

AWWR-Mitglieder



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

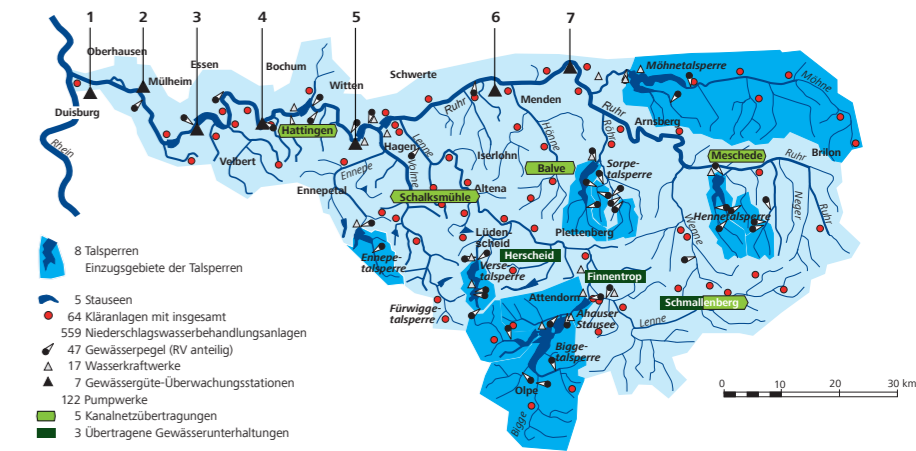
Hervorgegangen ist die AWWR aus dem 1947 gegründeten „Ausschuss der Ruhrwasserwerke“, der wegen akuten Wassermangels und damals gefährdeter Trinkwasserversorgung vom nordrhein-westfälischen Wirtschaftsminister ins Leben gerufen wurde. 1986 wurde der Ausschuss in AWWR umbenannt. Seit Februar 2010 ist die AWWR ein eingetragener Verein. Die Unternehmen zwischen Winterberg und Mülheim bündeln so ihre Interessenvertretung. Die AWWR ist Ansprechpartnerin zu Themen der Trinkwasserwirtschaft an der Ruhr.

Im Fokus steht eine gesicherte Trinkwasserversorgung im Ruhreinzugsgebiet und den aus dem Ruhrtal mit Trinkwasser versorgten Siedlungsgebieten an Lippe, Emscher und Ems. Dabei gilt es auch, die Ruhr als Rohwasserressource für eine naturnahe Wassergewinnung, die zur Trinkwasserversorgung von mehr als 4,6 Millionen Menschen im Ruhrgebiet sowie im Münsterland und Sauerland dient, nachhaltig zu schützen.

Ruhrgütebericht 2022



Einzugsgebiet des Ruhrverbands



- 8 Talsperren
 - 5 Stauseen
 - 64 Kläranlagen mit insgesamt 559 Niederschlagswasserbehandlungsanlagen
 - 47 Gewässerpegel (RV anteilig)
 - 17 Wasserkraftwerke
 - 7 Gewässergüte-Überwachungsstationen
 - 122 Pumpwerke
 - 5 Kanalnetsübertragungen
 - 3 Übertragene Gewässerunterhaltungen
- Gewässergüte-Überwachungsstationen (kontinuierlich)**
- ▲ 1. Duisburg (RV, Ruhr-km 2,65)
 - ▲ 2. Kraftwerk Mülheim-Kahlenberg (LANUV, Ruhr-km 14,43)
 - ▲ 3. Essen-Werden (RV, Ruhr-km 31,18)
 - ▲ 4. Hattingen (RV/LANUV, Ruhr-km 56,70)
 - ▲ 5. Wetter (LANUV, Ruhr-km 81,49)
 - ▲ 6. Fröndenberg (LANUV/WWU, Ruhr-km 113,78)
 - ▲ 7. Echthausen (WWU, Ruhr-km 128,32)
- Charakterisierung des Ruhreinzugsgebiets nach EG-WRRL**
- Fläche: 4.478 km²
 - Höhenverhältnisse: 20 bis 800 m ü. NN
 - Anzahl der Planungseinheiten: 9
 - Gesamtlänge der Fließgewässer: ~7.000 km
 - Anzahl Gewässer mit einem Einzugsgebiet > 10 km²: 122
 - Anzahl Grundwasserkörper: 30
 - 178 natürliche und 65 als erheblich verändert ausgewiesene Wasserkörper

50 Jahre

50 Jahre

1973 – 2022

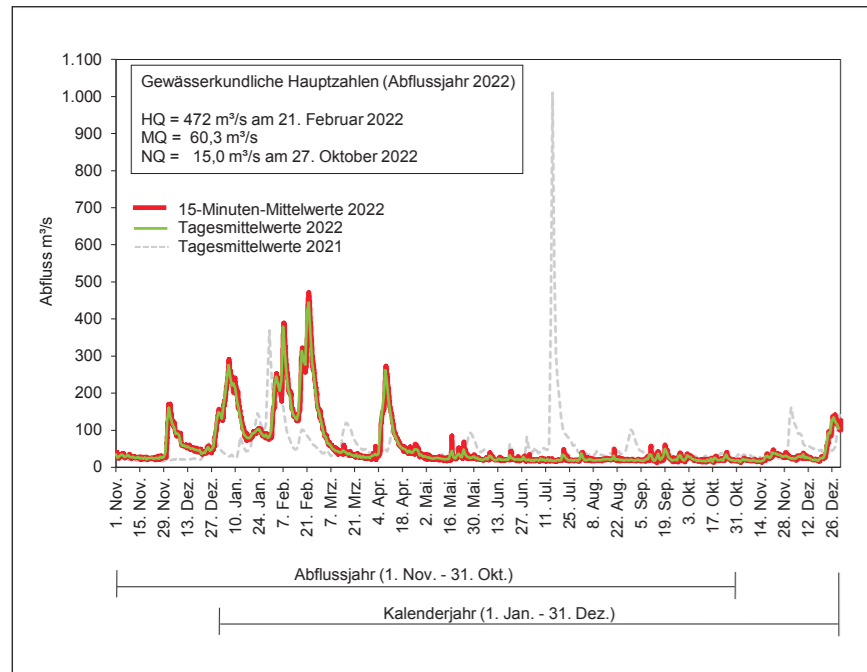
AWWR
Aktiv für Ihr Wasser aus dem Ruhrtal

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

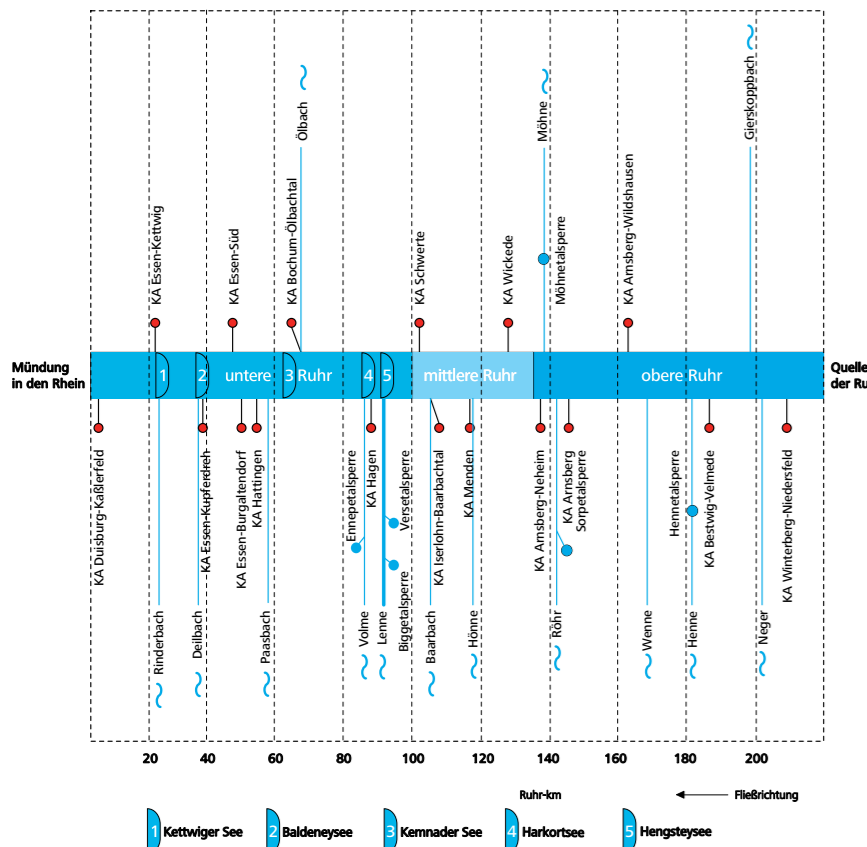
Geschäftsstelle:
GELSENWASSER AG
Willy-Brandt-Allee 26
45891 Gelsenkirchen
Telefon (0209) 708-274
Fax (0209) 708-708
www.awwr.de

Ruhrverband
WISSEN, WERTE, WASSER

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



15-Minuten-Mittelwerte und Tagesmittelwerte des Abflusses der Ruhr am Pegel Hattingen/Ruhr im Abfluss- und Kalenderjahr 2022
 Runoff means during 15 minutes and 24 hours at the gauging station Hattingen/Ruhr in the water year and calendar year 2022



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

Wir danken

Julia Brekenfeld (Kapitel 3, 6, 11),
 Therese Dreier (Kapitel 5),
 Dr. Christine Erger (Kapitel 7, 9),
 Danijela Frojn (Kapitel 3, 4),
 Svetlana Graf (Kapitel 13),
 Dr. Christoph Härtel (Kapitel 2, 7, 8, 9, 11),
 Christian Högel (Kapitel 12),
 Jens Kaulfuss (Kapitel 7, 9),
 Elisabeth Kisseler (Kapitel 8),
 Markus Kühmann (Kapitel 11),
 Ronja Nappe (Kapitel „In Kürze“, 5, 14),
 Dr. Petra Podraza (Kapitel 6),
 Tanja Scheiring (Kapitel 4, 10),
 Dr. Yvonne Schneider (Kapitel 5, 8),
 Axel Sommerfeld (Kapitel 13),
 Dr. Daniel Teschlade (Kapitel 8) und
 Georg zur Strassen (Kapitel 1, 8)
 als Autorinnen und Autoren sowie allen Beschäftigten des Ruhrverbands,
 die am vorliegenden Ruhr Gütebericht mitgewirkt haben.

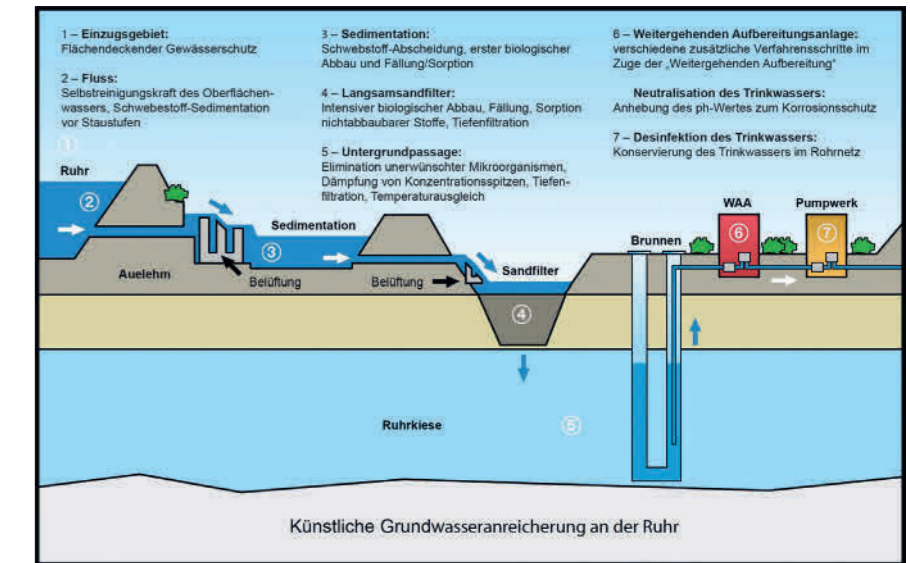
Titelbild

Gewässergüte sichtbar gemacht:
 Zusammenfluss der Lenne, jeweils
 rechts im Bild, und der Ruhr. In den
 Luftaufnahmen von 1964 (links) und
 2004 zeigen sich die Fortschritte in der
 Reinhaltung der Oberflächengewässer
 besonders eindrucksvoll.

AWWR-Versorgungsgebiete



Beispielhafte Darstellung des Prozesses der Trinkwassererzeugung



Kooperation zwischen Landwirtschaft und Wasserwirtschaft im Einzugsgebiet der Ruhr

Zur Durchführung eines vorbeugen- den Gewässer- und Bodenschutzes wurde bereits 1992 die Kooperation zwischen Wasserwirtschaft und Landwirtschaft durch die Arbeitsgemeinschaf der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) und die Landwirt- schaftskammer Westfalen-Lippe ge- gründet. Derzeit sind rund 800 Land- wirte im Ruhrreinzugsgebiet Mitglied dieser Kooperation. Der Landwirt bekundet durch Unterzeichnung ei- ner Kooperationserklärung seine Mit- gliedschaft und verpflichtet sich, an der Umsetzung gemeinsam festge- legter Ziele und Aufgaben mitzuwir- ken.

Die AWWR-Mitglieder finanzieren diese Kooperation. Mit Einführung des Wasserentnahmeentgeltes in Nordrhein-Westfalen sind diese Auf- wendungen 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 Dünge- mittel zu schützen.

Beratungsschwerpunkte im außer- landwirtschaftlichen Bereich sind Verfahren der Flächenpflege ohne den Einsatz von chemischen Wirk- stoffen zur Bewuchseliminierung. Beratungen richten sich hier an den Bürger als möglichen Anwender, Kommunen, Gartenbau- und Ver- kehrsbetriebe, Straßenbaubehörden, Industrie und Gewerbe sowie Ver- kaufsstellen für chemische Pflanz- schutzmittel.



Bericht des Ruhrverbands	4	Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e. V. (AWWR) im Jahr 2022	180
Ruhrwasserwirtschaft im Wandel der Zeit (Teil 1)	6	Ruhrwasserwirtschaft im Wandel der Zeit (Teil 2)	182
Vorwort	28	Bericht des Vorsitzenden der AWWR	188
In Kürze	30	17 AWWR-Ausschusstätigkeit	190
1 Wasserführung der Ruhr	40	– Ausschuss Wassergüte	190
2 Grundlagen der Bewertung von Gewässeranalysedaten im Ruhrgütebericht	41	– Ausschuss Wassergewinnung und -aufbereitung	193
3 Physikalisch-chemische Überwachungen der Ruhr	48	– Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit	194
– Messstelle Ruhr bei Essen-Rellinghausen und Gewässerüberwachungsstationen	49	Beiträge aus Wasserwerken und Institutionen	196
– Ergebnisse der wöchentlichen Untersuchungen	55	18 Monitoring organischer Spurenstoffe in der Ruhr	196
– Ruhrlängsuntersuchungen	55	19 Vision CO ₂ -freie Trinkwasserproduktion: Smartes Energiemanagement in Wasserwerken	209
4 Monitoring gemäß EG-WRRL der Ruhr und ihrer Nebengewässer	64	20 Bau einer Freiflächen-Photovoltaikanlage zur Eigenversorgung der Wassergewinnung und -aufbereitungsanlage Möhnebogen	213
– Physikalisch-chemische Untersuchungen gemäß EG-WRRL	64	21 Anwendung der Online-Durchflusszytometrie in der Trinkwasseraufbereitung	216
– Hydrobiologische Untersuchungen gemäß EG-WRRL	78	22 Zukunft für die Kooperation Landwirtschaft / Wasserwirtschaft im Ruhreinzugsgebiet	221
5 Trophische Situation in der Ruhr	89	23 Organisation der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR)	224
– Planktonuntersuchungen	89	– Mitglieder und ständige Gäste	224
– Makrophytenuntersuchungen	96	– Kontakte	224
6 Talsperrenuntersuchungen		– Ausschüsse und Arbeitskreise	225
– Hennetalsperre	101	24 Die AWWR in Zahlen	228
7 Organische Spurenstoffe in der Ruhr	106	25 Analysenergebnisse des Ausschusses Wassergüte	229
Sonderthemen	120	– Einführung	229
8 50 Jahre Güteentwicklung der Ruhr – ein Überblick	120	– Kommentar zu den Untersuchungsergebnissen	233
9 Stoffe in der Ruhr – Retrospektive aus Sicht der instrumentellen Analytik	131	Auswahl von Veröffentlichungen	274
10 Entwicklung des Makrozoobenthos in den letzten 50 Jahren	141		
11 50 Jahre Talsperrenuntersuchungen und fischereiliche Talsperrenbewirtschaftung	146		
12 Zeitliche Entwicklung der Ammonium-Stickstoff- und Phosphorbelastung im Einzugsgebiet der Ruhr	152		
13 Leistungsvergleich der Kläranlagen des Ruhrverbands von 1983 bis heute	158		
14 Registrierte Gewässerunreinigungen des Jahres 2022 und Rückblick auf die Entwicklung der letzten 50 Jahre	163		
15 Ruhrgütebericht 1973-2022: Inhaltsübersicht	165		
16 Der Ruhrverband in Zahlen	178		

Contents

Report of the Ruhrverband	4	Association of Ruhr Waterworks (AWWR) in 2022	180
Ruhr water management in the change of time (part 1)	6	Ruhr water management in the change of time (part 2)	182
Preface	28	Report of the AWWR Chairman	188
In brief	35	17 Activities of AWWR committees	190
1 Flow of the River Ruhr	40	– Water quality committee	190
2 Basic parameters for the evaluation of analysis data for waters	41	– Water catchment committee	193
3 Physico-chemical Ruhr water monitoring	48	– Public relations committee	194
– Measuring point Ruhr at Essen-Rellinghausen and water monitoring stations	49	Reports from waterworks and institutions	196
– Results of the weekly Ruhr examinations	55	18 Monitoring of organic trace substances in the Ruhr	196
– Examinations along the Ruhr	55	19 The vision of CO ₂ -free drinking water production: smart energy management at the waterworks	209
4 Examinations of the Ruhr and its tributaries in line with the European Water Framework Directive	64	20 Construction of an open-space photovoltaic system to power the water sourcing and treatment facility Möhnebogen	213
– Physico-chemical examinations	64	21 Application of an online flow cytometry in drinking water treatment	216
– Hydrobiological examinations	78	22 Future of the cooperation between agriculture and water management in the Ruhr catchment area	221
5 Trophic situation in the Ruhr	89	23 Structure of the AWWR	224
– Plankton examination	89	– Members and permanent guests	224
– Macrozoobenthos examination	96	– Contacts	224
6 Reservoir examinations	101	– Committees and working groups	225
– Henne Reservoir	101	24 The AWWR – facts and figures	228
7 Organic micropollutants in the Ruhr	106	25 Analytical findings of the water quality committee	229
Special topics	120	– Introduction	229
8 50 years of quality development in the Ruhr – an overview	120	– Explanation and annotation	233
9 Substances in the Ruhr – retrospective from an instrumental analysis perspective	131	Selection of publications	274
10 Development of the macrozoobenthos during the past 50 years	141		
11 50 years of reservoir examinations and fisheries management at the reservoirs	146		
12 Chronological development of ammonium nitrogen and phosphorus loads in the Ruhr catchment area	152		
13 Performance comparison of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 1983 until today	158		
14 Registered cases of water pollution in 2022 and review of the development during the past 50 years	163		
15 Ruhrgütebericht 1973-2022: table of contents	165		
16 The Ruhrverband – facts and figures	178		



Seit 1973 gibt es den Ruhrgütebericht, doch die Befassung mit dem chemischen, physikalischen und biologischen Zustand der Ruhr und ihrer Nebengewässer reicht noch viel länger zurück – bis zur Gründung des ersten Ruhrverbandslabors im Jahr 1923. Die Bilderstreifen in dieser Jubiläumsausgabe beleuchten schlaglichtartig die naturwissenschaftliche Arbeit im Dienste der Ruhrwasserwirtschaft.





1952

Wie steht es um die Beschaffenheit der Ruhr, der wichtigsten Trinkwasserressource der Region? Ohne eine zuverlässige chemische Analytik war und ist diese Frage nicht zu beantworten. Probenahmen vor Ort gehören daher seit jeher zum Standardrepertoire des Ruhrverbandslabors.



1994

Die Frage nach der Gewässerbeschaffenheit blieb, die Notwendigkeit präziser Handarbeit ebenfalls. Mit den Jahren wurden allerdings die Methoden ausgefeilter, die überwachten Parameter umfangreicher, die Geräte für die Probenahme handlicher und die Ansprüche an die persönliche Schutzausrüstung bei Arbeiten am Gewässer höher.



1975

Der legendäre VW-Bulli T2 rollte ab 1967 im Volkswagenwerk Hannover-Stöcken vom Band und erfreute sich als robustes und geräumiges Transportfahrzeug großer Beliebtheit. Beim Ruhrverband war der T2 als fahrbares Labor im Einsatz.



2023

Ein Laborfahrzeug der neuesten Generation. Insgesamt neun davon gehören aktuell zur Fahrzeugflotte des Ruhrverbands innerhalb des Kooperationslabors mit Emschergenossenschaft und Lippeverband.



1973

Die Sorge vor einer Kontamination der Oberflächengewässer durch die bis Anfang der 1960er Jahre üblichen oberirdischen Atomwaffenversuche war Anlass für die Überwachung der Umweltradioaktivität. Für die Identifizierung und Quantifizierung von Radionukliden wurde ein solches Gammastrahlenspektrometer benötigt.



2000

Kryokonservierung von Salmonellenproben. Durch das Einfrieren in flüssigem Stickstoff lassen sich sowohl pflanzliche als auch tierische Zellen bei Aufrechterhaltung der Vitalität nahezu unbegrenzt aufbewahren und können dadurch wichtige Langzeiterkenntnisse liefern.



1961

Als Anbau an das „Alte Ruhrhaus“ aus den 1920er Jahren (rechts im Bild) wurde Anfang der 1960er Jahre ein modernes Laborgebäude errichtet. Nach der Einweihung des Nachfolgebauwerks (siehe rechte Seite) erfolgte Mitte der 1990er Jahre der Abriss, das „Alte Ruhrhaus“ blieb erhalten.



2003

Das 1995 errichtete neue Laborgebäude am Zentralstandort Essen beherbergt seit 2007 das Kooperationslabor von Ruhrverband und Emschergenossenschaft/Lippeverband.



1961

*Probenvorbereitung für
allgemeine chemische
Untersuchungen im damals
gerade fertiggestellten
Laborgebäude.*



2018

*Analyse organischer Spurenstoffe
mit dem Gaschromatographie-
Massenspektrometer (GC-MS).*



1989

*Für den Fall einer plötzlichen und gravierenden Ruhrwasser-
verunreinigung wurden an aus-
gewählten Messpunkten entlang
der Ruhr Rückstellstationen ein-
gerichtet, an denen kontinuier-
lich Wasserproben gesammelt
und vier Tage lang aufbewahrt
wurden. Ereignete sich in dieser
Zeit kein Gewässerunfall, wurde
die jeweils älteste Probe verwor-
fen und durch eine neue ersetzt.*



2008

*Auch außerhalb des zentralen
Laborstandorts in Essen finden
routinemäßige Untersuchun-
gen statt, wie hier in der
Gewässergütemessstation
Hattingen.*



1959

Schaumberge auf dem Wasser, wie hier am Ablauf der Kläranlage in Essen-Rellinghausen, waren seit dem Siegeszug tensidhaltiger Waschmittel ein zunehmend häufiges Bild. Auch die Industrie trug mit Stoffen wie Tetrapropylbenzolsulfonat (TPS) zu dem Problem bei.



1994

Die Detergentengesetze der 1960er Jahre, aber auch die immer besser werdende Reinigungsleistung der Kläranlagen ließen die Schaumberge verschwinden.



1951

In Hagen sorgten die 1910 errichtete Kläranlage (vorn im Bild) und der 1931 fertiggestellte Harkortsee (hinten) für eine Verbesserung der durch industrielle Einleitungen stark beeinflussten Wasserqualität.



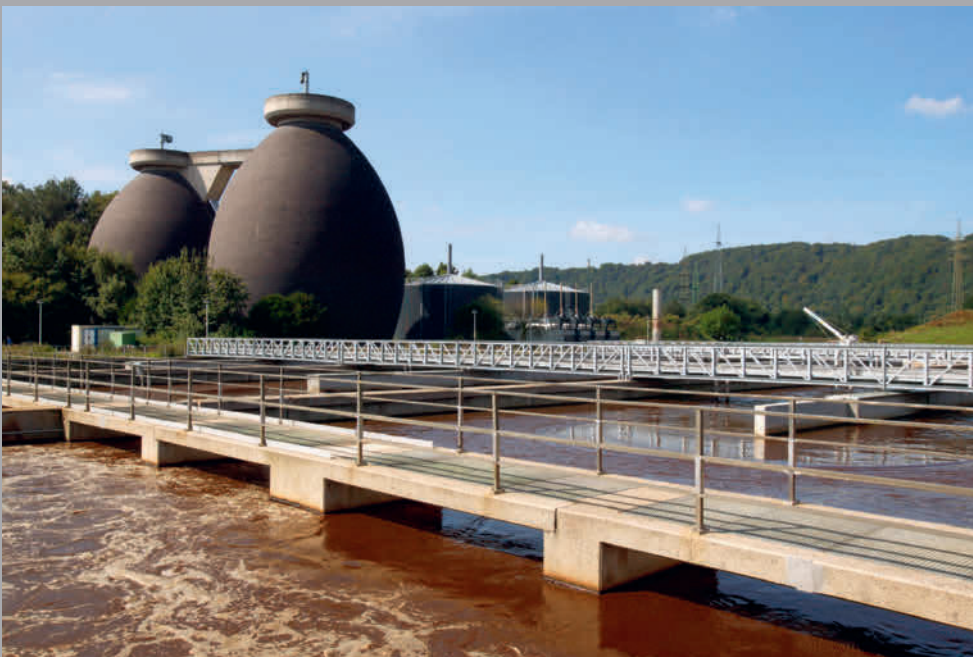
2006

Die Kläranlage Hagen wurde seit ihrer Inbetriebnahme mehrfach erweitert und gehört heute mit einer Ausbaugröße von 235.000 EW zu den größten Kläranlagen im Verbandsgebiet.



1963

Eine Ansicht der Kläranlage Hagen aus den 1960er Jahren mit Nachklärung (vorn im Bild), Belebungsbecken (rechts) und Faulbehältern (hinten).



2005

Ansicht der biologischen Reinigungsstufe und der Faulbehälter der Kläranlage Hagen nach der Erweiterung der Nährstoffelimination. Diese fand im Zuge des umfassenden Kläranlagenerweiterungsprogramms statt, in das der Ruhrverband zwischen 1990 und 2005 insgesamt 1,6 Milliarden Euro investierte.



1985

Im November 1985 wurde dieser Lachs an der Raffelberger Brücke bei Mülheim aus der Ruhr gezogen und anhand wesentlicher Bestimmungsmerkmale eindeutig identifiziert. Die 1988 erschienene 75-Jahr-Chronik des Ruhrverbands warnte zwar davor, den ersten Lachsfang in der Ruhr seit dem späten 19. Jahrhundert in seiner Bedeutung zu überschätzen, doch „... nach alledem, was Industrie, Gewerbe und Bevölkerung dem Fluß über viele Jahre angetan haben, mag man in diesem Ereignis doch ein verheißungsvolles Zeichen sehen“.



2009

Bei einer Kontrollbefischung wurden im Juni 2009 mehr als 20 reinrassige Junglachse in der Ruhr bei Mülheim-Raffelberg entdeckt. Da Lachse nur in sauberen, sauerstoffreichen Gewässern laichen, war dieser Fund ein deutlich stärkerer Beleg für die mittlerweile wieder sehr gute Qualität des Ruhrwassers als der einzelne Streuner, der es 1985 bis nach Mülheim geschafft hatte.



1976

Die Untersuchung des Klärschlammes gehörte zu den wichtigen Routinearbeiten in der Gewässerüberwachung. Im Bild die Homogenisierung einer Belebtschlammprobe mittels Ultraschall.



1994

*In dieser Modellkläranlage
im Labormaßstab fanden
Untersuchungen zur
Denitrifizierung statt .*



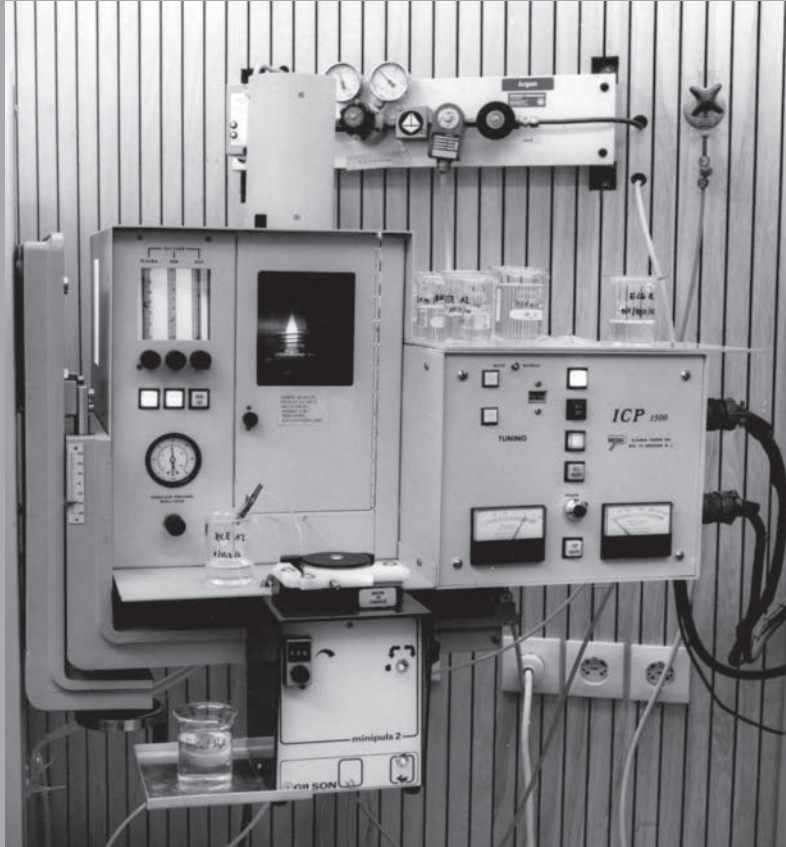
1988

Dieser Radiologie-Messplatz verfügte über modernste Steuer- und Auswertelektronik zur Bestimmung von Gammastrahlung.



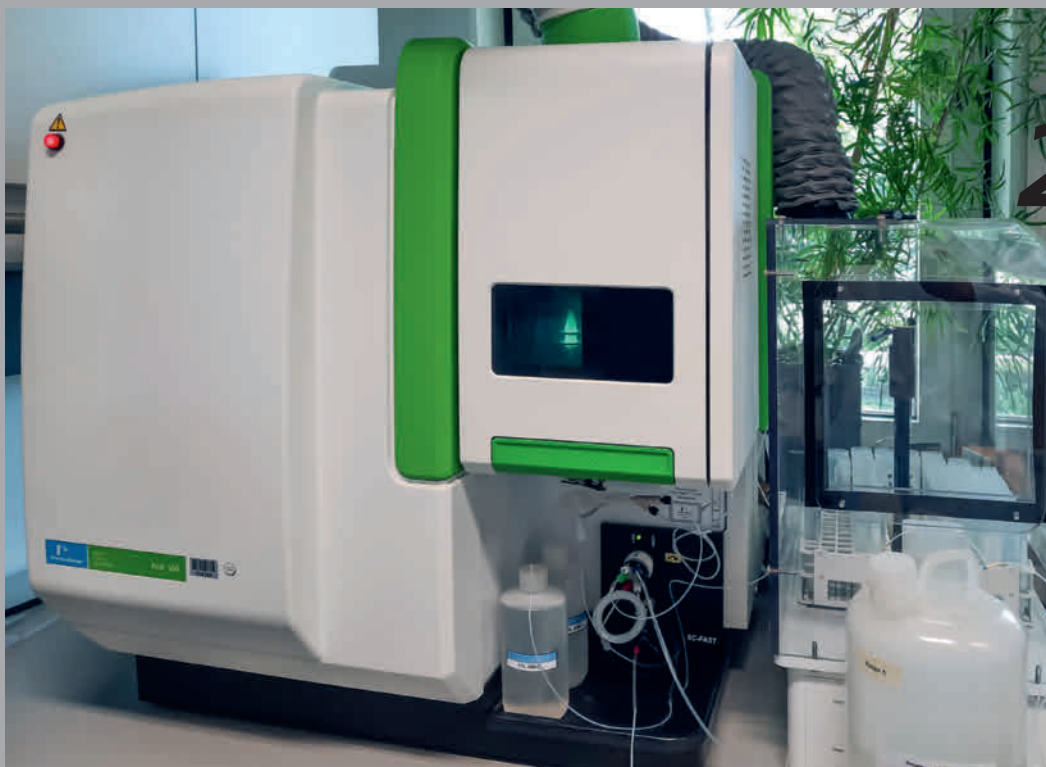
2004

Die Instrumentelle Analytik hat über die Jahre immer mehr an Bedeutung gewonnen. Mit der so genannten Ionenchromatographie werden Anionen wie Chlorid, Sulfat etc. bestimmt.



1981

Um die stetig wachsende Zahl von Gewässeranalysen besser bewältigen zu können, wurde Anfang der 1980er Jahre die Multielement-Emissions-spektralanalyse mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES) im Labor des Ruhrverbands eingeführt. Diese Technik ermöglichte die gleichzeitige Bestimmung einer erheblich größeren Zahl von Elementen, insbesondere Schwermetallen, nach der Zerstäubung von Wasser und Erhitzung in einem 8.000 Kelvin heißen Gasplasma.



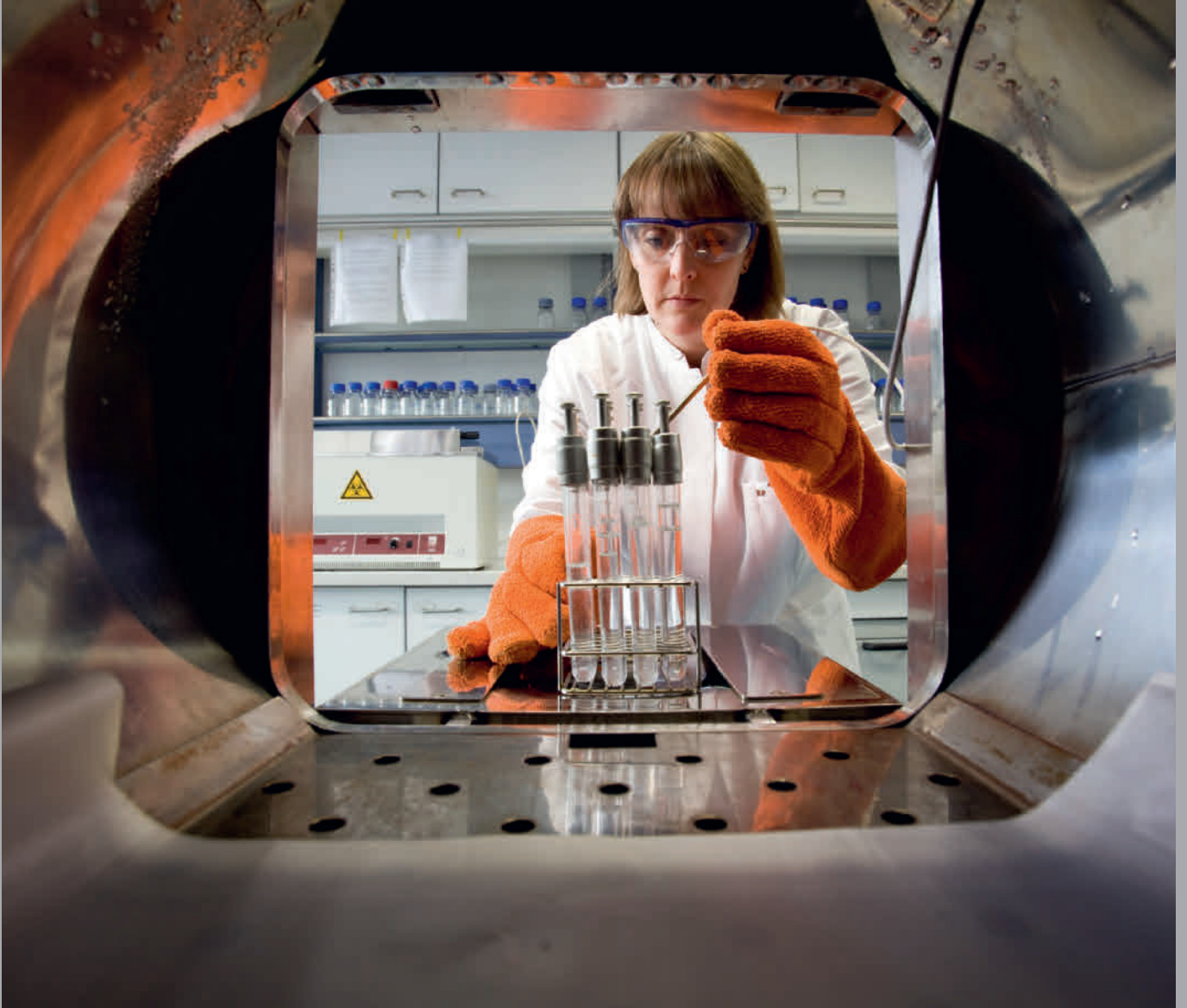
2022

Ein ICP-Emissionsspektrometer der neuesten Generation inklusive Brennkammer mit Fackel aus Argon-Plasma (links) und Autosampler (rechts).



1993

Vor der nasschemischen Untersuchung mussten die Klärschlammproben, die aus dem gesamten Verbandsgebiet nach Essen geschickt wurden, vorbereitet werden.



2012

Gasdicht verschließbare Druckbehälter, so genannte Autoklaven, kommen unter anderem zum Dampfsterilisieren (Autoklavieren) von Nährmedien für mikrobiologische Untersuchungen zum Einsatz.



1989

Heute nicht mehr denkbar, früher Standardrepertoire in der Gewässerüberwachung: Biotests mit lebenden Fischen, bei denen das Verhalten der Tiere in Abhängigkeit von der Ammoniakkonzentration im Wasser beobachtet wurde.



2008

Auch Durchflusstests mit verkabelten Muscheln, deren Signale aufgezeichnet werden und Auskunft über die Wasserqualität geben, gehören mittlerweile der Vergangenheit an.

Liebe Leserinnen und Leser,

Sie halten die 50. Ausgabe des Ruhrgüteberichts in Ihren Händen. Über die reine Dokumentation der Güteverhältnisse hinaus werden im Ruhrgütebericht seit 50 Jahren konkrete Fragestellungen der Chemie, der Gewässerökologie, des Klimas und der Siedlungswasserwirtschaft diskutiert. Aufgrund seines umfassenden konzeptionellen Ansatzes und der hervorragenden Dokumentation zeichnete die International Water Association (IWA) den Ruhrgütebericht im Jahr 2010 als „Best promoted water protection activity“ aus. Der Bericht setzt damit Maßstäbe für eine transparente und ganzheitliche Betrachtung eines Flusssystem, das vielfältigen Nutzungsansprüchen ausgesetzt ist.

Anlass zur Veröffentlichung des ersten Ruhrgüteberichts war die 1973 erschienene Denkschrift „Die zunehmende Gefährdung der Trinkwasserversorgung aus der Ruhr“. Damals war die Ruhr 1973 hinsichtlich der Entnahmemengen und der Wasserqualität an ihrer Belastungsgrenze. Die ersten Ruhrgüteberichte beschrieben die Ruhr dementsprechend als „hocheutrophes Gewässer mit entsprechenden Sekundärverunreinigungen“. Neben dem Phosphatgehalt standen die Stoffe Mangan, Ammonium und Cadmium im Fokus.

Schon im zweiten Jahrzehnt von 1983 bis 1992 waren deutliche Verbesserungen der Ruhrwassergüte zu verzeichnen. Die Cadmiumbelastung sank um 90 %. Aufgrund des Reaktorunfalls in Tschernobyl blieb die Radioaktivität allerdings ein aktuelles Thema. Problematische Entwicklungen zeigten sich beim Nitratgehalt sowie bei dem Totalherbizid Diuron. 1991 startete der Ruhrverband mit einem beispiellosen Ausbauprogramm für die Ertüchtigung der Kläranlagen im Verbandsgebiet, das bis 2005 dauern und 1,6 Mrd. Euro kosten sollte.

Synthetische Komplexbildner und Arzneimittelrückstände rückten im Jahrzehnt 1993-2002 als neue Substanzgruppen in den Fokus. Die Schwermetallbelastung konnte deutlich gesenkt werden. Zeitgleich wurden durch neue Analysemethoden erhebliche Fortschritte insbesondere bei den Nachweisgrenzen erzielt.

Im Jahrzehnt 2003-2012 erfolgte die Umstellung des biologischen und chemischen Monitorings auf die neuen Regeln der EU-WRRL. Gewässerökologische Aspekte erhielten einen deutlich höheren Stellenwert. Im Jahr 2006 wurde erstmals PFT im Einzugsgebiet der Möhnetalsperre nachgewiesen. In der Folge wurde in der „Arnsberger Vereinbarung“ das Programm „Reine Ruhr“ festgelegt. Verschiedene Projekte zur weitergehenden Aufbereitung in den Wasserwerken und zur weitergehenden Abwasserreinigung auf Kläranlagen wurden initiiert. Im Baldeysee trat erstmals im Jahr 2008 eine Massenentwicklung der Wasserpflanze *Elodea* auf. Sie ist eine Folge der verbesserten Wasserqualität und des mittlerweile klaren Wassers der Ruhr.

Das Jahrzehnt 2013-2022 war das trockenste und abflussärmste der letzten 50 Jahre, weswegen seit 2018 jedes Jahr der Mindestabfluss auf Antrag des Ruhrverbands reduziert werden musste. Im Jahr 2013 ereignete sich in Warstein der bis dahin größte Legionellenausbruch in Deutschland, wodurch Gesetzesänderungen zum Umgang mit Kühlwasser angestoßen wurden. 2017 konnte die erste offizielle Badestelle in der Ruhr in Essen freigegeben werden und 2022 eine zweite bei Bochum-Dahlhausen.

Diese erfreuliche Entwicklung der Ruhrgüte in den letzten 50 Jahren spiegeln auch die im vorliegenden Bericht dokumentierten Ergebnisse für das aktuelle Berichtsjahr wider. Die Ruhr hat sich von einem hocheutrophen Fluss zu einem Gewässer entwickelt, das einen guten bis sehr guten saprobiellen Zustand aufweist (Kapitel 4) und in dem wieder gebadet werden kann. Dennoch gibt es weitere Herausforderungen wie die Strukturgröße der Gewässer, die Belastung mit Spurenstoffen und den Klimawandel. Der Ruhrverband wird Maß und Mitte auch bei zukünftigen Maßnahmen fest im Blick haben.

Das aktuelle Berichtsjahr war wieder von einer langanhaltenden Niedrigwasserphase geprägt. Die starke Beanspruchung des Talsperrensystems zeigt erneut (Kapitel 1), dass eine Anpassung der gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte zur Mindestwasserführung überfällig ist, um die Trinkwasserversorgung aus der Ruhr auch in Zukunft zu sichern.

Die physikalisch-chemischen Güteparameter wie Sauerstoffgehalt, pH-Wert, Phosphor, Stickstoff und die Summenparameter für den organischen Kohlenstoff liegen seit Jahren stabil auf gutem bis sehr gutem Niveau (Kapitel 3).

Im Jahr 2022 wurden in der Ruhr mehr als 470 zu den organischen Spurenstoffen zählende Substanzen routinemäßig in der Ruhr untersucht (Kapitel 7). Die Messwerte zu den Einzelstoffen der unterschiedlichen Substanzgruppen wiesen keine Auffälligkeiten aus. Die gute Wasserqualität ist unter anderem auf die hervorragenden Reinigungsleistungen der Ruhrverbandskläranlagen zurückzuführen. Die organischen Stoffe werden dabei zu 93 %, Phosphor zu 91 % und Stickstoff zu 77 % aus dem Abwasser entfernt.

Rückblickend auf die letzten 50 Jahre ist der Anteil an Störfällen über die Jahrzehnte deutlich zurückgegangen. Waren es von 1983 bis 1992 im Durchschnitt 22 gemeldete Störfälle, so reduzierte sich diese Anzahl im letzten Jahrzehnt (2013 – 2022) auf bis zu drei im Jahr. Erfreulich ist, dass Ursachen oder Verursacher bei Gewässerverunreinigungen mittlerweile häufig ermittelt werden (Kapitel 14).

Allen Akteurinnen und Akteuren der Wasserwirtschaft an der Ruhr danken wir für ihre stetigen Bemühungen zur Verbesserung der Ruhrwasserqualität. Der 50. Ruhrgütebericht sei Ihnen eine anregende Lektüre.



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



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

Dear readers,

You are holding the 50th edition of the Ruhr Water Quality Report in your hands. Beyond the mere documentation of quality conditions, the Ruhr Water Quality Report has been discussing concrete issues relating to chemistry, hydroecology, climate and urban water management for 50 years. Due to its comprehensive conceptual approach and excellent documentation, the Ruhr Water Quality Report received the award “Best promoted water protection activity” from the International Water Association (IWA) in 2010. The report thus sets standards for a transparent and holistic view of a river system that is subject to a variety of usage requirements.

Cause for the publication of the first Ruhr Water Quality Report was the memorandum “The increasing threat to drinking water supply from the Ruhr”, published in 1973. At that time, in 1973, the Ruhr was at its limit when it came to withdrawal volumes and water quality. The first Ruhr Water Quality Reports thus described the Ruhr as a “highly eutrophic water body with corresponding secondary pollution”. In addition to the phosphate content, the substances manganese, ammonium and cadmium were in focus.

Already in the second decade from 1983 to 1992, a significant improvement of the Ruhr’s water quality could be observed. Cadmium loads decreased by 90%. Due to the reactor accident in Chernobyl, radioactivity, however, remained a topical issue. Difficult developments occurred with regard to nitrate levels and the non-selective herbicide Diuron. In 1991, the Ruhrverband started an unprecedented expansion programme for the modernization of the sewage treatment plants in its area, which lasted until 2005 and cost 1.6 billion euros.

Synthetic complexing agents and pharmaceutical residues came into focus as new groups of substances in the decade from 1993 to 2002. The heavy metal loads could be reduced significantly. At the same time, considerable progress was made with new analytical methods, especially with regard to detection limits.

In the decade 2003-2012, the biological and chemical monitoring was changed to comply with the new rules of the EU Water Framework Directive and hydroecological aspects became much more important. In 2006, PFC was detected for the first time in the catchment area of the Möhne Reservoir. As a consequence, the programme “Clean Ruhr” was laid down in the “Agreement of Arnsberg”. Several projects for extended treatment in the

waterworks and to advance wastewater treatment at the sewage treatment plants were initiated. In Lake Baldeney, mass development of the aquatic plant Elodea occurred for the first time in 2008, which is a consequence of the improved water quality and the nowadays cleaner water in the Ruhr.

The decade 2013-2022 was the driest and the one with the lowest runoff of the past 50 years, which is why the minimum runoff had to be reduced every year since 2018 at the request of the Ruhrverband. In 2013, the most severe legionella outbreak in Germany to that date occurred in Warstein, triggering changes in legislation on the handling of cooling water. In 2017, the first official bathing spot was opened in the Ruhr at Essen, the second one at Bochum-Dahlhausen followed in 2022.

This encouraging development of the water quality in the Ruhr during the past 50 years is also reflected in the results for the current reporting year which have been documented in this report. The Ruhr has evolved from a highly eutrophic river to a water with a good to high saprobic condition (chapter 4), in which bathing is possible once again. There are still further challenges, however, such as the waters’ structural quality, the loads of trace substances and climate change. The Ruhrverband will continue to strongly observe a balanced and appropriate nature of future measures.

The current reporting year was once again characterized by a long period of low water levels. The heavy strain on the reservoir system shows once again (chapter 1) that a revision of the legally stipulated limits for the minimum water flow in the Ruhr is overdue in order to guarantee drinking water supply in the future.

The physico-chemical quality parameters such as oxygen content, pH value, phosphorus, nitrogen and the combined parameters for organic carbon have been stable at a good to high level for years (chapter 3).

More than 470 organic trace substances in the Ruhr were subject to routine investigations in 2022 (chapter 7). The values for the individual substances in the different substance groups did not show any abnormalities. The good water quality can be attributed among other factors to the excellent treatment performance of the Ruhrverband’s sewage treatment plants. 93% of organic substances, 91% of phosphorus and 77% of nitrogen are being eliminated in the wastewater.

Looking back on the past 50 years, the number of adverse incidents has declined significantly over the decades. While from 1983 to 1992, an average of 22 reported incidents occurred every year, the number fell to only up to three incidents per year during the last decade (2013-2022). It is very satisfying that the causes or perpetrators of water pollution are meanwhile often being identified (chapter 14).

We thank all water management stakeholders along the Ruhr for their constant commitment to improving and maintaining the Ruhr’s water quality. We hope that the 50th Ruhr Water Quality Report will be an inspiration for you.

Wasserführung der Ruhr

Die Wasserführung eines Gewässers prägt maßgebend die aquatische Flora und Fauna und beeinflusst die unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten. Zur Abmilderung negativer Auswirkungen extrem hoher oder niedriger Abflüsse und zum Ausgleich von Entnahme und Entziehung betreibt der Ruhrverband ein Talsperrenverbundsystem. Während des Winterhalbjahres des Abflussjahres 2022 gab es im Februar zwei Hochwasserereignisse mit Überschreitungen der Hochwassermeldegrenze an der unteren Ruhr. Diese Ereignisse sowie weitere abflussreiche Zeiten davor und danach wurden zum Wiedereinstau der Talsperren genutzt. Der höchste Abfluss wurde am Pegel Hattingen am 22. Februar 2022 mit $HQ_{2022} = 472 \text{ m}^3/\text{s}$ gemessen. Eine langanhaltende Niedrigwasserphase, nur jeweils kurzzeitig unterbrochen von kleineren Abflusserhöhungen, gab es im Sommerhalbjahr von Anfang Mai bis Mitte September. Eine Stützung der Ruhrwasserführung durch erhöhte Abgaben aus den Talsperren war in diesem Abflussjahr nach vorläufigen Berechnungen in Villigst an 164 Tagen und an der Mündung an 90 Tagen erforderlich. An der Mündung ist dies die siebtgrößte, am Pegel Villigst die sechstgrößte Anzahl zuschusspflichtiger Tage in einem Abflussjahr seit Novellierung der Vorgaben im Ruhrverbandsgesetz im Jahr 1990. Das Abflussjahr 2022 war bei einem $MQ_{2022} = 60,3 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Hattingen das vierzehnte Abflussjahr in Folge mit einem Niederschlagsdefizit.

