probenahmetagen oberhalb des mittleren Abflusses (MQ) von 3,93 m³/s. Auch im März erfolgte die Probenahme an beiden Tagen bei Abflüssen von 2,97 und 2,81 m³/s bei Trockenwetterverhältnissen. Mit Ausnahme der Probenahmestelle oberhalb Kläranlage Eslohe-Bremke fand die Probenahme im April bei Trockenwetter, aber teilweise unter dem Einfluss vorheriger Niederschläge statt. Die Abflüsse waren daher rückläufig aber mit 6,64 und 5,79 m³/s noch über dem MQ. Die Untersuchungen Ende Juni wurden in einer mehrtägigen Trockenwetterperiode durchgeführt, wobei die Abflüsse an beiden Probenahmetagen etwa dem halben MQ entsprachen, aber noch deutlich über dem MNQ von 0,576 m³/s lagen. Die Probenahme am 14. August fand unter Niederschlags-einfluss und am 15. August bei Trockenwetterverhältnissen statt. Die Abflüsse waren an diesen beiden Tagen leicht angestiegen, lagen aber immer noch unter dem halben MQ.

- [12.9] Teileinzugsgebiete der Gewässer: Gewässerstationierungskarte des Landes Nordrhein-Westfalen (GSK3C, Auflage 30.11.2010)
- [12.10] https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/pe-stb_2016-2021_ruhr_final.pdf, 26.02.2024
- [12.11] Landnutzungsdaten: Bodenbedeckung (CORINE) Land Cover 2000
- [12.12] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktions-sicherheit: Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung- OGewV), 20.Juli 2016
- [12.13] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft Natur- und Verbraucherschutz NRW (Hrsg.): Monitoringleit-faden Oberflächengewässer Anlage D4. Düsseldorf. Zugriff 26.02.2024: <https://www.flussgebiete.nrw.de/monitoringleit-faden-oberflaechengewaesser-anlage-d4-7724>
- [12.14] Ergebnisprotokoll vom 09.09.2020 zur dritten Sitzung der Unterarbeitsgruppe Wassergüte des Projektes „Niedrigwasser-management Ruhr“ am 25.08.2020 beim Ruhrverband

Parametergruppe	Anzahl Parameter	Leitparameter
Basiskonngößen	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	

Tabelle 12.3: Wenne-Längsun-
tersuchung – Para-
metergruppen und
Leitparameter des
Monitoringpro-
gramms

Table 12.3: Examinations
along the Wenne
– groups of para-
meters and gui-
ding parameters of
the monitoring
program

Mit Blick auf die mit der Bezirksregierung vereinbarten 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 Ruhrverbandskläranlagen. Für die Pflanzenschutzmittel wurden überwiegend Konzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze gemessen. Nur vereinzelt, wie z.B. bei Glyphosat und dessen Metabolit AMPA, lagen messbare Konzentrationen vor, diese blieben jedoch unauffällig. Erwartungsgemäß wurden in allen Zuläufen der Komplexbildner MGDA und das Korrosionsschutzmittel 1H-Benzotriazol festgestellt, während PFOS nicht nachgewiesen werden konnte.

Reinigungsleistung der Kläranlagen

Für die Abfiltrierbaren Stoffe, die organischen Summenparameter und die Nährstoffe wurden anlagenübliche Werte ermittelt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Reinigungsleistungen für die betrachteten Parameter in Jahren mit höheren Zulaufmengen (Verdünnung durch Niederschlags- und Fremdwasser) tendenziell etwas niedriger liegen als in trockeneren Jahren. Die vier betrachteten Kläranlagen Schmalenberg-Wormbach, Schmalenberg-Bracht, Eslohe-Bremke und Eslohe verfügen jeweils über mechanische und biologische Reinigungsverfahren zum Kohlenstoffabbau (vgl. Tabelle 12.2). Eine gezielte Stickstoff- und Phosphorelimination findet nur auf den Anlagen Eslohe-Bremke und Eslohe statt. Eine vierte Reinigungsstufe ist in keiner der Anlagen installiert.

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 wurden vor allem die gelösten Nickelverbindungen nur geringfügig zurückgehalten.

Für die Diagnostika sind wegen ihrer charakteristischen Applikation die Reinigungsleistungen vor allem bei nicht

Im November erfolgte die Probenahme bei Regenwetter und bei leicht steigenden Abflüssen, die aber an beiden Probenahmetagen noch weit unterhalb des mittleren Abflusses lagen.

In den Kläranlagenzuläufen wurden in den Monaten Februar und April für das Verhältnis von Abwassermenge am Untersuchungstag zu mittlerer Schmutzwassermenge (Q/Q_t) Werte zwischen 1,0 und 2,8 (Kläranlage Schmalenberg-Bracht) festgestellt. Bei den Untersuchungen von Juni bis November herrschten auf den Kläranlagen mit Q/Q_t-Werten von 0,3 bis 1,1 Trockenwetterverhältnisse. Am Pegel Wenholthausen lagen die Abflüsse an den Untersuchungstagen, in den Monaten Februar, März, Juni und August die Abflüsse zum Teil deutlich unter den jeweiligen durchschnittlichen Monatsabflüssen. Die Abweichung

bewegte sich in einer Spannweite zwischen 8 und 46 %.

In den Monaten April und November lagen dagegen an den Untersuchungstagen 11 bzw. 15 % höhere Abflüsse vor.

Zulaufbeschaffenheit und Reinigungsleistung der Kläranlagen

Zulaufbeschaffenheit

An den Probenahmetagen lag die Zulaufbelastung der vier Kläranlagen durch die organischen Summenparameter sowie die Nährstoffe insgesamt im Schwankungsbereich der routinemäßigen Untersuchungen der letzten drei Jahre. Dies betrifft sowohl Konzentrationen als auch Zulauffrachten. Die Schwermetallbelastung war während der sechs Probenahmen bei den vier kommunal geprägten Kläranlagen unauffällig.

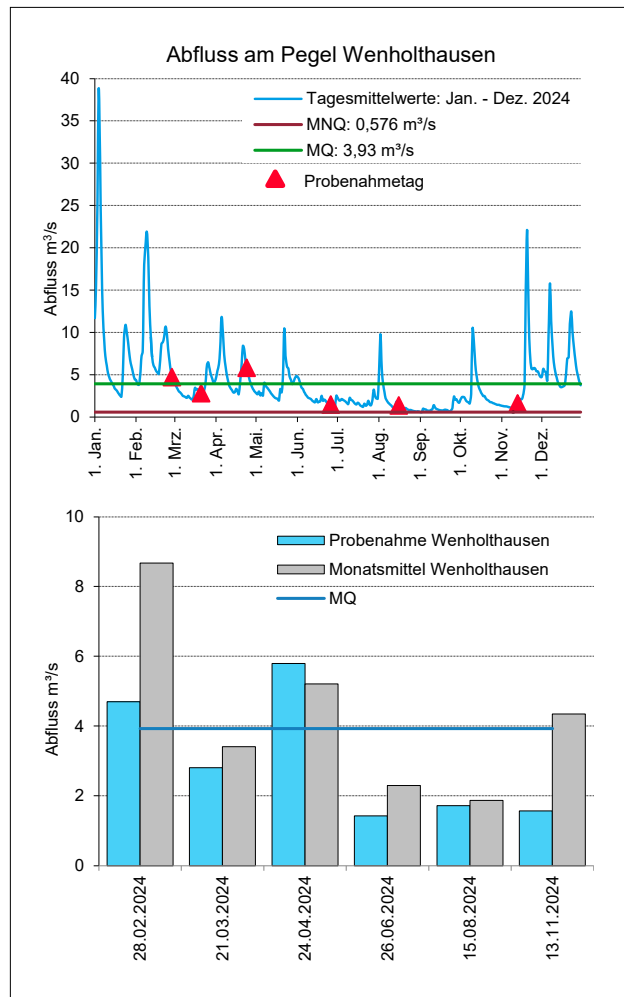


Bild 12.2: Wenne-Längsuntersuchung – Tagesmittelabflüsse am Pegel Wenholthausen Januar-Dezember) mit MQ, MNQ und Probenahmeabfluss im Gewässer Wenne (Diagramm 1). Abflüsse am Probenahmetag und Monatsmittel als Balkendiagramm (Diagramm 2).

Fig. 12.2: Investigation along the Wenne – daily mean discharges at the Wenholthausen gauge (January–December) with MQ (mean flow), MNQ (mean low flow) and sampling discharge in the Wenne (diagram 1). Discharges on the sampling day and monthly mean values as a bar chart (diagram 2)

zeitkorrespondierend entnommenen Proben nur bedingt auswertbar. Die Retentionsleistungen für die einzelnen Arzneimittelrückstände fielen erwartungsgemäß unterschiedlich aus. Während die Frachten an Carbamazepin und Diclofenac zu einem Viertel aus dem Abwasser entfernt wurden, wurde das biologisch gut abbaubare Ibuprofen im Verlauf des Reinigungsprozesses nahezu vollständig zurückgehalten. Vergleichbar hohe Retentionsleistungen ergaben sich auch für Metformin. Aufgrund der unterschiedlichen biologischen Abbaubarkeit der künstlichen Süßstoffe ergab sich für die kaum abbaubare Sucralose eine niedrige Reinigungsleistung, während Acesulfam im Mittel zu 74 % aus dem Abwasser entfernt wurde. Das Korrosionsschutzmittel 1H-Benzotriazol wurde an den beiden Kläranlagen Schmallenberg-Wormbach und Schmallenberg-Bracht fast gar nicht und an den beiden Kläranlagen Eslohe-Bremke und Eslohe zu etwa einem Drittel zurückgehalten.

Untersuchungsergebnisse im Fließverlauf

In Tabelle 12.4 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 Schmallenberg-Wormbach

Probenahmestelle Wenne oberhalb der Einmündung Wormbach (Wenne-km 27,1)

Die erste Probenahmestelle liegt ca. 3 km unterhalb der Wennequelle, in einem überwiegend landwirtschaftlich genutzten Gebiet. An den sechs Untersuchungstagen hielten die Nährstoffe Ammonium-Stickstoff und Phosphor sowie ortho-Phosphat-Phosphor die Orientierungswerte für den sehr guten Zustand ein. Auch der Orientierungswert für Ammoniak-Stickstoff wurde unterschritten. Lediglich für die Metalle Eisen und Kupfer ergab sich der mäßige Zustand. Die Kupferkonzentrationen hier und an den nachfolgenden Stellen lagen aber im Bereich der natürlichen Hintergrund-

konzentrationen. Die Konzentrationen der weiteren Leitparameter lagen überwiegend im Bereich der Bestimmungsgrenzen und deutlich unter den jeweiligen Qualitätszielen. Gleiches gilt für die weiteren untersuchten organischen Spurenstoffe.

Probenahmestelle Weiste/Wurmbach oberhalb Kläranlage Schmallenberg-Wormbach (Wurmbach-km 1,63)

Die Probenahmestelle am 2,6 km langen Wurmbach liegt 100 m oberhalb der Kläranlage Schmallenberg-Wormbach. Zwischen der Messstelle und der Kläranlage sind keine Einleitungen vorhanden. Die Nährstoffe Ammonium- und Ammoniak-Stickstoff sowie ortho-Phosphat-Phosphor und Gesamt-Phosphor hielten den guten bzw. sehr guten Zustand ein. Die Anforderung für den guten Zustand konnte für Kupfer und durchgehend für Metolachlor ESA nicht eingehalten werden. Weitere Überschreitungen lagen für das perfluorierte Tensid PFOS vor. Die Konzentrationen der weiteren Leitparameter und auch der übrigen untersuchten organischen Spurenstoffe lagen überwiegend im Bereich der Bestimmungsgrenzen und deutlich unter den jeweiligen Qualitätszielen.

Kläranlage Schmallenberg-Wormbach – Ablauf Schönungsteiche

Die Konzentrationen an Abfiltrierbaren Stoffen zeigten mit einer Ausnahme einen niedrigen Feststoffaustrag an. Auffällig ist ein sehr hoher Wert im August, der auch mit einer Belastungsspitze beim CSB verbunden war. Die in den Genehmigungsbescheiden vorgegebenen Überwachungswerte wurden für CSB, den anorganischen Stickstoff und den Gesamt-Phosphor, mit Ausnahme einer einmaligen Überschreitung beim CSB im August, eingehalten. Betriebsmittelwerte und niedrigerklärte Werte sind für die Kläranlage Schmallenberg-Wormbach nicht festgelegt. Die Schwermetallgehalte lagen auf niedrigem Niveau und ausnahmslos mit deutlichem Abstand unter den Vorgaben des Genehmigungsbescheids. Hinsichtlich der Leitparameter waren im Ablauf Konzentrationen an Kupfer, Acesulfam,

Tabelle 12.4: Wenne-Längsuntersuchung – mittlere Konzentrationen
 Table 12.4: Examinations along the Wenne – mean concentrations

		Wenne	Weiste	KA Sch.- Wormbach	Weiste	Wenne	Arpe II	KA Sch.-Bracht	Arpe II	Wenne
		oh Mdg Wurbach	oh KA Sch.- Wormbach	Ablauf	uh KA Sch.- Wormbach	oh MDG Arpe	oh KA Sch.-Bracht	Ablauf	uh KA Sch.-Bracht	uh Mdg Arpe
Parameter	Einheit	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW
Abfluss	m³/d			503				475		
Wassertemperatur Winter	°C	8,0*	8,2*	8,9*	8,2*	7,7*	9,6*	9,3*	9,9*	8,6*
Wassertemperatur Sommer	°C	15,9*	16,7*	17,5*	17,0*	16,3*	17,6*	18,3*	18,8*	17,1*
Sauerstoff	mg/l	9,3**	8,4**		5,6**	8,4**	8,9**		8,1**	9,3**
pH-Wert		7,3-8,1***	7,3 - 7,7***	7,3 - 7,7***	7,1 - 7,6***	7,1 - 7,6***	7,3 - 7,7***	6,6 - 7,2***	7,1 - 7,6***	7,4 7,9***
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	299	406	457	362	297	243	938	490	269
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	11	14	28	9,9	4,9	3,6	14	13	5,8
Abfiltrierbare Stoffe, Glühverlust	mg/l	3,5	3,3	11	2,0	0,73	1,7	4,7	8,7	2,1
TOC	mg/l	2,5	4,0	9,5	3,5	2,2	1,5	5,9	2,8	2,9
Ammonium-Stickstoff	mg/l	<0,02	0,03	7,9	1,6	0,05	0,04	2,6	0,71	0,10
Ammoniak-N (Berechnung)	µg/l	0,31	0,17	89	12	0,36	0,37	5,7	4,0	0,63
Nitrat-Stickstoff	mg/l	2,9	3,3	1,6	4,0	3,6	2,5	3,2	2,7	3,0
Nitrit-Stickstoff	mg/l	<0,01	<0,01	0,11	0,18	0,016	0,010	0,23	0,10	0,013
Phosphor	mg/l	0,045	0,057	1,4	0,37	0,081	0,048	0,81	0,26	0,082
Orthophosphat-Phosphor	mg/l	0,012	0,015	1,2	0,31	0,052	0,017	0,70	0,20	0,057
Chlorid	mg/l	11	26	24	18	11,0	12	25	16	9,4
Sulfat	mg/l	21	23	28	22	20	21	303	124	22
Blei	µg/l	0,80	0,81	2,6	0,62	0,41	0,42	1,0	0,61	0,37
Blei (filtriert) ⁴	µg/l	<0,1	<0,1	<1	0,12	<0,1	<0,1	<1	<0,1	<0,1
Cadmium	µg/l	0,025	0,097	0,058	0,036	0,058	0,10	<0,05	0,034	0,081
Cadmium (filtriert) ³	µg/l	0,021	0,020	<0,1	0,014	0,021	0,052	<0,05	0,028	0,028
Kupfer ⁵	µg/l	1,3	2,0	8,6	2,4	1,2	1,6	4,6	2,3	1,3
Kupfer (filtriert)	µg/l	0,84	1,3	5,6	2,4	1,0	1,2	<2	1,6	0,89

OGewV Flussgebietspezifische Schadstoffe, Ökologischer Zustand (Anl. 6), Leitfaden NRW (Anl. D4)

OGewV Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (Anl. 7)

	sehr gut
	gut
	mäßig

OGewV Prioritäre Stoffe, Chemischer Zustand (Anl. 8)

	eingehalten
	nicht eingehalten
	nicht bewertet
	nicht untersucht

Tabelle 12.4: Wenne-Längsuntersuchung – mittlere Konzentrationen
 Table 12.4: Examinations along the Wenne – mean concentrations

		Wenne	Weiste	KA Sch.- Wormbach	Weiste	Wenne	Arpe II	KA Sch.-Bracht	Arpe II	Wenne
		oh Mdg Wurbach	oh KA Sch.- Wormbach	Ablauf	uh KA Sch.- Wormbach	oh MDG Arpe	oh KA Sch.-Bracht	Ablauf	uh KA Sch.-Bracht	uh Mdg Arpe
Parameter	Einheit	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW
Nickel	µg/l	1,2	1,3	3,8	1,0	0,89	3,1	<2	1,2	0,95
Nickel (filtriert) ⁴	µg/l	<0,5	<0,5	<2	<0,5	<0,5	0,53	<2	0,81	<0,5
Zink ⁵	µg/l	3,8	6,3	10	5,6	3,5	6,5	15	7,9	3,5
Zink (filtriert)	µg/l	3,1	5,0	13	9,0	3,0	5,7	11,9	9,3	2,9
Acesulfam	µg/l	0,046	0,064	7,6	1,9	0,20	0,19	4,3	1,2	0,10
Amidotrizoesäure	µg/l	<0,05	<0,05	<0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Iopamidol	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Iopromid	µg/l	<0,05	<0,05	0,14	0,051	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Carbamazepin	µg/l	<0,01	<0,01	0,022	<0,01	<0,01	0,010	0,78	0,24	0,011
Diclofenac	µg/l	<0,01	0,017	0,49	0,14	0,014	<0,01	0,28	0,094	<0,01
Metformin	µg/l	<0,03	<0,03	14	2,7	0,32	<0,03	4,6	1,4	0,11
Metoprolol	µg/l	<0,01	<0,01	0,62	0,16	0,02	0,010	0,27	0,096	<0,01
Clarithromycin	µg/l	<0,01	<0,01	0,052	0,013	<0,01	<0,01	0,035	0,012	<0,01
Sulfamethoxazol	µg/l	<0,01	<0,01	0,059	0,013	<0,01	0,011	0,68	0,20	0,0105
Terbutryn	µg/l	<0,01	<0,01	0,022	<0,01	<0,01	<0,01	0,023	<0,01	<0,01
EDTA	µg/l	<0,5	0,51	<2,5	1,1	<0,5	<0,5	<5	<2	<0,5
MGDA	µg/l	0,83	0,88	56	10	0,75	<0,5	50	3,55	<0,5
1H-Benzotriazol	µg/l	<0,01	0,037	0,49	0,15	0,027	0,013	0,26	0,091	0,012

OGewV Flussgebietspezifische Schadstoffe, Ökologischer Zustand (Anl. 6), Leitfaden NRW (Anl. D4)

OGewV Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (Anl. 7)

sehr gut
gut
mäßig

OGewV Prioritäre Stoffe, Chemischer Zustand (Anl. 8)

eingehalten
nicht eingehalten
nicht bewertet
nicht untersucht

Tabelle 12.4: Wenne-Längsuntersuchung – mittlere Konzentrationen
 Table 12.4: Examinations along the Wenne – mean concentrations

		Wenne	KA Eslohe- Bremke	Wenne	Salweybach	KA Eslohe	Salweybach	Wenne
		oh KA Eslohe-Bremke	Ablauf	uh KA Eslohe-Bremke	oh KA Eslohe	Ablauf	uh KA Eslohe	uh Mdg Salweybach
Parameter	Einheit	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW
Abfluss	m³/d		6776			4732		259200
Wassertemperatur Winter	°C	8,3	10,3	8,5	8,2	9,1	8,2	8,5
Wassertemperatur Sommer	°C	16,5	17,1	16,8	15,1	16,2	15,1	16,7
Sauerstoff	mg/l	9,7		9,4	9,8		9,6	9,9
pH-Wert		7,5 - 8,1	7,1 - 7,7	7,4 - 7,9	7,6 - 8,1	6,8 - 7,6	7,5 - 7,9	7,7 - 8,1
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	287	469	302	282	458	290	298
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	4,7	3,9	4,5	3,1	4,3	4,2	5,4
Abfiltrierbare Stoffe, Glühverlust	mg/l	2,7	1,0	2,0	1,3	4,5	1,2	1,5
TOC	mg/l	2,5	4,0	2,6	1,6	4,5	2,0	2,2
Ammonium-Stickstoff	mg/l	<0,02	0,45	0,06	0,01	0,30	0,02	0,02
Ammoniak-N (Berechnung)	µg/l	<0,74	2,8	0,53	0,14	1,2	0,22	<0,75
Nitrat-Stickstoff	mg/l	2,9	1,9	2,8	2,9	5,7	2,9	2,9
Nitrit-Stickstoff	mg/l	0,011	0,25	0,025	0,005	0,16	<0,01	0,010
Phosphor	mg/l	0,053	0,45	0,094	0,037	0,40	0,051	0,064
Orthophosphat-Phosphor	mg/l	0,023	0,27	0,053	0,011	0,31	0,022	0,027
Chlorid	mg/l	10	47	13	8,6	37	10	11
Sulfat	mg/l	22	32	23	17	27	18	20
Blei	µg/l	0,30	<1	0,28	0,18	<1	0,22	0,25
Blei (filtriert) ⁴	µg/l	<0,1	<1	<0,1	<0,1	<1	<0,1	<0,1
Cadmium	µg/l	0,024	<0,05	0,030	0,022	<0,05	0,026	0,026
Cadmium (filtriert) ³	µg/l	0,019	<0,05	0,016	0,012	<0,05	0,029	0,023
Kupfer ⁵	µg/l	0,97	3,1	1,3	0,82	3,1	0,72	1,3
Kupfer (filtriert)	µg/l	0,88	2,9	1,4	0,48	3,7	0,46	1,2

OGewV Flussgebietspezifische Schadstoffe, Ökologischer Zustand (Anl. 6), Leitfaden NRW (Anl. D4)

OGewV Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (Anl. 7)

	sehr gut
	gut
	mäßig

OGewV Prioritäre Stoffe, Chemischer Zustand (Anl. 8)

	eingehalten
	nicht eingehalten
	nicht bewertet
	nicht untersucht

Tabelle 12.4: Wenne-Längsuntersuchung – mittlere Konzentrationen
 Table 12.4: Examinations along the Wenne – mean concentrations

		Wenne	KA Eslohe- Bremke	Wenne	Salweybach	KA Eslohe	Salweybach	Wenne
		oh KA Eslohe-Bremke	Ablauf	uh KA Eslohe-Bremke	oh KA Eslohe	Ablauf	uh KA Eslohe	uh Mdg Salweybach
Parameter	Einheit	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW
Nickel	µg/l	0,84	<2	0,80	0,56	<2	<0,5	1,0
Nickel (filtriert) ⁴	µg/l	<0,5	<2	0,50	<0,5	<2	<0,5	0,63
Zink ⁵	µg/l	3,4	18	4,9	2,0	21	2,5	3,3
Zink (filtriert)	µg/l	3,1	15	5,4	1,6	22	4,4	2,4
Acesulfam	µg/l	0,057	0,80	0,096	<0,01	2,6	0,13	0,10
Amidotrizoesäure	µg/l	<0,05	0,18	<0,05	<0,05	0,062	<0,05	<0,05
Iopamidol	µg/l	<0,05	<0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Iopromid	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Carbamazepin	µg/l	<0,01	0,22	0,021	<0,01	0,32	0,0175	0,02
Diclofenac	µg/l	<0,01	0,68	0,071	<0,01	0,69	0,035	0,037
Metformin	µg/l	0,078	0,65	0,13	<0,03	3,3	0,14	0,10
Metoprolol	µg/l	<0,01	0,57	0,047	<0,01	0,68	0,035	0,03
Clarithromycin	µg/l	<0,01	0,15	0,013	<0,01	0,21	<0,01	<0,01
Sulfamethoxazol	µg/l	<0,01	0,089	0,011	<0,01	0,12	<0,01	<0,01
Terbutryn	µg/l	<0,01	0,020	<0,01	<0,01	0,030	<0,01	<0,01
EDTA	µg/l	<0,5	<5	<0,5	<0,5	4,9	<0,5	<0,5
MGDA	µg/l	22	32	6,8	<0,5	43	0,69	0,63
1H-Benzotriazol	µg/l	<0,01	0,40	0,043	<0,01	0,59	0,036	0,032

OGewV Flussgebietspezifische Schadstoffe, Ökologischer Zustand (Anl. 6), Leitfaden NRW (Anl. D4)

OGewV Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (Anl. 7)

sehr gut
gut
mäßig

OGewV Prioritäre Stoffe, Chemischer Zustand (Anl. 8)

eingehalten
nicht eingehalten
nicht bewertet
nicht untersucht

Iopromid, Diclofenac und Metformin über den für Gewässer geltenden Qualitätskriterien vorhanden. Die Pflanzenschutzmittel wiesen mit Ausnahme von Metaboliten Metolachlor ESA unauffällige Gehalte auf.

Probenahmestelle Weiste/Wurmbach unterhalb Kläranlage Schmallenberg-Wormbach (Wurmbach-km 1,41)

Zwischen der Kläranlageneinleitung und der Messstelle unterhalb der Kläranlage Schmallenberg-Wormbach mündet kein weiteres Gewässer ein. Von der Probenahmestelle oberhalb zur Probenahmestelle unterhalb der Kläranlage sind Konzentrationsanstiege für mehrere Parameter festzustellen, die in einigen Fällen auch zu einer Verschlechterung der Bewertung führen. Für die Nährstoffe Ammonium-Stickstoff und Phosphor lagen die Konzentrationen bedingt durch die Kläranlagenemission um ein Vielfaches über den jeweiligen Orientierungswerten. Für beide Parameter, sowie für Nitrit- und Ammoniak-Stickstoff als auch für ortho-Phosphat-Phosphor ergab sich eine mäßige Bewertung. Im Juni und August konnte auch die Qualitätsanforderung für den Sauerstoff nicht eingehalten werden. Die Einflüsse aus der Siedlungsentwässerung machten sich auch durch Überschreitungen der Qualitätsziele bei den Parametern Acesulfam, Amidotrizoesäure, Iohexol, Diclofenac und Metformin sowie sechs weiterer Arzneimittelwirkstoffe und einem Antibiotikum bemerkbar. Kupfer und Metolachlor ESA wurden, wie bereits oberhalb der Kläranlageneinleitung mit mäßig bewertet. Allerdings konnte beim mittleren Gehalt an PFOS hier im Gegensatz zur oberhalb gelegenen Messstelle die UQN eingehalten werden.

Probenahmestelle Wenne oberhalb Mündung Arpe (unterhalb Mündung Wurmbach) (Wenne-km 24,8)

Die Probenahmestelle oberhalb Mündung Arpe liegt ca. 0,7 km unterhalb der Einmündung des Wurmbachs. Der Einfluss der Kläranlage Schmallenberg-Wormbach nimmt an dieser Stelle aufgrund der zunehmenden Verdünnung ab. Dies führt für einige Parameter zu einer Verbesserung der Einstufung. Die Gehalte der Nährstoffe Ammonium-Stickstoff und Phosphor konnten daher an

dieser Stelle mit gut bewertet werden. Zudem halten mit Ausnahme von Kupfer weiterhin alle Metalle den guten bzw. sehr guten Zustand ein. Die Konzentrationen bewegen sich wie an der oberhalbgelegenen Gewässermessstelle im Bereich der natürlichen Hintergrundkonzentrationen. Auch die PFOS-Konzentrationen lagen wie an der vorangegangenen Stelle unterhalb der UQN. Zudem ist ein Rückgang für die Konzentrationen der kläranlagenbürtigen Parameter zu verzeichnen, allerdings überschreiten Acesulfam, Ibuprofen und Metformin den jeweiligen Orientierungswert. Die untersuchten Kenngrößen aus den Gruppen der Antibiotika und Pflanzenschutzmittel halten mit Ausnahme von Metaboliten Metolachlor ESA die jeweiligen Qualitätsziele dagegen sicher ein.

Einzugsgebiet der Kläranlage Schmallenberg-Bracht Probenahmestelle Arpe oberhalb Kläranlage Schmallenberg-Bracht (Arpe-km 5,9)

Die Probenahmestelle liegt 900 m oberhalb der Kläranlage Schmallenberg-Bracht. Zwischen der Messstelle und der Kläranlage sind keine Einleitungen vorhanden. Die Nährstoffe Ammonium- und Ammoniak-Stickstoff sowie ortho-Phosphat-Phosphor und Gesamt-Phosphor hielten den guten bzw. sehr guten Zustand ein. Im März konnte die Qualitätsanforderung für die Wassertemperatur nicht eingehalten werden. Zudem wurde der gute Zustand für Kupfer und Metolachlor ESA überschritten. Weitere Überschreitungen lagen bei den drei Untersuchungen im Juni, August und November für das perfluorierte Tensid PFOS sowie Acesulfam und Ibuprofen vor. Die Konzentrationen der weiteren Leitparameter lagen überwiegend im Bereich der Bestimmungsgrenzen und deutlich unter den jeweiligen Qualitätszielen. Gleiches gilt für die weiteren untersuchten organischen Spurenstoffe.

Kläranlage Schmallenberg-Bracht – Ablauf Bodenfilter

Die Konzentrationen an Abfiltrierbaren Stoffen zeigten einen erhöhten Feststoffaustrag an. Die in den Genehmigungsbescheiden vorgegebenen Überwachungswerte für CSB, den anorganischen Stickstoff und den Gesamt-Phosphor

wurden eingehalten. Betriebsmittelwerte und niedrigerklärte Werte sind für die Kläranlage Schmallenberg-Bracht nicht festgelegt. Die Schwermetallgehalte lagen auf niedrigem Niveau und ausnahmslos mit deutlichem Abstand unter den Vorgaben des Genehmigungsbescheids. Hinsichtlich der Leitparameter waren im Ablauf Konzentrationen an Kupfer, Zink, Acesulfam, Iopromid, Carbamazepin, Diclofenac, Metformin, Sulfamethoxazol und als Folge von industriell-gewerblicher Einleitung Sulfat über den für Gewässer geltenden Qualitätskriterien vorhanden. Die Pflanzenschutzmittel wiesen unauffällige Gehalte auf.

Probenahmestelle Arpe unterhalb Kläranlage Schmallenberg-Bracht (Arpe-km 5,74)

Zwischen der Kläranlageneinleitung und der Messstelle unterhalb der Kläranlage Schmallenberg-Bracht mündet kein weiteres Gewässer ein. Von der Probenahmestelle oberhalb zur Probenahmestelle unterhalb der Kläranlage sind Konzentrationsanstiege für mehrere Parameter festzustellen, die in einigen Fällen auch zu einer Verschlechterung der Bewertung führen. Für die Nährstoffe Ammonium-Stickstoff und Phosphor lagen die Konzentrationen um ein Vielfaches über den jeweiligen Orientierungswerten. Für beide Parameter, sowie für Nitrit- und Ammoniak-Stickstoff als auch für ortho-Phosphat-Phosphor ergab sich eine mäßige Bewertung. Wie oberhalb der Kläranlage konnte auch hier im März die Qualitätsanforderung für die Wassertemperatur nicht eingehalten werden. Die Einflüsse aus der Siedlungsentwässerung machten sich durch Überschreitungen der Qualitätsziele bei den Leitparametern Acesulfam, Diclofenac, Metformin sowie sechs weiterer Arzneimittelwirkstoffe, zwei Antibiotika und einem Röntgenkontrastmittel bemerkbar. Weiter führten erhöhte Gehalte für Sulfat zu einer mäßigen Einstufung. Kupfer und der Pflanzenschutzmittelmetabolit Metolachlor ESA wurden, wie bereits oberhalb der Kläranlageneinleitung mit mäßig bewertet. Zudem konnte auch hier für die mittleren Gehalte des PFOS die UQN nicht eingehalten werden.

Probenahmestelle Wenne unterhalb Mündung Arpe (Wenne-km 22,4)

Die Probenahmestelle unterhalb Mündung Arpe liegt 1,9 km unterhalb der Probenahmestelle oberhalb der Arpemündung. Zwischen den beiden Probenahmestellen mündet neben der Arpe noch die Werden in die Wenne. Der Einfluss der Kläranlage Schmallenberg-Bracht nimmt an dieser Stelle im Vergleich zur Probenahmestelle oberhalb der Einmündung Arpe aufgrund der zunehmenden Verdünnung durch die Wenne und die Werden ab. Dies führt für einige Parameter zu einer Verbesserung der Einstufung. Die Gehalte der Nährstoffe Ammonium-Stickstoff und Gesamt-Phosphor können daher an dieser Stelle mit gut bewertet werden. Zudem halten mit Ausnahme von Kupfer weiterhin alle Metalle den guten bzw. sehr guten Zustand ein. Auch die PFOS-Konzentrationen lagen wie an der vorangegangenen Stelle in der Wenne unterhalb der UQN. Zudem ist ein Rückgang für die Konzentrationen der kläranlagenbürtigen Parameter zu verzeichnen. Lediglich Acesulfam und Metformin erreichen nicht den guten Zustand. Die untersuchten Kenngrößen aus den Gruppen der Antibiotika und Pflanzenschutzmittel halten mit Ausnahme der Pflanzenschutzmetaboliten Metolachlor ESA die jeweiligen Qualitätsziele dagegen sicher ein.

Einzugsgebiet der Kläranlage Eslohe-Bremke

Probenahmestelle Wenne oberhalb Kläranlage Eslohe-Bremke (Wenne-km 14,2)

Die Probenahmestelle oberhalb der Kläranlage Eslohe-Bremke liegt 8,7 km unterhalb der vorangegangenen Messstelle. Der Einfluss der beiden Kläranlagen Schmallenberg-Wormbach und Schmallenberg-Bracht nimmt an dieser Stelle aufgrund der zunehmenden Verdünnung durch die zufließenden Nebengewässer Leißer, Ilpe und Reismücke weiter ab. Dies führt für einige Parameter zu einer Verbesserung der Einstufung. Ammonium- und Ammoniak-Stickstoff können daher an dieser Stelle mit sehr gut bewertet werden, während die Phosphorkonzentrationen weiterhin dem guten Zustand entsprechen. Zudem halten alle Metalle, auch Kupfer, den guten bzw. sehr guten Zustand ein. Die

PFOS-Konzentrationen überschreiten weiterhin die UQN. Des Weiteren nehmen die Konzentrationen der kläranlagenbürtigen Parameter weiter ab, wodurch für alle Leitparameter eine gute und bessere Einstufung resultiert. Für den Pflanzenschutzmetaboliten Metolachlor ESA erfolgt aber weiterhin eine mäßige Bewertung.

Kläranlage Eslohe-Bremke – Ablauf Schöningsteich

Bei einem geringen Feststoffaustrag wurden die im wasserrechtlichen Genehmigungsbescheid festgelegten Überwachungswerte und auch die niedrigerklärten Werte für alle Parameter auch von den Maximalwerten sicher eingehalten. Die Zahlenwerte der Betriebsmittelwerte wurden für Gesamt-Phosphor durchgehend und für Ammonium-Stickstoff mit zwei Ausnahmen im Februar und April unterschritten. Die Schwermetallgehalte lagen mit deutlichem Abstand unter den Vorgaben des Genehmigungsbescheids. Überschreitungen der gewässerbezogenen Orientierungswerte wurden bei den Leitparametern Kupfer, Zink, Acesulfam, Amidotrizoesäure, Diclofenac, Metformin und Clarithromycin festgestellt. Die Pflanzenschutzmittel wiesen mit Ausnahme vom Metaboliten Metolachlor ESA unauffällige Gehalte auf.

Probenahmestelle Wenne unterhalb Kläranlage Eslohe-Bremke (Wenne-km 13,0)

Die Probenahmestelle unterhalb Kläranlage Eslohe-Bremke liegt 1,2 km unterhalb der Kläranlage Eslohe-Bremke. Zwischen dieser Messstelle und der Kläranlage fließt die 1,9 km lange Mesmecke zu. Durch die Siedlungsentwässerung stiegen die mittleren Konzentrationen der Nährstoffe im Vergleich zur oberhalb gelegenen Stelle an, wodurch sich für Ammonium- und Ammoniak-Stickstoff der Zustand von sehr gut auf gut verschlechterte. Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat-Phosphor konnten weiterhin mit gut bewertet werden. Wie bereits im Oberlauf der Wenne wurden für Kupfer sowie entsprechend der Kläranlagenablaufbelastung für die Leitparameter, Diclofenac, Metformin und weitere Vertreter aus der Gruppe der Arzneimittelwirkstoffe und Antibiotika die jeweiligen nicht verbindlichen Orientierungswerten über-

schritten. Auch hier wurde der PSM-Metabolit Metolachlor ESA durchgehen nachgewiesen. Des Weiteren konnte die UQN für PFOS nicht eingehalten werden.

Einzugsgebiet Kläranlage Eslohe

Probenahmestelle Salweybach oberhalb Kläranlage Eslohe (Salweybach-km 2,0)

An der oberhalb der der Kläranlage Eslohe gelegenen Probenahmestelle wiesen die Nährstoffkonzentrationen bei allen Untersuchungen durchgehend den guten oder sogar sehr guten Zustand auf. Die Konzentrationen der betrachteten Leitparameter lagen deutlich unter den Qualitätszielen und vor allem bei den Medikamenten und Pflanzenschutzmitteln im Bereich der Bestimmungsgrenzen. Lediglich die Gehalte des Benzo(a)pyren überschritten die UQN, was auf diffuse Quellen zurückzuführen ist. Auch an dieser Messstelle kam es im März 2024 zu einer Überschreitung der Qualitätsanforderung für die Wassertemperatur.

Kläranlage Eslohe – Ablauf Nachklärung

Bei einem sehr geringen Feststoffaustrag wurden die im wasserrechtlichen Genehmigungsbescheid festgelegten Überwachungswerte und auch die niedrigerklärten Werte für alle Parameter durchgehend sicher eingehalten. Für die Kläranlage Eslohe existieren keine Betriebsmittelwerte. Die niedrigen Schwermetallkonzentrationen lagen auch mit den Maximalwerten deutlich unter den Vorgaben des Genehmigungsbescheids. Überschreitungen der gewässerbezogenen Orientierungswerte wurden bei den Leitparametern Kupfer, Zink, Acesulfam, Diclofenac, Metformin und Clarithromycin festgestellt. Die Pflanzenschutzmittel und weiteren Kenngrößen wiesen insgesamt unauffällige Gehalte auf.

Probenahmestelle Salweybach unterhalb Kläranlage Eslohe (Salweybach-km 0,9)

Im Bereich zwischen der etwa einen Kilometer oberhalb gelegenen Kläranlage und der Messstelle fließen keine weiteren Gewässer zu. Auch an dieser Messstelle kam es im März 2024 zu einer Überschreitung der Qualitätsanforderung für die Wassertemperatur. Die wenigen weiteren fest-

gestellten Überschreitungen sind im Wesentlichen auf die Kläranlagenemission zurückzuführen. Dies sind die Konzentrationen der Leitparameter, Acesulfam, Guanylharnstoff und Metformin sowie das Röntgenkontrastmittel Iohexol, deren mittlere Konzentrationen über den jeweiligen Orientierungswerten lagen. Die Nährstoffe wiesen weiterhin den guten oder sehr guten Zustand auf, wobei sich die Bewertung für Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat-Phosphor von sehr gut auf gut verschlechterte. Die Pflanzenschutzmittel wiesen insgesamt unauffällige Gehalte auf.

Probenahmestelle Wenne unterhalb Zufluss Salweybach (Wenne-km 10,5)

Die Probenahmestelle Wenne unterhalb Zufluss Salweybach liegt ca. 2,5 km unterhalb der vorherigen Probenahmestelle „unterhalb Kläranlage Eslohe“. Auf der Fließstrecke dazwischen leitet nur der Salweybach mit den gereinigten Abwässern der Kläranlage Eslohe ein. Der Einfluss der Einleitungen aus der Siedlungsentwässerung nimmt an dieser Stelle weiter ab. So halten Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat-Phosphor wie bereits an der vorangegangenen Stelle den guten Zustand ein. Für Ammonium-Stickstoff verbesserte sich die Bewertung sogar auf sehr gut. Auch die Gehalte der Leitparameter nahmen ab. Lediglich Kupfer und das Röntgenkontrastmittel Iohexol wurden weiterhin mit mäßig bewertet. Zudem führten auch hier erhöhte Gehalte für das PSM-Metabolit Metolachlor ESA zu einer mäßigen Bewertung. Weiter konnte die UQN für PFOS nicht eingehalten werden. Die beiden letztgenannten Überschreitungen können nicht auf die Kläreinleitungen zurückgeführt werden.

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 Gesamt-Phosphor und Ammonium-Stickstoff, aber auch Orthophosphat-Phosphor und Ammoniak-Stickstoff besonders im Fokus. So hat der Ruhrverband

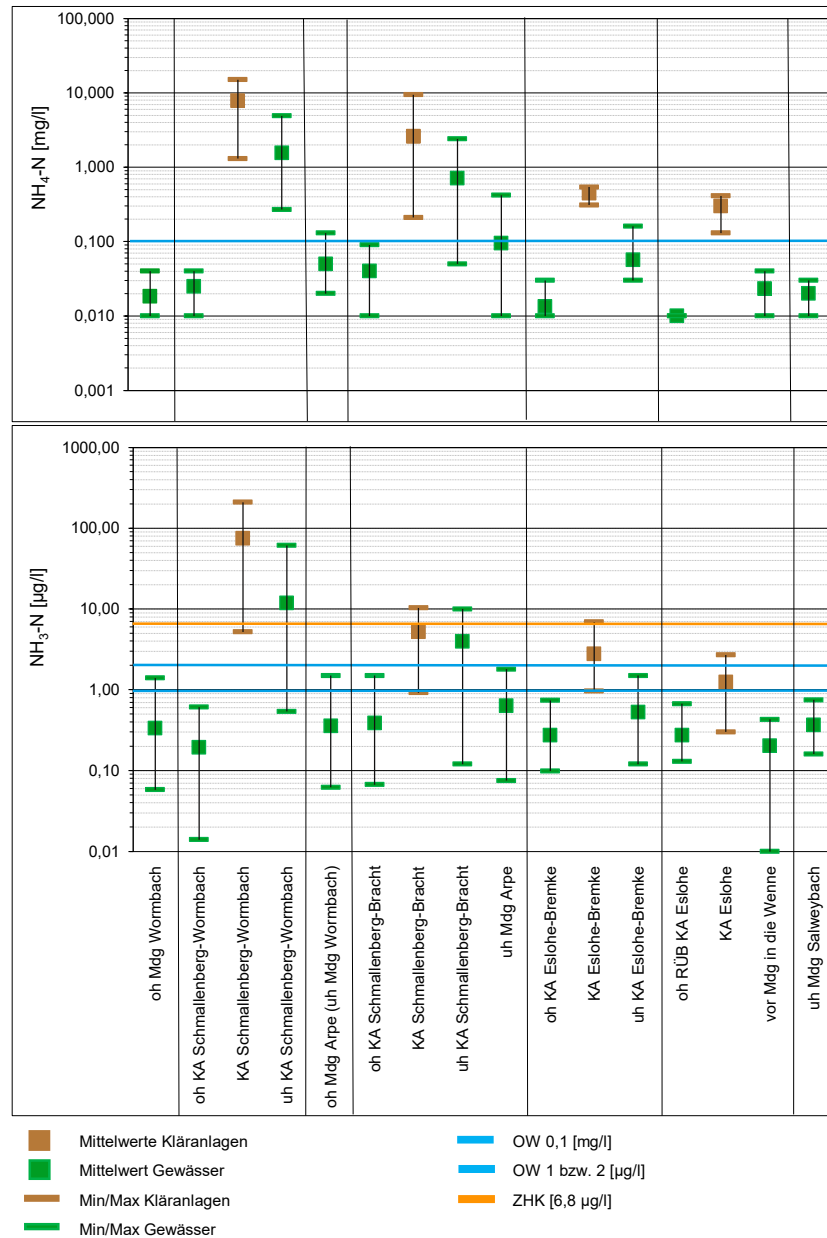


Bild 12.3: Spannweiten und Mittelwerte der Ammonium- und Ammoniak-Stickstoff-Gehalte im Fließverlauf

Fig. 12.3: Spectrums and mean values for the concentrations of ammonium and ammonia nitrogen along the course of the river

sich zum Ziel gesetzt, alle von Kläranlagen beeinflussten Gewässer hinsichtlich Ammonium-Stickstoff und Gesamt-Phosphor mindestens in den guten Zustand zu überführen. In den Bildern 12.3 und 12.4 sind die Mittelwerte dieser Kenngrößen im Fließverlauf dargestellt. Die Untersuchungen ergaben einen erkennbaren Einfluss der Kläranlagenemission auf die Nährstoffgehalte im Gewässer unmittelbar unterhalb der jeweiligen Einleitungen. Dieser Einfluss ist im Oberlauf der Wenne und in den kleineren Nebengewässern Wurmbach und Arpe deutlich ausgeprägter als im weiteren Fließverlauf der Wenne, was insbesondere auf die vergleichsweise hohen Anteile an gereinigtem Abwasser am Gesamtabfluss dieser Gewässer zurückzuführen ist. Im Wurmbach unterhalb der Kläranlage Schmallenberg-Wurmbach führt der vergleichsweise hohe Anteil an gereinigtem Abwasser im Gewässer zu einem deutlichen Anstieg der Nährstoffkonzentrationen. Für diese Kläranlage existieren keine Betriebsmittelwerte. Sowohl für Gesamt-Phosphor als auch für Ammonium-Stickstoff wurden die Orientierungswerte im Gewässer unterhalb der Kläranlage durchgehend überschritten, woraus sich eine mäßige Bewertung für die beiden Parameter ergibt. Ausschlaggebend hierfür waren die drei Untersuchungen bei niedrigeren Gewässerabflüssen von Juni bis November. Die Kläranlage Schmallenberg-Wurmbach soll perspektivisch an die Kläranlage Eslohe-Bremke angeschlossen werden, so dass ab diesem Zeitpunkt eine Verringerung der Konzentrationen im Wurmbach und der Wechsel in den guten Zustand hinsichtlich der Nährstoffe zu erwarten ist. In der Wenne unterhalb der Wurmbachmündung machte sich hinsichtlich der Nährstoffbelastung der Einfluss der Kläranlageneinleitung kaum noch bemerkbar, so dass dort der gute Zustand erreicht ist. Auch in der Arpe unterhalb der Kläranlage Schmallenberg-Bracht führt ein hoher Anteil an gereinigtem Abwasser im Gewässer zu einem deutlichen Anstieg der Nährstoffkonzentrationen. Für diese Kläranlage wurden ebenfalls keine Betriebsmittelwerte festgelegt. Sowohl für Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat-Phosphor als auch für Ammonium- und Ammoniak-Stickstoff wurden die Orientierungswerte deutlich überschritten, woraus sich

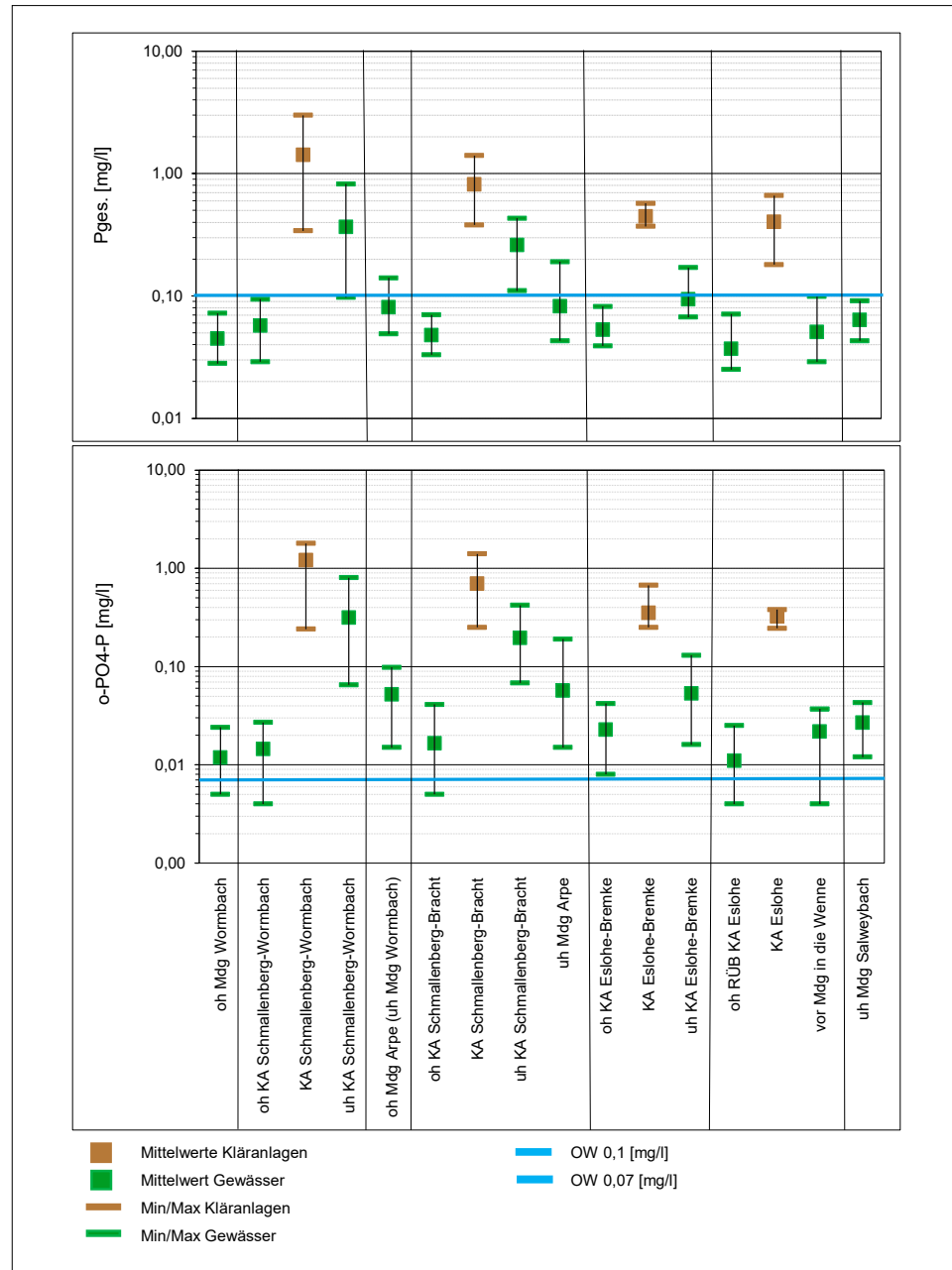


Bild 12.4: Spannweiten und Mittelwerte der Gehalte an P_{ges} und $o-PO_4-P$ im Fließverlauf

Fig. 12.4: Spectrums and mean values for the concentrations of P_{ges} and $o-PO_4-P$ along the course of the river

der mäßige Zustand ergab. Die Kläranlage Schmallenberg-Bracht soll perspektivisch an die Kläranlage Eslohe-Bremke angeschlossen werden, so dass ab diesem Zeitpunkt eine Verringerung der Konzentrationen und der Wechsel in den guten Zustand hinsichtlich der Nährstoffe in der Arpe zu erwarten ist. In der Wenne unterhalb der Arpemündung machte sich hinsichtlich der Nährstoffbelastung der Einfluss der Kläranlageneinleitung weniger bemerkbar, so dass dort der gute Zustand erreicht ist.

In der Wenne unterhalb der Kläranlage Eslohe-Bremke führten die durch den Kläranlagenablauf bedingten Konzentrationserhöhungen zu keiner Verschlechterung der Bewertung. Die Orientierungswerte im Gewässer für Ammonium-Stickstoff sowie Phosphor und ortho-Phosphat-Phosphor wurden lediglich bei Trockenwetterverhältnissen im Juni überschritten. Auch die für die Kläranlage geltenden Betriebsmittelwerte konnten für Ammonium-Stickstoff und Phosphor sicher eingehalten werden.

Die Einleitungen der Kläranlage Eslohe führten an den untersuchten Tagen zu Konzentrationsanstiegen im Salweybach unterhalb der Kläranlage, die Bewertung ergibt für Ammonium-Stickstoff aber weiterhin den sehr guten Zustand, während sie sich für Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat-Phosphor von sehr gut (oh. Kläranlage) in gut änderte. In der Wenne unterhalb der Mündung des Salweybachs machte sich der Einfluss der Kläranlage Eslohe nicht oder kaum bemerkbar. Der Zustand hinsichtlich Ammonium-Stickstoff und Gesamt-Phosphor ist sehr gut bzw. gut.

Zusammenfassung

Die Wenne-Längsuntersuchung 2024 fand an zwölf Stellen im Gewässer sowie im Zu- und Ablauf der vier Kläranlagen im Einzugsgebiet bei Trockenwetterverhältnissen aber auch teilweise bei erhöhten Abflüssen statt. Die Ablaufwerte der Kläranlagen hielten die wasserrechtlichen Überwachungswerte und die niedrigerklärten Werte mit einer Ausnahme ein. Die lediglich für die Kläranlage Eslohe-Bremke festgelegten Betriebsmittelwerte wurden für Ammonium-Stickstoff und Gesamt-Phosphor an den Untersuchungstagen größtenteils unterschritten.

Die Untersuchungen ergaben einen erkennbaren Einfluss der Kläranlageneinmission auf die Nährstoffgehalte in den aufnehmenden kleinen, abflussschwachen Nebengewässern unmittelbar unterhalb der jeweiligen Einleitungen, der bei den einzelnen Anlagen unterschiedlich ausgeprägt ist. Überdurchschnittliche Gehalte für die Nährstoffe sind im Falle der Kläranlagen Schmallenberg-Wormbach und Schmallenberg-Bracht im Zusammenhang mit ungünstigen Anteilen an gereinigtem Abwasser am Abfluss im Gewässer zu sehen. Die beiden Kläranlagen der Größenklasse 1 halten zwar die genehmigten Grenzwerte ein, sind aber nicht auf eine umfassende Nährstoffelimination ausgelegt. Für beide Kläranlagen ist perspektivisch der Anschluss an die Kläranlage Eslohe-Bremke eingeplant. In der Wenne unterhalb der Zuflüsse von Wurmbach und Arpe verbesserte sich die Bewertung dann jeweils. Unterhalb der beiden Kläranlagen Eslohe-Bremke und Eslohe -hier bereits im Salweybach- kann im Gegensatz zu den beiden anderen Kläranlagen in der Wenne mindestens der gute Zustand für die Nährstoffkonzentrationen eingehalten werden.

Die festgestellten Konzentrationsanstiege bei einigen Süßstoffen, Röntgenkontrastmitteln und einer Anzahl von Arzneimittelrückständen in Wenne, Wurmbach, Arpe und Salweybach an den Probenahmestellen unterhalb der Kläranlagen sind vor allem auf die Einleitungen der gereinigten Abwässer der Kläranlagen zurückzuführen. Die Untersuchungen im Gewässer ergaben insgesamt, 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 2025 im Längsverlauf der Oberen Ruhr fortgesetzt.

13 Monitoring im Rahmen der Novelle des RV-Gesetzes

Das im Jahr 1990 verabschiedete Ruhrverbandsgesetz (RuhrVG) verpflichtete den Ruhrverband, am Pegel Villigst und der Gewässerstrecke ab dem Pegel Hattingen bis zur Ruhrmündung vorgegebene Mindestabflüsse in der Ruhr einzuhalten. Demnach war der Abfluss so zu regeln, dass das täglich fortschreitende arithmetische Mittel aus fünf aufeinander folgenden Tageswerten des Abflusses an jedem Querschnitt der Ruhr unterhalb des Pegels Hattingen einen Wert von 15 m³/s und am Pegel Villigst einen Wert von 8,4 m³/s nicht unterschreitet. Für diese notwendige Niedrigwasseraufhöhung bewirtschaftet der Ruhrverband ein zentral gesteuertes Talsperrenverbundsystem. Üblicherweise füllen sich die Talsperren im Winterhalbjahr (01.11. bis 30.04.) durch ein höheres Niederschlagsdargebot und höhere Zuflussmengen (sog. Anstauphase), während im Sommerhalbjahr (01.05. bis 31.10.) mehr Wasser aus den Talsperren abgegeben werden muss, als den Talsperren zufließt, um die Mindestwasserführung in der Ruhr einzuhalten (sog. Zuschussphase). Aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels und insbesondere der Trockenheit in den Jahren 2018 bis 2020 wurde 2020 ein gemeinsames Projekt des Landes NRW (MUNV und LANUK) und Ruhrverband unter dem Titel "Erhöhung der Klimaresilienz des RV-Talsperrensystems durch Anpassung des Ruhrverbandsgesetzes (EKlimA)" gestartet, in dem die Auswirkungen einer dauerhaften Absenkung der gesetzlichen Mindestabflüsse in der Ruhr untersucht wurden. Ziel war eine Anpassung des Ruhrverbandsgesetzes, um dadurch eine flexiblere Talsperrensteuerung und eine Schonung der Wasserreserven in den Talsperren während der Zuschussphase zu ermöglichen. Auf Basis der Ergebnisse aus dem Projekt wurde im Dezember 2024 die Änderung des Ruhrverbandsgesetzes und damit die Reduzierung der Mindestabflüsse auf einen Wert von 12 m³/s am Pegel Hattingen und auf einen Wert von 5,4 m³/s am Pegel Villigst beschlossen. Die ausführlichen Untersuchungen, Modellierungen und Bewertungen, die im Vorfeld zur Änderung des Ruhrverbandsgesetzes

durchgeführt wurden, konnten zeigen, dass die positiven Effekte für den Wasserrückhalt in Talsperren während Trockenphasen die wenigen zu befürchtenden negativen Auswirkungen deutlich übersteigen. Dennoch wurde, einhergehend mit der Novellierung des Gesetzes in der Begleitvereinbarung "Wassergüte" neben dem beschleunigten Ausbau von Kläranlagen mit Spurenstoffelimination und Kohärenzsicherungsmaßnahmen zur Stützung der Bestände gefährdeter Arten in den FFH-Gebieten entlang der Ruhr auch ein umfangreiches Monitoringprogramm vereinbart, um mögliche Folgen der abgesenkten Mindestabflüsse zu erfassen und zu bewerten. Das Programm umfasst ein chemisches, ein biologisches und ein Talsperren-Monitoring. Die Monitoring-Ergebnisse werden bis zum 1. April eines jeden Jahres zwischen dem Ruhrverband und einem Begleitkreis des Landes (MUNV, LANUK, Bezirksregierung Arnsberg) ausgetauscht und im Anschluss diskutiert. Hintergründe, Art und Weise sowie Umfang der einzelnen Monitoring-Teile werden im Folgenden vorgestellt.

Chemisches Monitoring

Im Rahmen der Gewässerüberwachung hat der Ruhrverband bereits ein umfangreiches Monitoring entlang der Ruhr etabliert (Kapitel 05). Dieses ist Grundlage für das vereinbarte erweiterte Monitoringprogramm. Die in diesem zu untersuchenden Probenahmestellen sowie die Untersuchungsfrequenz sind der Abbildung 13.1 zu entnehmen. Zur Bewertung der Auswirkungen, die durch das zeitweise Ansteuern verminderter Grenzwerte für den Mindestabflusses am Pegel Villigst hervorgerufen werden, dienen die Probenahmestellen unterhalb Meschede, Brücke Oeventrop, unterhalb Arnsberg, oh. Möhne Zufluss, Brücke Echthausen, Ü.-Station Fröndenberg und Kraftwerk Westhausen. Die Probenahmestellen in der Ruhr Essen-Rellinghausen und Kampmannbrücke sowie die Stellen in der Lenne unterhalb Kläranlage Finnentrop und vor der Mündung in die Ruhr werden zur Bewertung der Auswirkungen, die durch den zeitweise verringerten Mindestabfluss am Pegel Hattingen hervorgerufen werden, verwendet. Die Probenahmestelle an der Kampmannbrücke, unmittelbar vor der Einmündung in den Baldeneysee wurde

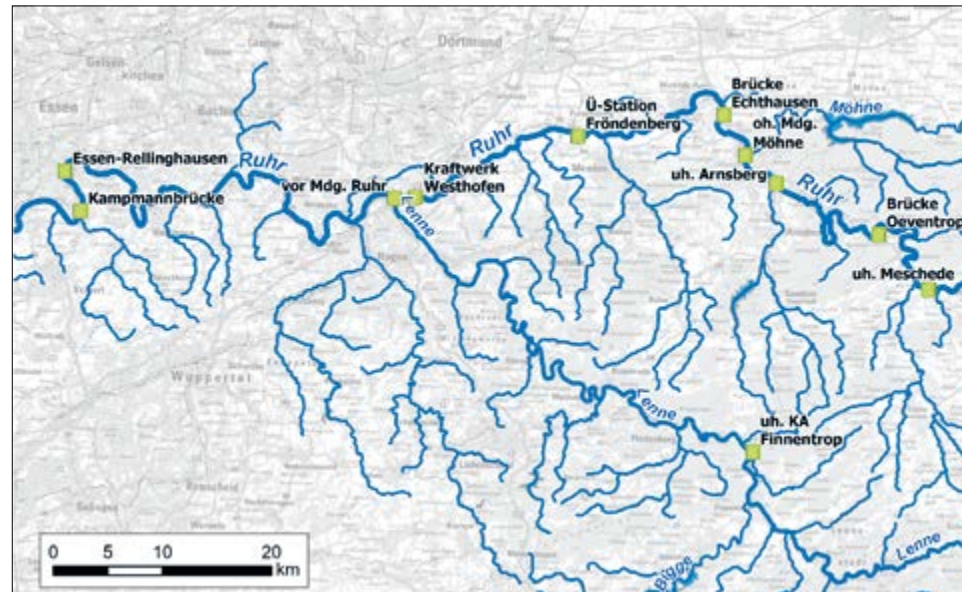


Bild 13.1: Geografische Lage der Probenahmestellen für das chemische Monitoring des erweiterten Monitoring-Programms
Fig. 13.1: Geographical location of the sampling points for chemical monitoring of the extended monitoring programme

ausgewählt, um den Einfluss der oberhalb liegenden Einleitung der Grubenwässer der Zeche Heinrich zu bewerten. Untersucht werden die aufgeführten Probenahmestellen auf die in Tabelle 13.1 aufgelisteten Parameter. Der Umfang ergibt sich aus den Ergebnissen und Erfahrungen des EKlimA-Projekts. Bei der gemeinsamen jährlichen Diskussion der Ergebnisse zwischen Ruhrverband und Land, spätestens aber alle drei Jahre, wird der Umfang sowie die zeitliche Taktung der Untersuchungen evaluiert und bei Bedarf angepasst.

Biologisches Monitoring

Der ökologische Zustand von Fließgewässern ist Ergebnis einer Vielzahl komplexer, teilweise gegenseitig abhängiger Einflussgrößen, Wirkmechanismen und Randbedingungen. Er ist definiert über vier biologische Qualitätskomponenten: Makrozoobenthos (Wirbellosenfauna der Gewässersohle), Makrophyten und Phytobenthos (Wasserpflanzen und Algen der Gewässersohle), Phytoplankton und Fischfauna. Auf Grund dieses Zusammenhangs wird das biologische Monitoring

in die genannten vier Qualitätskomponenten unterteilt. Im Rahmen der Begleitvereinbarung werden ab dem Inkrafttreten der neuen Mindestabflüsse an den Pegeln Hattingen und Villigst die biologischen Qualitätskomponenten viermal innerhalb von sechs Jahren an den mit dem LANUK vereinbarten Probenahmestellen (Abbildung 13.2) in der Ruhr und Lenne vom LANUK und dem Ruhrverband untersucht. Die Auswahl der Probenahmestellen erfolgte in Kooperation mit dem LANUK auf Basis folgender Überlegungen: Es sollten Bereiche biologisch untersucht werden, in welchen durch das Absenken der Wasserführung ein Einfluss auf die biologischen Qualitätskomponenten möglicherweise zu erwarten ist. Dazu floss die im Rahmen des EKlimA-Projektes durchgeführte Modellierung in die Diskussion mit ein [13.1].

[13.1] Ruhrverband: Projekt „Erhöhung der Klimaresilienz der Trinkwasserversorgung aus der Ruhr durch angepasste Steuerung des RV-Talsperrensystems (EKlimA)“. In: RuhrGütebericht, 2021, S. 132 – 137.

Tabelle 13.1: Übersicht über die zu untersuchenden Parameter im Rahmen des chemischen Monitorings
 Table 13.1: Overview of the parameters to be investigated within the framework of chemical monitoring

Parameter	Bedingung	Einheit
<u>Allgemeine Parameter</u>		
Abfluss Tagesmittelwert		m³/s
Abfluss (Q15-Wert bei Probenahme)		m³/s
Lufttemperatur		°C
Wassertemperatur		°C
Sauerstoff		mg/l
Sauerstoffsättigung		%
pH- Wert		
Elektrische Leitfähigkeit		µS/cm
Trübung		FNU
Abfiltrierbare Stoffe	Glasfaser-filtriert	mg/l
Abfiltrierbare Stoffe, Glührückstand	Glasfaser-filtriert	mg/l
Abfiltrierbare Stoffe, Glühverlust (ber.)	Glasfaser-filtriert	mg/l
biologischer Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen	5 Tage	mg/l
Kohlenstoff, gesamt organisch gebundener		mg/l
Kohlenstoff, gelöst organisch gebundener	membranfiltriert	mg/l
<u>Anionen</u>		
Chlorid		mg/l
Sulfat		mg/l

Parameter	Bedingung	Einheit
<u>Nährstoffe</u>		
Ammonium-Stickstoff		mg/l
Ammoniak-N (ber.)		µg/L
Nitrat-Stickstoff		mg/l
Nitrit-Stickstoff		mg/l
Stickstoff, organisch gebundener		mg/l
Summe Stickstoff	nur bestimmbare	mg/l
Phosphor		µg/L
Orthophosphat-Phosphor	filtriert	mg/l
<u>Metalle</u>		
Blei		µg/l
Cadmium		µg/l
Kupfer		µg/l
Nickel		µg/l
Silber		µg/l
Thallium		µg/l
Zink		µg/l

Parameter	Bedingung	Einheit
<u>Röntgenkontrastmittel</u>		
Amidotrizoesäure		µg/l
Iopamidol		µg/l
Iopromid		µg/l
<u>Arzneimittelwirkstoffe</u>		
Carbamazepin		µg/l
Diclofenac		µg/l
Gabapentin		µg/l
Guanyldurea		µg/l
Ibuprofen		µg/l
Metformin		µg/l
Metoprolol		µg/l
<u>Antibiotika</u>		
Azithromycin		µg/l
Clarithromycin		µg/l
Erithromycin		µg/l
Sulfamethoxazol		µg/l

Besonders im Fokus stand dabei der Einfluss von Kläranlagen auf die potenziell abflussschwächere Ruhr sowie ein möglicher Einfluss auf die FFH-Gebiete entlang von Ruhr und Lenne. Die Probenahmestelle "oh. Einmdg. Röhr (R22)" wurde hinzugenommen, da hier auch ein Fischmonitoring erfolgt und so an dieser Stelle die vielfältigen Wirkungsmechanismen unter der Betrachtung aller hier untersuchten biologischen Qualitätskomponenten möglich ist. Insgesamt werden im Rahmen dieses Monitoringplans elf Probenahmestellen in der Ruhr und der Lenne mit Blick auf die Qualitätskomponenten "Makrozoobenthos", "Phytobenthos" und "Makrophyten" untersucht. Vor dem Ausbau

der Kläranlagen Arnsberg-Neheim und Bestwig-Velmede mit einer temporären 4. Reinigungsstufe zum Schutz der FFH-Gebiete fanden im Jahr 2024 Referenzuntersuchungen an zwei Probenahmestellen in der Ruhr statt.

Qualitätskomponente Makrozoobenthos

Das Makrozoobenthos ist ein sehr belastbarer Parameter im Rahmen der biologischen Zustandsbewertung von Fließgewässern. Das Makrozoobenthos lässt durch die angepasste Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft eine verlässliche Aussage zum Zustand des Fließgewässers bezüglich der organischen wie auch strukturellen Belastung zu. Anders

als bei der Qualitätskomponente der Fische, welche zum Teil sehr sensitiv auf Spurenstoffe, wie z. B. Diclofenac reagieren, spielt eine durch den reduzierten Abfluss erhöhte Konzentration an Spurenstoffen beim Makrozoobenthos eine eher untergeordnete Rolle. Vielmehr kann sich die reduzierte Abflusssituation auf anderen Ebenen auf das Makrozoobenthos auswirken. So ist bekannt, dass die Makrozoobenthos-Lebensgemeinschaft auf Sauerstoffdefizite, bedingt durch geringere Verdünnungen von Kläranlagenabflüssen oder Zehrungsprozesse durch erhöhtes Algenwachstum, wie auch auf abiotische Faktoren wie erhöhte Wassertemperatur, reduzierte Strömung und Abfl-

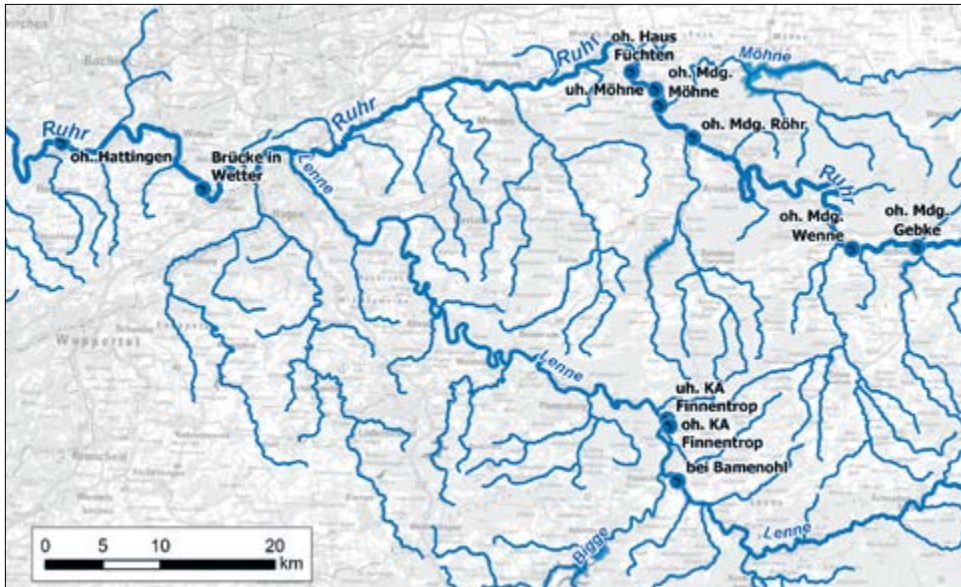


Bild 13.2: Geografische Lage der Probenahmestellen für das biologische Monitoring (Qualitätskomponente Makrozoobenthos) des erweiterten Monitoring-Programms

Fig. 13.2: Geographical location of the sampling points for biological monitoring (quality component: macrozoobenthos) of the extended monitoring programme



Bild 13.3: Die Groppe (*Cottus gobio*), eine nach Anhang II der FFH-Richtlinie geschützte Fischart

Fig. 13.3: The bullhead (*Cottus gobio*), a fish species protected under annex II of the EU Habitats Directive

gerungsprozesse von Feinsedimenten reagiert, was sich auf die Zustandsbewertung der Ruhr auswirken kann.

Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos

Makrophyten, als weitere Qualitätskomponente, gelten ebenso als wichtiger Bioindikator zur Beurteilung des biologischen Gewässerzustandes. Die Deckungsgrade sensitiver oder toleranter Arten geben Auskunft über mögliche Belastungen durch Nährstoffe oder hydromorphologische Stressoren. Die Untersuchung der Diatomeen, als guter Indikator für die Trophie einer Probenahmestelle, soll in gleicher Frequenz und an den gleichen Probenahmestellen durchgeführt werden wie die des Makrozoobenthos und der Makrophyten.

Qualitätskomponente Phytoplankton

Die WRRL-konformen Bewertungsmethoden für das Phytoplankton, „PhytoSee“ und „PhytoFluss“, sind aufgrund der zu geringen Aufenthaltsdauer des Wassers in den

Ruhrstauseen bzw. Ruhrstauungen sowie der zu geringen Chlorophyllgehalte in der Ruhr ($< 20 \mu\text{g/l}$ im Jahresdurchschnitt) nicht anwendbar. Im Rahmen der Erstellung des Ruhr Güteberichts werden vom Ruhrverband Phytoplanktondaten erhoben. Die Phytoplanktonzusammensetzung wird mit Blick auf durch Niedrigwassersituationen verursachte Einflüsse (z. B. erhöhte Temperatur und erhöhte Nährstoffkonzentrationen) vom Ruhrverband ausgewertet.

Qualitätskomponente Fischfauna

Bei der Novellierung des Ruhrverbandsgesetzes stand u. a. der Zustand der Fischfauna im Fokus der Überlegungen. Hintergrund hierfür ist die hohe Sensitivität einzelner Fischarten gegenüber bestimmten Mikroschadstoffen – hier insbesondere Diclofenac -, deren Konzentration infolge der verringerten Wasserabgabe aus den Talsperren ansteigen kann. Im Rahmen des Gesetzgebungsverfahrens sollte daher sichergestellt werden, dass die veränderte Wasserführung den Zustand der Fischfauna nicht verschlechtert.



Bild 13.4: Das Bachneunauge (*Lampetra planeri*) – ebenfalls nach Anhang II der FFH-Richtlinie geschützt – gehört streng genommen nicht zu den Fischen, sondern zu den Rundmäulern

Fig. 13.4: The brook lamprey (*Lampetra planeri*) – also protected under annex II of the EU Habitats Directive – strictly speaking does not belong to fish but to the cyclostomata



Bild 13.5: Die Äsche (*Thymallus thymallus*) ist Leitfischart der nach ihr benannten Fischregion und daher für die Bewertung des ökologischen Zustands nach Wasserrahmenrichtlinie relevant
 Fig. 13.5: The grayling (*Thymallus thymallus*) is the key fish species of the eponymous fish region and is therefore relevant for assessing ecological status under the water framework directive

Zu beachten sind hier zum einen das Verschlechterungsverbot (vgl. Artikel 4 Abs. 1 EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), Wasserhaushaltsgesetz §§ 27, 44 und 47), zum anderen Anhang 2 der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH-RL), wo die im Ruhr-Einzugsgebiet vorkommenden Arten Groppe (*Cottus gobio*, Abbildung 13.3) und Bachneunauge (*Lampetra planeri*, Abbildung 13.4) als besonders geschützte Arten aufgeführt sind. Daneben ist auch die Äsche (*Thymallus thymallus*, Abbildung 13.5) für die Bewertung des ökologischen Zustands und als charakteristische Art für den FFH-Lebensraumtyp "Fließgewässer mit Unterwasservegetation" relevant.

Die Begleitvereinbarung zum Monitoring enthält daher auch ein Programm zur Untersuchung der Fischfauna an 26 Messstellen entlang der Ruhr, fünf Messstellen entlang der Lenne und 12 Messstellen in den Nebengewässern Hellefelder Bach, Wimberbach und Walpke, wo Kohärenzmaßnahmen zur Verbesserung der Durchgängigkeit zur Stützung des

Fischbestandes in der Ruhr durchgeführt werden (Abbildung 13.6).

Zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit dem regulären operativen WRRL-Monitoring ist ein zweijähriger Monitoringzyklus vorgesehen, der sich über einen Zeitraum von insgesamt acht Jahren erstreckt. In den Kohärenzgewässern wird eine Referenzbeprobung vor Maßnahmenumsetzung im Herbst 2026 durchgeführt, die weiteren Befischungen beginnen ein Jahr nach Umsetzung der Maßnahmen. Die Untersuchungen der Fischfauna werden durch den Ruhrverband und das LANUK durchgeführt.

Talsperren Monitoring

Das Wasser, welches zur Stützung des Abflusses in der Ruhr verwendet wird, kommt aus dem Talsperrensystem des Ruhrverbands. Deswegen müssen neben den Auswirkungen von niedrigen Wasserständen in der Ruhr auch die Füllstände in den Talsperren betrachtet werden. Denn wenn diese durch eine hohe Wasserabgabe unter einen Mindest-

stauinhalt fallen, besteht die Gefahr, dass das Ökosystem in der Talsperre kollabiert und die gesamte Talsperre „umkippt“. Was gravierende Auswirkungen nicht nur auf das Ökosystem der Talsperre sondern auch auf die angrenzenden Gebiete hätte. Aus dem Grund wurden im Rahmen des EKlimA-Projekts für die einzelnen Talsperren ökologische Mindeststauinhalte abgeleitet, die nicht unterschritten werden sollten. Dies erfolgte durch einen iterativen Prozess unter Einbeziehung der jeweiligen Füllstands-Volumen-Beziehung der Talsperre, einer Vorgabe für die Schichtdicke des Epilimnions sowie eines notwendigen Anteils des Hypolimnions am Gesamtstauinhalt der Talsperre. Die resultierenden Mindeststauinhalte sind in Tabelle 13.2 festgehalten. Um den Zustand der Talsperren zu überwachen, wird durch den Ruhrverband in jedem Jahr für die Monate April bis einschließlich Oktober jeweils ein Tiefenprofil für die Wassertemperatur sowie den Sauerstoffgehalt in den Talsperren Möhne, Sorpe, Henne, Verse, Bigge und Ennepe erstellt. Die Ergebnisse sind dem LANUK und dem MUNV

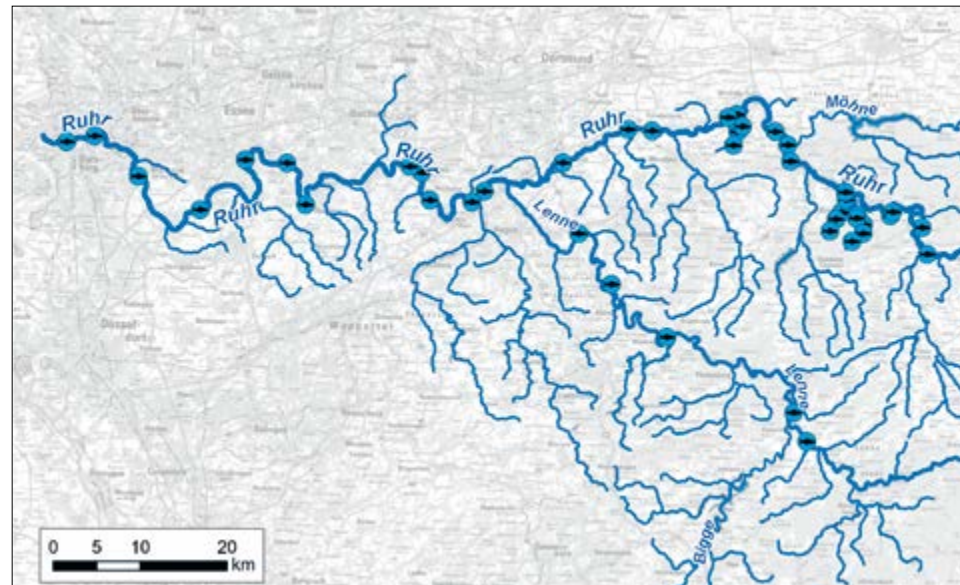


Bild 13.6: Geografische Lage der Probenahmestellen für das biologische Monitoring (Qualitätskomponente Fischfauna) des erweiterten Monitoring-Programms

Fig. 13.6: Geographical location of the sampling points for biological monitoring (quality component: fish fauna) of the extended monitoring programme

Tabelle 13.2: Übersicht über den ökologischen Mindeststauinhalt der Talsperren im Ruhreinzugsgebiet
 Table 13.2: Overview of the ecological minimum water levels of the reservoirs in the Ruhr catchment area

	Stauhöhe [m ü NHN]	Wassertiefe [m]	Stauinhalt [Mio. m³]	Volumen vom Vollstau [%]
Möhne	200,0	18,0	34,407	27
Sorpe	255,4	29,0	13,624	20
Henne	302,0	28,0	9,254	25
Verse	367,5	27,5	7,049	22
Bigge	286,0	26,0	39,422	27
Ennepe	291,0	19,3	2,532	20

am Ende jeden Jahres zur Kenntnis zu geben. Sollte der Stauinhalt in den Bereich des in Tabelle 13.2 angegebenen ökologischen Mindeststauinhalts zzgl. 10 Prozentpunkte vom Vollstau absinken, wird eine zeitlich engere Überwachung durchgeführt. Die Ergebnisse sind in diesen Fällen umgehend an das LANUK und das MUNV zu übermitteln.

Fazit

Die ausführlichen Untersuchungen, Modellierungen und Bewertungen, die im Vorfeld zur Änderung des Ruhrverbandgesetzes durchgeführt wurden, konnten zeigen, dass die positiven Effekte für den Wasserrückhalt in Talsperren während Trockenphasen die wenigen zu befürchtenden negativen Auswirkungen deutlich übersteigen. Das vereinbarte erweiterte Monitoringprogramm sowie die gemeinsame jährliche Bewertung der erhobenen Daten durch den Ruhrverband, das LANUK und das MUNV stellen sicher, dass dennoch auf potenziell negative Konsequenzen der abgesenkten Mindestpegelstände an der Ruhr rechtzeitig reagiert werden kann.

14 Nährstoffbelastung in Kläranlagenbeeinflussten Gewässerabschnitten

Einleitung

Die stauregulierende Ruhr war in der Vergangenheit über viele Jahre als ein eutrophierungsgefährdetes Gewässer eingestuft, so dass eine Schwerpunktaufgabe des Ruhrverbands in der Verminderung der Nährstoffbelastung des Gewässers bestand und nach wie vor besteht. Dabei nimmt die Elimination von Stickstoff- und Phosphorverbindungen auf den Verbandskläranlagen eine zentrale Rolle ein. Die Emission aus Kläranlagenabläufen stellt neben weiteren punktuellen Quellen, wie Abschlägen aus der Niederschlagswasserbehandlung und Einleitungen aus der Trennkanalisation, sowie diffusen Quellen, wie dem oberflächennahen Austrag von landwirtschaftlichen Flächen oder der Infiltration aus dem Grundwasser, einen wichtigen Eintragspfad für die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor in die Oberflächengewässer dar. Ziel der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) ist das Erreichen des guten chemischen und ökologischen Zustands bzw. des guten ökologischen Potenzials in den Wasserkörpern bis spätestens zum Jahr 2027 [14.1]. Daher sind in der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) unter anderem Orientierungswerte für die besonders relevanten Parameter Gesamt-Phosphor und Ammonium-Stickstoff von jeweils 0,1 mg/l festgelegt [14.2]. Folgerichtig hat sich der Ruhrverband als ein wichtiges Unternehmensziel gesetzt, alle von Kläranlagen beeinflussten Gewässerabschnitte hinsichtlich der Parameter Ammonium-Stickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$) und Gesamt-Phosphor (P_{ges}) mindestens in den guten Zustand gemäß Oberflächengewässerverordnung zu überführen.

Zeitliche Entwicklung

Die mittleren Konzentrationen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen lagen zu Beginn der Ruhrgüteuntersuchungen im Jahr 1973 bei 0,78 mg/l Gesamt-Phosphor und 1,0 mg/l Ammonium-Stickstoff. Bedingt durch die Auswirkungen der Phosphorhöchstmengenverordnung [14.3] sowie die konsequente und weiter optimierte Nährstoffelimination auf den Verbandskläranlagen durch chemische Phosphatfällung

und eine auch in den Wintermonaten effektive Nitrifikation und Denitrifikation konnten die Kläranlagenemissionen in den folgenden Jahrzehnten drastisch gesenkt werden. Eine wesentliche Verbesserung wurde dabei durch das auf der Grundlage der Kommunalabwasserrichtlinie [14.4] durchgeführte Ausbauprogramm der Abwasseranlagen mit einem Volumen von 1,6 Mrd. € bis zum Jahr 2005 erwirkt. Auch nach vollständiger Etablierung der Nährstoffelimination wurden die Prozesse auf den Kläranlagen weiter optimiert, wobei neben Re-Investitionen verbesserte Regel- und Steuerungsstrategien eine zunehmende Rolle spielten. In den letzten Jahren lag dabei der Fokus auf Kläranlagen, für die mit den Behörden immissionsbedingt über die Überwachungswerte hinausgehende Anforderungen als Betriebsmittelwerte definiert wurden. Die zeitliche Entwicklung der nach Wassermengen gewichteten Mittelwerte der Jahresablaufkonzentrationen für alle Kläranlagen des Ruhrverbands ist in Tabelle 14.1 dargestellt. Insgesamt haben sich die Ablaufkonzentrationen in den vergangenen Jahren signifikant verbessert.

Die durchgeführten Maßnahmen haben zur Folge, dass bis zum Jahr 2024 in der Ruhr bei Essen die Phosphorkonzentrationen im Jahresmittel gegenüber den frühen 1970er Jahren um 90 % und die Ammonium-Gehalte um 96 % gesunken sind Bild 14.1. Mit Jahresmittelwerten von 0,037 mg/l Ammonium-Stickstoff und 0,077 mg/l Phosphor werden die Qualitätsziele im Jahr 2024, wie auch in den Vorjahren an dieser

[14.1] 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

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

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

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

Tabelle 14.1: Wassermengewichtete mittlere Ablaufkonzentrationen aller Kläranlagen des Ruhrverbands
 Table 14.1: Flow-weighted average outlet concentrations of all sewage treatment plants of the Ruhrverband

Jahr		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Anzahl KA mit BMW	n			6	12	15	28	36	40	44	44
P _{ges.}	mg/l	0,51	0,48	0,42	0,42	0,37	0,35	0,35	0,36	0,34	0,34
NH ₄ -N	mg/l	0,81	0,84	0,93	0,95	0,86	0,83	0,63	0,53	0,45	0,48

Probenahmestelle sicher eingehalten. Auch im gesamten Fließverlauf der Ruhr ist bei den beiden Nährstoffen der Konzentrationsrückgang klar erkennbar, so dass an den meisten Untersuchungsstellen die Orientierungswerte für den guten bzw. sehr guten Zustand eingehalten werden. Die Gehalte an Ammonium-Stickstoff und Phosphor sind in den Nebengewässern in den letzten 50 Jahren ebenfalls massiv zurückgegangen. Allerdings wirken sich in diesen zumeist kleineren Gewässern die Kläranlagenemissionen auch in Abhängigkeit von den vorhandenen Mischungsverhältnissen von Kläranlagenablauf zu Abfluss im Gewässer unterschiedlich auf die Immission aus. Durch eine Verringerung der Emission dieser eher kleinen Kläranlagen ist kein deutlicher Rückgang der gesamten Kläranlagenemission im Ruhreinzugsgebiet zu erwarten. Um den guten Zustand hinsichtlich der Nährstoffe im Gewässer unterhalb der Einleitungen zu erreichen, sind aber auch bei den Kläranlagen in den Einzugsgebieten kleinerer Gewässer Maßnahmen zur Reduzierung der Ablaufkonzentrationen erforderlich.

Maßnahmen auf Kläranlagen

Mit dem Ziel, alle von Kläranlagen beeinflussten Gewässerabschnitte hinsichtlich der Parameter Ammonium-Stickstoff und Gesamt-Phosphor in den mindestens guten Zustand zu überführen, wurde vom Ruhrverband im Jahr 2018 ein Maßnahmenprogramm aufgestellt und sukzessive in die Umsetzung gebracht, das von betrieblichen Optimierungen bis hin zu baulichen Anpassungen einzelner Kläranlagen reicht, aber auch die Außerbetriebnahme von Kläranlagen beinhaltet. Umbau- und Optimierungsmaßnahmen wurden oder werden bei mehr als 15 Kläranlagen durchgeführt. So wird

auf der Kläranlage Arnsberg die biologische Behandlungsstufe samt Peripherie derzeit vollständig neu errichtet. Auf der Kläranlage Iserlohn-Baarbachtal wurde im Jahr 2022 eine Optimierung der Zulaufkonstruktion in der Nachklärung vorgenommen. Derzeit ist eine Verlegung der Einleitung in die Ruhr in Planung. Auf der Kläranlage Rahmedetal wird ebenfalls der Zulauf zur Nachklärung geändert. Mit Inbetriebnahme der Nereda-Anlage im Juni 2023 haben sich die Ablaufwerte für Phosphor und Ammonium auf der Kläranlage Altena deutlich verringert. Auf der Kläranlage Brilon wurde im Frühjahr 2024 eine vierte Reinigungsstufe in Betrieb genommen, die auch mit Maßnahmen zur verbesserten Stickstoff- und Phosphorelimination verbunden ist. Eine Erneuerung der Belüftung wurde oder wird unter anderem auf den Kläranlagen Eslohe-Bremke, Rüthen und Lüdenschied-Schlittenbachtal durchgeführt. Verbunden sind diese Maßnahmen mit einer verbesserten Regelung und einer energetischen Optimierung. Neue Fällungsanlagen oder/und P-Messtechnik sind beispielsweise auf den Kläranlagen Schalksmühle, Meinerzhagen und Volmetal eingeplant worden. Falls erforderlich erfolgt eine Umstellung der Fällungsstrategie, zum Beispiel von einer Tagesgang-bezogenen auf eine konzentrationsabhängige Fällung. Bei der Durchführung von betrieblichen Optimierungsmaßnahmen ist zu berücksichtigen, dass geringere Phosphor-Ablaufkonzentrationen höhere Fällmittelverbräuche bedingen können. Bei fast der Hälfte der Kläranlagen ist seit Einführung der Betriebsmittelwerte ein Anstieg zu verzeichnen. Auf anderen Kläranlagen konnte durch weitere Optimierungsmaßnahmen der Verbrauch stabil gehalten oder sogar gesenkt werden. Für eine Verbesserung der NH₄-N Ablauf-

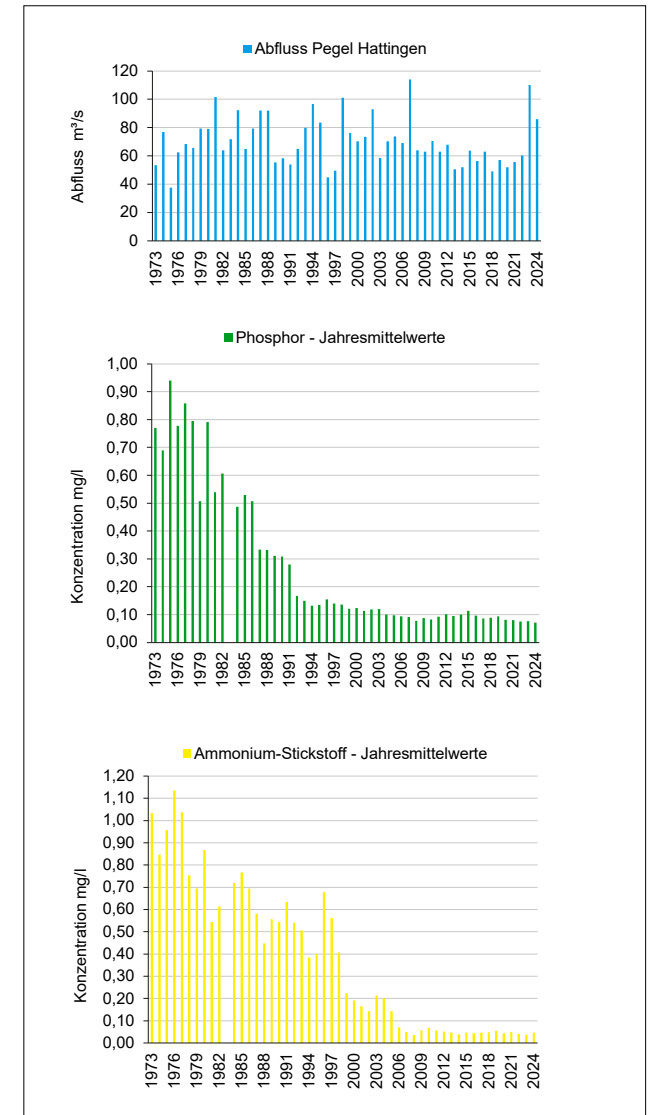


Bild 14.1: Zeitliche Entwicklung der Jahresmittelwerte von Ammonium-Stickstoff und Gesamt-Phosphor in der Ruhr bei Essen von 1973 bis 2024

Fig. 14.1: Temporal development of the annual mean values of ammonium nitrogen and total phosphorus in the Ruhr at Essen from 1973 to 2024

konzentrationen ist grundsätzlich von einer Erhöhung des Energieverbrauch der Belüftung auszugehen. Durch zusätzliche Verbesserungen - Optimierte Steuerung, Belegungsdichten und den Austausch von Belüftern konnte jedoch bei verbesserten Ablaufwertender Energieverbrauch der Belüftung bis auf wenige Ausnahmen auf allen Kläranlagen in den vergangenen Jahren deutlich gesenkt werden.

Darüber hinaus werden mehrere zumeist kleinere, leistungsschwächere Kläranlagen in den kommenden Jahren außer Betrieb genommen und das Abwasser zu größeren Anlagen übergeleitet. Exemplarisch sind die Kläranlagen Velbert-Hespertal und Abtsküche zu nennen, deren Abwässer zukünftig auf den Kläranlagen Essen-Kupferdreh bzw. Essen-Kettwig mitbehandelt werden.

Zusätzlich zu den in den Bescheiden zur Einleitungserlaubnis festgelegten Überwachungswerten und den gemäß Abwasserabgabengesetz niedrigerklärten Werten wurden seit dem Jahr 2017 für Kläranlagen mit immissionsbedingt erhöhten Anforderungen an die Ablaufwerte Betriebsmittelwerte für einzelne Parameter mit den Behörden vereinbart. Diese werden auf Grundlage der im Gewässer zu erwartenden Konzentrationen unterhalb der Einleitungsstelle im Jahresmittel und unter Berücksichtigung der Leistungsfähigkeit der Kläranlage vereinbart. Anfangs wurden für sechs Kläranlagen Vereinbarungen zu Betriebsmittelwerten und konkrete Maßnahmen zur Verbesserung der Ablaufwerte vereinbart. Seitdem werden diese sukzessive für die Ablaufkonzentrationen der Parameter Gesamtphosphor und Ammoniumstickstoff in Erlaubnisbescheiden geregelt. Inzwischen sind für 44 Kläranlagen Betriebsmittelwerte für diese beiden Parameter festgelegt.

Im Jahr 2024 hielten beim Parameter Phosphor 42 Kläranlagen die vereinbarten Jahresbetriebsmittelwerte ein. Einzige Ausnahmen sind die Kläranlagen Brilon und Lüdenscheid-Schlittenbachtal. Durch die inzwischen erfolgte Erweiterung der Kläranlage Brilon mit einer Tuchfiltration im Ablauf und die anstehende Optimierung der Phosphatelimination ist zu erwarten, dass auch diese Anlage im Jahr 2025 den Betriebsmittelwert einhalten wird. Beim Ammonium-Stickstoff liegen die Durchschnittskonzentrationen mit Ausnahme der

Kläranlage Rahmedetal unter den Betriebsmittelwerten. Eine Ertüchtigung dieser Anlage befindet sich derzeit in Planung. Die Verringerung der Ablaufkonzentrationen haben zeitgleich dazu geführt, dass die für den Gewässerzustand relevanten mittleren Ablauffrachten seit Einführung der Betriebsmittelwerte deutlich gesunken sind. Die Einführung der Betriebsmittelwerte wird daher als ein geeignetes Instrument zur Verbesserung des Gewässerschutzes bewertet.

Auswirkungen auf den Nährstoffzustand im Einzugsgebiet der Ruhr

Bewertung unterhalb von Kläranlageneinleitungen

Zur Bewertung des aktuellen Gewässerzustands unterhalb von Kläranlageneinleitungen bezüglich der Nährstoffe Gesamt-Phosphor und Ammonium-Stickstoff wurden die jeweils neuesten Untersuchungsergebnisse ab dem 5. Monitoringzyklus (2019 bis 2022) herangezogen. Berücksichtigt wurden zum einen Untersuchungen im Rahmen des gemeinsamen operativen Monitorings von Ruhrverband und Landesamt für Natur, Umwelt und Klimaschutz (LANUK) nach EG-WRRL. Zum anderen fließen in die Auswertung Ergebnisse von kombinierten Untersuchungen von Kläranlagenabläufen und im Gewässer oberhalb und unterhalb der jeweiligen Einleitung ein. Diese Untersuchungen werden seit einigen Jahren vom Ruhrverband im Rahmen sogenannter „Längsuntersuchungen“ in verschiedenen Einzugsgebieten wie z.B. Hönne, Volme, Untere Lenne, Möhne und Wenne durchgeführt.

Von den 36 betrachteten Gewässerabschnitten wurden 17 im Jahr 2024, neun im Jahr 2023, drei im Jahr 2022, zwei im Jahr 2021, vier im Jahr 2020 und einer im Jahr 2019 untersucht. Die Untersuchungen weiterer Kläranlagen in der oberen Ruhr sowie der Kläranlagen Lüdenscheid-Schlittenbachtal, Neuenrade, Balve und Hemer sind für das Jahr 2025 vorgesehen. Nicht betrachtet wurden die Abschnitte der unteren Ruhr ab der Kläranlage Hagen, da hier aufgrund der Stauhaltungen keine eindeutige Zuordnung einer Messstelle zu einer Kläranlage gegeben ist. Entsprechende Auswertungen zur Nährstoffbelastung der unteren Ruhr finden sich im Kapitel 5 des Ruhrgüteberichts. Für die Klär-

anlagen Arnsberg-Wildshausen (Ruhr), Wickede (Ruhr) und Olpe-Oberveischede (Veischede) liegen keine aktuellen Daten von Messstellen unterhalb der jeweiligen Kläranlage vor. Die zugeordneten Wasserkörper sind aber durchgehend in einem mindestens guten Zustand bezüglich Phosphor und Ammonium, gemäß den Ergebnissen des 5. Monitoringzyklus.

In Tabelle 14.2 sind die wesentlichen Ergebnisse der Gewässeruntersuchungen mit der jeweiligen Bewertung zusammengefasst. Ergänzend sind die einleitenden Kläranlagen und deren Einhaltung der Jahresbetriebsmittelwerte im Jahr 2024 zusammengefasst. Bezogen auf den gesamten betrachteten Sechsjahreszeitraum halten demnach beim Phosphor 29 der 49 Messstellen, entsprechend 59 % und beim Ammonium-Stickstoff 40 von 49 Messstellen, entsprechend 82 % mindestens den guten Zustand ein. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass in vielen Fällen noch in früheren Jahren erhobene Messwerte im Gewässer zur Beurteilung des Immissionszustands herangezogen wurden, die zeitlich vor der Optimierung der jeweiligen Kläranlagen lagen. Betrachtet man ausschließlich das Jahr 2024, ist der Anteil mit 71 % der Stellen beim Phosphor und 91 % beim Ammonium-Stickstoff deutlich größer. An Messstellen, an denen der gute Zustand nicht erreicht wurde, wurden im Jahr 2024 beim Phosphor mit Ausnahme der Kläranlagen Brilon und Lüdenscheid-Schlittenbachtal die vereinbarten Betriebsmittelwerte eingehalten. Beim Ammonium-Stickstoff ist dies mit Ausnahme der Kläranlage Rahmedetal der Fall.

Ein Blick auf die zeitliche Entwicklung zeigt, dass der Anteil an Messstellen im guten Zustand im Vergleich zu den jeweils vorangegangenen Untersuchungen für Phosphor um 14 und für Ammonium-Stickstoff um 25 Prozentpunkte gestiegen ist. Dies ist wesentlich auf die durchgeführten betrieblichen Maßnahmen auf den Kläranlagen zurückzuführen. Exemplarisch sind die direkt in die Volme einleitenden Anlagen zu nennen. Unterhalb drei der vier Kläranlagen ergibt sich für Gesamt-Phosphor gegenüber der Voruntersuchung eine Verbesserung der Bewertung. Beim Ammonium-Stickstoff stieg die Zahl der Stellen im guten Zustand von zwei auf drei. Im Falle der Kläranlage Meinerzhagen konnte zwar noch kein Wechsel des Gewässerzu-

Tabelle 14.2: Ammonium-Stickstoff und Gesamt-Phosphor im Gewässer unterhalb von Kläranlageneinleitungen mit Blick auf die Einhaltung des guten Gewässerzustands
 Table 14.2: Ammonium nitrogen and total phosphorus in the water downstream of sewage treatment plant inflows with regard to compliance with good water status

Anlage-Nr	Kläranlage	Gewässer	Jahr	Anzahl Untersuchungen	TP mg/l			NH ₄ -N mg/l		
					Jahresmittel ¹	Anteil Überschreitungen in %	BMW 2024 ist ²	Jahresmittel ¹	Anteil Überschreitungen in %	BMW 2024 ist ²
1 110 000	Winterberg-Niedersfeld	Ruhr	2021	4	0,03	0	0,33	0,05	25	0,1
1 121 000	Schmallenberg-Bracht	Arpe	2024	5	0,23	100		0,38	60	
1 112 000	Bestwig-Velmede	Ruhr	2024	7	0,05	0	0,39	0,04	0	
1 119 000	KA Schmallenberg-Wormbach	Weiste	2024	5	0,33	60		1,39	100	
1 123 000	Eslohe-Bremke	Wenne	2024	6	0,09	17	0,37	0,06	17	0,38
1 125 000	KA Eslohe	Salweybach	2024	5	0,05	0		0,02	0	
1 131 000	Arnsberg	Ruhr	2024	7	0,06	0	0,47	0,05	14	1,35
1 140 000	Sundern	Röhr	2024	1	0,05	0	0,34	0,03	0	0,43
1 143 000	Brilon	Möhne	2024	2	0,34	100	0,27	0,03	0	0,10
1 144 000	KA Brilon-Scharfenberg	Bermecke	2021	6	0,10	33	0,23	0,11	33	0,31
1 145 000	Rüthen	Küttelbecke	2024	4	0,13	100		0,11	33	
1 149 000	Warstein	Wester	2024	4	0,04	0	0,14	0,03	0	0,15
1 151 000	Warstein-Belecke	Möhne	2024	1	0,02	0	0,30	0,03	0	0,10
1 153 000	Möhnesee-Völlinghausen	Möhne	2024	1	0,01	0	0,34	0,03	0	0,12
1 158 000	Arnsberg-Neheim	Ruhr	2024	1	0,05	0		0,03	0	
1 161 000	Ense-Bremen	Bremer Bach	2024	4	0,13	75		0,06	0	
1 170 000	Neuenrade	Hönne	2023	7	0,14	71	0,23	0,08	14	0,52
1 172 000	Balve	Hönne	2023	7	0,16	71	0,33	0,09	29	0,12
1 173 000	Balve-Binolen	Hönne	2023	5	0,09	40	0,19	0,02	0	0,35
1 176 000	Hemer	Oese	2023	6	0,12	50	0,14	0,18	33	0,08
1 183 000	Menden	Ruhr	2024	6	0,08	0		0,04	0	
1 201 000	Iserlohn-Baarbachtal	Baarbach	2024	4	0,13	100	0,17	0,03	0	0,17
1 209 000	Schwerte	Ruhr	2024	8	0,07	0	0,29	0,04	0	0,12
1 222 000	Schmallenberg	Lenne	2023	4	0,06	0	0,47	0,05	0	0,37
1 242 000	Lennestadt	Lenne	2023	4	0,04	0	0,23	0,05	0	0,31
1 250 000	Lennestadt-Grevenbrück	Lenne	2024	2	0,03	0		0,05	0	
1 253 000	Wenden	Bigge	2024	4	0,07	25		0,03	0	
1 255 000	Olpe-Altenkleusheim	Olpe	2022	4	0,03	0		0,03	0	
1 268 000	Drolshagen-Bleche	Krummenau	2019	4	0,11	75		0,03	0	
1 272 000	Meinerzhagen-Valbert	Ihne	2022	4	0,13	25		0,04	0	
1 276 000	Biggetal	Lenne	2022	4	0,04	0	0,49	0,03	0	0,4
1 280 000	Finnentrop	Lenne	2023	6	0,06	0	0,32	0,10	17	1,03
1 286 000	Herscheid	Ahe	2023	4	0,08	0		0,08	25	
1 288 000	Plettenberg	Lenne	2020	6	0,09		0,40	0,15		0,32
1 292 000	Lü.-Schlittenbachtal	Schlittenbach	2020	6	0,15		0,23	0,04		0,32
1 294 000	Werdohl	Lenne	2023	4	0,05	0	0,42	0,03	0	0,16
1 298 000	Rahmedetal	Rahmede	2023	4	0,22	75	0,29	0,06	0	2,1
1 301 000	KA Altena	Lenne	2023	4	0,05	0		0,03	0	
1 307 000	Iserlohn-Letmathe	Lenne	2020	5	0,06		0,37	0,02		0,06
1 312 000	Hagen-Fley	Lenne	2020	6	0,11		0,37	0,05		0,12
1 318 000	Meinerzhagen	Volme	2024	4	0,14	100	0,24	0,15	100	0,27
1 319 000	Kierspe-Bahnhof	Volme	2024	4	0,08	0	0,24	0,06	0	0,22
1 324 000	Volmetal	Volme	2024	4	0,08	25	0,33	0,05	0	0,33
1 331 000	Schalksmühle	Volme	2024	4	0,08	25	0,26	0,03	0	0,44
1 333 000	Breckerfeld	Illekate	2021	4	0,43	100	0,25	0,33	25	0,12
1 352 000	Gevelsberg	Ennepe	2024	4	0,07	0	0,29	0,06	0	0,34
1 467 000	KA Bochum-Oelbachtal	Oelbach	2022-2024	4	0,17	100	0,34	0,40	75	0,23
1 540 000	Velbert-Hespertal	Hesperbach	2022	4	0,26	100	0,35	0,03	0	0,63
1 560 000	Abstküche	Rinderbach	2022	4	0,25	100	0,35	0,02	0	0,66

OW im Untersuchungsjahr bzw. BMW im bisherigen Jahresmittel 2024 eingehalten

OW im Untersuchungsjahr bzw. BMW im bisherigen Jahresmittel 2024 überschritten

kein BMW

¹ Mittelwert aus Gewässeruntersuchungen unterhalb der Kläranlage im Untersuchungsjahr; Beurteilung gemäß OGewV

² Mittelwert aus Ablaufuntersuchungen in 2024; Beurteilung gemäß Betriebsmittelwert im Erlaubnisbescheid

stands festgestellt werden; die Konzentrationen sind aber deutlich rückläufig.

Für Überschreitungen der Orientierungswerte für Ammonium-Stickstoff und Gesamt-Phosphor im Gewässer können hauptsächlich ungünstige Verhältnisse von eingeleiteter Menge an gereinigtem Abwasser zum Abfluss im Gewässer, Remobilisierungseffekte nach Regenereignissen und/oder Mischwasserentlastungen ursächlich sein. Allerdings traten erhöhte Messwerte in den meisten Fällen mehrfach auf, so dass Mischwasserentlastungen nur in wenigen Einzelfällen als alleinige Ursache in Frage kommen.

Als Beispiele für Ursachen von Überschreitungen seien die Gewässerabschnitte in der Oese unterhalb der Kläranlage Hemer und in der Bermecke unterhalb der Kläranlage Brilon-Scharfenberg genannt. Im Falle der Oese ist das Verfehlen des guten Zustands auf einen einzelnen Probenahmetag nach einem Starkregenereignis im Mai 2023 zurückzuführen. Die hohen Gehalte sind dabei nicht im Zusammenhang mit der Kläranlageneinleitung zu sehen. Beim Phosphor sind vielmehr Remobilisierungsvorgänge wahrscheinlich. Der an diesem Tag festgestellte, um den Faktor sechs über dem Orientierungswert liegende Gehalt an Ammonium-Stickstoff ist wiederum auf Mischwasserentlastungen zurückzuführen. In der Bermecke stehen die Überschreitungen im März 2021 im Zusammenhang mit erhöhten Abflüssen, während die Überschreitung im Oktober mit überdurchschnittlichen Anteilen des Kläranlagenablaufs an der vergleichsweise niedrigen Wasserführung während der Probenahmen in Verbindung steht. Dasselbe Phänomen ist auch als Überschreitungsursache im Falle des Schlittenbachs unterhalb der Kläranlage Lüdenscheid-Schlittenbachtal zu sehen. Bei der Messstelle in der Lenne unterhalb der Kläranlage Plettenberg muss beachtet werden, dass auf Grund der Ableitung zum Wasserkraftwerk Elhausen der Anteil des Kläranlagenablaufs am Gewässerabfluss höher ist.

Für fast alle Kläranlagen, bei denen es im Gewässer unterhalb der Einleitung zu Überschreitungen der Orientierungswerte für Gesamt-Phosphor und Ammonium-Stickstoff kam, sind in der nächsten Zeit weitere Maßnahmen zur Verringerung der Nährstoffbelastung vorgesehen oder waren zum

Zeitpunkt der letzten Probenahme noch nicht vollständig umgesetzt. Dies trifft zum Beispiel auf die Kläranlagen Lüdenscheid-Schlittenbachtal, Plettenberg und Rahmedetal zu, auf der die Optimierungsarbeiten derzeit noch andauern. Neben der bereits genannten Kläranlage Brilon sind weitere vierte Reinigungsstufen unter anderem für die Kläranlagen Hemer, Bestwig-Velmede, Arnsberg-Neheim, Menden und Iserlohn-Baarbachtal und sowie an der Volme und Hönne geplant. Durch die Stilllegung der Kläranlagen Velbert-Hespertal und Abtsküche ist nachfolgend mit einer Verbesserung der Gewässerqualität zu rechnen. Außerbetriebnahmen sind unter anderen auch für die Kläranlagen Brilon-Scharfenberg und Breckerfeld angedacht. In den kommenden Jahren ist daher vor allem in abflussschwachen Nebengewässern mit einer weiteren Verringerung der Nährstoffkonzentrationen und Frachten und des ökologischen Zustands zu rechnen.

Betrachtung auf Wasserkörperebene

Die offizielle Bewertung der Wasserkörper, die durch das Land NRW z.B. in den Wasserkörper-Steckbriefen oder in ELWAS-Web veröffentlicht wird, kann von der oben genannten Bewertung der Messstellen abweichen, etwa wenn die Messstelle unterhalb einer Kläranlage nicht die repräsentative Messstelle für die Wasserkörperbewertung ist, die in der Regel am Ende des Wasserkörpers liegt. Die Ergebnisse des aktuell veröffentlichten 5. Monitoringzyklus von 2019 bis 2021 zeigen, dass sich die Wasserkörper-Bewertung gegenüber dem 4. Zyklus leicht verbessert hat. Der Anteil der Wasserkörper im mindestens guten Zustand im Einzugsgebiet der Ruhr sind bei Phosphor von 79 % auf 84 % gestiegen und bei Ammonium von 85 % auf 88 %. Die Ergebnisse des 6. Monitoringzyklus von 2022 bis 2024 sind noch nicht veröffentlicht, daher ist die Bewertung als vorläufig zu betrachten. Danach sind aktuell 90 % der Wasserkörper für Phosphor und 93 % für Ammonium mindestens in einem guten Zustand (Bild 14.2 und 14.3). Hervorzuheben ist der hohe Anteil der Wasserkörper, die mit einer – allerdings nicht immer gesicherten – sehr guten Bewertung beim Phosphor den Referenzzustand von anthropogen unbelasteten Gewässern erreicht haben.