Grundlagen der Bewertung von Gewässeranalysedaten im Ruhrgütebericht

Die Ergebnisse der Gewässeruntersuchungen werden hinsichtlich der chemischen Qualitätskomponenten im Ruhrgütebericht in erster Linie anhand der Umweltqualitätsnormen (UQN) der Anlagen 6 (flussgebietspezifische Schadstoffe) und 8 (prioritäre Stoffe) sowie der Werte der Anlage 7 (allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten) der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) bewertet, welche u. a. die Einstufung, Darstellung und Überwachung des ökologischen Zustands, des ökologischen Potenzials und des chemischen Zustands von Oberflächengewässern regelt. Im Jahr 2020 wurde der Monitoring Leitfaden des LANUV insofern konkretisiert, dass bei einer Überschreitung einer Komponente der allgemeinen physikalisch-chemischen Parameter trotz sehr guten biologischen Zustands nur der gute ökologische Zustand erreicht werden kann. Ergänzend finden gesetzlich nicht verbindliche Orientierungswerte des Leitfadens „Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW, Anlage D4, Anwendung. In der Regel erfolgt die Bewertung anhand von Mittel- bzw. Jahresdurchschnittswerten (JD). Neben Grenzwerten für die Wasserphase sind in der OGewV auch Anforderungen für elf Stoffe bzw. Stoffgruppen in Biota formuliert. Maßgeblich für deren Ableitung sind die Toxizität gegenüber fischfressenden Tieren sowie die für den Menschen tolerierbare Belastung durch Fischverzehr.

Der ökologische Zustand eines Wasserkörpers oder an einer Untersuchungsstelle wird gemäß den Vorgaben der EG-WRRL und der OGewV anhand der biologischen Qualitätskomponenten „Makrozoobenthos“, „Makrophyten und Phytobenthos“, „Fischfauna“, sowie „Phytoplankton“ bewertet. Im Ruhrgüte-

bericht wird ausschließlich die bestuntersuchte biologische Qualitätskomponente „Makrozoobenthos“ dargestellt, welche über die entsprechenden Module Aussagen zur saprobiologischen Wasserqualität (Saprobie), zum strukturellen Zustand (Allgemeine Degradation) und zur Versauerung eines Fließgewässers ermöglicht. Neben der Bewertung des ökologischen Zustands für die „natürlichen Wasserkörper“ (NWB) ist mittlerweile auch die Bewertung des ökologischen Potenzials für „erheblich veränderte Wasserkörper“ (Heavily Modified Water Body (HMWB)) möglich. Die ab dem Jahr 2015 untersuchten Probenahmestellen in HMWB werden daher mit ihrem ökologischen Potenzial bewertet. Probenahmestellen in kleineren Gewässern, die hydromorphologisch als HMWB zu charakterisieren sind, werden dem Worst-Case-Prinzip folgend nach dem ökologischen Zustand bewertet.

Physikalisch-chemische Überwachungen der Ruhr

Seit über 90 Jahren wird die Ruhr an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen dreimal wöchentlich auf eine Vielzahl von Parametern getestet. Zudem werden Nährstoffkonzentrationen und organische Belastung der Ruhr bestimmt. Dafür wurden ab 1965 wöchentlich sechs Probenahmestellen untersucht. Seit dem Jahr 2017 ist dieses Programm in das der Ruhrlängsuntersuchungen integriert. Diese vierwöchentlichen Untersuchungen an zwölf Messstellen von der Quelle bis zur Mündung ermöglichen repräsentative Aussagen über räumliche und zeitliche Aspekte der Wasserbeschaffenheit. Zusätzliche Erkenntnisse ergeben sich durch kontinuierlich anfallende Messergebnisse der Gewässerüberwachungsstationen. Mit Ausnahme von Einzelmessungen an vier Probenahmestellen zwischen Mai und September wurde im Berichtsjahr die Mindestanforderung für die Sauerstoffkonzentration im gesamten Ruhrverlauf eingehalten. Der in der OGewV vorgeschriebene pH-Wert von 8,5 wurde an der Brücke Oeventrop und unterhalb Arnsberg sowie zwischen den Messstellen Essen-Rellinghausen und Essen-Werden in den algenreichen Zeiten überschritten. Die Konzentrationen von BSB_5 und TOC hielten ebenso wie die der Kenngrößen Chlorid, Sulfat, Nitrat-Stickstoff, Ammonium-Stickstoff, Gesamtphosphor und ortho-Phosphat-Phosphor durchgehend die jeweiligen Anforderungen ein. Für Ammonium-Stickstoff erfolgte die Bewertung an zehn Messstellen sogar mit „sehr gut“. Die Gehalte der prioritären bzw. prioritär gefährlichen Schwermetalle Blei, Nickel, Quecksilber und – mit der bekannten Ausnahme des Bereichs unterhalb der Valmemündung – Cadmium erfüllten die UQN für den guten chemischen Zustand. Für das gesetzlich nicht verbindlich geregelte Chrom sowie die flussgebietspezifischen Schadstoffe Silber, Selen und Thallium erfolgte die Einstufung in den sehr guten bzw. guten Zustand, während sich für Zink und Kupfer mit Ausnahme an jeweils vier Probenahmestellen in der Ruhr eine mäßige Bewertung ergab.

Monitoring gemäß EG-WRRL der Ruhr und ihrer Nebengewässer

Im Rahmen des operativen Monitorings wurden in Abstimmung mit dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) nach EG-WRRL in neun Planungseinheiten insgesamt 58 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 7 % der Messstellen nicht eingehalten werden. Aufgrund der langandauernden Trockenwetterphasen wurden an 30 % der Probenahmestellen die Wassertemperatur und an 8 % der Stellen der Sauerstoffgehalt mit „mäßig“ bewertet. Hinsichtlich der Nährstoff- und der organischen Belastung lagen die mittleren Konzentrationen auf niedrigerem Niveau, so dass nur 5 % der Ammonium-Stickstoff- und 10 % der Phosphor-Konzentrationen zu Überschreitungen der Anforderungen führten. Der TOC konnte an allen untersuchten Messstellen den guten Zustand einhalten. Die durchschnittlichen Cadmiumkonzentrationen überschritten an 6 % der untersuchten Stellen die jeweilige Umweltqualitätsnorm. Der gute Zustand wurde für die Eisenkonzentrationen an 7 %, für die Kupferkonzentration an 46 % und für die Zinkkonzentration an 35 % der Probenahmestellen verfehlt. Die Konzentrationen der Metalle Blei, Nickel, Silber, Thallium und des Halbmetalls Selen führten an allen untersuchten Probenahmeorten zu einer guten Bewertung.

Seit dem Jahr 2007 wird der Gewässerzustand im Einzugsgebiet der Ruhr auf Basis der kooperativen Mitwirkung des Ruhrverbands beim operativen Gewässermonitoring gemäß EG-WRRL in Form von ökologischen Gewässerzustandskarten dargestellt. Im Betrachtungszeitraum 2017 bis 2022 zeigten im Rahmen der gewässerökologischen Untersuchungen der Planungseinheiten an der Ruhr und ihren Nebengewässern insgesamt 358 von 373 Probenahmestellen (96 %) einen guten oder sehr guten saprobiellen Zustand.

Mit Blick auf die Allgemeine Degradation wiesen 219 Probenahmestellen, entsprechend 59 % der im Zeitraum 2017 bis 2022 untersuchten Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Ruhr, einen guten bzw. sehr guten Zustand bzw. ein gutes oder besseres Potenzial auf. Ursache für den defizitären Zustand an der Hälfte der Probenahmestellen waren vielfach die nutzungsbedingt veränderten Gewässerstrukturen.

Trophische Situation in der Ruhr

Im Jahr 2022 führten zu Jahresbeginn erhöhte Abflüsse und kalte Temperaturen dazu, dass sich zunächst wenig Plankton bildete. Erst ab April nahm die Dichte des Phytoplanktons und zeitverzögert auch des Zooplanktons zu. In der taxonomischen Zusammensetzung wurde das Phytoplankton an beiden Probenahmestellen von fadenförmigen und, im Vergleich zum Jahr 2021, relativ großen radiären Kieselalgen dominiert. Beide Taxa sind als Nahrung für das Zooplankton nicht ideal. Sowohl die schlechte Fressbarkeit als auch Fraßdruck durch räuberisches Zooplankton führten zu unvollständiger Verwertung der Algen durch das Zooplankton trotz ungewöhnlich hoher Individuenzahlen. Durch das außergewöhnliche Hochwasser im Juli 2021 wurden die Makrophytenbestände in allen Stauseen der Ruhr stark reduziert, so dass sie als Nährstoffkonkurrenten zum Phytoplankton weitgehend ausfielen. Zusätzlich fiel die Population der phytoplankton-filtrierenden Körbchenmuschel *Corbicula* im Baldeneysee auf 20 % des Vorjahresbestandes. Als Folge dieser drei Ursachen wechselte der Baldeneysee im Jahr 2022 vom Makrophyten-dominierten zurück in den Phytoplankton-dominierten Zustand.

Die Hennetalsperre

Die im Jahr 1955 in Betrieb genommene Hennetalsperre dient mit einem Gesamtstauraum von 38,4 Mio. m³ der Niedrigwasseraufhöhung der oberen Ruhr, der Energieerzeugung aus Wasserkraft sowie dem Hochwasserschutz und bietet vielfältige Freizeitaktivitäten. Seit Inbetriebnahme des Wasserwerks im Mai 2016 wird aus der Hennetalsperre Rohwasser zur Trinkwassergewinnung entnommen. Die planktische Primärproduktion in der Hennetalsperre ist seit 1979 tendenziell gesunken und bewegt sich seit vielen Jahren mit nur einer Ausnahme auf einem niedrigen Niveau. Die dominanten Taxa sind dabei Kieselalgen mit den Gattungen *Fragilaria* und *Aulacoseira*. Der Zooplanktonbestand ist seit den 1980er Jahren tendenziell gesunken und hat sich im Berichtsjahr im Vergleich zu 2021 kaum verändert. Erwähnenswert ist hier nur die Zunahme der beiden Wasserfloharten *Bosmina longirostris* und *Bosmina coregoni*, deren Biovolumen sich verdoppelte. Die geringe Biomasseproduktion in der Stagnationsphase führte auch zu einer abnehmenden Belastung des hypolimnischen Sauerstoffhaushalts, so dass keine Sauerstoffbegasung erforderlich war. Mit einem diesjährigen Gesamttrophieindex von 1,8 liegen seit nunmehr ca. 20 Jahren in der Hennetalsperre stabile trophische Verhältnisse im mittleren mesotrophen Bereich vor.

Organische Spurenstoffe in der Ruhr

Im Jahr 2022 wurden in der Ruhr mehr als 470 zu den organischen Spurenstoffen zählende Substanzen, wie Flamm- schutzmittel, Weichmacher, Komplexbilder, endokrin aktive Substanzen, Pestizide, Pharmaka und Diagnostika sowie deren Metabolite, routinemäßig in der Ruhr untersucht. Nur in wenigen Ausnahmefällen überschritten die Gehalte der nachgewiesenen Pharmaka, Diagnostika oder deren Metaboliten die für sie betrachteten Bewertungskriterien. Erneut wurde auch nur ein geringer Anteil der untersuchten Pflanzenschutzmittel und -metabolite im Betrachtungszeitraum oberhalb ihrer jeweiligen Bestimmungsgrenze detektiert. Die Komplexbildner EDTA und MGDA wurden, wie in den Vorjahren ebenfalls, regelmäßig in der Ruhr nachgewiesen. Der für EDTA existierende Orientierungswert wurde dabei sicher eingehalten. Zu den untersuchten endokrin aktiven Substanzen gehörten u. a. Bisphenol 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, die kurzketigen Chloralkane (SCCP) und die Organophosphate zu. Für die in der Ruhr nachgewiesene Benzothiazole und TMDD liegen aktuell keine Qualitätskriterien vor, die zur Beurteilung der Wassergüte herangezogen werden können. Die UQN für Anilin und die Nitrobenzole sowie der gesundheitliche Orientierungswert für das Korrosionsschutzmittel 1H-Benzotriazol, welches im gesamten Verlauf der Ruhr nachweisbar war, wurden sicher unterschritten.

50 Jahre Güteentwicklung der Ruhr - Ein Überblick

Anlass zur Veröffentlichung des ersten Ruhrgüteberichts war die 1973 erschienene Denkschrift „Die zunehmende Gefährdung der Trinkwasserversorgung aus der Ruhr“. Zum 50. Jubiläum des Ruhrgüteberichts wird, unterteilt in fünf Jahrzehnte, ein Rückblick auf die Entwicklungen der Wassergüte gegeben.

Das Jahrzehnt 1973-1982 war wassermengenwirtschaftlich geprägt durch die Jahre mit den höchsten je ermittelten Entnahmen und daraus abgeleitet höchsten Wasserexporten in benachbarte Einzugsgebiete. Generell kann in diesem Jahrzehnt die Ruhr als „hocheutrophes Gewässer mit entsprechenden Sekundärverunreinigungen“ bezeichnet werden. Vor diesem Hintergrund sollte ein 10-Jahres-Plan zum Ausbau der Kläranlagen die nachteilige Entwicklung der Gewässergüte der Ruhr abfangen. Neben dem Phosphatgehalt standen die Stoffe Mangan, Ammonium und Cadmium im Fokus. Weitere Untersuchungsschwerpunkte waren Schwermetalle, radiologische Belastungen und organische Chlorverbindungen. Neben einer Weiterentwicklung des Messwesens stieg auch das Wissen und Verständnis der für die Gewässergüte relevanten Prozesse.

In das Jahrzehnt 1983-1992 fiel die Zusammenführung von Ruhrverband und damaligem Ruhrtalsperrenverein zum jetzigen Ruhrverband und die Verabschiedung des Ruhrverbandsgesetzes. Aufgrund des Reaktorunfalls in Tschernobyl blieb die Radioaktivität ein aktuelles Thema. Deutliche Verbesserungen waren in der Ruhrwassergüte zu verzeichnen. So sank die Cadmiumbelastung um 90 % von Mitte der 1970er Jahre bis Mitte der 1980er Jahre. Problematische Entwicklungen zeigten sich beim Nitratgehalt sowie bei dem Totalherbizid Diuron. Aufgrund der 1991 veröffentlichten EU-Kommunalabwasserrichtlinie startete der Ruhrverband mit einem beispiellosen Ausbauprogramm für die Ertüchtigung der Kläranlagen im Verbandsgebiet, das bis 2005 dauern und 1,63 Mrd. Euro kosten sollte.

Das Jahrzehnt 1993-2002 war wassermengenwirtschaftlich geprägt durch Extreme bei Niederschlag und Abfluss sowie wassergüteseitig vom fortschreitenden Ausbau der Kläranlagen zur Nährstoffelimination und dem Ausbau der Mischwasserbehandlungsanlagen. Weiterhin erfolgte der Ausbau der automatisierten Gewässergüteüberwachung, die in enger Zusammenarbeit zwischen Ruhrverband, Landesumweltamt, AWWR, StUA Lippstadt und Gelsenwasser AG erfolgte. Im Bereich der Schwermetalle konnten deutliche Verbesserungen erzielt werden. Mit synthetischen Komplexbildnern und Arzneimittlrückständen rückten neue Substanzgruppen in den Fokus. Zeitgleich konnten durch neue Analysemethoden erhebliche Fortschritte insbesondere bei den Nachweisgrenzen erzielt werden. Weiterhin wurde die EU-Wasserrahmenrichtlinie im Jahr 2000 verbindlich eingeführt und der frühere „Ruhrgütebericht“ erhielt 2001 seinen heutigen Namen „Ruhrgütebericht“.

Im Zeitraum 2003-2012 wurde der anhaltende Rückgang der Entnahmen aufgrund einer deutlichen Zunahme bei den Kühlwasserentnahmen vorübergehend unterbrochen. Mit dem Abflussjahr 2009 begann eine bis zum aktuellen Berichtsjahr an-

dauernde, ununterbrochene Folge von Abflussjahren mit Niederschlagsdefizit. Weiterhin wurde das biologische und chemische Monitoring auf die neuen Regeln der EU-WRRL umgestellt, sowie ein gemeinsames operatives Monitoring mit dem Land NRW vereinbart. Im Baldeneysee trat erstmals im Jahr 2008 in mehreren Abschnitten eine Massenentwicklung der Wasserpflanze *Elodea* auf. Aufgrund von neuen Regelungen in der europäischen Badegewässerrichtlinie aus dem Jahr 2006 wurden hygienische Untersuchungen in der Ruhr durchgeführt mit dem Ziel, das Baden in der Ruhr wieder offiziell zu ermöglichen. Mit der „Arnsberger Vereinbarung“ aus dem Jahr 2006 sowie dem Programm „Reine Ruhr“ aus dem Jahr 2008 startete im Ruhreinzugsgebiet die Diskussion und daraus folgend verschiedene Projekte zur vierten Reinigungsstufe. Im Jahr 2006 wurde der „PFT-Skandal“ im Einzugsgebiet der Möhnetalsperre nachgewiesen.

Das Jahrzehnt 2013-2022 war das trockenste und abflussärmste des 50-jährigen Zeitabschnittes von 1973 bis 2022, weswegen seit 2018 jedes Jahr der Mindestabfluss auf Antrag des Ruhrverbands reduziert werden musste. Um eine dauerhafte Anpassung des Ruhrverbandgesetzes an die veränderten klimatischen Bedingungen bemühen sich der Ruhrverband und das Land NRW seit 2020. Im Juli 2021 trat das größte Hochwasserereignis im Ruhreinzugsgebiet seit Februar 1946 auf. Im Jahr 2013 fand ein großer Legionellenausbruch in Warstein statt. Im Nachgang wurden Gesetzesänderungen zum Umgang u.a. mit Kühlwasser angestoßen. Verschiedene Projekte zum Thema *Elodea* zeigten, dass die Mahd die einzige wirkungsvolle Bekämpfung der Wasserpest ist. Im Jahr 2017 konnte die erste offizielle Badestelle in der Ruhr frei gegeben werden und 2022 eine zweite bei Bochum-Dahlhausen. Weiterhin wurden umfangreiche Untersuchungen der größeren Nebengewässern der Ruhr durchgeführt.

Stoffe in der Ruhr - Retrospektive aus Sicht der instrumentellen Analytik

Im Laufe der letzten 50 Jahre haben sich die Schwerpunkte in den Ruhrgüteberichten bei der Berichterstattung verschoben. Für eine Auswahl an Substanz- und Stoffgruppen fand eine Rückschau über die letzten 50 Jahre aus Sicht der instrumentellen Analytik statt.

Aufgrund oberirdischer Kernwaffenversuche fanden die radiologischen Untersuchungen des Labors im Einzugsgebiet der Ruhr im Jahr 1958 ihren Ursprung und wurden erst 2006, nach dem Abklingen der Aktivität aus dem Reaktorunfall in Tschernobyl, wieder eingestellt. Um mehr über die Eintragswege und den Verbleib von Schwermetallen im Ruhreinzugsgebiet zu erfahren, starteten im Jahr 1970 umfangreiche Monitoringprogramme, welche zeigten, dass Einträge sowohl über Kläranlagen als auch durch die geogene Hintergrundbelastungen erfolgen. Wegen der Bedeutung der leichtflüchtigen organischen Substanzen (VOC) für die Umwelt wurden diese ab 1974 näher untersucht. Die Anzahl der untersuchten Stoffe erhöhte sich dabei stetig von neun auf 69. Im Bereich der Pflanzenschutzmittel ist bei einem Blick auf die letzten 50 Jahre ein sich wiederholendes Phänomen der Verdrängung zu beobachten, welches stets nach dem gleichen Muster verlief. Beispielhaft sind hier die Substanzen Atrazin und Simazin zu

nennen, die seit den 1960er Jahren eingesetzt wurden und Ende der 1990er Jahre bei Messungen in der Ruhr keine Rolle mehr spielten. Die Konzentration der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) nahm bis in die ersten Jahre des 21. Jahrhunderts ab. Seit Anfang der 2010er Jahre ist eine Stagnation festzustellen. Synthetische Komplexbildner, wie z. B. EDTA, werden seit Mitte der 1980er Jahre untersucht. Aufgrund von Anwendungsbeschränkungen in zahlreichen Industriezweigen verringerten sich die Frachten in der Ruhr von den späten 1980er Jahren von über 40 t/a auf etwa 3,5 t/a im Jahr 2022. Die Untersuchung auf Medikamentenrückstände in der Ruhr begann Mitte der 1990er Jahre und wurde seitdem kontinuierlich ausgebaut. Von Wissenschaftlern wurde im Sauerland im Jahr 2006 einer der ersten PFT-Skandale in Deutschland aufgedeckt. Dieser führte zu umfangreichen methodischen Arbeiten und einer intensiven Auseinandersetzung mit dem Thema, welches bis heute anhält und derzeit durch politische Bestrebungen neue Brisanz erhält. Durch sofortige Sanierungsmaßnahmen konnte der Gehalt an PFOA und PFOS in den aufnehmenden Gewässern sehr schnell deutlich reduziert werden.

Zielsetzung bei allen Entwicklungen in der instrumentellen Analytik war stets die langfristige Gewässerbeschaffenheit, die Gewässerbelastung sowie Schadensereignisse zu monitoren. Die Parameterauswahl orientierte sich dabei fortlaufend an den aktuellen Anforderungen der nationalen und europäischen Gesetzgebung.

Entwicklung des Makrozoobenthos in den letzten 50 Jahren

Anhand von sechs ausgewählten Gewässergütekarten von 1973 bis heute ist abzulesen, dass sich die Gewässergüte im Ruhr-Einzugsgebiet auf Basis der saprobiellen Betrachtung deutlich verbessert hat. Dies ist in erster Linie auf die gesteigerte Reinigungsleistung der neu- und ausgebauten Kläranlagen zurückzuführen. Mit Blick auf die Gewässergüte ist das 1973 formulierte Ziel, die Gewässer in den guten saprobiellen Zustand zu bringen bis auf wenige Ausnahmen erreicht worden. Die strukturelle Zustandsverbesserung der Ruhr und ihrer Nebengewässer bleibt als Aufgabe bestehen, die schon jetzt und auch in den kommenden Jahren intensiv angegangen wird. Mit der Übernahme der Gewässerunterhaltungspflicht - derzeit in Schmallenberg, Finnentrop und Herscheid - hat der Ruhrverband nun die Möglichkeit, eigeninitiativ in mittel- bis langfristiger Planung gezielte Entwicklungsmaßnahmen in den übernommenen Gewässern auf den Weg zu bringen und somit aktiv zur Verbesserung der Gewässermorphologie im Ruhreinzugsgebiet beizutragen.

Talsperrenuntersuchungen und fischereiliche Talsperrenbewirtschaftung

Die acht Ruhrverbandstalsperren dienen vor allem der Niedrigwasseraufhöhung, um stets genügend Rohwasser für die Trinkwassergewinnung zur Verfügung zu stellen. Daneben unterstützen sie den Hochwasserschutz in abflussreichen Zeiten. Zur Beurteilung ihres Zustands erfolgen limnologische Untersuchungen der Wasserkörper. Das aussagekräftigste Kriterium hierbei ist der Trophiegrad, bestehend aus dem Gesamtindex

und den Einzelindizes für den Chlorophyll-a-Gehalt, die Phosphorkonzentration und die Sichttiefe. Aufgrund zahlreicher unter anderem technischer und gesetzlicher Maßnahmen zur Verringerung der Nährstoffeinträge, hat sich die Wasserqualität in den Talsperren im Vergleich zu den 1980er Jahren deutlich verbessert. Seit rund 20 Jahren haben die Henne-, Möhne- und Biggetalsperre ein stabiles Niveau im mittleren und die Ennepe- und Listertalsperre im unteren mesotrophen Bereich erreicht. Die Verse- und Fürwiggetalsperre sowie seit einigen Jahren die Sorpetalsperre weisen oligotrophe Verhältnisse auf. Tendenziell leicht wieder ansteigende Trophien können auch als Reaktion auf klimatische Veränderungen gedeutet werden, da sich die Bedingungen für eine planktische Primärproduktion in den letzten Jahren durch die früher beginnende und später endende Vegetationsperiode sowie durch tendenziell steigende Wassertemperaturen verbessert haben. Vor diesem Hintergrund ist der Erhalt und wenn möglich die weitere Verbesserung der guten bis sehr guten Trophien weiterhin von fundamentaler Bedeutung. Ferner wird man der Nutzung von autark arbeitenden Multisensoren zur täglichen Beobachtung und der Struktur des Einzugsgebietes, in dem der Anteil an Wäldern eine entscheidende Rolle spielt, besondere Aufmerksamkeit widmen müssen.

Durch ein komplexes fischereiliches Management hegt und erhält der Ruhrverband gesunde, artenreiche und an den Lebensraum angepasste Fischbestände in seinen Talsperren. Hierdurch wird verhindert, dass sich der Fraßdruck der Fische negativ auf das Zooplankton auswirkt. Aus diesen Gründen wird seit 1991 jede Talsperre in ihrer individuellen Ausprägung der strukturellen und physikochemischen Besonderheiten sowie der Zusammensetzung ihrer Fischfauna betrachtet. Hierzu werden regelmäßig standardisierte Fischbestands- und Fischbiomasse-Untersuchungen durchgeführt, woraus sich dann der Bedarf an Fischbesatz- und weiteren Hegemaßnahmen wie Befischungen, Biotopverbesserungen sowie die Anzahl an Angellizenzen je Talsperre ableiten. Durch die im Jahresverlauf schwankenden Wasserstände in den Hauptbecken und die daraus resultierende eingeschränkte Ufer- und Unterwasservegetation fehlen für manche Spezies die notwendigen Laichplätze und Jungfischhabitats, so dass eine natürliche Reproduktion oft nur eingeschränkt möglich ist. Aus diesem Grund betreibt der Ruhrverband eine eigene Besatzfischzucht an der Möhnetalsperre, in der jährlich rund 15 Mio. Jungfische von aktuell acht verschiedenen Fischarten erbrütet und aufgezogen werden. Abhängig von der jeweiligen Empfindlichkeit der Art, sowie den vorhandenen Biotopen in der Talsperre, werden diese Fische dann als Brütlinge bis hin zu einjährigen Jungfischen ausgesetzt. Erfolgte in den vergangenen 30 Jahren primär eine erfolgreiche Anpassung der Fischbestände an die trophische Entwicklung in den Talsperren, kommen nun neue Herausforderungen aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels, die sich bereits messbar auf die Lebensbedingungen in den Talsperren auswirken und einen erheblichen Einfluss auf die Entwicklung der Fischbestände haben, hinzu.

Zeitliche Entwicklung der Ammonium-Stickstoff- und Phosphorbelastung im Einzugsgebiet der Ruhr

Die stauregulierte Ruhr war in der Vergangenheit über viele Jahre als ein eutrophierungsgefährdetes Gewässer eingestuft, so dass eine Schwerpunktaufgabe des Ruhrverbands in der Verminderung der Nährstoffimmission des Gewässers bestand und nach wie vor besteht. Dabei nimmt die Elimination von Stickstoff- und Phosphorverbindungen auf den Verbandskläranlagen eine zentrale Rolle ein. Die mittleren Konzentrationen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen lagen zu Beginn der Ruhrgüteuntersuchungen im Jahr 1973 bei 0,78 mg/l Phosphor und 1,0 mg/l Ammonium-Stickstoff, wobei die Gehalte im Winterhalbjahr deutlich über denen des Sommerhalbjahrs lagen. Bedingt durch die Auswirkungen der Phosphorhöchst-mengenverordnung 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. Dies hat zur Folge, dass 50 Jahre nach Erscheinen des ersten Ruhrgüteberichts in der Ruhr bei Essen die Phosphorkonzentrationen im Jahresmittel um 90 % und die Ammonium-Gehalte um 96 % gesunken sind. Mit Jahresmittelwerten von 0,041 mg/l Ammonium-Stickstoff und 0,076 mg/l Phosphor werden die Qualitätsziele im Jahr 2022, wie auch in den Vorjahren sicher eingehalten, wobei zwischen den Mittelwerten von Sommer- und Winterhalbjahr nur noch geringe Unterschiede zu erkennen sind. 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 Nährstoffbelastung in den Nebengewässern ist in den letzten 50 Jahren ebenfalls massiv zurückgegangen. Der Ruhrverband hat sich das Ziel gesetzt, alle von Kläranlagen beeinflussten Gewässer bis zum Jahr 2024 hinsichtlich der Parameter Ammonium-Stickstoff und Phosphor mindestens in den guten Zustand zu überführen, wozu ein Maßnahmenprogramm zur Betriebsoptimierung und baulichen Anpassung auf den Kläranlagen aufgestellt wurde. In den letzten fünf Jahre hielten hinsichtlich Phosphor 87 % und hinsichtlich Ammonium-Stickstoff 91 % der im operativen Monitoring untersuchten Messstellen die Orientierungswerte für den guten oder sogar den sehr guten Zustand ein.

Leistungsvergleich der Kläranlagen

Bei einem Anschlussgrad von über 99 % der EinwohnerInnen im Ruhreinzugsgebiet wurden auf den Verbandskläranlagen im Jahr 2022 rund 346 Mio. m³ Abwasser gereinigt. Dies entspricht einem Jahresmittelwert von 11,0 m³/s und liegt ca. 7,9 % unter dem Vorjahreswert, bewegt sich aber innerhalb des Schwankungsbereichs der letzten fünf Jahre. Die Ablaufqualität des gereinigten Abwassers ist weiterhin

ausgezeichnet und liegt deutlich unter den festgelegten Anforderungen. Zusätzlich zu den Überwachungswerten wurden seit 2016 für inzwischen 40 Kläranlagen mit immissionsbedingten erhöhten Anforderungen an das aufzunehmende Gewässer Betriebsmittelwerte für einzelne Parameter mit den Behörden auf Grundlage von im Gewässer zu erwartenden Konzentrationen unterhalb der Einleitungsstelle vereinbart. Die festgelegten Jahresmittelwerte für Phosphor und Ammoniumstickstoff konnten im Jahr 2022 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 36.982 t Trockenmasse um 4,3 % zurückgegangen. Die Abwasseranlagen werden bezüglich ihres Energieeinsatzes eingehend analysiert. Um den externen Bezug von Strom von Energieversorgungsunternehmen zu senken, werden rund 50 Blockheizkraftwerke und Direktverdichter eingesetzt. Mit der Aufstellung von Photovoltaikanlagen und der Übernahme von Wasserkraftanlagen an der Ruhr machte der Ruhrverband sich unabhängiger vom Strommarkt. Der spezifische Stromverbrauch für die Kläranlagen des Ruhrverbands beträgt derzeit 35,2 kWh je Einwohner und Jahr. Fünf Kläranlagen können als „quasi“-energieautark bezeichnet werden, da sie über das Kalenderjahr betrachtet mehr Strom aus eigenen Energiequellen erzeugt als verbraucht haben. Insgesamt plant der Ruhrverband ab dem Jahr 2024 bilanziell energieneutral zu sein.

Registrierte Gewässerverunreinigungen des Jahres 2022 & Rückblick über die Entwicklung der letzten 50 Jahre

Im Jahr 2022 kam es zu einem bekannten Gewässerunfall. Am 31. Januar 2022 wurde auf einem Betriebsgelände in Witten die Ölwanne eines PKW beschädigt. Von dem auslaufenden Öl sind ca. 3-5 Liter in den benachbarten Pleßbach gelangt, welcher nach ca. 2 km in die Ruhr (Ruhr-km 63,3 links) mündet. Ein Entsorgungsunternehmen sowie die Stadt haben Spülungen vorgenommen, so dass dann keine weiteren Rückstände in den Pleßbach gelangten. Die Gewässerverunreinigung hatte keine Auswirkungen auf die Biozönose oder die Trinkwassergewinnung. Rückblickend auf die letzten 50 Jahre ist der Anteil an Störfällen über die Jahrzehnte deutlich zurückgegangen. Von 1983 bis 1992 waren es im Durchschnitt 22 gemeldete Störfälle pro Jahr. Im letzten Jahrzehnt (2013 bis 2022) waren es durchschnittlich 2 bis 3 Gewässerunfälle pro Jahr. Erfreulich ist dabei auch, dass die Ursachen oder Verursacher bei Gewässerverunreinigungen häufiger zu ermitteln sind.

Flow of the River Ruhr

The flow of a body of water significantly influences the aquatic flora and fauna as well as the different potential uses. In order to mitigate the negative impact of extremely high or extremely low runoffs and to balance abstraction and withdrawal, the Ruhrverband operates a reservoir system. Two incidents of high water exceeding the reporting threshold were recorded at the lower Ruhr during the winter season of the runoff year 2022. These incidents and further periods of high runoff before and afterwards were used to fill up the reservoirs. The highest runoff was recorded on February 22, 2022, at $HQ_{2022} = 472 \text{ m}^3/\text{s}$ at the Hattingen gauging station. A long period of low water, interrupted only briefly by smaller runoff increases, occurred in the summer season from early May to mid-September. According to preliminary calculations, the reservoirs had to support the Ruhr's flow by releasing higher amounts of water on 164 days at Villigst and 90 days at the mouth during this runoff year. This is the seventh highest number of days on which the reservoirs had to support the flow at the mouth and the sixth highest number of days at the gauging station Villigst since the requirements were revised as part of the Ruhrverband Act in 1990. With an $MQ_{2022} = 60.3 \text{ m}^3/\text{s}$ at the Hattingen gauging station, the runoff year 2022 became the 14th runoff year in a row with a precipitation deficit.

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 German Surface Water Regulation (OGewV), which provide guidance on the classification, documentation and monitoring of the ecological condition, the ecological potential and the chemical condition of surface waters. In 2020, the LANUV monitoring guidelines were specified insofar that if one component of the general physico-chemical parameters is being exceeded, only a good ecological status can be reached even if the biological condition is high. In addition, the legally non-binding reference values in the "Guidelines on monitoring surface waters" issued by the State of North Rhine-Westphalia, appendix D4, are being applied. Evaluations are usually based on the mean or average annual values (JD). Apart from the limits for the aqueous phase, the OGewV also stipulates requirements for 11 substances or groups of substances in biota. These requirements have been based on the toxicity for animals that feed on fish as well as the tolerable load in fish for human consumption.

The ecological status of a body of water or at a sampling point is being evaluated in line with the Water Framework Directive and the Water Surface Regulation on the basis of the biological quality components "macrozoobenthos", "macrophytes and phytobenthos", "fish fauna" and "phytoplankton". The Ruhr Water Quality Report only documents the most

thoroughly investigated biological quality component "macrozoobenthos", which provides insight 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 Ruhr's spring to its mouth, providing representative results on the water condition at different sites and different times. Additional insight is provided by continuous measuring results from the water monitoring stations. With the exception of individual values at four sampling points between May and September, the required minimum oxygen concentration could be achieved along the entire course of the Ruhr during the reporting year. The pH-value of 8.5 laid down in the OGewV was exceeded at the sampling points at the Oeventrop bridge and below Arnsberg as well as between the monitoring stations Essen-Rellinghausen and Essen Werden during the periods characterized by high algae development. The concentrations of BOD5 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 ten measuring points. The priority and priority hazardous heavy metals lead, nickel, mercury and – with the familiar exception in the section downstream of the Valme mouth – cadmium met the EQS defining a good chemical condition. Chrome, for which no legally binding requirements apply, and the river basin-specific contaminants silver, selenium and thallium reached a high or good status, while zinc and copper were classified as moderate at all but four sampling points.

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

As part of the operative monitoring in alignment with the North Rhine-Westphalian Agency for Nature, Environment and Consumer Protection (LANUV) according to the European Water Framework Directive, a total of 58 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 7% of the measuring points. Due to the long periods of dry weather conditions, the water temperature and the oxygen concentration were classified as “moderate” at 30% and 8% of the sampling points respectively. Regarding the nutrient concentration and organic loads, the mean concentrations were at a lower level, leading to a situation where 5% of the ammonium nitrogen concentrations and 10% of the phosphorus concentrations exceeded the required limits. The TOC was able to reach a good classification at all sampling points. The average cadmium concentrations exceeded the respective environmental quality standard at 6% of the sampling points. Iron concentrations failed to reach a good status at 7% of the sampling points. This also applied to 46% of the sampling points for copper and 35% for zinc. The concentrations of the metals lead, nickel, silver, thallium and the metalloid selenium resulted in a good classification at all sampling points.

Since 2007, the water condition in the Ruhr catchment area has been determined through the operative water monitoring required by the European Water Framework Directive – with the cooperation of the Ruhrverband – and visualized through maps of the ecological water condition. In the period under review from 2017 to 2022, the hydroecological examinations of the planning units along the Ruhr and its tributaries showed a good or high saprobic condition for 358 out of 373 sampling points (96%).

Regarding general degradation, 219 of all sampling points monitored in the Ruhr catchment area between 2017 and 2022, representing a share of 59%, reached a good or high status or a good or even better ecological potential. The documented deficits at half of the sampling points were mostly accounted for by modified water structures due to specific uses.

Trophic situation in the Ruhr

At the beginning of 2022, higher runoffs and low temperatures led to initially limited plankton development. It was only in April that the density of phytoplankton and with delay also that of zooplankton increased. In terms of taxonomic composition, the phytoplankton at both sampling points was dominated by filamentous and, compared to 2021, relatively large radial diatoms. Both taxa are not ideal for the zooplankton to feed on. Poor edibility and grazing pressure by predatory zooplankton led to incomplete utilisation of the algae by the zooplankton despite unusually high numbers of individuals. Due to the exceptional flood in July 2021, the macrophyte population in all of the Ruhr’s impounding lakes was reduced significantly, resulting in a lack of nutrient competitors to the phytoplankton. In addition, the population of the phytoplankton-filtrating basket clam *Corbicula* in Lake Baldeney decreased to 20% of last year’s level. As a result of these three causes, Lake Baldeney changed from a macrophyte-dominated status back to a phytoplankton-dominated status in 2022.

The Henne Reservoir

The Henne Reservoir went into operation in 1955 and with its total storage capacity of 38.4 million m³ helps to increase the

upper Ruhr’s water levels in times of low water, generates energy with hydropower, serves flood protection purposes and offers a diverse range of recreational activities. Since the waterworks went into operation in May 2016, raw water has been taken from the Henne Reservoir for drinking water production. The planktonic primary production in the Henne Reservoir has tended to decline since 1979 and has remained at a low level for many years with only one exception. The dominating taxa are the diatom species *Fragilaria* and *Aulacoseira*. The zooplankton population has tended to decline since the 1980s and hardly changed in the reporting year compared to 2021. Worth mentioning here is merely the increase in the two water flea species *Bosmina longirostris* and *Bosmina coregoni*, whose biovolume doubled. The low biomass production during the stagnation period also led to a decreasing pressure on the hypolimnetic oxygen balance, so that no oxygenation was required. With this year’s overall trophic index of 1.8, stable trophic conditions in the middle of the mesotrophic range have been present for about 20 years.

Organic trace substances in the Ruhr

In 2022, more than 470 substances classified as organic trace substances underwent routine screenings in the Ruhr – among them flame retardants, plasticisers, complexing agents, endocrine active substances, pesticides, pharmaceuticals and diagnostic agents as well as some metabolites of these products. The documented pharmaceuticals, diagnostic agents or their metabolites exceeded the applicable limits only 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. As in previous years, the complexing agents EDTA and MGDA were regularly detected in the Ruhr. The existing reference value for EDTA was safely met. Bisphenol A and F, nonylphenol and octylphenol as well as steroid hormones and phthalates were among the endocrine 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 (PBDE), short-chain chlorinated paraffins (SCCP) and organophosphates. For the benzothiazoles and TMDD detected in the Ruhr, there are currently no quality criteria that can be used to assess the water quality. The EQS for aniline and nitrobenzenes as well as the health reference value for the anticorrosive agent 1H-benzotriazole, which was detectable along the entire course of the Ruhr, were safely undercut.

50 years of quality development in the Ruhr – an overview

Cause for the publication of the first Ruhr Water Quality Report was the memorandum “The increasing threat to drinking water supply from the Ruhr”, published in 1973. On the occasion of the 50th anniversary of the Ruhr Water Quality Report, this chapter provides a review of the developments in water quality, divided into five decades.

In terms of water quantity management, the decade 1973-1982 was characterised by the years with the highest withdrawals ever recorded and consequently the highest water

exports to neighbouring catchment areas. During this decade, the Ruhr can be generally described as a “highly eutrophic water body with corresponding secondary pollution”. Against this background, a ten-year plan for the expansion of sewage treatment plants was designed to counter the adverse development of the Ruhr’s water quality. In addition to the phosphate load, the focus lay on the substances manganese, ammonium and cadmium. Other topics of investigation were heavy metals, radiological loads and organic chlorine compounds. In addition to an evolution of the measuring system, the knowledge and understanding of the processes relevant for water quality also increased.

The decade 1983-1992 included the merger of the Ruhrverband and the former Ruhrtalsperrenverein (Ruhr reservoir association) to form the present Ruhrverband and the passing of the Ruhrverband Act. Due to the reactor accident in Chernobyl, radioactivity remained a topical issue. The Ruhr’s water quality improved significantly. Cadmium loads, for instance, fell by 90% from the mid-1970s to the mid-1980s. Difficult developments occurred with regard to nitrate levels and the non-selective herbicide Diuron. Due to the EU’s Urban Wastewater Treatment Directive published in 1991, the Ruhrverband started an unprecedented expansion programme for the modernization of the sewage treatment plants in its area, which lasted until 2005 and cost 1.63 billion euros.

The decade 1993-2002 was characterised by extremes in precipitation and runoff and, with regard to the water quality, by the progressive expansion of sewage treatment plants for nutrient elimination and the expansion of combined water treatment plants. In addition, the automated water quality monitoring system was expanded in close cooperation between the Ruhrverband, North Rhine-Westphalia’s State Environmental Agency, the AWWR, StUA Lippstadt and Gelsenwasser AG. Significant improvements were achieved regarding heavy metals. With synthetic complexing agents and pharmaceutical residues, new substance groups came into focus. At the same time, considerable progress was made with new analytical methods, especially with regard to detection limits. In addition, the EU Water Framework Directive was introduced in 2000 and the annual report on the Ruhr was given its current name Ruhr Water Quality Report in 2001.

The continuing decline in withdrawals was temporarily interrupted due to a significant increase in cooling water withdrawals between 2003 and 2012. The runoff year 2009 marked the beginning of an uninterrupted sequence of runoff years with precipitation deficits that has been going on until the current reporting year. Furthermore, the biological and chemical monitoring was changed to comply with the new rules of the EU Water Framework Directive and a joint operational monitoring was agreed upon with the state of North Rhine-Westphalia. In Lake Baldeney, mass development of the aquatic plant *Elodea* occurred in several sections for the first time in 2008. Due to new regulations of the EU’s Bathing Water Directive from 2006, sanitary investigations were carried out in the Ruhr in order to officially allow bathing in the Ruhr once again. With the “Agreement of Arnsberg” from 2006 and the programme “Clean Ruhr” from 2008, a debate ensued in the Ruhr catchment area, leading to various projects on the fourth treatment stage. In 2006, the “PFC scandal” occurred in the catchment area of the Möhne Reservoir.

In the 50-year period from 1973 to 2022, the decade 2013-2022 was the driest and the one with the lowest runoff, which is why the minimum runoff had to be reduced every year since 2018 at the request of the Ruhrverband. Since 2020, the Ruhrverband and the state of North Rhine-Westphalia have been working on a permanent adaptation of the Ruhrverband Act to account for the changing climatic conditions. In July 2021, the largest floods in the Ruhr catchment area since February 1946 occurred. In 2013, a major legionella outbreak took place in Warstein, which triggered subsequent initiatives to revise legislation for example on the handling of cooling water. Different projects on the *Elodea* issue showed that mowing is the only effective way to combat the waterweed. In 2017, the first official bathing spot was opened in the Ruhr in Essen, the second one in Bochum-Dahlhausen followed in 2022. Furthermore, extensive investigations of the larger tributaries of the Ruhr were carried out.

Substances in the Ruhr – retrospective from an instrumental analysis perspective

In the course of the past 50 years, the focus topics of the Ruhr Water Quality Reports have shifted. For a selection of substance and material groups, a review of the past 50 years from an instrumental analysis perspective has been carried out.

The laboratory’s radiological investigations in the Ruhr catchment area began in 1958 due to above-ground nuclear weapons tests and were only discontinued in 2006, after the activity from the reactor accident in Chernobyl had subsided. In order to learn more about the input pathways and the retention of heavy metals in the Ruhr catchment area, extensive monitoring programmes were started in 1970. They showed that input occurs both via sewage treatment plants and through geogenic background loads. Volatile organic compounds (VOCs) were investigated more closely from 1974 onwards due to their importance for the environment. The number of substances investigated therefore continuously rose from initially nine to 69. When it comes to crop protection products, a repeated phenomenon of displacement can be observed over the past 50 years, which has always followed the same pattern. A good example are the substances atrazine and simazine, which have been used since the 1960s and no longer played a role in the sampling of Ruhr water at the end of the 1990s. The concentration of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) decreased until the first years of the 21st century. Since the beginning of the 2010s, a stagnation has been observed. Synthetic complexing agents, such as EDTA, have been investigated since the mid-1980s. Due to application restrictions in numerous industries, the loads in the Ruhr decreased from over 40 t/a in the late 1980s to about 3.5 t/a in 2022. The monitoring of pharmaceutical residues in the Ruhr began in the mid-1990s and has been continuously expanded since then. One of the first PFC scandals in Germany was uncovered by scientists in the Sauerland region in 2006. This led to extensive methodological work and intense discussions about the issue, which continue to this day and are currently gaining new topicality due to political efforts. Through immediate sanitation measures, the loads of PFOA and PFOS in the waters could be reduced very quickly and significantly.

All developments in instrumental analysis focused on long-term water quality, water pollution and adverse events. The selection of parameters was continuously geared towards the current requirements set by national and European legislation.

Development of the macrozoobenthos during the past 50 years

Referencing six selected water quality maps from 1973 until today, it can be observed that the water quality in the Ruhr catchment area has improved significantly on the basis of saprobic observation. This is primarily due to the increased treatment capacity of the newly built and expanded sewage treatment plants. The objective defined in 1973 with regard to water quality – to achieve a good saprobic condition of the waters – has been achieved with only a few exceptions. The structural improvement of the Ruhr and its tributaries remains a task that is being worked on thoroughly already today and in the coming years. Assuming the water management duty – currently for Schmallenberg, Finnentrop and Herscheid –, the Ruhrverband now has the opportunity to proactively initiate targeted development measures for these waters as part of its mid to long-term planning and thus to actively contribute to the improvement of the waters' morphology in the Ruhr catchment area.

50 years of reservoir examinations and fisheries management at the reservoirs

The eight Ruhrverband's reservoirs mainly serve the purpose of helping to raise low water levels to make sure that there is always enough raw water available for the production of drinking water. In addition, they contribute to flood protection during times of high runoff. Limnological examinations of the bodies of water are designed to determine their conditions. The most significant indicator here is the trophic level, composed of the complete index and the subindices for chlorophyll a concentrations, phosphorus concentrations and visibility depth. Due to numerous, in part technical and legal, measures to reduce the input of nutrients, the water quality in the reservoirs has improved considerably compared to the 1980s. For about 20 years now, the trophic classification for the Henne, Möhne and Bigge reservoirs has reached a stable level at the middle of the mesotrophic range. The Ennepe and the Lister reservoirs came in at the lower mesotrophic range. The Verse and the Fürwigge reservoirs show oligotrophic conditions. For some years now, this has also applied to the Sorpe Reservoir. Slightly increasing trophic levels can also be interpreted as a reaction to climate changes, as the conditions for planktonic primary production have improved in recent years due to the earlier start and later end of the vegetation period and generally rising water temperatures. Against this background, maintaining and, if possible, further improving the good to very good trophic conditions continues to be of fundamental importance. In addition, special attention will have to be paid to the use of automatically functioning multisensors for daily monitoring and to the structure of the catchment area, in which the proportion of forests plays a decisive role.

Thanks to complex fisheries management, the Ruhrverband maintains and receives healthy fish populations in its reservoirs, that are rich in species and adapted to the habitat. This makes sure that the grazing pressure of fish has no adverse effects on the zooplankton. This is why each reservoir has been examined in terms of its individual structural and physicochemical characteristics as well as regarding the composition of its fish fauna since 1991. Standardised fish stock and fish biomass surveys are carried out regularly to this aim. They serve as a basis to determine the need for fish stocking and other management measures such as fishing, biotope improvements and the number of fishing licences per reservoir. Due to the fluctuating water levels in the main reservoirs over the course of the year and the resulting limited vegetation on the banks and below the water surface, some species lack the necessary spawning grounds and habitats for juvenile fish, often limiting the possibilities for natural fish reproduction. This is why the Ruhrverband operates its own stocking fish farm at the Möhne Reservoir, where around 15 million young fish of currently eight different fish species are hatched and reared every year. Depending on the sensitivity of the species as well as the existing biotopes in the reservoir, these fish will be released into the reservoirs as hatchlings or up to one-year-old juveniles. While in the past 30 years, the fish stocks were primarily adapted successfully to the trophic development in the reservoirs, new challenges are now arising due to the effects of climate change. They are already having a measurable impact on the living conditions in the reservoirs and a considerable influence on the development of the fish population.