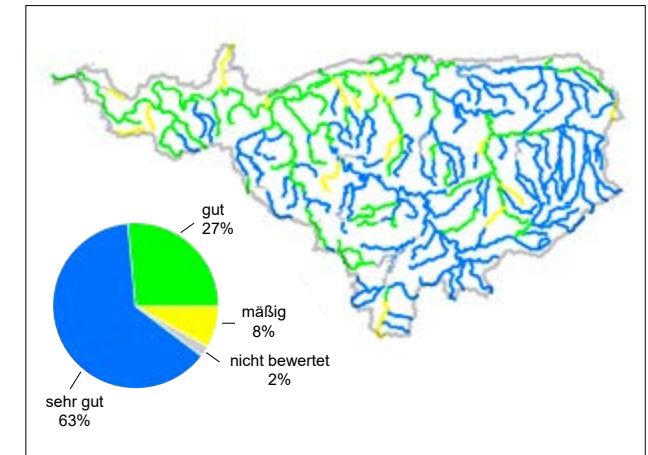


Bild 14.2: Wasserkörperbewertung Gesamt-Phosphor 6. Monitoringzyklus (Quelle: LANUK NRW; Anzahl Wasserkörper ohne Talsperren, vorläufige Bewertung)

Fig. 14.2: Water body assessment total phosphorus – 6th monitoring cycle (source: LANUK NRW; number of water bodies without reservoirs, preliminary assessment)

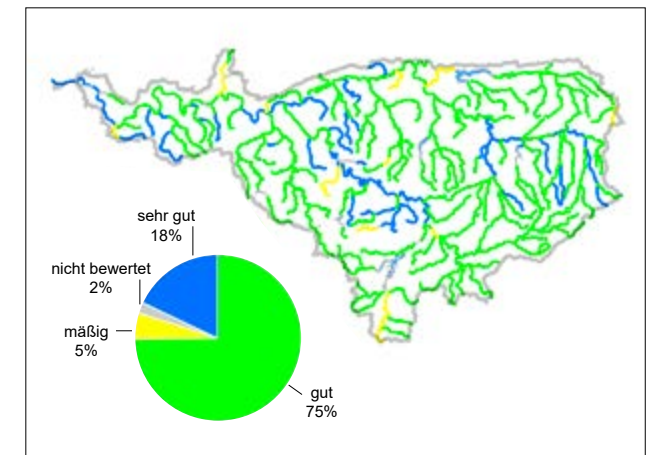
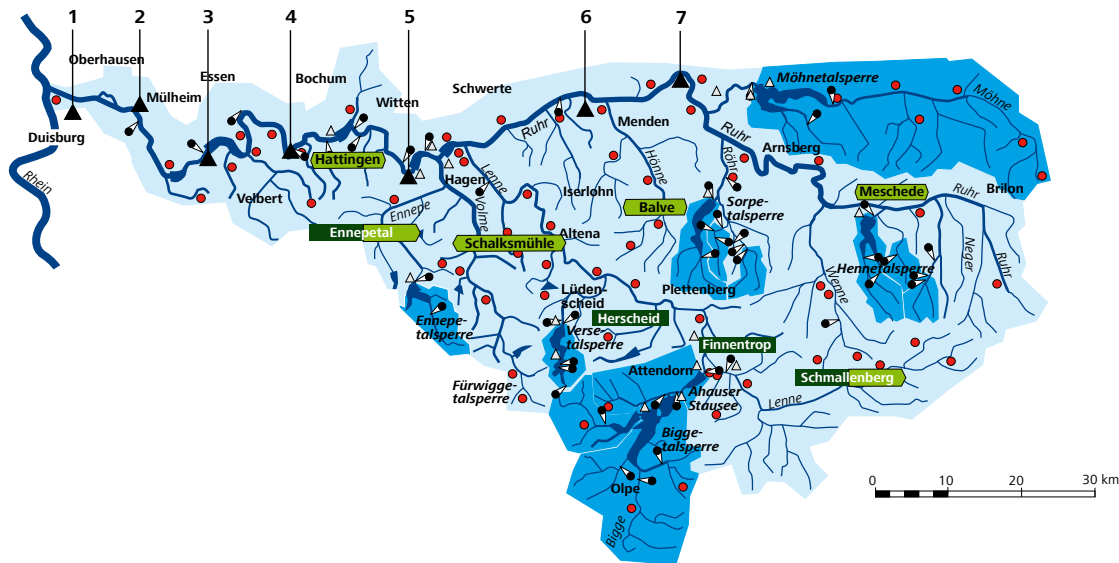


Bild 14.3: Wasserkörperbewertung Ammonium-Stickstoff 6. Monitoringzyklus (Quelle: LANUK NRW; Anzahl Wasserkörper ohne Talsperren, vorläufige Bewertung)

Fig. 14.3: Water body assessment ammonium nitrogen – 6th monitoring cycle (source: LANUK NRW; number of water bodies without reservoirs, preliminary assessment)

15 Ruhrverband in Zahlen



- 8 Talsperren
Einzugsgebiete der Talsperren
- 5 Stauseen
- 66 Kläranlagen mit insgesamt
557 Niederschlagswasserbehandlungsanlagen
- 48 Gewässerpegel (RV anteilig)
- 17 Wasserkraftwerke
- 7 Gewässergüte-Überwachungsstationen
- 124 Pumpwerke
- 6 Kanalnetzübertragungen
- 4 Übertragene Gewässerunterhaltungen

Charakterisierung des Ruhreinzugsgebiets nach EG-WRRRL

Fläche:	4.478 km ²
Höhenverhältnisse:	20 bis 800 m ü. NN
Anzahl der Planungseinheiten:	9
Gesamtlänge der Fließgewässer:	~7.000 km
Anzahl Gewässer im Einzugsgebiet > 10 km ² :	122
Anzahl Grundwasserkörper:	30
178 natürliche und 65 als erheblich verändert ausgewiesene Wasserkörper	

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)

BETRIEBSANLAGEN

Bereich Wassergütwirtschaft

Kläranlagen	66
Niederschlagswasserbehandlungsanlagen	557
Stauseen	5
Pumpwerke	124
Wasserkraftwerke	6

Bereich Wassermengenvirtschaft

Talsperren	8
Gesamtstauraum (in Millionen m ³)	462,9
Wasserkraftwerke	11

MITGLIEDER

Mitglieder insgesamt	520
----------------------	-----

BESCHÄFTIGTE

MitarbeiterInnen in Vollzeitäquivalenten	1.075
--	-------

JAHRESABSCHLUSS

Anlagevermögen zu AHK	3.697,2 Millionen Euro
Umsatz	319,5 Millionen Euro
davon Verbandsbeiträge	277,5 Millionen Euro
Eigenkapitalquote	34,2 Prozent
Investitionen in Sachanlagen	59,8 Millionen Euro

LEISTUNGEN DER WASSERGÜTEWIRTSCHAFT

Abwasserentsorgung eines Gebietes mit	2,05 Millionen EinwohnerInnen *
Anschlussgrad	rd. 99,7 Prozent *
Gesamtkapazität der Kläranlagen	3,344 Millionen Einwohnerwerte (E)
Gesamtabwasservolumen (einschließlich Niederschlagswasser)	443,3 Millionen m ³ /Jahr

Ablaufwerte des gereinigten Abwassers (mengengewichtete Mittelwerte)

Biochemischer Sauerstoffbedarf (ATH-BSB ₅)	3,2 mg/l
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	14,9 mg/l
Ammonium-Stickstoff (NH ₄ -N)	0,48 mg/l
Stickstoff (N _{anorganisch})	5,5 mg/l
Stickstoff (N _{gesamt})	5,8 mg/l
Phosphor (P _{gesamt})	0,34 mg/l
Klärschlammbehandlung entsorgte Trockenmasse	36.898 t _{TM} /Jahr

*Prognose zum 30. Juni 2024

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	478 auf 433 m ³ /s
durch Erhöhung des Minimalabflusses von	0 auf 13 m ³ /s

STROMERZEUGUNG

Wasserkraftanlagen (inkl. LLK GmbH)	122,7 Millionen kWh
Blockheizkraftwerke auf Kläranlagen	41,96 Millionen kWh
Photovoltaikanlagen	0,82 Millionen kWh

Stand: 31. Dezember 2024



UNSER ANSPRUCH

Die zu erstellende NRW-Wasserstrategie muss folgende mutige, ambitionierte und umsetzungsfähige Kernpunkte beinhalten:

- *Ergänzung des Örtlichkeitsprinzips um Verbundausbau und Fernwasserversorgung sowie Vorrangregelungen im Engpassfall*
- *Umsetzungsfähiger Hochwasser- und Starkregenschutz mit klaren Bemessungswasserständen*
- *Finanzielle Unterstützung und Kostenanerkennung aller Anpassungsmaßnahmen*
- *Konsequente Reduzierung kritischer Stoffeinträge*
- *Erhalt der Kooperationen mit der Landwirtschaft statt Restriktionen für die Förderkulisse*
- *Vereinfachung und Beschleunigung von wasserwirtschaftlichen Genehmigungsprozessen für zeitnahe Umsetzungen*
- *Aufbau einer wasserwirtschaftlichen Datendrehscheibe für Mengen- und Qualitätsdaten nach dem Once-Only-Prinzip aller Beteiligten*

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e. V. (AWWR) ist ein freiwilliger Zusammenschluss von 18 Wasserversorgern, die zusammen rund 4,6 Millionen Menschen, Gewerbe und Industrie an der Ruhr und teilweise darüber hinaus mit mehr als 240 Millionen Kubikmetern Trinkwasser pro Jahr versorgen.

Hervorgegangen aus dem 1947 gegründeten „Ausschuss der Ruhrwasserwerke“, der damals wegen akuten Wassermangels und gefährdeter Trinkwasserversorgung in NRW ins Leben gerufen und 1986 in Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr umbenannt wurde, ist die AWWR seit 2010 als eingetragener Verein organisiert.

Wenn es um wasserwirtschaftliche Belange im Ruhreinzugsgebiet geht, tritt sie als Interessenvertreterin für den Fluss ein. Im Sinne des vorbeugenden Gewässerschutzes steht für die AWWR der Lebensraum von Ruhr und Ruhrtal im Mittelpunkt, denn das dort gewonnene Trinkwasser ist ein Naturprodukt und muss es auch bleiben.

Das Ziel der Wasserversorger von Winterberg bis Mülheim ist es, das Ruhrwasser weiterhin mit weitgehend natürlichen Aufbereitungsverfahren zu Trinkwasser von bester Qualität aufzubereiten und mit vorausschauendem und nachhaltigem Handeln die Trinkwasserversorgungssicherheit auch für zukünftige Generationen zu gewährleisten.

DIE ARBEITSGEMEINSCHAFT DER WASSERWERKE AN DER RUHR E.V. IM JAHR 2024

Der neue Sitz der Westfälischen Wasser- und Umweltanalytik GmbH (WWU) in Gelsenkirchen wurde 2024 bezogen. In diesem hochmodern ausgestatteten Laborgebäude werden seither Untersuchungen vom Rohwasser bis zum Trinkwasser für die AWWR und für etliche Mitgliedsunternehmen durchgeführt.



16 Bericht des Vorsitzenden der AWWR



v

2024 war das zweite niederschlagsreiche Jahr in Folge. Sind die trockenen Jahre nun vorbei? Keinesfalls, wie die Temperaturentwicklung und das deutlich zu trockene Frühjahr 2025 zeigen. Das vergangene Jahr war vom Wasserdargebot für die AWWR-Mitgliedsunternehmen entspannt. Gleichwohl bereiten wir uns auf kritische Lagen hinsichtlich Wassergüte, Energie oder hybriden Bedrohungen weiter vor.

Nach mehrjährigem Engagement zusammen mit dem Ruhrverband wurde im Dezember 2024 die lange geforderte Flexibilisierung des Talsperrenmanagements mit der Anpassung des Ruhrverbandsgesetzes im Landtag formal beschlossen. Seit Mitte dieses Jahres kann der Ruhrverband eigenständig ohne Genehmigungsprozesse die Mindestabflüsse um bis zu 3 m³/s gegenüber der vorherigen Regelung absenken. Klingt nicht viel, ist aber in langanhaltenden Trockenphasen ein gewichtiges Volumen zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung. Ich danke allen Mitstreitenden ganz herzlich für den langjährigen Einsatz für diesen epochalen Meilenstein der Wasserwirtschaft an der Ruhr.

Die Grundsatzarbeit geht weiter. Mit einem Prozess zur Erstellung einer NRW-Wasserstrategie seitens des Umweltministeriums in Düsseldorf werden viele Punkte einer klimafesten Trinkwasserversorgung aufgegriffen. Hier arbeiten wir mit den Branchenverbänden aktiv zusammen. Etliche Bundesländer haben bereits eine Wasserstrategie und setzen daraus Maßnahmen um. Unsere Anforderungen an die NRW-Wasserstrategie werden in Kapitel 19 beleuchtet. Neben fachlichen Ansätzen müssen wir dringend die Prozesse entschlacken. Sechs Jahre Umsetzungszeit beim Niedrigwassermanagement, vom Erkennen der Notwendigkeit zum Handeln Ende 2018 bis zur Gesetzesänderung, sind kein brauchbarer Benchmark für die anstehenden Herausforderungen.

Ein Strategieteil ist der Ausbau des Hochwasser- und Starkregenschutzes für die Trinkwasserversorgung. Seit der Extremflut im Juli 2021 warten wir noch auf klare Rahmenbedingungen für die Ruhr und wirksame Vorsorgemaßnahmen seitens des Landes. Ein praktisches Beispiel des betrieblichen Hochwasserschutzes bei der Wassergewinnung Essen GmbH stellen wir in Kapitel 21 vor.

Qualitativ beschäftigen uns weiter stark die Spurenstoffe. Bei der Arbeit zur Spurenstoffminderung nehmen wir mit Sorge wahr, dass bestimmte Lobbygruppen die Fortschritte bezüglich Verursacherprinzip und Herstellerverantwortung auf EU- und Bundesebene wieder aufweichen wollen. Ohne wirksame Anreize zur Eintragsminderung bleiben AWWR und Ruhrverband dauerhaft Reparaturbetrieb für kritische Stoffgruppen.

Für die praktische Güteüberwachung und Transparenz wird in Kapitel 20 die HRMS-Analytik der beteiligten Labore von WWU, Ruhrverband und dem LANUK vorgestellt. Diese Technologie ist ein wesentliches Element zur Detektion und Überwachung bestehender und künftiger Spurenstoffe vom Roh- bis zum Trinkwasser.

Weiterhin bindet die Umsetzung der Trinkwassereinzugsgebieteverordnung (TrinkwEGV) stark unsere Ressourcen. Ziel ist es, Risiken einer Oberflächenwasserentnahme im Einzugs-

gebiet bzw. im Wasserschutzgebiet zu identifizieren und zu bewerten. Diese Mammutaufgabe mit vielen Beteiligten und Behörden fordert die AWWR-Mitglieder inhaltlich, prozessual und kapazitativ enorm. Hier hilft der praktische Austausch, um bis November 2025 den ersten Erstellungszyklus abzuschließen.

Die Bauarbeiten der letzten noch zu errichtenden weitergehenden Trinkwasseraufbereitungsanlagen der Stadtwerke Hamm GmbH in Fröndenberg-Warmen und der Wasserwerke Westfalen GmbH in Haltingen schreiten planmäßig voran. Neben diesen Erweiterungen und Anpassungsprojekten zum Klimawandel investieren die AWWR-Mitglieder verstärkt in den Substanzerhalt von Gewinnung, Aufbereitung und Verteilung. Viele Trinkwasseranlagen haben die technische Lebensdauer überschritten und stehen in den Folgejahren zur Erneuerung an, um Versorgungssicherheit und Qualität weiter zu gewährleisten.

Der große Blackout in Spanien und Portugal Ende April 2025 hat gezeigt, wie wichtig eine Notstromversorgung ist. Mit Investitionen und regelmäßigen Tests bereiten sich die Ruhrwasserwerke auf ein solches hoffentlich nie eintretendes Ereignis vor. Bedrohungen im digitalen Umfeld und die sicherheitspolitische Lage rücken verstärkt in den Austauschfokus.

Im April dieses Jahres hat das AWWR-Präsidium auf einer Klausurtagung Grundrichtung und zukünftige Aufgabenschwerpunkte erörtert und fokussiert. Auch wenn das Niedrigwassermanagement vorerst abgeschlossen ist, bleiben viele Aufgaben zur Zukunftssicherung auf der Tagesordnung, die in der AWWR-Kooperation gemeinsam am besten zu lösen sind.

Schwerte, im Juni 2025

Bernd Heinz
Wasserwerke Westfalen GmbH
Vorsitzender des Präsidiums der
Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke
an der Ruhr e.V. (AWWR)

17 AWWR-Ausschusstätigkeit

17.1. Ausschuss Wassergüte 2024

Obmann: Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

In den beiden Sitzungen des Ausschusses Wassergüte im Frühjahr und Herbst 2024 berieten die Mitglieder die aktuellen Themen zu Wassergüte an der Ruhr. Dem Ausschuss gehören Fachleute aus den Wasserversorgungsunternehmen, den beiden Untersuchungslaboren (Hygiene-Institut des Ruhrgebiets Gelsenkirchen, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH) und dem Ruhrverband an. Die Obleute aus den zugeordneten Arbeitskreisen „Anorganische Spurenanalytik“, „Organische Spurenanalytik“ und „Mikrobiologie“ sichern zusätzlich die Kompetenz des Ausschusses durch ihre Beratung bei Fragen aus ihren Fachgebieten ab. Unterstützt wird der Ausschuss außerdem durch die Vertretung der Kooperation Landwirtschaft / Wasserwirtschaft an der Ruhr mit ihrer Fachkompetenz bei Fragen zur landwirtschaftlichen Bewirtschaftung im Ruhr-einzugsgebiet.

Die fortlaufenden Aufgaben des Ausschusses Wassergüte der AWWR umfassen im Bereich Wasserwirtschaft an der Ruhr die folgenden Themen:

- Beobachtung und Bewertung der chemisch-hygienischen Qualität des Ruhrwassers
- 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 der Mitgliedsunternehmen und des Ruhrverbands im Rahmen des Ruhrgüteberichts
- Initiierung, fachliche Konzeptionierung, Begleitung, Auswertung und Präsentation von Sondermessprogrammen zu Qualitätsmerkmalen:

- das aktuelle Untersuchungsprogramm war 2024: 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
- Fachlicher Austausch mit dem 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 2024 mit den folgenden Themen:

- Auch im Jahr 2024 war das Abflussmanagement der Ruhr weiterhin Thema im Ausschuss. Nach den positiven Tendenzen bei der fachlichen Beratung zum Ende des Jahres 2023 stand die Umsetzung in den politischen Gremien noch aus, um das notwendige Mengenregime in der Klimaveränderung umzusetzen.
- Nach der Wiederaufnahme der PFAS-Verbindungen in das AWWR-Spurenstoffmonitoring wurden die aktuellen Analysen bewertet. Es konnte im gesamten Ruhrverlauf die Einhaltung der zukünftigen Grenzwerte der

Trinkwasserverordnung für 2026 (PFAS-20) bzw. 2028 (PFAS-4) nachgewiesen werden. Dabei wurde auch die neue Empfehlung des Umweltbundesamts berücksichtigt. Daneben wurden Anfragen diskutiert, die auf einer Summenbildung von PFAS-gesamt abzielten, die nicht den Festlegungen der Regelwerke entsprachen. Zu der PFAS-Thematik wurden ebenfalls Forschungsarbeiten besprochen, die auf neuen experimentellen Nachweisverfahren beruhen.

- Nebenbestimmungen zu einer möglichen Zulassung von Geothermieranlagen in Wasserschutz-zonen wurden besprochen, die neben den privaten auch öffentliche Kleinanlagen betreffen könnten.
- Ein neuer Förderkatalog der Kooperation Landwirtschaft / Wasserwirtschaft, der die neuen gesetzlichen Regelungen für den Wasserschutz berücksichtigt, um eine doppelte Förderung auszuschließen, wurde aufgestellt.
- Die aktuellen Belastungssituationen der Ruhr durch die Spurenstoffe TMDD (2,4,7,9-Tetramethyl-5-decyn-4,7-diol), TOU (Tetraoxaundecan) und DPGME (Dipropylenglycol-methylether) wurden betrachtet.

Schwerpunkt der Ausschussarbeit in den Sitzungen ist die Bewertung der Ruhrwasserqualität. Dazu wurden die zeitdichten Untersuchungen des Ruhrverbands an der Probe-stelle 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, Gelsenkirchen

Dem Arbeitskreis allgemeine und anorganische Analytik gehören unverändert acht Vertreter von AWWR-Unternehmen oder beteiligten Laboratorien an. Wie bereits in den Vorjahren kam es dabei in 2024 zu personellen Wechseln. Die Energie- und Wasserversorgung Hamm wird durch Dr. Jens Binschik vertreten. Die zuletzt vakante Vertretung für das Kooperationslabor von Ruhrverband und Emschergenossenschaft / Lippeverband übernimmt Dr. Johannes Spenner.

Turnusmäßig kam der Arbeitskreis zu einer jährlichen Sitzung zusammen. Die im Rahmen der Sitzung diskutierten Ergebnisse der durchgeführten Vergleichsuntersuchungen wurden von den Mitgliedern als unverändert gut bewertet und weisen weiterhin auf ein allgemein gutes und vergleichbares analytisches Niveau der beteiligten Labore hin. Weiterhin diente die Sitzung dem wertvollen Erfahrungsaustausch, der insbesondere aktuelle oder geplante Änderungen in den Bereichen Laborinfrastruktur, Labormanagementsysteme und Analysensystemen sowie Erfahrungen von externen Laborbegutachtungen umfasst. Die vier Vergleichsuntersuchungen im Jahr 2024 konnten planmäßig durchgeführt werden und zeigten ebenfalls keine analytischen Abweichungen zwischen den teilnehmenden Laboren. Daneben wurde eine in 2023 durchgeführte Sonderuntersuchung zur Abschätzung des Beitrags zur Probenahme (s. Ruhrgütebericht 2023) ausgewertet und kann von den teilnehmenden Laboren zu diesem Zweck genutzt werden.

Arbeitskreis Organische Spurenanalytik

Obfrau: Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen

Der Arbeitskreis mit seinen acht Mitgliedern hat im Jahr 2024 turnusgemäß zweimal getagt.

Eine wichtige Aufgabe des Arbeitskreises ist der Informationsaustausch zwischen den beteiligten Laboren, vor allem im Hinblick auf neueste Entwicklungen und die Bearbeitung von Problemen im Bereich der organischen Spurenanalytik. Ziel ist es unter anderem, eine Vergleichbarkeit der Analysergebnisse aus den Laboren zu erreichen. Dies wird vor allem mit der Durchführung von Vergleichsuntersuchungen und der Diskussion der Ergebnisse erzielt. Die Vorbereitung dieser Vergleichsuntersuchungen ist nur über den engagierten Einsatz der Mitglieder des Arbeitskreises möglich. Die teilweise hohe Arbeitsbelastung der Teilnehmer führt hier manchmal zu notwendigen Änderungen der Planung. Dieser Tatsache wird im Arbeitskreis Rechnung getragen,

indem die Planung immer wieder diskutiert und - wo ohne Qualitätseinbußen möglich - gestrafft wird.

Im Jahr 2024 lag ein Schwerpunkt der Arbeit im Arbeitskreis auf der Bestimmung der PFAS nach den Vorgaben der aktuellen Trinkwasserverordnung. Hierzu wurden zwei Vergleichsuntersuchungen durchgeführt, mögliche Probleme intensiv besprochen und sich über erhaltene Erkenntnisse ausgetauscht. Auch die Kenntnisse zu Relevanz und Analytik von relevanten und nicht relevanten Metaboliten von PSM-Wirkstoffen wurden ausgetauscht. Im Ergebnis soll eine Vergleichsuntersuchung zu nicht relevanten Metaboliten in die zukünftige Planung einfließen.

Wie immer spielte der Erfahrungsaustausch der Kolleginnen und Kollegen eine wichtige Rolle. So wurde z. B. von der Anschaffung eines Pipettierroboters für die Herstellung von Standardlösungen berichtet.

Personelle Veränderung:

Auf der Sitzung des Arbeitskreises am 4. September 2024 wurde Frau Regina Respondek in den Ruhestand verabschiedet. In Zukunft wird das LANUK durch Frau Hödtke vertreten. Unterstützt wird sie von Herrn Dr. Uwe Bieling.

Arbeitskreis Mikrobiologie

Obfrau Dr. Anne Heyer, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim

In 2024 tagte der Arbeitskreis Mikrobiologie der AWWR turnusgemäß im Frühjahr und im Herbst. Die Mitglieder des Arbeitskreises blieben trotz personeller Veränderungen konstant bei elf Mitgliedern. Frau Schüttler Marques ist nun für die Energie- und Wasserversorgung Hamm und Frau Mayweg für die Verbundwasserwerk Witten GmbH im Arbeitskreis aktiv. Primär hat sich der Arbeitskreis mit der Umsetzung und Organisation der Vergleichsanalysen (VA) in der Mikrobiologie beschäftigt. Der Austausch zu neuen Entwicklungen und Erfahrungen aus den jeweiligen Arbeitsbereichen rückt immer stärker in den thematischen Fokus.

Ergebnisse / Konsequenzen aus den Vergleichsanalysen
Bei den durchgeführten Vergleichsuntersuchungen wurde das Standardprogramm der Mikrobiologie nach Trinkwasserverordnung in verschiedenen Volumina untersucht. Dies umfasste das mCP-Medium, TSC Medium, *E. coli* / coliforme Bakterien, Koloniezahl nach TrinkwV und Enterokokken gemäß DIN EN ISO 7899-2.

Unter den Laboren zeigten sich keine gravierenden Unterschiede bei den Ergebnissen und die gute Vergleichbarkeit bei der Durchführung der untersuchten Methoden bildete sich ab.

Erfahrungsaustausch

Der Erfahrungsaustausch wird als fester Bestandteil der Treffen von allen Mitgliedern geschätzt und intensiv geführt, im Jahre 2024 wurden z. B. folgende Themen besprochen:

- Diskussion über die Probenahme, Zweck B Kaltwasser
- Austausch zu Änderungen nach Trinkwasserverordnung und den Erfahrungen hierzu
- Diskussion über Zufall-Stichproben in großen und kleinen Gebäuden, z. B. Kindergärten
- Trinkwasserbrunnen: Erfahrungen zur Probenahme bei Trinkbrunnen im öffentlichen Raum
- Qualitätskontrollen von Nährmedien sowie der Lagerung und Kontrollen im Labor
- die mikrobiologische Kontrolle von Großwasserzählern
- die Ankündigung des bundesweit einheitlichen digitalen Datenaustauschs für Trinkwasserdaten (SHAPTH), der aktuell im Aufbau ist. Ziel soll es sein, durch einheitliche Standards und eine zentrale Austauschplattform eine Vereinfachung der Datenübermittlung zu harmonisieren.
- Sicherheit im Mikrobiologielabor, vorwiegend am Wochenende. Diskussion: Ist ein Totmannschalter notwendig? Dies sollte über die Risikoabschätzung in den einzelnen Laboren abgeklärt werden.
- Bei Teilnahme an Ringversuchen zu Legionellen müssen beide Verfahren – der Direktansatz und der Membranansatz – bestanden werden, es reicht nicht nur ein Verfahren.

Kooperation Wasserwirtschaft / Landwirtschaft im Ruhreinzugsgebiet

Obfrauen: Alenah Schindler, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen; Kirstin Richter, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte (Bericht)

In 2024 wurden insgesamt 96 Förderungen mit einem Volumen von 101.354,27 € abgerechnet – fast eine Verdoppelung zum Vorjahr. Die Förderausgaben sind in 2024 insbesondere durch den Förderbaustein der bodennahen Gülleausbringung und dem neuen Förderbaustein des Zwischenfruchtanbaus gestiegen. Allein auf diese Förderungen entfallen rd. 66.052 €. Die starke Förderung der bodennahe Gülleausbringung beruht auf der Düngeverordnung, die ab 2025 auf Dauergrünland eine bodennahe und streifenförmige Ausbringung von organischem Dünger fordert. Seitens der Düngeverordnung wird der Schleppschlauch gefordert, sodass der bodennäher ausbringende Schleppschuh weiterhin durch die Kooperation förderfähig ist. Da seit 2024 die Uferflächenförderung ebenfalls durch Biobetriebe beantragt werden kann, wurde auch hierbei eine Steigerung erwartet, die in 2024 mit Kosten von 17.845 € um 6.284 € höher lagen als im Vorjahr. Dies bedeutet eine Steigerung von 15,25 ha Fläche gegenüber dem Vorjahr.

Aufgrund der großen Nachfrage bei dem Zwischenfruchtanbau sind in 2025 mit weiteren steigenden Kooperationskosten für diesen Förderbaustein zu rechnen.

Die Anzahl der kooperierenden Betriebe sank im Jahr 2024 von 869 auf 788, wobei die Gesamtfläche der Kooperationsbetriebe im Ruhreinzugsgebiet nahezu konstant blieb. Die Fläche der Betriebe sank lediglich von 45.786 ha auf 44.786 ha, was einen Anteil der landwirtschaftlichen Flächen im Einzugsgebiet von 48,5 % darstellt. Die starke Reduzierung der Kooperationsbetriebe beruht auf der Umstellung auf eine elektronische Informationsübermittlung anstatt dem üblichen postalischen Versand. In diesem Zug wurde die Liste der Kooperationsbetriebe, die als passive Mitglieder nicht mehr im Kooperationsgebiet tätig sind, bereinigt.

Weiterhin besteht bei den Landwirten ein intensiver Beratungsbedarf zur GAP-Reform (Gemeinsamen Agrarpolitik). Viele Landwirte sind aufgrund der Vielzahl von gesetzlichen Vorgaben verunsichert, u. a. auch durch den steigenden Bürokratiebedarf. Die zunehmenden 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.

In 2024 wurden die Zwischenfruchtversuche fortgeführt. Zum einen gab es Demoversuche zur Zerkleinerung von sehr üppigem Zwischenfruchtbestand und zum anderen kamen in diesem Jahr Versuche zum Nacherntemanagement auf Raps- und Leguminosenflächen neu dazu. Bei winterharten Zwischenfrüchten ist noch in Erfahrung zu bringen, wie die im Frühjahr noch bestehenden Zwischenfrüchte am effektivsten eingearbeitet werden können. Bei den Demoversuchen wurden verschiedene Maschinen verglichen und die N_{min} -Werte gegenübergestellt.

Bei dem Nacherntemanagement ist es Ziel, die verbleibenden Nährstoffe nach der Ernte bis in die Folgekultur im Boden zu halten. Dies leistet einen wesentlichen Beitrag zum Gewässerschutz. Um nicht nur bei Sommerungen den Zwischenfruchtanbau optimal anzulegen, erfolgt in diesem Versuch der Zwischenfruchtanbau nach den Kulturen Winterraps und Leguminosen. Diese Kulturen wurden ausgewählt, da sowohl die Erbse durch ihre Fixierung des Luftstickstoffs als auch der Raps aufgrund seiner schlechteren Stickstoffeffizienz im Gegensatz zu Getreidekulturen hohe N_{min} -Gehalte nach der Ernte auf der Fläche hinterlassen. Eine Auswertung der Versuche liegt bisher noch nicht vor.

Durch das Anwendungsverbot von Glyphosat und in Kürze auch von Flufenacet in Wasserschutzgebieten fehlen zwei Wirkstoffe gegen Ungräser, wodurch es in Wasserschutzgebieten zu einem höheren Pflugeinsatz und Erosionsgefahr kommen kann. Die Förderung von mechanischen Unkraut-

bekämpfungen z. B. Hacke, Striegel usw. wurde bisher nur geringfügig in Anspruch genommen. Ein zunehmendes Problem ist die Verbreitung von Jakobskreuzkraut auf extensiv bewirtschaftetem Dauergrünland mit Vertragsnaturschutz oder von Flächen innerhalb der Wasserschutzzone I. Durch eine frühere Mahd vor dem 15.06. und eine geringe Düngung kann der Verbreitung laut Empfehlung der Kooperationsberater entgegengewirkt werden. Dies steht aber oft im Konflikt mit den Anforderungen des Vertragsnaturschutzes oder den Wasserschutzgebietsverordnungen. Hier sind für die jeweils betroffenen Gebiete gemeinsames Handeln der Betroffenen in Abstimmung mit Behörden und Wasserversorgern erforderlich, um die Ausbreitung erfolgreich einzudämmen.

17.2. Ausschuss Wassergewinnung und -aufbereitung

Obmann: Dr. Martin Launer, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr

Der Ausschuss Wassergewinnung und -aufbereitung hat im Berichtsjahr 2024 turnusmäßig zwei Sitzungen in Präsenz durchgeführt. Am 19. März 2024 trafen sich 14 Mitglieder des Ausschusses zur Frühjahrssitzung auf Einladung der Wassergewinnung Essen GmbH in Essen. Für die Herbstsitzung kam der Ausschuss am 10. Oktober 2024 mit elf Mitgliedern in Winterberg auf Einladung der Stadtwerke Winterberg AöR zusammen. Für das Berichtsjahr gab es folgende personelle Veränderungen der Ausschussmitglieder. Herr Robert Fleuster vom Ruhrverband KdöR folgte für Herrn Peter Lemmel, welcher sich in den Ruhestand verabschiedete. Auf Grund des Ruhestands von Herrn Stephan Willmes vertritt nun Herr Marco Fikus die Stadtwerke Bochum Netz GmbH im Ausschuss.

Projekt „Niedrigwassermanagement Ruhr“

Durch den Ruhrverband KdöR wurde in beiden Ausschusssitzungen der aktuelle Stand der Projektergebnisse zum „Niedrigwassermanagement Ruhr“ sowie die Themen der Begleitvereinbarung bestehend aus Hochwasserschutz, ökologischem Mindeststauinhalt, begleitendem Monitoring

sowie dem Kläranlagenausbau vorgestellt und anschließend besprochen. Hier warb der Ruhrverband in der Frühjahrssitzung bei den AWWR-Mitgliedsunternehmen um Teilnahme beim Aufbau eines operativen Wasserhaushaltsmodells. Zur Herbstsitzung des Ausschusses wurde berichtet, dass im September 2024 im Umweltausschuss NRW entschieden wurde, Stellungnahmen der Naturschutzverbände zur Änderung des Ruhrverbandgesetzes einzufordern, über welche Ende Oktober 2024 beraten wurde. Diese Stellungnahmen wurden im Ausschuss kurz erörtert. Eine Verabschiedung der Gesetzesänderung konnte somit zum Ende 2024 im NRW-Landtag erfolgen, was auf freudige Resonanz der Mitglieder stieß.

Meldeplan Ruhr

Die Umsetzung des digitalen AWWR-Meldeplans verzögerte sich im Jahr 2024 leider noch. Nachdem die Anlagenformulare als ausfüllbare pdf-Dokumente bereits vorhanden waren, wurden diese zusammen mit dem vollständigen AWWR-Meldeplan als Entwurf an die zuständigen Kontakte der Mitgliedsunternehmen im September 2024 versandt, damit diese sich mit den Änderungen vertraut machen und falls nötig Rückfragen stellen konnten. Ebenso wurde Anfang Oktober eine Test-Meldung über den neuen digitalen Weg übermittelt, um die E-Mail-Kommunikation zu verifizieren. Zuvor wurden letzte Anpassungen am E-Mail-Verteiler und Programmierarbeiten am Arbeitsvorbereitungssystem vorgenommen sowie eine Schulung des verantwortlichen Personals durchgeführt. Eine Umstellung konnte somit direkt Anfang 2025 erfolgen.

Photovoltaik bei Wasserversorgern

Auf der Frühjahrssitzung 2024 berichtete Herr Andreas Lütz über den aktuellen Ausbaustand, Bearbeitungen sowie weitere Planungen zu PV-Anlagen bei der Wassergewinnung Essen GmbH.

Arbeitskreis Betriebliche Themen der Wasseraufbereitung

Obmann des Arbeitskreises ist Herr Lütz von der Wassergewinnung Essen GmbH. Arbeitskreissitzungen erfolgen für alle vertiefenden Themen der Wasseraufbereitung nach Bedarf. Ein Arbeitskreistreffen fand im Berichtsjahr nicht statt.

Arbeitskreis Automatisierungstechnik und Produktionsnetze (OT)

Im Berichtsjahr traf sich der Arbeitskreis am 30. Oktober 2024 zu einem Betreiberaustausch bei der Wassergewinnung Essen GmbH. Themenfelder waren in dieser Sitzung der Industrial-Ethernet-Standard-Profinet, das Prozessleitsystem SIMATIC PCS 7, die Vollautomatisierung von Wasserwerken mit Ankopplung einer KI sowie die OT-Sicherheit. Obmann des Arbeitskreises ist Herr Rotermund von der Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH.

Weitere Themen

Als sich wiederholender Tagesordnungspunkt wurde in den beiden Ausschusssitzungen über die aufgetretenen Meldungen des Warn- und Informationsdienstes Ruhr (WIP) gesprochen. Da auch unbekannte Substanzen gefunden wurden, wurde besprochen, wie die einzelnen Mitglieder auf diese Meldungen in ihren Unternehmen reagieren und deren Elimination/Rückhaltung in der Wasseraufbereitung bewerten bzw. wie sie zu einer Bewertung gelangen. Ebenso wurde in den Sitzungen die Umsetzung der TrinkwEGV intensiv besprochen. Hierzu wurden die bereits verfügbaren Handlungshilfen von DVGW, LAWA und BDEW erörtert und erarbeitet, wie mögliche Synergien zwischen den Mitgliedsunternehmen bei der Erstellung genutzt werden können.

17.3. Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit

Obfrau: *Tanja Vock, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte*

In 2024 fand nur eine Ausschusssitzung statt. Am 04.11. traf sich der Ausschuss bei der GELSENWASSER AG. Zu Gast war der AWWR-Geschäftsführer Martin Böddeker, der den Bericht aus den Gremien hielt und dem Ausschuss die Nothilfevereinbarung Krisenkommunikation vorstellte sowie die nächsten Schritte dazu erläuterte. Die Obfrau Tanja Vock gab einen Rückblick auf die Pressekonferenz zur Vorstellung des Ruhrgüteberichts 2023. Die PK wird im folgenden Abschnitt „Pressekonferenz zum Ruhrgütebericht 2023“ erörtert. Zum Ende der Sitzung wurden wie üblich die aktuellen Themen und Projekte aus den Mitgliedsunternehmen vorgestellt und sich hierzu ausgetauscht.

Zu den Standardaufgaben des Ausschusses gehörten wie in den Vorjahren folgende Tätigkeiten:

- Erarbeitung von Beiträgen für die AWWR-Mitgliederversammlungen, Präsidiumssitzungen, 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 PK
- 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

Im Oktober 2023 stellte das LANUV die Information über eine unbekannte Substanz in der Ruhr bei Wetter in den Warn- und Informationsdienst Ruhr, was eine Kette an

Nachfragen seitens der Presse mit sich zog. Zeitnah wurde in Zusammenarbeit mit dem Ausschuss Wassergüte eine Sprachregelung erstellt, die im Mai 2024 zur Unterstützung der Kommunikation in den Häusern der AWWR-Mitgliedsunternehmen aktualisiert und erweitert wurde.

Pressekonferenz zum RGB 2023

Die Pressekonferenz zur Vorstellung des Ruhrgüteberichts 2023 fand am 25. September 2024 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.

Die AWWR-Themen in der PK waren erneuerbare Energien in den Ruhrwasserwerken, PFAS, die Fertigstellung einer weiteren Weitergehenden Aufbereitungsanlage (WAA Hengsen von Wasserwerke Westfalen) und die wassermen-gewirtschaftlichen Dauerbrenner Niedrigwasser- und Hochwassermanagement.

Die Medienberichterstattung fokussierte sich auf die Forderung nach einem besseren Hochwasserschutz und auf die vom Ruhrverband vorgestellten Maßnahmen gegen das extreme Wachstum der Wasserpest in der Ruhr – mit dem Zusatz, dass dieses trotz der Problematik für sauberes Trinkwasser stehe. Nachdem sich in den letzten Jahren die Zahl der an der PK teilnehmenden Pressevertreter wieder erhöht hatte, war in 2024 der absolute Tiefpunkt mit nur einer Redakteurin vor Ort erreicht. Zu einer umfänglichen Berichterstattung kam es durch die Versendung der Pressemitteilung im großen Verteiler. Nachdem früher schon einmal überlegt wurde, ob der Veranstaltungsort verlegt werden sollte, um eine höhere Teilnehmerzahl zu erzielen, wurde im Anschluss dieser PK gemeinsam von Ruhrverband und AWWR entschieden, im Jahr 2025 erstmals eine Online-Pressekonferenz zur Vorstellung des Ruhrgüteberichts 2024 durchzuführen.

BEITRÄGE AUS WASSERWERKEN UND INSTITUTIONEN

18 Monitoring organischer Spurenstoffe in der Ruhr

Christian Skark, Dortmund

Im Jahr 2024 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 15 Jahren 66 Probenahmen vorgenommen. Hier wird der Vorbericht über den Zeitraum 2008 - 2023 (62 Probenahmen [18.1]) fortgeschrieben. Wie im Vorjahr wurden 61 Stoffe aus den Gruppen Humanpharmaka (HP, 43 Stoffe), Röntgenkontrastmittel (RKM, 6 Stoffe), Organophosphor-Flammschutzmittel (FSM, 11 Stoffe) und Korrosionsschutzmitteln (1 Stoff) analysiert. Diese Substanzen können nach einer Nutzung über gereinigtes Abwasser in Fließgewässer gelangen. Diese untersuchten 61 Verbindungen sind 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.

Ab dem 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 [18.2]. Hier lag das Erkenntnisinteresse in einer Übersicht der Konzentrationen im Ruhrwasser. 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 ($\geq 0,010 \mu\text{g/L}$). Dies führte zuletzt zur Beobachtung einzelner Positivbefunde und hatte daher nur noch eine geringe Aussagekraft. Aufgrund der weiter verbesserten Analytik sind jetzt sensitivere Bestimmungsgrenzen ($0,001 \mu\text{g/L}$) möglich.

Über Untersuchungen zu den hier betrachteten organischen Stoffen wird ebenfalls in Kapitel 9 berichtet. Jedoch betreffen die dort zugrundeliegenden Analyseergebnisse sowohl abweichende Probenahmeorte als auch einen anderen Probenahmezeitraum sowie andere Zeitpunkte. 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 18.1). Dies schließt weiterhin die Probenahmestelle in Bochum-Stiepel ein, obwohl dort die Trinkwassergewinnung im November 2015 eingestellt wurde. Wenige Beprobungen fanden an abweichenden Terminen statt. Im Sommer wurden die Proben in Fröndenberg und Bochum am 23.07.2024 statt am 22.07.2024 entnommen. Im Herbst wurde die Ruhr bei Bochum abweichend am 29.10.2024 und bei Meschede, Arnsberg, Fröndenberg und Hagen am 04.11.2024 statt am 28.10.2024 beprobt. Die einzelnen Probenahmestellen repräsentieren unterschiedliche Anteile des ca. 4.500 km^2 großen Einzugsgebiets der Ruhr (zwischen 400 km^2 in Meschede und 4.400 km^2 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.

[18.1] Skark, C.: *Monitoring organischer Spurenstoffe in der Ruhr:- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2023:- Schwerte, Essen, 142-157 (2024).*

[18.2] *Trinkwasserverordnung vom 20. Juni 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 159, 2).*

Tabelle 18.1: Lage der Probenahmestellen für Oberflächenwasser der Ruhr. MQ – durchschnittlicher Abfluss, Gewässerstationierung [18.3]
 Table 18.1: Sampling sites for the surface water in the river Ruhr. MQ – mean discharge, watercourse stationing [18.3]

Ort	Probenahme- stelle	Probenahme	Abfluss- pegel	Abfluss	Einzugsgebiet	MQ langjährig	MQ (07/2008 - 12/2024)	MQ (2024)
		Fluss-km		Fluss-km	[km ²]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
Meschede	Mengesohl	183,7	Meschede 1	179,4	426	9,1	7,8	9,6
Arnsberg	Langel	163,8	Oeventrop	159,5	760	14,9	13,1	16,9
Wickede	Echthausen	128,3	Bachum	133,8	1.530	27,1	22,8	31,2
Fröndenberg	Warmen	121,2	Fröndenberg	109,3	1.914	-	-	-
Schwerte	Westhofen	95,2	Villigst	100,2	2.013	28,8	26,3	35,5
Hagen	Hengstey	88,8	Wetter	79,8	3.908	67,6	59,5	77,1
Bochum	Stiepel	62,7	Hattingen	56,0	4.118	70,6	63,3	85,5
Essen	Spiek	44,1	Werden	29,0	4.337	79,5	64,7	86,2
Mülheim	Styrum-Ost	11,3	Mülheim	13,2	4.420	76,3	68,0	94,1

Tabelle 18.2 gibt das Untersuchungsspektrum von 61 Substanzen im Jahr 2024 wieder. Für Stoffe (n(S) = 22), die bereits seit 2008 analysiert werden, ergeben sich mit dem Jahr 2024 jeweils 589 Einzelanalysen. Eine Probe aus Mülheim vom 22.04.2024 konnte jedoch nicht auf FSM untersucht werden, so dass sich die Gesamtanalysen für diese Stoffgruppe auf 588 reduziert. Bei Flammenschutzmitteln, die erst später in das Untersuchungsprogramm integriert wurden, reduziert sich die jeweilige Gesamtanalysenzahl jeweils um eine Untersuchung. Seit 2012 wurden vier weitere Verbindungen untersucht ([a] Codein, Clofibrinsäure, Phenazon und Primidon; Analysen n(A) = 463). Ab 2015 wurden zusätzlich zehn Pharmaka ([b] Gabapentin, Metformin, Naproxen, Oxazepam, Pregabalin, Propanolol, Ranitidin, Tramadol sowie die Antibiotika Sulfadiazin und Sulfamethazin) und drei Metabolite ([b] Guanylharnstoff, N-Formyl-Aminoantipyrin [FAA] und N-Acetyl-Aminoantipyrin [AAA]; Analysen n(A) = 356) analysiert. Im Jahr 2017 wurden zwei weitere Pharmaka ([c] Lamotrigin, Venlafloxin, n(A) = 284) und ein Flammenschutzmittel ([c] Tri-isobutylphosphat [TiBP], n(A) = 283) in das Untersuchungsprogramm aufgenommen. Seit 2019 werden vier weitere FSM, Tri-(2-ethylhexyl)-phosphat (TEHP) und ortho-, meta- und para-Trikresylphosphat ([d] n(A) = 211), sowie zwei

weitere Arzneimittel-Metabolite Metoprololsäure und 10,11-Dihydroxi-10,11-Dihydro-Carbamazepin (DH-CBZ) untersucht ([d], n(A) = 212). Für die 12 Pharmaka und Arzneimittel-Metabolite, die seit 2020 untersucht werden ([e], 2 Antibiotika [Clarithromycin, Erythromycin], 8 Sartane [Azilsartan, Candesartan, Eprosartan, Irbesartan, Losartan, Olmesartan, Telmisartan und Valsartan], zwei Metabolite [Ibuprofen-2-hydroxid [IBU-H] und Valsartansäure]) liegen jetzt 176 Analysen vor. Das Korrosionsschutzmittel 1-H-Benzotriazol wurde seit Januar 2021 141 mal im Oberflächenwasser der Ruhr analysiert. Die seit dem Jahr 2023 neu untersuchten perfluorierten Alkan- und Sulfonsäuren (PFAS) sind in Tabelle 18.3 zusammengestellt und wurden 72-mal mit den in dieser Tabelle angegebenen Bestimmungsgrenzen (BG) untersucht. Die Analytik der Wasserproben wurde 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 für eine sichere Quantifizierung in den Wasserproben aller Analyte sind in den Tabellen 18.2 und 18.3 aufgeführt.

Ergebnisse

Für die Stoffe, die seit Beginn des Monitorings im Jahr 2008 untersucht werden, ergeben sich bislang 66 Beprobungen an jeder der neun Probenahmestellen. Aufgrund von fünf Probenausfällen in verschiedenen Jahren summiert sich dies zu 589 Proben für den Zeitraum von 2008 bis 2024. In den Tabellen 18.2 und 18.3 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 72 Messergebnisse seit 2023 berichtet. Die früheren Untersuchungen, die insbesondere im Zeitraum 2008 bis 2011 deutlich höhere Gehalte im Ruhrwasser ergaben, bleiben hier unberücksichtigt. Bei 21 von 61 Substanzen (34 % der Verbindungen) werden in keiner oder nur bis zu 10 % der Untersuchungen Positivbefunde festgestellt (Tabelle 18.2). Hierzu gehören fünf FSM, fünf Antibiotika, ein RKM sowie zehn weitere Pharmaka. Seit 2008 werden zwei Substanzen, TCPP (FSM) und Metoprolol (HP) in mindestens 90 % der Untersuchungen über der BG detektiert (in mindestens 530 Analysen). 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 (in mindestens 320 Analysen) sowie DH-CBZ und Metoprololsäure (in mindestens 190 Analysen). Weiterhin gehören das Arzneimittel Candesartan (in mindestens 158 Analysen) und das Korrosionsschutzmittel Benzotriazol (in mindestens 126 Analysen) dazu. Bei den seit 2023 untersuchten perfluorierten Verbindungen (PFAS) zeigen fünf Substanzen in mehr als 90 % aller Untersuchungen Positivbefunde (Tabelle 18.3; in mindestens 65 Analysen). Dies sind Perfluorbutanoat (PFBA), Perfluorhexanoat (PFHxA) und Perfluoroctanoat (PFOA) sowie Perfluorbutansulfonat (PFBS) und Perfluoroctansulfonat (PFOS),

Lfd. Nr.	Substanz	Kurzzeichen	Stoffgruppe	CAS-RN	Positiv-befunde	BG
					[%]	[µg/L]
1	Atenolol		HP	29122-68-7	6	0,025
2	Azilsartan	[e]	HP	147403-03-0	0	0,050
3	Bezafibrat		HP	41859-67-0	33	0,025
4	Candesartan	CDS [e]	HP	139481-59-7	91	0,050
5	Carbamazepin	CBZ	HP	298-46-4	79	0,025
6	Clarithromycin	[e]	HP-AB	81103-11-9	6	0,025
7	Clofbrinsäure	[a]	HP	882-09-7	0	0,050
8	Codein	[a]	HP	76-57-3	0	0,050
9	Diclofenac	DCF	HP	15307-86-5	83	0,050
10	Eprosartan	[e]	HP	133040-01-4	0	0,050
11	Erythromycin	[e]	HP-AB	114-07-8	0	0,025
12	Gabapentin	GBP [b]	HP	60142-96-3	98	0,050
13	Ibuprofen		HP	15687-27-1	16	0,050
14	Irbesartan	[e]	HP	138402-11-6	9	0,050
15	Lamotrigin	[c]	HP	84057-84-1	79	0,050
16	Losartan	[e]	HP	114798-26-4	0	0,050
17	Metformin	MTF [b]	HP	657-24-9	100	0,050
18	Metoprolol	MTP	HP	51384-51-1	95	0,025
19	Naproxen	[b]	HP	22204-53-1	15	0,100
20	Olmesartan	[e]	HP	144689-63-4	9	0,050
21	Oxazepam	[b]	HP	604-75-1	4	0,050
22	Phenazon	[a]	HP	60-80-0	10	0,025
23	Pregabalin	[b]	HP	148553-50-8	35	0,050
24	Primidon	[a]	HP	125-33-7	25	0,050
25	Propanolol	[b]	HP	525-66-6	0	0,025
26	Ranitidin	[b]	HP	66357-35-5	9	0,025
27	Sotalol		HP	3930-20-9	46	0,025
28	Sulfadiazin	[b]	HP/VP-AB	68-35-9	1	0,050
29	Sulfamethazin	[b]	HP/VP-AB	57-68-1	0	0,050
30	Sulfamethoxazol	SMX	HP-AB	723-46-6	61	0,050
31	Sulfapyridin		HP-AB	144-83-2	43	0,050
32	Telmisartan	[e]	HP	144701-48-4	31	0,050
33	Tramadol	[b]	HP	27203-92-5	43	0,025
34	Trimetoprim		HP/VP-AB	738-70-5	3	0,025
35	Valsartan	VS [e]	HP	137862-53-4	66	0,050
36	Venlafaxin	[c]	HP	93413-69-5	20	0,025
37	Guanylharnstoff	GH [b]	HP-M	141-83-3	97	0,050
38	N-Formyl-Aminoantipyrin	FAA [b]	HP-M	1672-58-8	100	0,025

Tabelle 18.2: 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) = 589 (außer [a] Codein, Clofbrinsäure, Phenazon und Primidon n(A) = 463 seit 2012; [b] Gabapentin, Metformin, Naproxen, Oxazepam, Pregabalin, Propanolol, Ranitidin, Sulfadiazin, Sulfamethazin, Tramadol, Guanylharnstoff, FAA, AAA n(A) = 356 seit 2015; [c] TiBP, Lamotrigin, Venlafaxin n(A) = 284 seit 2017; [d] TEHP, omp-TKP, Metoprololsäure, DH-CBZ n(A) = 212 seit 2019; [e] Azilsartan Clarithromycin, Eprosartan, Erythromycin, Irbesartan, Losartan, Olmesartan, Telmisartan, Valsartan, IBU-H, Valsartansäure, n(A) = 176 seit 2020; [f] 1-H-Benzotriazol, n(A) = 141 seit 2021). Für alle FSM erfolgte eine Analyse weniger.

Table 18.2: 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) = 589 since 2008 (except [a] Codein, Clofbrinsäure, Phenazon und Primidon n(A) = 463 since 2012; [b] Gabapentin, Metformin, Naproxen, Oxazepam, Pregabalin, Propanolol, Ranitidin, Sulfadiazin, Sulfamethazin, Tramadol, Guanylharnstoff, FAA, AAA n(A) = 356 since 2015; [c] TiBP, Lamotrigin, Venlafaxin n(A) = 284 since 2017; [d] TEHP, omp-TKP, Metoprololsäure, DH-CBZ n(A) = 212 since 2019; [e] Azilsartan Clarithromycin, Eprosartan, Erythromycin, Irbesartan, Irbesartan, Losartan, Olmesartan, Telmisartan, Valsartan, IBU-H, Valsartansäure, n(A) = 176 since 2020; [f] 1-H-Benzotriazol, n(A) = 141 since 2021). For all flame retardants was one analysis less performed.

[18.3] 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.

Tabelle 18.2: Untersuchte Stoffe im AWWR-Monitoring „Organische Spurenstoffe in der Ruhr“ (Fortsetzung, Abkürzungen vgl. S. 137)
 Table 18.2: Analysed substances in the scope of the AWWR-Monitoring „Trace organics in the river Ruhr“ (continuation, abbreviations cf. p. 137)

Lfd. Nr.	Substanz	Kurzzeichen	Stoff- gruppe	CAS-RN	Positiv- befunde	BG
					[%]	[µg/L]
39	N-Acetyl-Aminoantipyrin	AAA [b]	HP-M	83-14-8	100	0,025
40	Metoprololsäure	MTPS [d]	HP-M	56392-14-4	98	0,025
41	Dihydroxy-Dihydro-Carbamazepin	DH-CBZ [d]	HP-M	35079-97-1	91	0,025
42	Ibuprofen-2-Hydroxid	IBU-H [e]	HP-M	51146-55-5	35	0,050
43	Valsartansäure	VSS [e]	HP	164265-78-5	70	0,050
44	Amidotrizoesäure	ATZ	RKM	117-96-4	81	0,050
45	Iohexol		RKM	66108-95-0	68	0,050
46	Iomeprol		RKM	78649-41-9	73	0,050
47	Iopamidol	IPM	RKM	60166-93-0	66	0,050
48	Iopromid		RKM	73334-07-3	56	0,050
49	Ioxithalaminsäure		RKM	28179-44-4	4	0,050
50	Tributylphosphat	TBP [h]	FSM	126-73-8	29	0,020
51	Tri-isobutylphosphat	TiBP [c, h]	FSM	126-71-6	59	0,020
52	Trisphenylphosphat	TPP [h]	FSM	115-86-6	5	0,020
53	Tris-(2-Chlorethyl)-phosphat	TCEP [h]	FSM	115-96-8	67	0,020
54	Tris-(2-Chlorpropyl)-phosphat	TCPP [h]	FSM	13674-84-5	96	0,020
55	Tris-(butoxyethyl)-phosphat	TBEP [h]	FSM	78-51-3	76	0,020
56	Tris-(dichlorpropyl)-phosphat	TDCP [h]	FSM	13674-87-8	61	0,020
57	Tris-(2-ethylhexyl)-phosphat	TEHP [d, h]	FSM	78-42-2	3	0,020
58-60	o,m,p-Trikresylphosphat	ompTKP [d, h]	FSM	78-30-8 [g]	2	0,020
61	1-H-Benzotriazol	[f]	KS	95-14-7	99	0,025

die bereits in den Untersuchungen zwischen 2008 und 2019 in der Ruhr nachgewiesen wurden [18.4]. Insgesamt 14 der 21 untersuchten PFAS wurden seit 2023 nicht oder nur sehr vereinzelt über der BG von 0,001 µg/L detektiert. Dazu gehören die C9- bis C13-Carbonsäuren sowie C5- bis C13-Sulfonsäuren (außer PFOS).