Chronological development of ammonium nitrogen and phosphorus loads in the Ruhr catchment area

For many years in the past, the dam-regulated Ruhr was classified as a water body at risk of eutrophication, so that one of the Ruhrverband's major tasks was and still is today to reduce the nutrient immission of the water. The elimination of nitrogen and phosphorus compounds at the Ruhrverband's sewage treatment plants plays a vital role here. When water quality monitoring started in the Ruhr in 1973, the mean concentrations in the Ruhr at Essen-Rellinghausen came in at 0.78 mg/l phosphorus and 1.0 mg/l ammonium nitrogen, with levels in the winter season clearly above those in the summer season. Due to the effects of the regulation on maximum levels of phosphate and the consistent and further optimised nutrient elimination at the Ruhrverband's sewage treatment plants through chemical phosphate precipitation as well as nitrification and denitrification, which are also effective in the winter months, it was possible to drastically reduce sewage treatment plant emissions in the following decades.

As a result, 50 years after the first Ruhr Water Quality Report was published, annual mean phosphorus concentrations in the Ruhr at Essen have fallen by 90% and ammonium levels by 96%. With annual mean values of 0.041 mg/l for ammonium nitrogen and 0.076 mg/l for phosphorus, the quality targets have been safely met in 2022, just as in previous years. Only slight differences can be seen between the mean values

during the six summer and the six winter months. The decrease in concentration for both nutrients is also clearly visible along the entire course of the Ruhr, so that the reference values for a good or high status are met at most of the monitoring stations. The nutrient load in the tributaries has also decreased extensively over the past 50 years. The Ruhrverband has set itself the goal of achieving at least a good status by 2024 for all waters influenced by sewage treatment plants when it comes to the parameters ammonium nitrogen and phosphorus. To this aim, a programme of actions to optimise the sewage treatment plants' operations and to make structural adjustments has been developed. During the past five years, the results for phosphorus complied with the reference values set for a good or even a high status at 87% of the monitoring stations. The same applied to 91% of the stations regarding ammonium nitrogen.

Performance comparison of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 1983 until today

With a network for around 99% of all residents in the Ruhr catchment area, the Ruhrverband's sewage treatment plants treated around 346 million m³ of wastewater in 2022. This corresponds to an annual average of 11.0 m³/s and is approx. 7.9% below the previous year's value, but within the fluctuation range of the past five 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 40 sewage treatment plants where the requirements regarding the absorbing water are higher due to immission. These are based on the expected concentrations in the water downstream of the sewage treatment plants' inflow. The defined annual mean values for phosphorus and ammonium nitrogen were met at most of the sewage treatment plants in 2022. Sewage treatment generates residues such as screenings, grit chamber trappings and sewage sludge. The volume of stabilised slurry decreased by 4.3% compared to the previous year, amounting to 36,982 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 hydro-electric power plants along the Ruhr, the Ruhrverband has reduced its dependence on the electricity market. The specific electricity consumption for the Ruhrverband's sewage treatment plants currently amounts to 35.2 kWh per inhabitant per year. Five sewage treatment plants can be described as basically self-sufficient in terms of energy, as they generated more electricity from their own energy sources than they consumed during the calendar year. The Ruhrverband plans to be energy-neutral regarding the yearly balance from 2024 onwards.

Registered cases of water pollution in 2022 and review of the development during the past 50 years

In 2022, once incident of water pollution became known. On January 31, 2022, the oil pan of a car was damaged on industry premises in Witten. About 3 to 5 litres of the leaking oil reached the neighbouring Pleßbach stream, which flows into the Ruhr after about 2 km (Ruhr km 63.3 on the left). A waste management company and the city undertook flushing operations so that no further residues entered the Pleßbach. The contamination had no impact on the biocoenosis or drinking water production. Looking back on the past 50 years, the number of incidents has declined significantly over the decades. From 1983 to 1992, an average of 22 reported incidents occurred every year. In the last decade (2013-2022), the average amounted to 2-3 incidents per year. Another positive observation is that the causes or perpetrators of water pollution can be identified more frequently.

1 Wasserführung der Ruhr

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

Vor diesem Hintergrund wird in Bild 1.1 der Abfluss der Ruhr am Pegel Hattingen als Ganglinie auf Basis von 15-Minuten- und Tagesmittelwerten für das Abflussjahr 2022 (1. November 2021 bis 31. Oktober 2022) dargestellt. Ergänzend sind die gewässerkundlichen Hauptzahlen und zum Vergleich die Tagesmittelwerte des vorangegangenen Abflussjahres aufgeführt. Im Winterhalbjahr des Abflussjahres 2022 gab es im ersten und letzten Drittel des Februars im Abstand von nur 15 Tagen zwei jahreszeitentypische Hochwasserereignisse, bei denen die Hochwassermedegrenze an der unteren Ruhr (Bezugspegel Wetter/Ruhr: Meldegrenze 410 cm, entspricht 300 m³/s) überschritten worden ist. Beim zweiten Ereignis wurde am Pegel

Hattingen am 22. Februar 2022 mit $HQ_{2022} = 472 \text{ m}^3/\text{s}$ (Tagesmittelwert $445 \text{ m}^3/\text{s}$) der höchste Abfluss im Abflussjahr 2022 registriert. Da sowohl davor als auch danach weitere abflussreiche Zeiten auftraten, konnten diese zum Einstau der Talsperren im Ruhreinzugsgebiet genutzt werden.

Eine langanhaltende Niedrigwasserphase, nur jeweils kurzzeitig unterbrochen von kleineren Abflusserhöhungen, gab es im Sommerhalbjahr von Anfang Mai bis Mitte September, in welcher das Talsperrenverbundsystem zur Aufrechterhaltung der Mindestwasserführung in der Ruhr kontinuierlich abgestaut wurde. Der niedrigste Tagesmittelwert des Abflusses im Abflussjahr 2022 wurde am Pegel Hattingen am 17. Oktober 2022 mit $NQ_{2022} = 15,0 \text{ m}^3/\text{s}$ registriert. Insgesamt gesehen lag das Abflussvolumen im Winterhalbjahr deutlich über dem Vorjahresniveau, das Sommerhalbjahr hingegen war deutlich abflussärmer als im Vorjahr.

Der mittlere Abfluss am Pegel Hattingen im Abflussjahr 2022 berechnet sich zu $MQ_{2022} = 60,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Er liegt damit um knapp 12 % unter dem langjährigen mittleren Abfluss von $MQ_{1968-2021} = 68,4 \text{ m}^3/\text{s}$ und um $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$ über dem Vorjahreswert. Das Sommerhalbjahr 2022 weist mit $22,8 \text{ m}^3/\text{s}$ den drittniedrigsten mittleren Abfluss seit dem Abflussjahr 1968 auf, nur die Sommerhalbjahre 1976 und 2020 waren abflussärmer. Der Abfluss ist im Durchschnitt der langjährigen Betrachtung zu 69 % auf das Winterhalbjahr und 31 % auf das Sommerhalbjahr verteilt. Im Abflussjahr 2022 ergab sich aufgrund des sehr nassen und damit abflussreichen Monats Februar eine deutliche Verschiebung zum Winterhalbjahr hin (81 % zu 19 %).

Das Abflussjahr 2022 war im Vergleich zum langjährigen Mittel das vierzehnte Abflussjahr in Folge mit einem Niederschlagsdefizit. Nur die vier Monate Januar, Februar, April und September wiesen einen Niederschlagsüberschuss auf. Der Februar war mit 162 mm, dies entspricht dem Doppelten des langjährigen Mittelwerts von 1927/2021, der niederschlagsreichste Monat des Abflussjahres. Es gab seit 1927 erst vier Mal einen nasseren Februar, zuletzt im Jahr 2020 mit 204 mm. Der August war mit 14 mm nicht nur der trockenste Monat des Abflussjahres, sondern auch der trockenste August seit 1927. Eine Stützung der Ruhrwasserführung durch erhöhte Abgaben aus den Talsperren war im Abflussjahr 2022 in Villigst im November 2021 mit noch 23 Tagen und dann erst wieder ab Mai erforderlich. Insgesamt musste in Villigst nach vorläufigen Berechnungen an 164 Tagen und an der Mündung

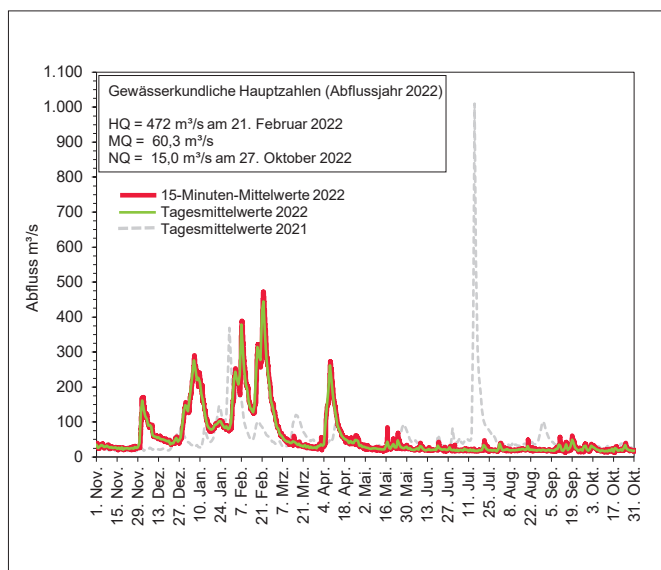


Bild 1.1: 15-Minuten-Mittelwerte und Tagesmittelwerte am Pegel Hattingen/Ruhr im Abflussjahr 2022

Fig. 1.1: Runoff means during 15 minutes and 24 hours at the gauging station Hattingen/Ruhr in the water year 2022

an 90 Tagen Zuschuss aus den Talsperren geleistet werden. Dies sind in Villigst 44 % und an der Mündung 43 % mehr als im Durchschnitt der Abflussjahre 1991/2021. An der Mündung ist dies die siebtgrößte, am Pegel Villigst die sechstgrößte Anzahl zuschusspflichtiger Tage in einem Abflussjahr seit Novellierung der Vorgaben im Ruhrverbands-gesetz im Jahr 1990.

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

[1.1] Ruhrverband: <http://www.ruhrverband.de/presse/publikationen/wissen/>

2 Grundlagen der Bewertung von Gewässeranalysedaten im Ruhrgütebericht

Die Verabschiedung der Richtlinie 2000/60/EG (EG-Wasser-rahmenrichtlinie: im Folgenden EG-WRRL) [2.1] hat die Sicht auf die Gewässer in Europa auf eine neue Basis gestellt. Seitdem ist der Gewässerzustand vorrangig nach biologischen Qualitätskomponenten und verschiedenen, in der Richtlinie 2013/39/EU (sog. Richtlinie prioritäre Stoffe) [2.2] festgelegten chemischen Parametern zu bewerten. Ergänzend dazu fließen aber auch allgemeine physikalisch-chemische Parameter und eine Vielzahl sogenannter flussgebietspezifischer Schadstoffe in diesen Bewertungsprozess ein. Zur Überführung dieser Vorgaben in nationales Recht hat Deutschland die Oberflächengewässerverordnung (OGewV) [2.3] in Kraft gesetzt, welche die Einstufung, Darstellung und Überwachung des ökologischen Zustands, des ökologischen Potenzials und des chemischen Zustands von Oberflächengewässern sowie die wirtschaftliche Analyse der Wassernutzung regelt. Im Folgenden werden die darin enthaltenen Bestimmungen sowie weitere relevante Vorgaben für die Beurteilung der biologischen und chemischen Komponenten zusammenfassend dargelegt.

Chemische Qualitätskomponenten

Die Befunde im Gewässer werden im Ruhrgütebericht in erster Linie anhand der Umweltqualitätsnormen (UQN) der Anlagen 6 (flussgebietspezifische Schadstoffe) und 8 (Beurteilung des chemischen Zustands) sowie der Werte der Anlage 7 (allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten) der OGewV bewertet. Ergänzend dazu erfolgt ein Vergleich mit den gesetzlich nicht verbindlichen Beurteilungswerten des Leitfadens „Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW, die in der darin enthaltenen Anlage D4 [2.4, 2.5] aufgeführt sind, sowie den gesundheitlichen Orientierungswerten (GOW) des Umweltbundesamts (UBA) [2.6]. Berücksichtigt sind in der Anlage D4 Orientierungswerte (OW), die auf Basis

[2.1] Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. In: Amtsblatt der Europäischen Union, 2000, L 327, S. 1 - 72

[2.2] Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik. In: Amtsblatt der Europäischen Union, 2013, L 226, S. 1 - 17

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

[2.4] Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW (Hrsg.): Leitfaden Monitoring Oberflächengewässer, <https://www.flussgebiete.nrw.de/monitoring-leitfaden-oberflaechengewaesser-7423>, Zugriff 11. April 2023

[2.5] <https://www.flussgebiete.nrw.de/node/7724>, Zugriff 11. April 2023

[2.6] Umweltbundesamt: Liste der nach GOW bewerteten Stoffe von März 2023, <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5620/dokumente/listegowstoffehnepsm-20230317-homepage.pdf>, Zugriff 11. April 2023

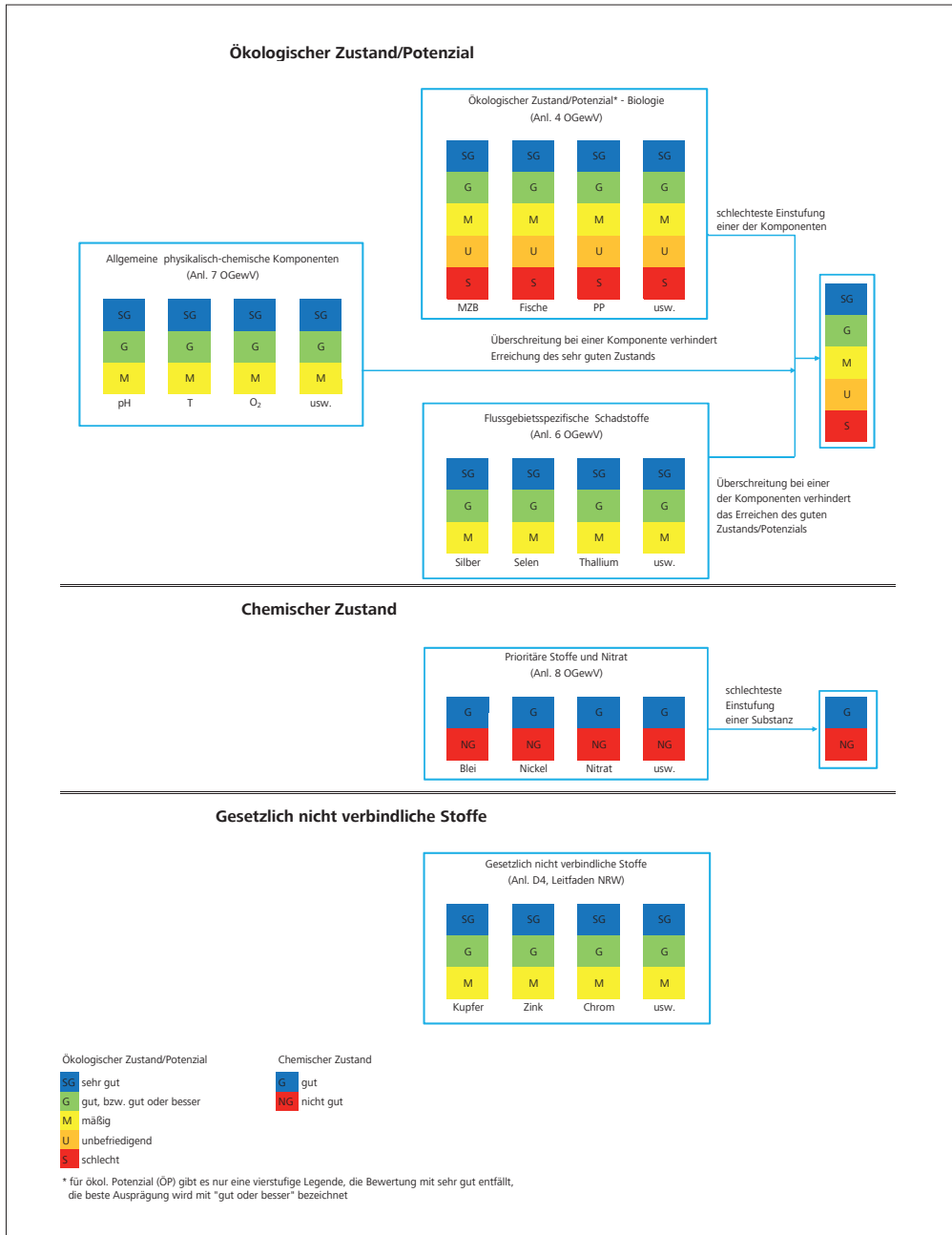


Bild 2.1: Gesamtbeurteilung des ökologischen und chemischen Zustands/Potenzials überarbeitet nach [2.9]
 Fig. 2.1: Overall evaluation of the ecological and chemical status/potential, revised according to [2.9]

ökotoxikologischer Studien abgeleitet wurden, und Parameter aus der Trinkwasserverordnung –TrinkwV [2.7]. Es ist hervorzuheben, dass es sich hierbei teilweise um Vorgaben handelt, die den direkten Gebrauch des Wassers als Trinkwasser betreffen und nicht die Beschaffenheit des Gewässers. Gleichwohl dienen diese Werte im Sinne des Vorsorgegrundsatzes als Orientierungshilfe.

In der Regel erfolgt die Bewertung von Wasserproben anhand von Mittel- bzw. Jahresdurchschnittswerten (JD). Ausnahmen bilden die Parameter Wassertemperatur, Sauerstoff, pH-Wert

sowie Quecksilber, Chrom, Kupfer, Zink und die 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 OGWV werden für Wassertemperatur, Quecksilber und die o. g. PAK die Jahresmaxima/ zulässige Höchstkonzentrationen (ZHK) bzw. für Sauerstoff die Jahresminima und für pH-Wert die Jahresminima und -maxima betrachtet. Für die Bewertung von Chrom, Kupfer und Zink wird entsprechend des Leitfadens NRW, Anlage D4, das jeweilige 50-Perzentil herangezogen.

Neben Grenzwerten für die Wasserphase sind in der OGeWV auch Anforderungen für elf Stoffe bzw. Stoffgruppen in Biota formuliert. Maßgeblich für deren Ableitung ist das „secondary poisoning“, d. h. die Toxizität gegenüber fischfressenden Tieren, sowie die für den Menschen tolerierbare Belastung durch Fischverzehr [2.8].

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

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

In Tabelle 2.1 sind für ausgewählte, im Ruhreinzugsgebiet relevante prioritäre Stoffe (Anlage 8 OGeWV) und für Nitrat die UQN zur Beurteilung des chemischen Zustands dargestellt. Der gute chemische Zustand wird blau gekennzeichnet. Ist die Konzentration eines Stoffs höher als der angegebene Wert, erfolgt eine rote Markierung. Die prioritären organischen Stoffe werden, falls nicht methodische Einschränkungen bei der Analyse dagegensprechen, in der Gesamtwasserprobe untersucht. Die UQN von Cadmium und Quecksilber beziehen sich auf die Konzentrationen in der gelösten Phase einer Wasserprobe. Die Probenvorbereitung erfolgt durch Filtration (Porengröße: 0,45 µm). Die UQN für Blei und Nickel beziehen sich auf die bioverfügbaren Konzentrationen. Abweichend dazu werden hier die Messwerte in der filtrierten Probe denen des bioverfügbaren Anteils gleichgestellt, was einer Bewertung nach dem „worst case“ Prinzip entspricht, da die bioverfügbare Konzentration zumeist niedriger als die Konzentration in der filtrierten Probe ist. Bei Cadmium ist die Toxizität und somit die UQN von der Wasserhärte abhängig. Zur Einstufung in eine der Wasserhärteklassen wird das 50-Perzentil der molaren Calciumkarbonat-Konzentration herangezogen. In der Gruppe der PAK kann Benzo[a]pyren als Repräsentant für die anderen in der Oberflächengewässerverordnung aufgeführten PAK-Kenngrößen betrachtet werden.

Flussgebietsspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Zustands

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

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

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

gut nicht gut

¹ Die UQN bezieht sich auf bioverfügbare Konzentrationen

² primäres Schutzziel: menschliche Gesundheit

³ primäres Schutzziel: fischfressende Tiere

⁴ Toxizitätsäquivalente nach den Toxizitätsäquivalenzfaktoren der WHO von 2005

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

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

[2.9] 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: 12. April 2023

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

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

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

sehr gut gut mäßig

¹ Die UQN bezieht sich auf die gelöste Phase einer Wasserprobe

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

Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten

Die allgemeinen physikalisch-chemischen Parameter (ACP) sind in der OGeWV, Anlage 7, für den sehr guten und guten ökologischen Zustand festgelegt. Sie dienen zur Unterstützung der Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten und sind gewässertypspezifisch definiert. Im Jahr 2020 wurde die Aussage „Unterstützung der Bewertung“ im Monitoring Leitfaden des LANUV konkretisiert, indem festgehalten wurde, dass bei einer Überschreitung einer ACP-Komponente nur der gute ökologische Zustand erreicht werden kann, auch wenn die biologischen Qualitätskomponenten einen sehr guten Zustand anzeigen sollten [2.4]. In Tabelle 2.3 sind die ACP gemeinsam mit den biologischen Qualitätsklassen für das Modul Saprobie des Makrozoobenthos für den guten Zustand dargestellt.

Gesetzlich nicht verbindliche Vorgaben

Der Leitfaden „Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW dient derzeit in NRW als Bewertungsgrundlage für die vom LANUV NRW untersuchten Parameter, die gesetzlich nicht verbindlich geregelt sind. Entsprechend dem Vorgehen des LANUV erfolgt im Ruhrgütebericht die Kennzeichnung für den sehr guten Zustand (\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, Zink und Mangan die unfiltrierte Wasserprobe zur Bewertung herangezogen. Dies entspricht wiederum einem „worst case“ Ansatz, da die Konzentration in der filtrierten

Wasserprobe zumeist niedriger als in der unfiltrierten Probe ist. Tabelle 2.4 listet die aktuellen Grenzwerte für eine Auswahl der im Ruhreinzugsgebiet relevanten gesetzlich nicht geregelten Parameter der Anlage D4 auf. Die aufgeführten Parameter werden anhand der Jahresmittelwerte beurteilt. Zur Einstufung der Metalle Chrom, Kupfer und Zink werden die jeweiligen 50-Perzentile herangezogen.

Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) des Umweltbundesamts

Stoffe ohne vollständige humantoxikologische Bewertung werden auf Basis vorhandener Daten unter Ableitung eines gesundheitlichen Orientierungswerts (GOW) betrachtet. Die Unterschreitung dieser stoffspezifischen Vorsorgewerte zeigt einen unbedenklichen, lebenslangen Trinkwassergenuss für Menschen an. Abhängig vom Wirkmechanismus wird der Wert in einem Bereich von 0,01 bis 3,0 µg/l festgelegt. Der GOW wird so niedrig angesetzt, dass kein Anlass zur gesundheitlichen Besorgnis besteht [2.6]. In Tabelle 2.5 sind ausgewählte Substanzen mit ihren jeweiligen GOW dargestellt.

Biologische Qualitätskomponenten

Der ökologische Zustand eines Wasserkörpers bzw. an einer Probenahmestelle in einem Fließgewässer wird gemäß den Vorgaben der EG-WRRL und der OGeWV maßgeblich anhand der biologischen Qualitätskomponenten „Makrozoobenthos“ (Wirbellosenfauna der Gewässersohle), „Makrophyten und Phytobenthos“ (Wasserpflanzen und Algen der Gewässersohle) und „Fischfauna“ sowie bei großen planktonführenden Strömen auch über die Qualitätskomponente „Phytoplankton“ bewertet. Die Bewertung erfolgt dabei jeweils im Vergleich zu der natürlichen, vom Menschen nicht oder nur sehr geringfügig beeinflussten Referenzsituation des jeweiligen Gewässertyps. Dieser Bewertungsansatz geht deutlich über die bis zum Jahr 2000 gebräuchliche Bewertung der saprobiellen Gewässergüte und der Strukturgüte hinaus. Zur differenzierten Bewertung der Gewässer aufgrund ihrer naturräumlichen und morphologischen Unterschiede wurde für die Umsetzung der EG-WRRL eine Gewässertypologie mit Verbreitungskarte erstellt, in der z. B. die Unterschiede zwischen Gewässern im Mittelgebirge und im Tiefland berücksichtigt sind. Ebenso wurden für die biologischen Qualitätskomponenten spezielle Bewertungsverfahren entwickelt. Im Ruhrgütebericht wird ausschließlich die Qualitätskomponente „Makrozoobenthos (MZB)“ dargestellt. Dies einerseits, weil MZB die bestuntersuchte Qualitätskomponente ist, andererseits aber auch, weil darüber die meisten Stressoren des ökologischen Zustands identifiziert und zugeordnet werden können. Für eine Bewertung anhand der anderen biologischen Qualitätskomponenten wird auf das ELWAS-WEB NRW verwiesen [2.10].

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

Table 2.3: Quality classes of the module saprobic index according to the evaluation system PERLODES and respective general physico-chemical quality elements from the German Surface Water Regulation (OGWV), appendix 7, requirements on the good ecological status and the good ecological potential respectively, for all types of waters found in the Ruhr catchment area

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

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

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

*** = ohne Nitrifikationshemmung

Qualitätskomponente Makrozoobenthos

Das Makrozoobenthos (wirbellose Kleintiere der Gewässersohle), dies sind die im Gewässer und auf dem Gewässergrund lebenden Insektenlarven, Strudelwürmer, Krebstiere, Muscheln, Schnecken und weitere Organismen, spielt im Ökosystem eines Fließgewässers eine große Rolle, da es organisches Material als Futter aufnimmt und selbst als Nahrungsgrundlage u.a. für Fische dient. Das Auftreten oder Fehlen bestimmter Arten ermöglicht Aussagen zur saprobiologischen Wasserqualität (Saprobie), zum strukturellen Zustand (Allgemeine Degradation) und zur Versauerung eines Fließgewässers. Die biologische Qualitätskomponente Makrozoobenthos spiegelt demnach nicht nur stoffliche Defizite wider, sondern auch Beeinträchtigungen der hydromorphologischen Bedingungen. Zur Aufnahme des Makrozoobenthos wird nach dem metho-

dischen Handbuch der Fließgewässerbewertung empfohlen die gesamte Bach- bzw. Flussbreite zu beproben [2.11]. Bei nicht oder nur teilweise durchwatbaren Gewässern ist es vor dem Hintergrund der WRRL ebenso zulässig die Proben vorrangig im Uferbereich zu nehmen. Da durch diese Probenahmetechnik ein reduziertes Arten- und Abundanzspektrum an MZB zu erwarten ist, sollte im Fall von oberhalb- / unterhalbvergleichen die gleiche Technik zur Aufnahme von Makrozoobenthos umgesetzt werden.

[2.10] <https://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/>, Zugriff: 12. April 2023

[2.11] https://www.gewaesser-bewertung.de/files/meier_handbuch_mzb_2006.pdf, Zugriff: 05. Mai 2023

Tabelle 2.4: Aktuelle Grenzwerte von ausgewählten Stoffen der Anlage D4, Leitfaden „Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW [2.5]

Table 2.4: Latest limit values of selected substances from the appendix D4, „Guidelines on monitoring of surface waters“, of the State of North Rhine-Westphalia [2.5]

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



*zur Bewertung wird das 50 Perzentil herangezogen

Für die Umsetzung der Anforderungen der EG-WRRL wurde im Auftrag der LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) für die biologische Qualitätskomponente Makrozoobenthos das multimetrische Verfahren PERLODES mit der Auswertungssoftware ASTERICS entwickelt [2.12].

In den Ruhrgüteberichten erfolgt seit dem Jahr 2007 die Darstellung der Bewertung des ökologischen Zustands an den untersuchten Probenahmestellen auf der Grundlage des PERLODES-Verfahrens unter Berücksichtigung der jeweiligen Software-Updates. Um jedoch eine maximale Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse zu gewährleisten, wurden beim Ruhrverband die Ergebnisse bis zum Jahr 2011 (Ende des 2. Operativen Monitoringzyklus nach EG-WRRL) mit der ASTERICS-Version 3.1.1 berechnet. Für den 3. Monitoringzyklus der Jahre 2012 bis 2014 erfolgte die Berechnung auf Basis der Version 3.3.1 (vgl. [2.13]). Im 4. Monitoringzyklus (2015 - 2018) sowie in den Jahren 2019 und 2020 wurden die Auswertungen mit der

ASTERICS-Version 4.0.4 durchgeführt. Seit dem Jahr 2021 wird mit der PERLODES-Version 5.0 gerechnet. Diese unterscheidet sich neben einigen technischen Umstellungen in folgenden, möglicherweise bewertungsrelevanten Punkten von den vorangegangenen Versionen:

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

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

Neben der Fortschreibung der Bewertungssoftware ASTERICS hatte das Land NRW im Jahr 2014 auch eine Überarbeitung der Karte der Gewässertypen umgesetzt [2.14]. Hierdurch änderten sich für einzelne Wasserkörper bzw. Probenahmestellen

Tabelle 2.5: Auszug aus der Tabelle der nach GOW bewerteten Stoffe [2.6]

Table 2.5: Abstract from the table of substances evaluated according to health-oriented values (HOW) [2.6]

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

Tabelle 2.6: Liste der im Ruhreinzugsgebiet relevanten HMWB-Fallgruppen, verändert aus [2.9]
 Table 2.6: List of HMWB categories relevant in the Ruhr catchment area, revised from [2.9]

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

die Gewässertypzuordnung und damit der Referenzzustand als Vergleichsgröße zum gefundenen Ist-Zustand. Diese Umstellungen werden im Ruhrgütebericht bei der Auswertung ab dem Jahr 2015 ebenfalls berücksichtigt.

Die EG-WRRL unterscheidet in ihrer Zieldefinition zwischen den natürlichen Wasserkörpern (NWB), die den „guten ökologischen Zustand“ erreichen sollen, sowie den künstlichen (AWB) und den erheblich veränderten Wasserkörpern (HMWB), in denen die menschliche Nutzung das Erreichen eines guten Zustands ohne weitgehende, signifikante Einschränkungen unmöglich macht. Für diese Wasserkörper ist der Zielzustand das „gute ökologische Potenzial“, d. h. ein Zustand, der unter Beibehaltung der relevanten Nutzung erreicht werden kann. Um für diese Gewässer ein Bewertungsverfahren zu entwickeln, das zu vergleichbaren Bewertungsergebnissen führt, wurden so genannte HMWB-Fallgruppen entwickelt, denen die Gewässer zuzuordnen sind. Aufbauend auf dem PERLODES-Verfahren wurde für jede HMWB-Fallgruppe ein Bewertungsmaßstab definiert, der als „höchstes ökologisches Potenzial“ das maximal Erreichbare bei der bestehenden Nutzung beschreibt. Im Vergleich zum ökologischen Zustand wurden in Abhängigkeit von der jeweiligen HMWB-Fallgruppe unterschiedlich stark abgesenkte Anforderungen entwickelt, die in der Software ASTERICS ab der Version 4 implementiert sind.

Mit dieser Modifikation der Bewertungssoftware besteht nun die Möglichkeit, die Probenahmestellen in natürlichen Wasserkörpern nach ihrem ökologischen Zustand und solche in den HMWB nach ihrem ökologischen Potenzial zu bewerten. Die im Ruhreinzugsgebiet relevanten Fallgruppen sind in Tabelle 2.6 aufgeführt. Für die Bewertung der HMWB-Wasserkörper, die keiner HMWB-Fallgruppe zugeordnet werden können, sondern für die eine „Einzelfallbetrachtung“ (EFB) notwendig ist, hat das Land NRW ein Projekt initiiert, in dem die landesweite Vorgehensweise für alle HMWB-Einzelfallbetrachtungen festgelegt wurde. Mit Vorliegen des Abschlussberichts [2.15]

ist die Vorgehensweise für das Ruhreinzugsgebiet mit dem Ruhrverband abgestimmt und zum Teil bereits in der Datenbank ELWAS-WEB umgesetzt worden. Daher wurden für den aktuellen Ruhrgütebericht die Monitoringstellen in HMWB mit Einzelfallbetrachtung in ihrem ökologischen Potenzial nach diesem neuen Verfahren bewertet. Somit können alle ab dem Jahr 2015 untersuchten Probenahmestellen in HMWB nach ihrem ökologischen Potenzial bewertet und kartographisch dargestellt werden. Für die Untersuchungen an Probenahmestellen in HMWB vor dem Jahr 2015 bleibt die Darstellung der Bewertungsklasse für den ökologischen Zustand zunächst erhalten. Sie wird aber zukünftig fortschreitend durch die Bewertungsklasse für das ökologische Potenzial ersetzt werden.

Mit den beiden Modulen Saprobie und Allgemeine Degradation und bei einigen Gewässertypen zusätzlich dem Modul Versauerung wird nach dem „worst case“ Prinzip der ökologische Zustand bzw. das ökologische Potenzial bestimmt.

Im Modul Saprobie werden die Auswirkungen organischer Verschmutzungen auf das Makrozoobenthos als Saprobienindex nach DIN 38410 berechnet und in einem weiteren Schritt gewässertypbezogen bewertet [2.16]. Eine Übersicht über die Qualitätsklassen des Moduls Saprobie mit den zugehörigen Werten für die allgemeinen physikalisch-chemischen Komponenten (ACP) der im Ruhreinzugsgebiet vorkommenden Gewässertypen ist in Tabelle 2.5 dargestellt. Die hier aufgeführten Werte dienen bei der Bewertung des ökologischen Zustands (ÖZ) bzw. des ökologischen Potenzials (ÖP) der Unterstützung der Zustandsermittlung zwischen den Klassengrenzen „gut“ und „mäßig“ [2.3].

Innerhalb des Moduls Allgemeine Degradation erfolgt die Berechnung mittels Core-Metrics, wie z. B. Artenzusammensetzung, Auftreten oder Fehlen bestimmter funktionaler Gruppen. Diese Core-Metrics unterscheiden sich sowohl nach vorliegendem Gewässertyp als auch danach, ob die Bewertung des ökologischen Zustands oder des ökologischen Potenzials durchgeführt wird. Eine Berücksichtigung der verminderten Anforderungen an das ökologische Potenzial findet im Modul Allgemeine Degradation innerhalb der Core-Metrics

[2.12] <https://gewaesser-bewertung-berechnung.de/index.php/home.html>, Zugriff: 12. April 2023

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

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

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

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

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

Table 2.7: Quality classes of the module general degradation according to the evaluation system PERLODES [2.9]

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

statt. Diese Einzelmetrics werden zu einem Gesamtwert – dem Multimetrischen Index – verrechnet, aus dem sich die Qualitätsklasse der Allgemeinen Degradation ergibt. Die zur Beurteilung dieses Moduls festgelegten Klassengrenzen des Multimetrischen Indexes sind in Tabelle 2.7 dargestellt. Sie gelten sowohl für den ökologischen Zustand als auch für das ökologische Potenzial.

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

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

3 Physikalisch-chemische Überwachungen der Ruhr

Zur Überprüfung der Qualität der Oberflächengewässer im Ruhreinzugsgebiet werden zahlreiche physikalisch-chemische und biologische Untersuchungen durchgeführt. Die Untersuchungsprogramme werden auf der Grundlage von geltenden internationalen Vorgaben, wie z. B. der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) [3.1], nationalen Gesetzen und Verordnungen sowie speziellen Güteanforderungen, z. B. der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR), konzipiert.

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

Darüber hinaus werden in diesem Kapitel die Nährstoffkonzentrationen und die organische Belastung an zwei Probenahmestellen der Ruhr erläutert. Dieses Untersuchungsprogramm mit wöchentlicher Probenahme existiert seit dem Jahr 1965, als der Einfluss der gereinigten kommunalen Abwässer auf die Belastung der Fließgewässer mit Nähr- und vor allem Zehrstoffen noch eine größere Rolle spielte. Damals wurden sechs Probenahmestellen untersucht. Seit dem Jahr 2017 ist dieses Programm in das der Ruhrlängsuntersuchungen integriert. Diese monatlichen Untersuchungen an zwölf Messstellen von der Ruhrquelle bis zur Mündung in den Rhein und an einer Probenahmestelle an der Lennemündung geben die Möglichkeit, repräsentative Aussagen über räumliche und zeitliche Aspekte der Wasserbeschaffenheit zu treffen.

Die Erkenntnisse dieser routinemäßigen Probenahmeprogramme werden durch die in den Gewässerüberwachungsstationen kontinuierlich gemessenen Parameter ergänzt. Diese online verfügbaren Daten werden auch zur Beurteilung kurzfristiger Veränderungen bei den physikalisch-chemischen Verhältnissen wie z. B. der 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.

Die Ergebnisse der oben genannten Untersuchungsprogramme beziehen sich auf das Abflussjahr 2022 (01. November 2021 bis 31. Oktober 2022) und werden in den ersten drei Abschnitten des Kapitels beschrieben. Die Bewertungen der einzelnen Parameter nach den Vorgaben der aktuellen Oberflächengewässerverordnung (OGewV) [3.2] sowie der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des

Landes NRW [3.3, 3.4] und ggf. der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) [3.5] erfolgen zusammenfassend am Ende dieses Kapitels und beziehen sich auf das Kalenderjahr 2022.

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 in Kapitel 25 vorgestellt

Ergebnisse der Messstelle Ruhr bei Essen-Rellinghausen und der Gewässerüberwachungsstationen

Die relevanten statistischen Kenngrößen an der intensiv untersuchten Probenahmestelle in Essen-Rellinghausen (Bild 3.2) sind für das Abflussjahr 2022 in den Tabellen 3.1 und 3.2 zusammengefasst. Bild 3.1 zeigt für ausgewählte Parameter die Ganglinien und die Summenhäufigkeiten als Unterschreitungs-

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

- [3.1] Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik. In: Amtsblatt der Europäischen Union, 2013, L 226, S. 1 - 17
- [3.2] Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV). In: Bundesgesetzblatt, 2016, Teil I, Nr. 28, S. 1373 - 1443
- [3.3] Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW (Hrsg.): Leitfaden Monitoring Oberflächengewässer, <https://www.flussgebiete.nrw.de/node/7423>, Zugriff 3. April 2023:
- [3.4] <https://www.flussgebiete.nrw.de/monitoringleitfaden-oberflaechengewaeser-anhang-d4-7724>, Zugriff 3. April 2023
- [3.5] Trinkwasserverordnung (TrinkwV) 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. Ausfertigungsdatum: 21.05.2001. Zuletzt geändert durch Art. 1 V v. 22.9.2021.

Tabelle 3.1: Monats-, Halbjahres- und Jahres-Mittelwerte verschiedener Kenngrößen der Ruhr bei Essen-Rellinghausen, Probenahmestelle "Zornige Ameise", Abflussjahr 2022

Table 3.1: Monthly, biannual and annual averages of several parameters for the Ruhr at Essen-Rellinghausen, sampling point "Zornige Ameise", water year 2022

	Abfluss am Pegel Hattingen	Wassertemperatur	pH-Wert (Median)	Elektr. Leitfähigkeit	Abfiltr. Stoffe	Abfiltr. Stoffe Glührückstand	Sauerstoffgehalt	Sättigungsindex	BSB ₅ gesamt	Chem. Sauerstoffbedarf CSB gesamt	TOC	DOC	Absorptionskoeffizient 254 nm	Ammoniumstickstoff	Nitratstickstoff	Gesamtphosphor	o-Phosphatphosphor
	m ³ /s	°C		µS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	m ⁻¹	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
November 2021	27,5	9,1	7,9	519	1,2	0,5	11,0	96	1,0	8,2	2,9	2,6	6,5	0,04	2,6	0,08	0,05
Dezember 2021	73,4	6,7	7,7	399	5,9	4,5	11,9	97	1,2	8,8	3,8	2,7	5,7	0,06	3,1	0,09	0,05
Januar 2022	134	6,2	7,7	334	8,4	6,6	12,4	101	1,7	8,7	3,1	1,9	5,0	0,09	3,4	0,07	0,03
Februar 2022	241	6,4	7,7	291	28,9	24,3	12,3	100	2,1	10,5	4,6	2,1	5,5	0,06	3,4	0,11	0,04
März 2022	46,1	8,1	7,9	458	3,8	1,9	12,5	106	2,2	7,3	2,4	1,9	4,5	0,04	3,4	0,05	0,02
April 2022	80,3	10,8	8,2	421	6,8	4,5	11,3	102	2,3	8,2	3,5	2,6	5,7	0,03	3,0	0,06	0,01
Mai 2022	27,6	17,7	8,1	519	5,5	2,6	9,5	99	3,0	12,8	3,5	2,9	6,6	0,03	2,3	0,08	0,02
Juni 2022	22,4	20,2	8,0	542	4,6	2,7	8,5	93	1,5	10,6	4,2	3,5	7,0	0,03	2,1	0,09	0,04
Juli 2022	20,1	21,5	8,1	536	2,7	1,0	8,3	94	1,2	10,4	3,5	3,1	7,0	0,03	1,8	0,08	0,03
August 2022	21,1	22,3	8,2	518	4,2	1,9	8,6	99	1,8	13,2	3,8	3,0	6,7	0,03	1,7	0,08	0,02
September 2022	24,4	17,0	8,0	514	1,9	1,3	8,8	91	1,1	9,0	3,3	2,8	6,5	0,04	2,2	0,08	0,05
Oktober 2022	21,1	13,8	8,0	528	1,5	0,7	9,9	95	1,3	7,8	3,0	2,5	5,9	0,03	2,5	0,06	0,04
Winterhalbjahr	98,5	7,9	7,8	403	9,2	7,4	11,9	100	1,8	8,6	3,4	2,3	5,5	0,05	3,2	0,07	0,03
Sommerhalbjahr	22,8	18,8	8,0	526	3,4	1,7	8,9	95	1,6	10,7	3,5	3,0	6,6	0,03	2,1	0,08	0,03
Abflussjahr 2022	60,3	13,4	7,9	465	6,3	4,5	10,4	98	1,7	9,7	3,5	2,6	6,0	0,04	2,6	0,08	0,03
Kalenderjahr 2022	58,0	13,3	8,0	473	6,2	4,4	10,4	97	1,8	9,6	3,4	2,6	6,0	0,04	2,6	0,08	0,03
Abflussjahr 2021	55,7	12,7	7,9	463	5,6	3,8	10,5	98	1,7	10,8	3,7	2,7	6,1	0,05	2,6	0,08	0,04

Tabelle 3.2: Monats- und Halbjahres-Mittelwerte verschiedener Kenngrößen der Ruhr bei Essen-Rellinghausen, Probenahmestelle "Zornige Ameise", Abflussjahr 2022

Table 3.2: Monthly and biannual averages of several parameters for the Ruhr at Essen-Rellinghausen, sampling point "Zornige Ameise", water year 2022

	Chlorid	Sulfat	Fluorid	Bromid	Blei gesamt	Cadmium gesamt	Nickel gesamt	Chrom gesamt	Kupfer gesamt	Zink gesamt	Eisen gesamt	Mangan gesamt	AOX	EDTA	Borat- Bor	Chloro- phyll-a
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l
November 2021	58	40	0,10	0,08	0,33	0,04	1,9	< 0,5	2,4	7	0,09	21	11	2,8	0,07	
Dezember 2021	42	30	0,08	< 0,04	1,2	0,07	2,1	0,9	2,9	15	0,38	54	7	1,9	0,04	
Januar 2022	30	27	0,07	< 0,03	1,7	0,07	2,2	0,9	3,1	20	0,48	52	6	1,4	0,03	
Februar 2022	24	24	0,07	< 0,03	5,8	0,15	4,3	2,8	6,8	35	1,6	107	< 5	0,91	0,02	
März 2022	44	42	0,09	0,06	0,49	0,05	1,9	< 0,5	1,9	13	0,21	39	6	1,9	0,05	12
April 2022	43	36	0,09	0,06	1,1	0,06	2,2	0,8	2,9	13	0,26	44	8	1,8	0,05	12
Mai 2022	58	43	0,10	0,07	0,77	0,06	2,4	0,7	3,9	10	0,20	57	8	2,7	0,07	28
Juni 2022	67	42	0,10	0,09	0,63	0,06	2,1	0,6	3,7	8	0,17	45	8	3,0	0,07	12
Juli 2022	68	40	0,10	0,09	0,48	0,05	2,2	< 0,5	3,6	7	0,11	42	5	2,5	0,08	7
August 2022	68	36	0,09	0,10	0,50	0,05	2,1	< 0,5	3,1	7	0,12	50	8	2,5	0,07	20
September 2022	66	37	0,10	0,09	0,37	0,03	2,0	< 0,5	2,5	5	0,09	33	7	2,4	0,07	5
Oktober 2022	63	40	0,09	0,08	0,28	0,03	1,7	< 0,5	2,2	5	0,08	26	8	2,3	0,07	1
Winterhalbjahr	40	33	0,08	< 0,05	1,8	0,07	2,4	1,0	3,4	17	0,50	53	7	1,8	0,04	12
Sommerhalbjahr	65	40	0,10	0,09	0,50	0,05	2,1	< 0,5	3,2	7	0,13	42	7	2,5	0,07	12
Abflussjahr 2022	53	36	0,09	0,07	1,1	0,06	2,2	0,7	3,3	12	0,31	47	7	2,2	0,06	12
Kalenderjahr 2022	55	37	0,09	0,07	1,1	0,06	2,2	0,7	3,2	12	0,30	47	7	2,4	0,06	12
Abflussjahr 2021	53	36	0,09	0,07	0,88	0,06	2,1	0,6	2,9	13	0,26	46	7	2,4	0,06	13

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

Allgemeine Kenngrößen

Trotz der niedrigen Abflüsse im trockenen Sommerhalbjahr 2022 lag der mittlere Abfluss am Pegel Hattingen mit 60,3 m³/s etwas über dem Durchschnittswert von 55,7 m³/s des vorherigen Abflussjahres. Ausschlaggebend dafür waren aber einzig die gegenüber dem Jahr 2021 höheren Winterabflüsse. So lagen die Monatsmittel vor allem im Januar und Februar 2022 weit über 100 m³/s. Das Maximum von 445 m³/s als

Tagesmittelwert trat am 22. Februar 2022 auf. Im Zeitraum zwischen Mai und Oktober 2022 ergaben sich dagegen durchgehend Monatsmittel auf einem sehr niedrigen Niveau von 20,1 bis 27,6 m³/s. Das Jahresminimum von 16,9 m³/s wurde dabei am 04. Juli 2022 gemessen. Somit lag der mittlere Abfluss des Sommerhalbjahrs 2022 (22,8 m³/s), wie auch schon in den Jahren 2018-2020, deutlich unter den mittleren Sommerabflüssen im langjährigen Jahresvergleich (2008-2017: 30,8 m³/s bis 44,5 m³/s, (Bild 3.3)). Diese Abflussverhältnisse können beim Konzentrationsverlauf von Parametern eine entscheidende Rolle spielen.

Die mittleren Wassertemperaturen des Winterhalbjahrs 2021/2022 blieben außer im April unter 10 °C und bewegten sich auf dem Niveau der letzten 15 Jahre. Auffällig waren die milden Wassertemperaturen im Winter, vor allem im Januar und Februar. Dies spiegelt sich auch im vergleichsweise hohen Tagesminimum wider, welches Ende Dezember und Mitte Februar 5,1 °C betrug. Aufgrund des heißen Sommers kam es vor allem in den Monaten Juli und August an fast allen Probenahmetagen zu Wassertemperaturen über 20 °C. Das Tagesmaximum wurde mit 23,8 °C am 20. Juli 2022 verzeichnet.