Konzentrationsbetrachtungen

Tabelle 18.4 gibt einen Überblick zu Konzentrationsgrößen von 35 Substanzen, bei denen seit 2008 oder einem späteren Untersuchungsbeginn in mehr als 20 % der Analysen Befunde über der BG festgestellt wurden. 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 der Tabelle vermerkt. Medianwerte von 0,1 µg/L und mehr werden für das Flamschutzmittel TCPP, die Arzneimittel Candesartan, Gabapentin, Metformin und Metoprolol, die Arzneimittel-Metabolite AAA, FAA und Guanylharnstoff sowie 4 Röntgenkontrastmittel und 1-H-Benzotriazol ermittelt. Maximale Konzentrationen über 0,5 µg/L treten für 16 Substanzen (5 RKM, 2 FSM, 1-H-Benzotriazol, 3 Pharmaka und 5 Metabolite) auf. Für elf Substanzen werden Median-Konzentrationen unter der BG ermittelt (8 Pharmaka, 1 Metabolit und 2 FSM). Für TBP,

Pregabalin, Primidon und Sulfapyridin ist dies auch für den 75-Perzentilwert der Fall.

Eine Übersicht der PFAS-Konzentrationen gibt Tabelle 18.5. Die mittleren Gehalte im Ruhrwasser in den Jahren 2023 - 2024 erreichen oder liegen unter 0,005 µg/L. Lediglich die Maximalkonzentration von PFOA erreicht in Meschede im Jahr 2023 zweimal den Wert von 0,012 µg/L. Bei den Substanzen mit mehr als 20 % Positivbefunden handelt es sich um die C4- bis C8-Carbonsäuren und die Sulfo-nate PFBS (C4) und PFOS (C8). Die PFAS-Summen, die ab 2026 bzw. 2028 mit einem Grenzwert der TrinkwV belegt sein werden, sind an ausgewählten Probenahmeorten als Mittel- und Maximalwert in den Bildern 18.1 und 18.2 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 fast zu 50 % unterschritten (Bild 18.1). Der ab 2028 gültige Grenzwert Summe PFAS-4 von 0,02 µg/L wird im Oberflächenwasser der Ruhr ebenfalls eingehalten (Bild 18.2). In 17 der 72 Untersuchungen (24 % der Analysen) wurde die Hälfte des Grenzwerts und mehr festgestellt. Die bislang höchste Summe an PFAS-4 wurde mit 0,018 µg/L in Meschede 2023 nachgewiesen. Damit lag der Gehalt im nicht aufbereiteten Flusswasser 10% unter dem zukünftigen Trinkwasser-Grenzwert (Bild 18.2). Die seit 2023 gefundenen Gehalte an PFOA und PFOS liegen deutlich unter den Werten, die im Zeitraum 2006 bis 2009 in der Ruhr analysiert wurden [18.5]. Auch Untersuchungen von Oberflächenwasser der Ruhr und bundesweiter Trinkwasserproben zeigen in den letzten Jahren diese Entwicklung zu sehr geringen PFAS-Gehalten [18.6-18.7]. Bezogen auf die Probenahmeorte werden in Tabelle 18.6 die Medianwerte von 30 Stoffen mit mehr als 20 % Positivbefunden für die jeweiligen Betrachtungszeiträume bis 2024 wiedergegeben. TBP, Pregabalin, Primidon, Sulfapyridin und Ibuprofen-2-Hydroxid (vgl. Tabelle 18.4) treten örtlich und zeitlich so vereinzelt auf, dass für keine Probenahme-stelle Mediangehalte über der BG ermittelt werden können, weshalb sie in Tabelle 18.6 nicht dargestellt sind. Die Anzahl

Tabelle 18.3: Untersuchte Perfluoralkyl-Substanzen (PFAS) im AWWR-Monitoring „Organische Spurenstoffe in der Ruhr“ in den Jahren 2023 - 2024. Abkürzungen vgl. Tabelle 18.2; Grün – Anteil der Untersuchungen über der BG ≤ 10 %, hellgelb – Anteil der Untersuchungen mit Positivbefund ≥ 90 %; Anzahl der Untersuchungen $n(A) = 72$.

Table 18.3: Analysed Perfluoralkyl Substances (PFAS) in the scope of the AWWR-Monitoring „Trace organics in the river Ruhr“ in the years 2023-2024. Abbreviations cf. Table 18.2; Green: substances with less than 10 % results above LQ, pale yellow – ratio of results > LQ exceeds 90 % of all samples; number of samples $n(A) = 72$.

Lfd. Nr.	Substanz	Kurzzeichen	Stoffgruppe	CAS-RN	Positiv-befunde	BG
					[%]	[µg/L]
1	Perfluorooctanoat	g-PFOA	PFAS	335-67-1	100	0,001
2	Perfluorooctansulfonat	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	69	0,001
5	Perfluorhexanoat	PFHxA	PFAS	307-24-4	97	0,001
6	Perfluorheptanoat	PFHpA	PFAS	375-85-9	54	0,001
7	Perfluorononanoat	PFNA	PFAS	375-95-1	0	0,001
8	Perfluordecanoat	PFDA	PFAS	335-76-2	1	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	99	0,001
13	Perfluorpentansulfonat	PFPS	PFAS	2706-91-4	1	0,001
14	Perfluorhexansulfonat	g-PFHxS	PFAS	432-50-7	4	0,001
15	Perfluorheptansulfonat	PFHpS	PFAS	1763-23-1	0	0,001
16	Perfluoronansulfonat	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	PFTTrS	PFAS	791563-89-8	0	0,001
21	Perfluorooctansulfonamid	PFOSA	PFAS	754-91-6	0	0,001

der Parameter, die Mediankonzentrationen über 0,1 µg/L zeigen, nimmt ruhrabwärts zu. In Meschede werden 3 Pharmaka, 3 Arzneimittel-Metabolite und 1-H-Benzotriazol im Mittel über 0,1 µg/L gefunden. Die Mediankonzentrationen nehmen zur Probenahmestelle Arnsberg ab. Zwischen den beiden Probenahmestellen fließt kein weiteres geklärtes Abwasser der Ruhr zu. Deshalb muss die Konzentrationsabnahme entweder als Folge einer Verdünnung durch den

Zustrom aus Nebengewässern oder als Ausdruck eines biotischen oder abiotischen Abbaus und einer Festlegung durch Sorption angesehen werden. In Wickede liegen zusätzlich 3 RKM und in Fröndenberg auch TCPP im Mittel über 0,1 µg/L. In Schwerte werden außerdem für Diclofenac, Metoprolol, den Metaboliten Valsartansäure und das RKM Iohexol Medianwerte über 0,1 µg/L ermittelt. In Hagen sinken die Medianwerte für Diclofenac und Metoprolol auf

Werte unter 0,1 µg/L. Zusätzlich tritt in Hagen das RKM Iopromid mit einem Medianwert über 0,1 µg/L auf. Ab Essen ruhrabwärts wird dieser Wert bei 6 Arzneimitteln, 6 Arzneimittel-Metaboliten, 5 RKM, TCPP und 1-H-Benzotriazol (19 Verbindungen) überschritten.

Nach dem Zufluss der Lenne zwischen Schwerte und Hagen sinken die mittleren Konzentrationen bei insgesamt 14 von 30 abwasserbürtigen Stoffen, die in Tabelle 18.6 aufgeführt sind. Dies deutet auf einen Zufluss von Wasser aus der Lenne hin, das für einige Substanzen geringere Konzentrationen als die oberstromige Ruhr aufweist. Aber für 7 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 5 von 30 Substanzen die Medianwerte – wenn auch teilweise nur geringfügig – in Mülheim unter denen in Essen, z.B. für Guanylharnstoff.

Unter den Flammenschutzmitteln sticht **TCPP** im Jahr 2024, wie in den Vorjahren, mit häufigen Nachweisen über der BG (31 von 35 Proben) und häufigen Konzentrationen über 0,1 µg/L hervor (7 Proben). Die maximale Konzentration von 0,155 µg/L lag unter den Höchstwerten der Vorjahre und wurde in Bochum beobachtet (23.07.2024). Die vergleichsweise niedrigen Gehalte an TCPP sind vermutlich auf die hohe Wasserführung der Ruhr im Jahr 2024 zurückzuführen.

[18.4] Skark, C.: Monitoring organischer Spurenstoffe in der Ruhr.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2012.- Schwerte, Essen, 136-144 (2013).

[18.5] Bergmann, S.; Leuchs, W.: Verbreitung von PFT in der Umwelt.- LANUV Fachbericht 34, Recklinghausen (2011).

[18.6] Borchers, U.: PFAS im Trinkwasser – gesetzliche Regulierung, Toxikologie und Überblick über Befunde.- Mitteilungen der Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie 29 (1), 1-8 (2023).

[18.7] Ruhrverband: Stoffe in der Ruhr – Retrospektive aus Sicht der instrumentellen Analytik.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2022.- Schwerte, Essen, 131-140 (2023).

Tabelle 18.4: Ergebnisübersicht aller Analysen für Stoffe mit Anteilen von Positivbefunden über 20 % [µg/L]. Q – Perzentil, sonstige Abkürzungen, Anzahl der Analysen und Analysenzeiträume für die einzelnen Stoffe vgl. Tabelle 18.2. Werte < BG werden für die Berechnung mit 0,5 * BG angesetzt. 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.

Table 18.4: Overview of analytical results for substances with a ratio of results above LQ greater than 20 % [µg/L]. Q – percentile, other abbreviations, period, and number of analyses for each compound cf. table 18.2. Calculation considered values < LQ with 0,5 * LQ. 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.

Lfd. Nr.	Substanz	Q25	arithmetischer Mittelwert	Median	Q75	Q90	Maximum
[µg/L]							
1	TBP	< BG	< BG	< BG	< BG	0,033	0,600
2	TiBP	< BG	0,032	0,024	0,039	0,062	0,295
3	TCEP	< BG	0,036	0,022	0,040	0,076	0,484
4	TCPP	0,058	0,129	0,103	0,173	0,248	1,325
5	TBEP	< BG	0,045	0,037	0,065	0,090	0,278
6	TDCPP	< BG	0,021	< BG	0,026	0,039	0,329
7	Bezafibrat	< BG	< BG	< BG	0,033	0,053	0,089
8	Candesartan	0,088	0,172	0,140	0,250	0,360	0,590
9	Carbamazepin	0,028	0,056	0,049	0,079	0,110	0,190
10	Diclofenac	< BG	0,081	0,069	0,110	0,150	0,490
11	Gabapentin	0,160	0,325	0,270	0,435	0,656	1,100
12	Lamotrigin	< BG	0,080	0,073	0,110	0,150	0,240
13	Metformin	0,288	0,557	0,410	0,680	1,000	2,600
14	Metoprolol	0,057	0,120	0,100	0,160	0,230	0,460
15	Pregabalin	< BG	< BG	< BG	< BG	0,058	0,100
16	Primidon	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,079
17	Sotalol	< BG	0,032	< BG	0,046	0,072	0,150
18	Sulfamethoxazol	< BG	< BG	< BG	0,061	0,084	0,140
19	Sulfapyridin	< BG	< BG	< BG	< BG	0,052	0,130
20	Telmisartan	< BG	0,038	< BG	0,053	0,078	0,130
21	Tramadol	< BG	0,025	< BG	0,036	0,050	0,087
22	Valsartan	< BG	0,085	0,068	0,113	0,205	0,350
23	AAA	0,150	0,221	0,210	0,273	0,345	0,730
24	DH-CBZ	0,043	0,083	0,073	0,120	0,159	0,310
25	FAA	0,160	0,338	0,290	0,470	0,651	1,100
26	Guanylharnstoff	1,475	2,795	2,400	3,925	5,200	13,000
27	IBU-H	< BG	< BG	< BG	0,058	0,089	0,300
28	Metoprololsäure	0,060	0,124	0,092	0,130	0,248	0,830
29	Valsartansäure	< BG	0,147	0,084	0,235	0,386	0,660
30	Amidotrizoesäure	0,073	0,230	0,200	0,340	0,490	0,830
31	Iohexol	< BG	0,221	0,130	0,330	0,570	2,200
32	Iomeprol	< BG	0,353	0,210	0,560	0,950	2,000
33	Iopamidol	< BG	0,329	0,200	0,510	0,820	2,300
34	Iopromid	< BG	0,121	0,067	0,160	0,294	1,100
35	1-H-Benzotriazol	0,173	0,396	0,330	0,565	0,899	1,294

Das Korrosionsschutzmittel **1-H-Benzotriazol** wird im Jahr 2024 in 23 von 36 Proben mit Konzentrationen über 0,1 µg/L gefunden. Die maximale Konzentration beträgt am 22.07.24 in Hagen 0,67 µg/L. Mittlere Konzentrationen für den Untersuchungszeitraum 2021 - 2024 liegen mit Ausnahme von Arnsberg im Ruhrverlauf über 0,1 µg/L (Tabelle 18.6).

Bei den **RKM** liegen in der langjährigen Betrachtung mittlere Konzentrationen oberhalb von Wickede unter der Bestimmungsgrenze (Tabelle 18.6). In Arnsberg und Meschede sind auch im Jahr 2024 lediglich vereinzelte Positivbefunde für Amidotrizoesäure und Iohexol festzustellen. Iodierte Röntgenkontrastmittel nehmen im Ruhrverlauf in ihrer Konzentration zu. So liegen ab Hagen mittlere Konzentrationen von 5 RKM für den Zeitraum 2008 - 2024 über 0,1 µg/L. Wie in den Vorjahren werden auch 2024 vereinzelt RKM mit Konzentrationen von 1 µg/L und mehr im Oberflächenwasser gefunden (7 Funde von Iohexol: Bochum, 22.01.24, 23.07.24; Essen, 22.01.24; Mülheim, vier Probenahmen 2024). Wie in den Vorjahren finden sich im Jahr 2024 häufiger Nachweise von Iohexol in höherer Konzentration als von Amidotrizoesäure und Iopamidol. Iohexol und Iomeprol weisen in mehr als 50 % der Untersuchungen im Jahr 2024 Gehalte von mehr als 0,1 µg/L auf. Dieses veränderte Konzentrationsbild deutet – wie bereits in den Vorjahren – ein verändertes Anwendungsmuster mit dem verstärkten Einsatz von Iohexol und Iomeprol an. In 11 der 36 Einzelproben des Jahres 2024 werden RKM-Summenkonzentrationen über 1 µg/L festgestellt. Diese hohen Summenkonzentrationen werden ab Bochum ruhrabwärts gefunden.

Hohe Medianwerte über 1 µg/L werden für **Guanylharnstoff** ermittelt (Tabelle 18.6). Bereits in Meschede liegt dieser Wert deutlich über 3 µg/L. Die höchste mittlere Konzentration wird in Schwerte mit 3,65 µg/L beobachtet (Zeitraum 2015 - 2024). 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 2024 wird Guanylharnstoff wie in den Vorjahren häufig mit

Tabelle 18.5: Ergebnisübersicht aller Analysen seit 2023 für PFAS mit Anteilen von Positivbefunden über 20 % [$\mu\text{g/L}$]. Q – Perzentil; sonstige Abkürzungen vgl. Tabelle 18.3; n(A) = 72. Werte < BG werden für die Berechnung mit 0,5 * BG angesetzt. Grün: Konzentration < BG.
 Table 18.5: Overview of analytical results since 2023 for PFAS with a ratio of results above LQ greater than 20 % [$\mu\text{g/L}$]. Q – percentile; other abbreviations cf. table 18.3; n(A) = 72. Calculation considered values < LQ with 0,5 * LQ. Green: concentration < LQ.

Lfd. Nr.	Substanz	Q25	arithmetischer Mittelwert	Median	Q75	Q90	Maximum
		[$\mu\text{g/L}$]					
1	g-PFOA	0,003	0,005	0,005	0,005	0,008	0,012
2	g-PFOS	0,003	0,004	0,003	0,004	0,005	0,007
3	PFBA	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,005
4	PFPA	0,002	0,003	0,002	0,004	0,005	0,007
5	PFHxA	0,002	0,003	0,002	0,003	0,005	0,007
6	PFHpA	< BG	0,002	0,001	0,002	0,004	0,006
7	g-PFBS	0,002	0,003	0,002	0,003	0,004	0,009
8	Summe PFAS-4	0,007	0,008	0,007	0,010	0,012	0,018
9	Summe PFAS-20	0,018	0,026	0,027	0,033	0,038	0,056

Konzentrationen über 1 $\mu\text{g/L}$ (30 von 36 Proben) gefunden. Der Maximalgehalt in den Proben aus dem Jahr 2024 wird mit 4,7 $\mu\text{g/L}$ wie im Vorjahr in Meschede (04.11.2024) festgestellt. Als Quelle für die Guanylharnstoff-Gehalte im Oberflächenwasser werden neben dem Abbau des Anti-Diabetikums Metformin unter anderem Transformationsprodukte aus der Landwirtschaft sowie der Papier- und Textilindustrie diskutiert [18.8 - 18.11]. Für **Metformin** liegen die Mediankonzentrationen für den gesamten Ruhrverlauf zwischen ca. 0,2 und 0,5 $\mu\text{g/L}$ (Zeitraum 2015 - 2024, Tabelle 18.6). Im Jahr 2024 wird als Maximalwert eine Konzentration von 1,2 $\mu\text{g/L}$ in Meschede im Winter nachgewiesen. Ähnlich wie in den Vorjahren werden auch 2024 beständig Metformin-Gehalte über 0,1 $\mu\text{g/L}$ detektiert [18.1]. Median-Gehalte des krampflösenden Wirkstoffs **Gabapentin** zeigen längs des Verlaufs der Ruhr eine weitgehend beständige Zunahme zwischen 0,2 und 0,5 $\mu\text{g/L}$, wobei in Arnsberg und Hagen die Gehalte gegenüber der oberstromigen Probenahmestelle abnehmen (Zeitraum 2015 - 2024, Tabelle 18.6). Dies deutet ebenfalls einen Abbau oder eine Verdünnung im Gewässer an. Auch im Jahr 2024 wird Gabapentin zumeist mit Konzentrationen über 0,1 $\mu\text{g/L}$ bestimmt (29 von 36 Proben). In Mülheim (22.01.24) wird

der Maximalgehalt von 0,27 $\mu\text{g/L}$ für 2024 detektiert. Das krampflösende Medikament **Lamotrigin** wird im Jahr 2024 in 24 Proben über der BG und in 12 Proben mit Gehalten von 0,1 $\mu\text{g/L}$ und mehr nachgewiesen (Maximum 0,16 $\mu\text{g/L}$, Mülheim 22.01.24). Mittlere Gehalte liegen von Bochum ruhrabwärts etwas über 0,1 $\mu\text{g/L}$ (Zeitraum 2017 - 2024). Das ebenfalls krampflösende Arzneimittel **Carbamazepin** wird 2024 in 17 von 36 Proben über der BG mit einem Maximalwert von 0,059 $\mu\text{g/L}$ (Mülheim, 04.11.24) gefunden. In der langjährigen Untersuchungsreihe (2008 - 2024) werden Mediangehalte bis zu ca. 0,09 $\mu\text{g/L}$ ermittelt (Tabelle 18.6). Der zugehörige Metabolit **10,11-Dihydroxy-10,11-Dihydro-Carbamazepin** (DH-CBZ) wird dagegen 2024 in 29 Proben über der BG mit Konzentrationen bis zu 0,1 $\mu\text{g/L}$ detektiert (Maximum 0,1 $\mu\text{g/L}$, Mülheim 04.11.24). Für den Betrachtungszeitraum ab 2019 tritt DH-CBZ im Mittel ab Bochum ruhrabwärts mit mittleren Konzentrationen über 0,1 $\mu\text{g/L}$ auf (Tabelle 18.6). Das Schmerzmittel **Diclofenac** wird 2024 in 21 von 36 Proben über der BG von 0,05 $\mu\text{g/L}$ und in 7 Proben über 0,1 $\mu\text{g/L}$ (Maximalgehalt 0,14 $\mu\text{g/L}$, Schwerte 28.10.24, Mülheim 04.11.24) nachgewiesen. Im Untersuchungszeitraum zwischen 2008 und 2024 zeigen sich mit den Ausnahmen Meschede und

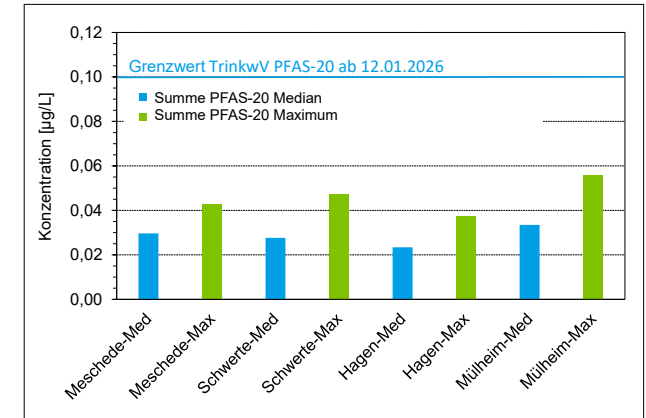


Bild 18.1: Mittlere und maximale Gehalte der Summe von PFAS-20 im Oberflächenwasser der Ruhr an ausgewählten Probenahmeorten im Vergleich zum zukünftigen Grenzwert der TrinkwV. Abkürzungen vgl. Tabelle 18.3. Untersuchungen je Probenahmeort n(A) = 8. PFAS-20: Summe PFBA, PFPA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnA, PFDoA, PFTrA, PFBS, PFPS, PFHxS, PFHpS, PFNS, PFDS, PFUnS, PFDoS, PFTrS. Max – Maximalgehalt, Med – Mediangehalt.

Fig. 18.1: 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 value of the drinking water ordinance (TrinkwV). Abbreviations cf. table 18.3. Analyses per sampling point n(A) = 8. 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.

- [18.8] 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)
- [18.9] Hallinger, S.; Wallnöfer, P. R.; Goldbach, H.; Amberger, A.: Several aspects of bacterial dicyandiamide degradation.- Naturwissenschaften 77, 332-334 (1990)
- [18.10] 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)
- [18.11] ter Laak, T.; Baken, K.: The occurrence, fate and ecological and human health risks of metformin and guanyurea in the water cycle - A literature review.- KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein, 24 S. (2014)

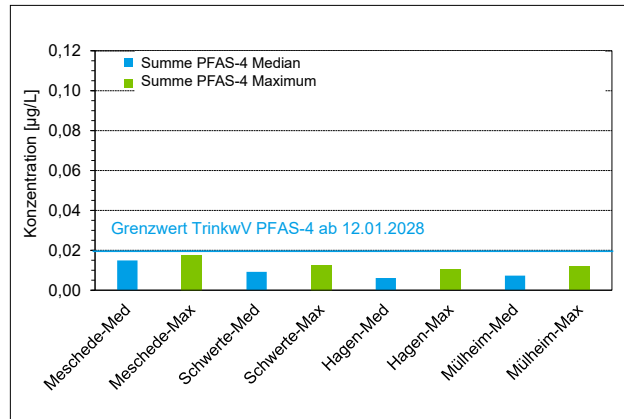


Bild 18.2: Mittlere und maximale Gehalte der Summen von PFAS-4 im Oberflächenwasser der Ruhr an ausgewählten Probenahmeorten im Vergleich zum zukünftigen Grenzwert der TrinkwV. Abkürzungen vgl. Tabelle 18.3. Untersuchungen je Probenahmeort $n(A) = 8$. PFAS-4: Summe PFOA, PFNA, PFHxS, PFOS. Max - Maximalgehalt, Med - Mediangehalt.

Fig. 18.2: 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 value of the drinking water ordinance (TrinkwV). Abbreviations cf. table 18.3. Analyses per sampling point $n(A) = 8$. PFAS-4: Sum PFOA, PFNA, PFHxS, PFOS. Max - Maximum, Med - median concentration.

Schwerte Mediangehalte unter $0,1 \mu\text{g/L}$ (Tabelle 18.6). Weitere Schmerzmittel und krampflösende Wirkstoffe wie Ibuprofen und Tramadol werden im Jahr 2024 vereinzelt über der BG nachgewiesen, ohne dass Konzentrationen über $0,1 \mu\text{g/L}$ gefunden werden. Der Metabolit **Ibuprofen-2-Hydroxid** wird 2024 in 18 von 36 Proben über der BG und fünf Mal mit Konzentrationen über $0,1 \mu\text{g/L}$ bestimmt (Maximum $0,3 \mu\text{g/L}$ Meschede, 22.01.24). Der Metabolit des Schmerzmittels Metamizol, **FAA** zeigt im Ruhrverlauf mittlere Gehalte zwischen ca. $0,1$ und $0,5 \mu\text{g/L}$ (Zeitraum 2015 - 2024, Tabelle 18.6). Im Jahr 2024 tritt FAA in 30 von 36 Proben mit Gehalten über $0,1 \mu\text{g/L}$ in der Ruhr auf (Maximum $0,62 \mu\text{g/L}$, Mülheim, 04.11.24). Mediangehalte des Metamizol-Metaboliten **AAA** liegen im Ruhrverlauf

Tabelle 18.6: Ergebnisübersicht der Mediangehalte $[\mu\text{g/L}]$ in den einzelnen Probenahmestellen über die jeweiligen Untersuchungszeiträume. Abkürzungen, Anzahl der Analysen und Analysenzeiträume für die einzelnen Stoffe vgl. Tabelle 18.2. Werte $< BG$ werden für die Berechnung mit $0,5 * BG$ angesetzt. Grün: Konzentration $< BG$, grau: $0,09 \mu\text{g/L} < \text{Konzentration} \leq 0,1 \mu\text{g/L}$, gelb: $0,1 \mu\text{g/L} < \text{Konzentration} \leq 0,5 \mu\text{g/L}$, orange: $0,5 \mu\text{g/L} < \text{Konzentration} < 1 \mu\text{g/L}$, rot: $1 \mu\text{g/L} < \text{Konzentration}$.

Table 18.6: Median concentrations $[\mu\text{g/L}]$ in every sampling point over the respective period of analyses. Abbreviations, period, and number of analyses for each compound cf. table 18.2. Calculation considered values $< LQ$ with $0,5 * LQ$. Green: concentration $< LQ$, grey: $0,09 \mu\text{g/L} < \text{concentration} \leq 0,1 \mu\text{g/L}$, yellow: $0,1 \mu\text{g/L} < \text{concentration} \leq 0,5 \mu\text{g/L}$, orange: $0,5 \mu\text{g/L} < \text{concentration} < 1 \mu\text{g/L}$, rot: $1 \mu\text{g/L} < \text{concentration}$.

Stoff	Probenahmestelle								
	Meschede	Arnsberg	Wickede	Fröndenberg	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
	$[\mu\text{g/L}]$								
TiBP	<BG	<BG	<BG	0,023	0,033	0,028	0,039	0,037	0,033
TCEP	<BG	<BG	<BG	<BG	0,040	0,022	0,033	0,035	0,020
TCPP	0,040	0,036	0,074	0,114	0,128	0,106	0,169	0,158	0,169
TBEP	< BG	< BG	0,037	0,042	0,051	0,033	0,049	0,050	0,050
TDCPP	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,022	0,023	< BG
Bezafibrat	< BG	< BG	< BG	< BG	0,029	< BG	0,028	0,026	< BG
Candesartan	0,110	< BG	0,130	0,110	0,170	0,180	0,260	0,230	0,270
Carbamazepin	0,027	<BG	0,040	0,040	0,059	0,059	0,082	0,081	0,088
Diclofenac	0,100	<BG	0,065	0,063	0,105	0,060	0,078	0,081	0,089
Gabapentin	0,220	0,115	0,210	0,230	0,345	0,290	0,415	0,420	0,490
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	0,385	0,420	0,455	0,475	0,450	0,460
Metoprolol	0,069	0,034	0,090	0,092	0,130	0,098	0,160	0,180	0,200
Sotalol	<BG	<BG	<BG	0,025	0,030	<BG	0,027	0,031	0,029
Sulfamethoxazol	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	0,062	0,060	0,066
Telmisartan	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,058	0,054	0,065
Tramadol	< BG	< BG	< BG	< BG	0,029	0,028	0,038	0,037	0,037
Valsartan	< BG	< BG	< BG	< BG	0,089	0,087	0,098	0,110	0,110
AAA	0,175	0,100	0,180	0,185	0,220	0,210	0,260	0,250	0,250
DH-CBZ	0,051	0,034	0,053	0,053	0,088	0,085	0,120	0,110	0,120
FAA	0,155	0,096	0,220	0,210	0,390	0,315	0,500	0,490	0,530
Guanylharnstoff	3,250	1,500	2,300	2,200	3,650	2,450	2,600	2,500	1,800
Metoprololsäure	0,086	0,046	0,064	0,072	0,084	0,083	0,115	0,110	0,120
Valsartansäure	< BG	< BG	0,066	0,065	0,101	0,145	0,220	0,120	0,210
Amidotrizoesäure	<BG	<BG	0,170	0,180	0,250	0,230	0,330	0,340	0,460
Iohexol	<BG	<BG	0,088	0,092	0,110	0,160	0,285	0,305	0,530
Iomeprol	<BG	<BG	0,104	0,129	0,285	0,305	0,610	0,630	0,610
Iopamidol	<BG	<BG	0,225	0,290	0,305	0,290	0,320	0,325	0,480
Iopromid	<BG	<BG	<BG	0,055	0,068	0,130	0,160	0,175	0,170
1-H-Benzotriazol	0,110	0,062	0,265	0,195	0,345	0,570	0,550	0,490	0,600

zwischen ca. 0,1 und 0,3 µg/L und damit in der Größenordnung des Vorjahres (Zeitraum 2015 - 2024, Tabelle 18.6). In den Proben des Jahres 2024 werden AAA-Gehalte bis zu 0,49 µg/L gefunden (Meschede 04.11.24), wobei in 34 von 36 Proben die Konzentration von 0,1 µg/L erreicht oder überschritten wird.

In der Stoffgruppe der Sartane, Blutdrucksenker, die ab 2020 untersucht werden, fällt der Wirkstoff **Candesartan** mit einem Mediangehalten von 0,1 µg/L in Meschede und darüber in weiten Teilen des Ruhrverlaufs auf. Wiederum sinkt die Durchschnittskonzentration von Meschede nach Arnsberg, um im weiteren Verlauf bis auf 0,27 µg/L in Mülheim zu steigen (Zeitraum 2020 - 2024, Tabelle 18.6). Im Jahr 2024 werden in 23 von 36 Proben Gehalte über 0,1 µg/L gefunden (Maximum 0,37 µg/L, Mülheim 04.11.24). Mit **Valsartan** wird ein weiterer Wirkstoff aus der Gruppe der Sartane im Jahr 2024 häufig über der BG (26 der 36 Proben), aber in geringerem Ausmaß mit 0,1 µg/L oder mehr gefunden (11 Proben). Als Maximalgehalt wird für Valsartan 0,23 µg/L (Mülheim 22.01.24) bestimmt. Der Metabolit **Valsartansäure** wird in ähnlicher Häufigkeit über der BG (20 von 36 Proben) und in 15 Proben über 0,1 µg/L nachgewiesen (Maximum 0,34 µg/L, Mülheim 04.11.24). Die Mediangehalte liegen ab Schwerte ruhrabwärts über 0,1 µg/L (Zeitraum 2020 - 2024). Der langjährig untersuchte Blutdrucksenker Metoprolol wird im Jahr 2024 in 32 von 36 Proben über der BG und in 8 Proben mit Gehalten von 0,1 µg/L und darüber gefunden (Maximalwert 0,18 µg/L, Mülheim 04.11.24). Für die gesamte Untersuchungsreihe (2008 - 2024) nehmen die Mediangehalte von Metoprolol in den einzelnen Probenahmeorten während der letzten drei Jahre ab. Derzeit lassen sich für die Probenahmestellen Schwerte, Bochum, Essen und Mülheim mittlere Gehalte über 0,1 µg/L ermitteln (Tabelle 18.6). Der Metabolit Metoprololsäure wird 2024 in fast jeder Probe über der BG (35 von 36 Proben) und in sieben Proben über 0,1 µg/L bestimmt. Die Maximalkonzentration beträgt 0,12 µg/L (Wickede 22.07.24). In der gesamten Untersuchungsreihe seit 2019 tritt Metoprololsäure ab Bochum ruhrabwärts mit mittleren Gehalten über 0,1 µg/L auf (Tabelle 18.6).

Unter den **Antibiotika** werden im Jahr 2024 vereinzelt die Sulfonamide Sulfamethoxazol (8 Befunde > BG) und Sulfapyridin (1 Befund > BG) mit Konzentrationen unter 0,1 µg/L nachgewiesen.

Für eine Vielzahl der untersuchten Parametern wurden im Jahr 2024 gegenüber den Vorjahren niedrigere Maximalkonzentrationen, weniger Befunde > 0,1 µg/L und niedrigere Konzentrationen beobachtet. Dies gilt auch für solche Stoffe wie Metformin und Guanylarnstoff. Dies kann eine Folge der vergleichsweise höheren Abflüsse in der Ruhr im Jahr 2024 sein.

In Tabelle 18.7 sind die Medianwerte der Untersuchungen 2023 - 2024 auf PFAS an den Probenahmeorten zusammengestellt, bei denen PFAS in relevantem Maße über der BG gefunden wurden (8 Untersuchungen je Probenahmeort). Die mittleren Konzentrationen liegen zumeist unter 0,005 µg/L. Lediglich in Meschede wird bei PFOA ein Medianwert von 0,009 µg/L ermittelt. Dies kann auf diffuse Einträge aus landwirtschaftlich genutzten Flächen im Oberstrom dieser Probenahmestelle zurückzuführen sein. Auf einigen dieser Flächen wurden bis vor 20 Jahren vorgeblich zur Bodenverbesserung PFAS-haltige Produktionsschlämme ausgebracht. Nach der Beendigung dieser Ausbringung kann mit beständig sinkenden und heute sehr geringen Konzentrationen ein PFAS-Austrag aus diesen Flächen in das Oberflächenwasser der Ruhr nachgewiesen werden [18.12]. Die Summe von 20 PFAS erreicht im Mittel Werte zwischen 0,017 und 0,034 µg/L und liegt somit deutlich unter dem zukünftigen Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,1 µg/L. Mittlere Werte der Summe von 4 PFAS (PFOA, PFNA, PFHxS, PFOS) liegen zumeist unter 0,01 µg/L. Lediglich in Meschede wird ein Wert von 0,015 µg/L ermittelt. Auch diese Werte unterschreiten den zukünftigen Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,02 µg/L für die Summe PFAS-4.

In den Jahren 2007 bis 2023 wurden viele der in diesem Monitoring-Programm auffälligen Substanzen mit ähnlichen Konzentrationen bei Untersuchungen der AWWR-Mitgliedsunternehmen und des Ruhrverbands gefunden [18.7, 18.13-18.16]. Dies kann vor allem für die Pharmaka Carbamazepin,

Diclofenac, Metoprolol und Sulfamethoxazol, das Flammenschutzmittel TCPD 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 [18.17-18.18]. Der Bezug zu den Vorsorgewerten wird bereits in der Besprechung der gefundenen Konzentrationshöhen im Zusammenhang mit der Tabelle 18.6 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

-
- [18.12] Heyer, A.; Aschermann, G.; Schünke, H.; Skark, C.: *Per- und Polyfluoralkylsubstanzen: Ein altes Thema – eine neue Herausforderung?* - in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): *Ruhrgütebericht 2023*.- Schwerte, Essen, 167-169 (2024).
- [18.13] Zullei-Seibert, N.; Schöpel, M.; Strücker, G.: *Stoffspuren in der Ruhr – Ergebnisse aus den Wasserversorgungsunternehmen zu Arzneimitteln und Flammenschutzmitteln*.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): *Ruhrgütebericht 2007*.- Gevelsberg, Essen, 148-159 (2008).
- [18.14] Ruhrverband: *Organische Spurenstoffe in der Ruhr*.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): *Ruhrgütebericht 2022*.- Schwerte, Essen, 106-119 (2023).
- [18.15] Ruhrverband: *Organische Spurenstoffe in der Ruhr*.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): *Ruhrgütebericht 2023*.- Schwerte, Essen, 86-102 (2024).
- [18.16] Härtel, C.: *Polare Substanzen in der Ruhr. Vom Wasser* 121 (1), 3-9 (2023).
- [18.17] Dieter, H.H.: *Grenzwerte, Leitwerte, Orientierungswerte, Maßnahmenwerte - Definitionen und Festlegungen mit Beispielen aus dem UBA*.- Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Stand: 16.12.2011; http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/trinkwassertoikologie/grenzwerte_leitwerte.pdf (2011)
- [18.18] 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: 25.05.2025.

Tabelle 18.7: Ergebnisübersicht der Mediangehalte [µg/L] für PFAS in den einzelnen Probenahmestellen (2023-2024). Abkürzungen vgl. Tabelle 18.3. Werte < BG werden für die Berechnung mit 0,5 * BG angesetzt. Grün: Konzentration < BG. PFAS-4: Summe PFOA, PFNA, PFHxS, PFOS. PFAS-20: Summe PFBA, PFPA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnA, PFDoA, PFTrA, PFBS, PFPS, PFHxS, PFHpS, PFNS, PFDS, PFUnS, PFDoS, PFTrS.

Table 18.7: Median concentrations [µg/L] of PFAS in every sampling point (2023-2024). Abbreviations cf. table 18.3. Calculation considered values < LQ with 0,5 * LQ. Green: concentration < LQ. PFAS-4: Sum PFOA, PFNA, PFHxS, PFOS. PFAS-20: Sum PFBA, PFPA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnA, PFDoA, PFTrA, PFBS, PFPS, PFHxS, PFHpS, PFNS, PFDS, PFUnS, PFDoS, PFTrS.

Stoff	Probenahmestelle								
	Meschede	Arnsberg	Wickede	Fröndenberg	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
	[µg/L]								
g-PFOA	0,009	0,005	0,005	0,005	0,005	0,003	0,003	0,003	0,003
g-PFOS	0,005	0,003	0,003	0,003	0,004	0,003	0,004	0,004	0,004
PFBA	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,003	0,003
PFPA	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,003	0,003
PFHxA	0,002	0,001	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,004	0,003
PFHpA	<BG	<BG	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002
g-PFBS	0,003	0,001	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Summe PFAS-4	0,015	0,007	0,008	0,008	0,009	0,006	0,007	0,007	0,007
Summe PFAS-20	0,030	0,017	0,024	0,024	0,028	0,023	0,024	0,028	0,034

(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 [18.19]).

Im Jahr 2024 wurden die GOW bereits im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser für viele Untersuchungsparameter eingehalten. Für fünf 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 (1 von 31 Positivbefunden), das Antidiabetikum Metformin (1 von 36 Positivbefunden) und den Arzneimittel-Metaboliten Valsartansäure (2 von 20 Positivbefunden) ermittelt werden. Häufige Überschreitungen fanden sich für die Arzneimittel-Metaboliten Guanylharnstoff (30 von 36 Positivbefunden) und FAA (14 von 36 Positivbefunden).

Für Carbamazepin und Diclofenac wurden für die Oberflächenwasserkonzentrationen im Jahr 2024 maximale

Bewertungsquotienten bezogen auf den GOW von 0,2 bzw. 0,47 erreicht. Für den Carbamazepin-Metaboliten DH-CBZ wurde ein maximaler Bewertungsquotient von 0,33 bestimmt. Für weitere Arzneimittel wie Gabapentin, Lamotrigin und Valsartan wurden als maximale Bewertungsquotienten Werte von 0,27, 0,53 und 0,77 ermittelt. Für die RKM Amidotrizoesäure und Iopamidol wurden maximale Werte von 0,28 bzw. 0,31 bestimmt. Bei dem Korrosionsschutzmittel Benzotriazol trat ein Maximalwert von 0,22 auf. In Bezug auf diese Substanzen kann das Oberflächenwasser unbedenklich als Rohwasser für die Trinkwassergewinnung genutzt werden.

Auch Substanzen mit Gehalten über dem 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 [18.20].

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 18.1). Als mittlerer Abstand lässt sich eine Entfernung von 6,5 km bestimmen. Der Pegel Fröndenberg stand 2024 wie in den Vorjahren nicht zur Auswertung zur Verfügung.

Die mittleren Abflüsse im Jahr 2024 fallen höher aus als die langjährigen Mittelwerte (Faktor ca. 1,15), liegen aber unter den MQ-Werten des Vorjahres (Faktor ca. 0,75). Die Abfluss-Mittelwerte für die bisherige Laufzeit des Monitorings zwischen Juli 2008 und Dezember 2024 bleiben weiterhin unter den langjährigen Mittelwerten (Faktor ca. 0,87). Dies war auch in den Vorjahren der Fall. Durch das niederschlagsreiche Jahr 2024 hat sich aber der Abstand zwischen dem langjährigen Mittelwert und dem Mittelwert des Untersuchungszeitraums verringert.

Die Tagesabflüsse an den Probenahmeterminen im Jahr 2024 betragen zwischen 30 und 260 % des langjährigen mittleren Abflusses (MQ). An den Probenahmetagen werden im Jahr 2024 im Mittel 113 % des langjährigen MQ beobachtet. Dies übersteigt den Wert aus den Vorjahren deutlich.

Die überdurchschnittlichen Abflüsse traten bei der Winter-Beprobung (22.01.24) und der Frühjahr-Beprobung (22.04.24) auf. Sowohl die Winter-Beprobung als auch die Frühjahr-Beprobung fanden ca. 16 Tage nach einem Hochwasser-Scheitel statt. Insbesondere vor der Winter-Beprobung wurden während mehrerer Wochen überdurchschnittliche Abflüsse in der Ruhr beobachtet. Die Hochwasserabflüsse lagen im Winter (Villigst MQ[05.01.24] ca. 240 m³/s) deutlich über denen im Frühjahr (Villigst MQ[06.04.24] ca. 55 m³/s). Da lokale kräftige Niederschläge die Abflüsse steigen ließen, fand die Sommer-Beprobung (22./23.07.24) bei zunehmenden Abflüssen statt. Zudem ging dieser Beprobung keine

Tabelle 18.8: Ergebnisübersicht der Mediane von Tagesfrachten [g/d]. Abkürzungen vgl. Tabelle 18.2. Für die Frachtermittlung werden Konzentrationen unter der BG nicht berücksichtigt. Der Frachtermittlung liegen unterschiedliche Anzahlen von Einzelanalysen zugrunde, vgl. Tabelle 18.2. In die Frachtermittlung für Arnsberg gehen die Werte für die Jahre 2017 und 2018 sowie für Wickede die Werte für das Jahr 2022 nicht ein, da keine zugehörige Abfluss-Werte vorliegen. Für Essen war kein Abflusswert für den 26.07.2021 vorhanden. Grün: Median Tagesfracht = 0; grau: 100 g/d ≤ Tagesfracht < 500 g/d; gelb: 500 g/d ≤ Tagesfracht < 1.000 g/d; orange: 1.000 g/d ≤ Tagesfracht.

Table 18.8: Median of daily loads [g/d]. abbreviations cf. table 18.2, load calculation does not consider concentrations below LQ. Load calculations are based on varying analyses number cf. table 18.2. Load calculation for Arnsberg in the years 2017 and 2018 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. Green: median daily load = 0; grey: 100 g/d ≤ daily load < 500 g/d; yellow: 500 g/d ≤ daily load < 1.000 g/d; orange: 1.000 g/d ≤ daily load.

Stoff	Probenahmestelle							
	Meschede	Arnsberg	Wickede	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
	[g/d]							
TIBP				46	59	88	79	95
TCEP	4		17	53	57	101	104	59
TCPP	15	23	101	186	335	464	519	565
TBEP			58	66	94	147	132	172
TDCPP	4		14	23	25	60	62	53
Bezafibrat						69	63	
Candesartan	37	23	157	277	570	808	871	1.118
Carbamazepin	9		50	65	165	230	241	268
Diclofenac	35	6	85	127	174	279	293	388
Gabapentin	76	57	318	451	1.013	1.366	1.333	1.816
Lamotrigin	12		81	127	234	363	302	396
Metformin	163	143	465	593	1.679	1.684	1.910	1.891
Metoprolol	24	18	123	160	302	537	633	708
Sotalol			11	31		62	74	77
Sulfamethoxazol			27	52	94	161	160	189
Telmisartan				19		148	135	180
Tramadol				29	57	98	92	108
Valsartan			60	104	311	248	461	602
AAA	67	73	231	300	617	771	700	773
DH-CBZ	16	17	80	113	264	343	372	416
FAA	63	60	285	506	855	1.421	1.523	1.753
Guanylharnstoff	1.072	931	3.307	5.320	8.451	9.317	7.576	6.615
Metoprololsäure	27	22	126	130	311	390	403	492
Valsartansäure	6		65	162	489	487	377	635
Amidotrizoesäure			214	297	719	1.015	1.026	1.436
Iohexol			108	150	455	945	1.066	2.078
Iomeprol			129	353	897	2.166	2.028	2.099
Iopamidol			380	450	917	969	1.039	1.719
Iopromid			24	86	326	664	569	708
1-H-Benzotriazol	71	69	332	610	2.190	2.068	2.278	2.566

ausgeprägte Niedrigwasser-Periode voraus. Dies gilt ebenso für die Herbst-Beprobung. Dies mag die gegenüber den Vorjahren etwas geringeren Konzentrationswerte erklären.

Maximale Konzentrationen treten vor allem in der Herbst-Beprobung Anfang November 2024 in Mülheim auf. Manche Maximal-Konzentrationen wurden jedoch auch in Wickede, Schwerte und Bochum in der Sommer-Beprobung im Juli 2024 festgestellt. Für einzelne Untersuchungsparameter (PFOA, Guanylharnstoff, Ibuprofen-2-Hydroxid, AAA) waren Maximal-Konzentrationen auch am Oberlauf der Ruhr in Meschede zu beobachten. Insgesamt jedoch ähneln in allen Probenahmestellen mit geringen Abweichungen 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 (Tabelle 18.8). 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. Für die Untersuchungsparameter, die erst ab 2015 analysiert wurden, liegen den Werten in Tabelle 18.8 entsprechend weniger Daten zugrunde (vgl. Tabelle 18.2). Im Mittel lagen und liegen die Tagesfrachten einzelner Verbindungen in den oberstromigen Messstellen, Meschede und Arnsberg, unter 80 g/d (Zeitraum 2008 - 2024). Ledig-

[18.19] Skark, C.: Monitoring organischer Spurenstoffe in der Ruhr.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2022.- Schwerte, Essen, 196-208 (2023).

[18.20] Wasserwerke Westfalen: Trinkwasseranalyse - Stand Mai 2025; <https://www.wasserwerke-westfalen.de/wasser/unsere-wasserwerke/halingen#/wasserwerk-halingen/wasserwerk-halingen>. Abgerufen: 12.05.2025.

lich 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, die Arzneimittel-Metabolite FAA und Guanylharnstoff sowie für das Korrosionsschutzmittel 1-H-Benzotriazol ermittelt. Bereits in Meschede und Wickede werden im Mittel mehr als 1 kg/d an Guanylharnstoff beobachtet. In Hagen treten Metformin, Gabapentin und 1-H-Benzotriazol in dieser Klasse hinzu (Zeitraum 2008 - 2024, Tabelle 18.8). Für einzelne PFAS-Verbindungen lassen sich mittlere Tagesfrachten unter 25 g/d ermitteln (Zeitraum 2023 - 2024, Tabelle 18.9). Mittlere Tagesfrachten für PFAS-4 liegen zwischen 5 und 40 g/d. Die mittleren Tagesfrachten für PFAS-20 betragen zwischen 10 und 130 g/d. Maximale Tagesfrachten werden für PFAS-4 unter 120 g/d und bei PFAS-20 unter 1 kg/d beobachtet.

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 Probenahmetage zur Länge des Beprobungszeitraums in Verhältnis setzt [18.21]. In den Bildern 18.3 und 18.4 werden die geschätzten Jahresfrachten für ausgewählte Stoffe in Schwerte und Mülheim und für die Jahre 2014 und 2024 miteinander verglichen. Die Abflüsse an den Probenahmetagen des Jahres 2014 lagen im Mittel bei ca. 70 % des Jahres 2024. Im Jahr 2014 fehlen auch die ausgeprägten Hochwässer. Der MQ_{2014} stellt ca. 60 % des MQ_{2024} dar. Diese Unterschiede im Abflussgeschehen überprägen den Vergleich der Jahresfrachtabschätzung. Im Jahr 2024 liegt die Jahresfracht des Flammenschutzmittels TCPP wie in den Vorjahren in Schwerte in der gleichen Größenordnung wie in Mülheim (Bild 18.3). Im Zehn-Jahres-Vergleich verdoppelt sich in Schwerte die TCPP-Jahresfracht, während sie in Mülheim um ein Drittel sinkt. Bei langjährig untersuchten Pharmaka ist 2024 eine Zunahme von etwa 7 bis 100 kg/a in Schwerte auf ca. 30 bis 260 kg/a in Mülheim zu beobachten (Bild 18.3). Im Vergleich des

Zehnjahreszeitraums nehmen sowohl in Schwerte als auch in Mülheim für Carbamazepin und Sulfamethoxazol die Jahresfrachten ab. Für Diclofenac und Metoprolol sind in Schwerte Zunahmen der Jahresfracht über die zehn Jahre zu verzeichnen, während diese in Mülheim im Zehn-Jahres-Vergleich sinken. Eine Gegenüberstellung der Jahresfrachten 2024 und dem Vorjahr 2023 ergibt in Schwerte eine leichte Zunahme für die Pharmaka. In Mülheim wird zwischen 2023 und 2024 für Carbamazepin und Sulfamethoxazol eine leichte Abnahme der Jahresfrachten beobachtet, während Diclofenac und Metoprolol leicht zunehmen.

Bei den Stoffen, die im Jahr 2015 in das Monitoring aufgenommen wurden (Bild 18.4), nehmen die abgeschätzten Jahresfrachten von Jahr 2023 zum Jahr 2024 für Guanylharnstoff, Metformin und Gabapentin in Schwerte und Mülheim zu, was auf die in der Regel höheren Abflüsse an Probenahmetagen zurückzuführen ist. Die Jahresfrachten 2024 liegen für Guanylharnstoff erwartungsgemäß auf hohem Niveau: Schwerte ca. 4,5 t/a, Mülheim ca. 5,5 t/a. Die Frachtsumme aller untersuchten Pharmaka steigt zwischen 2014 und 2024 stark an (Bild 18.4). Dies liegt am veränderten Untersuchungsumfang in dieser Stoffgruppe. Im Jahr 2014 wurden 17 Substanzen untersucht, während 2024 48 Pharmaka und Arzneimittel-Metabolite analysiert werden. In Schwerte und Mülheim werden 2024 summierte Jahresfrachten von ca. 7,3 bzw. 11,5 t/a Pharmaka (einschließlich Abbauprodukten) abgeschätzt. Dies übersteigt auch die Abschätzungen für 2023 deutlich. Für einzelne häufig gefundene RKM werden in Schwerte in der Ruhr für das Jahr 2024 Jahresfrachten zwischen ca. 70 und 360 kg/a abgeschätzt, während in Mülheim zwischen ca. 350 und 4.000 kg/a auftreten (Bild 18.4). In Schwerte und Mülheim wird 2024 eine geringere Jahresfracht für Iopamidol als 2014 festgestellt. Für Amidotrizoesäure nimmt die Jahresfracht in Schwerte im Zehn-Jahres-Vergleich leicht zu, während sie in Mülheim abnimmt. Dagegen steigen die Jahresfrachten von Iohexol an beiden Orten im Vergleich von 2014 zu 2024 deutlich. Wie in den Vorjahren spiegelt dies vermutlich geänderte Verbrauchsmengen der einzelnen RKM wider [18.1]. In der Summe

Tabelle 18.9: Ergebnisübersicht der Mediane von Tagesfrachten [g/d] für PFAS (2023-2024). Abkürzungen vgl. Tabelle 18.3. Für die Frachtermittlung werden Konzentrationen unter der BG nicht berücksichtigt. PFAS-4 und PFAS-20 vgl. Tabelle 18.7. Grün: Median Tagesfracht = 0, grau: $100 \text{ g/d} \leq \text{Tagesfracht} < 500 \text{ g/d}$.

Table 18.9: Median of daily loads [g/d] for PFAS (2023-2024), abbreviations cf. table 18.3. Load calculation does not consider concentrations below LQ. PFAS-4 and PFAS-20 cf. table 18.7. Green: median daily load = 0; grey: $100 \text{ g/d} \leq \text{daily load} < 500 \text{ g/d}$.

Stoff	Probenahmestelle							
	Meschede	Arnsberg	Wickede	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
	[g/d]							
g-PFOA	3	5	11	11	13	15	15	16
g-PFOS	2	3	6	11	17	20	17	21
PFBA	1	2	6	6	12	12	13	16
PFPA		2	4	4	7	6	6	8
PFHxA	1	1	4	6	13	12	13	16
PFHpA			1	2	6	7	7	8
g-PFBS	1	1	5	7	12	13	15	19
SummePFAS-4	5	7	17	21	32	35	33	40
Summe PFC-20	10	17	43	63	83	94	99	127

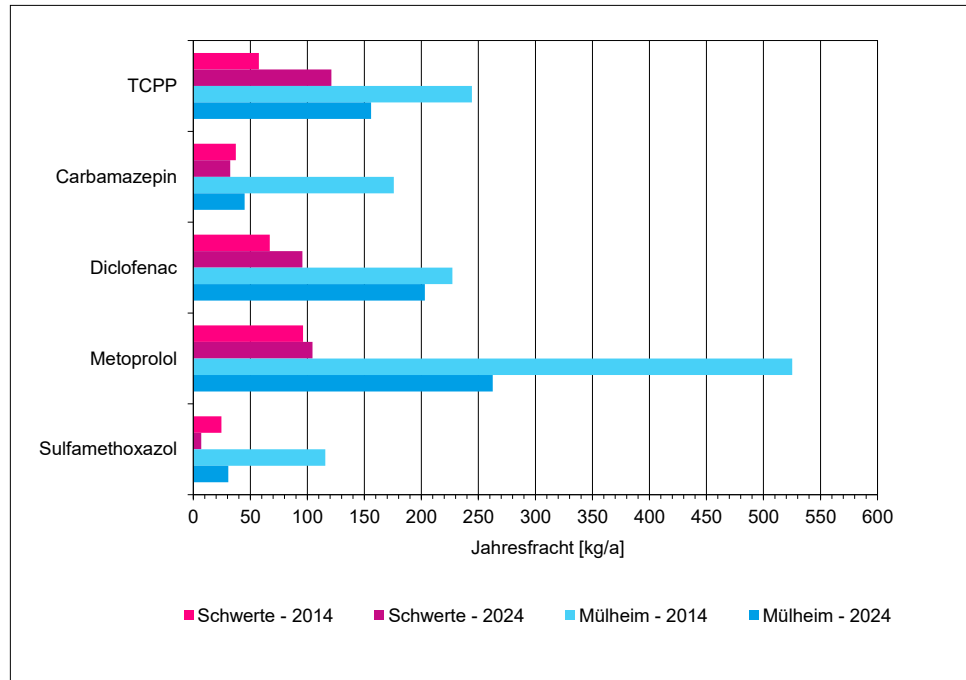


Bild 18.3: Geschätzte Jahresfrachten ausgewählter Verbindungen im Oberflächenwasser der Ruhr im Vergleich der Jahre 2014 und 2024 und der Probenahmestellen Schwerte und Mülheim.

Fig. 18.3: Estimated annual loads for selected substances in comparison between 2014 and 2024 and between the sampling points Schwerte and Mülheim.

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 2024 sind bei Flammenschutzmitteln, Röntgenkontrastmitteln 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 2024 vor allem Candesartan, Gabapentin, Lamotrigin, Metformin und Valsartan, die Metabolite AAA, 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 bis 2012 üblich waren. Lediglich vereinzelt wurden in 2023 PFOA-Gehalte über 0,01 µg/L beobachtet.