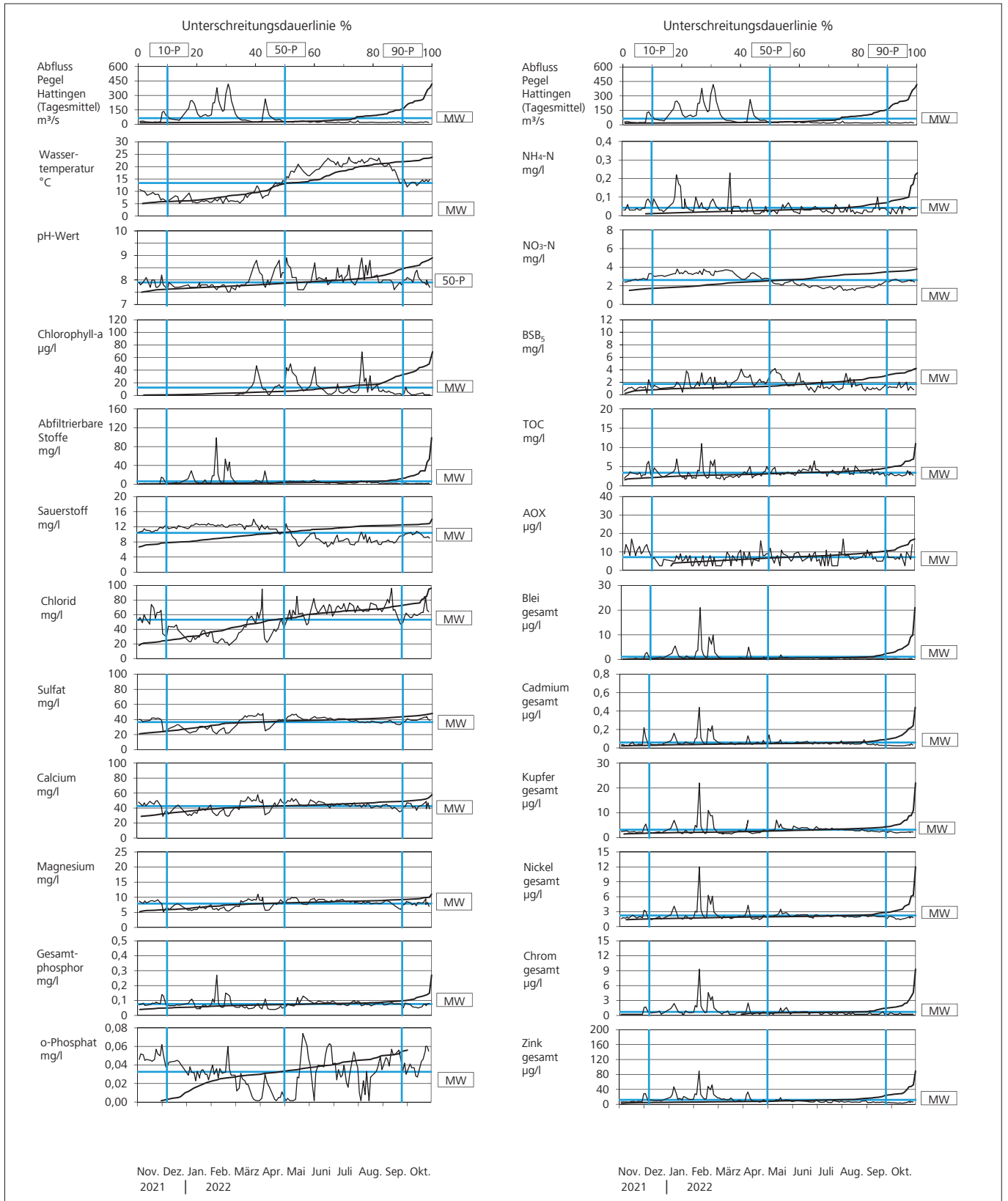


Bild 3.1: Ganglinien und Unterschreitungsdauerlinien verschiedener Kenngrößen, Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Abflussjahr 2022
 Fig. 3.1: Time-variation curves and curves showing the durations below limit for selected parameters, Ruhr at Essen-Rellinghausen in the water year 2022

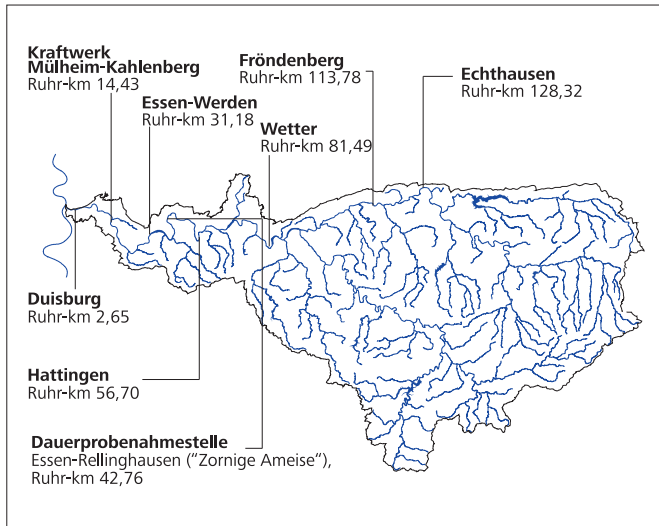


Bild 3.2: Lage der Gewässerüberwachungsstationen an der Ruhr
 Fig. 3.2: Location of water quality monitoring stations along the Ruhr

Die pH-Werte wiesen mit Werten zwischen pH 7,5 (während der abflussreichen Zeit im Winterhalbjahr) und pH 8,9 (während der Maxima der Algenentwicklung im Frühjahr und Sommer) eine vergleichsweise moderate Spannweite auf. Analog zum Verlauf der Chlorophyll-a-Konzentrationen, sind die auffälligsten Schwankungen in den Monaten März bis Mai zu erkennen. Die detaillierte Beschreibung der Chlorophyllgehalte und der Auswirkungen biologischer Prozesse auf die Verhältnisse in der Ruhr bleibt dem Kapitel 5 vorbehalten.

Die Konzentrationen der Abfiltrierbaren Stoffe sowie die hier nicht dargestellte Trübung erhöhten sich lediglich bei Anstieg des Abflusses. Die jeweiligen Höchstwerte von 98,8 mg/l und 104 FNU wurden Anfang Februar 2022 gemessen. Wie auf die Trübung wirkt sich das Abflussgeschehen auch entscheidend auf die Elektrische Leitfähigkeit (nicht grafisch dargestellt) aus. So fiel der Spitzenwert der Elektrischen Leitfähigkeit am 24. Oktober 2022 mit 631 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in eine Zeit niedriger Abflüsse um 20 m^3/s . Das Minimum von 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ wurde am 23. Februar 2022 bei einem Abfluss von 360 m^3/s gemessen. Bemerkenswert ist, dass die mittlere Elektrische Leitfähigkeit trotz der über Monate andauernden Trockenperiode im Jahr 2022 innerhalb der mehrjährigen Schwankungsbreite lag.

Sauerstoffhaushalt

Durch die seit Anfang dieses Jahrhunderts stark zurückgegangene planktische Primärproduktion in der Ruhr haben sich die trophischen Folgen der Photosynthese sowie des mikrobiellen Abbaus und der Atmung für den Sauerstoffhaushalt deutlich reduziert (siehe Kapitel 5). Sowohl hohe Übersättigungen im Ruhrwasser als auch für die aquatische Fauna lebensbedrohliche Sauerstoffmangelsituationen, die früher Belüftungen der Ruhr erforderlich machten, gehören heutzutage der Vergangenheit an.

Die im Abflussjahr 2022 an der Station Rellinghausen gemessenen Werte (Bild 3.1) zeigen den typischen Jahresverlauf, bei dem die Sauerstoffkonzentrationen des Sommerhalbjahres etwas niedriger sind als im Winterhalbjahr. Es wurden - trotz der hohen Temperaturen in den Sommermonaten - keine Auffälligkeiten beobachtet.

Die prozentuale Verteilung der Sauerstoffwerte im Abflussjahr 2022 in der unteren Ruhr an den Gewässergüte-Überwachungsstationen Hattingen, Essen-Werden sowie an der Probenahmestelle in Essen-Rellinghausen ist in Bild 3.4 dargestellt. Die Gewässergüte-Überwachungsstation Duisburg, die in früheren Ruhrgüteberichten mit abgebildet war, konnte für das Berichtsjahr nicht dargestellt werden, weil die Messstation nach dem Hochwasser 2021 defekt war.

Die prozentualen Anteile der Messwerte mit Sauerstoffkonzentrationen unterhalb von 7 mg/l Sauerstoff lagen an den Mess-

Tabelle 3.3: Einrichtungen der Gewässer-Überwachungsstationen an der Ruhr

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

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



Bild 3.3: Untere Ruhr
Fig. 3.3: Lower Ruhr

stationen Essen-Werden und -Rellinghausen nur bei 2 bis 3 %. An der Gewässergüte-Überwachungsstation Hattingen waren es 7,6 %. Hier trat am 22. Mai das Minimum von 5,5 mg/l O₂ auf, was noch ein unkritischer Wert ist und bedeutet, dass sich die guten bis sehr guten Sauerstoffverhältnisse der letzten Jahre, die sich aufgrund geringer organischer Belastung des Ruhrwassers und kaum noch vorhandener planktischer Primärproduktion eingestellt haben, auch im Jahr 2022 fortsetzen.

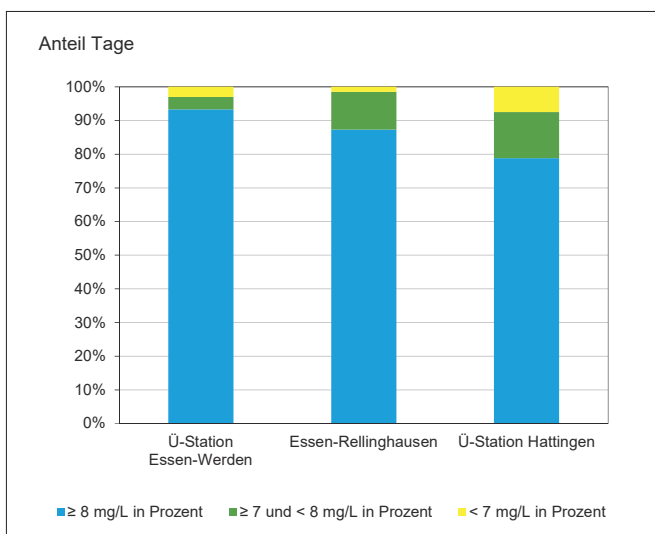


Bild 3.4: Zeitliche Verteilung der Sauerstoffgehalte in der unteren Ruhr, Abflussjahr 2022
Fig. 3.4: Temporal distribution of oxygen levels in the lower Ruhr, water year 2022

Mineralische Inhaltsstoffe

Erwartungsgemäß sind die Gehalte von **Chlorid** und **Sulfat**, in Korrelation mit den dauerhaft niedrigen mittleren Abflüssen im Sommerhalbjahr 2022, von Frühjahr bis Herbst zu meist im höheren Bereich. Die Konzentrationen des Abflussjahres 2022 liegen innerhalb der mehrjährigen Schwankungsbreite. Die diesjährigen Durchschnittskonzentrationen betragen 53 mg/l Chlorid bzw. 36 mg/l Sulfat.

Die beiden Anionen Fluorid und Bromid (nicht grafisch dargestellt) lagen mit Mittelwerten von 0,09 bzw. 0,07 mg/l in den gleichen Konzentrationsbereichen wie im Vorjahr.

Auch die Erdalkalimetallkationen Calcium und Magnesium (nicht tabellarisch dargestellt) werden durch das Abflussgeschehen beeinflusst. So waren die Konzentrationen im Jahresdurchschnitt mit 43 mg/l Ca und 7,9 mg/l Mg mit denen des Vorjahrs fast identisch und lagen etwas höher als die Werte der langjährigen Betrachtung. Mit einem mittleren Härtegrad von 1,4 mmol/l ist das Wasser gerade noch als „weich“ einzustufen.

Nährstoffe

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

Wie im Jahr zuvor betrug der mittlere Gehalt für Gesamt-Phosphor (TP) 0,08 µg/l. Die höchste Konzentration von 0,27 mg/l TP trat im Februar nach einem Regentag auf und geht mit einem auffällig hohen Wert für die Abfiltrierbaren Stoffe einher, eine erwartbare Beobachtung, die vermutlich auf Sedimentmobilisierung, Abschwemmung von umliegenden Flächen oder Mischwassereinleitung zurück zu führen ist.

Anhand des im Wasser gelösten Phosphoranteils, dem ortho-Phosphat-Phosphor (o-PO₄-P), lässt sich der Konsum von Phosphor durch das Phytoplankton erkennen. Während der Frühjahrsentwicklung, die mit einer steigenden Chlorophyll-a-Konzentration korrespondiert, wurde der Tiefstwert von 0,003 mg/l o-PO₄-P mehrmals erreicht. Im Durchschnitt betrug die Konzentration 0,03 mg/l o-PO₄-P.

Der mittlere Nitrat-Stickstoffgehalt (NO₃-N) lag mit 2,6 mg/l im mittleren Bereich der mehrjährigen Schwankung. Die Maximalgehalte mit bis zu 3,8 mg/l traten im Winterhalbjahr bei Wassertemperaturen von unter 6 °C auf, welche die Geschwindigkeit von Denitrifikationsprozessen im Gewässersediment verminderten. Durch die erhöhte Denitrifikation im Sommerhalbjahr nahmen die Nitrat-Stickstoffkonzentrationen wieder ab. Das Jahresminimum wurde im August 2022 mehrmals mit 1,5 mg/l NO₃-N gemessen.

Das niedrige Konzentrationsniveau für Ammonium-Stickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$) der letzten Jahre wurde mit einem mittleren Gehalt von 0,04 mg/l auch im Abflussjahr 2022 bestätigt. In den kälteren Wintermonaten traten erhöhte Konzentrationen von bis zu 0,23 mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$ auf. Des Weiteren wurde im September 2022 ein Wert von 0,1 mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$ registriert, der vermutlich mit einem mehrtägigen Regenereignis nach einer langer Trockenperiode zusammenhing. 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.

Organische Summenparameter

Zur Beurteilung des Wassers der Ruhr hinsichtlich der organischen Belastung werden mehrere Summenparameter herangezogen. Dazu gehören der Biochemische Sauerstoffbedarf (BSB_5), die chemische Oxidierbarkeit mittels Kaliumdichromat als Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB), der Organisch Gebundene Kohlenstoff (TOC), der Spektrale Absorptionskoeffizient (SAK) bei 254 nm und die Adsorbierbaren Organisch Gebundenen Halogene (AOX).

Der BSB_5 (ohne ATH) lag im Abflussjahr 2022 mit durchschnittlichen 1,7 mg/l im langjährigen Mittel. Im Sommerhalbjahr stieg der BSB_5 während des Frühjahrsmaximums der Algenentwicklung von März bis Mai bis auf 4,2 mg/l an.

Der Spitzenwert für den **TOC** von 11 mg/l wurde einen Tag nach einem Regenereignis, während einer Abflussspitze im Februar gemessen. Im Übrigen bewegten sich die Konzentrationen für TOC sowie für CSB (nicht grafisch dargestellt) im Bereich der mehrjährigen Schwankung.

Die verschiedenen organischen Halogenverbindungen, die durch die Einleitung gereinigter kommunaler Abwässer und über diffuse Quellen in die Fließgewässer gelangen, werden durch den Summenparameter AOX erfasst. Die AOX-Werte in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen lagen im langjährigen mittleren Bereich und bewegten sich im Abflussjahr 2022 zwischen < 5 und 17 $\mu\text{g/l}$. Der Mittelwert lag bei 7 $\mu\text{g/l}$.

Schwermetalle

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

Die **Bleikonzentrationen** in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen sind stark vom Abflussgeschehen abhängig. So trat der Spitzenwert von 21 $\mu\text{g/l}$ Pb_{ges} in der unfiltrierten Probe beim Abflussanstieg am 07. Februar 2022 auf (Bild 3.1). Der Durchschnittswert von 1,1 $\mu\text{g/l}$ lag auf dem Niveau der Vorjahre. Die Bleiwerte in den filtrierten Proben schwankten stark innerhalb des gängigen Bereichs der letzten Jahre mit Spitzenwerten in abflussarmen Zeiträumen, aber auch bei Ereignissen mit kurzfristig hohem Abfluss. Der Jahresmittelwert von 0,09 $\mu\text{g/l}$ Pb_{filtr} ist im mehrjährigen Vergleich eher niedrig.

Auch die **Cadmiumkonzentrationen** zeigten eine Abflussabhängigkeit. So traten die zwei höchsten Cd_{ges} -Konzentrationen mit 0,44 $\mu\text{g/l}$ und 0,24 $\mu\text{g/l}$ bei den Abflussanstiegen im Februar 2022 auf (Bild 3.1). Die Cadmiumkonzentrationen der filtrierten Proben bewegten sich im Abflussjahr 2022 mehrheitlich auf einem unauffälligen Niveau mit einer Ausnahme am 01. Dezember 2021 (Maximalwert: 0,17 $\mu\text{g/l}$) zum Zeitpunkt einer Abflussspitze. Die arithmetischen Jahresmittel liegen innerhalb der mehrjährigen Schwankung und betragen 0,06 $\mu\text{g/l}$ Cd_{ges} und 0,03 $\mu\text{g/l}$ Cd_{filtr} .

Kupfer kann auf sehr unterschiedliche Arten in die Gewässer gelangen. Für die Kupferbelastung der Ruhr sind gewerblich industrielle Emissionen ebenso zu betrachten wie Einträge z. B. aus Kupferleitungen über häusliche Abwässer. Im Vergleich zu den Konzentrationen der letzten Dekade blieb der Kupfergehalt deutlich darunter und erreichte im diesjährigen Berichtszeitraum mit einem Durchschnittswert von 3,2 $\mu\text{g/l}$ Cu ähnlich wie im letzten Jahr wieder ein niedriges Niveau. Das Maximum von 22 $\mu\text{g/l}$ Cu wurde bei dem hohen Abfluss am 07. Februar 2022 gemessen (Bild 3.1).

Die Belastung der Ruhr mit **Nickel** wird im Wesentlichen durch Emissionen aus metallbe- und verarbeitenden Betrieben beeinflusst. Wie bei den übrigen Schwermetallen traten dennoch für Nickel höhere Werte an den abflussreichen Tagen auf, vermutlich hervorgerufen durch Sedimentaufwirbelung. Das Maximum von 12 $\mu\text{g/l}$ Ni_{ges} wurde während der Abflussspitze am 07. Februar 2022 festgestellt. Der Höchstgehalt für die filtrierte Probe betrug 2,5 $\mu\text{g/l}$ Ni_{filtr} . Die Durchschnittswerte lagen mit 2,2 $\mu\text{g/l}$ Ni_{ges} und 1,7 $\mu\text{g/l}$ Ni_{filtr} wie in den Vorjahren auf einem sehr niedrigen Niveau.

Der **Chromgehalt** (nicht grafisch dargestellt) spielt in der Ruhr seit vielen Jahren keine große Rolle mehr. Die höchste Konzentration von 9,3 $\mu\text{g/l}$ Cr_{ges} wurde während der Abflussspitze am 07. Februar 2022 registriert. Der Durchschnittswert betrug 0,7 $\mu\text{g/l}$ Cr_{ges} und liegt somit im Bereich der niedrigen Werten der letzten Jahre.

Quecksilber (nicht grafisch dargestellt) ist im Einzugsgebiet der Ruhr in der Wasserphase ohne Bedeutung. Die höchste Konzentration von 0,021 $\mu\text{g/l}$ Hg wurde während hoher Abflüsse Anfang 2022 gemessen. Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze für Quecksilber von 0,005 $\mu\text{g/l}$ lagen lediglich in 12 % der Wasserproben vor.

Zink ist von Natur aus nur in sehr geringen Konzentrationen im Wasser enthalten. Der größte Teil gelangt durch anthropogene Verunreinigungen in die Gewässer. So kann das Metall aus verzinkten Rohren und Regenrinnen herausgelöst werden. In der Ruhr spielen allerdings vor allem geogene Belastungen aus Grubenwässern des ehemaligen Erzabbaus im Oberlauf der Ruhr eine wichtige Rolle. Wie bei den restlichen Metallen traten für Zink erhöhte Gehalte während Abflussspitzen auf. So wurde für Zink der Maximalwert von 89 µg/l während des hohen Abflusses am 07. Februar 2022 gemessen. Mit einer Durchschnittskonzentration von 12 µg/l Zn wurde im Abflussjahr 2022 eine vergleichsweise niedrige Konzentration erreicht.

Ergebnisse der wöchentlichen Ruhruntersuchungen

Das Bild 3.5 zeigt die Summenhäufigkeitskurven der Untersuchungsergebnisse relevanter Parameter für die organische Belastung (CSB) und die Nährstoffbelastung (NH₄-N, TP) an den zwei Probenahmestellen Wildshausen (obere Ruhr) und Zornige Ameise (untere Ruhr) für die fünf Dekaden von 1970 bis 2020 und für das aktuelle Abflussjahr. Es ist offensichtlich, dass sich die in den 1970er Jahren merkbare Belastung der Ruhr deutlich vermindert hat. Die Summenhäufigkeiten liegen für das Jahr 2022 größtenteils innerhalb der bisherigen Schwankungsbreite und häufig in der Nähe der Kurve für die letzte Dekade. Mit den Gehalten vor dem Jahrhundertwechsel

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

Ergebnisse der physikalisch-chemischen Ruhrlängsuntersuchungen

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

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

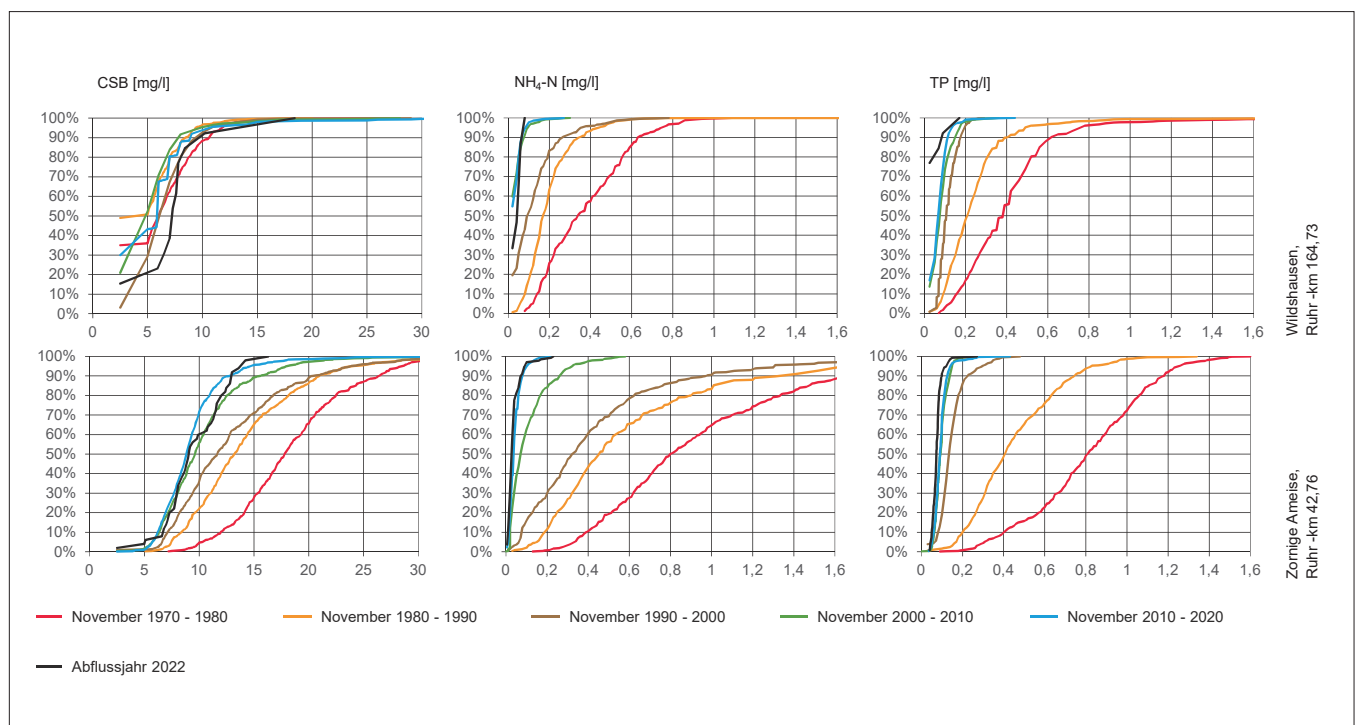


Bild 3.5: Ruhrwasserbeschaffenheit nach den Ergebnissen der wöchentlichen Ruhruntersuchung, dargestellt als Summenhäufigkeiten für unterschiedliche Perioden. Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze werden als halbe Bestimmungsgrenze dargestellt.
 Fig. 3.5: Ruhr water condition according to the results of weekly examinations, shown as cumulative frequencies for different periods. Results below the limit of quantification are shown as half of the limit of quantification.

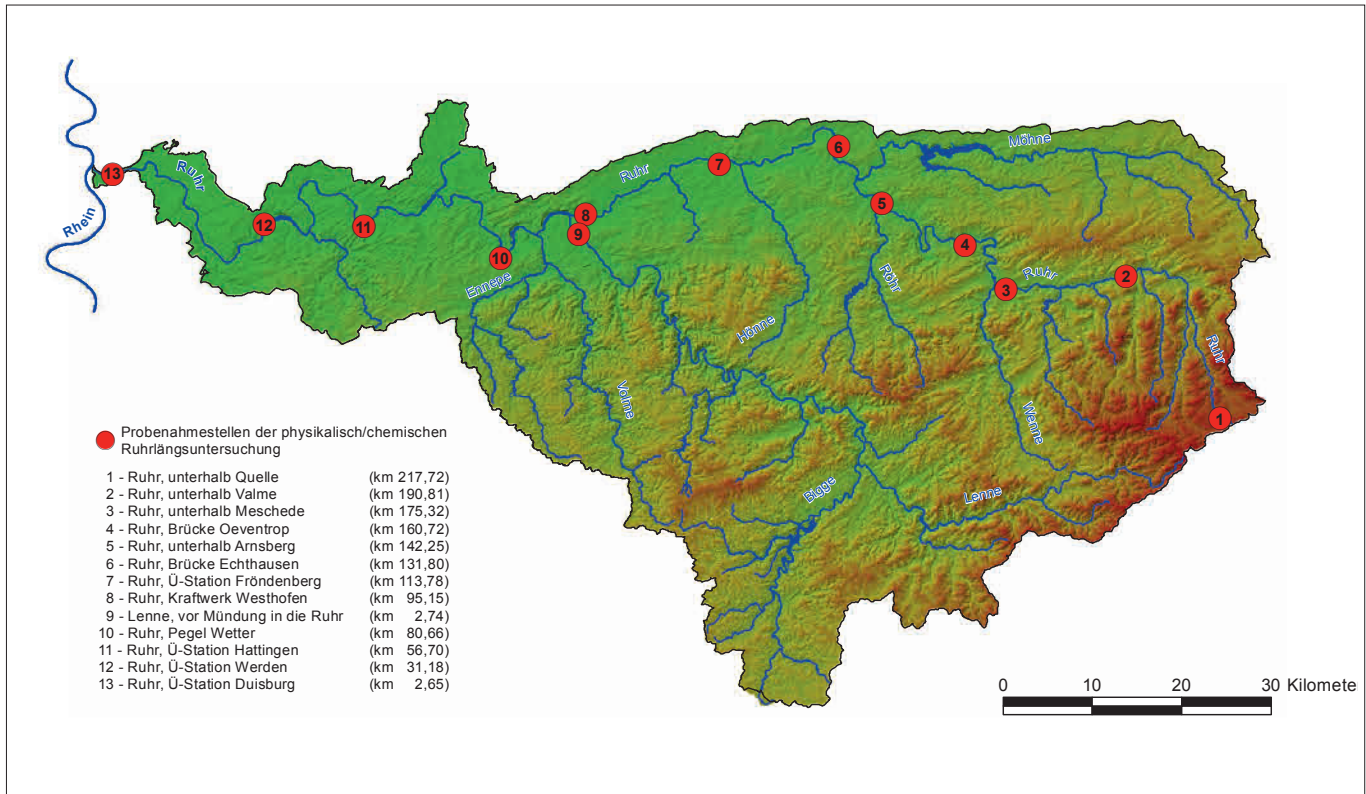


Bild 3.6: Geografische Lage der 13 Probenahmestellen der Ruhrlängsuntersuchungen
 Fig. 3.6: Location of the 13 sampling points for quality monitoring along the Ruhr
 Quelle/Source: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2008

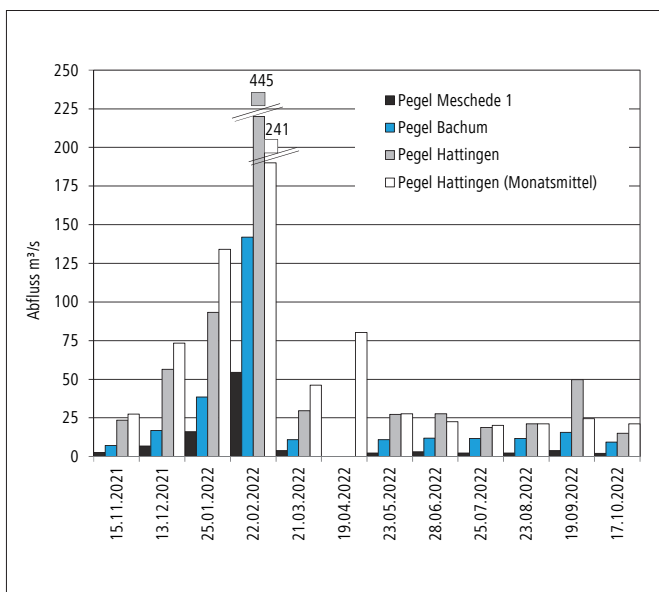


Bild 3.7: Abflüsse an den Pegeln Meschede 1, Bachum und Hattingen an den Probenahmestellen des Abflussjahres 2022 (Tagesmittelwerte)
 Fig. 3.7: Ruhr runoff at the gauging stations Meschede, Bachum and Hattingen at the sampling points of 2022 (daily means)

In Bild 3.7 sind die **Abflusstagesmittelwerte** der Ruhrpegel Meschede 1, Bachum und Hattingen an den zwölf Untersuchungsterminen sowie die Monatsmittelwerte am Pegel Hattingen im Abflussjahr 2022 dargestellt. Der mittlere Abfluss am Pegel Hattingen an den Untersuchungstagen lag im Abflussjahr ca. 20 % über dem Jahresmittelwert an diesem Pegel. Höhere Abweichungen der Abflüsse an den Messtagen von bis zu 50 % vom durchschnittlichen Monatsmittel waren im September und Februar 2022 zu verzeichnen, als wechselnde Abflüsse auf einem hohen Niveau auftraten. Die Probenahme im April 2022 fand nicht statt. Im November 2021 und ab März 2022 sowie in den folgenden Sommermonaten lagen aufgrund der ungewöhnlich langandauernden Trockenheit sowohl niedrige mittlere Monats- als auch Tagesabflüsse an allen drei Pegeln vor.

In Bild 3.8 sind die statistischen Daten der untersuchten Kenngrößen für das Abflussjahr 2022 und die Abflussjahre 2002 bis 2022 dargestellt. Die grauen Linien repräsentieren 10 und 90-Perzentile, die rote Linie die arithmetischen Mittelwerte der langjährigen Betrachtung. Die Minima und Maxima für das Jahr 2022 entsprechen den Endpunkten der Linien. Das arithmetische Mittel des Berichtsjahrs wird durch den schwarzen Punkt abgebildet.

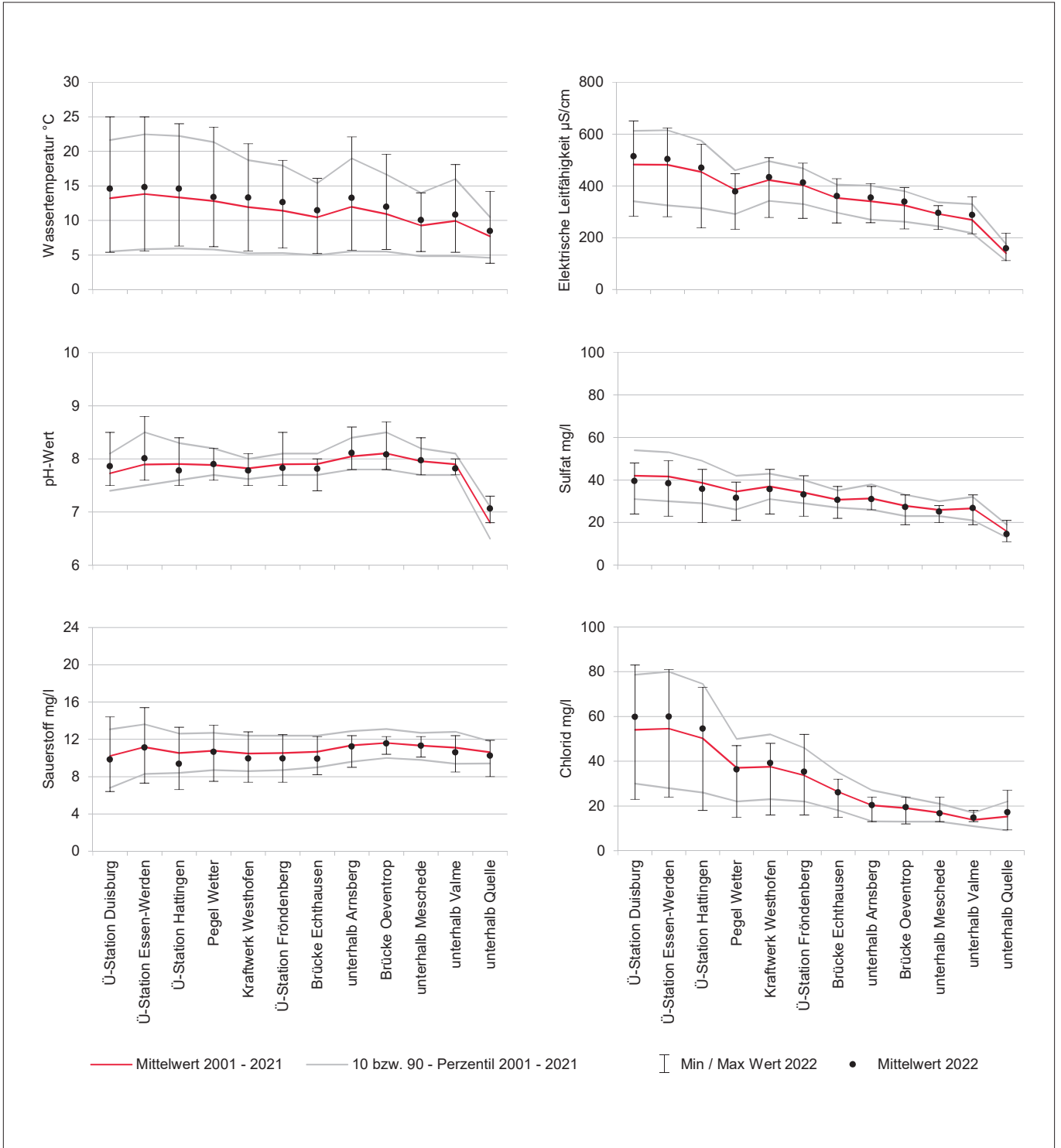


Bild 3.8: Ruhrlängsuntersuchungen im Abflussjahr 2022, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen
 Fig. 3.8: Examinations along the Ruhr during the runoff year 2022, statistical data of selected parameters

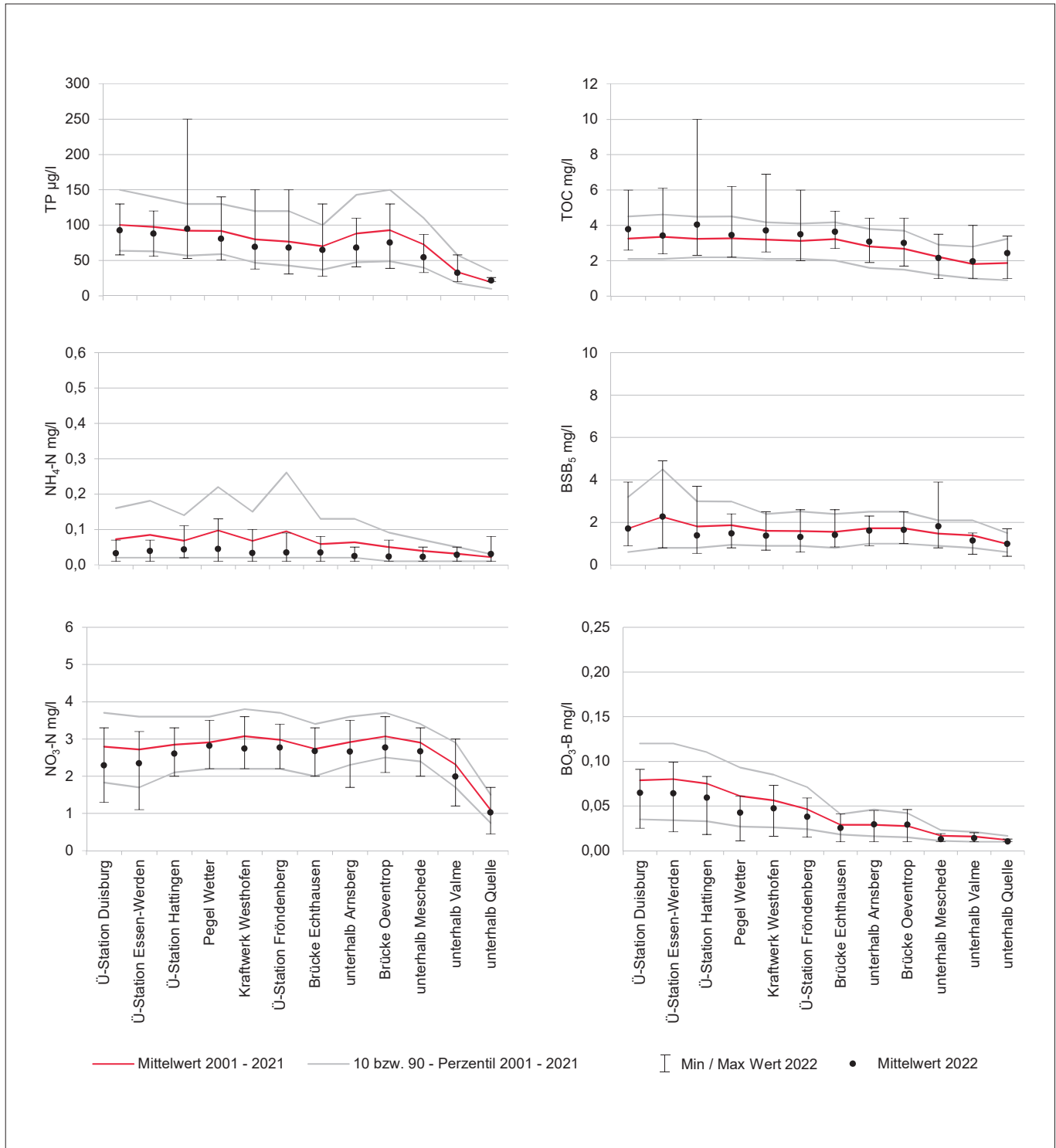


Bild 3.8: Ruhrlängsuntersuchungen im Abflussjahr 2022, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen
 Fig. 3.8: Examinations along the Ruhr during the runoff year 2022, statistical data of selected parameters

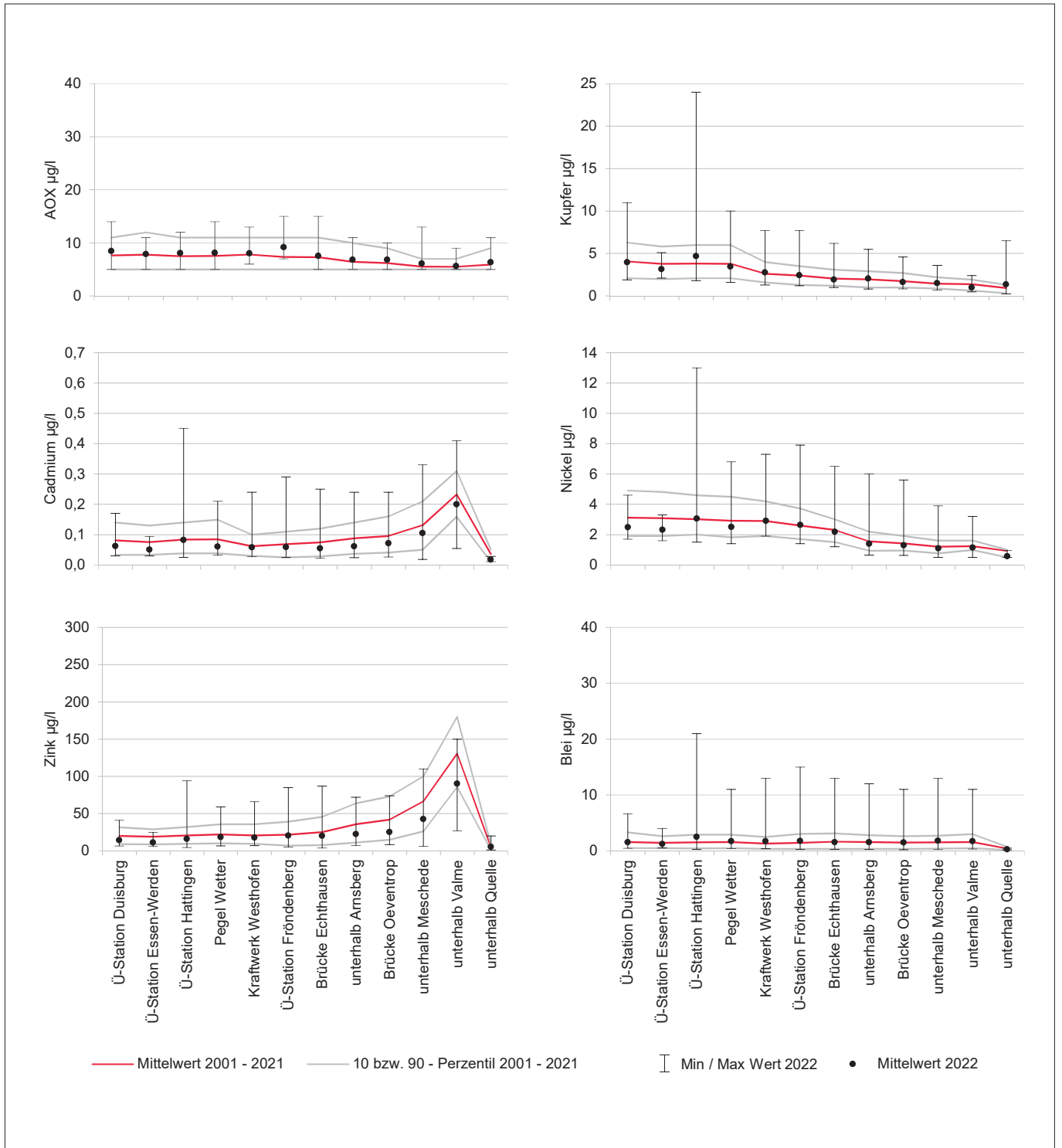


Bild 3.8: Ruhrlängsuntersuchungen im Abflussjahr 2022, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen
 Fig. 3.8: Examinations along the Ruhr during the runoff year 2022, statistical data of selected parameters

Allgemeine physikalisch-chemische Kenngrößen

Die durchschnittliche **Wassertemperatur** in der Ruhr lag über die gesamte Fließstrecke oberhalb der jeweiligen langjährigen Mittelwerte. Der größte Temperaturunterschied mit 1,4 °C war an der Probenahmestelle Kraftwerk Westhofen zu verzeichnen. Im Fließverlauf der Ruhr ist ein Temperaturanstieg zu erkennen, der durch die längere Aufenthaltszeit des Wassers in den Stauseen Hengstey und Harkort hervorgerufen wird. Erkennbar ist auch der Einfluss des kühleren Wassers vom Auslauf der Möhnetalsperre, das kurz vor der Probenahmestelle Brücke Echthausen über die Möhne in die Ruhr fließt, wodurch die Temperatur um 1,8 °C abgesenkt wird.

Die Mittelwerte der **pH-Werte** im Jahr 2022 lagen im Vergleich zum langjährigen Mittel auf einem ähnlichen Niveau. Im Sommerhalbjahr führten an den Probenahmestellen Brücke Oeventrop, unterhalb Arnsberg und Überwachungsstation Wenden niedrige Abflüsse und hohe Strahlungsintensität zu einem größeren Makrophytenwachstum, wodurch die pH-Werte anstiegen und im Juli einen pH-Wert von pH 8,5 überschritten. Während der Phytoplanktonentwicklung traten im März an der Überwachungsstation Essen-Werden erhöhte Werte von pH 8,6 auf. Die mittleren pH-Werte waren jedoch unauffällig.

Sauerstoffhaushalt

Die mittleren **Sauerstoffkonzentrationen** lagen an allen Messstellen unter den durchschnittlichen Konzentrationen der langjährigen Betrachtung (Jahre 2002 bis 2021). Typischerweise sinkt im Sommer die Sauerstoffkonzentration an der Probenahmestelle in Echthausen durch die Vermischung mit dem sauerstoffärmeren Tiefenwassers aus der Möhnetalsperre. An den Überwachungsstationen Hattingen und Duisburg traten ebenfalls im Sommer Sauerstoffkonzentrationen unterhalb von 7 mg/l auf, die auf die sauerstoffzehrende Mineralisierung der zuvor gebildeten Biomasse zurückzuführen sind. Insgesamt zeigte die Ruhr hinsichtlich der Sauerstoffverhältnisse keine Auffälligkeiten.

Mineralische Inhaltsstoffe

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

Aufgrund der langandauernden Niedrigwasserverhältnisse wurden im gesamten Fließverlauf der Ruhr oft überdurchschnittliche Leitfähigkeiten gemessen. Dies spiegelt sich auch in den Mittelwerten wider, diese lagen durchgehend über denen der Vorjahre.

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

Während in der oberen und mittleren Ruhr die mittleren Gehalte für **Sulfat** und **Chlorid** sich auch bei niedrigen Abflüssen in den letzten Jahren kaum verändert haben, zeigten sich in der unteren Ruhr unterschiedliche Konzentrationsabhängigkeiten vom Abfluss. So lagen die Sulfatkonzentrationen ab der Messstation Hattingen unterhalb der Vorjahresmittelwerte. Die Chloridgehalte erfuhren dagegen bei niedrigen Abflüssen besonders unterhalb der Einleitungsstelle der Grubenwässer des ehemaligen Bergwerks „Robert Müser“ eine Konzentrationserhöhung. In geringer Ausprägung trifft dies auch für die Einleitungsstelle „Zeche Heinrich“ zu. Dennoch wurden die Grenzwerte für die Chloridkonzentrationen auch bei langen Trockenwetterperioden sicher eingehalten.

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

Borat-Bor

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

Nährstoffe

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

Die mittleren **Phosphorkonzentrationen** waren im Jahr 2022 mit Ausnahme der Probenahmestellen Ruhr unterhalb Quelle und Überwachungsstation Hattingen geringer als das Niveau der letzten Jahre. Jedoch kam es außer an den ersten drei Probenahmestellen zu mehrfachen Überschreitungen von 100 µg/l TP in der ungewöhnlich langandauernden Trockenperiode im Sommer sowie bei der vom hohen Abfluss geprägten Probenahme im Februar. Dabei wurde an der Überwachungsstation Hattingen am 21. Februar ein Maximalwert von 250 µg/l TP gemessen. Der für die Primärproduktion wichtige Anteil an gelöstem Phosphor schwankte je nach Abflussgeschehen und Biomasseauf- bzw. -abbau. Über die gesamte Fließstrecke der Ruhr waren die durchschnittlichen **o-Phosphat-Phosphorkonzentrationen** im Berichtszeitraum niedrig. Lediglich an der Brücke in Echthausen und im Unterlauf der Ruhr wurden einmalig Werte von über 0,07 µg/l o-PO₄-P gemessen.

Die mittleren **Ammonium-Stickstoffkonzentrationen** lagen im Abflussjahr 2022 mit Ausnahme an der Probenahmestelle unterhalb Quelle in der gesamten Ruhr unter dem langjährigen Mittel. Gehalte oberhalb 0,1 mg/l wurden lediglich an den Probenahmestellen Kraftwerk Westhofen und Pegel Wetter am 19. September 2022 gemessen, als es nach wochenlanger Trockenheit zu einem Regenereignis kam. Aus dem gleichen Grund wurden auch an der Überwachungsstation Hattingen hohe Werte im Mai gemessen. Typischerweise steigen Nährstoffkonzentrationen in Folge von Regenereignissen nach Trockenperioden, was sowohl durch Mischwasserab-schlag als auch durch Sedimentmobilisierung und Abschwemmung von umliegenden Flächen hervorgerufen werden kann.

Die durchschnittlichen Ammonium-Stickstoffkonzentrationen lagen im Berichtszeitraum zwischen 0,02 und 0,05 mg/l. Die mittleren Gehalte für **Nitrat-Stickstoff** blieben im Berichtszeitraum an allen Messstellen unterhalb von 3,0 mg/l und bestätigten das niedrige Niveau der letzten Jahre.

Organische Summenparameter

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

Die mittleren **TOC**-Konzentrationen blieben in der gesamten Ruhr leicht über den Werten der langjährigen Betrachtung. Grund dafür waren die hohen Gehalte Mitte Februar 2022, die bei hohen Abflüssen auftraten. Dabei wurden die Höchstkonzentrationen mit 6,9 mg/l bei Kraftwerk Westhofen und 10 mg/l an der Überwachungsstation Hattingen nachgewiesen. Der BSB₅ zeigte kaum Auffälligkeiten. Hier blieben die Konzentrationen innerhalb der langjährigen Schwankungsbreite. Unterhalb des Baldeneysees an der Überwachungsstation Essen Werden trat das Maximum des BSB₅ mit 4,9 mg/l auf. Bis auf diese Messstelle sowie unterhalb Meschede blieb der BSB₅ in der gesamten Ruhr unterhalb der langjährigen Mittelwerte.

Die Gehalte für **AOX** liegen seit vielen Jahren auf einem niedrigen Niveau. Im Unterschied zum Vorjahr bewegten sich aber die mittleren AOX-Gehalte im Berichtszeitraum aber knapp oberhalb der langjährigen Mittelwerte und lagen in einem Bereich zwischen 5 und 15 µg/l.

Schwermetalle

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

An den Konzentrationen der hier abgebildeten Schwermetalle ist der Einfluss des erhöhten Abflusses am 21. bzw. 22. Februar 2022 deutlich zu erkennen. Die dadurch auftretenden Maximalkonzentrationen, insbesondere an der Probenahmestelle Überwachungsstation Hattingen waren zum Teil deutlich höher als die Maximalwerte der langjährigen Betrachtung. Allerdings wurden an der Probenahmestelle unterhalb der Quelle Maximalwerte nach einer monatelang andauernden Niedrigwasserphase am 19. September 2022 für die hier abgebildeten Metalle Nickel, Blei, Kupfer und Zink erreicht. 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. Die Durchschnittskonzentrationen der Metalle Cadmium, Nickel und Zink waren an allen Messstellen mit Ausnahme für Zink an der Probenahmestelle unterhalb Quelle geringer als die mittleren Gehalte der Vorjahre. Die mittleren Gehalte der beiden Parameter Kupfer und Blei lagen an der Probenahmestelle Überwachungsstation Hattingen und für Kupfer auch unterhalb Quelle oberhalb der langjährigen mittleren Konzentrationen.

Zusammenfassende Bewertung

Während sich die Grafiken und Tabellen im bisherigen Teil des Kapitels auf das Abflussjahr 2022 (November 2021 bis Oktober 2022) beziehen, wird für die nachfolgende Bewertung entsprechend den Vorgaben der OGewV das Kalenderjahr 2022 herangezogen. In der Tabelle 3.4 sind relevante Parameter, die entsprechend der OGewV und des Leitfadens NRW bewertet werden (siehe Kapitel 2), für die insgesamt 13 untersuchten Messstellen im Ruhrverlauf zusammengestellt. Ergänzend ist eine Bewertung für die Lennemündung aufgeführt. Für die Bewertung organischer Spurenstoffe wird auf das Kapitel 7 verwiesen.

Die Anforderung für den guten Zustand nach OGewV für die Wassertemperatur im Winter (Dezember 2021 bis März 2022) wurde Ende März an den Überwachungsstationen Hattingen und Essen Werden sowie an der Probenahmestellen Essen-

Tabelle 3.4: Bewertung der Ruhruntersuchungen des Jahres 2022 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW
 Table 3.4: Evaluation of water examinations in the water year 2022 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

LANUV Messstellen - Nummer	Gewässer	Probenahmestellen - Bezeichnung	Ruhr - km	Untersuchungen (n)	ACP													UQN				UQN					
					OGewV Anl. 7													OGewV Anl. 8				OGewV Anl. 6					
					Wassertemperatur	pH-Wert	Ammonium-Stickstoff	Gesamtposphor	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	140																							
Ruhrlängsuntersuchungen																											
400014	Ruhr	unterhalb Quelle	217,72	11																							
687560	Ruhr	unterhalb Valme	190,81	11																							
401201	Ruhr	unterhalb Meschede	175,32	11																							
687571	Ruhr	Brücke Oeventrop	160,72	11																							
	Ruhr	unterhalb Arnsberg	142,25	11																							
402102	Ruhr	Brücke Echthausen	131,80	11																							
	Ruhr	Ü-Station Fröndenberg	113,78	11																							
	Ruhr	Kraftwerk Westhofen	95,15	11																							
503253	Ruhr	Pegel Wetter	80,66	11																							
	Ruhr	Ü-Station Hattingen	56,70	11																							
	Ruhr	Ü-Station Essen-Werden	31,18	11																							
320754	Ruhr	Ü-Station Duisburg	2,65	11																							
Lenne																											
422903	Lenne	vor Mündung in die Ruhr	2,74	11																							

OGewV Flussgebietspezifische Schadstoffe, Ökologischer Zustand (Anl. 6)

OGewV Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (Anl. 7)

Leitfaden NRW (Anl. D4)

	sehr gut
	gut
	mäßig

* gesetzlich nicht verbindliche Stoffe, Leitfaden Anlage D4

OGewV Prioritäre Stoffe, Chemischer Zustand (Anl. 8)

	eingehalten
	nicht eingehalten
	nicht bewertet

Rellinghausen überschritten. Zu Überschreitungen der Qualitätsanforderungen von 20 bzw. 23 °C im Sommerhalbjahr kam es zwischen Juni und August an den gleichen Probenahmestelle sowie an der Probenahmestelle Pegel Wetter. Der vorgeschriebene pH-Wert von 8,5 wurde an der Brücke Oeventrop und unterhalb Arnsberg sowie zwischen den Messstellen Essen-Rellinghausen und Essen Werden in den algenreichen Zeiten überschritten. Die Mindestanforderung für die Sauerstoffkonzentration von 7,0 mg/l bzw. 8,0 mg/l wurde zwischen Mai und August an der Messstelle unterhalb Quelle,

den Überwachungsstationen Hattingen und Duisburg sowie in Essen-Rellinghausen wenige Male geringfügig unterschritten, was zu einer mäßigen Bewertung führt.

Die mittleren Konzentrationen für Chlorid und Sulfat lagen an den einzelnen Messstellen in einem Bereich zwischen 11 und 49 mg/l Sulfat bzw. 9,3 und 83 mg/l Chlorid. Die Anforderungen für den guten Zustand gemäß Anlage 7 der OGewV für Chlorid von 200 mg/l und Sulfat von 220 mg/l werden mit großem Abstand eingehalten. Da es für Fluorid (nicht darge-

stellt) keine Vorgaben in der Oberflächengewässerverordnung gibt, wird als Orientierungswert der Grenzwert von 1,5 mg/l der TrinkwV herangezogen, der an allen Messstellen weit unterschritten wird.

Der für die Beurteilung des ökologischen Zustands in der OGeWV definierte Orientierungswert von 3,0 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, die der Anforderung der Trinkwasserverordnung von 11,3 mg/l (50 mg/l Nitrat) entspricht, mit lokalen Mittelwerten von inzwischen sehr niedrigen 0,5 bis 3,6 mg/l erneut im gesamten Ruhrverlauf sehr sicher eingehalten. Schon seit vielen Jahren verbessert sich auch die Ammoniumsituation in der Ruhr. Im Jahr 2022 wurde an neun 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 0,17 µg/l Cd_{filtr.} die UQN von 0,15 µg/l Cd_{filtr.} allerdings überschritten wurde. Auf der weiteren Fließstrecke gehen die Gehalte wieder zurück und erreichen ein konstant niedriges Niveau.

Die Konzentrationen des gesetzlich nicht verbindlich geregelten Stoffes Chrom sowie der 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 2022 mit Ausnahme der Probenahmestelle unterhalb Quelle und den Über-

wachungsstationen Fröndenberg, Hattingen sowie Essen-Werden eine mäßige Bewertung vor. Mit Ausnahme der ersten vier Stellen im Fließweg der Ruhr wiesen auch die Kupferkonzentrationen eine mäßige Bewertung auf. Ebenso wurde der gute Zustand aufgrund des im Februar gemessenen Wertes von 6,1 mg/l für den Eisengehalt knapp verfehlt.

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

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

4 Monitoring der Ruhr und ihrer Nebengewässer gemäß EG-WRRL

Physikalisch-chemische Untersuchungen gemäß EG-WRRL

Gemäß Europäischer Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) sind Fließgewässer mit Teileinzugsgebieten größer 10 km² berichtspflichtig und somit im Rahmen des Gewässermonitorings hinsichtlich ihres Zustands zu untersuchen. Im Ruhrbezugsgebiet sind dies 122 Gewässer, die sich auf neun Planungseinheiten verteilen. Im Rahmen der Vereinbarung zwischen dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) und dem Ruhrverband zum gemeinsamen operativen Monitoring nach EG-WRRL wurden im Berichtszeitraum 58 Gewässer in neun Planungseinheiten untersucht. Dazu zählen die Planungseinheiten Möhne, obere Ruhr 2, obere Ruhr 1, mittlere Ruhr, obere Lenne, untere Lenne, Bigge, Volme sowie untere Ruhr. Schwerpunkte waren im Berichtszeitraum dabei die Planungseinheiten untere Ruhr, mittlere Ruhr und obere Ruhr 2. Der Ruhrverband beteiligte sich an 19 Gewässern mit insgesamt 42 Probenahmestellen. Die weiteren 64 Messstellen wur-

den vom LANUV bereits im Jahr 2021 untersucht. Im Bild 4.1 sind die Fließgewässer und die jeweiligen Messstellen in den Planungseinheiten kartografisch dargestellt. Dazugehörige Stammdaten sowie die entsprechenden Untersuchungshäufigkeiten sind Tabelle 4.1 zu entnehmen. In diesem Kapitel werden nur Parameter bewertet, die mindestens viermal im Jahr untersucht worden sind. In der Regel finden die Untersuchungen quartalsweise statt. Einige Parametergruppen, wie z. B. die Arzneimittelwirkstoffe, werden nur an zuvor vom LANUV festgelegten Stellen untersucht. In Tabelle 4.2 sind relevante Parameter enthalten, die nach den Kriterien der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) [4.1] und weiterer Anforderungen (siehe Kapitel 2, [4.2, 4.3]) bewertet wurden. In der rechten Spalte der Tabelle 4.2 sind ausgewählte Stoffe mit einer mäßigen Bewertung aufgeführt.

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

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

[4.2] Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW (Hrsg.): Leitfaden Monitoring Oberflächengewässer, <https://www.flussgebiete.nrw.de/node/7423>, Zugriff 3. April 2023

[4.3] <https://www.flussgebiete.nrw.de/monitoringleitfaden-oberflaechengewasser-anhang-d4-7724>, Zugriff 3. April 2023

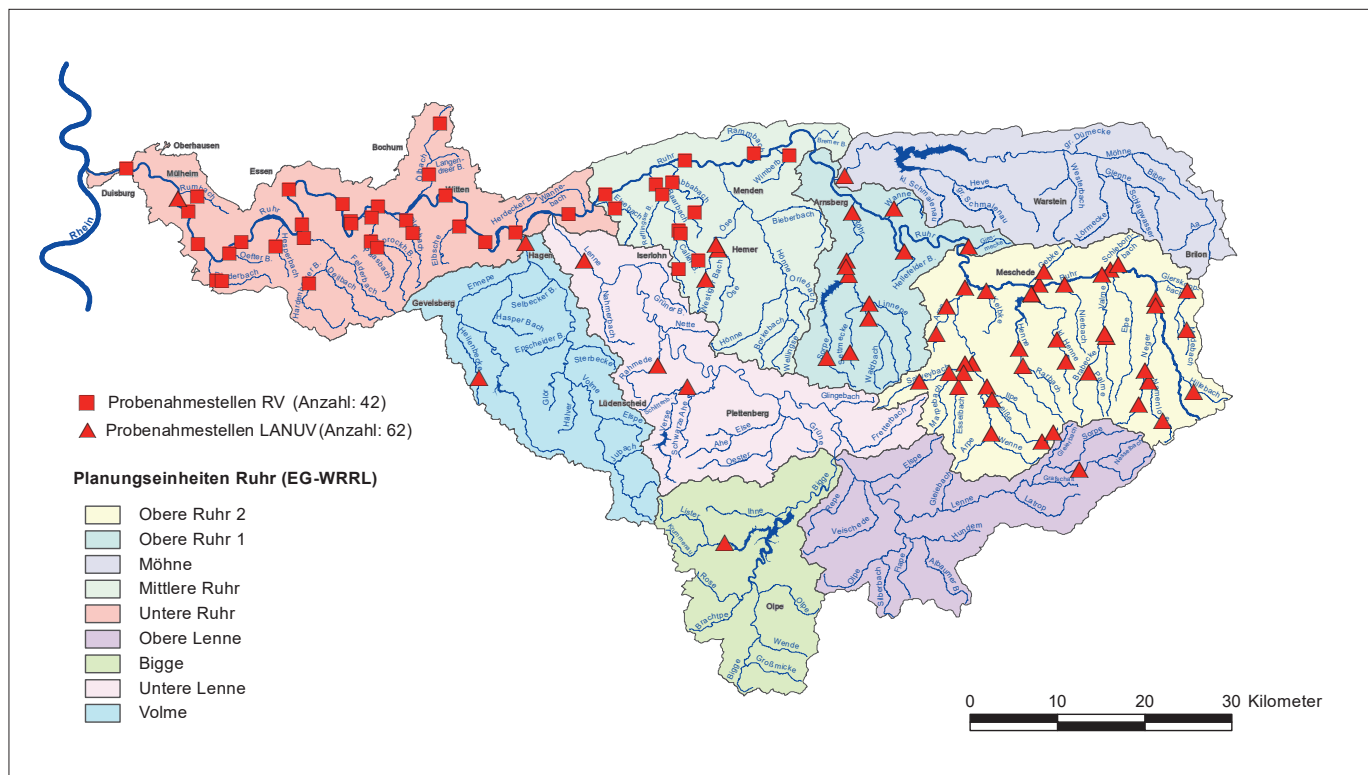


Bild 4.1: Lage der im Jahr 2021 und 2022 untersuchten Fließgewässer einschließlich der jeweiligen Probenahmestellen

Fig. 4.1: Location of the flowing waters monitored in 2021 and 2022 by Ruhrverband and LANUV including the respective sampling points

Quelle/Source: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2015

Tabelle 4.1: Ausgewählte Stammdaten der im Jahr 2021 und 2022 physikalisch-chemisch untersuchten Gewässer
 Table 4.1: Selected master data for the waters physico-chemically examined in 2021 and 2022

Gewässer	Gewässer- kennzahl	Gesamtfläche (AE0) km ²	Länge km	Messstellen Anzahl	Untersuchungen Anzahl
Planungseinheit 1000: Untere Ruhr ■					
Ruhr	276	651,0	99,0	14	56
Elbsche	276916	17,8	7,9	1	4
Ölbach	27692	53,4	13,4	2	8
Plessbach	276932	24,1	12,0	2	8
Sprockhöveler Bach	276942	13,9	11,2	1	4
Paasbach	27694	33,8	14,4	2	8
Hardenberger Bach	276962	35,0	13,2	1	4
Deilbach	27696	109,0	20,8	1	4
Hesperbach	276972	17,9	7,7	1	4
Oeffter Bach	276978	11,2	4,8	1	4
Rinderbach	27698	20,4	11,7	2	8
Ruhmbach	276994	11,5	7,4	1	4
Planungseinheit 1100: Volme ▲					
Volme	2768	428,0	50,5	1	4
Heilenbecke	276888	25,0	11,7	1	4
Planungseinheit 1200: Bigge ▲					
Lister	276646	70,0	19,0	1	4
Planungseinheit 1300: Untere Lenne ▲					
Lenne	2766	529,0	73,6	1	4
Verse	27668	79,8	24,6	1	4
Rahmede	276692	29,8	11,7	1	4
Planungseinheit 1400: Obere Lenne ▲					
Lenne	2766	457,0	55,5	1	4
Planungseinheit 1500: Mittlere Ruhr ■					
Ruhr	276	505,0	32,8	3	12
Wimerbach	27636	15,8	8,3	1	4
Rammbach	27638	18,0	7,0	1	4
Westiger Bach	276484	16,8	9,4	1	4
Öse	27648	63,6	19,6	2	8
Abberbach	27652	22,0	17,1	2	8
Caller Bach	276542	11,1	5,6	2	8
Refflingser Bach	276544	14,0	7,9	1	4
Baarbach	27654	53,1	17,6	3	12
Elsebach	27656	17,3	10,3	1	4
Planungseinheit 1600: Obere Ruhr 1 ▲					
Giesmecke	276174	10,1	6,3	1	4
Hellefelder Bach	276178	13,7	5,9	1	4
Wanne	2761794	11,2	8,8	1	4
Linnepe	276186	40,7	14,3	1	4
Settmecke	276184	18,6	9,9	1	4
Sorpe	276188	57,6	18,6	2	8
Röhr	27618	203,3	28,9	4	16

Tabelle 4.1: Ausgewählte Stammdaten der im Jahr 2021 und 2022 physikalisch-chemisch untersuchten Gewässer
 Table 4.1: Selected master data for the waters physico-chemically examined in 2021 and 2022

Gewässer	Gewässer- kennzahl	Gesamtfläche (AE0) km ²	Länge km	Messstellen Anzahl	Untersuchungen Anzahl
Planungseinheit 1700: Obere Ruhr 2 ▲					
Ruhr	276	740,0	53,0	2	8
Hillebach	276112	10,1	6,3	1	4
Medebach	2761162	10,1	5,8	1	4
Gierskoppbach	276116	35,1	11,9	1	4
Büre	2761144	15,2	10,3	2	8
Neger	276114	53,8	17,7	3	12
Schlebornbach	2761176	15,0	5,6	1	4
Elpe	276118	34,3	18,7	1	4
Brabecke	276122	32,4	13,6	1	4
Palme	2761222	10,5	6,3	1	4
Valme	27612	62,6	19,7	2	8
Nierbach	276134	19,3	10,1	1	4
Kleine Henne	276146	39,7	18,0	3	12
Rarbach	276142	13,9	8,3	1	4
Henne	27614	96,8	22,5	2	8
Gebke I	276152	13,6	7,6	1	4
Kelbke	276156	24,1	7,5	1	4
Ilpe	276166	12,6	8,3	1	4
Leiße	276164	23,2	13,9	3	12
Arpe I	2761696	19,6	8,7	1	4
Wenne	27616	218,0	31,1	2	8
Esselbach	2761684	26,6	10,4	2	8
Marpebach	2761682	15,7	9,1	1	4
Salweybach	276168	67,7	14,8	2	8
Arpe II	276162	17,4	7,3	2	8
Planungseinheit 1800: Möhne ▲					
Möhne	2762	468,6	65,1	1	4
Summe		5805,2	1110,0	104,0	416,0

■ Probenahmestellen RV

▲ Probenahmestellen LANUV

Planungseinheit untere Ruhr

Diese Planungseinheit (A_{EO} : 651 km²) zeichnet sich stark durch städtische und industrielle Prägung aus. Die Untersuchungen fanden in der Ruhr sowie in elf ihrer Nebengewässer an 29 Probenahmestellen statt. An den vier Probenahmestellen von der Ruhr-Brücke in Wetter (Fluss-km 80,55) bis zur Probenahmestelle unterhalb Hattingen (Fluss-km 56,94) wurde die Anforderung für die Wassertemperatur im August 2022 nicht eingehalten. Zudem führten erhöhte pH-Werte und Eisengehalte oberhalb Hattingen zu einer Überschreitung der jeweiligen Orientierungswerte. Oberhalb Pegel Hattingen wurde die Anforderung für den pH-Wert im Winterhalbjahr unterschritten. An allen vierzehn Messstellen in der Ruhr erfolgte für Kupfer eine mäßige Bewertung. Der gute Zustand für Zink konnte an acht der untersuchten Probenahmestellen nicht eingehalten

werden. An der Probenahmestelle Mülheim- Kahlenberg wurden die Qualitätsanforderungen für die Wassertemperatur Ende März und für den pH-Wert im April überschritten. Überschreitungen der nicht verbindlichen Orientierungswerte wurden für die Parameter Iopamidol, Iomeprol, Iopromid, Diclofenac und Metformin sowie sieben weitere Arzneimittelwirkstoffe festgestellt. Des Weiteren konnte die UQN für Benzo[a]pyren nicht einhalten werden. Die Gehalte der Pflanzenschutzmittel (PSM) lagen an allen vierzehn Stellen unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Alle weiteren gemessenen Parameter wie z. B aus der Gruppe der Nährstoffe sowie der mineralischen und organischen Inhaltsstoffe konnten an allen 14 Probenahmestellen in der Ruhr den guten bzw. sehr guten Zustand einhalten.

Tabelle 4.2: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2021 und 2022 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV Juni 2016) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW
 Table 4.2: Evaluation of water examinations in 2021 and 2022 based on the Surface Water Regulation (OGewV Juni 2016) and the appendices D4 and D5 of the "Guidelines on monitoring surface waters" issued by the State of North Rhine-Westphalia

LANUV Messstellen-Nummer	Gewässer	Probenahmestelle-Bezeichnung	Fluss-km	ACP OGewV Anl. 7										UQN OGewV Anl. 8						UQN OGewV Anl. 6			Weitere Stoffe aus den Anl. 6 und 8 der OGewV sowie gesetzlich nicht verbindliche Stoffe mit Bewertungen von mäßig * gesetzlich nicht verbindliche Stoffe, Leitfaden Anlage D4
				Wassertemperatur	pH-Wert	Ammonium-Stickstoff	Gesamtphosphor	Sauerstoff	Chlorid	TOC	Eisen	Blei gelöst	Cadmium gelöst	Nickel gelöst	Quecksilber	PFOS	Nitrat-Stickstoff	Kupfer*	Zink*	Selen gelöst	Silber gelöst	Thallium gelöst	
Planungseinheit 1000 - Untere Ruhr																							
505274	Ruhr	Westhofen, Bruchstrasse	96,06	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Amidotrizoensäure, Iohexol, Iomeprol, Iopamidol, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Valsartansäure	
503101	Ruhr	in Herdecke Ruhrbrücke	86,98	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Pyren, Amidotrizoensäure, Iohexol, Iomeprol, Iopamidol, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Valsartansäure	
503253	Ruhr	Brücke in Wetter	80,55	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Amidotrizoensäure, Iohexol, Iomeprol, Iopamidol, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Valsartan, Valsartansäure	
503605	Ruhr	oh Hattingen	61,45	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Benzo[<i>a</i>]anthracen, Benzo[<i>a</i>]pyren, Fluoranthen, Indeno[1,2,3- <i>cd</i>]pyren, Pyren, Acesulfam, Amidotrizoensäure, Iohexol, Iomeprol, Iopamidol, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Ibuprofen, Metformin, Valsartan, Valsartansäure	
503514	Ruhr	oh Pegel Hattingen	57,25	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Benzo[<i>a</i>]pyren, Acesulfam, Amidotrizoensäure, Iohexol, Iomeprol, Iopamidol, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Ibuprofen, Metformin, Valsartan, Valsartansäure	
503708	Ruhr	uh Hattingen	56,94	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Benzo[<i>a</i>]anthracen, Benzo[<i>a</i>]pyren, Pyren, Acesulfam, Amidotrizoensäure, Iohexol, Iomeprol, Iopamidol, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Ibuprofen, Metformin, Valsartan, Valsartansäure	
503800	Ruhr	Brücke Dahlhausen	51,36	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Acesulfam, Amidotrizoensäure, Iohexol, Iomeprol, Iopamidol, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Valsartansäure	
505262	Ruhr	Zornige Ameise bei Wasserwerk	43,04	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Pyren, Acesulfam, Amidotrizoensäure, Iohexol, Iomeprol, Iopamidol, Iopromid, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Desvenlafaxin, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Valsartan, Valsartansäure	

OGewV Flussgebietspezifische Schadstoffe, Ökologischer Zustand (Anl. 6)

OGewV Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (Anl. 7)

Leitfaden NRW (Anl. D4)

■ sehr gut
■ gut
■ mäßig

OGewV Prioritäre Stoffe, Chemischer Zustand (Anl. 8)

■ eingehalten
■ nicht eingehalten
■ nicht bewertet

Die Elbsche wurde in Wengern kurz vor der Mündung in die Ruhr (Fluss-km 77,2) beprobt. Mit Ausnahme des PSM-Metaboliten Metolachlor lagen die Konzentrationen der untersuchten Kenngrößen unter den jeweiligen Qualitätszielen. Die Probenahmen im Ölbach fanden bei Haus Holte (Fluss-km 10,61) und oberhalb der Kläranlage Ölbachtal (Fluss-km 3,38) statt. Das Gewässer wird stark durch Grubenwassereinlei-

tungen der Zeche Robert Müser geprägt. An beiden Messstellen führten erhöhte Nährstoffgehalte zu einer mäßigen Bewertung für Gesamtphosphor. Darüber hinaus kam es bei Haus Holte für den Parameter Orthophosphat-Phosphor und oberhalb der Kläranlage Ölbachtal für Ammoniumstickstoff und Ammoniak-Stickstoff zu Überschreitungen der jeweiligen Anforderungen. An beiden Messstellen konnten die nicht verbind-

Tabelle 4.2: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2021 und 2022 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV Juni 2016) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW
 Table 4.2: Evaluation of water examinations in 2021 and 2022 based on the Surface Water Regulation (OGewV Juni 2016) and the appendices D4 and D5 of the "Guidelines on monitoring surface waters" issued by the State of North Rhine-Westphalia

LANUV Messstellen -Nummer-	Gewässer	Probenahmestelle -Bezeichnung-	Fluss-km	ACP OGewV Anl. 7										UQN OGewV Anl. 8							UQN OGewV Anl. 6					Weitere Stoffe aus den Anl. 6 und 8 der OGewV sowie gesetzlich nicht verbindliche Stoffe mit Bewertungen von mäßig * gesetzlich nicht verbindliche Stoffe, Leitfaden Anlage D4	
				Wassertemperatur	pH-Wert	Ammonium-Stickstoff	Gesamtphosphor	Sauerstoff	Chlorid	TOC	Eisen	Blei gelöst	Cadmium gelöst	Nickel gelöst	Quecksilber	PFOS	Nitrat-Stickstoff	Kupfer*	Zink*	Selen gelöst	Silber gelöst	Thallium gelöst					
Planungseinheit 1000 - Untere Ruhr																											
505020	Ruhr	oh Baldeney See	38,41																								Pyren, Acesulfam, Amidotrizoesäure, Iohexol, Iomeprol, Iopamidol, Iopromid, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Desvenlafaxin, Diclofenac, Gabapentin, Ibuprofen, Metformin, Valsartan, Valsartansäure, Azithromycin
505043	Ruhr	uh Baldeneysee	27,95																								Pyren, Amidotrizoesäure, Iohexol, Iomeprol, Iopamidol, Iopromid, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Valsartan, Valsartansäure, Monobutylzinn
505067	Ruhr	uh Kettwiger Stau	21,00																								Pyren, Acesulfam, Amidotrizoesäure, Iohexol, Iomeprol, Iopamidol, Iopromid, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Valsartan, Valsartansäure
503812	Ruhr	an Mendener Brücke	16,87																								Benzo[a]pyren, Pyren, Acesulfam, Amidotrizoesäure, Iohexol, Iomeprol, Iopamidol, Iopromid, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Valsartan, Valsartansäure
22810	Ruhr	Mülheim- Kahlenberg	14,34																								Benzo[a]anthracen, Benzo[a]pyren, Benzo[ghi]perylen, Fluoranthen, Indeno[1,2,3-cd]pyren, Pyren, Acesulfam, Amidotrizoesäure, Iohexol, Iomeprol, Iopamidol, Iopromid
30004	Ruhr	Ruhr km 5,0	5,00																								Benzo[a]pyren, Pyren, Acesulfam, Amidotrizoesäure, Iohexol, Iomeprol, Iopamidol, Iopromid, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Valsartan, Valsartansäure
419400	Elbsche	in Wengern	0,76																								Metolachlor ESA
518906	Ölbach	bei Haus Holte	10,61																								Orthophosphat-Phosphor, Barium, Benzo[a]pyren, Indeno[1,2,3-cd]pyren, Pyren, Metazachlor ESA
519005	Ölbach	oh KA Ölbachtal	3,38																								Ammoniak-N, Barium, Bor, Benzo[a]pyren, Fluoranthen, Pyren, Acesulfam, Ibuprofen, Metformin, Metazachlor ESA
519303	Plessbach	im Hammertal	3,72																								Gabapentin, Ibuprofen
519406	Plessbach	oh Wittener Straße	2,03																								Sulfat, Gabapentin, Valsartan

OGewV Flussgebietspezifische Schadstoffe, Ökologischer Zustand (Anl. 6)

OGewV Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (Anl. 7)

Leitfaden NRW (Anl. D4)

sehr gut
gut
mäßig

OGewV Prioritäre Stoffe, Chemischer Zustand (Anl. 8)

eingehalten
nicht eingehalten
nicht bewertet

lichen Orientierungswerte für die Parameter Barium, Kupfer, Metazachlor ESA und Pyren eingehalten werden. Des Weiteren konnte die UQN für Benzo[a]pyren nicht eingehalten werden. Unterhalb der Kläranlage Ölbachtal wurde der gute Zustand für die Wassertemperatur im August 2022 und für Chlorid durchgehend überschritten.

Der Plessbach wurde bei Fluss-km 3,7 und 2,0 untersucht. Beide Messstellen wiesen niedrige Gehalte an Nährstoffen sowie organischen und mineralischen Inhaltsstoffen auf und wurden mit „gut“ bzw. „sehr gut“ bewertet. Allerdings lagen die Kupfer- und Zinkgehalte an der ersten sowie Eisen- und Sulfatgehalte an der zweiten Messstelle oberhalb der jeweiligen Anforderungen. Außerdem wurden die Orientierungswerte der




Tabelle 4.2: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2021 und 2022 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV Juni 2016) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW
 Table 4.2: Evaluation of water examinations in 2021 and 2022 based on the Surface Water Regulation (OGewV Juni 2016) and the appendices D4 and D5 of the "Guidelines on monitoring surface waters" issued by the State of North Rhine-Westphalia

LANUV Messstellen-Nummer	Gewässer	Probenahmestelle-Bezeichnung	Fluss-km	ACP OGewV Anl. 7								UQN OGewV Anl. 8						UQN OGewV Anl. 6			Weitere Stoffe aus den Anl. 6 und 8 der OGewV sowie gesetzlich nicht verbindliche Stoffe mit Bewertungen von mäßig * gesetzlich nicht verbindliche Stoffe, Leitfaden Anlage D4
				Wassertemperatur	pH-Wert	Ammonium-Stickstoff	Gesamtposphor	Sauerstoff	Chlorid	TOC	Eisen	Blei gelöst	Cadmium gelöst	Nickel gelöst	Quecksilber	PFOS	Nitrat-Stickstoff	Kupfer*	Zink*	Selen gelöst	
Planungseinheit 1000 - Untere Ruhr																					
519856	Sprockhöveler Bach	vor Mdg. in den Paasbach	0,09																		Sulfat, Ibuprofen, Metformin, Metolachlor ESA
519601	Paasbach	Sprockh. Bach	5,27																		Sulfat, Metformin
419904	Paasbach	vor Mdg. in die Ruhr	1,15																		4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Gabapentin, Ibuprofen, Metformin, Valsartan
505560	Hardenberger Bach	oh Eselsieper Bach	2,97																		
505122	Deilbach	vor Mdg in die Ruhr	1,19																		Metformin
505729	Hesperbach	bei Unterhesperhof	3,13																		Orthophosphat-Phosphor, Sulfat, Bor, Cobalt, Molybdän, Amidotrizoesäure, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, 4'-Hydroxydiclofenac, Bisoprolol, Candesartan, Desvenlafaxin, Diclofenac, Gabapentin, Ibuprofen, Metformin, Primidon, Sulpirid, Valsartan, Valsartansaeure, Venlafaxin, Azithromycin, Imidacloprid
505160	Oeffer Bach	vor Mdg. in die Ruhr	0,11																		Ammoniak-N, 4-Formylaminoantipyrin, Ibuprofen, Desphenylchloridazon, Imidacloprid, Metazachlor ESA
505158	Rinderbach	oh ehem. KA Heiligenhaus-Nord	4,30																		Orthophosphat-Phosphor, Cobalt, Benzo[a]pyren, Pyren, Amidotrizoesäure, Iohexol, Iomeprol, Iopamidol, Iopromid, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Bisoprolol, Candesartan, Desvenlafaxin, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Primidon, Valsartan, Valsartansaeure, Azithromycin
505833	Rinderbach	uh ehem. KA Heiligenhaus, Pegel	3,59																		Orthophosphat-Phosphor, Cobalt, Benzo[a]anthracen, Benzo[a]pyren, Pyren, Amidotrizoesäure, Iohexol, Iomeprol, Iopamidol, Iopromid, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, 4'-Hydroxydiclofenac, Bisoprolol, Candesartan, Carbamazepin, Desvenlafaxin, Diclofenac, Gabapentin, Ibuprofen, Metformin, Primidon, Valsartan, Valsartansaeure, Azithromycin
549927	Ruhmbach	bei Walksmühle	2,53																		Barium, Benzo[a]anthracen, Benzo[a]pyren, Benzo[ghi]perylen, Fluoranthren, Indeno[1,2,3-cd]pyren, Pyren, Desphenylchloridazon, Metazachlor ESA




OGewV Flussgebietspezifische Schadstoffe, Ökologischer Zustand (Anl. 6)

OGewV Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (Anl. 7)

Leitfaden NRW (Anl. D4)

	sehr gut
	gut
	mäßig

OGewV Prioritäre Stoffe, Chemischer Zustand (Anl. 8)

	eingehalten
	nicht eingehalten
	nicht bewertet

gesetzlich nicht verbindlich geregelten Arzneimittel, wie z. B. Gabapentin, an beiden Probenahmestellen überschritten.

Die Probenahme im Sprockhöveler Bach (Fluss-km 0,09) fand vor der Mündung in den Paasbach statt. Die Qualitätsanforderung für die Wassertemperatur wurde an dieser Stelle im Januar überschritten. Außerdem erfolgte für die Parameter Eisen,

Kupfer, Sulfat, Ibuprofen, Metformin und Metolachlor ESA nur eine mäßige Bewertung. Der Paasbach selbst wurde unterhalb der Einmündung Sprockhöveler Bach und vor der Mündung in die Ruhr untersucht. An der erstgenannten Messstelle kam es am gleichen Tag wie im Sprockhöveler Bach zur Überschreitung der Qualitätsanforderung für die Wassertemperatur. Darüber hinaus wurde hier der Orientierungswert für Sulfat ver-

Tabelle 4.2: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2021 und 2022 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV Juni 2016) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW
 Table 4.2: Evaluation of water examinations in 2021 and 2022 based on the Surface Water Regulation (OGewV Juni 2016) and the appendices D4 and D5 of the "Guidelines on monitoring surface waters" issued by the State of North Rhine-Westphalia

LANUV Messstellen-Nummer	Gewässer	Probenahmestelle-Bezeichnung	Fluss-km	ACP OGewV Anl. 7										UQN OGewV Anl. 8					UQN OGewV Anl. 6					Weitere Stoffe aus den Anl. 6 und 8 der OGewV sowie gesetzlich nicht verbindliche Stoffe mit Bewertungen von mäßig * gesetzlich nicht verbindliche Stoffe, Leitfaden Anlage D4	
				Wassertemperatur	pH-Wert	Ammonium-Stickstoff	Gesamtphosphor	Sauerstoff	Chlorid	TOC	Eisen	Blei gelöst	Cadmium gelöst	Nickel gelöst	Quecksilber	PFOS	Nitrat-Stickstoff	Kupfer*	Zink*	Selen gelöst	Silber gelöst	Thallium gelöst			
Planungseinheit 1100 - Volme																									
441200	Volme	vor Mdg. in die Ruhr	1,24																						Benzo[a]anthracen, Benzo[a]pyren, Benzo[ghi]perylen, Fluoranthen, Indeno[1,2,3-cd]pyren, Pyren
443487	Heilenbecke	oh Talsp. bei Feckinghausen	8,29																						
Planungseinheit 1200 - Planungseinheit Bigge																									
433408	Lister	oh Listertalsperre	5,47																						Benzo[a]anthracen, Benzo[a]pyren, Benzo[b]fluoranthen, Benzo[ghi]perylen, Fluoranthen, Indeno[1,2,3-cd]pyren, Pyren
Planungseinheit 1300 - Planungseinheit Untere Lenne																									
422800	Lenne	Pegel Hohenlimburg	6,90																						Benzo[a]anthracen, Benzo[a]pyren, Fluoranthen, Indeno[1,2,3-cd]pyren, Pyren, Acesulfam, Amidotrizoesäure, Iomeprol, Iopamidol, Iopromid, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Valsartan, Valsartansäure
435156	Verse	bei Fischersverse	7,54																						
435855	Rahmede	uh KA Rahmedetal	3,59																						Orthophosphat-Phosphor, Bor, Molybdän
Planungseinheit 1400 - Obere Lenne																									
420300	Lenne	uh Oberkirchen	116,00																						
Planungseinheit 1500 - Mittlere Ruhr																									
402503	Ruhr	in Langschede	111,90																						Benzo[a]pyren, Pyren, Amidotrizoesäure, Iohexol, Iomeprol, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Valsartansäure
402801	Ruhr	am Pegel Villigst	101,20																						Amidotrizoesäure, Iohexol, Iomeprol, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Valsartansäure
503010	Ruhr	in Sundern Bommern	72,19																						Benzo[a]pyren, Pyren, Acesulfam, Amidotrizoesäure, Iohexol, Iomeprol, Iopamidol, 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Candesartan, Diclofenac, Gabapentin, Ibuprofen, Metformin, Ibuprofen, Valsartansäure
662707	Wimberbach	vor Mdg. in die Ruhr	2,10																						Ibuprofen, Paracetamol, Metazachlor ESA
685835	Rambach	vor Mdg. in die Ruhr	1,19																						Ibuprofen, Desphenylchloridazon, Metazachlor ESA
418134	Westiger Bach	Hellestraße	4,58																						
417804	Oese	Westiger Bach	8,07																						Benzo(a)pyren, Pyren
417830	Oese	Simmerauwerk	7,39																						
687900	Abbabach	bei Sümmern	13,15																						Ammoniak-N, Nitrit-Stickstoff, Iohexol, 4-Acetamidoantipyrin, Ibuprofen, Metazachlor ESA
687844	Abbabach	oh Altgruland	3,96																						Iohexol, Metazachlor ESA

OGewV Flussgebietspezifische Schadstoffe, Ökologischer Zustand (Anl. 6)

OGewV Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (Anl. 7)

Leitfaden NRW (Anl. D4)

sehr gut
gut
mäßig

OGewV Prioritäre Stoffe, Chemischer Zustand (Anl. 8)

eingehalten
nicht eingehalten
nicht bewertet

Tabelle 4.2: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2021 und 2022 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV Juni 2016) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW
 Table 4.2: Evaluation of water examinations in 2021 and 2022 based on the Surface Water Regulation (OGewV Juni 2016) and the appendices D4 and D5 of the "Guidelines on monitoring surface waters" issued by the State of North Rhine-Westphalia

LANUV Messstellen-Nummer	Gewässer	Probenahmestelle-Bezeichnung	Fluss-km	ACP										UQN							Weitere Stoffe aus den Anl. 6 und 8 der OGewV sowie gesetzlich nicht verbindliche Stoffe mit Bewertungen von mäßig * gesetzlich nicht verbindliche Stoffe, Leitfaden Anlage D4		
				OGewV Anl. 7										OGewV Anl. 8								OGewV Anl. 6	
				Wassertemperatur	pH-Wert	Ammonium-Stickstoff	Gesamtposphor	Sauerstoff	Chlorid	TOC	Eisen	Blei gelöst	Cadmium gelöst	Nickel gelöst	Quecksilber	PFOS	Nitrat-Stickstoff	Kupfer*	Zink*	Selen gelöst	Silber gelöst	Thallium gelöst	
Planungseinheit 1500 - Mittlere Ruhr																							
418559	Caller Bach	oh Calle	4,78																				
688708	Caller Bach	Seilerseestraße	0,67																				
418754	Refflinger Bach	vor Mdg. in d Baarbach	0,25																				
418249	Baarbach	oh Iserlohn	13,86																				
418304	Baarbach	am Pegel Iserlohn	8,56																				
418456	Baarbach	uh KA Baarbachtal	1,47																				
418961	Elsebach	Bei Gut Halstenberg	3,08																				
Planungseinheit 1600 - Obere Ruhr 1																							
685811	Giesmecke	vor Mdg. in die Ruhr	0,16																				
685781	Bach	vor Mdg. in die Ruhr	0,36																				
686530	Wanne	oh Niedereimer	1,53																				
415704	Linnepe	vor Mdg. in die Ruhr	0,92																				
686463	Settmecke	oh Dörnholthausen	7,73																				
415807	Sorpe	Hagen	13,57																				
416009	Sorpe	vor Mdg. in die Röhr	0,44																				
688927	Röhr	Am Wasserwerk	17,72																				
415250	Röhr	oh Einmdg. Sorpe	11,03																				
415303	Röhr	uh Einmdg. Sorpe	9,00																				
686116	Röhr	in Hüsten	1,67																				
Planungseinheit 1700 - Obere Ruhr 2																							
400907	Ruhr	oh Meschede	183,23																				
400300	Ruhr	uh Einmdg. Neger	201,63																				
409108	Hillebach	oh Stausee	3,31																				
685550	Medebach	oh Bruchhausen	2,65																				
410755	Gierskoppbach	uh Elleringhausen	4,43																				
410019	Büre	südlich Silbach	6,45																				
686300	Neger	oh Siedlinghausen	13,33																				

OGewV Flussgebietspezifische Schadstoffe, Ökologischer Zustand (Anl. 6)

OGewV Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (Anl. 7)

Leitfaden NRW (Anl. D4)

	sehr gut
	gut
	mäßig

OGewV Prioritäre Stoffe, Chemischer Zustand (Anl. 8)

	eingehalten
	nicht eingehalten
	nicht bewertet

Tabelle 4.2: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2021 und 2022 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV Juni 2016) bzw. der Anlage D4 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW
 Table 4.2: Evaluation of water examinations in 2021 and 2022 based on the Surface Water Regulation (OGewV Juni 2016) and the appendices D4 and D5 of the "Guidelines on monitoring surface waters" issued by the State of North Rhine-Westphalia

LANUV Messstellen-Nummer	Gewässer	Probenahmestelle-Bezeichnung	Fluss-km	ACP OGewV Anl. 7										UQN OGewV Anl. 8					UQN OGewV Anl. 6					Weitere Stoffe aus den Anl. 6 und 8 der OGewV sowie gesetzlich nicht verbindliche Stoffe mit Bewertungen von mäßig * gesetzlich nicht verbindliche Stoffe, Leitfaden Anlage D4		
				Wassertemperatur	pH-Wert	Ammonium-Stickstoff	Gesamtphosphor	Sauerstoff	Chlorid	TOC	Eisen	Blei gelöst	Cadmium gelöst	Nickel gelöst	Quecksilber	PFOS	Nitrat-Stickstoff	Kupfer*	Zink*	Selen gelöst	Silber gelöst	Thallium gelöst				
Planungseinheit 1700 - Obere Ruhr 2																										
410032	Büre	vor Mdg. in die Neger	0,72	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
410202	Neger	uh Siedlinghausen	9,01	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Benzo[a]pyren, Pyren
410408	Neger	vor Mdg. in die Ruhr	0,12	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Barium
685549	Schleborn-bach	vor Mdg. in die Ruhr	0,51	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
411309	Elpe	vor Mdg. in die Ruhr	0,20	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Benzo[a]pyren
412004	Brabecke	vor Mdg. in die Valme	0,04	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Benzo[a]pyren
412107	Palme	vor Mdg. in die Brabecke	0,01	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
411504	Valme	oh Einmdg. Brabecke	9,09	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
411802	Valme	vor Mdg. in die Ruhr	0,29	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
412200	Nierbach	vor Mdg. in die Ruhr	0,23	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
688113	Kleine Henne	oh Brabecke - Stollen	13,70	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
686207	Kleine Henne	in Drasenbeck	10,12	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
412909	Kleine Henne	vor Mdg. in die Henne	0,04	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
412703	Rarbach	vor Mdg. in die Henne	0,08	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
412508	Henne	oh Hennetalsperre	9,77	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
686189	Henne	uh Mdg. Kleine Henne	0,92	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Benzo[a]pyren
685793	Gebke	oh Meschede	2,72	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
413100	Kelbke	vor Mdg. in die Ruhr	0,52	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
413422	Ilpe	vor Mdg. in die Wenne	0,13	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
686232	Leiße	oh Fredeburg	13,09	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
413902	Leiße	uh Fredeburg	10,58	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
414104	Leiße	vor Mdg. in die Wenne	1,32	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
413320	Arpe	vor Mdg. in die Wenne	0,30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
413501	Wenne	uh KA Eslohe-Bremke	12,74	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
413859	Wenne	vor Mdg. in die Ruhr	1,13	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Benzo[a]pyren
414554	Esselbach	oh Eslohe	2,47	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
414608	Esselbach	vor Mdg. in d. Salweybach	0,18	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
685586	Marpe	vor Mdg. i. d. Salweybach	0,08	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Benzo[a]pyren
414207	Salweybach	uh Obersalwey	8,43	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
414402	Salweybach	vor Mdg. in die Wenne	0,89	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Benzo[a]pyren
414700	Arpe	oh Grevenstein	6,39	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
414888	Arpe	oh Berge	1,95	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Orthophosphat-Phosphor
Planungseinheit 1800 - Möhne																										
416204	Möhne	vor Mdg. in die Ruhr	0,15	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Benzo[a]pyren, Acesulfam, Ibuprofen, Metformin

OGewV Flussgebietspezifische Schadstoffe, Ökologischer Zustand (Anl. 6)

OGewV Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (Anl. 7)

Leitfaden NRW (Anl. D4)

- sehr gut
- gut
- mäßig

OGewV Prioritäre Stoffe, Chemischer Zustand (Anl. 8)

- eingehalten
- nicht eingehalten
- nicht bewertet

fehlt. Im Paasbach vor Mündung in die Ruhr lagen die Eisengehalte auf einem hohen Niveau, sodass auch hier der gute Zustand nicht einhalten werden konnte. Zudem erfolgte an beiden Stellen für Metformin, sowie für die zweite Messstelle für 4-Acetamidoantipyrin, 4-Formylaminoantipyrin, Gabapentin, Ibuprofen, Metformin sowie Valsartan eine mäßige Bewertung.

Der Deilbach mündet oberhalb des Baldeneysees in die Ruhr und wurde bei Fluss-km 1,19 untersucht. Niedrige Gehalte der untersuchten Nährstoffe sowie der mineralischen und organischen Inhaltsstoffe führten zu einer guten Bewertung. Lediglich für Kupfer und Metformin wurden die gesetzlich nicht verbindlichen Orientierungswerte nicht eingehalten.

Die Probenahmestelle Hesperbach bei Unterhesperhof (Fluss-km 3,13) liegt einen Fluss-km unterhalb der Kläranlage Veltbert-Hespertal. Hier lagen die Konzentrationen für Gesamtphosphor und ortho-Phosphat-Phosphor durchgehend über den jeweiligen Orientierungswerten und erreichten auch im Mittel eine mäßige Bewertung, während die mittleren Gehalte der weiteren Nährstoffe und organischen Inhaltsstoffe zu einer guten Bewertung führten. Zudem konnte die Anforderung für Sulfat nicht eingehalten werden. Überschreitungen der nicht verbindlichen Orientierungswerte wurden für die Metalle Bor, Cobalt, Kupfer, Molybdän, Zink und die Arzneimittelwirkstoffe Amidotrizoensäure, Azithromycin, Imidacloprid, Diclofenac und Metformin sowie 13 weitere dieser Produktgruppe zugeordneten Stoffe festgestellt.

Der Rinderbach wurde oberhalb und unterhalb der ehemaligen Kläranlage Heiligenhaus untersucht. An beiden Probenahmestellen konnte der gute Zustand für die Gehalte von Phosphor, Orthophosphat-Phosphor sowie Kupfer und Cobalt nicht eingehalten werden. Zudem machte sich der Einfluss von diffusen Quellen in Form von Überschreitungen von Benzo[a]pyren bemerkbar. Darüber hinaus wurde im März 2022 an beiden Messstellen die Qualitätsanforderung für die Wassertemperatur verfehlt. Auch für einige gesetzlich nicht verbindlich geregelte Parameter, wie z. B. Diclofenac, Gabapentin, Metformin, Amidotrizoensäure und Iopromid, kam es zu Überschreitungen. Unterhalb der Kläranlage Heiligenhausen führten erhöhte Zinkgehalte zu einer mäßigen Bewertung.

Im Ruhmbach bei Walksmühle (Fluss-km 2,53) führten erhöhte Gehalte an Gesamtphosphor und Barium zu einer mäßigen Bewertung. Des Weiteren konnten die Grenzwerte für die Metalle Kupfer, Zink und Eisen nicht eingehalten werden. Ebenso verfehlten sechs der 16 untersuchten PAKs den guten Zustand. Die Gehalte der PSM und deren Metabolite lagen mit Ausnahme von Desphenylchloridazon und Metazachlor ESA überwiegend unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenzen.

Planungseinheit Volme

Die Planungseinheit Volme (A_{EO} : 427 km²) wird überwiegend durch Waldflächen, aber auch durch die lange Tradition der metallverarbeitenden Betriebe geprägt. Neben der Volme selbst wurde die Heilenbecke untersucht. An der Probenahmestelle Volme vor Mündung in die Ruhr führten niedrige Gehalte an Nährstoffen sowie mineralischen und organischen Inhaltsstoffen zu einer guten oder sehr guten Bewertung. Überschreitungen traten für die Metalle Eisen, Kupfer und Zink auf. Darüber hinaus wurde an dieser Stelle die jeweilige UQN für Benzo[a]anthracen, Benzo[a]pyren, Benzo[ghi]perylen, Fluoranthren, Indeno[1,2,3-cd]pyren und Pyren verfehlt. In der Heilenbecke oberhalb der Heilenbecker Talsperre wurden die Anforderungen für die winterliche Höchsttemperatur von 8 °C überschritten, sodass hier eine Bewertung mit mäßig erfolgte. Zudem wurde die Anforderung für Benzo[a]pyren nicht eingehalten. Die Konzentrationen der untersuchten Pflanzenschutzmittel waren an beiden Stellen unauffällig.

Planungseinheit Bigge

Das 369 km² große Einzugsgebiet der Bigge wird wesentlich durch Forst- und Landwirtschaft genutzt. In dieser Planungseinheit wurde im Berichtszeitraum nur ein Gewässer, die Lister oberhalb der Listertalsperre, untersucht. Hier wurden die Qualitätsanforderung für die meisten untersuchten Kenngrößen eingehalten, lediglich für die Wassertemperatur erfolgte im Winter eine mäßige Bewertung. Zudem konnte die UQN für mehrere PAK, wie z. B. Benzo[a]pyren, nicht eingehalten werden.

Planungseinheit untere Lenne

Das Einzugsgebiet dieser Planungseinheit (A_{EO} : 528 km²) zeichnet sich durch städtische und industrielle Prägung aus. Es wurden neben der Lenne drei weitere Gewässer an jeweils einer Probenahmestelle untersucht. In der Lenne am Pegel Hohenlimburg lagen niedrige Gehalte der untersuchten Nährstoffe sowie der mineralischen und organischen Inhaltsstoffe vor, sodass für diese der sehr gute Zustand erreicht wurde. Erhöhte Gehalte an Kupfer und Zink führten jedoch zu den Überschreitungen der jeweiligen Orientierungswerte. Darüber hinaus wurden hier die Anforderungen für Benzo[a]pyren, Pyren, Acesulfam, lomeprol, Amidotrizoensäure, Ibuprofen, Diclofenac, Metformin, Gabapentin, Valsartan, Cypermethrin und Dichlorvos nicht eingehalten.

Die 24,5 km lange Verse wurde an der Probenahmestelle Fischersverse (Fluss-km 7,54) beprobt. Hier wurden die Qualitätsanforderung für die meisten untersuchten Kenngrößen eingehalten, lediglich für die leicht erhöhten Gehalte an Kupfer erfolgte eine mäßige Bewertung.

In der Rahmede unterhalb Kläranlage Rahmedetal führten erhöhte Gehalte an Gesamtphosphor, ortho-Phosphat-Phosphor, Nitrit-Stickstoff und Bor zu einer mäßigen Bewertung. Auch konnten die Grenzwerte für die Metalle Kupfer, Zink und Molybdän nicht eingehalten werden. Ebenso erfolgte für die Anforderung von 8 °C für die winterliche Wassertemperatur eine mäßige Bewertung. Weitere zusätzliche Spurenstoffe wurden hier nicht untersucht.

Planungseinheit obere Lenne

Das Einzugsgebiet obere Lenne (A_{EO} : 456 km²) besteht zu 70 % aus Waldflächen. Die Untersuchungen fanden in der Lenne an der Probenahmestelle unterhalb Oberkirchen statt. Hinsichtlich der Nährstoffparameter und der mineralischen/organischen Kenngrößen sind hier sehr gute bis gute Verhältnisse vorhanden. Lediglich Ende März 2021 wurde die Anforderung an die winterliche Wassertemperatur überschritten. An dieser Messstelle wurden keine zusätzlichen Spurenstoffe untersucht.