Im Jahr 2024 wurden bei den Probenahmen im Sommer und Herbst in der Regel unterdurchschnittliche Abflüsse in der Ruhr beobachtet, während bei den Probenahmen im Winter und Frühjahr die mittleren Abflüsse teilweise deutlich überschritten wurden. Über alle Probenahmen hinweg traten im Jahr 2024 zwischen 29 und 260 % des langjährigen MQ auf. Häufig wurden für viele Stoffe Maximalkonzentrationen im Sommer und Herbst 2024 nachgewiesen. Oft wurden diese Maximalkonzentrationen in der unteren Ruhr bei Bochum 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.

[18.21] Verhoff, F.H.; Yaksich, M.; Melfi, D.A.: River nutrient and chemical transport estimation.- *Journal of the Environmental Engineering Division*, 106, 592-607 (1980).

aller untersuchten RKM wird in Schwerte im Jahr 2024 mit ca. 930 kg/a etwa die gleiche Fracht wie im Jahr 2014 mit ca. 910 kg/a ermittelt. In Mülheim stiegen die RKM-Jahresfrachten von 2014 (ca. 5 t/a) zum Jahr 2024 an (ca. 6 t/a).

Zusammenfassung

Mit den Proben im Jahr 2024 wurde im Monitoring das Oberflächenwasser der Ruhr an neun Probenahmestellen insgesamt 66-mal (Bochum, Essen n = 64, Mülheim n = 63) seit 2008 auf organische Spurenstoffe untersucht. Das Untersuchungsspektrum umfasste im Jahr 2024 82 Substanzen aus den Stoffgruppen phosphororganische Flammenschutzmittel, Humanpharmaka, iodierter Röntgenkontrastmittel, Korrosionsschutzmittel und perfluorierte Substanzen. Soweit gesundheitliche Orientierungswerte für einzelne Stoffe als Vorsorgewerte für den menschlichen Trinkwasser-

genuss formuliert wurden, werden diese oft bereits im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser eingehalten. Im Jahr 2024 werden bei den Arzneimitteln Candesartan und Metformin sowie den Arzneimittel-Metaboliten Guanylharnstoff, FAA und Valsartansäure diese Trinkwasser-Vorsorgewerte vereinzelt oder 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 35 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 und Metformin, die Arzneimittel-Metabolite AAA, FAA und

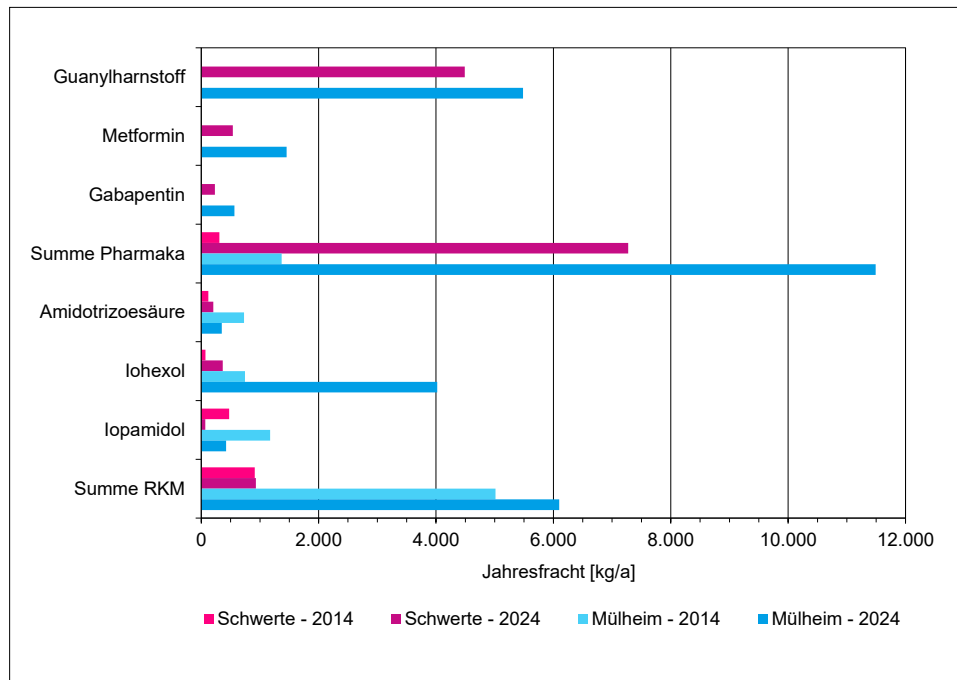


Bild 18.4: Geschätzte Jahresfrachten ausgewählter Verbindungen im Oberflächenwasser der Ruhr im Vergleich der Jahre 2014 und 2024 und der Probenahmestellen Schwerte und Mülheim. Gabapentin, Metformin und Guanylharnstoff wurden 2014 nicht untersucht, Summe Pharmaka beruht 2014 auf 17 untersuchten Parametern und 2024 auf 48.

Fig. 18.4: Estimated annual loads for selected substances in comparison between 2014 and 2024 and between the sampling points Schwerte and Mülheim. Gabapentin, Metformin and Guanylharnstoff were not analyzed in 2014, sum of pharmaceuticals based in 2014 on 17 tested compounds and in 2024 on 48 compounds.

19 Erwartung der Ruhrwasserwerke an die NRW-Wasserstrategie

Bernd Heinz, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Martin Böddeker, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen

Hintergrund

Die Trinkwasserversorger an der Ruhr stehen wie die gesamte Wasserbranche in den nächsten Jahrzehnten vor großen Herausforderungen. Der wahrnehmbare Klimawandel führt zu Extremwetterereignissen wie Dürren, Starkregenphasen und Hochwässern in bisher nicht erlebten Ausprägungen mit direkten Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit. Parallel ergeben sich kurzfristige Anpassungsbedarfe durch Cyberattacken, der globalen Sicherheitslage und dem Umbau der Stromversorgung mit erhöhten Blackout-Risiken. Kritische Spurenstoffe, wie aktuell die PFAS-Gruppe, belasten den Wasserkreislauf langfristig und müssen deutlich reduziert werden. Viele technische Versorgungsanlagen stehen nach sehr langen Nutzungszeiten von bis über hundert Jahren vor umfassenden Erneuerungen (Abbildung 19.1).

Außer diesen fachlichen Herausforderungen an eine mengen- und qualitätsgesicherte Trinkwasserversorgung im 24/7-Betrieb stellt unser bisheriges Governance-/Verwaltungssystem eine Hürde für zügig erforderliche Anpassungen der Trinkwasserversorgung im Rahmen der neuen Dynamik dar. Neben konkurrierenden Grundsatzinteressen von z. B. Naturschutz, Baurecht, Wirtschaft, Landwirtschaft und Gesundheit erlebt die Wasserwirtschaft hochkomplexe, zeit- und ressourcenintensive Behörden-/Genehmigungsverfahren für erforderliche Anpassungsmaßnahmen, die bis in den Dekadenbereich reichen.

Dennoch eröffnet der Prozess zur NRW-Wasserstrategie des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Verkehr die Chance, Wege und innovative Ansätze für eine zukunfts-feste Trinkwasserversorgung in NRW und den Besonderheiten des Ruhreinzugsgebiets zu gestalten.

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 und Iomeprol sowie des Arzneimittel-Metabolits FAA über diesem Wert. Bis Mülheim kommen noch der Blutdrucksenker Candesartan und die RKM Iopamidol und Iohexol hinzu. Mittlere Tagesfrachten von PFAS-20 liegen zwischen 10 und 130 g/d.

Im Jahr 2024 werden für alle Flammschutzmittel Jahresfrachten zwischen ca. 11 und 360 kg/a ermittelt, während die Jahresfrachten für RKM mit Werten zwischen ca. 8 und 6.000 kg/a sowie für alle untersuchten Pharmaka (einschließlich Metabolite) zwischen ca. 700 und ca. 11.500 kg/a abgeschätzt werden (jeweils als Summen-Werte für die Stoffgruppen abhängig vom Probenahmeort). Die geschätzte Jahresfrachtsumme der PFAS-20 liegen in Abhängigkeit vom Probenahmeort zwischen ca. 8 und 130 kg/a (PFAS-4: ca. 3 – 20 kg/a).



Bild 19.1: Erneuerung und Ausbau der Trinkwasseranlagen ist sehr kostenintensiv wie hier der Bau neuer Fassungsbrunnen im Wasserwerk Hengsen der Wasserwerke Westfalen GmbH.
 Fig. 19.1: Modernisation and expansion of drinking water facilities involves high costs, as illustrated by the construction of new intake wells at the Hengsen waterworks of Wasserwerke Westfalen GmbH.



Bild 19.2: Talsperren, Ruhr und Wasserwerke sind grundsätzlich ein resilientes Versorgungssystem im Klimawandel
 Fig. 19.2: Reservoirs, the Ruhr and waterworks form a fundamentally resilient supply system in the face of climate change.

Charakteristik der Trinkwasserversorgung im Ruhreinzugsgebiet

Entstanden aus dem starken Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum im 19. Jahrhundert entwickelte sich die Ruhr mit den Talsperren zur Ressource für die Trinkwasserversorgung für rd. 4,6 Mio. Menschen und Wirtschaft mit einem jährlichen Produktionsvolumen von rd. 240 Mio. m³ (Abbildung 19.2). Nach der Oberflächenwasserentnahme aus Fluss und Talsperren erfolgen Aufbereitungsschritte durch Nutzung der natürlichen Bodenpassage zur Grundwasseranreicherung und/oder diverse technologische Verfahren (Abbildungen 19.3 und 19.4). In wenigen Jahren wird die Nachrüstung mit weitergehenden Aufbereitungsschritten an allen Ruhrwasserwerken abgeschlossen sein (Abbildung 19.5). Organisiert ist die Wasserversorgung lokal bis regional in öffentlichen und privaten Rechtsformen mit Absatzmengen zwischen rd. 1 Mio. m³/a und über 100 Mio. m³/a. Tech-

nisch sind erste Verbünde und Notversorgungen aufgebaut und werden fortentwickelt. Einige Versorger nutzen die Ruhr als regenerative Energiequelle für den Wasserwerksbetrieb (Abbildung 19.6).

Das Ruhreinzugsgebiet ist gekennzeichnet durch Einleitungen aus Kläranlagen und Industriebetrieben. Die starke Bewaldung der Einzugsregion hat sich bisher positiv auf die Rohwasserqualität und die Mengensicherung ausgewirkt. Bedingt durch den historischen Bergbau mit Grund- und Grubenwasserabsenkung besitzen die meisten Ruhrgebietsstädte keine Ressourcenalternative zur Ruhr.

Mit dem Ruhrverband erfolgt eine enge, kooperative Zusammenarbeit zu allen relevanten Mengen- und Qualitätsaspekten. In den Trockenjahren 2018 bis 2020 und dem Starkregenereignis im Juli 2021 hat sich das Versorgungssystem bewährt. Mit dem kürzlich angepassten Niedrigwassermanagement der Talsperren ist die



Bild 19.3: Grundwasseranreicherung von Ruhrwasser durch Langsandsandfilter im Wasserwerk Hengsen von Wasserwerke Westfalen
 Fig. 19.3: Groundwater enrichment of Ruhr water through slow sand filtration at the Hengsen waterworks of Wasserwerke Westfalen



Bild 19.4: Direktentnahme aus der Hennetalsperre zur Trinkwasseraufbereitung von Hochsauerlandwasser in Meschede
Fig. 19.4: Direct abstraction from the Henne Reservoir for drinking water treatment by Hochsauerlandwasser in Meschede



Bild 19.5: Großtechnische weitergehende Wasseraufbereitungsanlage der Wassergewinnung Essen
Fig. 19.5: Large-scale advanced water treatment plant of Wassergewinnung Essen



Bild 19.6: Laufwasserkraftschnecke und Fischtreppe am Wehr Schwitten der Stadtwerke Fröndenberg Wickede GmbH
Fig. 19.6: Archimedean screw turbine and fish ladder at the Schwitten weir operated by Stadtwerke Fröndenberg Wickede GmbH

Mengenseite für lange Trockenphasen gut vorbereitet. Mit der Landwirtschaft besteht eine erfolgreiche langjährige Kooperation zur Reduzierung relevanter Einträge in die Gewässer. In der vergangenen Industriephase mit Bergbau und Stahlindustrie sowie nur partieller Abwasserbehandlung dominierten mikrobiologische Belastungen die Ressource Ruhr. Aktuell und absehbar stehen Spurenstoffe aus Pharmazie, Industrie und Landwirtschaft im Fokus.

Ziel und Prozess der NRW-Wasserstrategie

Das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr (MUNV) hat mit den Akteuren den grundsätzlichen Handlungsbedarf für die Wasserwirtschaft erkannt und im Juni 2024 einen breiten Prozess zur Identifizierung von Handlungsfeldern und Aktivitäten für die absehbaren Umwälzungen angestoßen. Ende 2025 sollen Themenfelder und Maßnahmen definiert sein. Mehrere Bundesländer haben bereits eigene Wasserstrategien erarbeitet und leiten daraus konkrete Maßnahmen ab. Die AWWR beteiligt sich über die NRW-Branchenverbände BDEW, VKU und DVGW am Prozess und bündelt die Trinkwasserbelange.

Aus Sicht der Wasserwerke an der Ruhr muss eine NRW-Wasserstrategie folgende Kernpunkte berücksichtigen:

Landesweite bzw. regionale Versorgungskonzepte

Für die aus der Ruhr mit Trinkwasser versorgte Region ist ein Versorgungskonzept zu erarbeiten, das Wassermengenbilanzen, erforderliche Ausbaukapazitäten, potenzielle Nutzungskonflikte sowie Strategien zum Umgang mit Engpasssituationen umfasst. Dieses Konzept würde eine fachliche Grundlage für Umsetzungs- und Genehmigungsverfahren schaffen. Die beteiligten Wasserversorgungsunternehmen verfügen über fundierte Kenntnisse zu Handlungsmöglichkeiten und Lösungsansätzen und können diese konstruktiv in ein Gesamtkonzept einbringen.

Verbundausbau

In den Versorgungsgebieten der AWWR-Mitgliedsunternehmen existieren bereits Teilverbünde, die ausbaubar sind. Hierzu ist das bisherige Örtlichkeitsprinzip der



Bild 19.7: Extremhochwasser am 15. Juli 2021, Wassergewinnung Essen-Überruhr
Fig. 19.7: Extreme flooding on 15 July 2021, Wassergewinnung Essen-Überruhr

Wasserversorgung im Landeswassergesetz um Verbundlösungen bzw. Fernwasserversorgungen zu erweitern. Das Thüringer Landeswassergesetz ist hierfür ein gutes Beispiel. Ergänzend sind die Genehmigungsprozesse deutlich zu beschleunigen und zu vereinfachen, um erforderliche Projekte zeitnah umzusetzen.

Schutz vor Hochwasser und Starkregenereignissen

Wir erwarten vom Land die Festlegung aktualisierter Bemessungshochwasserstände für die Ruhr als Grundlage für die Planung und Auslegung des Hochwasserschutzes nach den Ereignissen im Juli 2021 (Abbildung 19.7). Die vorliegenden Hochwassergefahrenkarten weisen in Teilen Unstimmigkeiten bzw. Unschärfen auf. Zudem bedarf es konkreter und umsetzbarer Maßnahmen zur Minderung von Hochwasserrisiken zum Schutz der Trinkwasserversorgungsanlagen.

Finanzierung und Preissysteme

Für Investitionen in Versorgungssicherheit, Anpassungen und Substanzerhalt benötigen die Versorger langfristige

Rechts- und Kalkulationssicherheit durch Anerkennung als Kosten zur rationellen Betriebsführung. Ergänzend sollten weitere Finanzinstrumente wie Zuschüsse, Förderdarlehen oder Mittel aus dem Wasserentnahmeentgeltaufkommen integriert werden, um absehbare Wasserpreissteigerungen für Bürger und Wirtschaft zu dämpfen.

Genehmigungsverfahren und Governance

Neben den allgemein starken Belastungen der Wirtschaft durch bürokratische Regelungen, Meldepflichten, Nachweise, Abstimmungen und Genehmigungsprozesse fordern die Wasserversorger bei Genehmigungsverfahren für Investitionen und Wasserrechte deutliche Beschleunigung und Vereinfachung. Hier geht Geschwindigkeit vor Perfektionismus und Ausschluss jedes Restrisikos. Ziele und Leitlinien sollten Detailvorgaben ersetzen und die Genehmigungsbehörden entlasten. Für eine erfolgreiche Umsetzung gemeinsam mit den Versorgern sind fachkundige Behörden vonnöten, die Ermessensspielräume verantwortungsvoll nutzen und lösungsorientiert handeln.

Datendrehscheibe H₂O NRW

Eine digitale Datendrehscheibe für Mengen- und Qualitätsdaten sowie behördliche wasserwirtschaftliche Auflagen ist notwendig, um die Datentransparenz zu erhöhen und eine praxisgerechte Nutzung der Informationen zu ermöglichen. Direkteinleiter, Wasserentnehmer, Labore und Behörden sowie weitere relevante Gruppen sollten nach dem Once-Only-Prinzip auf aktuelle und konsistente Daten zugreifen oder diese bereitstellen können. Die bestehende Zersplitterung und Redundanz von Umweltdaten beeinträchtigt die Datenverfügbarkeit und -qualität, erschwert automatisierte Auswertungen und wirkt sich nachteilig auf investive Entscheidungen, Betriebssteuerung und Risikobewertung aus. Technologisch und prozessual ist dem mit einer innovativen, interoperablen Datenplattform zu begegnen, die eine standardisierte Zusammenführung relevanter Daten ermöglicht. Dadurch lassen sich signifikante Fortschritte in Transparenz, Datenzugänglichkeit und Prozessautomatisierung erzielen – mit Mehrwerten für alle beteiligten Akteure.

Reduzierung von Stoffeinträgen

Für die Ressource Ruhr sind Wiederaufforstung von Waldschadensflächen im Ruhreinzugsgebiet bzw. deren klimaresiliente Artenumstellung erforderlich, um die Wasserschutzfunktion des Waldes, gerade bei Wetterextremen, langfristig zu sichern.

Nordrhein-Westfalen verfügt über eine ausgeprägte fachliche und politische Stellung im wasserwirtschaftlichen Kontext und sollte diese aktiv in bundesweite Diskussionen und Entscheidungsprozesse zu übergeordneten Wasserthemen einbringen – insbesondere durch eigene Initiativen und fachlich fundierte Vorschläge. Die Umsetzung nationaler und europäischer Wasserstrategien erfordert eine konsequente Reduktion stofflicher Einträge, auch wenn Zielkonflikte mit den Interessen von Anbietern kritischer Substanzen bestehen. Aktuell betrachten die Ruhrwasserwerke die langfristige Entwicklung der PFAS-Konzentrationen mit Sorge, sofern nicht eingegriffen wird.

Für den Schutz der Wasserressource Ruhr braucht es eine zügige Umsetzung des Verursacherprinzips mit wirksamen Anreizen zur Reduktion kritischer Stoffeinträge – insbesondere der PFAS-Verbindungen.

Ruhr-Kooperation Landwirtschaft/Wasserwirtschaft

Seit über 30 Jahren besteht an der Ruhr eine erfolgreiche Kooperation mit der Landwirtschaft für den Gewässerschutz. Die Rahmenbedingungen für diesen vorsorgenden Ansatz – einschließlich Finanzierung, Maßnahmenumfang und Gebietskulisse – müssen erhalten und dürfen nicht abgeschwächt werden. Überlegungen des Landes die Verrechnbarkeit von Kooperationsmaßnahmen mit dem Wasserentnahmeentgelt auf die viel kleinere Gebietskulisse der Trinkwassereinzugsgebiete-Verordnung (TrinkwEGV) zu beschränken, könnten das Ende der Flächenkooperation im Ruhreinzugsgebiet bedeuten. Die TrinkwEGV deckt nur einen Bruchteil des Ruhreinzugsgebiets ab. Damit würden die Anzahl der Kooperationsbetriebe und die für Gewässerschutzmaßnahmen zur Verfügung stehenden Flächen erheblich reduziert, sodass eine Fortführung der Kooperation aus fachlicher Sicht fraglich ist.

Fazit

Die Erstellung einer NRW-Wasserstrategie ist ein wichtiger Baustein für einen nachhaltigen Umgang mit den Wasserressourcen und einer gesicherten Trinkwasserversorgung im bevölkerungsreichsten Bundesland. Die besondere Struktur der Wasserversorgung an der Ruhr hat gute Chancen im fortschreitenden Klimawandel ihre Spitzenstellung bei Versorgungssicherheit und hervorragender Trinkwasserqualität für Bürger und Wirtschaft als Standortfaktor zu erhalten. Hierfür sind zielgerichtete und zügige Weiterentwicklungsschritte mit konkreten Umsetzungen erforderlich. Es zeichnet sich ab, dass auch grundlegende Veränderungen und neue, innovative Wege notwendig sind, um die Zukunftsfestigkeit der Trinkwasserversorgung zu gewährleisten. Die Ruhrwasserwerke der AWWR stellen sich den Herausforderungen und gestalten Lösungen mit.

20 Wie gut kennen wir unser Gewässer – Screening an der Ruhr

Anna Reineke (WWU), Susanne Brüggen (LANUK), Christoph Härtel (Ruhrverband))

Der Anspruch aller Autorinnen und Autoren und vermutlich aller Leserinnen und Leser dieses Werkes ist es, den Fluss Ruhr bestmöglich zu kennen, sei es aus ökologischen Gründen oder aus Daseinsfürsorge im Sinne der Trinkwassergewinnung. Daher werden zahlreiche Substanzen aus dem Bereich der organischen Chemie, sogenannte anthropogene Spurenstoffe wie z. B. Pflanzenschutzmittel, Pharmawirkstoffe, Industriechemikalien und Genussmittel, regelmäßig und mit hohen Ansprüchen an die Qualitätssicherung auf ihre Gehalte im Wasser untersucht. Üblicherweise kommen dabei Verfahren der Flüssigkeits- bzw. Gaschromatographie (es erfolgt eine zeitliche Auftrennung der Substanzen) in Kombination mit Massenspektrometrie (Ermittlung des Gewichts der Substanzen) zum Einsatz. Seit einigen Jahren etabliert sich die Nutzung der hochauflösenden Massenspektrometrie (HRMS). Diese ermöglicht eine exaktere Bestimmung der Molekülmasse in einem Messsignal und somit die Ableitung einer zugehörigen Summenformel. Dieser technische Fortschritt lässt es zu, dass Substanzen mit bekannten Molekülmassen sicherer identifiziert werden. Zudem scannen HRMS-Geräte nicht „nur“ im Bereich eines gesuchten Analyten, sondern über den gesamten Messzeitraum und über ein breites Spektrum von Massen. Durch diese beiden Fähigkeiten ist es möglich, verschiedene neue Auswertestrategien zu verfolgen, die von den Laboren an der Ruhr eingesetzt werden, um ein möglichst umfassendes Bild zu erhalten. Im Bereich der HRMS wird zwischen drei unterschiedlichen Untersuchungsmodi unterschieden, die im Folgenden kurz erläutert werden:

Target Analytik

Hierbei werden nur vorher bekannte Verbindungen in einer Probe analysiert. Es ist ein gezielter Ansatz, bei dem im Vorfeld genau festgelegt ist, nach welchen Substanzen

zu suchen ist. Die Semiquantitative Analytik (SQ) ist eine Variante der Target Analytik, bei der auf genauere Absicherung der ermittelten Konzentrationen verzichtet wird, um möglichst viele unterschiedliche Substanzen in einer Messung abdecken zu können.

Suspect-Target Screening (STS)

Auf der Grundlage von Vorwissen, Datenbanken oder Literaturrecherchen wird eine Liste von verdächtigen Verbindungen (Suspects) zusammengestellt, die mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit im Gewässer vorhanden sein können. Die eigentliche Probenmessung erfolgt ungerichtet, das heißt, dass mittels der hochauflösenden Massenspektrometrie möglichst viele Messsignale erfasst werden. Die Liste der erhaltenen Messsignale wird im Anschluss gegen Datenbanken mit bekannten oder berechneten Signalen der ausgewählten Suspects abgeglichen. Im Falle einer Übereinstimmung eines gemessenen Signals mit einem Referenzsignal kann die Anwesenheit des jeweiligen Suspects in der Probe mit einer gewissen Sicherheit als gegeben angesehen werden. Standards zur quantitativen Bestimmung können aufgrund der Vielzahl der so abgefragten Analyten in der Regel nicht mitgeführt werden. Als Ergebnis werden qualitative Daten zum Vorkommen der Substanzen in der Probe erhalten.

Non-Target Screening (NTS)

Hier findet keinerlei Vorauswahl an Zielverbindungen statt. Stattdessen werden wie beim STS möglichst viele Signale unbekannter Substanzen (Features) in einer Probe erfasst. Obwohl durch die Wahl der Messbedingungen Einschränkungen bei der Erfassung der Feature vorliegen, werden so viele tausend Features ermittelt. Aus dieser Vielzahl an Informationen müssen mittels aufwendiger statistischer Prozesse die relevanten Features bestimmt und im besten Fall auch identifiziert (d.h. bestimmten Substanzen zugeordnet) werden.

Die HRMS-Technik wird an der Ruhr sowohl von der **Westfälischen Wasser und Umweltanalytik (WWU)**, dem **Ruhrverband** als auch dem **Landesamt für Natur, Umwelt**

und Klima NRW (LANUK) zur ergänzenden Überwachung der Wasserqualität eingesetzt. In Abbildung 20.1 sind die jeweils untersuchten Messstellen aufgeführt. Wie die HRMS-Technik bei den einzelnen Institutionen eingesetzt wird, wird im Folgenden beschrieben.

Die **WWU** nutzt die oben beschriebenen verschiedenen HRMS-Methoden als Erweiterung des analytischen Spektrums. Neben den durch gesetzliche Vorgaben vorgeschriebenen Target-Analysen zur exakten Bestimmung der Gehalte verschiedener Parameter wird die Semiquantitative Analytik wöchentlich eingesetzt, um für ca. 200 Substanzen häufiger Informationen zu erhalten sowie einige Substanzen zu überwachen, die sonst nicht beobachtet würden. Darüber hinaus werden im Suspect Target Screening weitere ca. 300 Substanzen qualitativ überwacht, die

von Bedeutung sein könnten. In Abbildung 20.2 wird das Zusammenspiel der Methoden bei der WWU dargestellt. Treten neue Substanzen in den Fokus der Aufmerksamkeit der Gemeinschaft der Wasseranalytiker (z. B. durch Diskussionen in Gremien) werden solche Substanzen bei der WWU zunächst über die Aufnahme eines eigenen Bibliothekspektrums in das Suspect Target Screening aufgenommen. Werden die Substanzen nach einer Beobachtungszeit von etwa einem Jahr als relevant für die Ruhr oder andere untersuchte Gewässer eingeschätzt, beispielsweise durch häufiges oder dauerhaftes Auftreten, werden sie zusätzlich über die Semiquantitative Analytik ausgewertet. Für jeden Analyten wird dann eine Kalibrationsreihe gemessen, anhand derer die Substanzen erstmals quantifiziert werden. Werden Substanzen auch hier – aufgrund ihrer

nun bekannten, aber etwas ungenauen Konzentration – weiterhin als relevant eingestuft, können sie in die Target-Analytik aufgenommen werden. Des Weiteren ist aufgrund der Speicherung aller Messdaten aus den HRMS-Screeninguntersuchungen inklusive der Metainformationen zu den Proben auch eine rückwirkende Auswertung der Daten möglich. Darüber kann ermittelt werden, ob Substanzen zu einem früheren Zeitpunkt bereits im Gewässer vorkamen. Diese Daten liegen seit 2018 mit einer unveränderten Messmethode vor.

Beim **Ruhrverband** wird die HRMS derzeit vor allem für die retrospektive Analyse eingesetzt. Dabei werden, wie zuvor beschrieben, soweit wie möglich alle in der Wasserprobe befindlichen Substanzen erfasst. Diese digitale Sicherung der Wasserprobe erlaubt es nachträglich nach Substanzen von Interesse zu suchen. Um eine möglichst breite Datenbasis zu erhalten, werden die Proben der wöchentlichen Probenahme an der Untersuchungsstelle „Zornige Ameise“ in Essen-Rellinghausen sowie ein Teil der monatlichen Ruhr-längsuntersuchungen mittels HRMS analysiert. Dies ermöglicht die Auswertung der Daten sowohl nach zeitlichen als auch örtlichen Fragestellungen. Wie zuvor beschrieben ist die Datenauswertung im Bereich der HRMS sehr anspruchsvoll und zeitaufwendig und bisher nur zu einem Teil in digitalen Automatisierungsprozessen abgebildet. Um eine möglichst vergleichbare Datenauswertung zu gewährleisten, arbeitet der Ruhrverband deswegen mit einer Software einer Schweizer Firma, die in vielfältiger Weise auch bei der IKS-Rhine project non-target screening (internationale Kommission zum Schutz des Rheins [20.1]) und dem LANUK angewendet wird. Als weitere Screening-Technik kommt beim Ruhrverband bereits seit 15 Jahren die Gaschromatographie (GC) in Kopplung mit der Massenspektrometrie (MS) zum Einsatz.

Das LANUK betreibt GC-MS- und LC-HRMS-Screening seit mehreren Jahren an vielen Gewässern in NRW, darunter natürlich auch an der Ruhr. Dabei werden Ergebnisse für alle drei Untersuchungsmodi generiert.

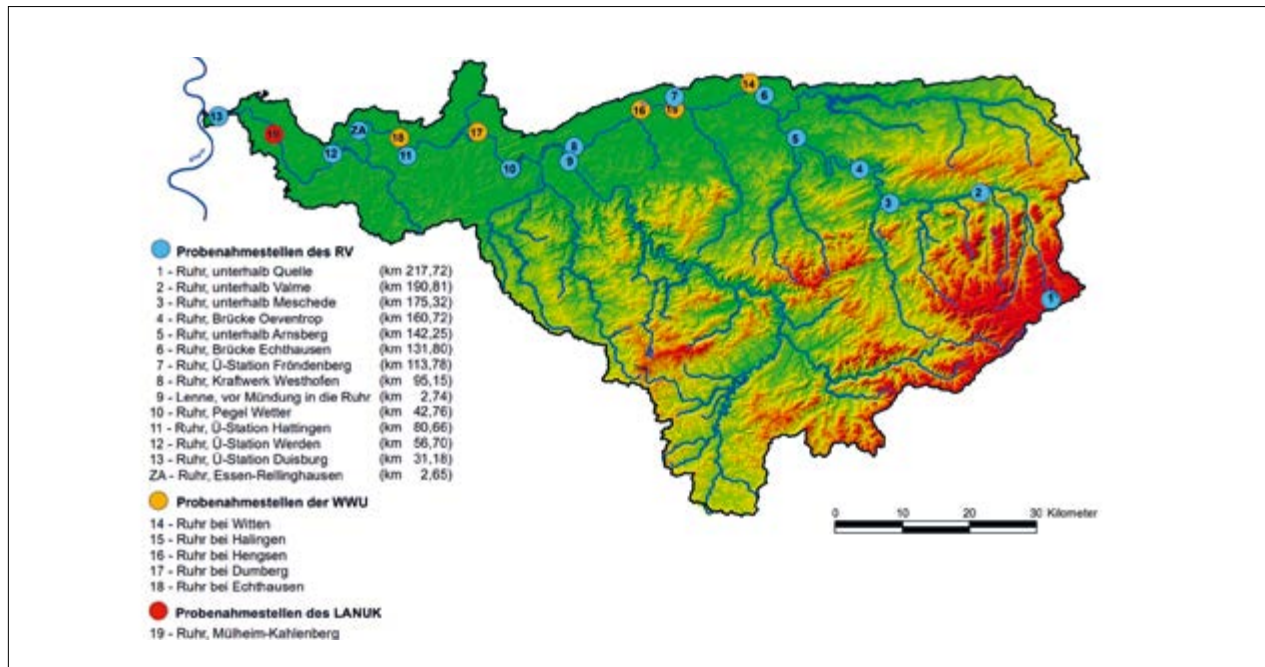


Bild 20.1: Messstellen von WWU, Ruhrverband und LANUK, an denen HRMS-Technik angewendet wird
Fig. 20.1: Monitoring stations of WWU, Ruhrverband and LANUK, where HRMS technology is applied

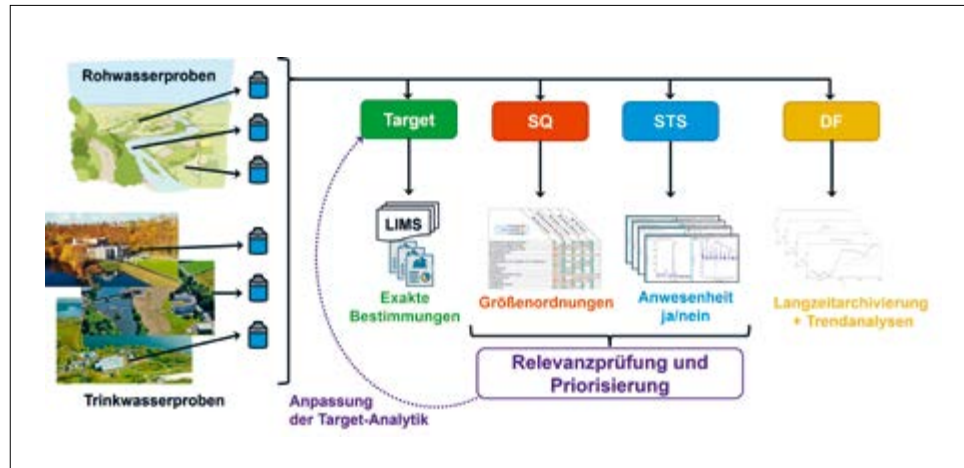


Bild 20.2: Zusammenspiel von verschiedenen Mess-techniken zur Spuren-analytik bei der WWU

Fig. 20.2: Interaction of various measurement techniques for trace analysis at the WWU

Fazit

Auch wenn es sich bei der WWU, dem Ruhrverband und dem LANUK um jeweils eigenständige Institutionen handelt, verfolgen alle drei das gemeinsame Ziel der Sicherstellung einer guten Gewässerqualität der Ruhr. Aus diesem Grund existieren bereits diverse Austauschformate und Arbeitsgruppen, um gemeinsam an Themen zu arbeiten, sowie ein gemeinsamer Warn- und Informationsplan (WIP-Ruhr). Bei der sich neu etablierten Technik der HRMS wurde und wird der Kooperationsgedanke direkt von Anfang an mitgedacht, so dass eine enge Abstimmung zwischen den Institutionen stattfindet. Diese erfolgt nicht nur im Bereich der Datenauswertung, sondern auch im operativen Betrieb der HRMS-Technik. So wurde u. a. eine Möglichkeit geschaffen, die Qualitätssicherung durch Nutzung eines einheitlichen Sets von Standardsubstanzen aufeinander abzustimmen. Die erfolgreiche Zusammenarbeit führt dazu, dass die Qualität des Ruhrwassers hervorragend überwacht wird. Durch die Einbindung von neuen Untersuchungstechniken stellen sich die Institutionen den Herausforderungen der Zukunft und bilden so die Grundlage für die sichere Trinkwasserversorgung von Millionen Menschen im Ruhrgebiet.

Target

Mit der Screening Methode werden mehr als 100 Stoffe quantitativ in verschiedenen Gewässern in NRW analysiert.

Suspect

Die Suspect-Datenbank des LANUK umfasst aktuell ca. 3.500 Stoffe. Ergebnisse dieser qualitativen Analytik sind in Gewässersteckbriefen unter [20.2] zu finden.

Non-Target

Auch im LANUK werden die HRMS-Daten für retrospektive Auswertung gespeichert. Im Folgenden wird die Identifizierung einer unbekannten Substanz in der Ruhr vorgestellt: Im Oktober 2023 und erneut im April 2024 wurde von der zeitnahen Gewässerüberwachung des LANUK (INGO – intensivierte Gewässerüberwachungsorganisation) in der Ruhr eine bis dato unbekannte Verbindung gefunden, welche zwei charakteristische Massenspuren von m/z 59 und m/z 89 aufwies. Da die Verbindung bisher noch unbekannt war, wurde ihr der vorläufige Name „Unbekannte 59_89“ gegeben. Aufgrund des hohen medialen Interesses

an dieser Substanz wurden besondere Anstrengungen unternommen, um die Verbindung zu identifizieren. Erste Datenbankabgleiche mit der NIST-Bibliothek, einer Datenbank für MS-Spektren, legten den Verdacht nahe, dass es sich um eine Methoxy-Ethoxy-Verbindung handeln müsse, eine Stoffgruppe, die sich durch viele Kongenere und Isomere auszeichnet. Zur weiteren Eingrenzung wurde die hochauflösende Massenspektrometrie (HRMS) eingesetzt. Mithilfe dieser Methode konnte die Summenformel bestimmt und die Suche somit stark eingegrenzt werden. Eine NIST-Datenbanksuche erlaubte es anschließend, die Retentionszeit (bzw. den Retentionsindex) zu ermitteln. Dies führte schließlich dazu, die Suche auf eine Verbindung zu fokussieren - Bis(2-methoxyethoxy)methan (CAS 4431-83-8) oder auch 2,5,7,10-Tetraoxaundecan (kurz: TOU). Von dieser Substanz wurde ein Standard erworben und mittels GC-MS und LC-HRMS vermessen. Beide Messtechniken konnten die Identität unabhängig voneinander bestätigen, ein vollständiger Bericht ist unter [20.3] zu finden. Weitere Beispiele der Non-Target-Analytik sind unter [20.4] zu finden.

[20.1] <https://www.iksr.org/de/iksr/rhein-2040/rhine-project-non-target-screening>, Zugriff 12. Juni 2025

[20.2] <https://www.lanuk.nrw.de/themen/themenuebergreifende-aufgaben/analytik-von-wasser-und-feststoffen/non-target-analyse/gewaessersteckbriefe>, Zugriff 13. Juni 2025

[20.3] <https://www.lanuk.nrw.de/article/warn-und-informationsdienst-ruhr-wip-tetraoxaundecan-cas-nr-4431-83-8-in-der-ruhr-bei-hattingen-und-wetter-ruhr>, Zugriff 12. Juni 2025

[20.4] <https://www.lanuk.nrw.de/themen/themenuebergreifende-aufgaben/analytik-von-wasser-und-feststoffen/non-target-analyse/non-target-news>, Zugriff 12. Juni 2025

21 Verbesserter Hochwasserschutz im Verbundwasserwerk Essen

Andreas Lütz, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen;
Martin Böddeker, GELSENWASSER AG, Gelsenkirchen

Das katastrophale Hochwasserereignis im Juli 2021 forderte Menschenleben und verursachte in Deutschland Schäden in Milliardenhöhe. An der Ruhr und ihren Nebengewässern waren die Scheitelwasserstände vielfach historisch hoch und teils deutlich über den bisherigen Höchstständen. Die Ruhrwasserwerke und auch die Ruhr selbst und ihre Nebenflüsse wurden hart getroffen und nicht unerhebliche Hochwasserschäden mussten anschließend beseitigt werden. Trotz der im Einzelfall großen Auswirkungen konnte aber die Trinkwasserversorgung mit Hilfe der Aufbereitungsanlagen und betrieblicher Maßnahmen zu jeder Zeit gewährleistet werden.

Solche Extremwetterereignisse werden aufgrund des Klimawandels immer heftiger und häufiger. Neben der Bewältigung von Dürreperioden mit ausgeprägten Niedrigwassersituationen sind Hochwasser und Starkregen die zweite Herausforderung, der sich die Wasserversorger an der Ruhr stellen müssen.

Die Wassergewinnung Essen GmbH als Betreiberin des Verbundwasserwerks Essen hat das Sommerhochwasser 2021 zum Anlass genommen, den technischen Hochwasserschutz zu überprüfen und wo es notwendig ist, anzupassen.

Während des Extremereignisses wurde die Hochwasserlinie an verschiedenen Stellen im Wassergewinnungsgelände ausgepflockt und diese Markierungen später eingemessen. Genutzt wurden zudem die Messdaten am Pegel Spillenburg, der vom Ruhrverband gegenüber der Wassergewinnung Essen-Überruhr betrieben wird. Bei der Auswertung zeigte sich, dass die Hochwasserlinie beim Spitzenabfluss (15.07.2021, 13 Uhr) über dem Hochwasserstand eines HQ100 gemäß aktueller Hochwassergefahrenkarten lag, obwohl der Abfluss „nur“ einem HQ50 bis HQ60 an der unteren Ruhr entsprach. Die Ursache für dieses Auseinanderklaffen kann verschiedene Ursachen haben. Neben

Verkläuerungen, z. B. an Brücken, oder höherem Aufwuchs im Überflutungsbereich könnten auch Veränderungen im Abflussquerschnitt der Ruhr seit der Modellberechnung für die Hochwassergefahrenkarten der Grund dafür sein. Besonders die Wasseraufbereitungsanlagen und Pumpwerke eines Wasserwerks sind vor Hochwasserschäden zu schützen. Während des Sommerhochwassers 2021 bestanden an einigen Stellen nur noch wenige Dezimeter Freibord, bevor es zu Hochwasserüberflutung von Anlagen gekommen wäre. Zukünftige großflächige Extremniederschläge mit einem Schwerpunkt im Ruhreinzugsgebiet könnten zu noch höheren Hochwasserständen an der Ruhr führen.

Um einen verbesserten Hochwasserschutz zu erreichen, hat die Wassergewinnung Essen GmbH verschiedene technische Verbesserungen durchgeführt. Dazu gehörte auch einen Hochwasserschutzwall entlang des Spieks, einem kleinen Seitenarm der Ruhr, zu errichten (Abbildung 21.1). Hierdurch wird das Freibord zum Schutz der Wasseraufbereitungsanlage 1 auf mindestens 50 Zentimeter erhöht. Die Bemessungshöhe orientierte sich am digitalem Geländemodell und dem Wasserstand eines HQextrem der Hochwassergefahrenkarte, obwohl hier anscheinend Unsicherheiten hinsichtlich der Aussagekraft des Kartenwerks bestehen.



Bild 21.1: Wasseraufbereitungsanlage 1 mit Verlauf der Aufwallung am Spiek
Fig. 21.1: Water treatment plant 1 with development of the backflow at the Spiek stream



Bild 21.2: Verwallung und Beton-Stirnwände als Hochwasserschutz am Spiek (Nov. 2024)

Fig. 21.2: Embankment and concrete end walls as flood protection at the Spiek (November 2024)



Bild 21.3: Verwallung und Beton-Stirnwände als Hochwasserschutz am Spiek (Juni 2025)

Fig. 21.3: Embankment and concrete end walls as flood protection at the Spiek (June 2025)

Auf einer Länge von ca. 240 Metern wurde eine etwa 40 Zentimeter hohe Aufwallung gebaut. Sie liegt knapp außerhalb des ausgewiesenen Überschwemmungsgebiets und besteht aus einem Erdkern mit Oberbodenabdeckung. An zwei Stellen wird die Aufwallung von bestehenden asphaltierten Wegen unterbrochen. An diesen Stellen wurden Beton-Stirnwände errichtet, an denen im Bedarfsfall rasch Aluminium-Dammbalken eingesetzt werden (Abbildung 21.2 und 21.3). Die Arbeiten wurden von Oktober bis November 2024 durchgeführt. Die Wassergewinnung Essen GmbH beabsichtigt, im Jahr 2025 eine ähnliche Aufwallung zum Schutz des Pumpwerks Essen-Horst zu bauen.

Für eine klimaangepasste Auslegung und Ertüchtigung ihrer Hochwasserschutzanlagen sind die Wasserversorger an der Ruhr auf einen aktuellen, nach dem Stand der Technik ermittelten Bemessungshochwasserstand angewiesen. Dieser sollte nach einheitlichen Methoden für den gesamten Ruhrverlauf ermittelt sein. Die Beobachtungen während des Sommerhochwassers 2021 sprechen dafür, die numerischen Modelle, mit denen die Hochwassergefahrenkarten für ein HQ100 und HQextrem erstellt wurden, zeitnah zu aktualisieren, um neue Randbedingungen (z. B. neue Abflussquerschnitte) und modelltechnische Verbesserungen einfließen zu lassen.

22 Organisation der AWWR

Stand 31. Dezember 2024

Präsidium

Vorsitzender: Bernd Heinz, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte; stellv. Vorsitzender: Matthias Lürbke, Stadtwerke Menden GmbH, Menden

Bernd Heinz, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte (Vorsitzender)

Thomas Kroll, Wasserbeschaffungsverband Arnsberg und Stadtwerke Arnsberg, Arnsberg

Matthias Lürbke, Stadtwerke Menden GmbH, Menden (stellv. Vorsitzender)

Dr. Michael Plath, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserversorgungsgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr

Roland Rütger, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Hagen

Mitglieder und ständige Gäste

Sascha Adamski, Stadtwerke Essen AG, Essen

Derk Buchsteiner, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten (bis 31.12.2024)

Michael Greger, Stadtwerke Hamm, Hamm

Bernd Heinz, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte

Thomas Kroll, Wasserbeschaffungsverband Arnsberg und Stadtwerke Arnsberg, Arnsberg

Gregor Langenberg, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen

Alexander Loipfinger, Stadtwerke Fröndenberg

Wickede GmbH, Fröndenberg (bis 31.12.2024)

Matthias Lürbke, Stadtwerke Menden GmbH, Menden

Dr. Frank Peper, Stadtwerke Bochum GmbH, Bochum

Dr. Michael Plath, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserversorgungsgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr

Björn Wölfel, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen

Axel Reuber, Stadtwerke Brilon AöR, Brilon

Roland Rütter, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Hagen
 Jürgen Schwarberg, Stadtwerke Sundern, Sundern
 Michael Sommer, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede
 Jens Viefhues, Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH, Dortmund
 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, Bezirksregierung Arnsberg
 Dr. Thomas-Benjamin Seiler, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen

Kontakte

Sitz der Arbeitsgemeinschaft:

AWWR Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke
 an der Ruhr e.V.
 Zum Kellerbach 52
 58239 Schwerte

Geschäftsstelle:

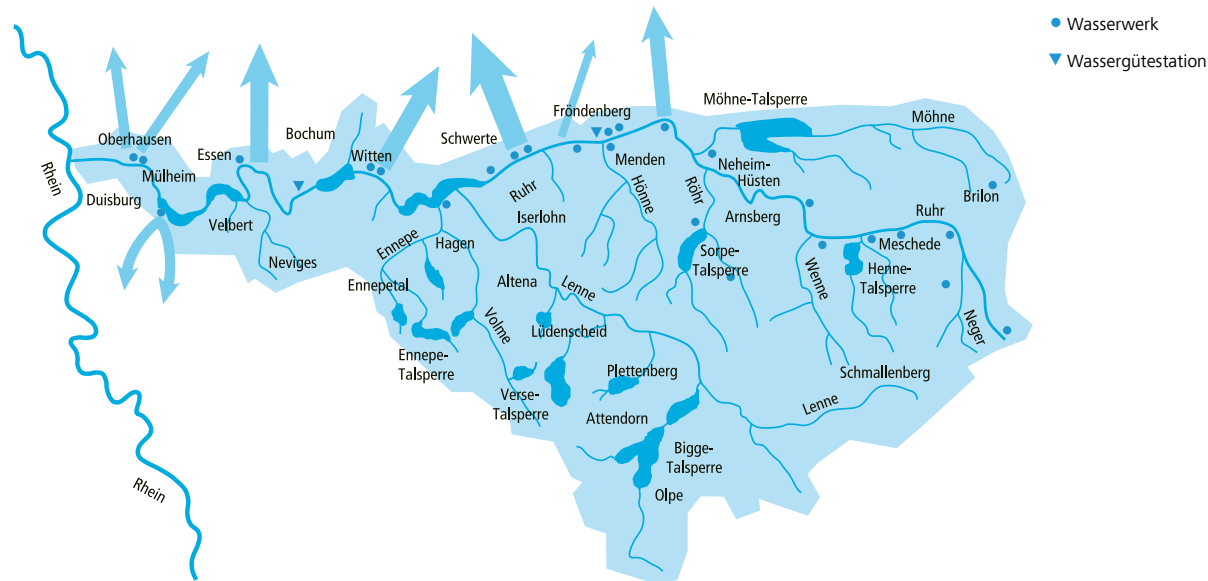
AWWR Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke
 an der Ruhr e.V.
 c/o Gelsenwasser AG
 Geschäftsführer Dipl.-Geol. Martin Böddeker
 Willy-Brandt-Allee 26
 45891 Gelsenkirchen
 Tel.: 0209 708-274
 E-Mail: martin.boeddeker@awwr.de



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

23 AWWR in Zahlen



MITGLIEDER DER AWWR

Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH	_____	siehe WWW
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

ANZAHL DERRUHRWASSERWERKE

GESAMT-WASSERFÖRDERUNG

ca. 232 Mio. m³/a

24 Analysenergebnisse des Ausschusses Wassergüte

Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH

Erhebung und Bearbeitung der Daten

Die Daten für den Ruhrgütebericht werden durch den Ruhrverband und die Wasserversorger an der Ruhr in ihren Messprogrammen erhoben und für diese Auswertung durch die AWWR zur Verfügung gestellt. Zusätzlich zu den Werten aus den zeitdichten Untersuchungen werden durch die Wasserversorger und den Ruhrverband jeweils zwei Ruhrlängsuntersuchungen im Jahr vorgenommen, die ebenfalls in diesem Bericht ausgewertet werden.

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
- Wassergewinnung Essen GmbH, Essen
- Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte

Die Untersuchungen erfolgten in den unternehmenseigenen Laboren, dem Hygiene-Institut des Ruhrgebiets sowie durch die Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH. Seit 2006 sieht die Messstrategie der zeitlich dichten Überwachung durch die Wasserversorger und den Ruhrverband eine 14-tägliche Messung vor. Diese Häufigkeiten weichen zum Teil für die Probestellen ab, wobei mindestens monatlich, z. T. aber auch deutlich häufiger Untersuchungen vorgenommen wurden. Die in den Ruhrlängsuntersuchungen durch den Ruhrverband und das Hygiene-Institut erhobenen Daten in den Ruhrlängsuntersuchungen umfassen den gesamten Flussverlauf und werden für die Zeitpunkte der Probenahme (Tabelle 24.1) zusätzlich ausgewertet.

Neben der Ruhr werden durch den Ruhrverband die acht wichtigsten Nebenflüsse auf physikalische, chemische und biologische Parameter untersucht. Die erhaltenen Messwerte werden als Mittelwerte ausgewertet und den Mittelwerten der Ruhr im Mündungsbereich gegenübergestellt. Eine Übersicht über die untersuchten Messstellen sowie die Untersuchungslabore wird in Tabelle 24.2 gegeben.

Die Positionierung der Nebengewässer im Ruhrverlauf erfolgt in der Spalte „Ruhr-km“ durch die Angabe des Ruhrkilometers für die Mündungen (Angabe in Klammern). Die Tabelle 24.3 gibt die Mittelwerte der 41 untersuchten Parameter in den acht Nebenflüssen/-bächen wieder.

Zur Bewertung der Ergebnisse werden seit 2016 die Zielwerte des Europäischen Fließgewässermemorandums herangezogen. Das bereits seit 2013 durch die AWWR unterstützte Memorandum bewertet dabei die Maximalwerte, während zuvor die Zielwerte an der Ruhr anhand des 90er-Perzentils bewertet wurden, um den größeren Schwankungsbreiten des Flusssystems der Ruhr durch kurze Konzentrationsspitzen gerecht zu werden. In der Tabelle 24.4 werden die nachgewiesenen Überschreitungen der Zielwerte für die vereinbarten Stoffe bzw. Stoffgruppen des Europäischen Fließgewässermemorandums im Jahr 2024 wiedergegeben. Zur besseren Einordnung werden die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung zusätzlich zur Bewertung herangezogen.

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 zu je zwei Probedaten entnommen. Das Hygiene-Institut wurde für diese Untersuchungen durch die Wasserversorger Hochsauerlandwasser, Stadtwerke Hamm, Wasserwerke Westfalen, Mark-E, Verbundwasserwerk Witten, Wassergewinnung Essen und die Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft beauftragt. Die erhobenen Daten werden der Westfälischen Wasser- und Umweltanalytik zur Auswertung zur Verfügung gestellt. In den Ruhrlängsuntersuchungen untersuchte das Hygiene-

*Tabelle 24.1: Mittlere Abflüsse während der Längsuntersuchungen.
Table 24.1: Average flows during examinations along the course of the river.*

Längsuntersuchungen Untersuchungslabor	Untersuchungs- zeitraum	Abfluss am Pegel Hattingen m ³ /s
Winter / Hygiene-Institut (HYG)	05./06.02.2024	133,5
Frühjahr / Ruhrverband (RV)	18./20./21.03.2024	45,6
Sommer / Hygiene-Institut (HYG)	05.08.2024	49,2
Herbst / Ruhrverband (RV)	04./05./06.11.2024	24,9

Institut an 13 Probestellen insgesamt 1848 Werte. Der Ruhrverband beprobte an 25 Probenahmestellen und ermittelte 4395 Werte.

Die in den Ruhrlängsuntersuchungen erhobenen Werte werden als Ganglinien über den Ruhrverlauf dargestellt (Bild 24.4 bis 24.10). Als zusätzliche Information wird der mittlere Abfluss am Pegel Hattingen während der Probenahme in Bild 24.9 mit aufgeführt.

In den Grafiken werden Analysewerte unterhalb der Bestimmungsgrenze mit dem Wert 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. Der Ruhrverband hat zusätzlich insgesamt sieben Nebenflüsse/-bäche untersucht, während das Hygiene-Institut aus drei Nebengewässern Werte ermittelt hat. Die Mittelwerte dieser Untersuchungen werden in Tabelle 24.3 aufgeführt. Für sechs ausgesuchte Parameter werden die Untersuchungsergebnisse den Ganglinien der entsprechenden Mittelwerte der Ruhr gegenübergestellt (Bild 24.11).

Zeitlich dichte Ruhrüberwachung

In der Überwachung der Ruhr durch die Versorgungsunternehmen werden an zehn Stellen durch die Wasserwerke Westfalen, Stadtwerke Hamm, Mark-E und dem Ruhrverband sowie der Rheinisch-Westfälischen Wasserwerks-

gesellschaft Proben in einem zeitlich dichten Monitoring-Programm entnommen. Entsprechend der unterschiedlichen Monitoring-Umfänge der Unternehmen werden dabei bis zu 24 Messgrößen untersucht, die in unterschiedlichen Häufigkeiten bestimmt werden. Die dichteste Untersuchungsreihe mit insgesamt bis zu 119 Proben wurde im Jahr 2024 durch den Ruhrverband in Essen-Rellinghausen erreicht. Entsprechend der unterschiedlichen Messumfänge wurde nicht an allen Messstellen die gleiche Parameteranzahl bestimmt. Der Auswertung dieser Untersuchungen liegen fast 10.000 Messwerte zugrunde (ohne Pflanzenschutzmittel). Die Ergebnisse werden in einer tabellarisch/grafischen Darstellung zusammengefasst (Bild 24.12 bis 24.36). Die Auswertung der Ergebnisse erfolgt durch statistische Kenngrößen (Mittel-, Maximal-, Minimal- sowie 10-, 50- und 90-Perzentile). Zur Berechnung werden Angaben unterhalb der Bestimmungsgrenze mit 30 % der Bestimmungsgrenze mitberücksichtigt. Die aus den Berechnungen erhaltenen Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze werden mit einem vorangestellten „<“-Zeichen vor der Bestimmungsgrenze aufgeführt. Bei den Minimal- und Maximalwerten wird das zugehörige Datum angegeben. Sofern ein Maximalwert mehrfach nachgewiesen wurde, wird dies mit „Mehrere“ gekennzeichnet. Bei einer Überschreitung der Zielwerte des europäischen Fließgewässer-memorandums werden die Werte in Fettdruck dargestellt. Unterhalb der statistischen Auswertungen werden die Jahresverläufe der zeitdichten Untersuchungen 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.

Tabelle 24.2: Übersicht über die Messstellen und die untersuchenden Laboratorien
Table 24.2: Overview of measuring points and research laboratories

Ruhr -km	Fluss -km	Längsuntersuchung		Zeitlich dichte Untersuchung	Messstellenbezeichnung
		RV	HYG		
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 (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

Untersuchungen von Pflanzenschutzmitteln (PSM)

Als weitere Parametergruppe 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 Pflanzenwachses werden in der Umwelt z. T. nur langsam abgebaut. In Lebensmitteln und Trinkwasser dürfen sie aber nur in sehr geringen Spuren vorkommen. Der Gesetzgeber hat für Einzelsubstanzen im Trinkwasser einen Grenzwert von 100 ng/l und für die Summe aller nachgewiesenen Einzelsubstanzen einen Maximalwert von 500 ng/l festgelegt.

2024 wurden die Pflanzenschutzmittel in den beiden Untersuchungsprogrammen in gut 4755 Analysen untersucht. Die Ergebnisse für die Pflanzenschutzmittel werden in der Tabelle 24.5 als Überschreitungssstatistik 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 zu den Untersuchungsergebnissen

Niederschläge und Abfluss: Nach dem sehr feuchten Jahr 2023 fielen die Niederschläge für 2024 niedriger aus, lagen aber erneut über dem Durchschnitt der letzten Referenzperiode 1991 - 2020. Trotz der sehr hohen Niederschläge in 2023 wurden die Minderniederschläge der zurückliegenden Trockenjahre nicht ausgeglichen. Auch durch die erneut hohen Niederschläge in 2024 wurden die Minderniederschläge der letzten zehn Jahre nicht vollständig ausgeglichen. Allerdings konnte durch die Niederschläge in 2024 eine deutliche Grundwasserneubildung und der Anstieg des Grundwassers beobachtet werden (Bild 24.1).

Bei den Niederschlägen zeigte sich eine Verteilung mit den hohen Werten zu Beginn des Jahres bis in den Februar und dem maximalen Wert im Mai 2024, gefolgt von niedrigeren Werten in den Sommermonaten und einem moderaten

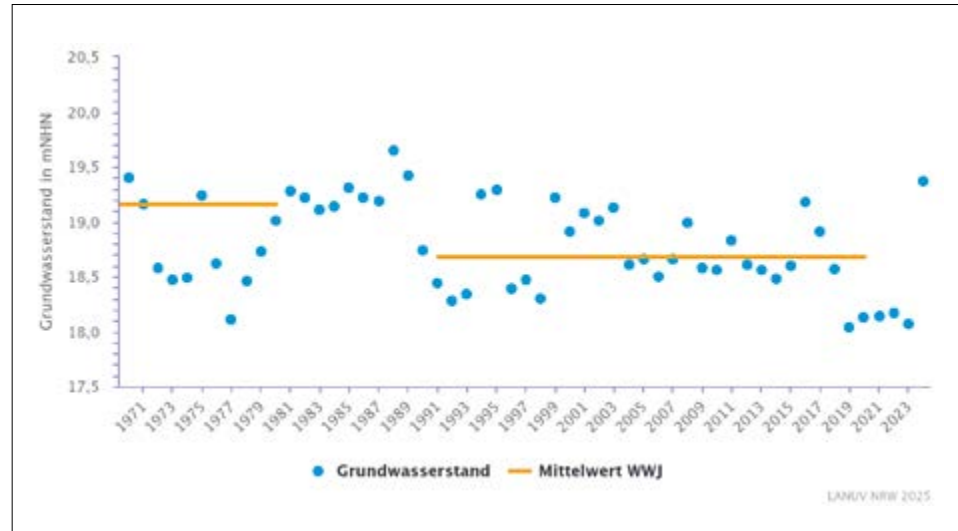


Bild 24.1: Entwicklung der Grundwasserstände in NRW mit Referenzwerten (Quelle: Klimaatlas.NRW, verändert)

Fig. 24.1: Development of groundwater levels in North Rhine-Westphalia with reference values (source: Klimaatlas.NRW, modified)

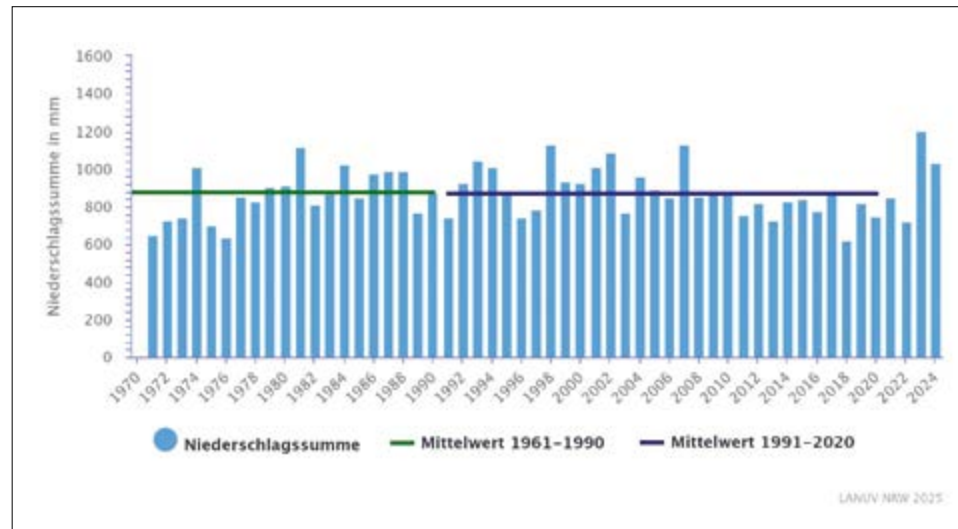


Bild 24.2: Abweichung der Niederschläge in NRW von den Referenzwerten (Quelle: Klimaatlas.NRW, verändert)

Fig. 24.2: Deviation of precipitation in North Rhine-Westphalia from reference values (source: Klimaatlas.NRW, modified)

Anstieg zu Beginn des Winters. Nach den Dürrejahren bis 2022 folgten damit zwei feuchte Jahre. Auch im Jahr 2024 wies aufgrund der höheren Niederschläge die Ruhr einen erhöhten Abfluss auf (2013 71 %, 2014 75 %, 2015 90 %, 2016 81 %; 2017 91 %; 2018 70 %, 2019 83 %, 2020 76 %, 2021 86 %, 2022 84 %, 2023 162 %, 2024 123 % Quelle: DGJ-Seiten Ruhrverband). Dieser Trend zu erhöhten Niederschlägen im Ruhreinzugsgebiet setzte sich in den ersten Monaten des Jahres 2025 jedoch nicht fort. Die Niederschlagsentwicklung lässt sich aus den Niederschlagssummen dokumentieren (Bild 24.2). Der Abfluss der Ruhr folgte dabei nicht strikt den gefallenen Niederschlagsmengen, da sich Evaporation, Versickerung und Grundwasserneubildung, wie auch der Einstau der Talsperren auf den Abfluss auswirken. Der höchste Abfluss war im ausgehenden Winter nach den beiden hohen Niederschlägen im November und Dezember, der in Hattingen ein Maximum von 580 m³/s erreichte, festzustellen. Die Daten des Ruhrabflusses am Pegel Hattingen werden auch bei den Graphiken der Wasserinhaltsstoffe zur besseren Interpretation der Konzentrationsverläufe mit dargestellt (Bilder 24.12 bis 24.36).

Temperaturen: Der Trend des Klimawandels hat sich auch bei den Temperaturen im Jahr 2024 fortgesetzt (Bild 24.3). In Nordrhein-Westfalen wurde der bisherige Spitzenwert aus den Jahren 2022 und 2023 im Jahr 2024 nochmals überschritten und erreichte einen Durchschnittswert von 11,3 °C. Damit lag die Durchschnittstemperatur um 1,3 °C über dem aktuellen Referenzwert der Periode 1991 - 2010; bezogen auf den zuvor gültigen Referenzzeitraum (1961 - 1990) liegt der Wert damit sogar bei + 2,3 °C über dem Referenzwert. Insgesamt wurde dadurch innerhalb von fünf Jahren zum dritten Mal eine neue Höchsttemperatur erreicht. Neben den Abflussmengen stellen die Lufttemperaturen den hauptsächlichsten Einflussfaktor für die Wassertemperaturen dar. Auch im Jahr 2024 folgte die Wassertemperatur der Lufttemperatur mit einer typischen Verzögerung, wobei die Maximalwerte in den Monaten Juli und August auftraten. Die höchsten Temperaturen traten dabei im oder nach dem

Bereich der Stauhaltungen auf. Dabei wurden die Zielwerte des Gewässer Memorandums zu keiner Zeit erreicht oder überschritten. Dies kann auf die im Vergleich hohen Abflusszahlen in 2024 zurückgeführt werden. Auch für das Jahr 2024 wurden bei den Minimalwerten erneut nach 2023 sehr hohe Werte ermittelt: hier lagen die Temperaturen im Januar bei über 3 °C und wiesen im Ruhrverlauf an der unteren Ruhr den höchsten Wert auf (Bild 24.12). Die Ruhrlängsuntersuchungen bestätigten dieses Bild: bei der Winteruntersuchung wurden ebenfalls deutliche Plusgrade gemessen, die über den Ruhrverlauf aber nur wenig anstiegen. Anders war der Anstieg bei den übrigen Messreihen in den Jahreszeiten feststellbar, wobei auch die Sommeruntersuchung in der unteren Ruhr noch einen Abstand zu dem Zielwert von 25 °C aufwies (Bild 24.4).

Leitfähigkeit und Salze: Die Leitfähigkeit wies nach den starken Niederschlägen der Wintermonate im Vorjahr die minimalen Werte im Januar/Februar auf. Durch die gute Wasserführung über das Jahr waren die Leitfähigkeiten relativ ausgeglichen. Hierbei wurden aber im oberen Ruhrabschnitt die höchsten Leitfähigkeiten Anfang März vorgefunden, nach der Winterperiode mit Frosttagen, die sich bis in den März zogen und durch Niederschläge abgelöst wurden. Die Schwankungen der Leitfähigkeiten in Abhängigkeit der Wasserführung nahmen insgesamt über den Ruhrverlauf zu (Bild 24.13).

Die Konzentrationen des Chlorids, das als dominierendes Salz die Leitfähigkeit mit bedingt, weisen den gleichen Verlauf wie die Leitfähigkeit auf (Bild 24.14). Bei Chlorid fällt ein Zusammenhang zu den Abflüssen besonders auf: besonders in den Sommermonaten wird an der unteren Ruhr der Anstieg über die Fließstrecke durch die Abflüsse stark abgesenkt.

Die Abhängigkeit dieser beiden Parameter von dem Abfluss wird auch in den Ruhrlängsuntersuchungen sichtbar: bei der Leitfähigkeit ist der Anstieg über den Ruhrverlauf in allen Probereihen ausgeprägt. In der Höhe der Leitfähigkeiten variieren die unterschiedlichen Messreihen, entsprechend den Abflüssen zur Zeit der Probenahmen (Bild 24.4). Auch

in den Längsuntersuchungen konnte der Anstieg über den Ruhrverlauf für das Chlorid und das Sulfat (Bild 24.7 und 24.9) bei den Anionen, aber auch bei den hauptsächlichsten Kationen Natrium, Kalium und Magnesium festgestellt werden (Bild 24.7). Vor allem bei den hauptsächlichsten Ionen Natrium und Chlorid sind deutliche Anstiege nach dem Zufluss des Ölbachs auffallend.

Trübung: Die Trübung wird vor allem durch die Mobilisierung von Sedimenten bei hohen Abflüssen beeinflusst. Da diese Ereignisse im Jahr 2024 meist nur kurzzeitig auftraten und z. T. lokal beschränkt waren, wurden die größten Trübungseignisse im ausgehenden Winter nachgewiesen, aber auch zu Zeiten der ersten höheren Abflüsse nach der Sommerphase gemessen. Vor allem bei den Untersuchungsstellen mit einer höheren Untersuchungshäufigkeit konnten die Spitzenwerte ermittelt werden, die je nach Lage der Untersuchungsstellen von lokalen Niederschlagsereignissen stark beeinflusst sein können. So wurden im Oberlauf die höchsten Werte ermittelt, aber auch am unteren Ruhrabschnitt wurde bei der sehr häufigen Probenahme ein Spitzenwert ermittelt (Bild 24.15). Weitere Ursachen wie ein Wachstum von pelagischen Algen konnten anhand der Messwerte des Chlorophylls nicht nachgewiesen werden (Bild 24.16). Auch in der Längsuntersuchung wurden in den Messkampagnen nur geringe Trübungen nachgewiesen (Bild 24.4), obwohl in der Frühjahrsuntersuchung ein deutlicher Anstieg beim Chlorophyll ab dem mittleren Ruhrabschnitt mit den Stauhaltungen nachgewiesen werden konnte (Bild 24.6).

Chlorophyll, Sauerstoff und pH-Werte: Diese Parameter hängen durch den Stoffwechsel von Algen direkt voneinander ab. Daneben wirken aber auch andere Faktoren wie die Löslichkeit der Gase in Abhängigkeit von der Wassertemperatur oder der pH-Wert in Abhängigkeit von heterotrophem Wachstum. In den zeitdichten Untersuchungen konnte ab dem Ruhrabschnitt von Hagen bis nach Essen zwischen März und April das hauptsächlichste Wachstum von Algen anhand des Chlorophylls nachgewiesen werden.

Allerdings fielen hier die Chlorophyll-Konzentrationen mit maximal 20 - 30 µg/l sehr gering aus (Bild 24.16). Entsprechend konnten auch keine Effekte durch die Algen auf die abhängigen Parameter pH-Wert (Bild 24.17) und Sauerstoff (Bild 24.18) beobachtet werden. Der pH-Wert lag insgesamt, über den gesamten Jahresverlauf betrachtet, auf einem unauffälligen Niveau, das typisch für Fließgewässer ist, während sich der Gehalt an Sauerstoff nur durch die Löslichkeit, bedingt durch die Wassertemperatur, begründen lässt. Dies ist zum wiederholten Mal ein deutliches Anzeichen, dass sich die Biozönose im Gewässer geändert hat und keine deutlichen Algenblüten mehr auftreten. In der Längsuntersuchung der Ruhr wurde im Frühjahr ein geringes Algenwachstum vorgefunden, das über den Bereich der Stauhaltungen zunahm und von Essen bis Mülheim das Maximum erreichte (Bild 24.6). Bei den abhängigen Parametern konnte bei dem pH-Wert eine geringe Beeinflussung ab Essen vorgefunden werden (Bild 24.4). Er zeigte durch den Verbrauch an Kohlendioxid einen leichten Anstieg, sowie eine Abnahme von gelöstem Phosphat, das als Makronährstoff für das Algenwachstum als limitierender Faktor wirkt (Bild 24.5).

Nährstoffe, gebundener Kohlenstoff und UV-Absorption:

Neben dem zuvor angesprochenen Phosphat, das durch Pflanzenwachstum gezehrt wird, werden für das Wachstum weitere Makronährstoffe, allem voran die Stickstoffverbindungen, benötigt. Diese Nährstoffe werden durch das Wachstum im Frühjahr gebunden und so aus dem Wasserkreislauf entfernt. Dies ist bei dem gelösten Phosphat über den Ruhrverlauf ab Februar/März bis zum Mai zu beobachten. Anschließend wird diese Zehrung durch die Seneszenz erster Pflanzenkulturen mit einer Freisetzung von Phosphaten überlagert (Bild 24.21). Im weiteren Verlauf des Jahres sind stärkere Schwankungen in den Phosphatgehalten der Ruhr nachweisbar als in der Wachstumsphase im Frühjahr. Insgesamt liegen die Phosphatgehalte über das gesamte Jahr jedoch auf einem üblichen Niveau für die Ruhr. Bei dem weiteren Makronährstoff, den Stickstoffverbindungen Nitrat und Ammonium, treten in der Natur die glei-

chen Zehrungszyklen auf. Allerdings wird die Zehrung durch die Düngemaßnahmen der Landwirtschaft kompensiert, da der Nährstoff sehr mobil ist und ausgetragen werden kann. Entsprechend wurden auch in der Wachstumszeit keine Abnahmen dieses Nährstoffes nachgewiesen (Bild 24.19). Nach der Vegetationszeit wurde ein leichter Anstieg im Gewässer beobachtet, der auf die Freisetzung von gebundenem Stickstoff zurückzuführen ist. Neben dem Nitrat wird als reduzierter Stickstoff auch das Ammonium untersucht: bei dieser Verbindung sind einzelne Spitzenwerte nachweisbar, die zum Teil mit erhöhten Abflüssen zusammenhängen (Bild 24.20). Eine Freisetzung könnte in diesen Fällen über die ungeklärten Abschlüsse bedingt durch lokale Starkregenereignisse verursacht werden. An zwei Messstellen wurden bei den Untersuchungen einmalig die Zielwerte des Gewässermemorandum überschritten. Die übrigen Werte wiesen einen deutlichen Abstand zu den Zielwerten auf. In den Längsuntersuchungen wurde bei den Stickstoffverbindungen zusätzlich das Nitrit untersucht, das Zwischenprodukt zwischen dem Ammonium und dem Nitrat. Neben einigen Spitzenwerten bei den reduzierten Stickstoffen Ammonium und Nitrit werden die unterschiedlichen Niveaus in den Jahreszeiten deutlich (Bild 24.5): vor allem im Winter werden die höchsten Werte für die Stickstoffe gemessen, da die biologische Denitrifikation in den Kläranlagen bei niedrigen Temperaturen nur eingeschränkt abläuft. Entsprechend liegen die reduzierten Stickstoffe in den höchsten Konzentrationen vor.

Auch der Phosphatgehalt wies, wie bereits angesprochen, unterschiedliche Niveaus in den beiden Untersuchungen im Frühjahr und Herbst auf, da durch das Ende der Vegetation das Phosphat nicht mehr gebunden wird. Für den gebundenen Kohlenstoff (DOC), der als Parameter für organische Belastungen aus Einleitungen dient, aber auch durch die Biologie im Gewässer beeinflusst wird, wurden über den Ruhrverlauf im Jahr 2024 nur geringe jahreszeitliche Schwankungsbreiten gemessen, aber auch lokale Spitzenwerte. Wie auch bei den übrigen Messreihen werden vor allem an den häufiger beprobten Stellen mehr kurzfristige Schwankungen nachgewiesen (Bild 24.22).

Über den Ruhrverlauf wurde insgesamt eine Belastung nachgewiesen, die im Maximum über dem Zielwert des Gewässermemorandums liegt. Dies entspricht den Beobachtungen aus den Vorjahren und weist eine erhöhte Belastung durch organische Frachten auf. Dabei sind in den Sommermonaten im Mittel die höchsten Werte aufgetreten. Dies wird auch in den Längsuntersuchungen bestätigt: hier lagen die Werte ebenfalls über den Ruhrverlauf auf einem Konzentrationsniveau, das knapp unter oder an der Grenze der Zielwerte lag.

Neben dem DOC kann als Summenparameter für Kohlenstoffe der spektrale Adsorptionskoeffizient 254 nm (UV-Adsorption) untersucht werden (Bild 24.23). Hierbei wurde ein dem DOC vergleichbarer Jahresgang über den Ruhrverlauf nachgewiesen. Da für diesen Parameter kein Zielwert definiert wurde, lagen hier auch keine Überschreitungen vor. Die in den Ruhr-Längsuntersuchungen vorgefundenen Messwerte bestätigen hier deutlich noch einmal die erhöhten Werte in den Sommermonaten. Die hohen Sommerwerte weisen auf eine biologisch gebildete Fracht hin, da es bei abbaubaren Kohlenstoffen aus Einleitungen im Sommer eher zu einer Reduktion kommen müsste (Bild 24.4 und 24.5.).

Metalle: In den zeitdichten Untersuchungen der Wasserwerkslabore kommen bei den Metallparametern unterschiedliche Bestimmungsgrenzen vor. Die Werte für die Parameter Cadmium und Chrom lagen in der überwiegenden Anzahl der Labore meist unterhalb der Bestimmungsgrenze, die sich meist an den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung orientieren. Dagegen untersucht der Ruhrverband die Metalle mit einer deutlich niedrigeren Bestimmungsgrenze, die sich an den Vorgaben der Oberflächengewässerverordnung orientierten. Zusätzlich werden die Parameter mit deutlich höheren Häufigkeiten untersucht. Für Cadmium zeigten diese Untersuchungen eine sehr geringe Belastung, die auch in den statistischen Auswertungen unterhalb der Bestimmungsgrenzen gemäß der Trinkwasserverordnung lag (Bild 24.25). Bei den Nachweisen fiel die Abhängigkeit der Spitzenwerte von dem Abflussgeschehen auf, die zeigt, dass die höchsten Werte

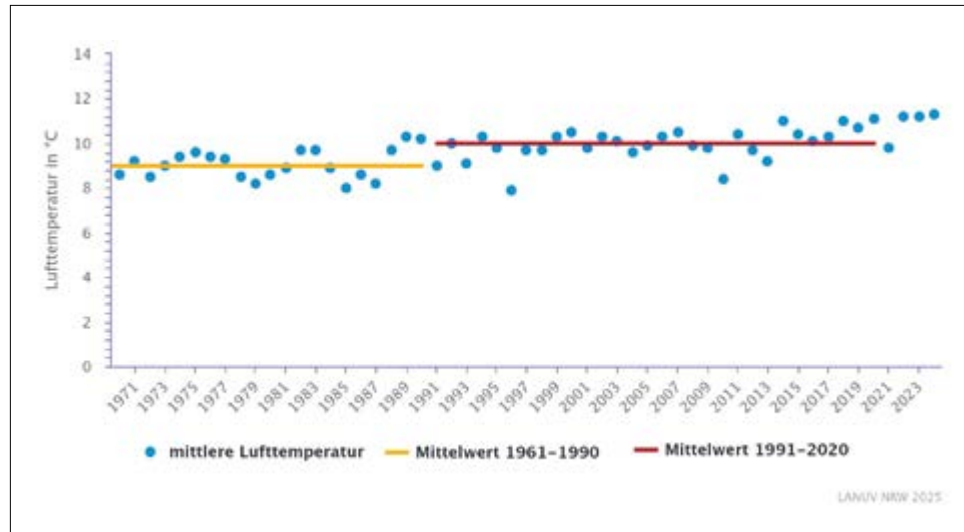


Bild 24.3: Abweichung der Lufttemperaturen in NRW von den Referenzwerten (Quelle: Klimaatlas.NRW, verändert)
 Fig. 24.3: Deviation of temperatures in North Rhine-Westphalia from reference values (source: Klimaatlas.NRW, modified)

In den Längsuntersuchungen der Ruhr kann dieses Phänomen ebenfalls beobachtet werden: neben einzelnen Ausreißern in Messungen der Metalle Eisen, gelöstes Eisen, Mangan und gelöstes Mangan weist das Mangan und vor allem das gelöste Mangan ab der Messstelle Hengstey dauerhaft einen deutlichen Anstieg auf (Bild 24.9).

Anthropogene Spurenstoffe: Anthropogene Spurenstoffe werden nur durch wenige Untersuchungsparameter in diesem Monitoring untersucht und berichtet. Als ein Summenparameter werden die adsorbierbaren organisch gebundenen Halogene (AOX) untersucht. Auch bei diesem Parameter liegen Werte mit unterschiedlichen Bestimmungsgrenzen vor (Bild 24.29). Die bei den Wasserversorgern genutzte Bestimmung wird in den meisten Analysen unterschritten und nur durch einzelne Werte überschritten. Bei den häufigeren Analysen mit einer kleinen Bestimmungsgrenze durch den Ruhrverband wird eine geringe Belastung zum Ende des Sommers nachgewiesen, die keinen Zusammenhang mit den Abflüssen aufweist. Die Belastungen weisen einzelne Spitzenwerte auf, die bei niedrigen Abflüssen auftreten. Eine Ursache kann aus diesen Messungen nicht abgeleitet werden.

Bei den Längsuntersuchungen wurden nur in der Frühjahr- und Herbstmessung Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Hier gab es neben einzelnen Spitzenwerten im oberen und mittleren Ruhrabschnitt eine leicht steigende Belastung im unteren Ruhrabschnitt (Bild 24.10).

Als Einzelstoffe werden bei der Ruhruntersuchung die chlorhaltigen Lösemittel Tri- und Tetrachlorethen mit einer Bestimmungsgrenze entsprechend dem Zielwert des Fließgewässermemorandums untersucht. Beim Tetrachlorethen (PER) wurden nur im Bereich hinter Fröndenberg Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze gemessen (Bild 24.30). Dabei wurden die Zielwerte an den Messstellen Hengsen und Westhofen im Maximum und im Fall von Hengsen auch bei dem 90er-Perzentil überschritten. Dies weist wie in den vergangenen Jahren auf eine Belastungsquelle stromaufwärts von Hengsen hin, die im Gemeindegebiet von Fröndenberg als Altlast bekannt ist. Für das

durch die Remobilisierung von Sedimenten bedingt werden. Eine vergleichbare Nachweissituation kann auch bei der Untersuchung von Chrom festgestellt werden: auch hier liegen die gemessenen Werte meist unterhalb der angewendeten Bestimmungsgrenze. Meist konnten aber Spitzenwerte knapp oberhalb dieser Konzentrationen aufgefunden werden. Durch den Ruhrverband wurden mit der häufigeren Probenahme aber Werte ermittelt, die einen Konzentrationsverlauf aufzeigen (Bild 24.26). Auch bei diesem Metall sind die Spitzenwerte dabei mit den Abflüssen korreliert und weisen auf die Remobilisierung aus den Sedimenten hin. Diese Aussagen lassen sich auch für die Untersuchung von Nickel in den zeitdichten Untersuchungen festhalten (Bild 24.27).

Für diese drei Metalle können die Aussagen aus der zeitdichten Untersuchung durch die Ruhr-längsuntersuchungen bestätigt werden: bei den Untersuchungen des Hygiene-Instituts liegen die Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze, während bei dem sensitiveren Nachweis durch den Ruhrverband ebenfalls Werte unterhalb der hohen Bestimmungsgrenzen gemessen wurden. Dabei wurden im oberen Ruhrabschnitt die höchsten Werte für das Cadmium detek-

tiert. Da in den Längsuntersuchungen als weitere Metalle Kupfer, Blei und Zink mit untersucht wurden, konnten für Blei und Zink im oberen Ruhrbereich ebenfalls die höchsten Werte in der Frühjahresuntersuchung ermittelt werden (Bild 24.8). Auch bei diesen Beobachtungen könnte die Remobilisierung von Sedimenten diese erhöhten Werte bewirkt haben.

Gelöstes Mangan wird sowohl bei der zeitdichten Untersuchung durch die Labore als auch bei der Ruhr-längsuntersuchung analysiert. Dabei wurden in allen Laboren Werte ermittelt, die überwiegend auf einem niedrigen Niveau lagen und keine jahreszeitlichen Konzentrationsänderungen aufwiesen. Eine Ausnahme stellt hier die Messstelle in Hagen und die nachgelagerte Stelle in Witten dar, bei der deutliche Schwankungen für das gelöste Mangan gemessen wurden. Wie auch in den Vorjahren korreliert dies mit einer höheren Konzentration des Komplexbildners EDTA ab dieser Messstelle (Bild 24.33), der eine Löslichkeit des Metalls erhöht und so zu den lokal erhöhten Werten führen dürfte. Im weiteren Verlauf der Ruhr nehmen diese Belastungen durch gelöstes Mangan wieder ab.

Trichlorethen konnte dabei kein Wert oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden (Bild 24.31). Als weitere Gruppe der anthropogenen Stoffe werden im zeitdichten Monitoring und der Ruhrlängsuntersuchung die Komplexbildner untersucht. Auch bei diesem Parameter wurden unterschiedliche Bestimmungsgrenzen verwendet, die eine Bewertung nach dem Fließgewässermemorandum z. T. nicht möglich machten. Vor allem beim DTPA wurden höhere Bestimmungsgrenzen angewendet, da dieser Nachweis analytisch schwierig ist (Bild 24.32). Mit den angewendeten Bestimmungsgrenzen wurden keine Belastungen dieses Komplexbildners mehr vorgefunden und es zeigten sich damit nach der Einstellung der industriellen Einleitung in Hagen seit 2016 nur noch vereinzelt geringe Belastungen. Bei dem universell eingesetzten Komplexbildner EDTA wurden dagegen durchgängig die Zielwerte des Gewässermemorandums überschritten: hier wurden nicht nur ab der Punkteinleitung sondern im gesamten Verlauf der Ruhr die Zielwerte des Gewässermemorandums überschritten (Bild 24.33). Über den Ruhrverlauf sind dabei ansteigende Konzentrationen nachzuweisen, die in den häufiger untersuchten Probestellen eine deutliche Schwankungsbreite aufwiesen. Dabei war besonders in Hengstey noch ein deutlicher Anstieg gegenüber der oberen Ruhr festzustellen. Dies spricht auch weiterhin für eine punktuelle Einleitung mit unterschiedlichen Frachten an der Mündung der Lenne. Die höchste Schwankungsbreite wurde wiederum in Essen mit der häufigsten Probenahme vorgefunden. In der Ruhrlängsuntersuchung konnte diese Analyse bestätigt werden (Bild 24.10). Hier trat in der Winter- und der Frühjahruntersuchung hinter dem Zustrom der Lenne ein deutlicher Anstieg auf, der in den späteren Untersuchungen so nicht mehr gemessen wurde. Die Änderung der Belastung dürfte auf der Einstellung der Produktion von Papier in Hagen beruhen, die im Jahr 2024 vorgenommen wurde. Der dritte Komplexbildner, der sowohl in der zeitdichten als auch der Ruhrlängsuntersuchung analysiert wird, ist das NTA, das auf Grund seiner Abbaubarkeit jedoch nur einmalig mit einer sehr geringen Konzentration nachgewiesen wurde (Bild 24.34 und 24.10).

Gewässerhygiene: Die Ruhr wird neben der Überwachung der chemischen Parameter auch auf den hygienischen Zustand untersucht. Dazu werden das Bakterium *Escherichia coli* (*E. coli*) sowie die coliformen Bakterien bestimmt (Bild 24.35 und 24.36). Da an der unteren Ruhr niedrige Bestimmungsgrenzen genutzt wurden, konnte für die beiden Probestellen keine Auswertung erfolgen. Bei den übrigen Probenahmestellen wurden schwankende Belastungen mit Bakterien aufgefunden, deren Spitzen sich zum Teil durch Niederschläge und die Abflusssituation erklären lassen. So wurden in den Wintermonaten insgesamt deutlich höhere Werte nachgewiesen, als sie in der Zeit des niedrigeren Abflusses in den Sommermonaten auftraten. Bei der Verteilung über den Ruhrverlauf traten in den Sommermonaten vor allem an der oberen Ruhr vermehrt Belastungen auf. Hier spielen die Ruhrseen für den mittleren und unteren Ruhrverlauf eine Rolle bei der Hygienisierung durch verlängerte Aufenthaltszeiten. Bei den nachgewiesenen Zellzahlen stellen die *E. coli* ca. ein Viertel der coliformen Bakterien dar. Auch in den Ruhrlängsuntersuchungen waren die höchsten Werte bei den hygienischen Parametern im oberen Ruhrbereich vor allem in der Wintermessung zu finden (Bild 24.6).

Pflanzenschutzmittel: Die Pflanzenschutzmittel werden in einer Übersichtstabelle statistisch ausgewertet (Tabelle 24.5). Die Belastungen der Ruhr spielen in der Regel eine eher untergeordnete Rolle. Allerdings wurden im letzten Jahr im Vergleich zu den Vorjahren mehrere unterschiedliche Pflanzenschutzmittel aufgefunden. Der Nachweis stieg von vier Wirkstoffen im Vorjahr auf acht Wirkstoffe an, von denen allerdings drei Wirkstoffe nur einmalig nachgewiesen wurden (Bentazon, Ethofumesat und Quinmerac). Weitere fünf Wirkstoffe wurden mit niedriger Häufigkeit nachgewiesen, darunter aber auch Wirkstoffe, die bisher nicht oder selten auftraten (Chlortoluron, 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure, Flufenacet, Mecoprop und Tebuconazol). Mit Abstand am häufigsten wurde erneut das MCPA (2-Methyl-4-chlorphenoxyessigsäure) in

über 20 % der Proben nachgewiesen. Dies bedeutet eine leichte Abnahme gegenüber dem Vorjahr, stellt aber mit der Häufigkeit weiterhin ein Problem dar, wobei die maximalen Konzentrationswerte ebenfalls rückläufig waren. Bei der Häufigkeit waren insgesamt 62 Nachweise bei 4755 Analysen positiv. Bei den Konzentrationen war besonders das Chlortoluron auffällig, das mit maximal 160 ng/l und in drei Proben über 100 ng/l nachgewiesen wurde.

Nebengewässer: Neben der Ruhr werden durch den Ruhrverband auch einige Nebengewässer chemisch und mikrobiologisch untersucht, um ihren Einfluss auf die Ruhr abzuschätzen. Die Daten werden als Mittelwerte tabellarisch zusammengefasst (Tabelle 24.3) und für ausgewählte Parameter graphisch den Ruhrwerten an der Mündung gegenübergestellt (Bild 24.11). Bei den Nebengewässern konnten die Befunde aus den Vorjahren weitgehend bestätigt werden. Hier zeigen die Nebenbäche aus dem oberen Ruhrbereich nur vereinzelt Werte an, die einen Eintrag von Belastungen aufzeigen. So wurde für die Möhne der höchste Wert an UV-Adsorption (SAK 254) gemessen. Auch in der Hönne fiel ein Wert bei den polyaromatischen Kohlenwasserstoffen auf, wie auch bei der Volme. Höhere Belastungen haben die Nebenbäche Baarbach, Ölbach und der Rinderbach. Aus den Analysen des Baarbachs sind die Einflüsse von Industrien auf Grund der Belastungen durch EDTA, Mangan und gelöstem Mangan, den Metallen Kupfer, Nickel, Zink und Cadmium auffindbar. Besonders hohe Belastungen weist der Ölbach auf, der bei vielen Parametern die höchsten Werte zeigt. Hier sind neben den industriellen Einleitern (AOX und EDTA) auch die Sumpfungswässer aus den stillgelegten Gruben als Ursache zu nennen, die für die extremen Salzfrachten (u. a. Natrium, Chlorid, Ammonium, Nitrit), aber vor allem Barium als Zeiger für die Tiefenwässer verantwortlich sind. Zusätzlich sind die Anzeiger von anoxischen Verhältnissen wie das Ammonium und das gelöste Mangan ein Hinweis auf diese Einträge. Daneben

Tabelle 24.3: Mittelwerte ausgewählter Gütemerkmale von acht Nebenflüssen der Ruhr
 Table 24.3: Means of selected quality parameters for eight tributaries of the Ruhr

Kenngröße	Einheit	Zufluss/Ruhr-km							
		Rinder- bach 23,24	Ölbach 67,35	Volme 87,67	Lenne 92,72	Baar-bach 106,96	Hönne 116,58	Möhne 137,35	Röhr 141,83
Wassertemperatur	° C	10,1	12,9	11,1	11,6	9,8	11,3	8,8	8,5
pH-Wert		8,30	7,75	8,15	7,55	7,75	8,35	8,10	7,85
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	610	2444	274	344	902	563	315	292
Trübung	FNU	26,0	4,8	2,9	2,4	7,5	3,7	2,4	2,7
Spektr. Absorptionskoeff. bei 254 nm	1/m	5,0	8,4	4,5	4,4	9,2	3,9	10,1	3,2
Spektr. Absorptionskoeff. bei 436 nm	1/m	0,30	0,55	0,30	0,28	0,50	0,28	0,50	0,20
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	mg/l			< 5,0	< 5,0		7,0		
Gelöster organ. gebund. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	2,3	4,4	1,8	1,9	4,2	1,8	3,7	1,7
Gelöster Sauerstoff	mg/l	11,5	9,9	11,8	10,7	11,3	11,2	12,0	11,7
Chlorophyll-a	µg/l	5,0	31,5	1,5	< 1,0	3,5	1,2	2,2	1,2
Gesamter gelöster Phosphor als PO4	mg/l	0,36	0,58	0,11	0,27	0,23	0,13	< 0,06	0,15
Borat-Bor	mg/l	0,05	0,38	< 0,05	< 0,05	0,10	< 0,05	0,02	0,01
Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)	µg/l	< 2,5	3,8	< 2,0	2,1	11,6	< 2,0	< 0,5	< 0,5
Nitritriessigsäure (NTA)	µg/l	< 2,5	< 2,5	< 2,0	< 2,0	< 2,5	< 2,0	< 0,5	< 0,5
Ammonium	mg/l	0,05	0,45	0,07	0,04	0,05	0,05	< 0,03	0,06
Nitrat	mg/l	18,6	6,4	12,8	12,4	18,4	18,0	9,1	13,3
Nitrit	mg/l	< 0,03	0,33	0,04	0,05	< 0,03	0,04	< 0,03	0,04
Organisch gebundener Stickstoff	mg/l	1,23	1,37	1,35	1,14	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Mangan	µg/l	44	145	11	20	70	17	58	30
Gelöstes Mangan	µg/l	20	135	< 10	< 10	54	< 10	39	14
Eisen	mg/l	0,89	0,32	0,11	0,10	0,38	0,11	0,08	0,16
Gelöstes Eisen	mg/l	0,02	0,01	0,02	0,02	0,04	0,02	0,03	0,01
Natrium	mg/l	30	400	17	19	53	30	17	9
Kalium	mg/l	5,0	16,5	2,8	3,3	12,5	3,4	1,9	1,8
Magnesium	mg/l	10,5	26,0	5,0	7,2	12,5	7,2	4,7	6,2
Calcium	mg/l	66	85	28	36	105	72	35	50
Barium	µg/l	15	270	36	32	33	39	19	32
Kupfer	µg/l	2,9	1,7	< 5,0	< 5,0	8,8	< 5,0	1,5	1,5
Nickel	µg/l	8,8	4,4	1,7	1,5	8,5	1,7	3,1	2,7
Chrom	µg/l	1,8	0,7	< 0,5	0,7	1,3	0,7	< 0,5	< 0,5
Zink	µg/l	29	11	< 10	17	67	10	5	6
Blei	µg/l	4,3	0,4	< 1,0	< 1,0	1,0	< 1,0	0,2	1,0
Cadmium	µg/l	0,11	0,04	< 0,10	< 0,10	0,15	< 0,10	0,03	0,04
Chlorid	mg/l	56	490	26	31	115	50	26	13
Sulfat	mg/l	53	120	23	29	99	41	23	47
Fluorid	mg/l	0,13	0,25	0,09	0,08	0,19	0,10	0,09	0,07
Polycyclische aromat. Kohlenwasserstoffe	ng/l	5	1	11	8		15		2
Adsorb. org. geb. Halogene (AOX)	µg/l	12	16	< 10	< 10	15	< 10	10	< 5
Coliforme Bakterien	1/100 ml	1735	9393	5441	5152	5996	4972	324	3904
Escherichia coli	1/100 ml	339	1125	1599	1596	1259	1203	100	1382

weist der Ölbach auch Hinweise auf die Einleitung von kommunalen Abwässern auf (Kalium, Borat-Bor, gelöstes Phosphat). Bei dem Rinderbach sind ebenfalls vor allem industrielle Einflüsse anhand der Metalle Nickel, Zink, Blei und Cadmium erkennbar.

Für die meisten Nebengewässer kann auch die hygienische Belastung anhand der bakteriellen Frachten aufgezeigt werden: so sind in Ölbach, Baarbach, Volme und Lenne recht hohe Bakteriengehalte nachgewiesen worden.

Diese Lasten werden besonders auch bei dem Vergleich der Mittelwerte der Nebengewässer mit den Mittelwerten der Ruhr an der Einmündung deutlich: dabei sticht der Ölbach mit den höchsten Lasten heraus, die er in die Ruhr einbringt. Auch der Einfluss des Baarbachs kann anhand der Graphik abgeschätzt werden (Bild 24.11).

Zielwerte: Als Zielwerte werden die Zielwerte des Fließgewässermemorandums bei der Erreichung eines guten Zustands genutzt. Zum Teil werden zusätzlich hilfsweise die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung mit herangezogen (Tabelle 24.4).

In der Tabelle werden die Überschreitungen sowie die Werte ausgewiesen, die mit der Bestimmungsgrenze oberhalb der Zielwerte liegen. Aus der Tabelle können die bereits angesprochenen Belastungen abgelesen werden: so werden beim DOC die Zielwerte teilweise überschritten, bei den Chlorkohlenwasserstoffen ist eine lokale Überschreitung festzustellen, wobei hier bei etwa einem Viertel der Proben die Bestimmungsgrenze für die Zielwerte zu hoch gewählt war. Für die Komplexbildner, besonders für das DTPA, gilt diese Feststellung ebenfalls, wobei nur wenige Überschreitungen nachgewiesen werden konnten. Eine nahezu andauernde Überschreitung zeigte der Komplexbildner EDTA, während das abbaubare NTA keine Überschreitungen aufwies.

Eine Erhöhung der Überschreitung ist in 2024 bei den Pflanzenschutzmitteln festgestellt worden. Trotz der relativ hohen Abflüsse wurden drei Überschreitungen detektiert. Eine positive Tendenz zu weniger Unterschreitungen des Zielwertes konnte bei dem Sauerstoff registriert werden.

Kenngröße	Einheit	Zielwert Europäisches Fließgewässer Memorandum	Trinkwasser- Grenzwert (TrinkwV) (informativ)	Überschreitungen der Zielwerte Eur. Fließgewässer- Memorandum / TrinkwV-Grenzwert
Cadmium (Cd)	µg/l	-	5	keine
Nickel (Ni)	µg/l	-	20	keine
Ammonium (NH ₄)	mg/l	0,3	0,5	2 > 0,3 (von 432 Proben)
Nitrat (NO ₃)	mg/l	25	50	keine
Gel. org. geb. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	3	-	33 (von 419 Proben)
Tetrachlorethen	µg/l	0,1	10 für die Summe aus beiden	6 > 0,1 (von 203 Proben)
Trichlorethen		0,1		52 < 0,2 ²⁾ (von 201 Proben) 52 < 0,2 ²⁾ (von 203 Proben)
Diethyltrinitrilopentaessigsäure DTPA	µg/l	1	-	3 (von 163 Proben) 55 < 2 / < 2,5 / < 10 ²⁾
Ethylendinitrilotetraessigsäure EDTA	µg/l	1	-	169 (von 222 Proben) 8 < 2 ²⁾
Nitritotriessigsäure NTA	µg/l	1	-	14 < 2 ²⁾ (von 224 Proben)
PSM ¹⁾	ng/l	100	100	3 (von 4755 Proben)
Elektrische Leitfähigkeit (LF)	µS/cm	700	2170	keine
pH-Wert		7 – 9	6,5 – 9,5	1 (von 556 Proben)
Temperatur (T)	°C	25	-	keine
Sauerstoff (O ₂)	mg/l	> 8	-	21 (von 448 Proben)
Chlorid (Cl)	mg/l	100	-	keine
Sulfat (SO ₄)	mg/l	100	250	keine
Fluorid (F)	mg/l	1	1	keine

¹⁾ Organisch-chemische Stoffe zur
Pflanzenbehandlung und Schädlingsbekämpfung.

²⁾ Bestimmungsgrenze liegt über dem Zielwert des
Fließgewässermemorandums.

Tabelle 24.4: Zielwerte für die
Qualität des Ruhr-
wassers mit Über-
schreitungen im
Jahr 2024

Table 24.4: Target values for
the quality of Ruhr
water and exceed-
ings in 2024

Zusammenfassung

Im Jahr 2024 wurden keine überraschenden Ergebnisse zu den Langzeitbeobachtungen im Monitoring festgestellt. Auf Grund des guten Abflussmanagements traten keine extremen Hochwässer mit entsprechenden Remobilisierungen auf. Die beobachteten Effekte hielten sich in den üblichen Grenzen. Durch das zweite feuchte Jahr in Folge waren die Abflüsse aber auch über das gesamte Jahr ausreichend, so dass keine übermäßigen Konzentrationsanstiege in der Sommerzeit zu verzeichnen waren.

Als Änderung gegenüber den Vorjahren kann eine weitere Reduktion der Belastungen durch die Komplexbildner benannt werden: nachdem seit neun Jahren durch die Produktionsänderung im Papierwerk in Hagen nur noch vereinzelt Belastungen mit DTPA nachweisbar sind, zeigte sich im Jahresverlauf eine weitere Abnahme der Immission des EDTA in Hagen. Trotz des reduzierten punktuellen Eintrags liegen die Konzentrationen des Komplexbildners noch durchgängig über den Zielwerten des Fließgewässermemorandums.

Bei den Nebenbächen sind weiterhin die Gewässer mit den größten Ableitungen von Ab- und Sumpfungswasser Belastungsschwerpunkte an der Ruhr.

Bei den Pflanzenschutzmitteln wurde im Jahr ein breiteres Spektrum an Wirkstoffen nachgewiesen. Darunter waren meist Befunde mit einzelnen Nachweisen oder einer geringeren Anzahl. Allerdings sollte hier weiter intensiv beobachtet werden, wie sich die Nachweise von Wirkstoffen verändern.

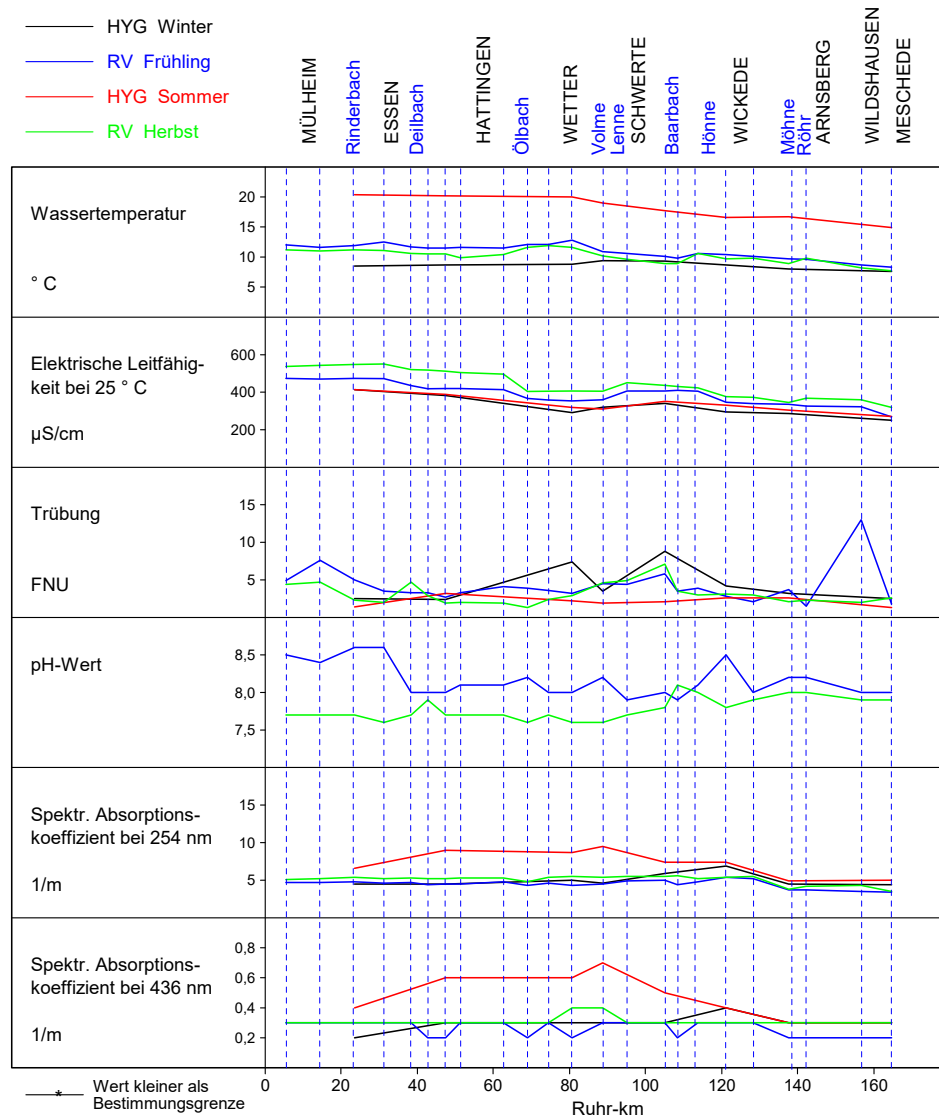


Bild 24.4: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr in den Ruhrlängsuntersuchungen
Fig. 24.4: Water condition of the Ruhr according to the examinations along the Ruhr

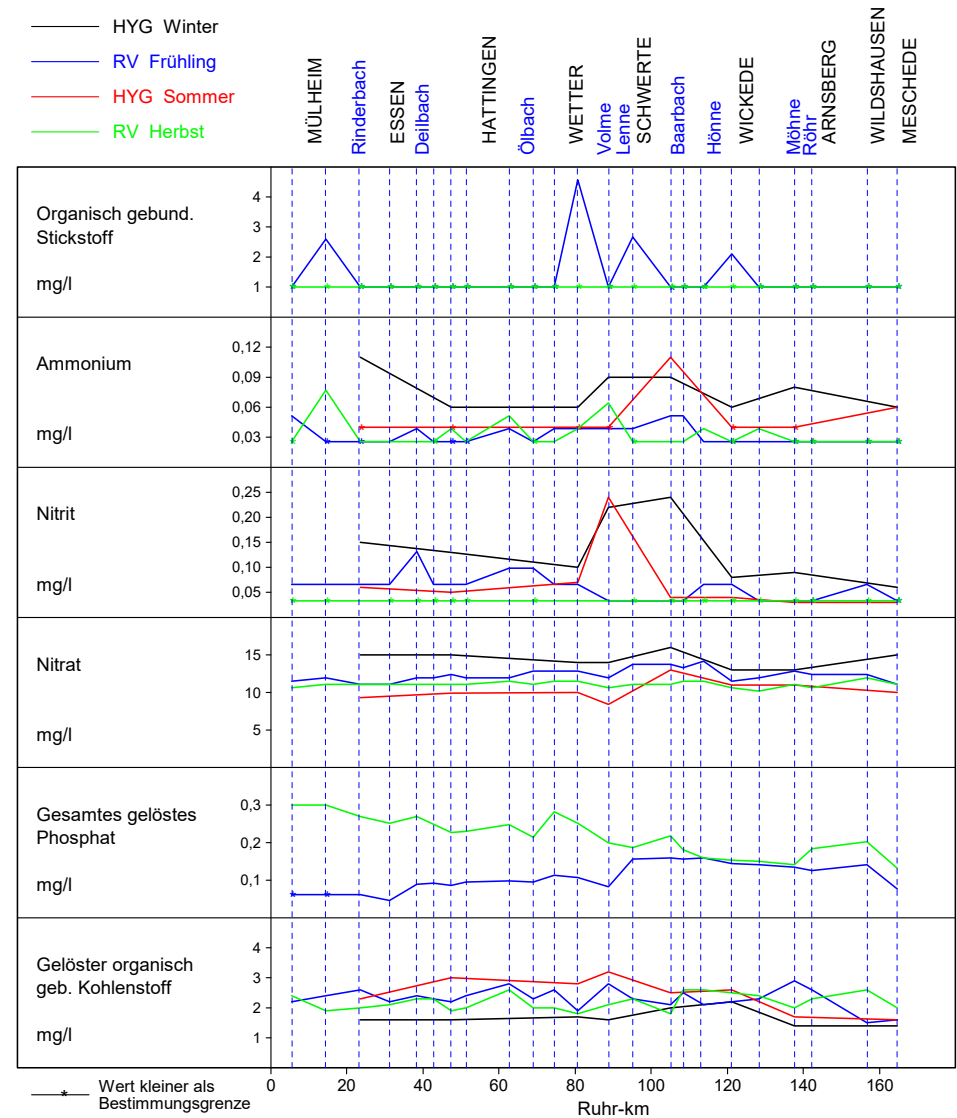


Bild 24.5: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr in den Ruhrlängsuntersuchungen
Fig. 24.5: Water condition of the Ruhr according to the examinations along the Ruhr

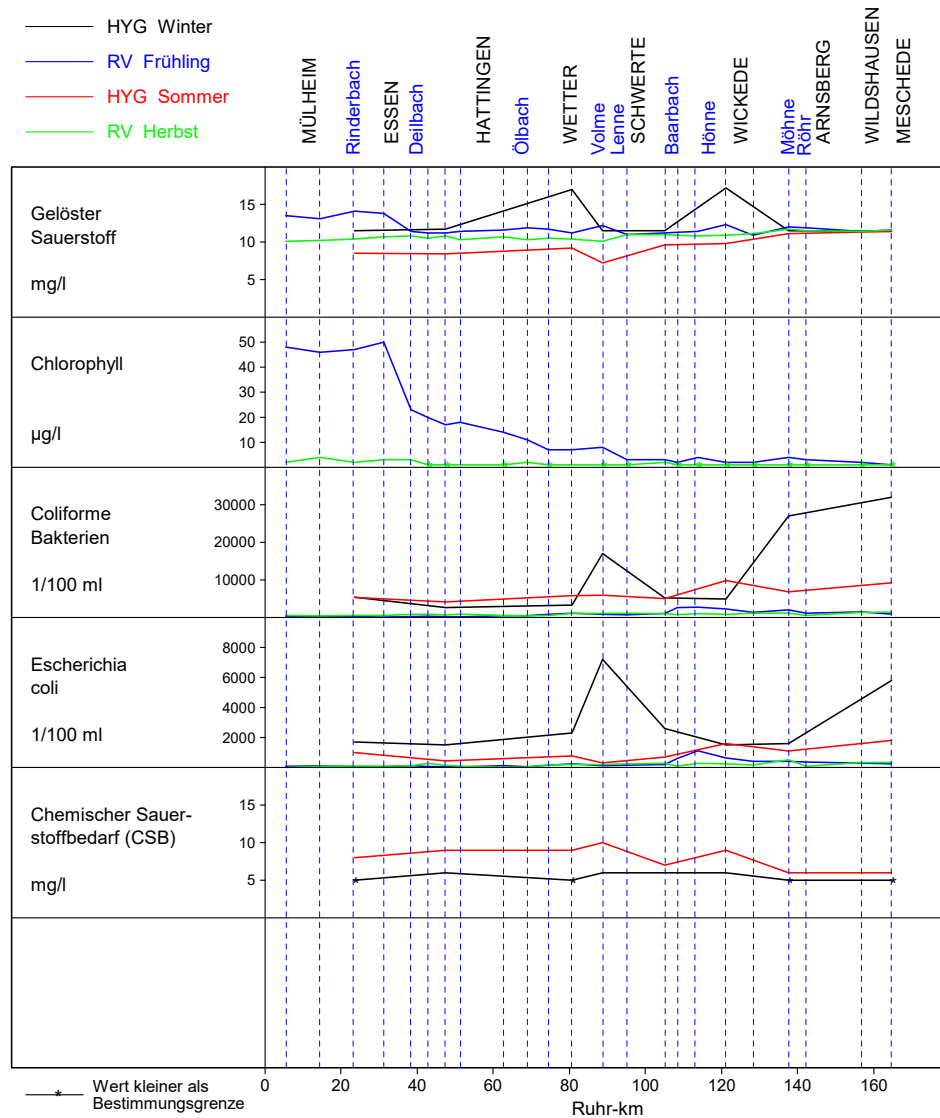


Bild 24.6: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr in den Ruhrlängsuntersuchungen
Fig. 24.6: Water condition of the Ruhr according to the examinations along the Ruhr