Planungseinheit mittlere Ruhr

Die Planungseinheit mittlere Ruhr umfasst eine Fläche von 503 km² und ist überwiegend durch Waldflächen und ackerbauliche Nutzung geprägt. Neben der Ruhr selbst wurden neun weitere Gewässer untersucht.

In Langschede führten niedrige Gehalte an Nährstoffen sowie mineralischen und organischen Inhaltsstoffen zu einer guten oder besseren Bewertung. Die Konzentrationen der Schwermetalle Blei, Cadmium und Nickel hielten die Anforderungen der OGEVW sicher ein. Dagegen erreichten die Konzentrationen der Metalle Kupfer und Zink lediglich die Einstufung in „mäßig“. Auch die Anforderungen an die Konzentrationen von PFOS und Benzo[a]pyren sowie für die nicht gesetzlich verbindlichen Kenngrößen Amidotrizoesäure, Gabapentin, Diclofenac und Metformin konnten nicht eingehalten werden. An der zehn Kilometer unterhalb gelegenen Probenahmestelle am Pegel Villigst erreichten die Gehalte an Nährstoffen sowie mineralischen und organischen Inhaltsstoffen weiterhin den guten Zustand. Zudem konnten hier die Anforderungen an die untersuchten PAKs sicher eingehalten werden. Außerdem erfolgte für die nicht gesetzlich verbindlichen Kenngrößen, wie z. B. Amidotrizoesäure, Gabapentin, Diclofenac und Metformin eine mäßige Bewertung. Zusätzlich zu den oben beschriebenen Überschreitungen war an der darauffolgenden Messstelle (Ruhr, in Sundern Bommern) erneut eine Verfehlung des Grenzwerts für Benzo[a]pyren und Pyren zu verzeichnen. Des Weiteren konnte hier die Qualitätsanforderung für die Wassertemperatur im August 2022 nicht eingehalten werden.

Die drei Probenahmestellen Westiger Bach, Hellestraße sowie Oese oberhalb Mündung Westiger Bach und oberhalb RÜ am Simmerauwerk wurden bereits im Jahr 2021 untersucht. In beiden Gewässern lagen die Gehalte an Nährstoffen sowie mineralischen und organischen Inhaltsstoffen auf einem niedrigen Niveau und konnten mit „gut“ bzw. „sehr gut“ bewertet

werden. Im Winterhalbjahr führten an allen drei Messstellen Temperaturen über 8 °C zu einer mäßigen Bewertung. Auch für die Metalle Kupfer und Zink wurde der gute Zustand verfehlt. Außerdem konnten an der Probenahmestelle Oese oberhalb Mündung Westiger Bach die Anforderungen für Benzo[a]pyren und Pyren nicht eingehalten werden.

Der Abbabach wurden an den beiden Messstellen bei Sümmern und oberhalb Altgruland untersucht. In Sümmern lagen erhöhte Konzentrationen an Nährstoffen vor, sodass Ammoniak- und Nitrit-Stickstoff sowie Gesamtphosphor mit „mäßig“ bewertet wurden. Von Juli bis November 2022 führten an beiden Stellen niedrige Sauerstoffgehalte zu einer mäßigen Einstufung. Auch die Qualitätsziele für PFOS, Iohexol, Metazachlor ESA sowie an der erstgenannten Stelle für 4-Acetamidoantipyren und Ibuprofen, wurden überschritten.

Der Caller Bach, der in den Baarbach mündet, wurde bei Fluss-km 4,78 und 0,67 beprobt. An der Probenahmestelle oberhalb Calle (Fluss-km 4,78) lagen die Gehalte an Nährstoffen sowie mineralischen und organischen Inhaltsstoffen auf einem niedrigen Niveau und konnten mit „gut“ bzw. „sehr gut“ bewertet werden. Auch für die Kenngrößen mit einem gesetzlich nicht verbindlichen Orientierungswert, wie z. B. Amidotrizoesäure, Diclofenac, Metformin, Kupfer und Zink, konnte der gute Zustand eingehalten werden. Anders sah es an der darauffolgenden Messstelle aus. Hier kam es in der ersten Jahreshälfte auf Grund erhöhter Ammonium-Stickstoffgehalte zu einer mäßigen Einstufung. Überschreitungen traten an dieser Stelle auch für Benzo[a]pyren, Fluoranthren und Pyren sowie PFOS auf. Zudem wurde der gute Zustand für Barium, Kupfer und Zink verfehlt. Aus den Gruppen der Arzneimittelwirkstoffe, RKM und PSM wiesen die Gehalte aller untersuchter Kenngrößen den sehr guten bzw. guten Zustand auf. Die Untersuchungen im Refflingser Bach fanden vor der Mündung in den Baarbach, bei Fluss-km 0,25, statt. Im August 2022 lagen fünffach höhere Konzentrationen des PSM Desphenylchloridazon und des PSM-Metaboliten Metazachlor ESA als bei den restlichen Untersuchungen vor. Am selben Tag wurden auch die Qualitätsanforderungen für den pH-Wert und den Sauerstoff unterschritten. Zudem traten für Nitrit-Stickstoff Gehalte oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l auf.

Die Untersuchungen im Baarbach fanden an drei Messstellen statt. An der ersten Probenahmestelle Baarbach oberhalb Iserlohn führten niedrige Nährstoffgehalte sowie die geringen Konzentrationen der mineralischen und organischen Inhaltsstoffe zu einer guten bzw. sehr guten Bewertung. Lediglich der gute Zustand für den Sauerstoff konnte hier nicht eingehalten werden. Am Pegel Iserlohn wurden die Qualitätsanforderungen an Kupfer, Zink, Arsen, Benzo[a]pyren und Pyren überschritten. Im Baarbach 400 m unterhalb der Kläranlage Iserlohn-Baarbachtal führten erhöhte Gehalte an Gesamtphosphor zu einer mäßigen Bewertung. Allerdings konnte Ammonium-Stickstoff im Mittel mit „gut“ bewertet werden. Für Bor sowie die Metalle Cobalt, Molybdän, Kupfer und Zink wurde

der gute Zustand verfehlt. Zudem waren Überschreitungen der gesetzlich nicht verbindlichen Orientierungswerte, wie z. B. von Acesulfam, Amidotrizoesäure, Diclofenac, Metformin, Azithromycin, Clarithromycin, und Metazachlor ESA, festzustellen, die auf den Eintrag gereinigter kommunaler Abwässer zurückzuführen sind. In Elsebach bei Gut Halstenberg konnte die Qualitätsanforderung für die Sauerstoffkonzentration im August 2022 nicht eingehalten werden. Auf Grund erhöhter Gehalte erfuhren die Parameter Desphenylchloridazon und Metazachlor ESA eine mäßige Bewertung. Des Weiteren lagen hier erhöhte Konzentrationen für Kupfer vor. Allerdings wiesen aus den Gruppen der Arzneimittelwirkstoffe und RKM die Gehalte aller untersuchten Kenngrößen den sehr guten bzw. guten Zustand auf.

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 elf Probenahmestellen in sieben Gewässern statt. In den Gewässern Giesmecke, Hellefelder Bach, Wann, Linnepe und Stettmecke, die jeweils an einer Probenahmestelle beprobt wurden, lagen die Gehalte an Nährstoffen sowie mineralischen und organischen Inhaltsstoffen auf einem niedrigen Niveau und konnten mit „gut“ bzw. „sehr gut“ bewertet werden. Die Untersuchungen in der Sorpe fanden unterhalb der Kläranlage Sundern-Hagen und vor der Mündung in die Röhr statt. An der erstgenannten Stelle führte Ende März 2021 eine Temperatur über 8 °C zu einer mäßigen Bewertung. Alle weiteren untersuchten Parameter erreichten den guten bzw. sehr guten Zustand. Die Röhr wurde an vier Probenahmestellen untersucht. Auch hier erfuhren die Gehalte hinsichtlich der Nährstoffe sowie mineralischen und organischen Inhaltsstoffen eine gute bis sehr gute Bewertung. An der Messstelle Röhr oberhalb Einmündung Sorpe konnte die Anforderung an die winterliche Temperatur am gleichen Tag wie in der Sorpe (Fluss-km 13,57) nicht eingehalten werden. Zudem konnte hier die UQN für Benzo[a]pyren nicht eingehalten werden.

Planungseinheit obere Ruhr 2

Die Planungseinheit obere Ruhr 2 (A_{EO}: 739 km²) wird überwiegend durch Wald sowie landwirtschaftliche Flächen geprägt. Die Ruhr selbst wurde an zwei Probenahmestellen untersucht. Oberhalb Meschede lagen erhöhte Konzentrationen an Nährstoffen vor, sodass Ammonium-Stickstoff und Nitrit-Stickstoff mit „mäßig“ bewertet wurden. Unterhalb der Einmündung Neger überschritten die Gehalte von Barium und Benzo[a]pyren die jeweiligen Anforderungen. An beiden Messstellen erfolgte auch für die Konzentrationen von Zink eine mäßige Bewertung. Neben der Ruhr wurden weitere 24 Gewässer an 37 Probenahmestellen untersucht. Die hohen Temperaturen im Jahr 2021 machten sich insbesondere in kleineren Gewässern in Form von erhöhten Wassertemperaturen bemerkbar. So lagen bereits im März 2021 in den Gewässern Palme, Valme, Rarbach, Ilpe, Leiße, Arpe II, Salweybach und Henne oberhalb der Hennetalsperre Temperaturen über 8 °C

vor. Darüber hinaus wurde in der Arpe I oberhalb Berge der pH-Wert von 8,5 im April und Juni sowie in der Wenne im April 2021 überschritten. Die Anforderungen für die Sauerstoffkonzentration konnte an allen 37 untersuchten Probenahmestellen eingehalten werden. Für die Mehrheit der untersuchten Messstellen wiesen die Nährstoffe niedrige Gehalte auf und erfuhren eine gute Bewertung. Lediglich in der Arpe I oberhalb Berge wurden durchgehend hohe Gehalte an Gesamtphosphor und ortho-Phosphat-Phosphor gemessen, die wahrscheinlich auf eine gewerbliche bzw. industrielle Direkteinleitung zurückzuführen sind. In der Namenlosen wurde der gute Zustand für Eisen 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 den Gewässern Brabecke, Elpe, Schlebornbach, Nierbach sowie in der Neger und Valme vor der Mündung in die Ruhr überschritten. Des Weiteren machte sich an acht Probenahmestellen der Einfluss von diffusen Quellen in Form von Überschreitungen von Benzo[a]pyren bemerkbar.

Planungseinheit Möhne

Das 468 km² große Einzugsgebiet der Möhne ist überwiegend durch Waldflächen geprägt. Ein knappes Drittel umfasst landwirtschaftliche Nutzflächen. Die Untersuchung dieser Planungseinheit erfolgte lediglich an der Probenahmestelle Möhne vor Mündung in die Ruhr. Aufgrund gestiegener Abflüsse traten im Januar 2021 erhöhte Ammonium-Stickstoffkonzentrationen auf, sodass hier der gute Zustand verfehlt wurde. Darüber hinaus überschritten auch die Parameter Kupfer, Acesulfam, Benzo[a]pyren und die Medikamente Ibuprofen und Metformin die jeweilige Güteanforderung.

Zusammenfassung

Insgesamt wurden neun Planungseinheiten mit insgesamt 58 Gewässern untersucht. Bild 4.2 zeigt die Verteilung der Bewertungen der im Jahr 2021 durch das LANUV und im Jahr 2022 durch den Ruhrverband untersuchten Kenngrößen auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung sowie für weitere Parameter. Die Qualitätsanforderung für den pH-Wert konnte wie im Vorjahr an 7 % der Messstellen nicht eingehalten werden. Aufgrund der langandauernden Trockenwetterphasen mit niedrigeren Wassertiefen und erhöhter Globalstrahlung (vgl. Kapitel 5.1) im Frühjahr 2021, aber vor allem im Jahr 2022 wurde an 30 % der Probenahmestellen die Wassertemperatur und an 8 % der Stellen der Sauerstoffgehalt mit „mäßig“ bewertet. Hinsichtlich der Nährstoff- und der organischen Belastung lagen die mittleren Konzentrationen auf niedrigem Niveau, sodass nur 5 % der gemessenen Ammonium-Stickstoff- und 10 % der Phosphor-Konzentrationen zu Überschreitungen der jeweiligen Anforderungen führten. Beim TOC konnte an allen untersuchten Messstellen der gute Zustand eingehalten werden. Die durchschnittlichen Cadmiumkonzentrationen überschritten an 6 % der untersuchten Stellen die

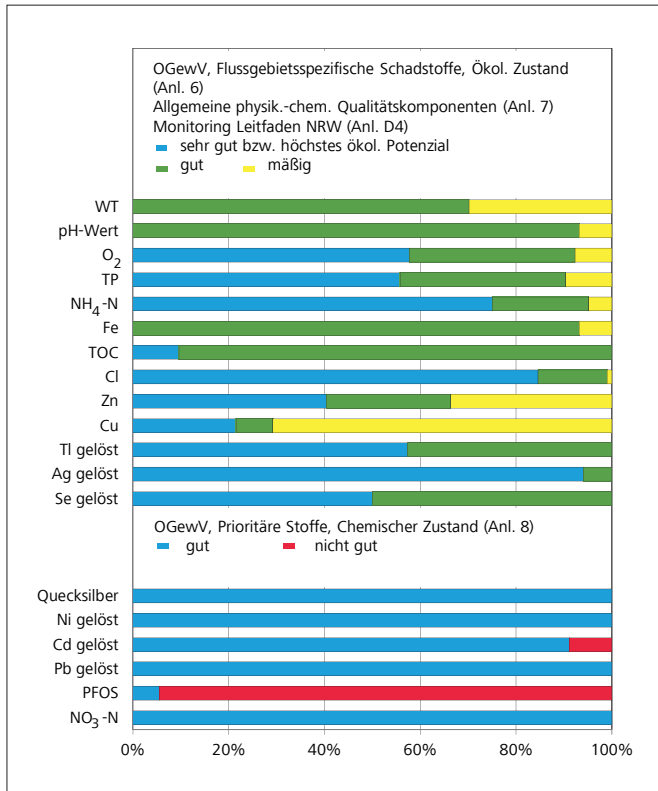


Bild 4.2: Relative Verteilung der Bewertungen ausgewählter Kenngrößen auf der Basis der Oberflächenwasserverordnung (OGewV Juni 2016)

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

jeweilige Umweltqualitätsnorm. Der gute Zustand wurde für die Eisenkonzentrationen an 7 %, für die Kupferkonzentration an 46 % und für die Zinkkonzentration an 35 % der Probenahmestellen verfehlt. Die Konzentrationen der Metalle Blei, Nickel, Silber, Thallium und des Halbmetalls Selen führten an allen untersuchten Probenahmeorten zu einer guten Bewertung. Die PFOS-Konzentrationen konnten an 17 von 18 untersuchten Probenahmestellen nicht den guten Zustand einhalten, was auf die geltende, extrem niedrige UQN zurückzuführen ist. Zusätzlich wurde an ausgewählten Probenahmestellen auf flussgebietspezifische und gesetzlich nicht geregelte Stoffe untersucht. Hierbei handelte es sich um weitere Schwermetalle, Arzneimittel, Diagnostika, Pflanzenschutzmittel sowie deren Metabolite, Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe, Perfluorierte Tenside, Leichtflüchtige Halogenierte Kohlenwasserstoffe und Polychlorierte Biphenyle. Für die Konzentrationen der Arzneimittelwirkstoffe und Röntgenkontrastmittel, wie z. B. Ibuprofen, Diclofenac und Amidotrizoesäure, erfolgte dabei an den untersuchten Probenahmestellen in der unteren, mittleren und oberen Ruhr sowie in der Volme, Möhne, Bigge und der unteren und oberen Lenne überwiegend eine mäßige Bewertung. Zufließende kleinere Gewässer unterschritten dagegen meist die jeweiligen Anforderungen.

Hydrobiologische Untersuchungen gemäß EG-WRRL - Makrozoobenthos

Seit dem Jahr 2007 wird der Gewässerzustand im Einzugsgebiet (EZG) der Ruhr auf Basis der kooperativen Mitwirkung des Ruhrverbands beim operativen Gewässermonitoring gemäß EG-WRRL [4.4] in Form von ökologischen Gewässerzustandskarten dargestellt. Als Datenquellen dienen die Untersuchungsergebnisse aus dem vom Ruhrverband und vom LANUV NRW gemeinsam durchgeführten Gewässermonitoring. Daneben flossen u. a. auch Daten der „Integralen Entwässerungsplanung“ (IEP) [4.5] und des Niedrigwassermanagements des Ruhrverbandes in die Auswertung mit ein. Diese Daten sollten unter Berücksichtigung der Ziele der EG-WRRL helfen, notwendige Maßnahmen hinsichtlich Zielerreichung und Aufwand zu optimieren.

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

Untersuchungen an der Ruhr

Die Ruhr entspringt nordöstlich von Winterberg auf einer Höhe von 674 m als „Grobmaterialreicher silikatischer Mittelgebirgsbach“ (LAWA – Gewässertyp - 05). Ab Olsberg-Bigge (Fluss - km 199,6) wird sie zum Mittelgebirgsfluss (LAWA – Gewässertyp 09 „Silikatischer Mittelgebirgsfluss“), der sich ab dem Zufluss der Röhre (Fluss - km 141,8) bis zur Mündung in den Rhein als „Großer Fluss des Mittelgebirges“ (LAWA – Gewässertyp 09.2) darstellt. Von den 219 km der Ruhr sind 125 km, das entspricht 57 % des Flusslaufs als erheblich verändert (HMWB – Heavily Modified Water Body) ausgewiesen. Dies betrifft im Wesentlichen die untere Ruhr, in der nutzungsbedingt langsam fließende bzw. gestaute Bereiche überwiegen. In diesen Ruhrabschnitten ist das gute ökologische Potenzial das Entwicklungsziel und nicht das Erreichen des guten ökologischen Zustands. In Bild 4.3 sind die Ergebnisse der hydrobiologischen Untersuchungen des Gewässerzustands der Ruhr messstellenbezogen für die Module Saprobie und Allgemeine Degradation (AD) der Qualitätskomponente Makrozoobenthos dargestellt. Diese Abbildung gibt einen Überblick über den ökologischen Zustand der Ruhr im Untersuchungszeitraum 2017 bis 2022. Im Jahr 2022 wurden 15 Probenahmestellen aus den Planungseinheiten Obere Ruhr 1, Obere Ruhr 2, Mittlere Ruhr und Untere Ruhr untersucht.

[4.4] Richtlinie 2000/60/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327/72, vom 22.12.2000
 [4.5] Jardin, N., Weyand, M., Podraza, P.: Mit der Integralen Entwässerungsplanung zum guten Gewässerzustand. In: Pinnekamp, J. (Hrsg.): Gewässerschutz-Wasser Abwasser Band 236: 48. Essener Tagung, Aachen 15. – 17. April 2015, Seite 10/1 bis 10/16, Aachen 2015, ISBN 978-3-938996-42-3

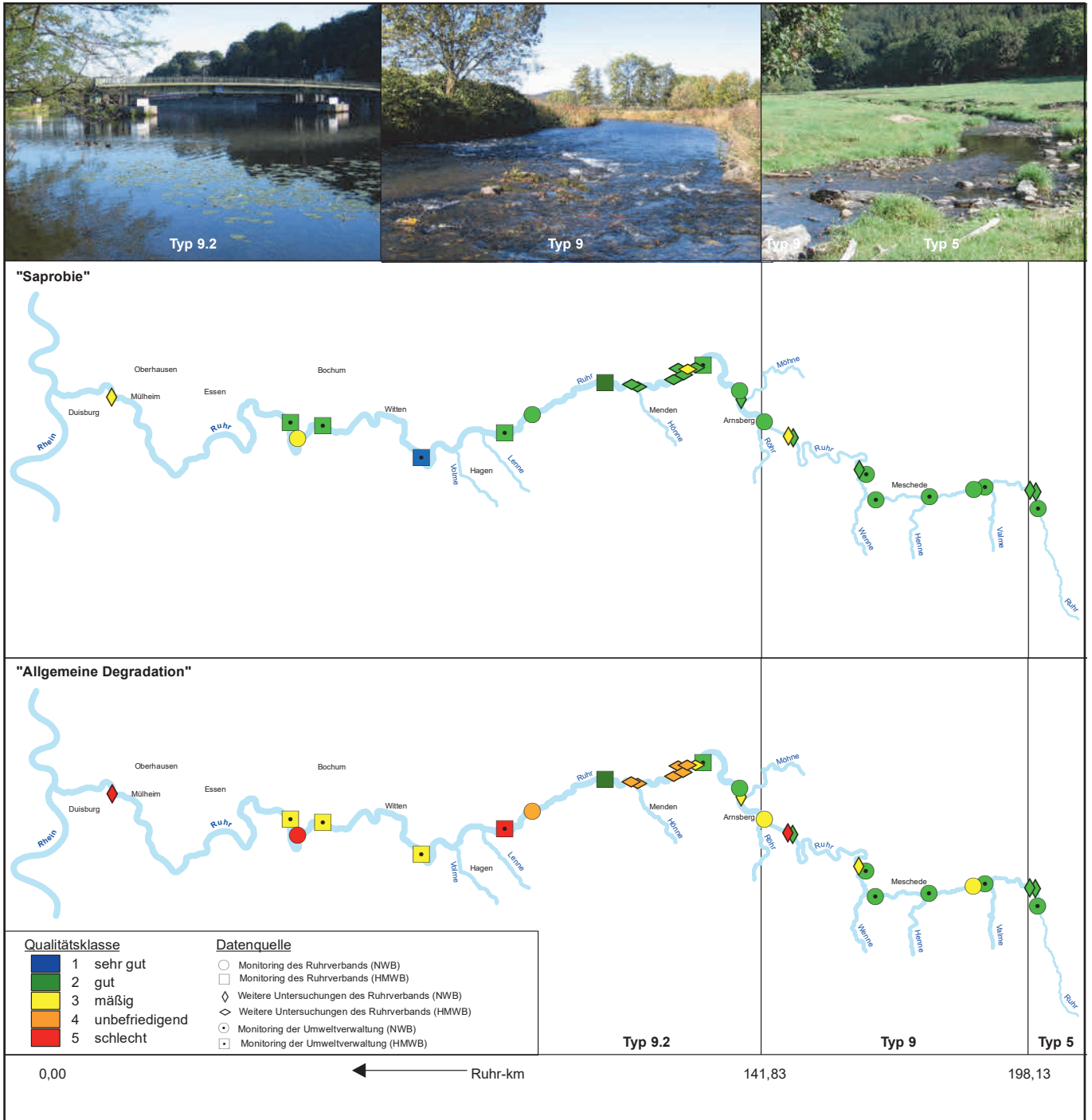


Bild 4.3: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos (Module Saprobie und Allgemeine Degradation) im Fließverlauf der Ruhr für die Jahre 2017 bis 2022. Ergebnisse „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in Zusammenarbeit mit dem Ruhrverband Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.3: Ecological status – macrozoobenthos (modules saprobic index and general degradation) along the course of the Ruhr, 2017 to 2022. Results „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in cooperation with Ruhrverband Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Im hier dargestellten Betrachtungszeitraum (2017-2022) zeigte die Ruhr saprobiell wieder fast durchgängig einen guten Zustand. Die Probenahmestelle „Brücke in Wetter“ konnte sogar mit „sehr gut“ bewertet werden. Das heißt, die Ruhr ist an dieser Probenahmestelle saprobiologisch leitbildkonform.

Vier Stellen in der Ruhr „unterhalb RÜB KA Arnsberg“ (SI: 2,16), „unterhalb RÜ Erlenstr.“ (SI: 2,28), „oberhalb Pegel Hattingen“ (SI: 2,28) und „oberhalb RÜB Raffelberg“ (SI: 2,27) überschritten im Jahr 2022 die gewässertypische Klassengrenze für den guten saprobiellen Zustand von 2,10 (Fließgewässertyp 9, „Silikatische, fein bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse“) und 2,25 (Fließgewässertyp 9.2, „Große Flüsse des Mittelgebirges“) und waren daher mit „mäßig“ zu bewerten.

Anlass für die Beprobung des RÜB KA Arnsberg war eine Referenzuntersuchung vor dem geplanten Ausbau der Kläranlage Arnsberg. Im Vergleich zu den letzten Untersuchungen dieser Probenahmestelle hatte sich sowohl die allgemeine Degradation (AD) als auch die Saprobie in ihrer Bewertung verschlechtert.

Grund für den mit „mäßig“ bewerteten Saprobienindex an der Probenahmestelle „unterhalb RÜ Erlenstraße“ in der mittleren Ruhr bei Wickede war die fehlende Substratdiversität. Um den möglichen Einfluss des Regenüberlaufes auf das Gewässer beurteilen zu können, ist eine unmittelbare Nähe zur Einleitungsstelle wichtig. Die zu beprobenden Stellen wiesen steil abfallende Ufer und Steinschüttung auf, so dass hier nur ein stark reduziertes Arteninventar für die Auswertung und Bewertung zur Verfügung stand. Für die leicht bis mäßig über der Klassengrenze liegenden Saprobienindizes an den Probenahmestellen „oberhalb Pegel Hattingen und oberhalb RÜB Raffelberg“ waren, wie in den Vorjahren, zum einen das Vorkommen von aus dem Rhein eingewanderten Neozoen und zum anderen das Vorkommen von Arten mit einem Verbreitungsschwerpunkt in Stillgewässern und langsam fließenden Strömen verantwortlich. Auch wenn diese Arten kausal keine Belastung indizieren, so gingen sie doch als typische Stillwasserarten die für den Unterlauf der Ruhr als Gewässertyp 09.2 „Großer Fluss des Mittelgebirges“ scheinbar eine gewisse saprobielle Belastung indizierten als Störanzeiger mit in die Bewertung ein.

Hohe Planktonblüten, die durch autosaprobielle Prozesse ihres Stoffwechsels oder bei ihrem Absterben den Sauerstoffgehalt der Ruhr senkten und sich so negativ auf die Bewertung der Saprobie auswirkten, sind mit der anhaltenden Nährstofflimitierung und verstärkt durch die hohe Filtrationsrate der invasiven asiatischen Körbchenmuschel *Corbicula* [4.6] weiterhin auf einem niedrigen Niveau.

Im Betrachtungszeitraum (2017- 2022) wurden 31 Probenahmestellen in der Ruhr biologisch betrachtet. Von diesen 31 Probenahmestellen wurden 15 im Jahr 2022 vom Ruhrverband und vom LANUV NRW neu untersucht und zeigten im Ober- und Mittellauf der Ruhr erfreulicherweise einen überwiegend guten ökologischen Zustand bzw. ein gutes ökologisches Potenzial. Im Vergleich zum vorherigen Betrachtungs-

zeitraum haben sich die vier Probenahmestellen „(R14) oberhalb Einmündung Wenne“, „(R15) unterhalb Einmündung Wenne“, „(R4) unterhalb Einmündung Neger“ und „unterhalb RÜ Erlenstraße_verlegt 2022“ in ihrer Bewertung der allgemeinen Degradation verbessert. Hervorzuheben ist an dieser Stelle die Verbesserung der biologischen Bewertung an der Probenahmestelle „(R4) unterhalb Einmündung Neger“. Diese Probenahmestelle war in den vergangenen Monitoringzyklen in ihrem ökologischen Zustand konstant mit „gut“ bewertet worden und hatte sich 2021 auf eine „mäßige“ Bewertung verschlechtert. Da das Bewertungsergebnis 2022 wieder gesichert mit „gut“ wiedergegeben werden konnte, ist aus heutiger Sicht von einer kurzfristigen Störung und einer gewissen Resilienz des intakten und naturnahen Bachsystems auszugehen.

Im weiteren Fließverlauf der Ruhr traten zunehmend strukturelle Defizite auf. Dazu zählten fehlende oder unzureichende Habitatstrukturen, vor allem durch Querbauwerke verursachte Staueffekte und damit verbundene Veränderungen des Strömungsbildes, sowie eine mögliche Erwärmung des Gewässers. Dies begünstigte, neben einer Ansiedlung von für die Ruhr untypischen Stillwassertaxa, auch die Ansiedlung von oft konkurrenzstärkeren Neozoen, die mit hohen Individuendichten die Besiedlung in der mittleren und unteren Ruhr dominierten. So wurden die als HMWB ausgewiesenen Probenahmestellen überwiegend defizitär bewertet. Die angepasste Typzuweisung der unteren Ruhr als Typ „21_N Seeausflussgeprägtes Fließgewässer“ spiegelt die Charakteristika der durch Stauhaltung geprägten unteren Ruhr besser wieder als die ursprünglich der Bewertung zugrunde gelegte Typzuweisung eines 9.2 Gewässers [4.2]. Durch diese differenzierte Typbetrachtung verbesserte sich die Bewertung der aktuellen Monitoringdaten aus dem Jahr 2022.

Negative Auswirkungen auf den saprobiellen Zustand oder die Bewertung der Allgemeinen Degradation der Ruhr in Folge der Mindestwasserführung oder durch das Hochwasserereignis im Juni 2021 konnten auf Basis der vorliegenden Daten auch in diesem Jahr nicht festgestellt werden. Die im Jahr 2022 neu untersuchten Probenahmestellen zeigten besonders in den durch Trockenheit potentiell gefährdeten Oberläufen einen überwiegend mit „gut“ bewerteten ökologischen Zustand.

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

Hydrobiologische Untersuchungen gemäß EG-WRRL in den Gewässern der Planungseinheiten

Im Rahmen des kooperativen Gewässermonitorings lag im Jahr 2022 seitens des Ruhrverbands der Schwerpunkt der hydrobiologischen Untersuchungen mit insgesamt 48 Probenahmestellen auf der Planungseinheit Mittlere Ruhr und Untere Ruhr, während das LANUV NRW 60 Untersuchungen in den

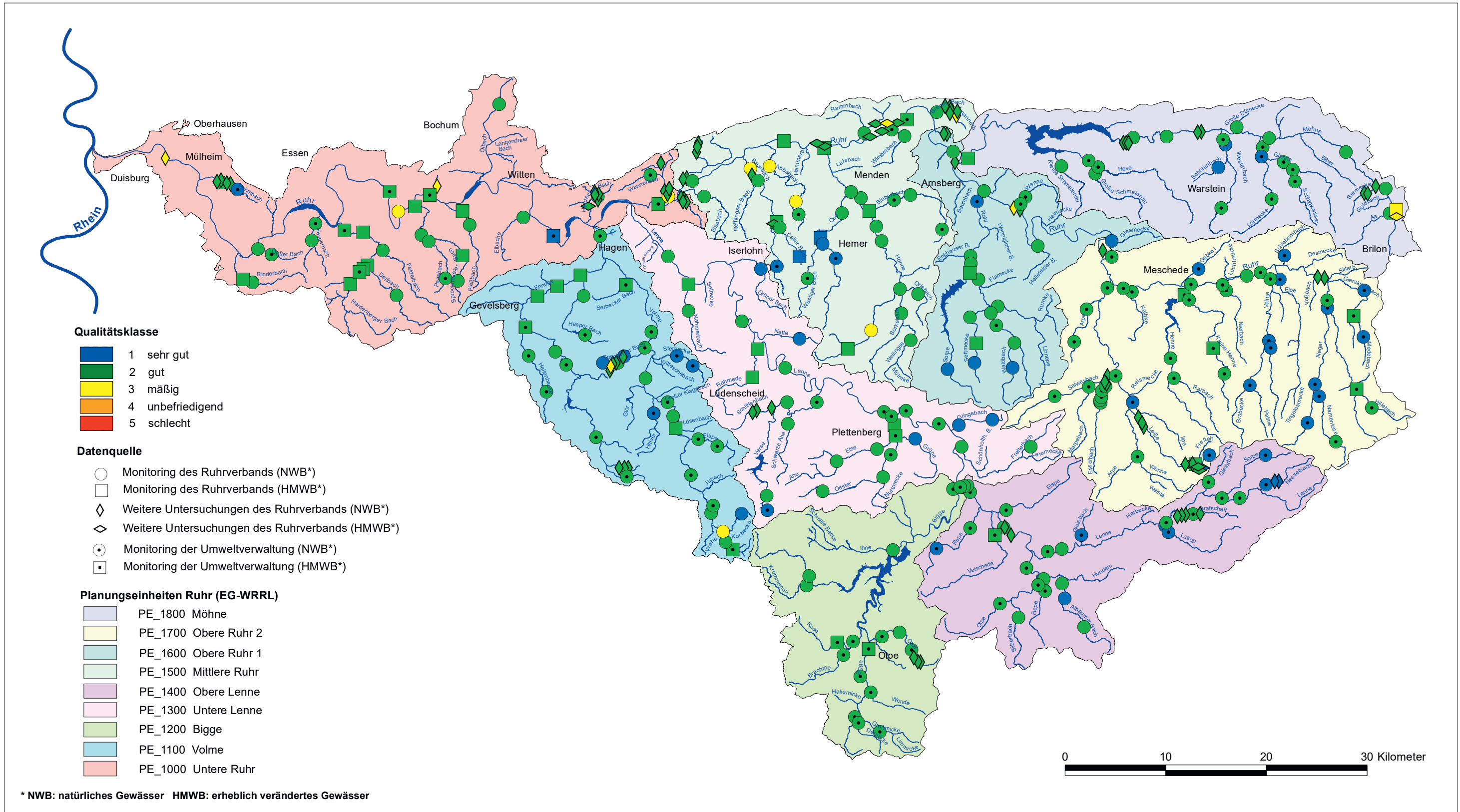


Bild 4.4: Ökologischer Gewässerzustand im Ruhrinzugsgebiet – Makrozoobenthos (Modul Saprobie), für die Jahre 2017 bis 2022. Ergebnisse „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in Zusammenarbeit mit dem Ruhrverband Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.4: Ecological status in the Ruhr catchment area – macrozoobenthos (module saprobic index), 2017 to 2022. Results „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in cooperation with Ruhrverband Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

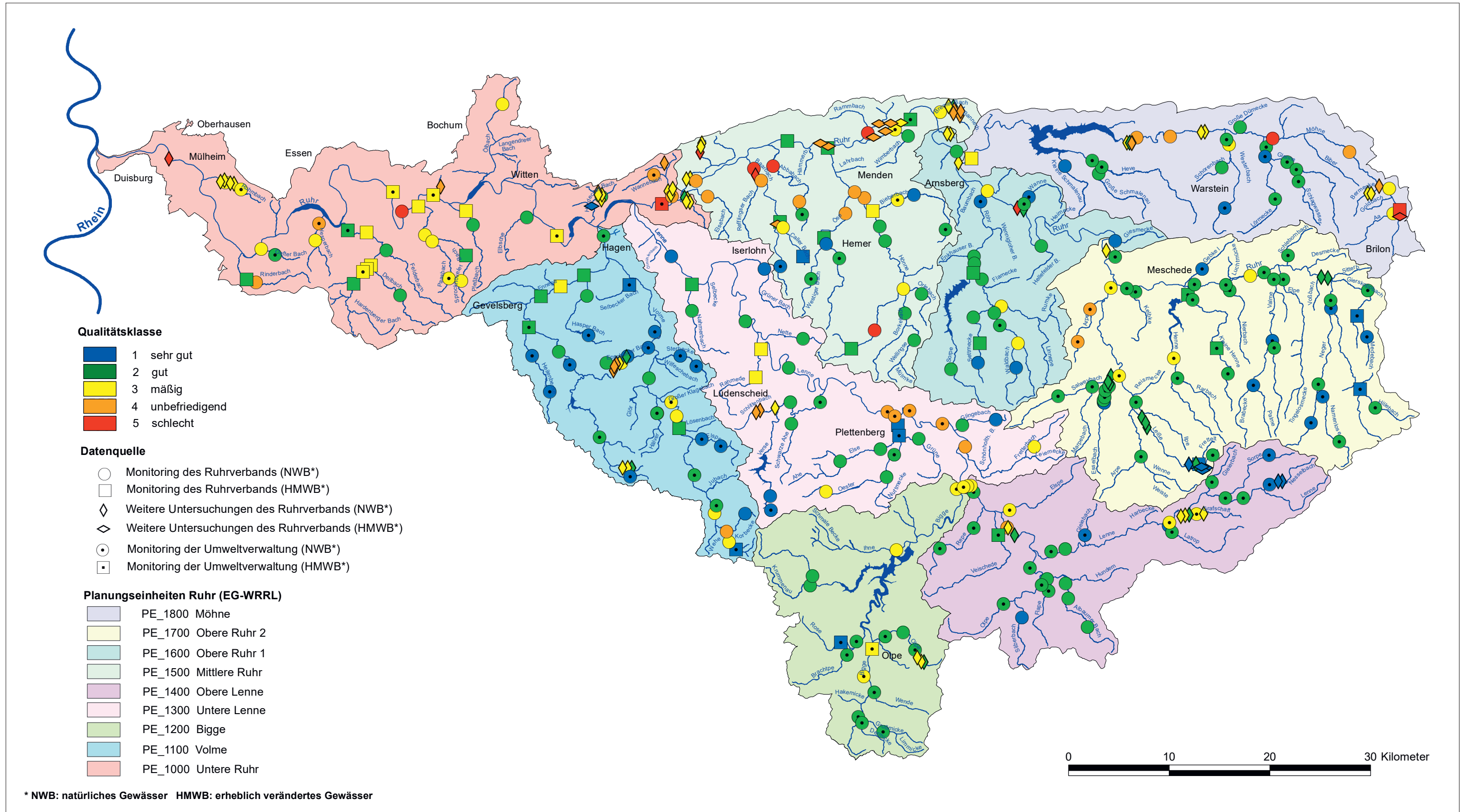


Bild 4.5: Ökologischer Gewässerzustand im Ruhrzugsgebiet – Makrozoobenthos (Modul Allgemeine Degradation), für die Jahre 2017 bis 2022. Ergebnisse „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in Zusammenarbeit mit dem Ruhrverband Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.5: Ecological status in the Ruhr catchment area – macrozoobenthos (module general degradation), 2017 to 2022. Results „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in cooperation with Ruhrverband Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Planungseinheiten Obere Ruhr 2, Mittlere Ruhr, Obere Lenne, Untere Lenne, Bigge, Volme und der Unteren Ruhr durchgeführt hat. Weitere Untersuchungen an 36 Probenahmestellen fanden im Jahr 2022 im Rahmen des IEP-Programms des Ruhrverbands in den Planungseinheiten Möhne, Obere Ruhr 2, Obere Ruhr 1, Mittlere Ruhr und Volme statt.

Die Bilder 4.4 und 4.5 zeigen die Gewässerzustandskarten für die Module Saprobie und Allgemeine Degradation. In den Karten sind die Ergebnisse messstellengenau mit farbig codierten Symbolen entsprechend der fünfstufigen Qualitätsklassifizierung nach EG-WRRL dargestellt. Die Darstellung des ökologischen Potenzials (für HMWB) für das Modul Allgemeine Degradation erfolgt für Daten ab dem Jahr 2015 in der gleichen fünfstufigen Farbcodierung wie für NWB, jedoch zur Differenzierbarkeit mit anderen Symbolen. Dies weicht vom offiziellen HMWB-Farbcode gemäß OGewV [4.7], Anlage 12 ab, die für das höchste ökologische Potenzial keine Farbe festlegt und HMWB-Bewertungen zusätzlich mit grauen Querstreifen kennzeichnet.

Die Gewässerzustandskarten basieren auf Untersuchungen, die in den Jahren 2017 bis 2022 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 Jahr 2022 wurden vom Ruhrverband 84 Probenahmestellen und vom LANUV NRW 60 Probenahmestellen im Ruhreinzugsgebiet hydrobiologisch untersucht. Diese Ergebnisse wurden bei der Aktualisierung der vorliegenden Gewässerzustandskarten mitberücksichtigt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse aus dem Jahr 2022 sowohl im Vergleich als auch ergänzend zu den Ergebnissen aus den zurückliegenden Jahren 2017 bis 2021 in Ausschnittskarten dargestellt und diskutiert.

Planungseinheit 1800 Möhne (Bild 4.6)

Von den 33 im Möhne-Einzugsgebiet liegenden Probenahmestellen, die sich überwiegend in als NWB ausgewiesenen Wasserkörpern befinden, wurden im Jahr 2022 sieben

- [4.6] Ruhrverband: Vorkommen und Bedeutung der neozoischen Körbchenmuschel *Corbicula* in der Ruhr. In: Ruhrgütebericht 2016, S. 99 - 104.
- [4.7] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV), Bundesgesetzblatt G 5702, Bonn 23. Juni 2016

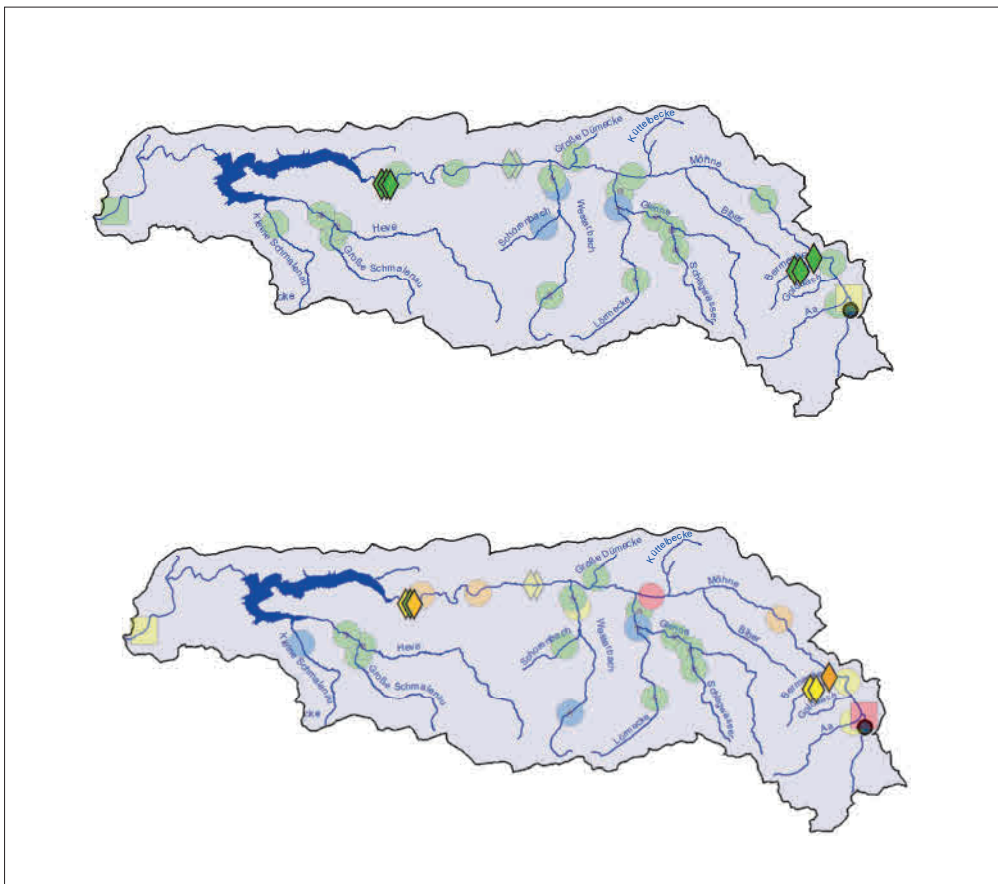


Bild 4.6: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos – Ausschnittskarten der Planungseinheit Möhne (PE 1800) (oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2022, große, schwach gefärbte Symbole = 2017 bis 2021)
 Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)
 Fig. 4.6: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Möhne (PE 1800). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2022, large, lightly coloured symbols = 2017 to 2021
 Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Probenahmestellen vom Ruhrverband im Rahmen der Integralen Entwässerungsplanung untersucht. 94 % der Probenahmestellen konnten im Modul der Saprobie in diesem Betrachtungszeitraum mit „gut“ und „sehr gut“ bewertet werden. Ausnahmen sind hier nur die beiden Probenahmestellen "(M3) unterhalb Kläranlage Brilon, oberhalb Aabach" und "unterhalb Kläranlage Brilon", die beide mit „mäßig“ bewertet sind. Die Möhne (Hunderbecke) verläuft hier überwiegend verrohrt durch das Stadtgebiet von Brilon und ist nur an sehr wenigen Tagen wasserführend, d. h. dass die Möhne an dieser Stelle fast ausschließlich durch den Kläranlagenabfluss gespeist wird. Zurückzuführen ist dies in erster Linie auf die geologische Situation des Karstgebietes, aber auch auf die Versiegelung und Überbauung des oberen Einzugsgebietes, welches die Grundwasserneubildung reduziert. Aufgrund der besonderen Situation wird die Kläranlage Brilon in Kürze mit einer vierten Reinigungsstufe ausgerüstet.

Anders als das überwiegend mit „gut“ bewertete Modul der Saprobie zeigten die Bewertungsergebnisse der Allgemeinen Degradation ein heterogenes Bild. 54 % der untersuchten Probenahmestellen erreichten noch keinen guten Zustand oder kein gutes Potenzial. Die Ursachen hierfür sind weiterhin vielfältig. Viele der Nebengewässer, welche aufgrund der zu geringen Einzugsgebietsgröße ($\leq 10 \text{ km}^2$) nicht als berichtspflichtig gelten und somit weiterhin als natürliche Wasserkörper bewertet werden, sind ebenso teilweise morphologisch überformt (Sohl- und Uferverbau, anthropogene Überformung des Gewässersumfelds). Dies führt u. a. zu einer Veränderung in der Fließgeschwindigkeit, schwankende 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 2). Darüber hinaus sind große Gewässerabschnitte sowohl der Möhne als auch ihrer Nebengewässer strukturell degradiert und landwirtschaftlich überprägt, was sich ebenfalls negativ auf die Bewertung auswirkte.

Planungseinheit 1700 Obere Ruhr 2 (Bild 4.7)

Das Einzugsgebiet der „Oberen Ruhr 2“ umfasst in diesem Betrachtungszeitraum 65 Probenahmestellen, von denen im Jahr 2022 neun vom LANUV NRW und 15 vom Ruhrverband im Rahmen der integralen Entwässerungsplanung untersucht wurden. Von den 65 Probenahmestellen lagen 56 in als NWB ausgewiesenen und neun in als HMWB ausgewiesenen Wasserkörpern mit den Fallgruppen Bebauung mit und ohne Vorland (BoV und BmV) sowie Landentwässerung und Hochwasserschutz (LuH).

Diese Planungseinheit wies für den Betrachtungszeitraum 2017 - 2022 an allen Probenahmestellen einen guten oder sehr guten saprobiellen Zustand auf. Die Allgemeine Degradation erfüllte an rund 90 % der Probenahmestellen die Anforderungen für einen guten oder sehr guten ökologischen Zustand bzw. eines guten oder sehr guten ökologischen Potenzials im Sinne der WRRL. 8 % der Probenahmestellen waren mit „mäßig“ und zwei Probenahmestellen (2 %) mit „unbefriedigend“ bewertet.

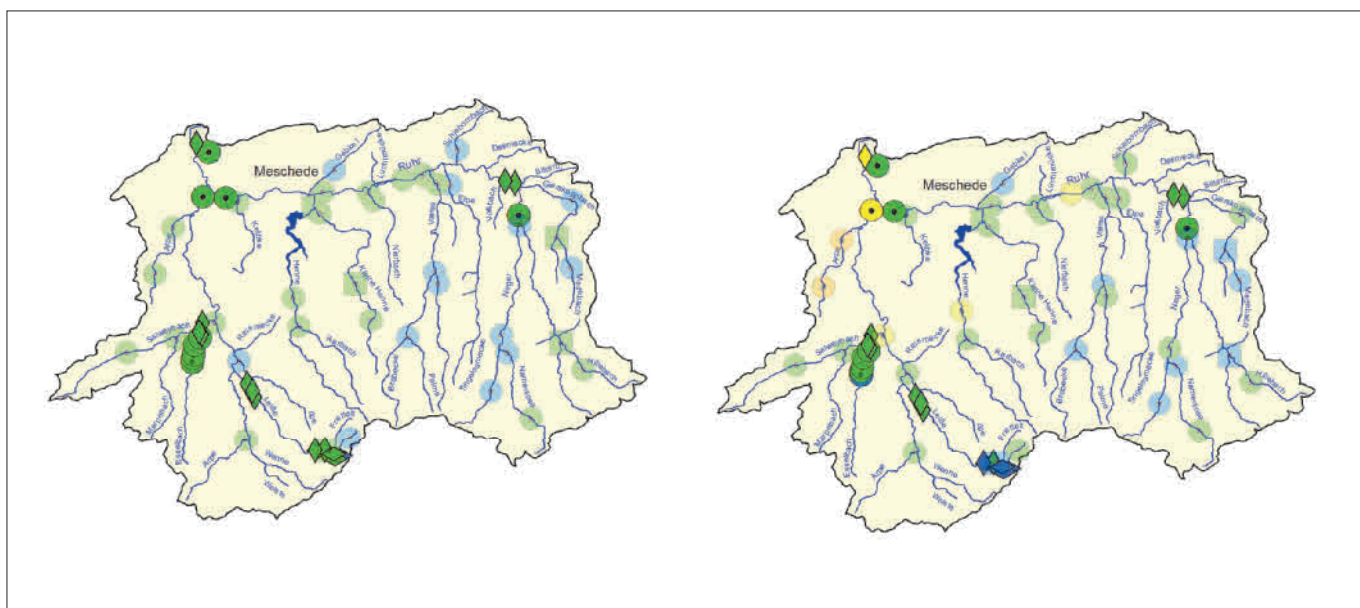


Bild 4.7: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Obere Ruhr 2 (PE 1700) (links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2022, große, schwach gefärbte Symbole = 2017 bis 2021) Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.7: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Upper Ruhr 2 (PE 1700). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2022, large, lightly coloured symbols = 2017 to 2021 Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Planungseinheit 1600 Obere Ruhr 1 (Bild 4.8)

In dieser Planungseinheit wurden 23, der überwiegend als NWB ausgewiesenen, Probenahmestellen im Jahr 2022 vom Ruhrverband nach dem PERLODES-Verfahren untersucht.

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

Planungseinheit 1500 Mittlere Ruhr (Bild 4.9)

Die Planungseinheit „Mittlere Ruhr“ wurde im Jahr 2022 sowohl vom LANUV als auch vom Ruhrverband im Rahmen von IEP-Untersuchungen und des operativen Monitorings beprobt.

In diesem Untersuchungszyklus fanden 63 Untersuchungen in 21 Gewässern statt, wovon 35 Probenahmestellen in 15 Gewässern neu untersucht wurden. Damit war diese Planungseinheit, die im Jahr 2022 am intensivsten untersuchte. Im Vergleich zum vorherigen Betrachtungszeitraum konnten sich neun Probenahmestellen verbessern, fünf Probenahmestellen hingegen verschlechterten sich in ihrem ökologischen Zustand.

Planungseinheit 1400 Obere Lenne (Bild 4.10)

Diese Planungseinheit wurde im Jahr 2022 ausschließlich vom LANUV NRW an vier Probenahmestellen neu untersucht. Alle 38 insgesamt der von 2017-2022 betrachteten Probenahmestellen konnten erfreulicherweise saprobiell mit „gut“ oder „sehr gut“ bewertet werden. Hinsichtlich der allgemeinen Degradation verbesserte sich die Bewertung im Vergleich zur Vorjahresbetrachtung. So konnten 27 der 38 untersuchten Probenahmestellen (71 %) mit „gut“ oder „sehr gut“ bewertet werden. Lediglich 26 % der Probenahmestellen waren mit „mäßig“ und nur eine Probenahmestelle (3 %) mit „unbefriedigend“ bewertet. Es gab keine Probenahmestelle, die mit „schlecht“ bewertet wurde.

Planungseinheit 1300 Untere Lenne (Bild 4.11)

Im Zeitraum zwischen 2017 und 2022 wurden in dieser Planungseinheit 33 Probenahmestellen, davon 28 in NWB und fünf in HMWB untersucht. Von den genannten Probenahmestellen konnten saprobiell alle mit „gut“ oder „sehr gut“ bewertet werden.

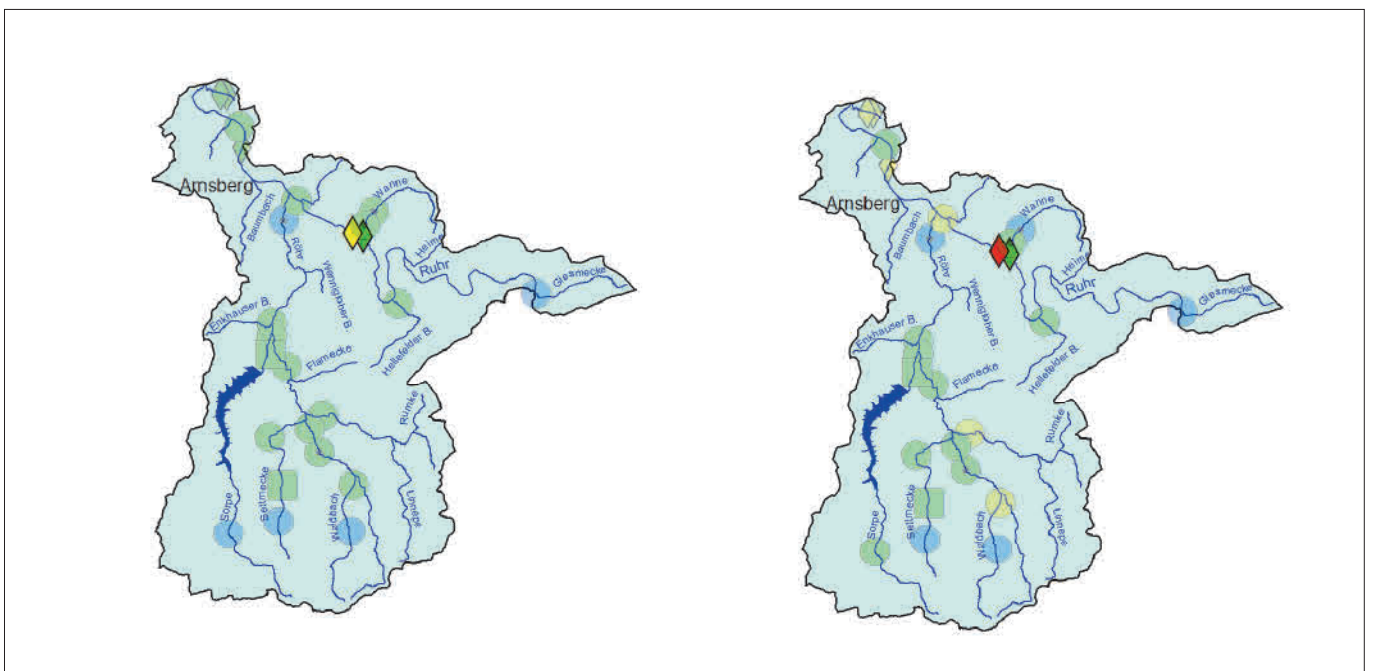


Bild 4.8: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Obere Ruhr 1 (PE 1600) (links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2022, große, schwach gefärbte Symbole = 2017 bis 2021) Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.8: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Upper Ruhr 1 (PE 1600). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2022, large, lightly coloured symbols = 2017 to 2021 Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

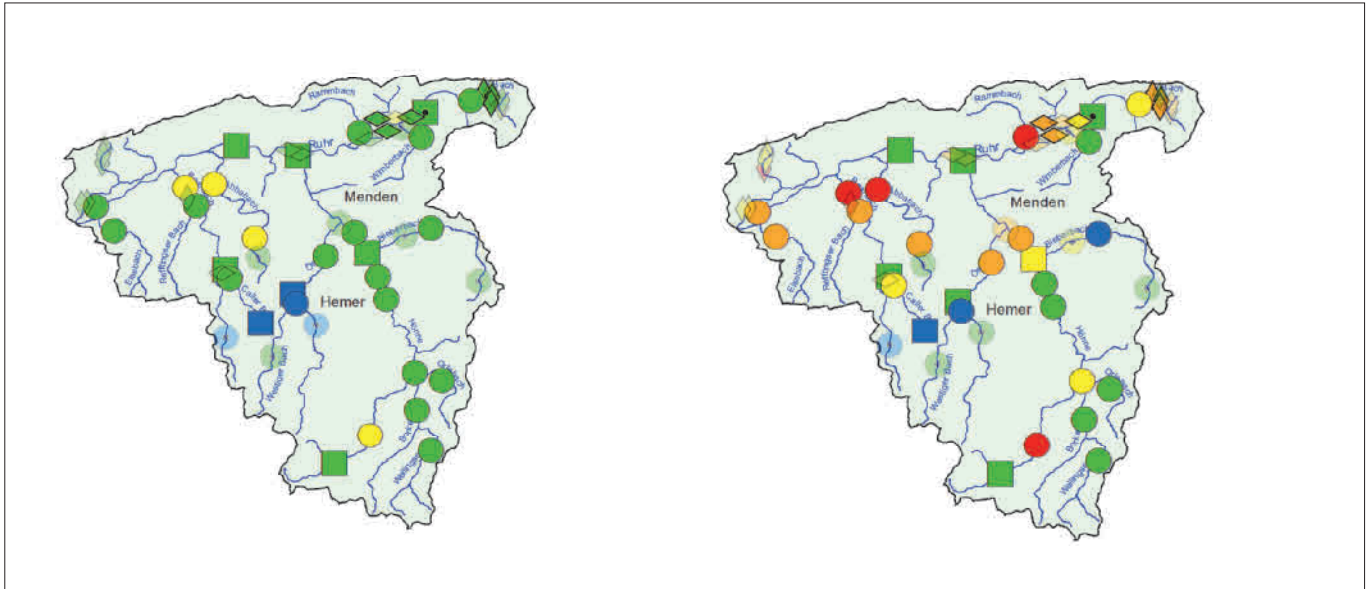


Bild 4.9: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Mittlere Ruhr (PE 1500) (oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2022, große, schwach gefärbte Symbole = 2017 bis 2021)
 Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.9: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Middle Ruhr (PE 1500). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2022, large, lightly coloured symbols = 2017 to 2021 Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

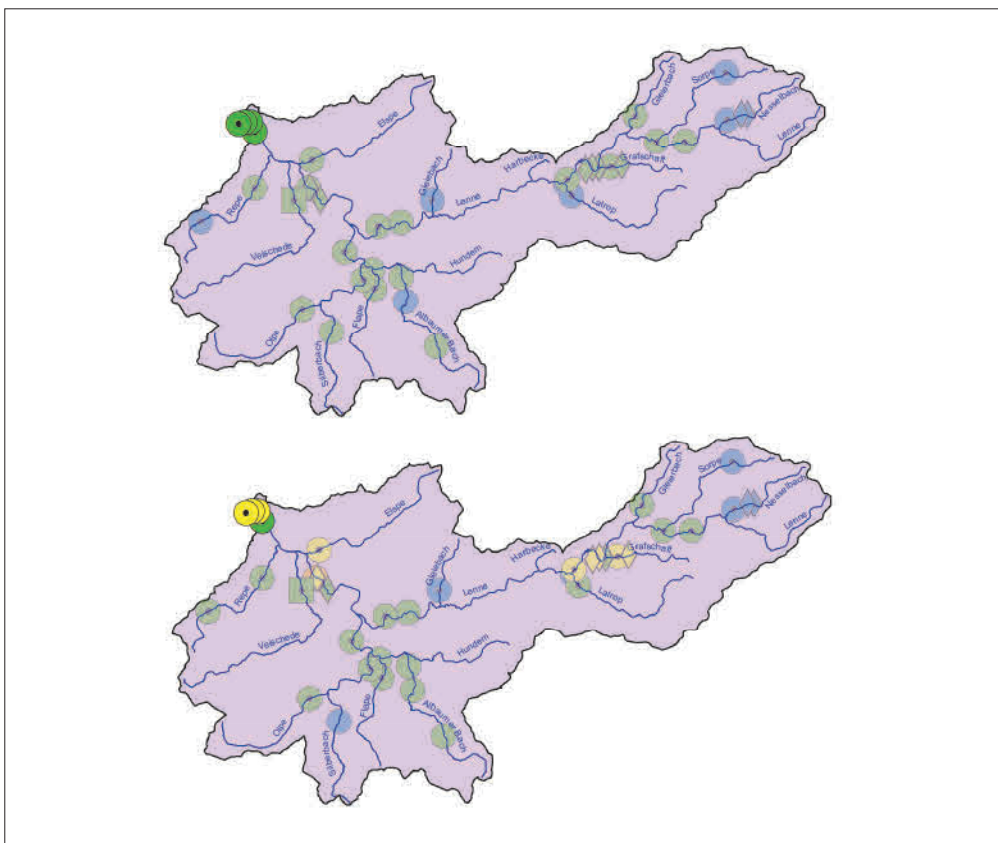


Bild 4.10: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Obere Lenne (PE 1400) (oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2022, große, schwach gefärbte Symbole = 2017 bis 2021) Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.10: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Upper Lenne (PE 1400). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2022, large, lightly coloured symbols = 2017 to 2021 Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

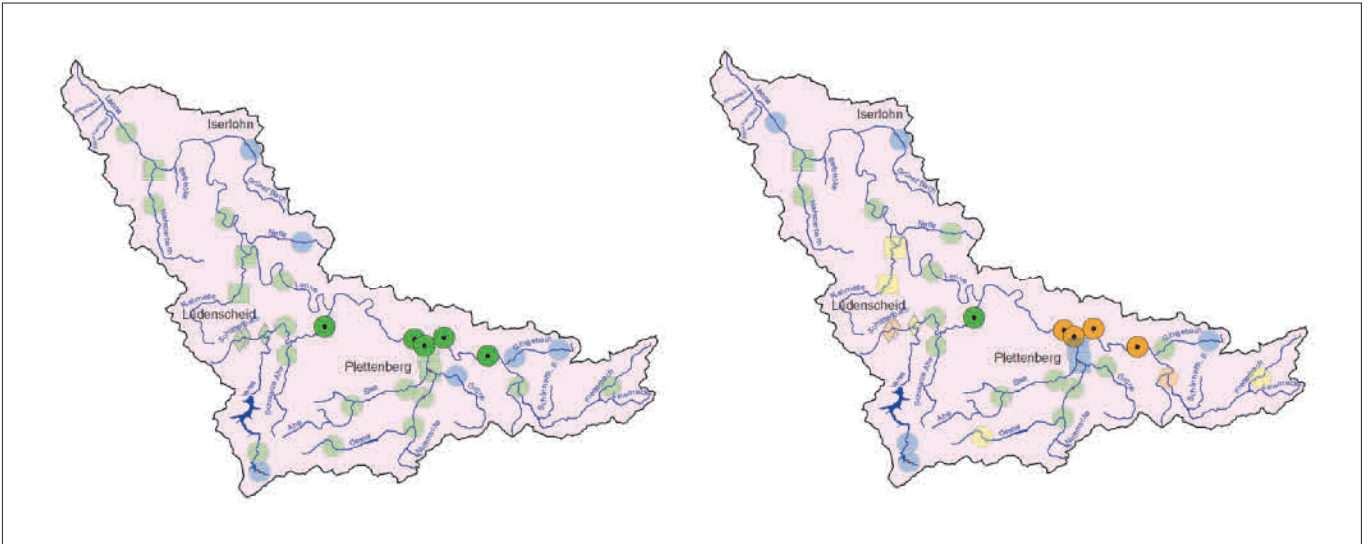


Bild 4.11: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Untere Lenne (PE 1300) (links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2022, große, schwach gefärbte Symbole = 2017 bis 2021) Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)
 Fig. 4.11: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Lower Lenne (PE 1300). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2022, large, lightly coloured symbols = 2017 to 2021 Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Bei der Bewertung des Moduls Allgemeine Degradation lag der Anteil der mit „sehr gut“ und gut bewerteten Probenahmestellen bei 64 %. 18 % der Probenahmestellen wurden mit „mäßig“, 18 % mit „unbefriedigend“ und keine der Probenahmestellen mit „schlecht“ bewertet.

Planungseinheit 1200 Bigge (Bild 4.12)

In der Planungseinheit Bigge zeigten von den 19 dargestellten, überwiegend als NWB bewerteten Probenahmestellen alle einen guten saprobiellen Zustand.

Im Modul der Allgemeinen Degradation konnten 68 % mit „gut“ bewertet werden. Das sind 24 % mehr als im vorherigen Betrachtungszeitraum. Nur 32 % der Probenahmestellen wiesen weiterhin einen gewissen Handlungsbedarf auf.

Planungseinheit 1100 Volme (Bild 4.13)

Von den 45, überwiegend in als NWB ausgewiesenen Wasserkörpern im Volme – Einzugsgebiet liegenden, Probenahmestellen wurden im Jahr 2022 in zehn Gewässern 26 Probenahmestellen im Rahmen der integralen Entwässerungsplanung (IEP) vom Ruhrverband und vom LANUV NRW nach dem PERLODES – Verfahren untersucht.

Von den 45 dargestellten Probenahmestellen wiesen bis auf zwei Ausnahmen alle einen guten oder sogar sehr guten saprobiellen Zustand auf. Unter anderem wurde die Probenahmestelle „unterhalb KA Breckerfeld“ in der Illekatte im Modul

der Saprobie mit „mäßig“ bewertet. Da der Abfluss der Illekatte bei mittlerem Abfluss zu etwa 60 % aus Kläranlagen-Abfluss besteht, ist nicht zu erwarten, dass ein guter ökologischer Zustand auch bei optimaler Reinigungsleistung der Kläranlage erreicht werden kann. Im Modul der Allgemeinen Degradation konnten 69 % mit „gut“ oder „sehr gut“ bewertet werden. Es gab in dieser Planungseinheit keine Probenahmestelle, die mit „schlecht“ bewertet wurde.

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

Planungseinheit 1000 Untere Ruhr (Bild 4.14)

Das Einzugsgebiet der „Unteren Ruhr“ wurde in diesem Betrachtungszeitraum an 54 Probenahmestellen in 19 Gewässern untersucht. Von den 54 Probenahmestellen lagen 39 in als NWB ausgewiesenen und 15 in als HMWB ausgewiesenen Wasserkörpern mit der Fallgruppe Bebauung mit und ohne Vorland (BoV und BrV) sowie Einzelfallbetrachtung (EFB). Anders als noch im Vorjahreszeitraum, in welchem die Bewertungsgrundlage von Seiten des Landes für HMWB – Wasserkörper der unteren Ruhr noch nicht abschließend geklärt war und diese Probenahmestellen nach dem Worst-case-Prinzip als NWB-Wasserkörper bewertet wurden, konnte dieses Jahr eine angepasste Typbewertung zugrunde gelegt werden („Grundlagen der Bewertung von Gewässeranalysedaten im Ruhrgüte-

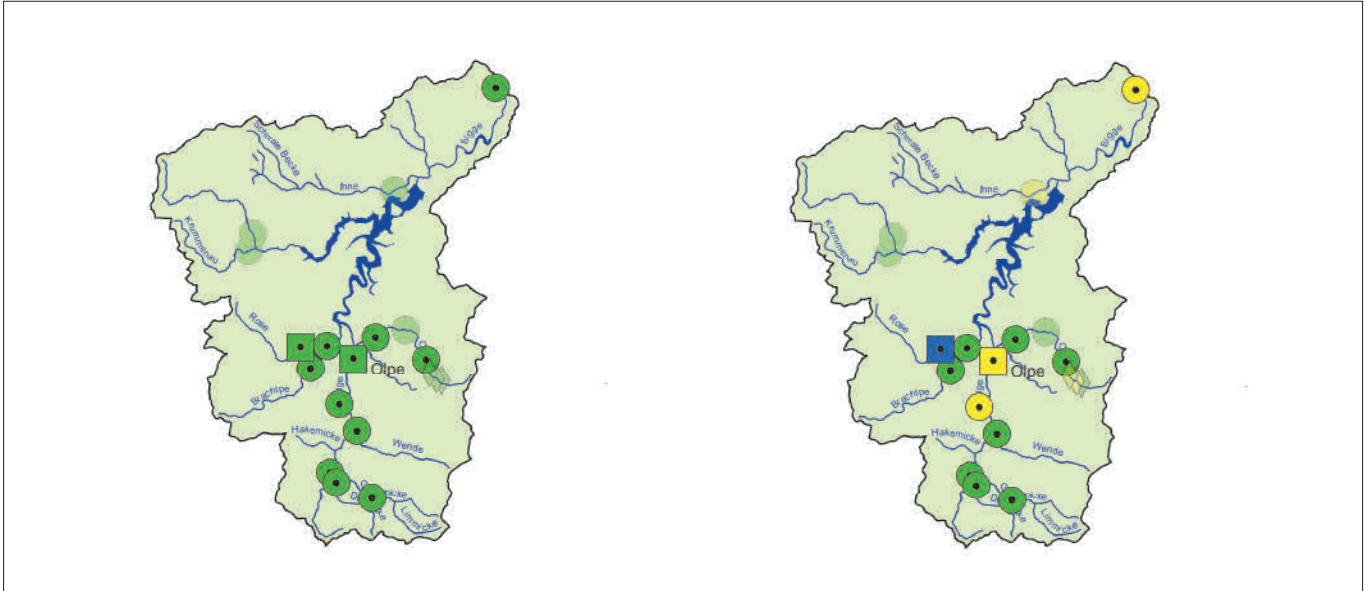


Bild 4.12: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Bigge (PE 1200) (links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation) Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2022, große, schwach gefärbte Symbole = 2017 bis 2021 Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.12: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Bigge (PE 1200). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2022, large, lightly coloured symbols = 2017 to 2021 Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

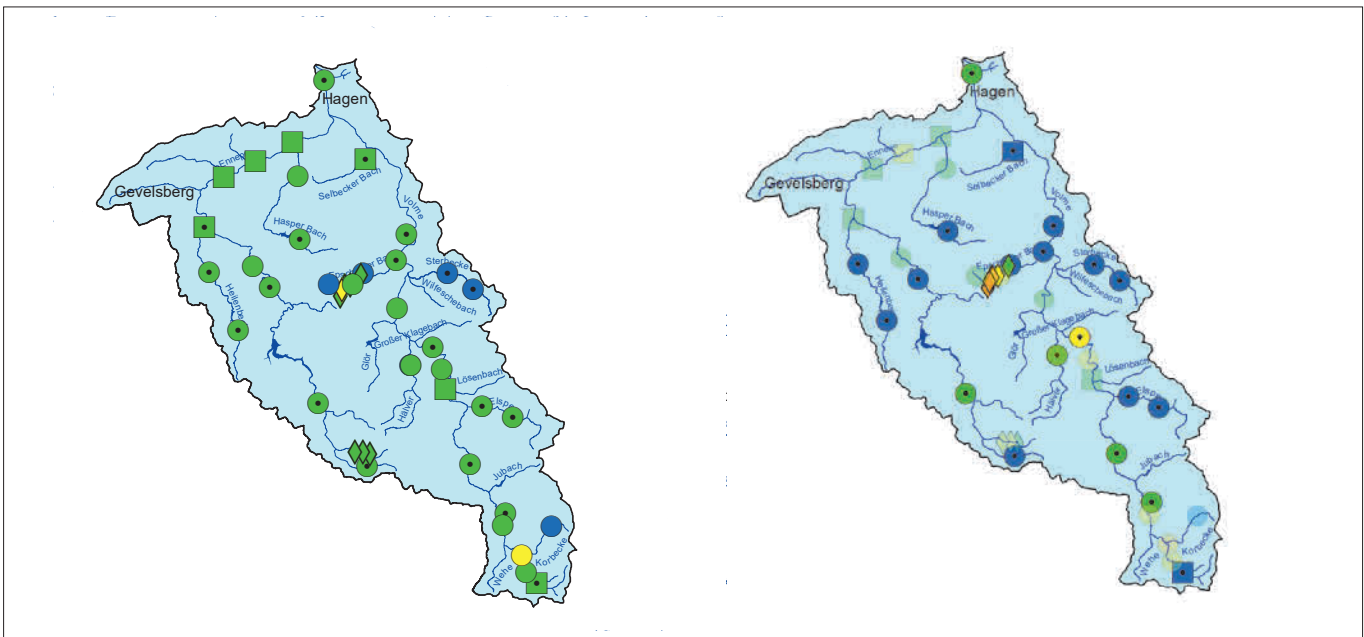


Bild 4.13: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Volme (PE 1100) (links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation) Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2022, große, schwach gefärbte Symbole = 2017 bis 2021 Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.13: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Volme (PE 1100). Left: module saprobic index; right: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2022, large, lightly coloured symbols = 2017 to 2021 Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

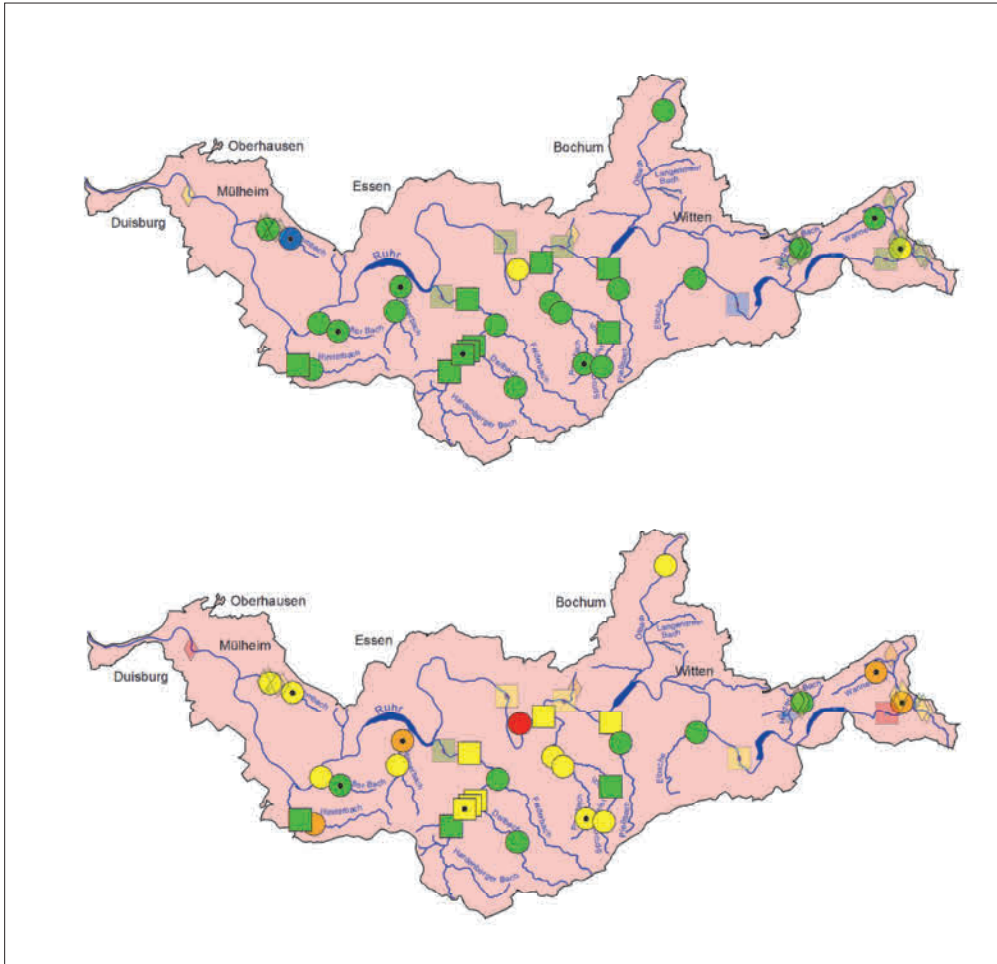


Bild 4.14: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Untere Ruhr (PE 1000) (oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation). Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2022, große, schwach gefärbte Symbole = 2017 bis 2021. Quelle (Karte): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Fig. 4.14: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Lower Ruhr (PE 1000). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2022, large, lightly coloured symbols = 2017 to 2021. Source (map): Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

bericht“, Kapitel 2), so dass die betroffenen Probenahmestellen als HMWB- Wasserkörper in ihrem ökologischen Potenzial bewertet wurden.

Diese Planungseinheit wies für den Betrachtungszeitraum 2017 bis 2022 an 93 % der Probenahmestellen einen sehr guten oder guten saprobiellen Zustand auf. Die Allgemeine Degradation erfüllte jedoch nur an 17 % der insgesamt 54 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 Gewässerunters-

chungen in den jeweiligen Planungseinheiten und dem gesamten Ruhreinzugsgebiet gibt Tabelle 4.3 wieder.

Die Ruhr zeigte saprobiell fast durchgängig einen guten oder sogar sehr guten Zustand. Zusammenfassend waren im Ruhrlängsverlauf im Berichtszeitraum (2017 bis 2022) 3 % der 30 untersuchten Probenahmestellen saprobiell mit „sehr gut“, 87 % mit „gut“ und 10 % mit „mäßig“ bewertet.

Die Bewertung im Modul AD zeigte ein heterogeneres Bild. Im Oberlauf, in der die Ruhr durchgängig als NWB ausgewiesen ist, stellte sie sich zumeist mit einer guten Bewertung dar. Im weiteren Fließverlauf der Ruhr traten allerdings zunehmend strukturelle Defizite auf. Zusammenfassend waren von den im Zeitraum von 2017 bis 2022 betrachteten 30 Probenahmestellen 37 % mit „gut“, 27 % mit „mäßig“, 23 % mit „unbefriedigend“ und 13 % mit „schlecht“ bewertet. Anders als im vorherigen Betrachtungszeitraum, in welchem 83 % der Probenahmestellen den guten ökologischen Zustand/Potenzial verfehlten, sind es in diesem Betrachtungszeitraum nur noch 63 %.

Tabelle 4.3: Gesamtübersicht über die messstellenbezogene Verteilung der Ergebnisse der hydrobiologischen Untersuchungen zum ökologischen Gewässerzustand in den jeweiligen Planungseinheiten im Ruhreinzugsgebiet – Makrozoobenthos, für die Jahre 2017 bis 2022. Ergebnisse: „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in Zusammenarbeit mit dem Ruhrverband

Table 4.3: Overview of the measuring point-specific distribution of results of the hydrobiological examinations on the ecological status in the respective planning units of the Ruhr catchment area – macrozoobenthos, 2017 to 2022. Results „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de> in cooperation with Ruhrverband

	Untere Ruhr (1000)			Volme (1100)			Bigge (1200)			Untere Lenne (1300)			Obere Lenne (1400)			Mittlere Ruhr (1500)			Obere Ruhr 1 (1600)			Obere Ruhr 2 (1700)			Möhne (1800)			Ruhreinzugsgebiet											
	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Monitoring des Ruhrverbands	Weitere Untersuchungen RV	Monitoring der Umweltverwaltung	Summe											
Saprobie	1 sehr gut	0	1	2	3	2	0	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52										
	2 gut	19	17	11	47	12	8	17	37	4	3	12	19	17	3	7	27	5	6	18	29	22	18	6	46	12	4	3	19	1	14	33	48	10	9	9	28	300	
	3 mäßig	1	2	1	4	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15		
	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	54			45			19			33			38			57			25			63			33			367										
Allgemeine Degradation (Ökol. Zustand)	1 sehr gut	0	0	0	1	0	12	13	0	0	0	0	4	0	1	5	2	2	3	7	2	0	1	3	3	0	2	5	0	1	8	9	1	0	2	3	45		
	2 gut	5	2	1	8	4	3	5	12	3	1	8	12	11	0	2	13	5	2	12	19	6	1	4	11	8	1	2	11	0	9	29	38	3	1	8	12	136	
	3 mäßig	7	13	2	22	5	3	1	9	1	2	2	5	2	1	0	3	0	4	6	10	3	4	2	9	3	3	0	6	1	1	3	5	2	6	1	9	78	
	4 unbefriedigend	1	3	3	7	1	3	0	4	0	0	0	0	1	2	4	7	0	0	1	1	7	5	0	12	0	0	0	0	0	2	2	3	2	0	5	38		
	5 schlecht	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	
	Summe	39			38			17			28			37			41			23			54			30			307										
Allgemeine Degradation (Ökol. Potenzial)	1 sehr gut	0	1	0	1	0	0	2	2	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	
	2 gut	3	0	1	4	3	0	1	4	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	5	0	1	6	2	0	0	0	2	0	0	2	2	0	0	0	0	20
	3 mäßig	3	0	6	9	1	0	0	1	0	0	1	1	2	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	16
	4 unbefriedigend	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	Summe	15			7			2			5			1			16			2			9			3			60										
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																																						

Im Betrachtungszeitraum 2017 bis 2022 zeigten im Rahmen der gewässerökologischen Untersuchungen der Planungseinheiten an der Ruhr und ihren Nebengewässern insgesamt 358 von 373 Probenahmestellen (96 %) einen guten oder sehr guten saprobiellen Zustand

Ruhr, einen guten bzw. sehr guten Zustand bzw. ein gutes oder besseres Potenzial auf. Ursache für den defizitären Zustand an der Hälfte der Probenahmestellen waren vielfach die nutzungsbedingt veränderten Gewässerstrukturen.

Mit Blick auf die Allgemeine Degradation wiesen 219 Probenahmestellen, entsprechend 59 %, der im Zeitraum 2017 bis 2022 untersuchten Probenahmestellen im Einzugsgebiet der

5 Trophische Situation in der Ruhr

Planktonuntersuchungen

Die trophische Situation der unteren Ruhr mit ihren Flusstausen wird von den physikalisch-chemischen Gegebenheiten und biologischen Prozessen wie der planktischen Primär- und Sekundärproduktion beeinflusst. Seit etwa zwei Jahrzehnten haben sich die in der Vergangenheit 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 nutallii*, die in jeder Vegetationsperiode aufs Neue in Konkurrenz zu den planktischen Algen um die freien Nährstoffe in der Ruhr stehen. Auch die Verbreitung der aus Asien eingeschleppten algivoren (algenfressenden) Korbchenmuschel *Corbicula sp.* [5.1] in den Uferbereichen der Ruhr ist für das Nahrungsnetzgefüge und die Trophie zunehmend von Belang und beeinflusst die Entwicklung des Zooplanktons als zusätzlicher Phytoplankton-Konsument.

Zur Bewertung der planktischen Primärproduktion (Algenwachstum) wird routinemäßig der Chlorophyll-a-Gehalt herangezogen. Ergänzt werden diese Ergebnisse durch qualitative und quantitative Bestimmungen des Phytoplanktons (Primärproduzenten) am Ein- und Auslauf des Baldeneysees und des Zooplanktons (v. a. Primärkonsumenten) am Auslauf des Sees, da nur dort die erforderliche Wassertiefe für eine Zooplanktonprobenahme gegeben ist. In den folgenden Abschnitten werden die Untersuchungsergebnisse aus dem Jahr 2022 gemeinsam mit den langjährigen Untersuchungen unter Berücksichtigung abiotischer (Globalstrahlung, Wassertemperatur und Abfluss) und biotischer Faktoren (algenkonsumierende Zooplankter bzw. Muscheln sowie Makrophyten) dargestellt und erläutert.

Klimatische Bedingungen

Das Jahr 2022 war außergewöhnlich warm und im Vergleich zu den langjährigen Bedingungen zu trocken. Gemeinsam mit dem Jahr 2018 gilt es als das wärmste Jahr seit Messbeginn. In der Jahressumme wurden für Essen durch den Deutschen Wetterdienst 817 mm Niederschlag registriert, was 88 % des langjährigen Mittels (Vergleichszeitraum 1991 – 2020) entspricht [5.2]. Aus einer meist defizitären Regenbilanz, die angeführt wurde vom August 2022 mit nur 8 % der sonst üblichen Menge, traten lediglich der Februar und der September mit etwa doppelt so viel Regen wie im Vergleichszeitraum hervor. Die starken Niederschläge im Februar 2022 verursachten mehrere aufeinander folgende Hochwasserereignisse mit im Frühjahr üblichen Abflusswerten bis etwa 400 m³/s am Pegel

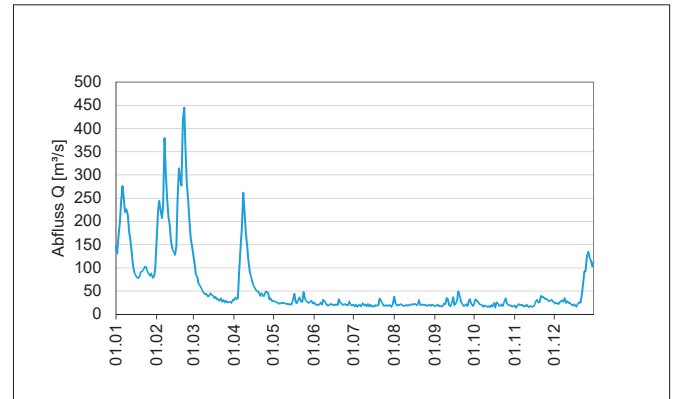


Bild 5.1: Abflussganglinie der Ruhr am Pegel Hattingen von Januar bis Dezember 2022 (b) auf Basis von Tagesmittelwerten
Fig. 5.1: Runoff hydrograph at the Hattingen gauging station from January to the end of December (b) based on the daily average

Hattingen. Ab Mitte April wurde aber die gesamte Vegetationsperiode hindurch ein Abfluss von 50 m³/s nicht mehr überschritten (Bild 5.1) und somit die sonst normale Mittelwasserlinie nicht erreicht. Die Monate Juni, Juli und August, mit in Summe nur 130 Millimetern Niederschlag, ergaben den trockensten Sommer seit Aufzeichnungsbeginn. Infolgedessen hatten die starken Regenfälle des Septembers auf den Abfluss der Ruhr kaum Einfluss. Bezüglich der mittleren Lufttemperaturen blieben nur die Monate April, September und Dezember minimal unter den Werten des Vergleichszeitraums. Alle anderen Monate waren zwischen 0,7 °C und 3,2 °C zu warm. Die Monatsmittelwerte der Globalstrahlung des Jahres 2022 (Bild 5.2), dargestellt als kJ/cm²*d, lagen bereits ab Februar ohne Ausnahme weit über den Mittelwerten der Jahre 1971 bis 2021. Nur der Januar entsprach noch etwa dem langjährigen Mittel. Für das gesamte Jahr 2022 lag die Globalstrahlung in Summe bei 14,25 kJ/cm²*d. Das sind im Vergleich zum Mittelwert der letzten 50 Jahre (10,91 kJ/cm²*d) 131 %.

Phytoplankton

Die Bilder 5.3 bis 5.5 beruhen auf der mikroskopischen Zählung der Algentaxa. Hierzu wurden aus den dreimal wöchentlich in Essen-Rellinghausen (Einlauf Baldeneysee) entnommenen Proben Monatsmischproben hergestellt und ausgezählt (Bild 5.3). Nach gleicher Methode wurden Phytoplanktonproben aus dem Baldeneysee auf Höhe des Wehres (Auslauf des Baldeneysees) untersucht (Bild 5.4). Durch den Vergleich beider Ergebnisse kann über Eintrag und Austrag von Phytoplankton sowie, unter Berücksichtigung des „Grazings“ durch das

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

[5.2] Deutscher Wetterdienst (DWD): Deutschlandwetter im Jahr 2022; www.dwd.de/presse

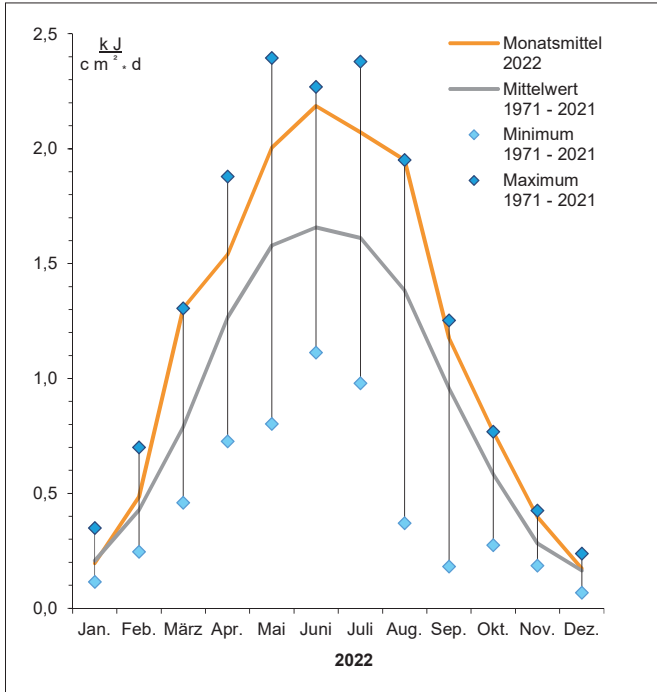


Bild 5.2: Monatsmittelwerte der Globalstrahlung bei Essen im Jahr 2022 und Spannweite der Mittelwerte der Jahre 1971 bis 2021
 Fig. 5.2: Monthly means of global radiation at Essen 2022 and spectrum of mean values from 1971 to 2021

Zooplankton, der Zuwachs an Algenbiomasse im Baldeneysee im Verlauf der Vegetationsperiode quantifiziert werden (Bild 5.5). Zur Analyse der Zusammensetzung des Zooplanktons (Bild 5.6) wurde am Wehr des Baldeneysees wöchentlich eine Probenahme mit Hilfe eines Zooplanktonnetzes über die gesamte Wassertiefe vorgenommen. Es wurde jede Probe einzeln ausgezählt und die Ergebnisse im Nachgang zu Monatswerten zusammengefasst. Die räumliche und zeitliche Entwicklung des Algenvorkommens in der Ruhr auf der Fließstrecke von Hattingen bis Duisburg ist durch die in der Vegetationsperiode gemessenen Chlorophyll-a-Gehalte in Bild 5.7 dargestellt.

Situation am Einlauf des Baldeneysees (Essen-Rellinghausen)

Da sich erst im Laufe des März 2022 die Abflusssituation der Ruhr (Bild 5.1) für längere Zeit normalisierte, war im Frühjahr eine Planktonentwicklung in den Ruhrstauseen nicht möglich. Ab Mitte März erreichten die Wassertemperaturen dann erstmals kontinuierlich Werte um 8 °C, so dass die Makrophyten, speziell *Elodea nuttallii*, beginnen konnten zu wachsen. Da jedoch die Makrophytenbestände im Kemnader See durch das Juli-Hochwasser 2021 drastisch reduziert worden sind, fielen sie als Nährstoffkonkurrenten zum Phytoplankton weitgehend aus. So konnte sich zu diesem Zeitpunkt, gefördert durch eine bereits im Frühjahr überdurchschnittliche Globalstrahlung (Bild 5.2), erstmals eine größere Menge Planktonorganismen entwi-

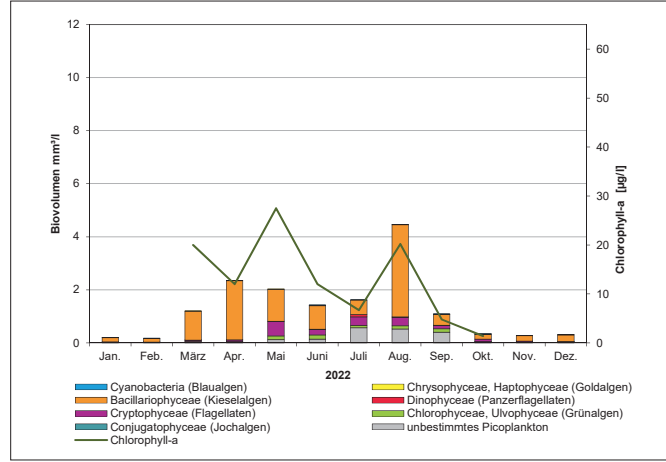


Bild 5.3: Jahreszeitliche Sukzession der Planktonalgen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Jahr 2022
 Fig. 5.3: Seasonal succession of phytoplankton in the River Ruhr at Essen-Rellinghausen 2022

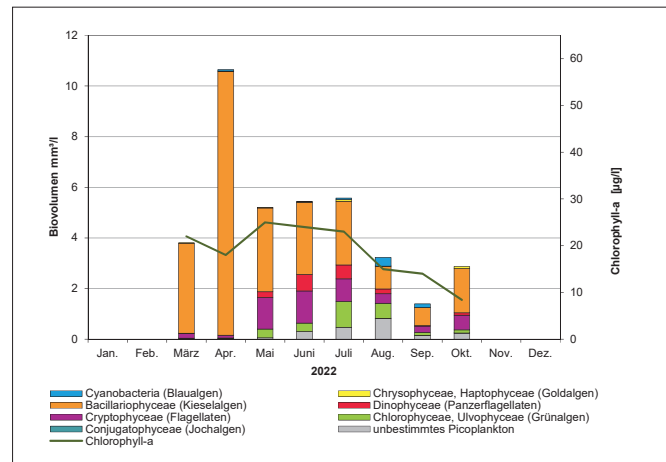


Bild 5.4: Jahreszeitliche Sukzession der Planktonalgen im Baldeneysee vor dem Wehr im Jahr 2022
 Fig. 5.4: Seasonal succession of plankton algae in Lake Baldeney in front of the weir during the year 2022

ckeln. Dieser Planktonpeak erreichte in der letzten Märzwoche mit einem Biovolumen von 2,4 mm³/l (Bild 5.3) und einer mittleren Chlorophyll-Konzentration von ca. 30 µg/l (Bild 5.7) den Einlauf des Baldeneysees. Er bestand zu 95 % aus Kieselalgen (Diatomeen), hier kleine und mittelgroße radiäre Diatomeen (5-15 µm) und die Kieselalge *Melosira varians*. Diese neigt zur Fadenbildung und hat ein verhältnismäßig großes Biovolumen von 7.000 µm³. Daher konnte sie dem Zooplankton, das zu dieser Jahreszeit in erster Linie aus kleineren Rädertierchen (Rotatorien) besteht, nicht optimal als Nahrung dienen [5.3]. Die Zusammensetzung der Algenpopulation in der Ruhr ist typisch für Frühjahrsbedingungen, da Kieselalgen sich bereits bei relativ kühlen Wassertemperaturen gut vermehren können. Mitte April kam es zu einem letzten kleineren Anstieg des Abflusses der Ruhr auf etwa 250 m³/s (Bild 5.1), was einen kurz-

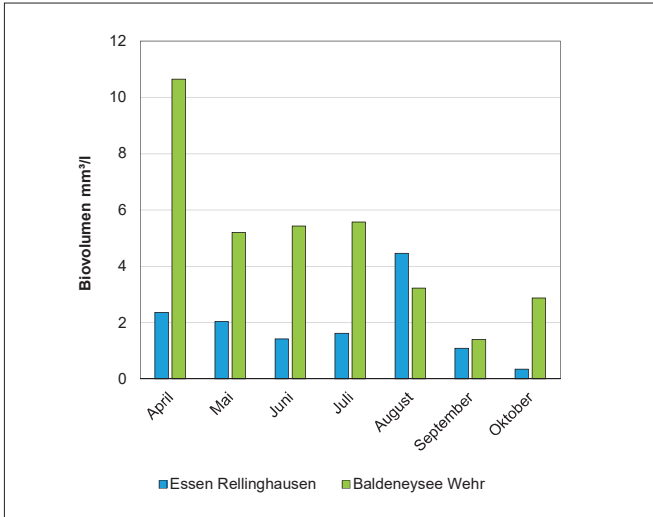


Bild 5.5: Jahreszeitliche Sukzession des Biovolumens des Phytoplanktons im Zulauf (Ruhr in Essen-Rellinghausen) und am Ende des Baldeneysees vor dem Wehr in der Vegetationsperiode 2022.
 Fig. 5.5: Seasonal succession of biovolume of phytoplankton at the inflow (Ruhr at Essen-Rellinghausen) and the end of Lake Baldeney in front of the weir during the vegetation period 2022

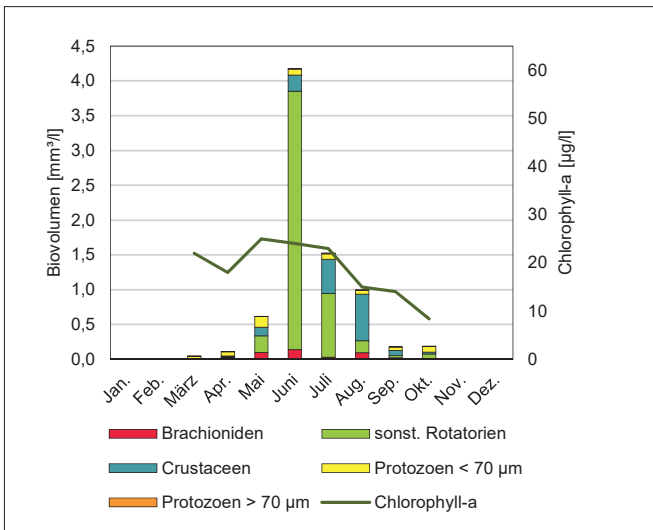


Bild 5.6: Zooplankton und Chlorophyll-a im Baldeneysee (Saisonmittel März bis Oktober)
 Fig. 5.6: Zooplankton and chlorophyll-a in Lake Baldeney (seasonal means March to October)

zeitigen Rückgang der Planktonproduktion durch Drift zur Folge hatte. Bei Normalisierung der Wasserführung begann jedoch sofort erneut das Algenwachstum im Kemnader See, was sich an der Zunahme der Chlorophyll-Konzentration (Bild 5.7) über Hattingen bis zum Einlauf in den Baldeneysee gut nachverfolgen lässt. Die Gesamtkonzentration des Phytoplanktons war mit 15,5 mm³/l in Essen-Rellinghausen im Vergleich zum Vorjahr (19,4 mm³/l) etwas geringer. Der Volumenanteil der Kieselalgen lag, bezogen auf die Vegetationsperiode

von April bis Oktober, bei 67 %. Im Vergleich zum letzten Jahr (90 %) erscheint dies gering, ist aber weiterhin dominant. Der Volumenanteil des sog. Sommerplanktons (Grünalgen, Goldalgen und Flagellaten) hat sich mit 18 % mehr als verdoppelt, im Jahr 2021 waren es 8 %. Im Hinblick auf hohe Temperaturen und Globalstrahlung im Jahr 2022 ist dies plausibel, da diese Taxa durchweg wärmeliebend sind. Bemerkenswert ist das sommerliche Auftreten von Cyanobakterienkolonien („Blualgen“) wie *Anabaena sp.* und *Coelosphaerium sp.*, mit insgesamt etwas über 2 % in der Vegetationsperiode. Dies

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

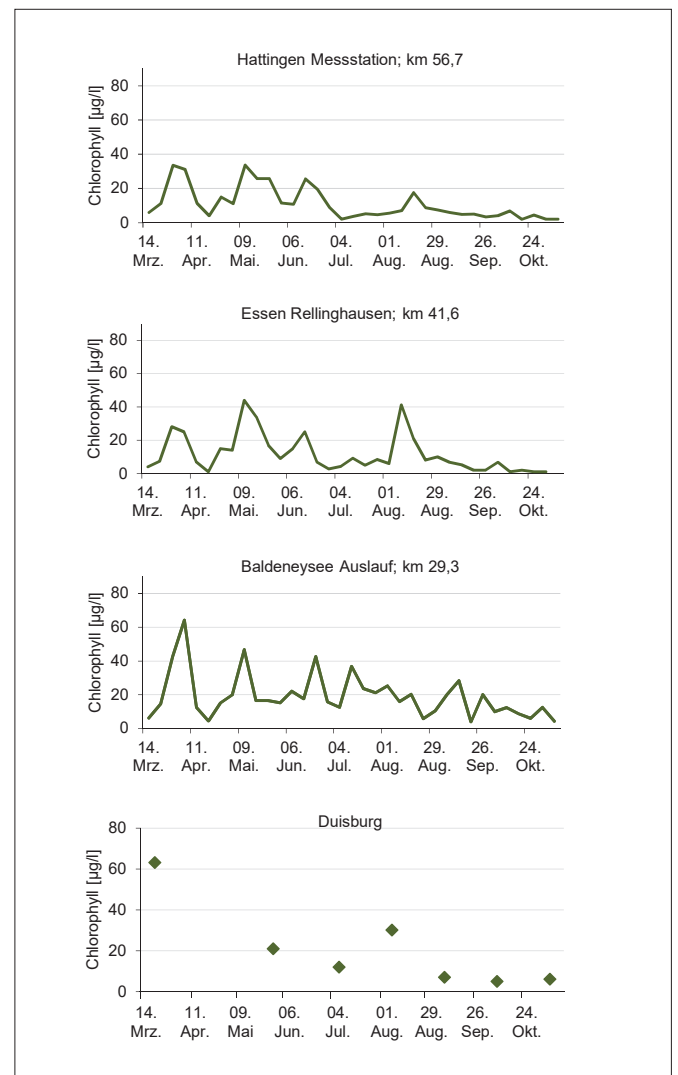


Bild 5.7: Algenentwicklung (als Chlorophyll-a-Gehalt) an verschiedenen Stellen der Ruhr im Verlauf des Jahres 2022
 Fig. 5.7: Development of phytoplankton (as chlorophyll a concentration) determined in various cross-sections of the River Ruhr in 2022

war in der Ruhr in den letzten Jahren eher selten und ist zurückzuführen auf die überdurchschnittlich warmen Temperaturen und die geringen Abflüsse der Ruhr unter Mittelwasser im Laufe des Sommers. Die ebenfalls zu den Cyanobakterien gehörende Gattung *Planktothrix sp.* trat kurzzeitig, wie in jedem Winter, im Januar des Jahres auf, jedoch nur in sehr geringen Konzentrationen. Die übrigen 13 % des Gesamtvolumens in der Vegetationsperiode entfielen am Einlauf des Sees auf die sehr kleinen Zellen (unter 5 µm) des unbestimmten Picoplanktons, das in der Ruhr immer einen relativ hohen Anteil ausmacht. Auf Grund seiner geringen Größe ist es eine sehr gute Nahrungsgrundlage für den kleinvolumigen Anteil des Zooplanktons, vor allem die Rotatorien (Rädertiere). Mit einem mittleren Chlorophyll-a-Gehalt von 12,3 µg/l von März bis September lag die Ruhr bei Essen-Rellinghausen weiterhin unter dem nach EU-WRRL für planktonführende Fließgewässer definierten mittleren Mindestgehalt von 20 µg/l.