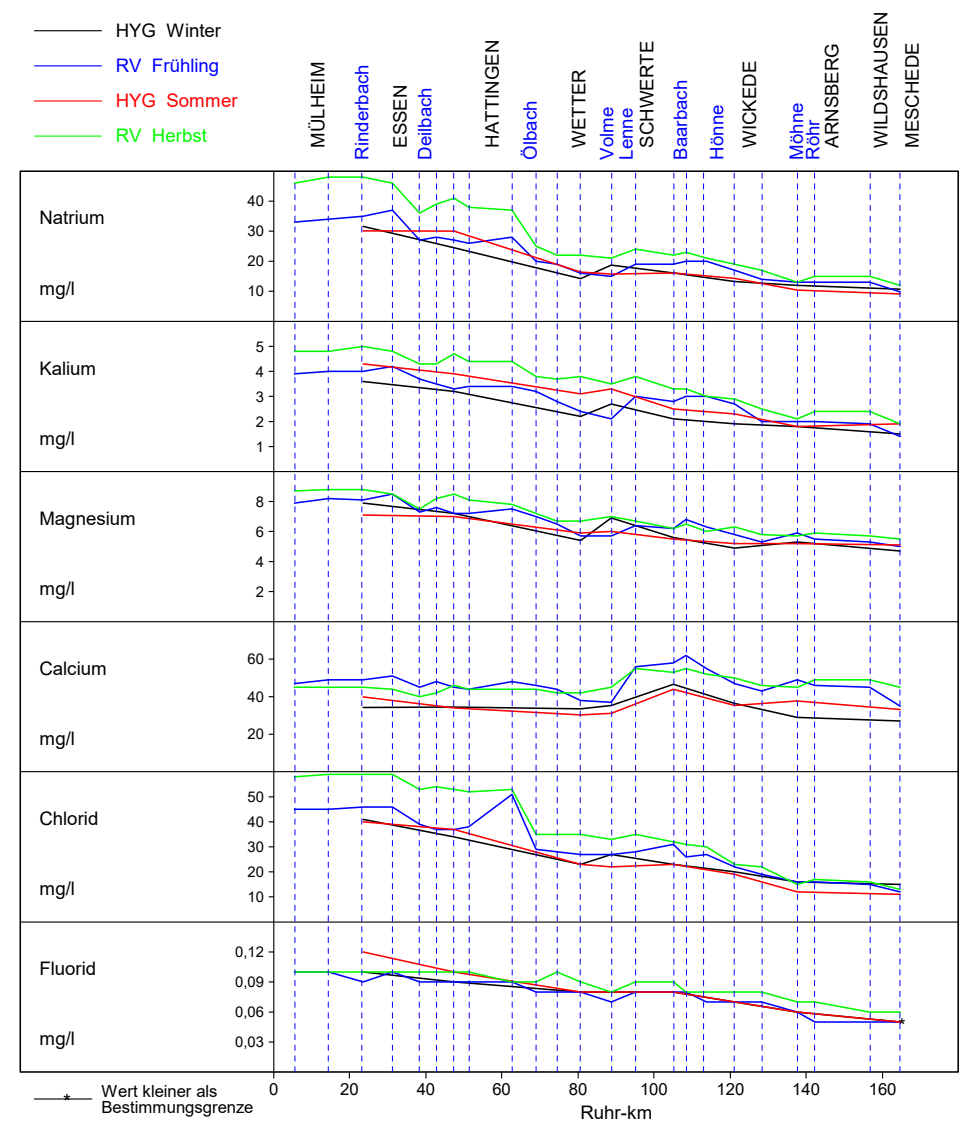


Bild 24.7: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr in den Ruhrlängsuntersuchungen
Fig. 24.7: Water condition of the Ruhr according to the examinations along the Ruhr

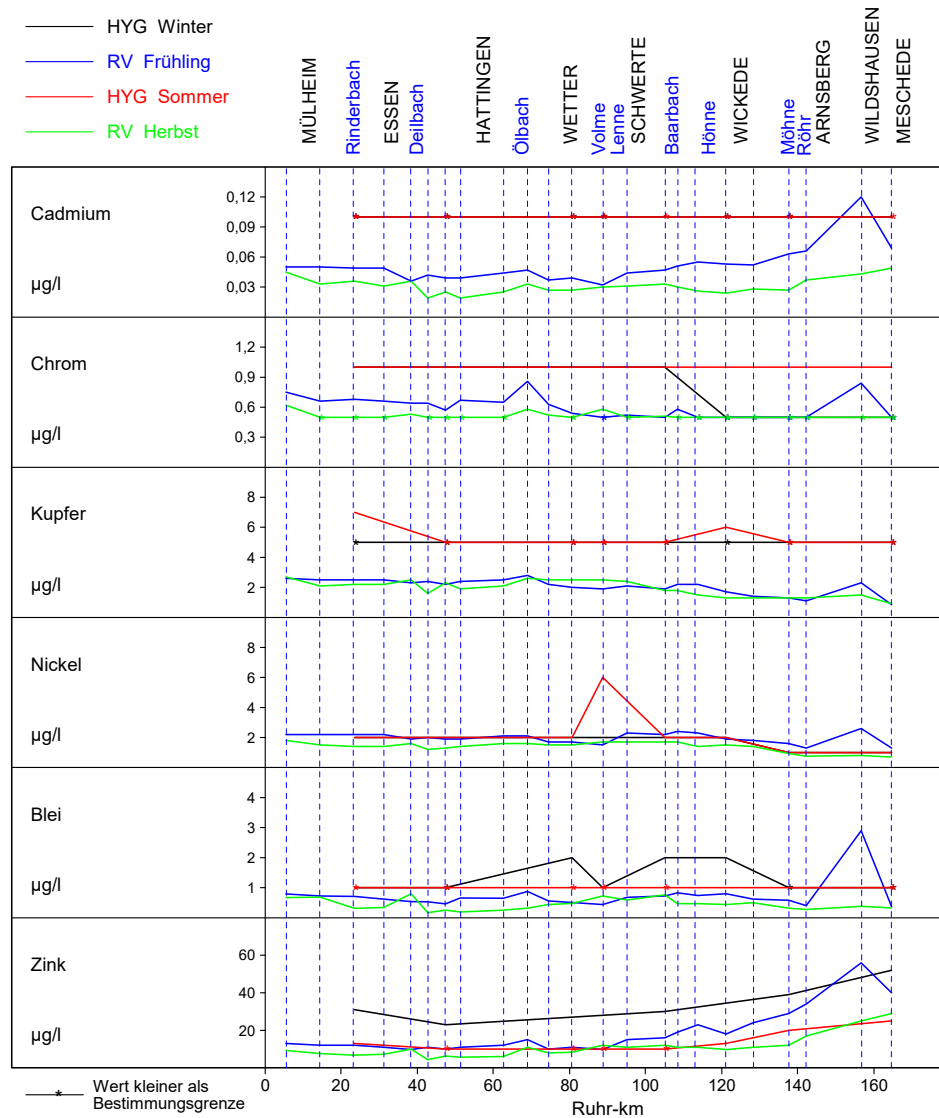


Bild 24.8: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr in den Ruhrlängsuntersuchungen
 Fig. 24.8: Water condition of the Ruhr according to the examinations along the Ruhr

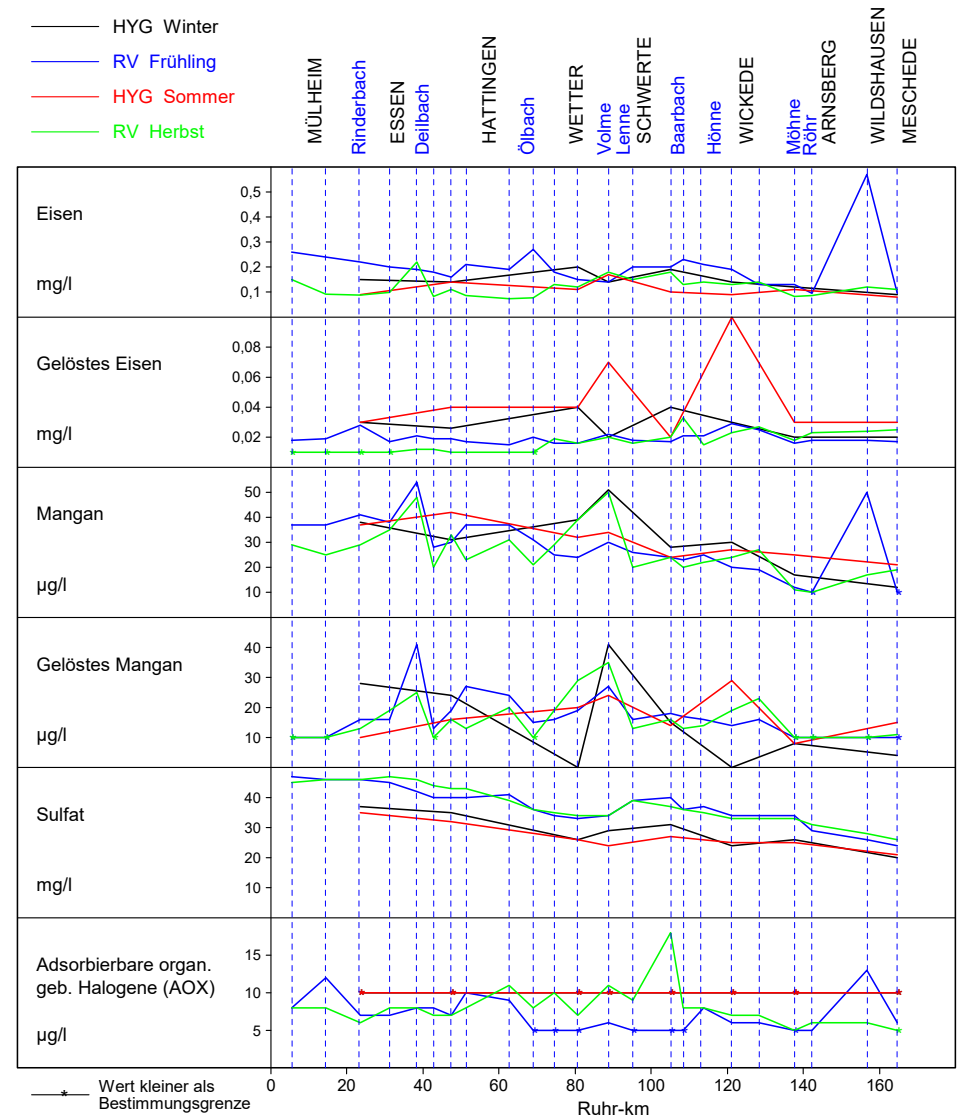


Bild 24.9: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr in den Ruhrlängsuntersuchungen
 Fig. 24.9: Water condition of the Ruhr according to the examinations along the Ruhr

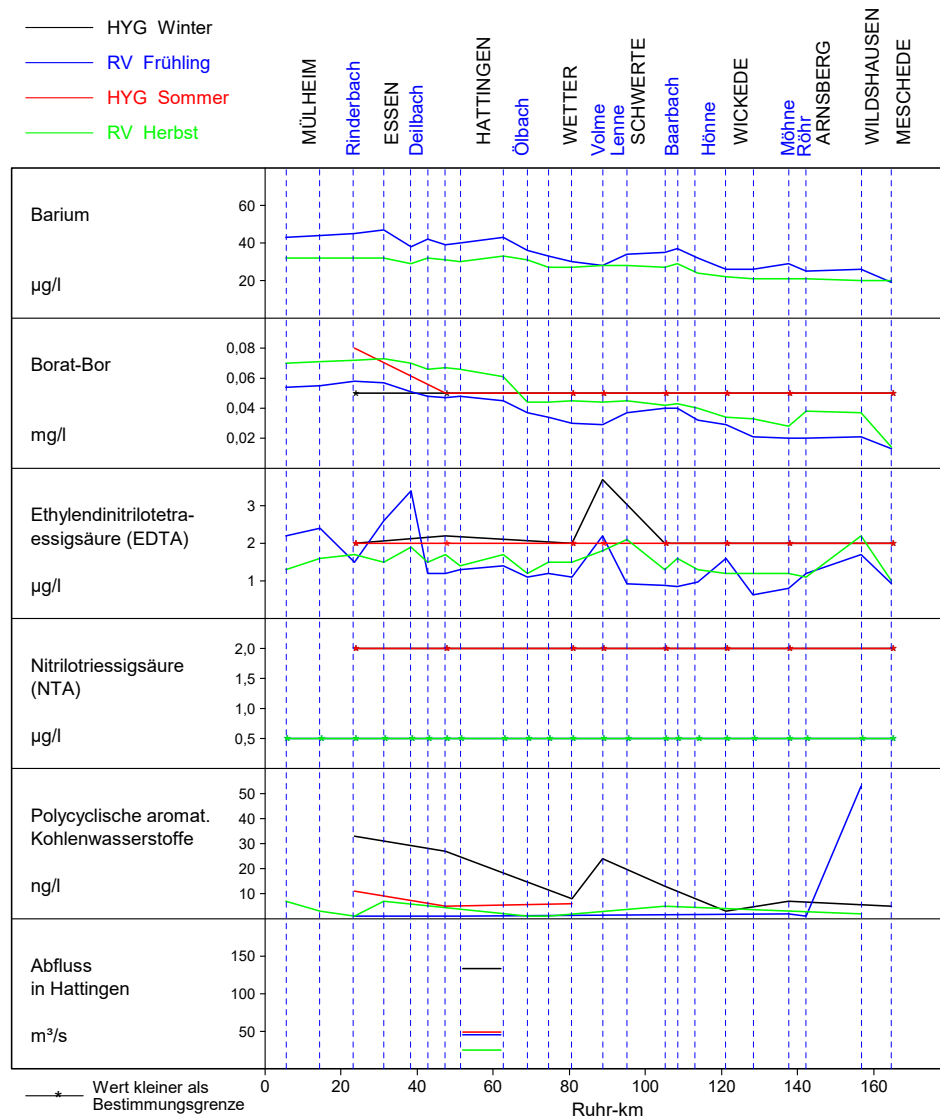


Bild 24.10: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr in den Ruhr längsuntersuchungen
Fig. 24.10: Water condition of the Ruhr according to the examinations along the Ruhr

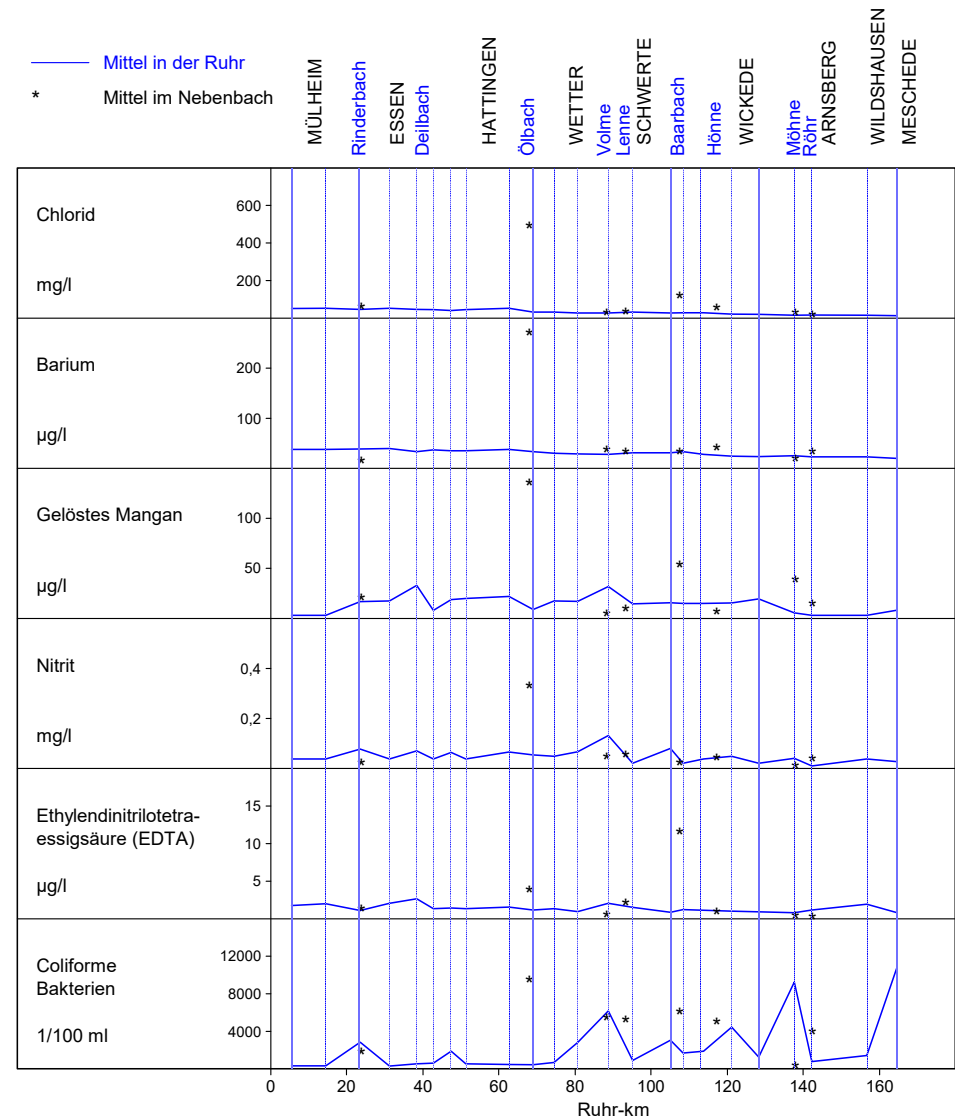


Bild 24.11: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr und ihrer Nebenbachmündungen anhand von sechs ausgesuchten Güteparametern
Fig. 24.11: Water conditions of the Ruhr and its tributaries at their inflows indicated by six selected parameters.

Kenngröße: Wassertemperatur

Einheit: °C

Zielwert: 25 °C

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Dumberg 51,1	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	50	49	115	62	92	52	69	67	66	90
Arith. Jahresmittel	13,7	14,5	13,6	12,6	13,1	12,8	13,6	12,1	11,7	12,4
Geom. Jahresmittel	12,5	13,3	12,4	11,4	11,9	11,6	12,6	11,1	10,7	11,5
Geom. Sommermittel	17,3	18,3	17,2	16,2	16,9	16,1	16,4	15,9	15,2	15,8
Geom. Wintermittel	9,1	9,3	8,8	8,1	8,1	8,4	8,4	8,2	7,7	8,7
Maximalwert	22,8	24,1	23,5	21,8	22,2	22,5	21,0	21,0	19,6	20,9
Datum des Max.	12.08	13.08	14.08	Mehrere	22.07	02.09	Mehrere	12.08	22.07	Mehrere
90-Perzentil	21,8	21,9	21,5	19,7	20,8	20,0	19,0	18,5	18,0	18,1
50-Perzentil	12,8	14,3	13,1	12,5	13,2	11,8	15,1	10,7	11,9	11,1
10-Perzentil	7,6	7,9	7,2	6,7	6,6	7,1	7,0	6,6	6,2	6,7
Minimalwert	4,1	5,1	3,7	3,0	4,0	3,1	4,4	3,7	3,4	4,1
Datum des Min.	15.01	23.01	10.01	22.01	09.01	17.01	15.01	09.01	10.01	09.01

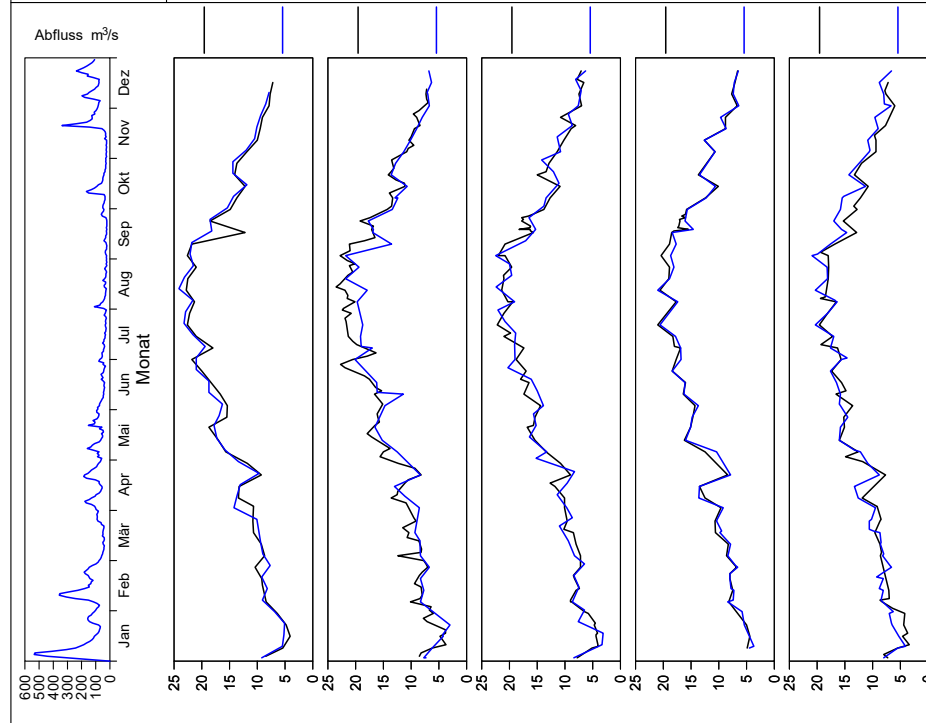


Bild 24.12: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 24.12: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Elektrische Leitfähigkeit bei 25 °C

Einheit: µS/cm

Zielwert: 700 µS/cm

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	50	49	115	24	50	52	47	47	65	60
Arith. Jahresmittel	414	417	396	398	334	323	383	372	334	332
Geom. Jahresmittel	405	408	387	392	330	319	381	370	330	330
Geom. Sommermittel	421	429	410	403	339	332	389	378	346	333
Geom. Wintermittel	389	385	364	382	321	307	372	362	315	327
Maximalwert	572	580	585	511	419	419	470	476	566	440
Datum des Max.	18.11	17.09	13.11	04.11	11.11	13.11	22.07	18.03	07.08	11.03
90-Perzentil	543	540	514	496	403	390	440	422	382	374
50-Perzentil	412	410	391	384	338	328	389	373	331	334
10-Perzentil	296	299	295	327	260	255	316	305	281	283
Minimalwert	264	268	222	258	239	226	296	288	236	267
Datum des Min.	03.01	02.01	05.01	02.01	23.12	02.01	12.02	12.02	04.01	12.02

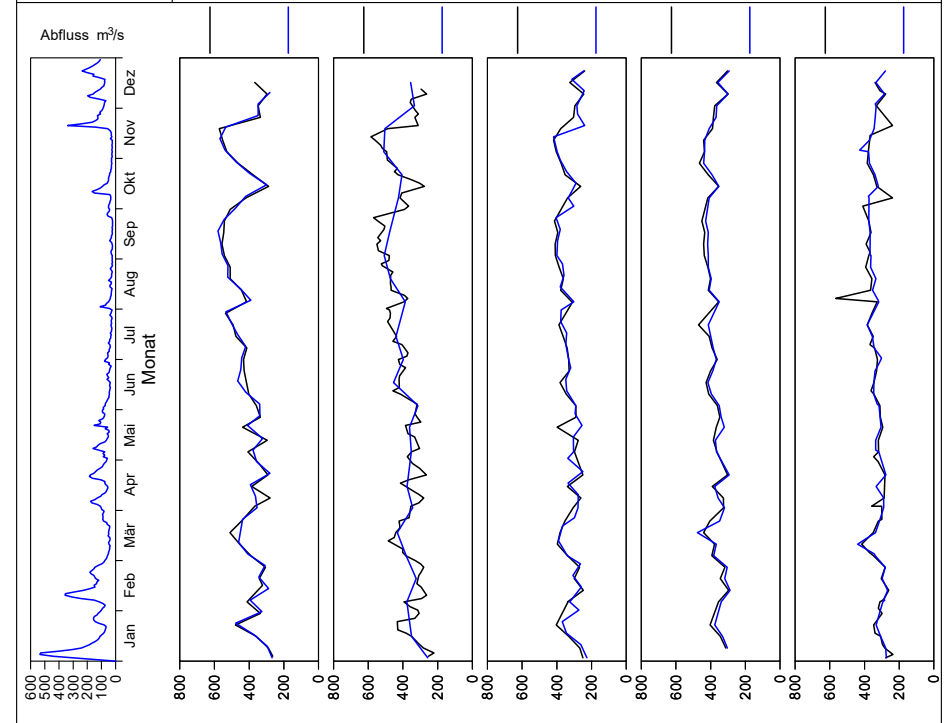


Bild 24.13: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 24.13: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Chlorid
Zielwert: 100 mg/l

Einheit: mg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Dumberg 51,5	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	21	13	115	23	47	52	44	44	59	47
Arith. Jahresmittel	37	38	37	36	26	25	27	25	20	20
Geom. Jahresmittel	35	36	34	34	25	24	27	24	20	19
Geom. Sommermittel	37	34	38	36	26	25	28	26	20	20
Geom. Wintermittel	34	37	31	33	24	23	25	23	19	19
Maximalwert	63	64	69	57	40	52	42	36	34	26
Datum des Max.	04.11	03.09	13.11	18.11	22.01	24.01	22.07	26.08	02.10	Mehrere
90-Perzentil	58	62	53	49	33	34	35	33	25	25
50-Perzentil	34	37	34	35	26	24	28	26	20	20
10-Perzentil	24	21	22	26	17	17	18	17	15	16
Minimalwert	18	19	12	16	14	9	15	15	9	14
Datum des Min.	03.01	09.01	05.01	02.01	09.12	21.02	09.12	09.12	15.01	09.12

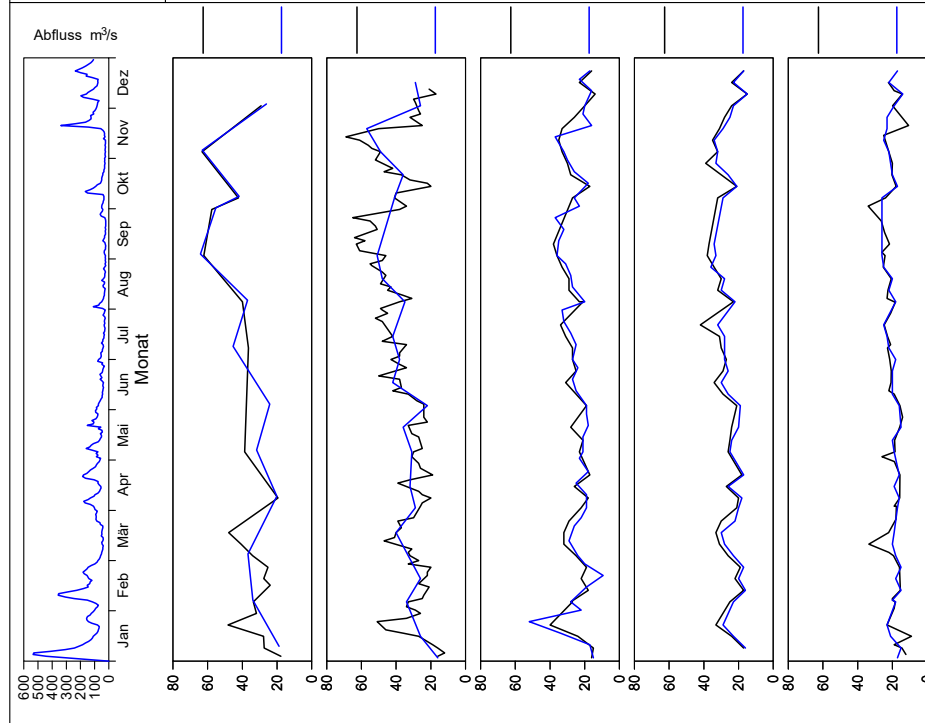


Bild 24.14: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 24.14: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Trübung
Zielwert:

Einheit: FNU

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	49	46	115	24	26	52	24	24	65	36
Arith. Jahresmittel	4,5	5,5	6,8	3,2	3,8	3,5	6,1	5,8	13,8	3,5
Geom. Jahresmittel	3,8	4,6	4,8	2,8	3,4	2,4	5,3	4,9	3,9	2,8
Geom. Sommermittel	3,3	4,9	4,3	2,9	4,0	2,1	4,3	4,1	2,7	2,8
Geom. Wintermittel	4,3	4,2	5,4	2,7	2,8	2,7	6,5	6,0	5,7	2,8
Maximalwert	18,0	19,0	80,0	7,1	8,9	31,6	17,0	18,0	385,0	13,0
Datum des Max.	03.01	22.05	20.11	02.01	02.09	20.11	23.12	23.12	14.10	Mehrere
90-Perzentil	7,2	8,2	12,2	5,7	7,2	5,7	11,0	9,2	10,7	5,7
50-Perzentil	3,9	4,9	4,3	2,8	3,4	2,3	5,0	4,2	3,0	2,2
10-Perzentil	1,5	2,0	2,3	1,7	1,8	1,1	2,7	3,0	1,5	1,6
Minimalwert	1,2	1,2	1,6	1,1	1,3	0,0	2,4	1,9	1,2	0,9
Datum des Min.	Mehrere	29.10	Mehrere	07.10	04.11	14.08	Mehrere	12.08	23.09	16.09

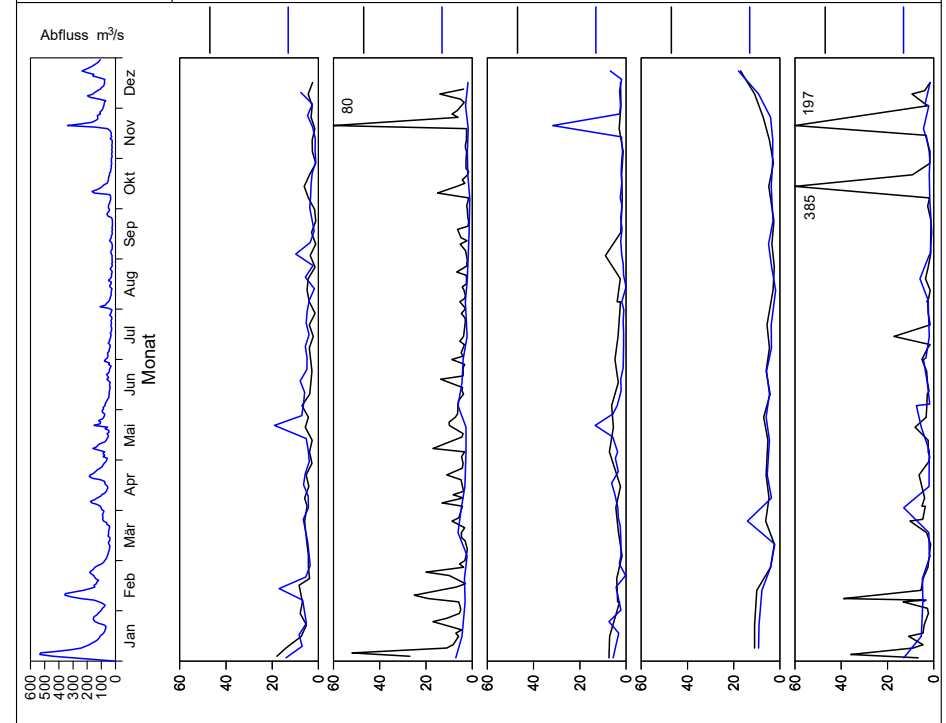


Bild 24.15: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 24.15: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Chlorophyll-a

Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Dumberg 51,1	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte			80	12	22	52	21	21	12	33
Arith. Jahresmittel			4,0	3,7	< 3,0	< 5,0	< 3,0	< 3,0	< 2,0	< 3,0
Geom. Jahresmittel			2,5	< 3,0	< 3,0	< 5,0	< 3,0	< 3,0	< 2,0	< 3,0
Geom. Sommermittel			2,6	< 3,0	< 3,0	< 5,0	< 3,0	< 3,0	< 2,0	< 3,0
Geom. Wintermittel			2,2	< 3,0	< 3,0	< 5,0	< 3,0	< 3,0	< 2,0	< 3,0
Maximalwert			20,0	14,2	9,6	30,8	6,3	3,6	3,9	5,1
Datum des Max.			21.03	18.03	11.03	10.04	15.07	15.07	07.08	25.03
90-Perzentil			8,0	11,1	6,0	12,2	3,2	3,4	2,8	< 3,0
50-Perzentil			2,5	< 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	11.09	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

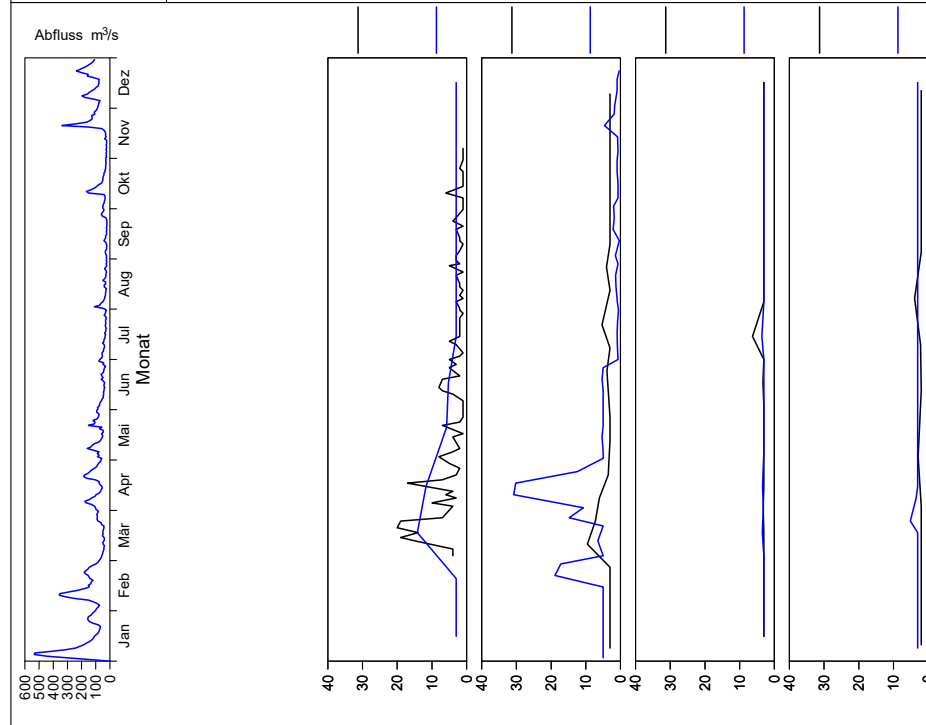


Bild 24.16: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 24.16: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: pH-Wert

Einheit:

Zielwert: 7 - 9

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	50	49	115	24	50	52	46	46	65	59
Arith. Jahresmittel	7,75	7,71	7,85	7,92	7,88	7,82	7,92	7,98	7,75	7,93
Geom. Jahresmittel	7,75	7,71	7,85	7,92	7,88	7,82	7,92	7,98	7,75	7,93
Geom. Sommermittel	7,72	7,70	7,82	7,92	7,87	7,85	7,91	7,96	7,78	7,90
Geom. Wintermittel	7,78	7,72	7,87	7,92	7,88	7,78	7,93	8,00	7,72	7,96
Maximalwert	8,21	8,10	8,50	8,07	8,10	8,40	8,11	8,14	8,21	8,49
Datum des Max.	25.03	16.04	20.11	15.04	15.07	17.07	02.09	11.03	10.07	16.09
90-Perzentil	7,87	7,82	8,00	8,02	7,97	8,00	7,99	8,06	7,93	8,03
50-Perzentil	7,74	7,72	7,90	7,93	7,88	7,80	7,92	7,98	7,76	7,91
10-Perzentil	7,60	7,62	7,64	7,82	7,75	7,60	7,82	7,91	7,55	7,81
Minimalwert	7,52	6,94	7,40	7,65	7,56	7,60	7,75	7,79	7,40	7,78
Datum des Min.	29.07	18.06	Mehrere	02.01	05.08	Mehrere	19.08	21.05	04.03	Mehrere

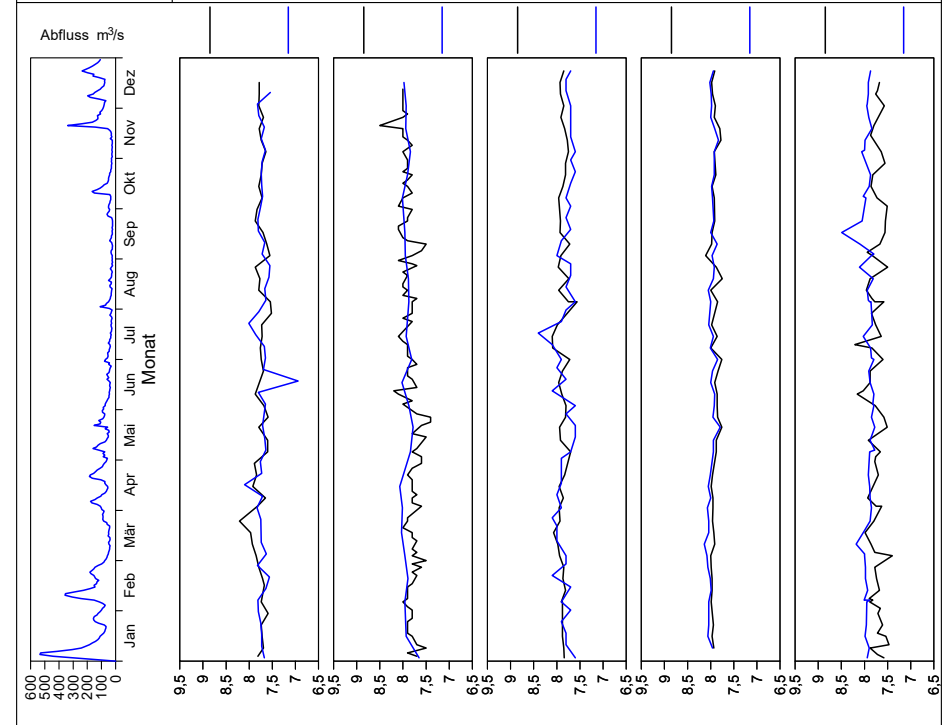


Bild 24.17: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 24.17: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gelöster Sauerstoff
Zielwert: >8 mg/l

Einheit: mg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Dumberg 51,1	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte			115	24	49	52	47	46	56	59
Arith. Jahresmittel			10,3	10,2	10,2	9,8	10,4	10,6	10,4	10,0
Geom. Jahresmittel			10,2	10,1	10,1	9,7	10,3	10,5	10,2	9,8
Geom. Sommermittel			9,2	9,1	9,3	9,0	9,4	9,7	9,5	8,8
Geom. Wintermittel			11,4	11,2	11,0	10,4	11,3	11,4	11,3	11,1
Maximalwert			13,3	13,4	13,2	12,7	12,8	13,0	17,2	16,8
Datum des Max.			10.01	19.02	08.01	10.01	08.01	08.01	06.02	06.02
90-Perzentil			12,0	12,3	12,0	11,4	12,1	12,3	12,2	11,8
50-Perzentil			10,4	10,0	10,3	10,0	10,5	10,6	9,8	9,8
10-Perzentil			8,3	8,1	8,0	7,9	8,8	8,9	8,9	8,3
Minimalwert			6,9	7,6	7,3	7,2	8,2	8,2	5,8	5,6
Datum des Min.			09.09	Mehrere	09.09	05.08	19.08	Mehrere	04.11	03.09

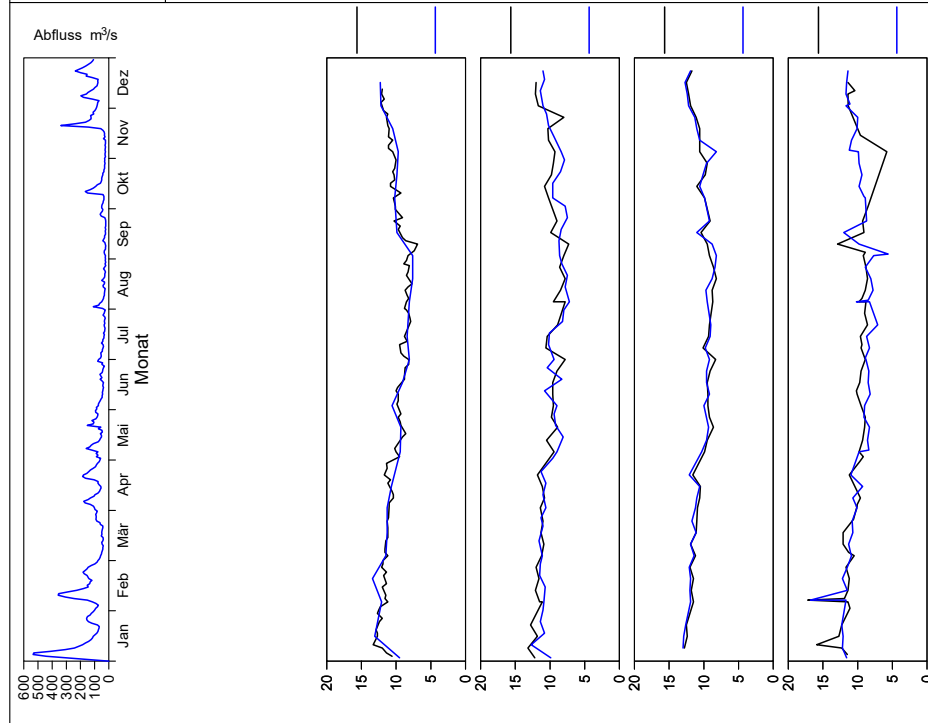


Bild 24.18: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 24.18: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Nitrat
Zielwert: 25 mg/l

Einheit: mg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Dumberg 51,1	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	21	13	119	23	47	52	44	44	59	47
Arith. Jahresmittel	12	11	11	12	12	10	13	13	12	12
Geom. Jahresmittel	12	11	11	12	12	10	13	13	11	12
Geom. Sommermittel	9	9	10	10	11	9	12	12	11	11
Geom. Wintermittel	13	12	12	13	13	11	14	13	12	12
Maximalwert	18	14	15	15	16	14	16	16	15	14
Datum des Max.	04.03	06.02	05.02	05.02	05.02	13.03	22.01	22.01	07.08	22.01
90-Perzentil	14	13	13	14	15	13	15	15	13	14
50-Perzentil	12	10	12	12	12	11	13	13	12	12
10-Perzentil	10	10	9	9	10	8	11	11	10	10
Minimalwert	5	6	8	8	9	5	10	10	8	10
Datum des Min.	02.09	03.09	02.09	02.09	02.09	21.02	Mehrere	22.07	09.09	09.09

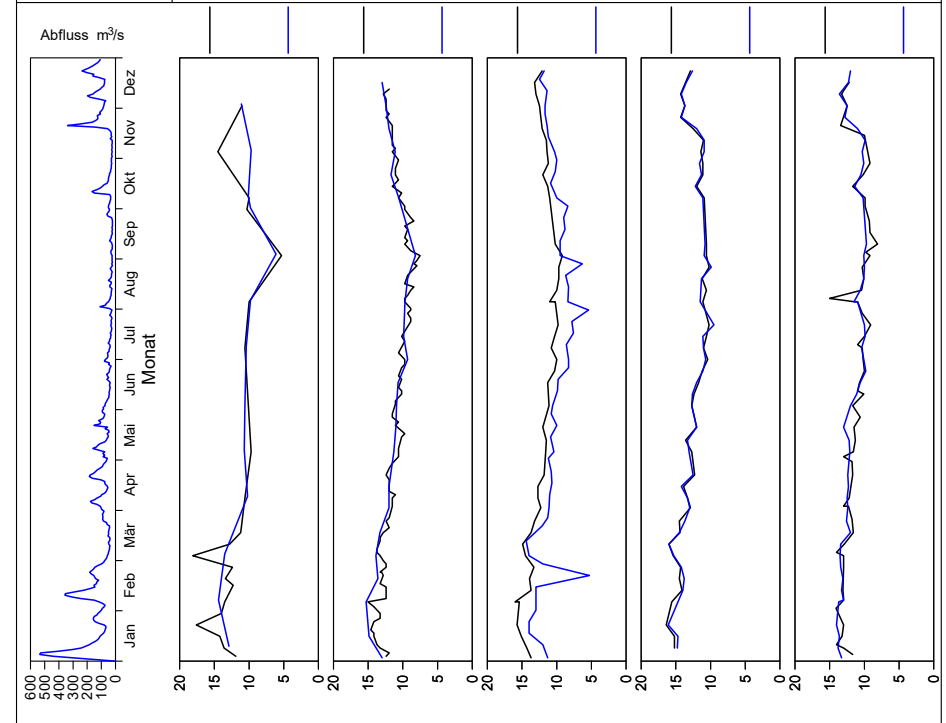


Bild 24.19: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 24.19: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Ammonium

Einheit: mg/l

Zielwert: 0.3 mg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Dumberg 51,1	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	10	10	112	22	45	52	42	41	53	45
Arith. Jahresmittel	0,05	0,06	0,05	< 0,05	< 0,05	0,06	< 0,05	< 0,05	0,05	< 0,05
Geom. Jahresmittel	< 0,04	0,05	0,04	< 0,05	< 0,05	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05
Geom. Sommermittel	0,04	0,07	0,03	< 0,05	< 0,05	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05
Geom. Wintermittel	< 0,04	< 0,04	0,04	< 0,05	< 0,05	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05
Maximalwert	0,15	0,12	0,14	0,10	0,34	0,18	0,11	0,16	0,31	0,13
Datum des Max.	05.08	04.06	20.11	02.01	15.01	02.05	Mehrere	15.01	19.08	05.02
90-Perzentil	0,09	0,07	0,09	0,09	0,06	0,13	0,07	0,07	0,09	0,07
50-Perzentil	0,05	0,06	0,04	< 0,05	< 0,05	0,06	< 0,05	< 0,05	0,04	< 0,05
10-Perzentil	< 0,04	< 0,04	< 0,03	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05
Minimalwert	< 0,04	< 0,04	< 0,03	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05
Datum des Min.	Mehrere	08.10	Mehrere	Mehrere	Mehrere	17.07	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

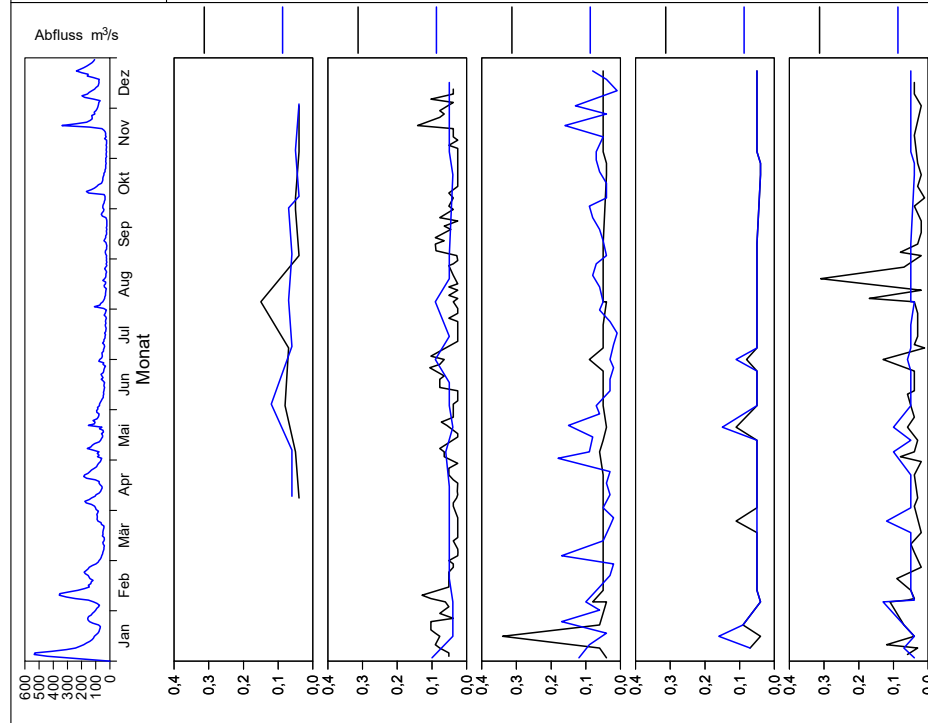


Bild 24.20: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 24.20: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gesamtes gelöstes Phosphat

Einheit: mg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Dumberg 51,1	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	9	10	113	24	48	52	46	47	49	48
Arith. Jahresmittel	0,16	0,18	0,16	0,15	0,14	0,11	0,13	0,13	0,09	0,11
Geom. Jahresmittel	0,15	0,18	0,16	0,14	0,13	0,10	0,12	0,13	0,08	0,11
Geom. Sommermittel	0,15	0,19	0,16	0,13	0,13	0,09	0,12	0,13	0,07	0,11
Geom. Wintermittel	0,16	0,16	0,15	0,14	0,13	0,11	0,12	0,13	0,09	0,11
Maximalwert	0,24	0,34	0,29	0,21	0,21	0,17	0,31	0,31	0,16	0,15
Datum des Max.	08.07	09.07	27.08	Mehrere	Mehrere	Mehrere	02.12	02.12	05.08	Mehrere
90-Perzentil	0,20	0,22	0,22	0,20	0,18	0,15	0,18	0,16	0,13	0,15
50-Perzentil	0,16	0,17	0,16	0,15	0,14	0,10	0,12	0,12	0,09	0,12
10-Perzentil	0,12	0,15	0,10	0,10	0,09	0,06	0,09	0,09	0,05	0,09
Minimalwert	0,10	0,13	0,07	0,06	0,09	0,05	0,06	0,09	< 0,04	0,06
Datum des Min.	08.04	09.04	03.05	Mehrere	Mehrere	Mehrere	12.08	Mehrere	Mehrere	Mehrere

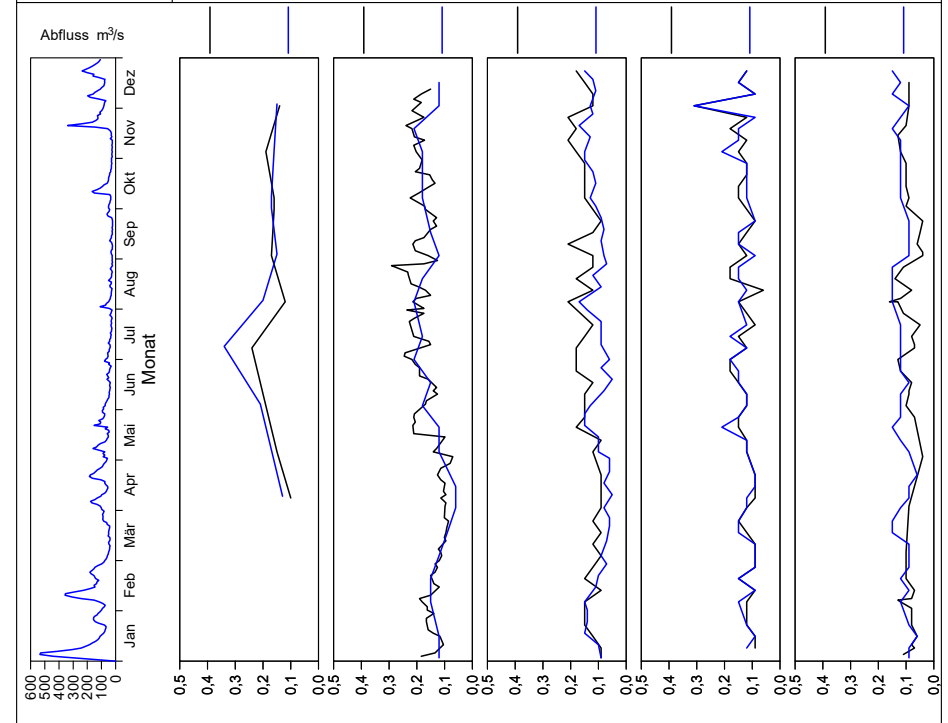


Bild 24.21: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 24.21: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gelöster organisch gebundener Kohlenstoff (DOC) Einheit: mg/l
Zielwert: 3 mg/l

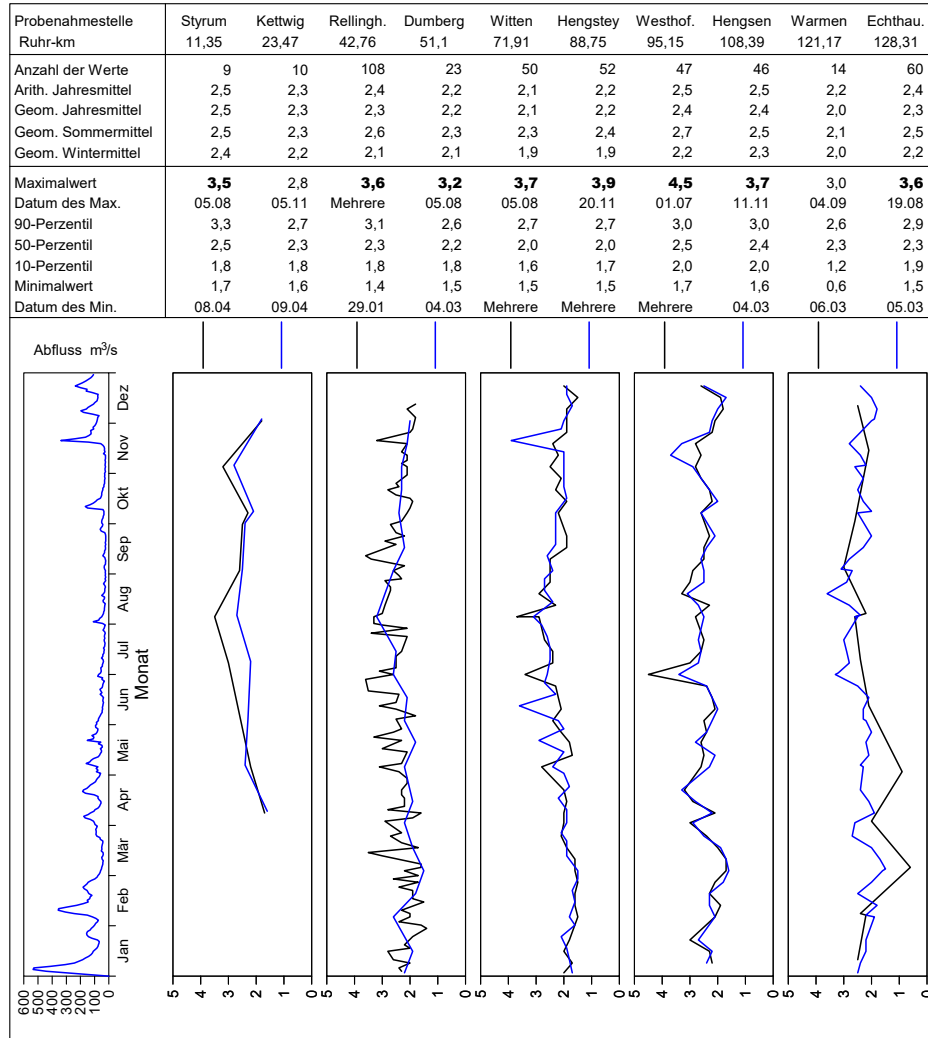


Bild 24.22: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 24.22: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm Einheit: 1/m
Zielwert:

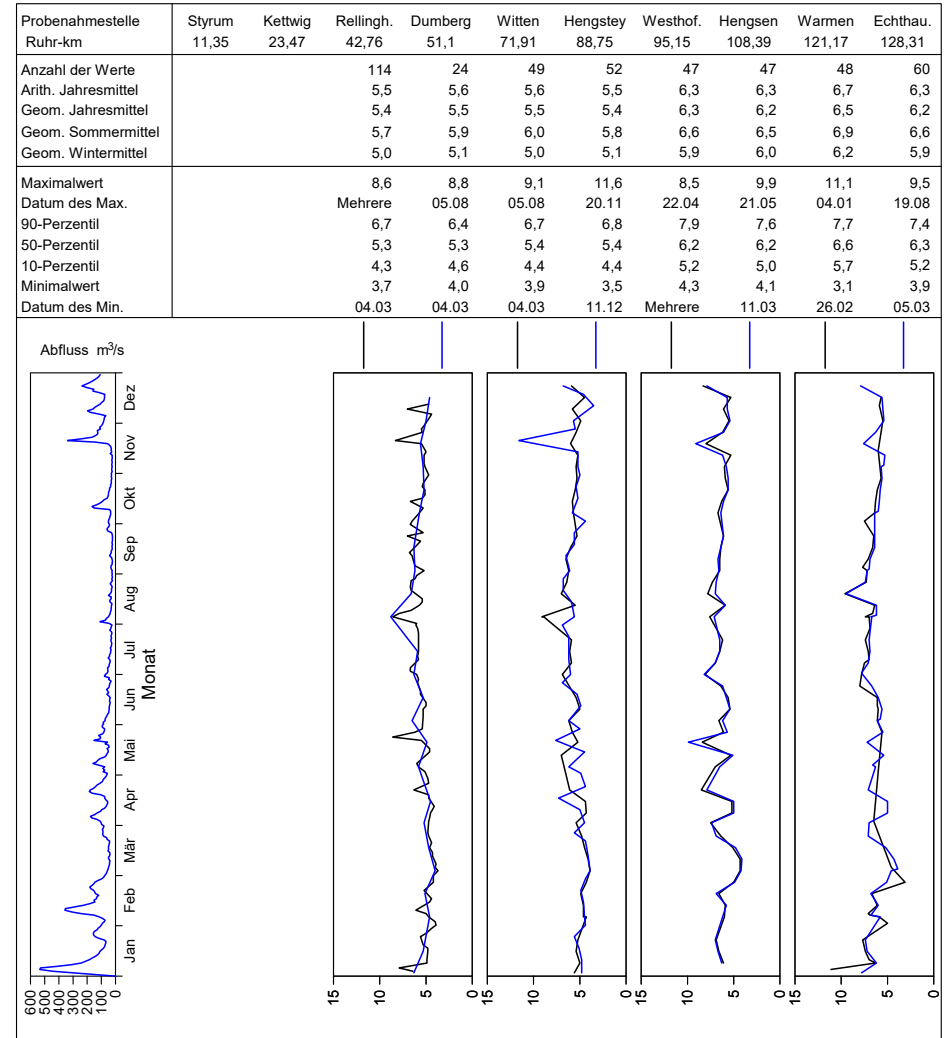


Bild 24.23: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 24.23: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436 nm

Einheit: 1/m

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Dumberg 51,1	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	10	10	114		2	52			38	2
Arith. Jahresmittel	0,31	0,25	0,30		0,45	0,37			0,48	0,40
Geom. Jahresmittel	0,23	0,20	0,29		0,42	0,34			0,41	0,40
Geom. Sommermittel	0,18	0,29	0,31		0,60	0,37			0,44	0,40
Geom. Wintermittel	0,32	0,11	0,28		0,30	0,32			0,37	0,40
Maximalwert	0,69	0,39	0,70		0,60	1,40			2,30	0,40
Datum des Max.	02.09	09.04	09.12		05.08	17.04			20.11	Mehrere
90-Perzentil	0,52	0,35	0,40		0,57	0,40			0,59	0,40
50-Perzentil	0,26	0,27	0,30		0,45	0,30			0,40	0,40
10-Perzentil	0,15	0,16	0,20		0,33	0,30			0,30	0,40
Minimalwert	< 0,05	< 0,05	0,10		0,30	0,20			0,02	0,40
Datum des Min.	05.08	08.10	04.03		05.02	Mehrere			04.11	Mehrere

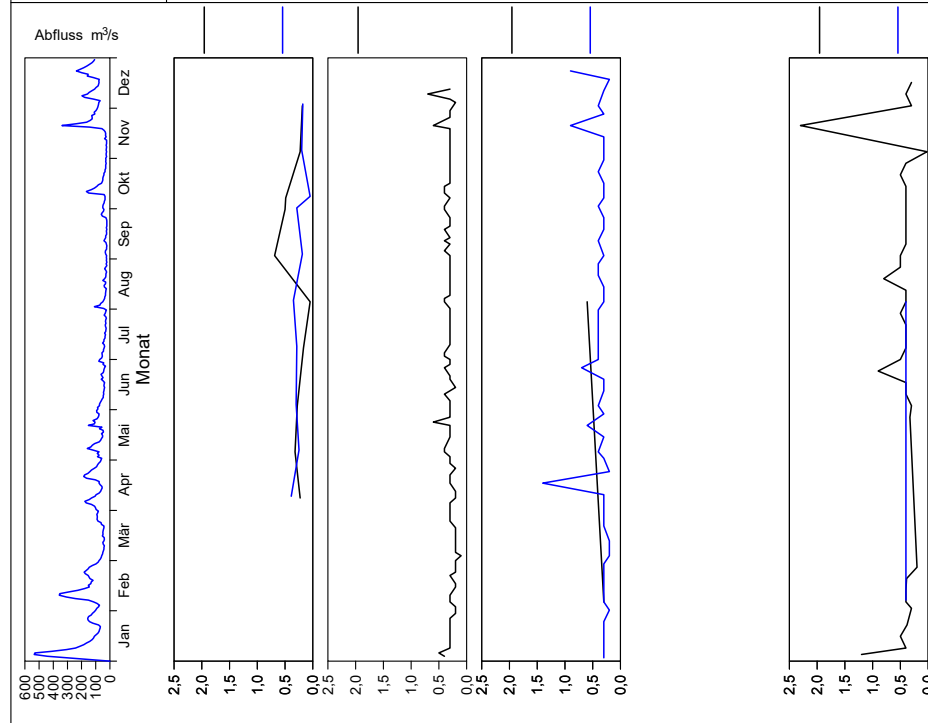


Bild 24.24: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 24.24: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Cadmium

Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Dumberg 51,1	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	13	22	114	24	28	52	25	25	14	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	0,05	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Maximalwert	< 0,50	< 0,50	0,39	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30	< 0,30	0,20	0,50
Datum des Max.	Mehrere	Mehrere	20.11	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	07.02	13.05
90-Perzentil	< 0,50	< 0,50	0,08	< 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	0,02	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	06.11	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

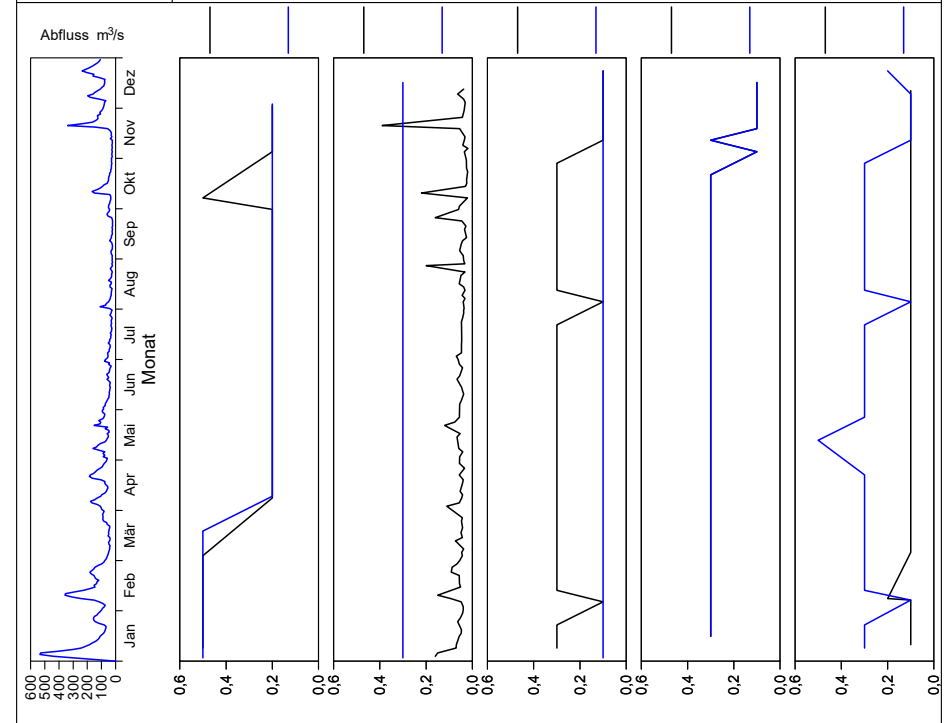


Bild 24.25: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 24.25: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Chrom

Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Dumberg 51,1	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	13	22	114	24	28	52	25	25	14	28
Arith. Jahresmittel	0,8	0,8	0,8	0,4	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,7	< 0,5
Geom. Jahresmittel	0,7	0,8	0,5	< 0,4	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,5	< 0,5
Geom. Sommermittel	0,9	0,6	< 0,5	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,6	< 0,5
Geom. Wintermittel	0,6	0,9	0,6	< 0,4	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Maximalwert	1,3	1,4	7,3	0,6	1,0	1,8	1,0	1,0	1,0	2,0
Datum des Max.	Mehrere	09.01	20.11	03.06	Mehrere	20.11	Mehrere	18.11	Mehrere	23.12
90-Perzentil	1,3	1,1	1,1	0,5	1,0	0,6	0,8	0,6	1,0	1,0
50-Perzentil	0,8	0,8	0,6	0,4	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,0	< 0,5
10-Perzentil	0,5	0,6	< 0,5	0,4	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Minimalwert	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,4	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Datum des Min.	02.09	06.08	Mehrere	Mehrere	08.01	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

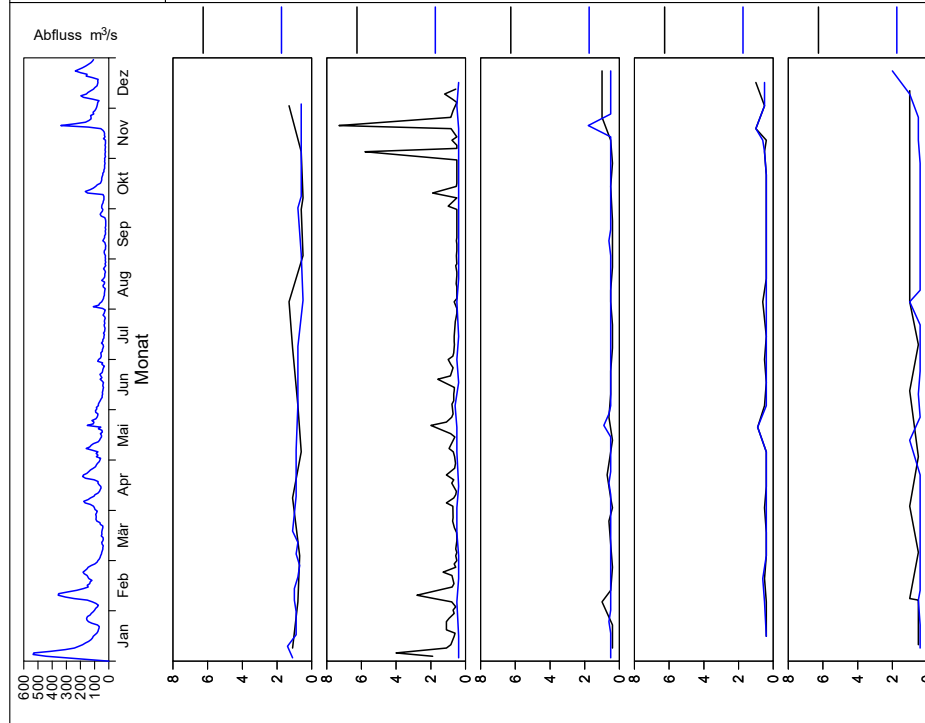


Bild 24.26: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 24.26: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Nickel

Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Dumberg 51,1	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	13	22	114	24	28	52	25	25	14	28
Arith. Jahresmittel	3,2	< 2,0	2,1	< 2,0	< 2,0	< 2,0	2,2	2,1	1,8	2,3
Geom. Jahresmittel	2,5	< 2,0	2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	2,1	< 2,0	1,5	2,1
Geom. Sommermittel	1,9	2,0	1,8	< 2,0	2,0	< 2,0	2,3	2,1	1,2	2,2
Geom. Wintermittel	3,2	< 2,0	2,1	< 2,0	< 2,0	< 2,0	1,9	< 2,0	1,7	2,0
Maximalwert	15,0	3,0	9,9	3,0	3,0	2,7	3,0	3,0	3,0	6,0
Datum des Max.	04.03	Mehrere	20.11	02.01	22.01	20.11	Mehrere	Mehrere	Mehrere	13.05
90-Perzentil	3,0	2,0	2,8	2,0	2,0	< 2,0	3,0	3,0	3,0	3,3
50-Perzentil	2,0	2,0	1,9	2,0	2,0	< 2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
10-Perzentil	2,0	< 2,0	1,4	< 2,0	2,0	< 2,0	2,0	< 2,0	< 1,0	2,0
Minimalwert	1,0	< 2,0	1,2	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Datum des Min.	08.04	Mehrere	Mehrere	Mehrere	11.11	Mehrere	02.12	02.12	Mehrere	11.11

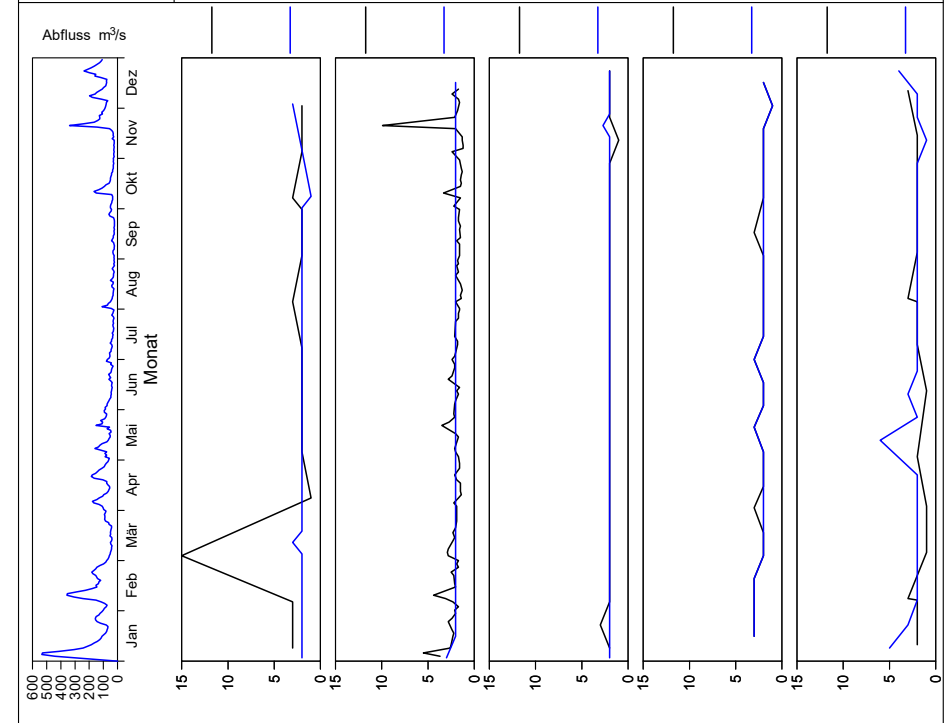


Bild 24.27: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 24.27: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gelöstes Mangan

Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	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	22	114	23	48	52	44	46	2	48
Arith. Jahresmittel	14	21	11	24	16	35	16	15	20	14
Geom. Jahresmittel	11	18	< 10	22	14	31	15	14	18	13
Geom. Sommermittel	8	12	< 10	19	11	31	14	13	29	14
Geom. Wintermittel	14	22	12	25	18	31	16	15	11	12
Maximalwert	29	42	36	91	38	108	28	30	29	28
Datum des Max.	08.01	23.01	27.08	02.01	21.05	02.01	17.06	17.06	05.08	05.08
90-Perzentil	28	34	22	32	27	55	22	20	27	20
50-Perzentil	12	21	11	22	16	30	15	16	20	13
10-Perzentil	5	6	< 10	13	5	16	9	9	13	8
Minimalwert	5	5	< 10	9	2	9	6	5	11	7
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	Mehrere	02.09	26.08	11.09	22.07	09.09	06.02	Mehrere

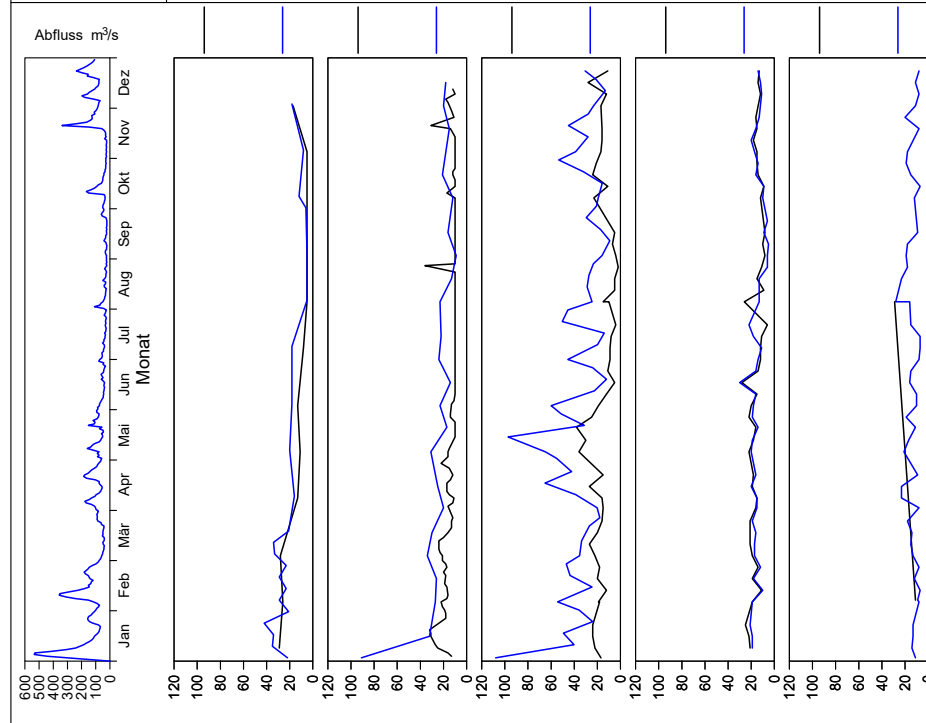


Bild 24.28: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 24.28: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX) Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Dumberg 51,1	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	4	1	115	23	27	2	24	24	14	27
Arith. Jahresmittel	10,8	30,0	5,8	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Geom. Jahresmittel	< 10,0	30,0	< 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	< 10,0
Geom. Wintermittel	< 10,0	30,0	< 5,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Maximalwert	20,0	30,0	24,0	12,0	15,0	< 10,0	32,0	41,0	26,0	15,0
Datum des Max.	30.09	01.10	13.11	01.07	11.11	Mehrere	11.11	21.05	10.01	27.05
90-Perzentil	17,0	30,0	10,6	< 10,0	10,0	< 10,0	11,7	15,4	15,7	11,0
50-Perzentil	10,0	30,0	5,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
10-Perzentil	< 10,0	30,0	< 5,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Minimalwert	< 10,0	30,0	< 5,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Datum des Min.	05.02	01.10	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

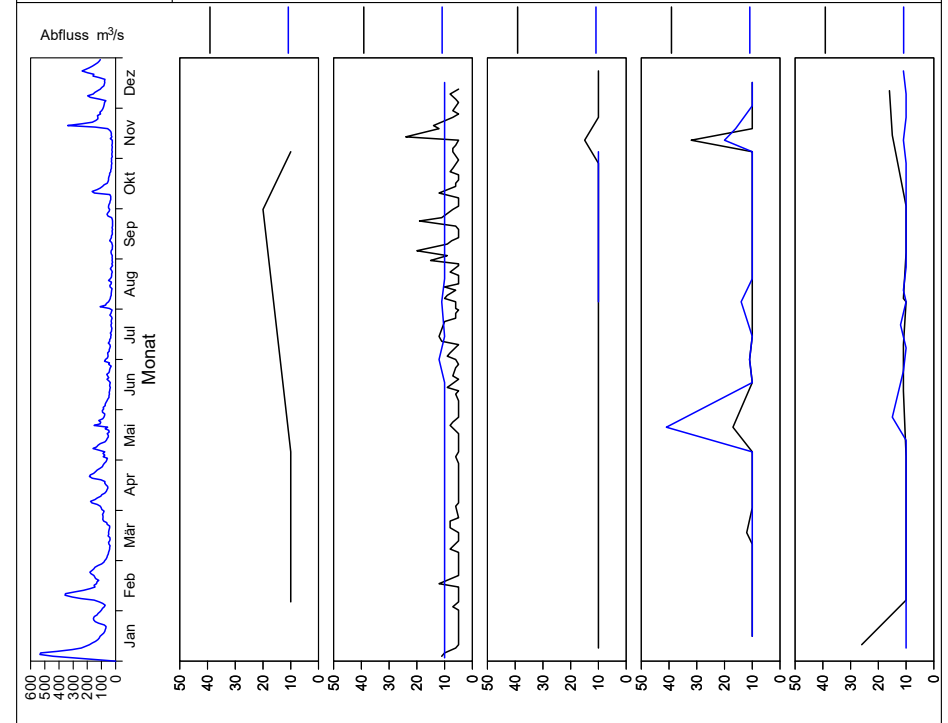


Bild 24.29: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 24.29: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Tetrachlorethen
Zielwert: 0.1 µg/l

Einheit: µg/l

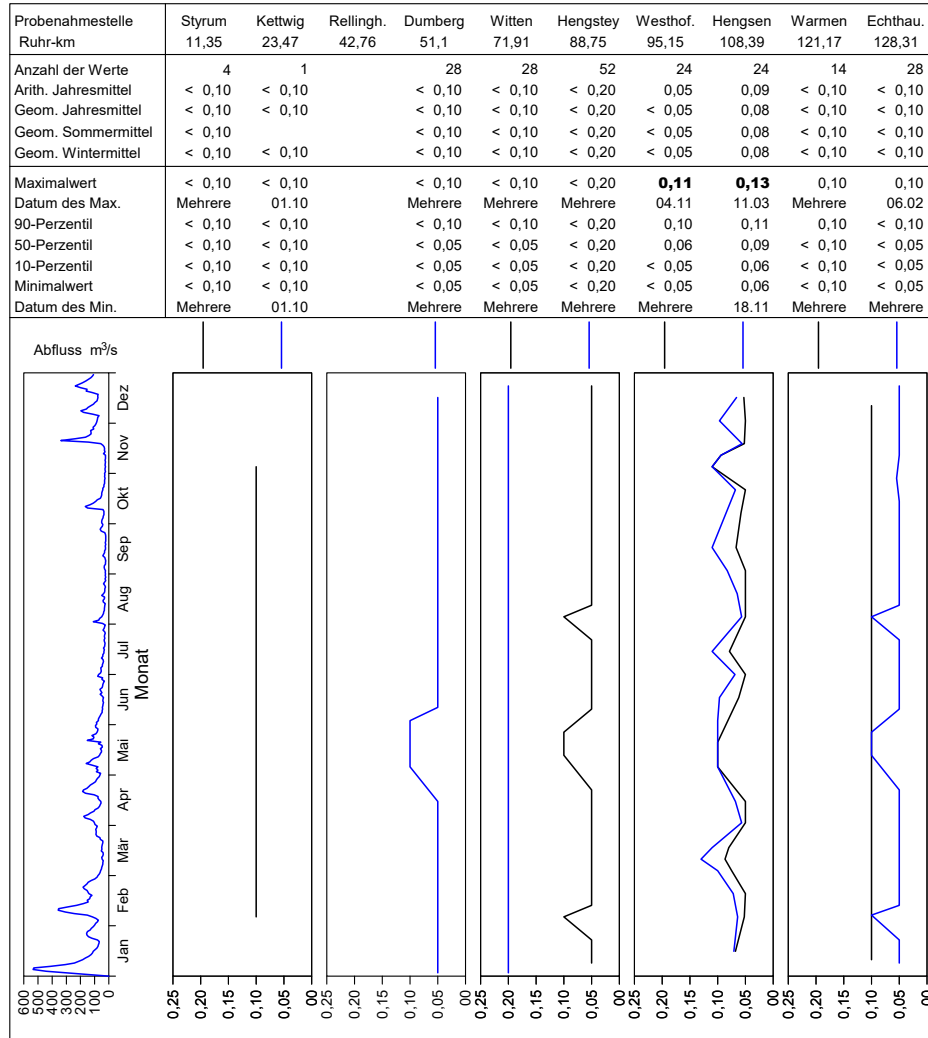


Bild 24.30: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 24.30: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Trichlorethen
Zielwert: 0.1 µg/l

Einheit: µg/l

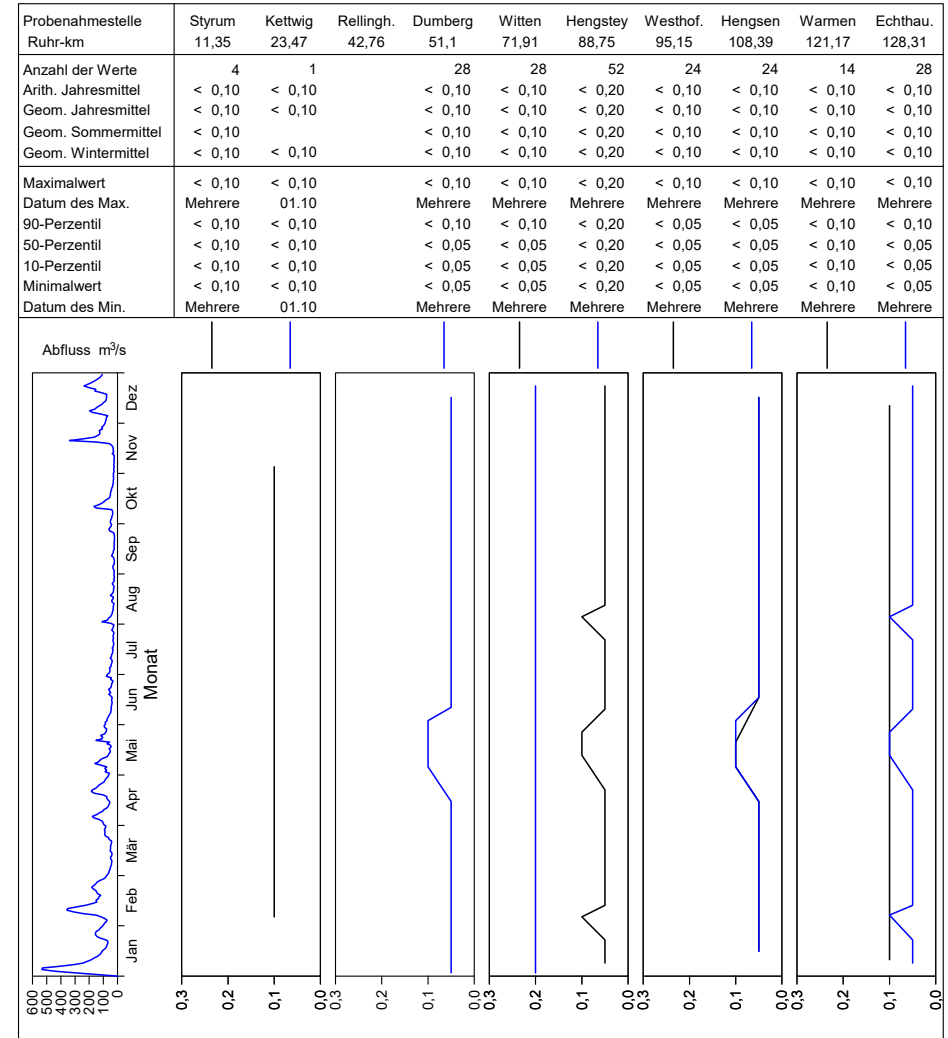


Bild 24.31: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 24.31: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Diethyltrinitrilopentaessigsäure (DTPA)

Einheit: µg/l

Zielwert: 1 µg/l

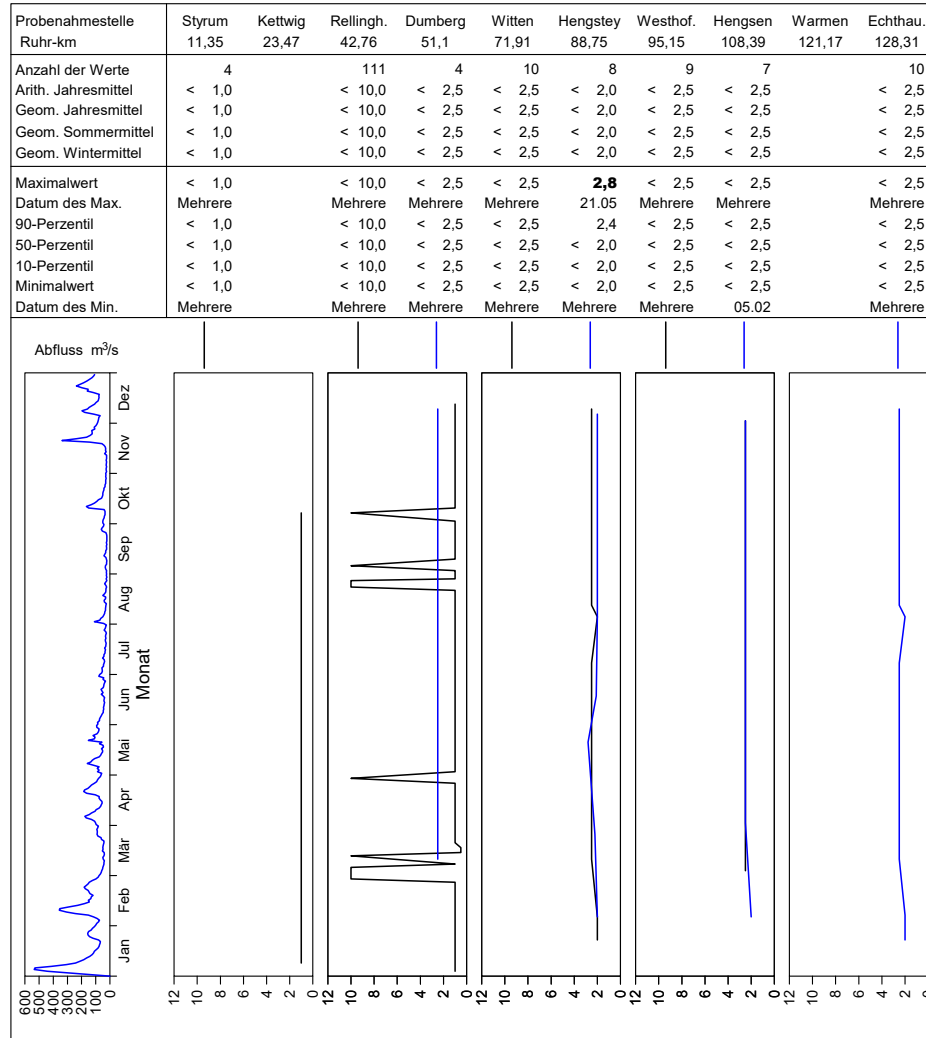


Bild 24.32: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 24.32: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)

Einheit: µg/l

Zielwert: 1 µg/l

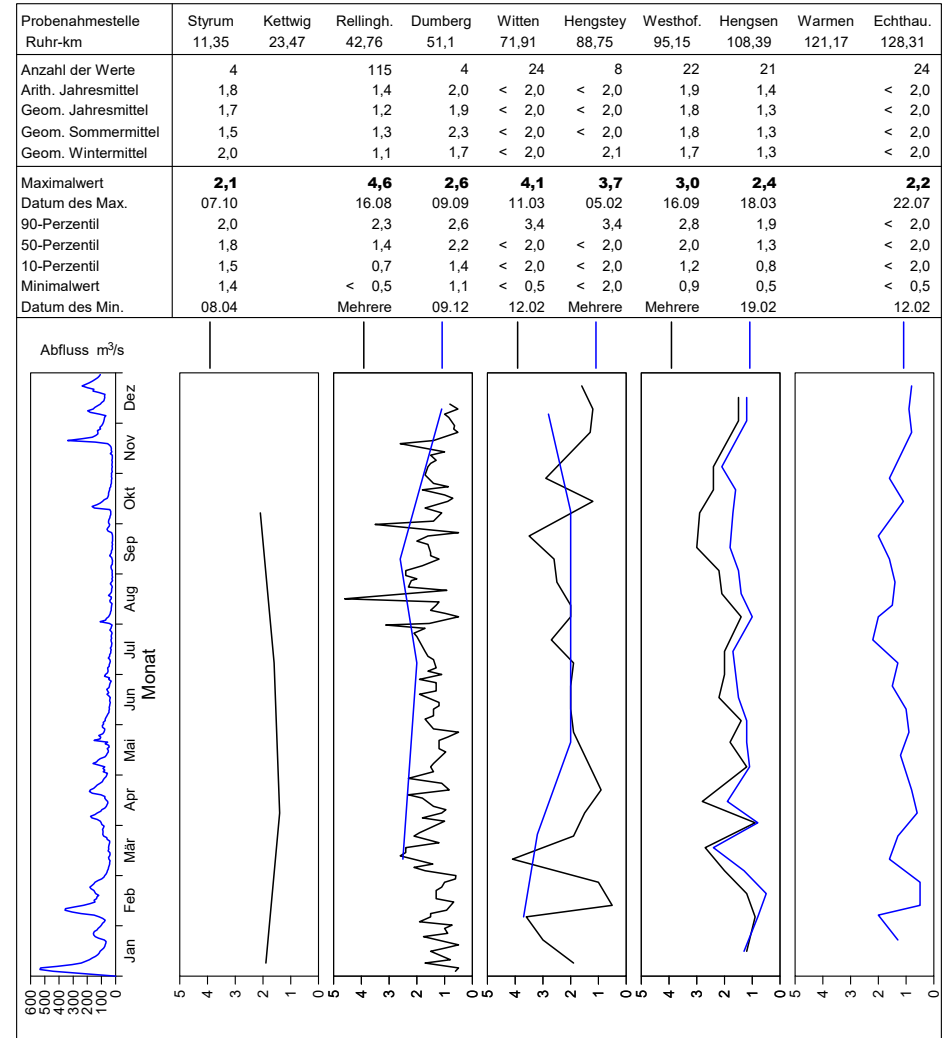


Bild 24.33: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 24.33: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Nitritotriessigsäure (NTA)

Einheit: µg/l

Zielwert: 1 µg/l

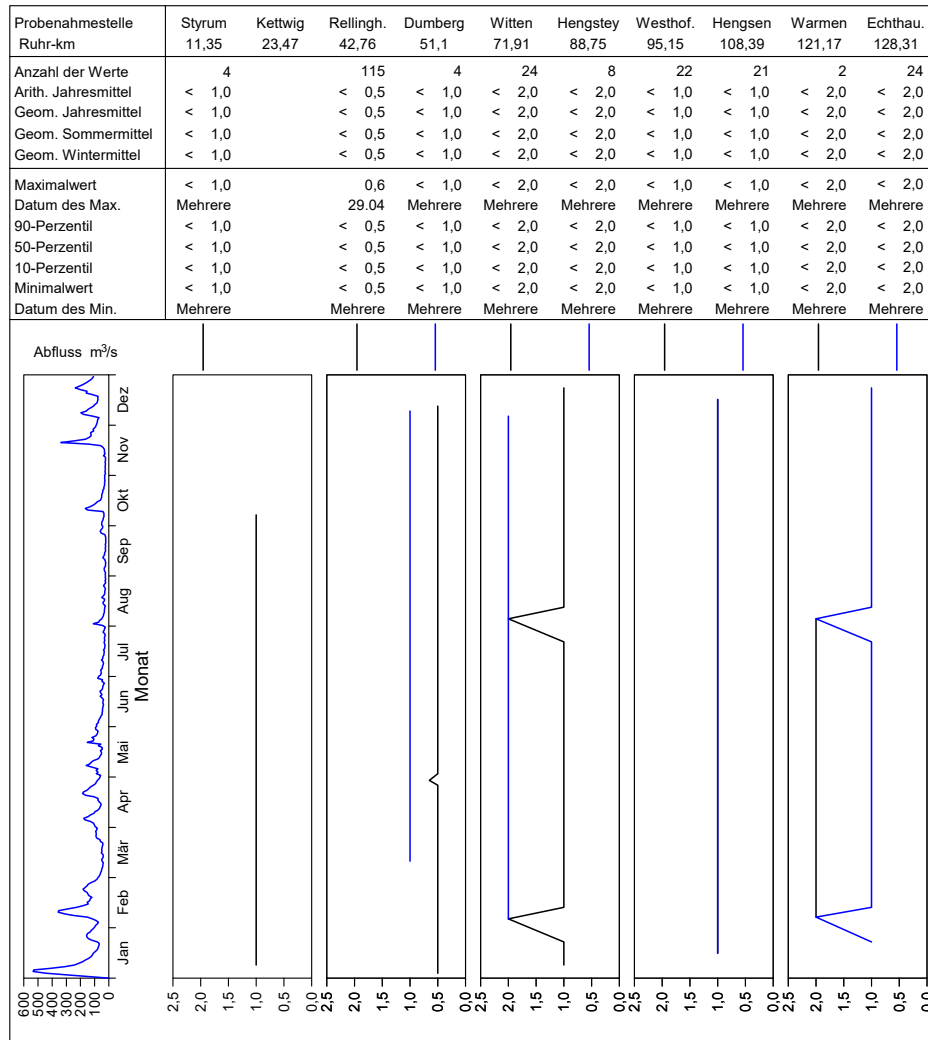


Bild 24.34: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 24.34: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Coliforme Bakterien

Einheit: 1/100 ml

Zielwert:

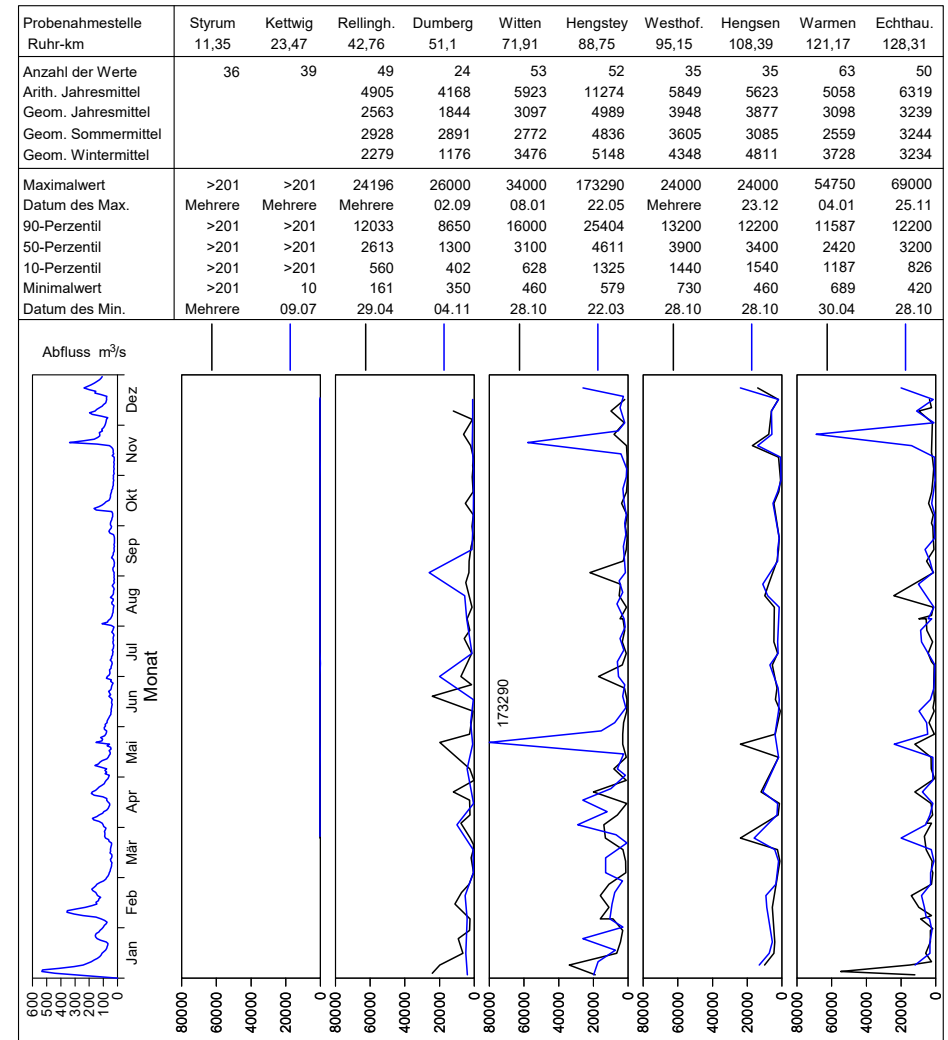


Bild 24.35: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 24.35: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Escherichia coli

Einheit: 1/100 ml

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Dumberg 51,1	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	35	39	49	24	54	52	36	36	55	52
Arith. Jahresmittel			1618	662	1654	2418	2091	1866	2244	2102
Geom. Jahresmittel			465	279	552	511	964	922	811	724
Geom. Sommermittel			326	240	292	237	545	500	480	444
Geom. Wintermittel			636	325	1044	1101	1706	1701	1346	1138
Maximalwert	>201	>201	19863	2600	14000	17329	13000	9200	17329	25000
Datum des Max.	Mehrere	Mehrere	03.01	01.07	23.12	20.11	19.02	08.01	20.11	25.11
90-Perzentil	>201	>201	4458	1940	4840	9482	4450	4700	5996	5710
50-Perzentil	>201	48	473	325	395	622	925	900	638	650
10-Perzentil	62	8	63	44	96	39	195	155	111	130
Minimalwert	38	3	< 10	10	31	0	120	86	74	10
Datum des Min.	29.04	Mehrere	23.09	15.04	10.06	18.09	23.09	12.08	02.09	08.07

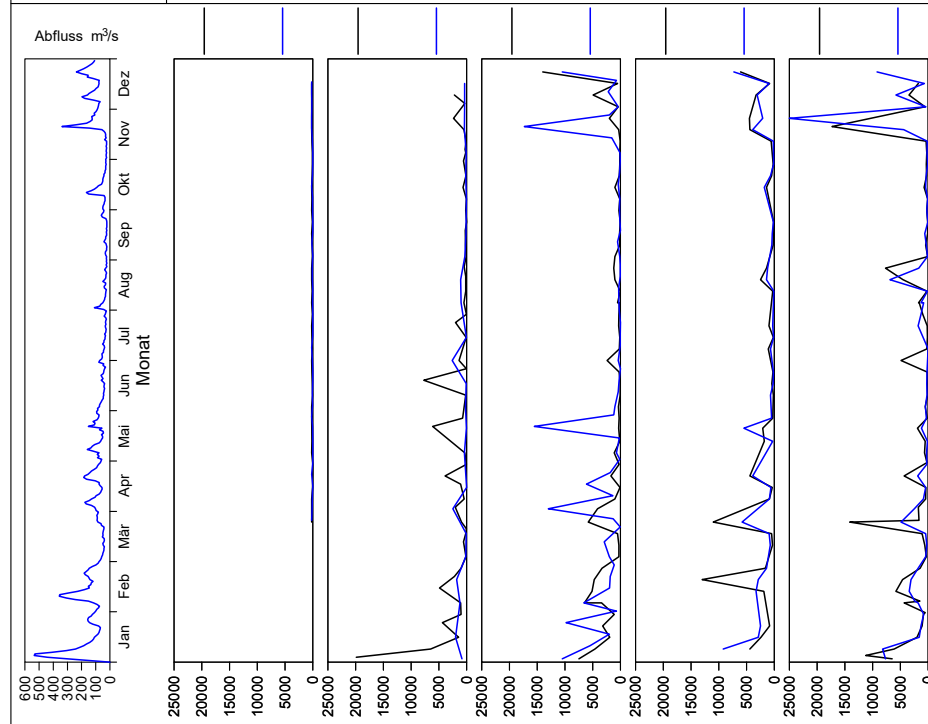


Bild 24.36: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 24.36: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Tabelle 24.5: Im Ruhrwasser bestimmte PSM und Überschreitungen der Trinkwassergrenzwerte von 100 ng/l bzw. der Zielwerte von 50 ng/l
 Table 24.5: 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

Pflanzen- schutz- mittel	Analysen ausgewertet	Proben mit positivem Befund	rel. Anteil mit positivem Befund	Proben mit Werten > 100 ng/l	rel. Anteil mit Werten > 100 ng/l	Proben mit Werten > 50 ng/l	rel. Anteil mit Werten > 50 ng/l	Maximal- wert ng/l
Atrazin	114	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Bentazon	202	1	0,5	0	0,0	0	0,0	2
Bifenox	125	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Bromoxynil	202	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Carbetamid	108	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Carfentraton	20	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Chlortoluron	114	4	3,5	3	2,6	3	2,6	160
Clopyralid	202	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 100
2,4-D	202	5	2,5	0	0,0	0	0,0	3
Desethylatrazin	114	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Desethylterbuthylazin	114	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Dichlorprop	114	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Diflufenikan	114	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Dimefuron	108	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Diuron	114	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Epoxiconazol	110	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Ethofumesat	92	1	1,1	0	0,0	0	0,0	20
Fenpropimorph	110	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Flufenacet	222	3	1,4	0	0,0	2	0,9	76
Fluroxypyr	202	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 100
Flurtamone	108	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Hexazinon	186	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Ioxynil	202	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Isoproturon	100	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
MCPA	192	42	21,9	0	0,0	0	0,0	41
Mecoprop	114	3	2,6	0	0,0	1	0,9	60
Metamitron	114	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Metazachlor	114	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Methabenzthiazuron	108	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Metolachlor	114	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Metribuzin	78	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Propiconazol	96	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Quinmerac	202	1	0,5	0	0,0	0	0,0	16
Simazin	114	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Tebuconazol	96	2	2,1	0	0,0	2	2,1	74
Terbuthylazin	114	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25

25 Auswahl von Veröffentlichungen

Baetz, N.; Cunha, J. R.; Itzel, F.; Schmidt, T. C.; Tuerk, J.:

Effect-directed analysis of endocrine and neurotoxic effects in stormwater depending discharges
Effektorientierte Analyse von endokrinen und neurotoxischen Wirkungen in durch Regenwasser ausgelösten Abschlagsereignissen
Water Research 2024 (265) 122169

Detert, L.-M.; Demisch, G.; Last, K.:

Datenanspruch und -verfügbarkeit für vertiefte Überprüfungen an Stauanlagen im Vergleich von früher zu heute
Data requirements and availability for in-depth inspections of dams compared to the past and present
Veröffentlicht in: WasserWirtschaft, Heft 7-8/2024

Detert, L.-M.; Demisch, G.:

Überblick über den Anspruch an Eingangsdaten sowie deren Verfügbarkeit für Vertiefte Überprüfungen an Stauanlagen im Vergleich von früher zu heute
Overview of the requirements for input data and their availability for in-depth inspections of dams compared to the past and present
(Vortrag bei: XIII. Mittweidaer Talsperrentag am 9./10. April 2024)

Guerrero-Granados, K. F.; Mante, J.; Joy, M.; Meier, M.; Boergers, A.; Panglisch, S.; Tuerk, J.:

Ozone Strong Water Dosing as Optimized Ozonation Process for Micropollutants Reduction in Wastewater Treatment Plants
Dosierung von Ozonstarkwasser als optimierter Ozonierungsprozess zur Reduzierung von Mikroschadstoffen in Kläranlagen
Ozone: Science & Engineering 2024 (46, 5), 392–406

Härtel, C.; Erger, C.; Kaulfuss, J.:

Retrospektive Betrachtung instrumenteller analytischer Untersuchungen in der Ruhr
Retrospective examination of instrumental analytical studies in the Ruhr
DWA - Korrespondenz Wasserwirtschaft Ausgabe 07/24

Härtel, C.; Kisseler, E.; Schneider, Y.; Teschlade, D.; zur Strassen, G.:

50 Jahre Güteentwicklung der Ruhr - Ein Überblick
50 Years of Quality Development of the Ruhr - An Overview
DWA - Korrespondenz Wasserwirtschaft Ausgabe 07/24

Jardin, N. (2023):

Klimawandel an der Ruhr oder warum sich die Talsperrensteuerung ändern muss!
Climate change at the Ruhr or why dam management needs to change!
1. AWWR Trinkwasserforum. AWWR. Gelsenkirchen, 24.08.2023.

Jardin, N. (2023):

Impulse für das Management der Hochwasser-Risiken in der Region.
Impulses for the management of flood risks in the region.
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.
Aeration systems for special processes and aeration monitoring at Ruhrverband
7. Infotag IWA Abwassertechnik. Institut IWAR der TU Darmstadt. Darmstadt, 02.11.2023.

Jardin, N.; Thöle, D. (2023):

Der Ruhrverband auf dem Weg zur Klimaneutralität - Energieneutralität erreicht!
The Ruhrverband on the way to climate neutrality - energy neutrality achieved!
56. Essener Tagung für Wasserwirtschaft. Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen. Aachen, 09.03.2023.
In: Th. Wintgens (Hg.): 56. Essener Tagung für Wasserwirtschaft. „Sichere Wasserwirtschaft in Krisenzeiten“, Band 256. Aachen: Gesellschaft zur Förderung des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft an der RWTH Aachen (256), 54/1-54/15.

Jardin, N. (2024):

Vorgaben zur Elimination von Stickstoff und Phosphor einschließlich Überwachungsmethodik.
Requirements for the elimination of nitrogen and phosphorus including monitoring methodology
DWA-Seminar Neue EU-Kommunalabwasserrichtlinie. DWA. Berlin, 03.06.2024.

Jardin, N. (2024):

Water Management in the Ruhr area – a water success story.
Wassermanagement im Ruhrgebiet – eine Wasser-Erfolgsgeschichte
19th IWA Leading Edge Conference on Water and Wastewater Technologies. International Water Association. Essen, 25.06.2024.

Jardin, N. (2024):

Erfahrungen zur Zielerreichung der Energieneutralität beim Ruhrverband.
Experience in achieving the energy neutrality target at Ruhrverband
51. Abwassertechnisches Seminar. Gesellschaft zur Förderung des Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft an der TU München. München, 03.07.2024.

Jardin, N. (2024):

Die Entwicklung der Wasserwirtschaft an der Ruhr:
Ein Blick zurück und in die Zukunft.
The development of water management at the Ruhr:
looking back and into the future
125 Jahre Ruhrtalsperrenverein. Ruhrverband.
Essen, 05.09.2024.

Jardin, N. (2024):

Altena WWTP: operational experiences with AGS
in Germany.
Kläranlage Altena: betriebliche Erfahrungen mit AGS
in Deutschland
14th IWA Specialized Conference on the Design, Operation
and Economics of Large Wastewater Treatment Plants.
International Water Association. Budapest,
Ungarn, 08.09.2024.

Jardin, N. (2024):

From energy to carbon neutrality on LWWTPs - what
is really possible?
Von der Energieneutralität zur Kohlenstoff-Neutralität
auf Kläranlagen – was ist wirklich möglich?
14th IWA Specialized Conference on the Design, Operation
and Economics of Large Wastewater Treatment Plants.
International Water Association. Budapest,
Ungarn, 08.09.2024.

Jardin, N. (2024):

Energetische Optimierung der Kläranlagen beim Ruhrver-
band – Energieneutralität 2023 erreicht!
Energy optimisation of wastewater treatment plants at
Ruhrverband - energy neutrality achieved by 2023!
12. Kitzbüheler Wasser- & Energiesymposium. VTA Group.
Kitzbühel, Österreich, 16.10.2024.

Jardin, N. (2025):

Was bedeutet die neue EU-Kommunalabwasserrichtlinie
für die Nährstoffelimination in Deutschland?
What does the new EU Urban Wastewater Directive
mean for nutrient elimination in Germany?
92. Darmstädter Seminar. Förderverein des Instituts
IWAR der TU Darmstadt. Darmstadt, 23.01.2025.

Jardin, N. (2025):

Wasserwirtschaft an der Ruhr in Zeiten des Klimawandels.
Water management at the Ruhr in times of climate change
Wassertage Münster 2025. FH Münster. Münster,
19.02.2025.

Jardin, N. (2025):

Herausforderungen und Handlungsbedarfe bei der
Umsetzung der EU-Kommunalabwasserrichtlinie aus
Sicht eines Betreibers.
Challenges and need for action in the implementation
of the EU Urban Waste Water Directive from the perspec-
tive of an operator.
58. Essener Tagung für Wasserwirtschaft. Institut für
Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen. Aachen,
27.03.2025.
In: Th. Wintgens (Hg.): 58. Essener Tagung für Wasserwirt-
schaft. „Impulse aus Europa - Herausforderungen, Inno-
vationen und praktische Lösungen“, Band 259. Aachen:
Gesellschaft zur Förderung des Instituts für Siedlungswasser-
wirtschaft an der RWTH Aachen (259), 2/1–2/8.

**Jänichen, J.; Ziemer, J.; Wicker, C.; Klöpper, D.;
Last, K.; Wolsza, M., ... & Dubois, C.:**

Enhancing Dam Monitoring: Utilizing the CR-Index for
Electronic Corner Reflector (ECR) Site Selection and PSI
Analysis
Verbesserung der Talsperrenüberwachung: Nutzung des
CR-Index für Standortauswahl Elektronischer Corner Reflek-
toren (ECR) und PSI-Analyse
In IGARSS 2024 IEEE International Geoscience and Remote
Sensing Symposium (pp. 11132-11135) 2024, July.

Kreutzer, M.; Last, K.; Demisch, G.; Reitmayer, E.:

Sanierung der Dränage- und Kontrollbohrungen im Unter-
grund der Sorpetalsperre
Remediation of the underground drainage and control
system of the Sorpe Dam
(Veröffentlicht in: Bautechnik“, Heft April 2024)

**Podraza, P.; Nappe, R.; Schneider, Y.;
van de Weyer, K.; Meis, S.; Ludwig, K.;
Hering, D.; Kaijser, W.; Stoschek, O.; Kories, H.;
Volkova, K.:**

Erprobung und Entwicklung innovativer Methoden zur
Eingrenzung des massenhaften Wachstums von Elodea
nuttallii in den Ruhrstauseen (ELODEA II).
Abschlussbericht 2024, F & E- Vorhaben im Auftrag
der Bezirksregierung Düsseldorf, Aktenzeichen:
54.04.05.33-2.052/18

Schnatmann, C.:

Sichere Faulgasanlagen
Safe digester gas plants
2 – tägliches DWA-Seminar am 26./27. November 2024
in Kassel

Schneider, Y.; Dierker, M.; Jardin, N. (2025):

Zwei Jahre Betriebserfahrung mit Deutschlands erster
Nereda-Anlage.
Two years of operating experience with Germany's first
Nereda plant.
58. Essener Tagung für Wasserwirtschaft. Institut
für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen.
Aachen, 27.03.2025.
In: Th. Wintgens (Hg.): 58. Essener Tagung für Wasserwirt-
schaft. „Impulse aus Europa - Herausforderungen, Inno-
vationen und praktische Lösungen“, Band 259. Aachen:
Gesellschaft zur Förderung des Instituts für Siedlungswasser-
wirtschaft an der RWTH Aachen (259), 24/1–24/14.

Stein, G.; Ziemer, J., Wicker, C., Jänichen, J.; Demisch, G.; Klöpper, D.; ... & Dubois, C.:

Data-Driven Prediction of Large Infrastructure Movements Through Persistent Scatterer Time Series Modeling

Datengestützte Vorhersage für Bewegungen großer Infrastrukturen durch Modellierung persistenter Streuer Zeitreihen

In IGARSS 2024 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (pp. 8669-8673) 2024, July.

Türk, J.:

Lessons learned – Überführung von FutureLab.NRW - Elementen in ein Labor der Wasserwirtschaft

Lessons learned – Transfer of FutureLab.NRW elements into a water management laboratory

FutureLab Workshop, IUTA, Duisburg, 2024

Türk, J.:

Elementanalytik und Labordigitalisierung beim Kooperationslabor RV-EGLV

Elemental analysis and laboratory digitization at the cooperation laboratory of RV and EGLV

Anorganika 2024, PerkinElmer User Meeting, Essen, 2024

Türk, J.:

Introduction of the Cooperation Laboratory RV-EGLV

Einführung in das Kooperationslabor von RV und EGLV

ZWU General Assembly, Oer-Erkenschwick, 2024

Türk, J.:

Interpretation von Ergebnissen aus Wischproben und Ableitung von praktischen Maßnahmen & Abwasserbehandlung in Krankenhäusern

Interpretation of results from wipe samples and derivation of practical measures & wastewater treatment in hospitals

22. Pharmazeutisch-onkologisches Forum, Heidelberg, 2024

Türk, J.:

Pilotierung einer vierten Reinigungsstufe

Implementation of a further purification step (fourth cleaning stage) on a waste water treatment plant

DWA-Kläranlagennachbarschaft Spurenstoffelimination in Kläranlagen, Bottrop, 2024

Wenzel, M.; Renner, G.; Pruin, L.; Wolf, C.; Kube, C.; Schram, J.; Schmidt, T. C.; Tuerk, J.:

Assessment of sample pre-treatment strategies to mitigate matrix effects for microplastics analysis using thermoanalytical techniques

Bewertung von Probenvorbehandlungsstrategien zur

Minderung von Matrixeffekten bei der Analyse von Mikroplastik unter Verwendung thermoanalytischer Techniken

TrAC Trends in Analytical Chemistry 2024 (181, Part A), 117997

Zeiß, J.¹; Busch, S.¹; Hochhaus, M.²:

Erdbebenüberwachung und Erdbebengefährdung in Nordrhein-Westfalen

Earthquake monitoring and earthquake hazard in North Rhine-Westphalia

(Vortrag bei: XIII. Mittweidaer Talsperrentag am 9./10. April 2024)

¹ Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, Krefeld

² Ruhrverband, Essen





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



Kronprinzenstraße 37, 45128 Essen
Postfach 103242, 45032 Essen
Telefon 0201 178-0
www.ruhrverband.de