Phyto- und Zooplanktonentwicklung im Baldeneysee

Bild 5.5 stellt die aufsummierten Ergebnisse in Biovolumen (mm³/l) der monatlichen Phytoplanktonzählung am Einlauf und Auslauf des Baldeneysees gegenüber. Durch den direkten Vergleich kann der Zuwachs an Algenbiomasse im Baldeneysee im Verlauf der Vegetationsperiode unter Berücksichtigung des „Grazings“ durch das Zooplankton quantifiziert werden. Hier wird sichtbar, dass sich bis in den Spätsommer hinein innerhalb des Baldeneysees das eingetragene Phytoplankton in jedem Monat vervielfachte. Am deutlichsten war dies im April: Das Biovolumen des Phytoplanktons stieg in diesem Monat um mehr als das Vierfache vom Einlauf des Sees mit 2,36 mm³/l auf 10,6 mm³/l am Wehr an. Die Zusammensetzung war auch hier, wie am Einlauf des Sees, zu diesem Zeitpunkt für das im Frühjahr schon vorhandene Zooplankton, die Rotatorien, ungünstig. Die einzelnen Zellen, vor allen Dingen radiäre Diatomeen > 15-30 µm und die oben bereits erwähnte fädige Kieselalge *Melosira Varians* waren zu groß, um für diese kleinen planktischen Konsumenten ideal als Nahrung zu dienen. Allgemein lässt sich feststellen, dass die radiären Diatomeen, die wie im Vorjahr einen großen Teil des Phytoplanktons stellten, durchschnittlich im Durchmesser 10-15 µm größer waren als 2021. Erst im August, als die deutlich größeren Blattfußkrebse (Cladoceren) *Bosmina longirostris* [5.4], *Ceriodaphnia sp.* und *Diaphanosoma brachyurum* in ihrer Individuenzahl stark anstiegen (Bild 5.6) wurde kurzzeitig mehr Phytoplankton in den See eingetragen, als am Wehr abfloss. Alle drei Gattungen haben ein Temperaturoptimum bei ≥ 20°C, sind also wärmeliebend und nehmen in den letzten Jahren im Baldeneysee deutlich zu. Sie sind auf Grund ihrer feinen Filterkämme in der Lage, das in diesem Zeitraum dominierende kleine Phytoplankton, hier Picoplankton unter 5 µm und das sog. „Sommerplankton“ (Grünalgen, Flagellaten und Goldalgen), wesentlich effektiver zu filtern als die im Frühling und Frühlings dominierenden Rotatorien [5.5]. Auch der stark schwankende Verlauf der Chlorophyll-a-Konzentrationen am Auslauf des Baldeneysee in Bild 5.7 zeigt sehr deutlich, dass das Plankton über die gesamte Vegetationsperiode hinweg

von den Primärkonsumenten nie komplett eliminiert werden konnte, wie sonst im Sommer meist üblich. Die Gesamtsumme des Chlorophyll-a von 671 µg/l in der Vegetationsperiode beinhaltet eine Steigerung von 23 % im Vergleich zum Vorjahr (542 µg/l). Dazu passend hat sich das Biovolumen aller Phytoplankter von April bis Oktober 2022 im Vergleich zum letzten Jahr von 20,14 mm³/l auf 34,35 mm³/l um etwa 70 % erhöht. Das sog. „Sommerplankton“ (Grünalgen, Flagellaten und Goldalgen) machte innerhalb der gesamten Vegetationsperiode mit 7,49 mm³/l etwa 22 % des Gesamtbiovolumens aus. Im letzten Jahr stellte es mit einer ähnlichen Summe (8,08 mm³/l) 40 % des Gesamtbiovolumens. Der Anteil an Kieselalgen am Gesamtbiovolumen betrug 22,46 mm³/l und damit 65 % der Gesamtmenge; im Jahr 2021 waren es mit 11,06 mm³/l immerhin 55 % der Gesamtmenge. Einen für den Baldeneysee ungewöhnlich hohen Anteil von 5 % des Biovolumens nahmen im Jahr 2022 die Panzerflagellaten (Dinophyceae) mit 1,72 mm³/l ein. Von April bis September des Berichtsjahres traten, wie bereits für den Einlauf des Sees geschildert, leicht erhöhte Anteile an Blaualgen (Cyanobakterien) auf, in Summe etwa 0,56 mm³/l, was einen prozentualen Anteil von 1,8 % in der gesamten Vegetationsperiode ausmacht. Darunter waren Gattungen, die bisher im Baldeneysee und dessen Zulauf keine Rolle spielten, wie z. B. *Romeria sp.*, aber auch aus den Talsperren bekannte Gattungen wie *Microcystis sp.* und *Anabaena sp.* In den letzten Jahren waren Cyanobakterien in den Sommermonaten im Baldeneysee kaum vorhanden. Auch 2022 war ihr Biovolumen gering, aber das Auftreten an sich war auffällig und sicher auch den hohen Temperaturen und der überdurchschnittlichen Globalstrahlung des Jahres 2022 geschuldet. Werden hier beispielhaft die Zellzahlen betrachtet, liegt der Blaualgenanteil mit 14.000 Zellen/ml von 370.000 Zellen/ml insgesamt sogar bei fast 4 %. Das zeigt das Ungleichgewicht, das sich bei der Betrachtung von Zellzahlen

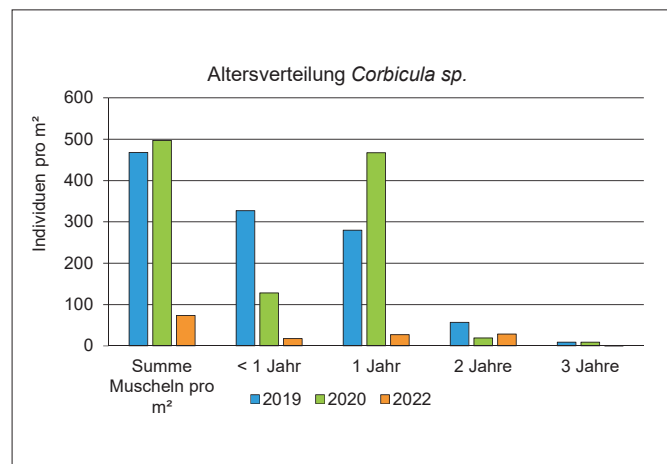


Bild. 5.8: Altersverteilung der im Baldeneysee ausgezählten *Corbicula sp.* Deutliche Abnahme der Abundanz im Jahr 2022 da das Hochwasser 2021 viele Muscheln aus dem Bodengrund gespült hat.
 Fig. 5.8: Age distribution of *Corbicula sp.* counted in Lake Baldeney. Significant decrease in abundance in 2022 as the 2021 floods flushed many clams off the bottom.



Bild. 5.9: *Corbicula fluminea* im Aquarium. Die linke Muschel zeigt den Fuß, den sie zum Eingraben benutzt. An der rechten Muschel erkennt man den Siphon, der der Muschel zur Versorgung mit Nahrung und Atemwasser und zur Entsorgung dient.

(Fotoquelle: Kooperationslabor Hydrobiologie)

Fig. 5.9: *Corbicula fluminea* in the aquarium. The left clam shows the foot it uses to burry itself. On the right clam, the siphon can be seen, which it uses for the intake and disposal of food and water for its oxygen supply. (Photo source: Kooperationslabor Hydrobiologie)

anstelle des Biovolumens ergibt, da die Zellen der Cyanobakterien extrem klein sind (meist unter 5 µm) aber fast immer in Kolonien von bis zu mehreren 100 Einzelzellen auftreten. Der übrige Anteil der Phytoplanktonpopulation von etwa 6 % des Gesamtbiovolumens entfiel auf das unbestimmbare, weil ebenfalls sehr kleine Picoplankton mit 2,06 mm³/l in der Vegetationsperiode. Das Phytoplankton entsprach mit seinen dominierenden Gruppen in etwa immer noch der Zusammensetzung, wie sie typischerweise für das Plankton natürlicher Stillgewässer beschrieben wird [5.8].

Eine Ursache für die starke Algenentwicklung im Berichtsjahr war die Reduktion der im Baldeneysee vorkommenden Population von Körbchenmuscheln *Corbicula sp.* durch das außergewöhnliche Hochwasser im Juli 2021 auf weniger als 20 % ihres Vorjahresbestands. In Bild 5.8 ist deutlich der Rückgang von *Corbicula sp.* im Baldeneysee zu erkennen. Waren es 2020 noch etwa ca. 500 Muscheln pro m², so konnten im gleichen Abschnitt des Baldeneysees im Jahr 2022 nur noch ca. 74 Muscheln pro m² gefunden werden. Der enorme Rückgang der einjährigen Muscheln und die geringe Anzahl an jüngerer *Corbicula sp.* verdeutlicht noch einmal das Ausmaß des Hochwassers 2021. Muscheln der Gattung *Corbicula* graben sich mit Hilfe ihres Fußes (siehe Bild 5.9) im Substrat ein und filtern u.a. Phytoplankton aus dem Wasser heraus. Aufgrund der deutlich verringerten Populationsgröße entwickelte ihre Filtrationsleistung im Berichtsjahr kaum Wirkung.

Ein weiterer Grund für die starke Algenentwicklung lag in der Zusammensetzung des Zooplanktons. Die Dichte der im Frühling und Frühsommer dominierenden Rotatorien war wegen des großen Nahrungsangebots im Vergleich zum Jahr 2021 außergewöhnlich hoch, vor allem im Juni 2022 mit einem Biovolumen von fast 4 mm³/l (Bild 5.6). Zum Vergleich: Im Vorjahr erreichte das gesamte Zooplankton im Mai mit seinem Höchstwert von 0,76 mm³/l nicht einmal ein Viertel dessen. Die Rädertierchen reduzierten sich jedoch gegenseitig durch Prädation (Räuber-Beute-Beziehung) [5.6]. Einen großen Anteil am Biovolumen der „sonstigen Rotatorien“ im Juni (Bild 5.6) nahm das sackartige Rädertier *Asplanchna priodonta* (Bild 5.12) ein, das in den eigenen Reihen als Räuber, d. h. als Sekundärkonsument fungiert und mit Hilfe von zangenartigen, ausstülpbaren Kauern Phytoplankton-konsumierende Rotatorien (Primärkonsumenten) fängt und frisst, was wiederum die Filtrationsleistung der im See vorhandenen Plankton-Filterierer schmälert. Einige Rotatorienarten, wie *Brachionus calyciflorus*

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

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

[5.6] Lampert, W. und Sommer, U.: Limnökologie, 2. Neu bearbeitete Auflage, 1999, Thieme Verlag

[5.7] Einsle, U.: Süßwasserfauna von Mitteleuropa 8/4-1; Crustacea, Copepoda, Calanoida und Cyclopoida, 1993, Gustav Fischer Verlag

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

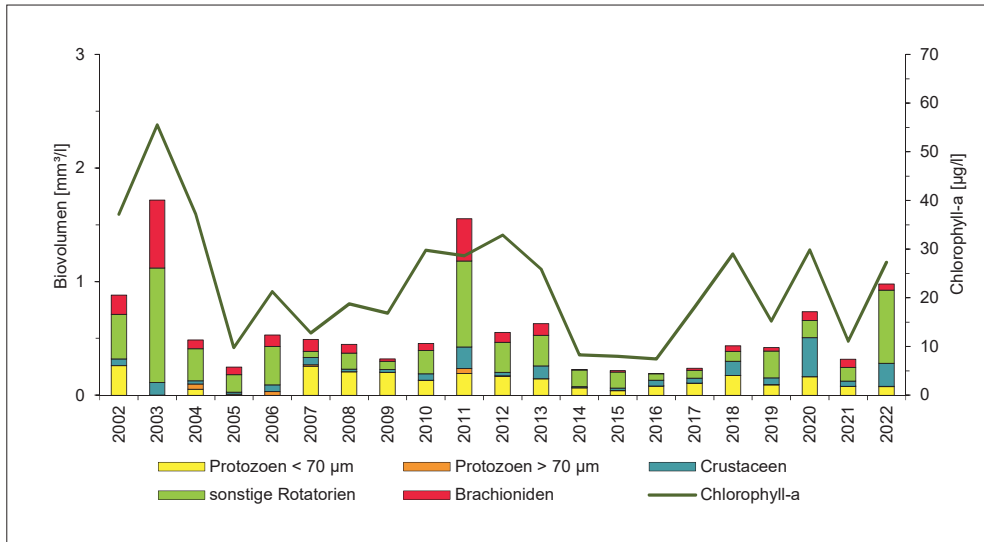


Bild 5.10: Jahreszeitliche Sukzession des Zooplanktons der Ruhr bei Essen-Werden im Jahr 2022

Fig. 5.10: Seasonal succession of zooplankton in the River Ruhr at Essen-Werden in 2022

und *Keratella sp.* als typische Beutetiere, zeigen deutliche phänotypische Veränderungen bei Anwesenheit von *Asplanchna priodonta*. Sie entwickeln in der Folgegeneration, d. h. bereits nach 2-3 Tagen, nach Auftreten des Fressfeindes, stark abgepresste Dornen als Schutz. Beispielhaft ist dies bei *Brachionus calyciflorus* im Bild 5.13 und Bild 5.14 dargestellt. Diese Reaktion funktioniert durch ein sogenanntes „Kairomon“, einem im Wasser gelösten chemischen Botenstoff, der von *Asplanchna priodonta* unbewusst abgegeben wird und den seine Beutetiere erspüren können. Andere Rädertiere, wie z. B. *Synchaeta sp.*, besitzen keine Schutzfunktion gegenüber diesem Räuber. Sie sind deshalb im Laufe des Sommers immer wieder kurzfristig in der Population nicht nachweisbar, wenn in der Probe der Vorwoche große Mengen an *Asplanchna priodonta* vorhanden waren. Die sich als adulte Tiere ebenfalls räuberisch ernährenden cyclopoiden Copepoden (Ruderfußkrebse) [5.7] nahmen Mitte Juni in ihrer Anzahl stark zu und erreichten vier Wochen später ihre höchste Dichte mit ca. 14.000 Individuen/m³. Sie haben daher ebenfalls ihren Anteil an der Reduktion des Zooplanktons und in Folge davon am hohen Phytoplanktonbestand des Baldeneysees in der gesamten Vegetationsperiode. Durch das gute Nahrungsangebot war das mittlere Biovolumen des Zooplanktons mit 0,977 mm³/l im Vergleich zu den letzten zehn Jahren deutlich erhöht (Bild 5.10). Mit Blick auf das Vorjahr, in dem es stark beeinflusst war durch das extreme Hochwasser, hatte es sich verdreifacht. Insbesondere die Rotatorien (Brachioniden und sonstige Rotatorien gemeinsam) nahmen mit im Mittel 0,7 mm³/l etwa 71 % des Gesamtbestands ein. Aber auch die Crustaceen (Cladoceren und Copepoden) haben sich von der starken Reduktion durch das Hochwasserereignis in ihren Beständen erholt. Sie erreichten mit 0,2 mm³/l etwa 21 % des gemittelten Gesamtbio volumens. Die restlichen 8 % entfallen auf die sehr kleinen Protozoen, die sich in der Regel von Bakterien und Detritus ernähren. Sie haben daher für die Reduktion des Phytoplanktons keine Relevanz.

Einfluss abiotischer Faktoren auf die Planktonentwicklung und den Sauerstoffhaushalt im Baldeneysee

In der Ruhr, einem auf den letzten 80 km mehrfach gestauten Gewässer, sind biologische Prozesse wie Photosynthese, Atmung und Biomasseaufbau bzw. -abbau eng mit abiotischen Gegebenheiten wie Abfluss (Bild 5.1), Strahlung und physikalisch-chemischen Verhältnissen verknüpft. Einige dieser Faktoren und ihre Auswirkungen auf den Sauerstoffhaushalt zeigt Bild 5.11 am Beispiel des Baldeneysees. Aus Tageseinzelwerten der Ü.-Station Essen-Werden wurden hier Wochenmittel für Wassertemperatur, Globalstrahlung, Chlorophyll-a und Sauerstoffsättigung errechnet und untereinander dargestellt. Zusätzlich wird die Differenz der Sauerstoffminima und -maxima in mg/l gezeigt, um die Zehrung aller Organismen (Bakterien, Zooplankter, Fische und ohne Sonnenlicht auch die Pflanzen) im Gewässer zu visualisieren.

Die Hochwasserphasen zu Beginn des Jahres 2022 mit ihrer ausschwemmenden Wirkung, Verkürzung der Aufenthaltszeiten und Trübung des Wassers verzögerten die Entwicklung der Primärproduktion (Bild 5.1). Erst bei Rückgang des Abflusses auf unter 50 m³/s bildeten sich größere Mengen an Chlorophyll-a.

Sehr deutlich lässt sich in Bild 5.11 erkennen, dass der erste Chlorophyll-a-Peak im Frühjahr und damit das Wachstum der Algen mit der Zunahme der Globalstrahlung und mit dem Anstieg der Wassertemperatur einherging. Im Verlauf des Jahres wird aber auch klar, dass ein weiterer Anstieg der beiden Faktoren nicht eine immer größere Chlorophyll-a-Menge verursacht. Andere Komponenten, wie die oben beschriebenen biotischen Faktoren nahmen im Verlauf der Vegetationsperiode starken Einfluss auf das Algenwachstum und verhinderten einen immer weiter anwachsenden Chlorophyll-a-Verlauf, trotz sehr guter abiotischer Bedingungen.

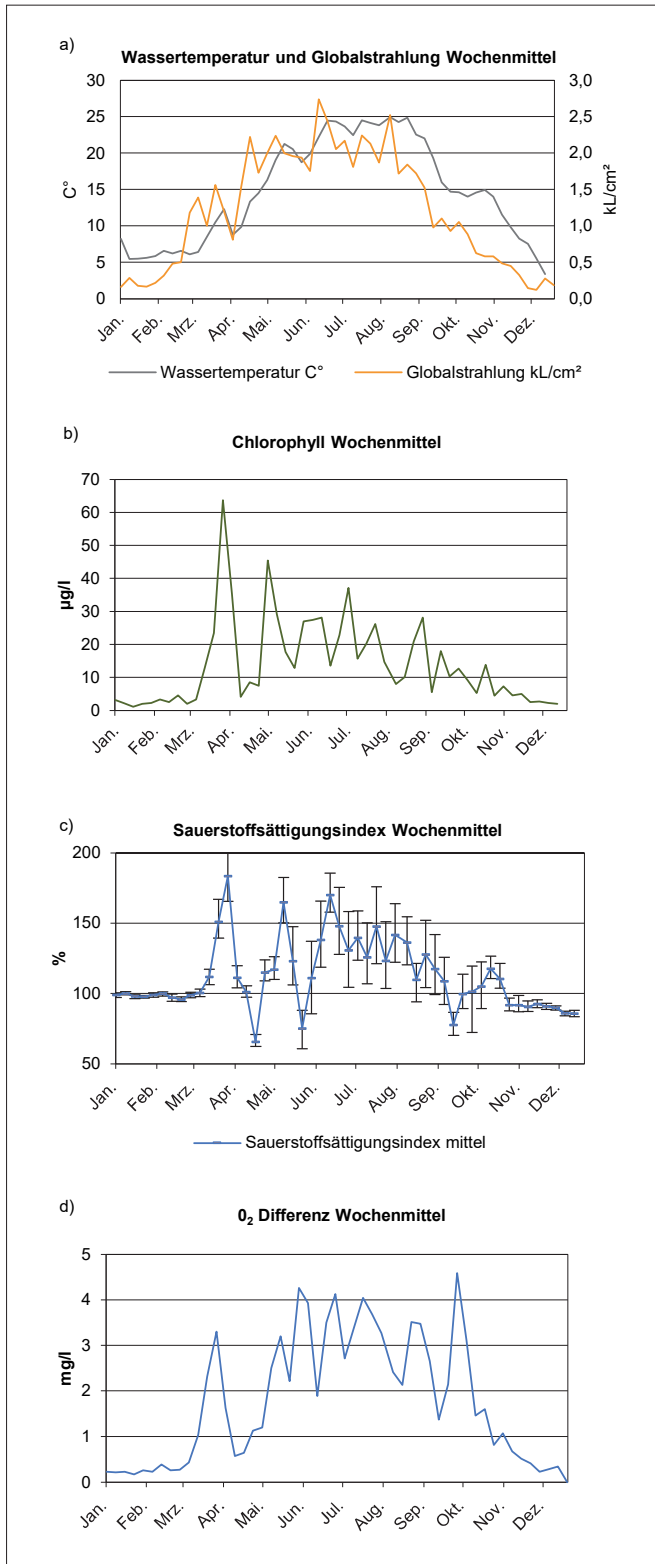


Bild 5.11: Einfluss der Wassertemperatur und der Globalstrahlung auf die Algenentwicklung im Baldeneysee und deren Auswirkung auf den Sauerstoffgehalt im Jahr 2022

Fig. 5.11: Influence of water temperature and total radiation on phytoplankton growth in Lake Baldeney and the resulting impact on the oxygen balance in 2022

Im unteren Bereich des Bildes 5.11 ist der Sauerstoffsättigungsindex in Kombination mit der O₂-Differenz dargestellt. Die O₂-Sättigung von Süßwasser ist abhängig vom Luftdruck und der Wassertemperatur. Eine hundertprozentige Sättigung wird bei 10 °C Wassertemperatur mit 11,3 mg/l erreicht, bei 20 °C aber schon mit 9,1 mg/l. Eine Sättigung von über 100 % entsteht durch biogenen Sauerstoffeintrag durch Photosynthese bei Tageslicht. Hier zeigt sich, dass in diesem Jahr die zeitliche Abfolge der Sauerstoffsättigung mit der Chlorophyll-a-Entwicklung im Laufe des Jahres sehr gut korrelierte. Daraus lässt sich ableiten, dass der Sauerstoff im See im Berichtsjahr tatsächlich zum größten Teil von der Photosynthese des schwebenden Phytoplanktons und nicht von im See vorhandenen Makrophyten produziert wurde. Deren Chlorophyll-a-Anteil wird bei der Messung an der Ü.-Station am Wehr des Baldeneysees nicht detektiert, weil sie im Seeboden fest verwurzelt sind. Da sie im Jahr 2022 im See nur in geringen Mengen vorhanden waren, hatten sie auch kaum Anteil an der Sauerstoffproduktion.

Je höher die Peaks in der Kurve der O₂-Differenz 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 O₂-Gehalt zu stark, führt dies zu Stress bei Fischen. Im Berichtsjahr wurden die niedrigsten Sauerstoffgehalte, jeweils unter 4 mg/l, in den Nächten Anfang Juni und Anfang Oktober gemessen. Dies waren auch die Zeiträume der größten Amplitude zwischen Sauerstoffminimum und -maximum im Jahresverlauf in der Aufzeichnung der O₂-Differenz. Die niedrigen Sauerstoffgehalte führten jedoch nicht zu Fischsterben.

Im Vergleich zu 2021 sind die Sauerstoffminima und -maxima deutlich geringer ausgeprägt. Die höchste Übersättigung lag 2021 bei 270 %, im Berichtsjahr wurden nur 200 % erreicht. Die Minimalwerte lagen 2021 bei unter 25 %. Im Jahr 2022 wurden 50 % nicht unterschritten. Dieser Unterschied ist auch auf den starken Rückgang der Makrophyten im See zurückzuführen, die in den letzten Jahren einen sehr großen Anteil sowohl an der Sauerstoffproduktion als auch an der nächtlichen Zehrung im See hatten.



Bild 5.12: *Asplanchna priodonta*, ein räuberisch lebendes Rädertier aus dem Baldeneysee
 Fig 5.12: *Asplanchna priodonta*, a predatory rotifer from Lake Baldeney

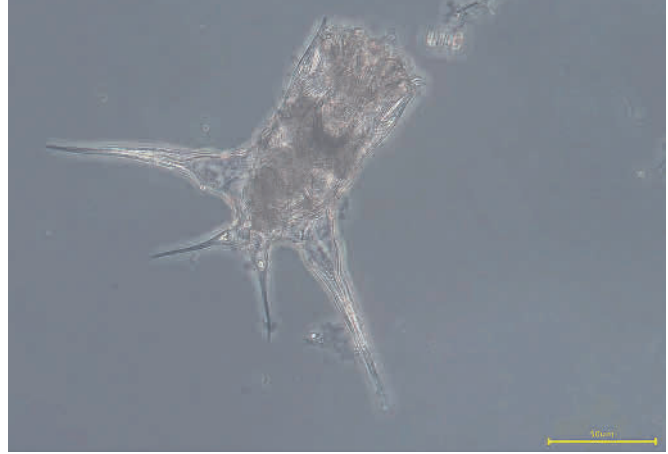


Bild 5.14: Rädertier *Brachionus calyciflorus* mit Hinterdornen, in Anwesenheit von *Asplanchna priodonta*
 Fig. 5.14: Rotifer *Brachionus calyciflorus* with posterior spines, in the presence of *Asplanchna priodonta*

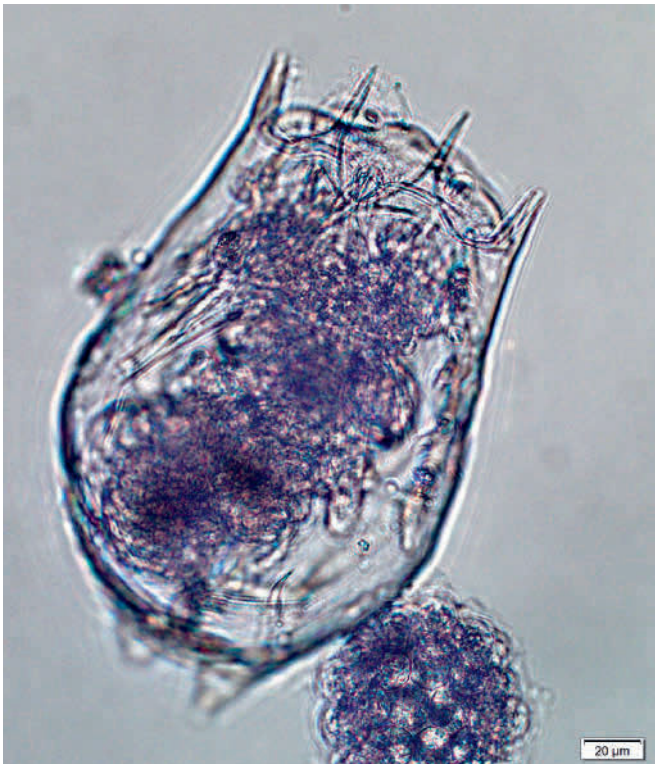


Bild 5.13: Rädertier *Brachionus calyciflorus* ohne Hinterdornen
 Fig. 5.13: Rotifer *Brachionus calyciflorus* without posterior spines

Makrophytenuntersuchungen

Das Vorkommen von aquatischen Makrophyten (d. h. mit bloßem Auge sichtbare Wasserpflanzen) in den Ruhrstauseen war seit den 1950er Jahren auf Teichrosen in Ufernähe beschränkt. Dieser Zustand dauerte etwa 50 Jahre lang an [5.9]. Eine hohe Nährstoffkonzentration förderte zu dieser Zeit die Phytoplanktonentwicklung und führte während der Vegetationsperiode zu einer Trübung des Wassers. Da durch das dunkle trübe Wasser kein Licht bis zum Gewässergrund dringen konnte, war das Wachstum submerser, d. h. untergetaucht wachsender Wasserpflanzen nicht möglich. Nach Ausbau und Optimierung der Abwasserreinigung der Kläranlagen sank der Phosphorgehalt in der Ruhr so stark, dass das Algenwachstum in den Ruhrstauseen durch Nährstoffmangel limitiert wurde und die Algendichte deutlich zurückging. Mit Rückgang der Trübung durch planktische Algen setzte ab dem Jahr 2000 das verstärkte Wachstum von Makrophyten, vor allem der Schmalblättrigen Wasserpest *Elodea nuttallii*, ein. Ein Jahrzehnt lang wechselten sich nun Jahre mit hohen Makrophytendichten mit Jahren ab, in denen die Makrophytenaufkommen von untergeordneter Bedeutung waren [5.10; 5.11]. Das Jahr 2010 war das letzte Jahr mit nur geringem Wasserpflanzenaufkommen [5.12].

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

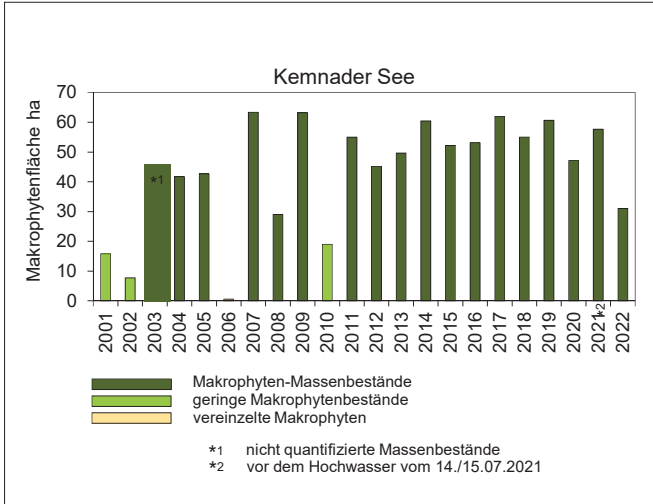


Bild 5.15: Bestandsflächen von *Elodea nuttallii* im Kemnader See in den Jahren 2001 bis 2022 (Daten auf Basis von Satelliten- und Luftbildauswertungen sowie Vor-Ort-Kartierung, in den Jahren 2008, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 und 2020 Bestände durch Mahd reduziert)

Fig. 5.15: Vegetation cover of *Elodea nuttallii* in Lake Kemnade from 2001 to 2022 (data based on satellite and aerial view pictures as well as field mapping, occurrence reduced in 2008, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 and 2020 through mowing)

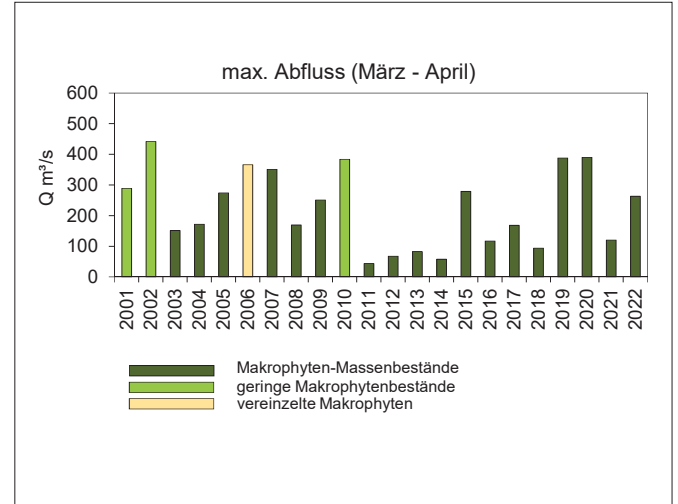


Bild 5.17: Maximaler Abfluss (Tagesmittelwerte) im Zeitraum März bis April am Pegel Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2022 mit Zuordnung zu der entsprechenden *Elodea*-Bestandsituation.

Fig. 5.17: Maximum discharge (daily means) in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2022 in relation to *Elodea* abundance.

Denn im Verlauf der Jahre 2011 bis einschließlich 2020 wurde der sommerliche Vegetationsaspekt aller Ruhrstauseen, außer dem Kettwiger See, der von ausgedehnten Massenvorkommen verschont geblieben ist, durchgehend durch Makrophyten-Massenaufkommen geprägt [5.13 - 5.20]. Das Jahr 2021 hätte sich mit hoher Wahrscheinlichkeit, ohne die außergewöhnliche Hochwassersituation im Juli, zu einem der Jahre mit sehr großen Makrophytenbeständen entwickelt. Und besonders der Baldeneysee wäre 2021 von einer intensiven Verkräutung von rund der Hälfte der Seefläche betroffen gewesen. Das außergewöhnliche Hochwasserereignis im Juli 2021

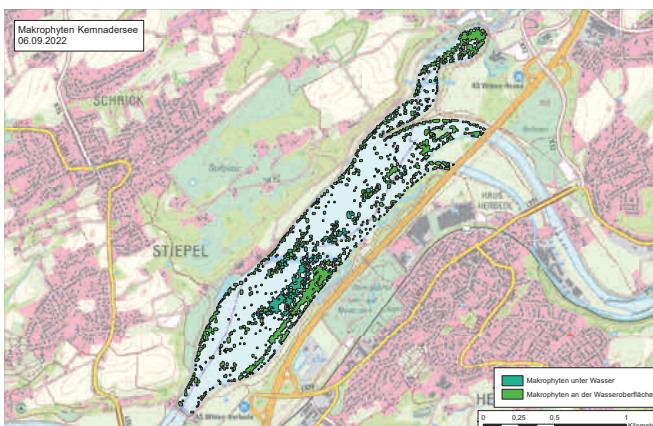


Bild 5.16: Kartografische Darstellung der Makrophytenflächen im Kemnader See.

Fig. 5.16: Cartographic presentation of macrophyte cover in Lake Kemnade

- [5.9] Ruhrverband: Makrophyten in den Ruhrstauseen – Vergangenheit und Gegenwart. Ruhrgütebericht 2004, S. 80 – 85.
- [5.10] Ruhrverband: Untersuchungen zur Massenentwicklung von Wasserpflanzen in den Ruhrstauseen und Gegenmaßnahmen. Abschlussbericht des Forschungsvorhabens im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW 2008.
- [5.11] Ruhrverband: Untersuchungen zur Massenentwicklung von Wasserpflanzen in den Ruhrstauseen und Gegenmaßnahmen. Broschüre der Kurzfassung des Forschungsvorhabens im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW 2009.
- [5.12] Ruhrverband: *Elodea*-Vorkommen in den Ruhrstauseen. Ruhrgütebericht 2010, S. 93 - 98[5.13] Ruhrverband: *Elodea*-Vorkommen in den Ruhrstauseen. Ruhrgütebericht 2011, S. 54 - 68.
- [5.14] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2012, S. 58 – 70.
- [5.15] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2013, S. 60 – 75.
- [5.16] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2014, S. 63 – 72.
- [5.17] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2015, S. 85 - 95.
- [5.18] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2018, S. 67 - 74.
- [5.19] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2019, S. 76 – 84.
- [5.20] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2020, S. 72 – 89.

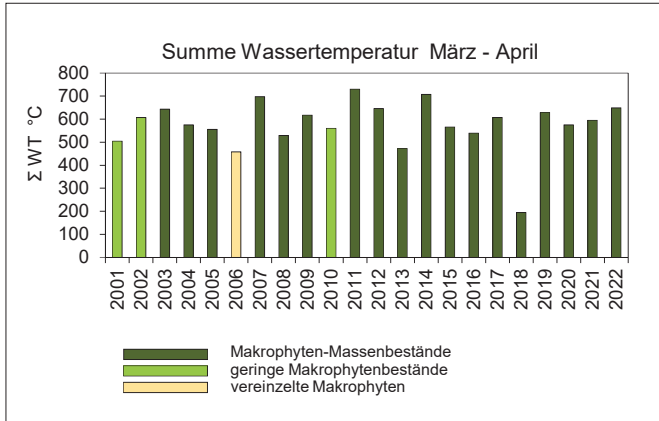


Bild 5.18: Summe der mittleren Tageswassertemperaturen des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2022 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.

Fig. 5.18: Sum of daily mean water temperatures during March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2022 in relation to Elodea abundance.

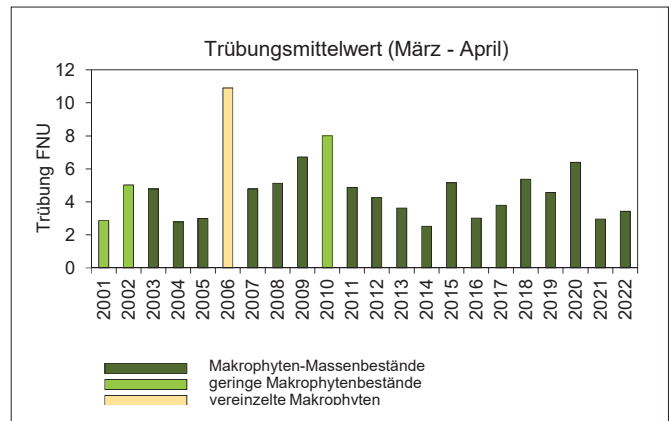


Bild 5.20: Mittelwerte der Trübung des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2022 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.

Fig. 5.20: Mean turbidity in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2022 in relation to Elodea abundance.

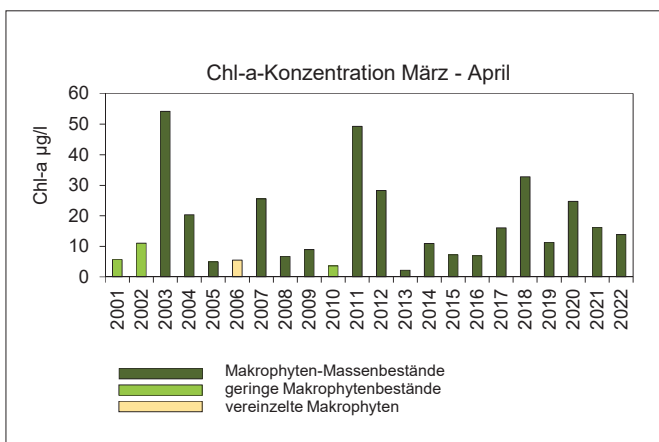


Bild 5.19: Mittelwerte der Chlorophyll-a-Konzentrationen des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2022 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.

Fig. 5.19: Mean concentration of chlorophyll-a in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2022 in relation to Elodea abundance.

hatte jedoch in allen Stauseen starke Folgen für das Makrophytenwachstum: die Pflanzen wurden zum Teil vollständig ausgespült, teilweise abgerissen und in weiten Bereichen hatte die starke Strömung die *Elodea*-Bestände auf den Grund gedrückt, sodass sie von den umgelagerten Feinsedimenten übersandet werden konnten [5.21]. Der Flächenverlust betrug zwischen 56 und 89 % des vorherigen Bewuchses und der Bestand konnte sich in den Folgemonaten, trotz der einsetzenden Wiederbesiedelung, nicht vollständig erholen. Nachdem im Jahr 2021 auf die Auswertung von Satellitenbildern zu unterschiedlichen Zeitpunkten vor und nach dem Hochwasser

zurückgegriffen wurde, erfolgte im Jahr 2022 die Flächenauswertung wieder wie üblich im Herbst zum Zeitpunkt der maximalen Flächenausdehnung.

Kemnader See

Auch im Jahr 2022 bildeten sich als massenhaft zu bezeichnende *Elodea*-Bestände im Kemnader See aus, deren Ausdehnung im Vergleich zu den vorangegangenen zehn Jahren jedoch deutlich geringer ausfiel (Bild 5.15). Bild 5.16 zeigt die Makrophytenflächen im Kemnader See im September 2022. Im Jahr 2022 betrug diese Fläche 31 ha und ist damit um 27 ha kleiner als die maximale Fläche im Vorjahr (vor Hochwasser). Bezogen auf die mittlere maximale Makrophytenfläche von 51 ha in den letzten elf Jahren im Kemnader See lag die Fläche im Jahr 2022 um 39 % niedriger.

Die starken Niederschläge im Februar 2022 verursachten mehrere aufeinander folgende Hochwasserereignisse mit im Frühjahr üblichen Abflusswerten bis etwa 400 m³/s am Pegel Hattingen. Diese Abflussverhältnisse normalisierten sich erst Mitte März und nahmen somit wahrscheinlich auch Einfluss auf die frühe Wachstumsperiode der Makrophyten. Der maximale Abfluss im März bis April lag im Jahr 2022 mit 263 m³/s im Vergleich zu den vorangegangenen 20 Jahren in einem mittleren Bereich und deutlich unter den Spitzenabflüssen der Jahre 2019 und 2020 mit 388 bzw. 390 m³/s (Bild 5.17).

Die aufsummierte Wassertagestemperatur des Betrachtungszeitraums März bis April lag im Jahr 2022 mit 649 °C deutlich über dem Mittelwert von 571 °C der Periode 2001 bis 2020 und auch über dem Vorjahreswert (Bild 5.18). Dies bedeutete für das Makrophytenwachstum günstige Wassertemperaturen. Gerade die erhöhten Wassertemperaturen und die hohe Glo-

balstrahlung (vgl. Bild 5.2) stellten eigentlich förderliche Bedingungen für das Wasserpflanzenwachstum dar.

Die mittlere Chlorophyll-a-Konzentration in den Monaten März und April des aktuellen Berichtsjahres war mit 14 µg/l vergleichbar zum Vorjahr und liegt um 3 µg/l niedriger als die mittlere Chlorophyll-a-Konzentration des Zeitraums in den letzten zwölf Jahren (Bild 5.19). Auch die mittlere Trübung in den Monaten März und April 2022 lag trotz des sich ab Mitte März entwickelnden Peaks der Planktonpopulation mit 3,4 FNU deutlich niedriger als im Mittel der vergangenen Dekade (Bild 5.20).

Um das Ausmaß der Makrophytenentwicklung in den jeweiligen Jahren beschreiben und mit möglichst hoher Wahrscheinlichkeit auch bereits zu Beginn der Vegetationsperiode prognostizieren zu können, wendet der Ruhrverband bereits seit dem Jahr 2010 für den Kemnader See ein Verfahren der bivariaten Kausalanalyse an, das auf den dominierenden bestandsbestimmenden abiotischen Faktoren Strömung, Wassertemperatur und Trübung beruht [5.12; 5.14 - 5.17; 5.20]. Die bisher vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass bei einem Produkt kleiner 2.000 FNU · m³/s die Lichtbedingungen und Abflusssituationen für *Elodea nuttallii* und die anderen Wasserpflanzenarten so günstig sind, dass sie die Bildung ausgedehnter Makrophytenmassenbestände im Laufe des Sommers fördern [5.18; 5.20]. Das Produkt von 1.000 FNU · m³/s im Jahr 2022 liegt deutlich unter diesem Schwellenwert (Bild 5.21) und bestätigt damit Habitatbedingungen, die für die Ausbildung eines Makrophyten-dominierten Zustands förderlich sind. Auch in der bivariaten Darstellung, die den maximalen Abfluss in den Monaten März und April zu der Summe der Wassertemperatur-Tagesgrade in Relation setzt (Bild 5.22), ist der Quotient mit 0,45 m³/(s · °C) eher gering, was förderliche Habitatbedingungen für das Wachstum von *Elodea nuttallii* beschreibt.

Lange Zeit wurde solch ein Quotient kleiner 0,55 m³/(s · °C) als Schwellenwert dafür angesehen, dass sich ein Makrophyten-dominiertes Zustand im weiteren Jahresverlauf ausbilden wird [5.18], was durch den Wert des aktuellen Berichtsjahres bestätigt wird. Jedoch führten in den Jahren 2019 und 2020 auch Überschreitungen der genannten beiden Schwellenwerte trotzdem zu einer Makrophytendominanz, nur in geringerer Intensität [5.19, 5.20]. Die Definition der Schwellenwerte wird daher weiter überarbeitet werden müssen, wobei der globale Klimawandel möglicherweise auch Ursache der Verschiebung der indirekt über Niederschlag und Temperatur definierten Kippunkte zwischen Makrophyten-Dominanz und Plankton-Dominanz sein kann. Insgesamt lässt sich für den Kemnader See vermuten, dass maßgeblich die weitgehende Dezimierung der Makrophytenbestände im Jahr 2021 dazu führte, dass die Makrophytenbestände im Jahr 2022 eine geringere Ausdehnung erreichten als in den Vorjahren; die Wiederbesiedlung der durch das Hochwasser frei gespülten Flächen ist noch nicht abgeschlossen.

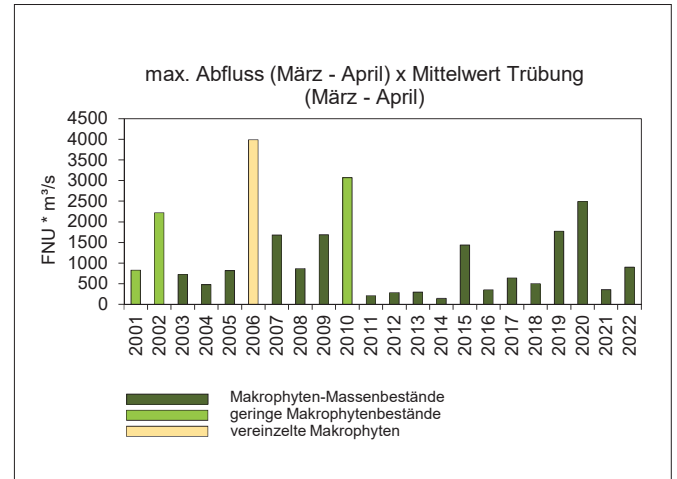


Bild 5.21: Produkt aus maximalem Abfluss und Mittelwert der Trübung des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2022 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.

Fig. 5.21: Product of the maximum discharge and mean turbidity in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2022 in relation to Elodea abundance.

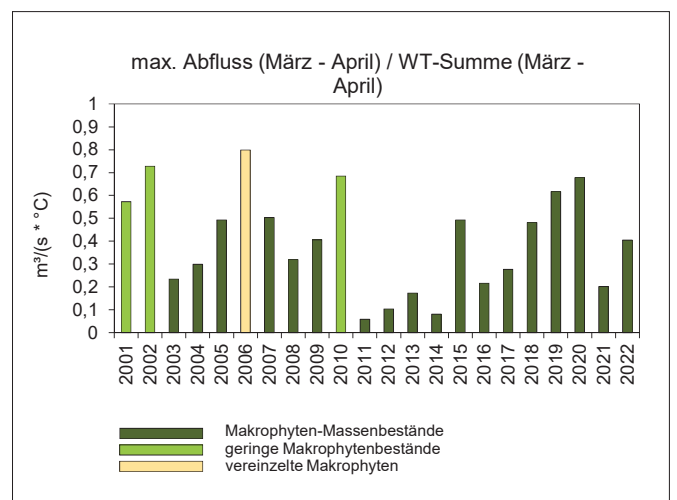


Bild 5.22: Verhältnis des maximalen Tagesabflusses zu der Summe der Tagesmittelwassertemperaturen des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2022 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.

Fig. 5.22: Ratio of the maximum daily discharge to the sum of daily mean water temperatures in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2022 in relation to Elodea abundance

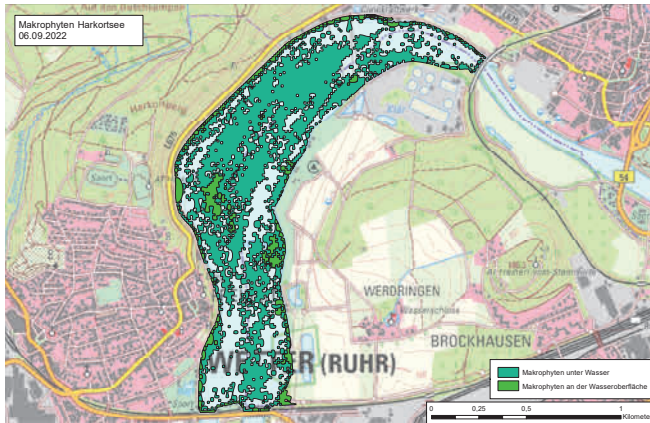


Bild 5.23: Kartographische Darstellung der Makrophytenflächen im Harkortsee.

Fig. 5.23: Cartographic presentation of macrophyte cover in Lake Harkort.

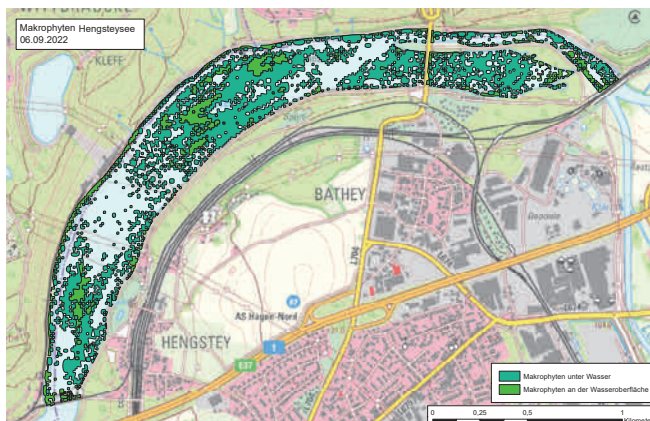


Bild 5.24: Kartographische Darstellung der Makrophytenflächen im Hengsteysee.

Fig. 5.24: Cartographic presentation of macrophyte cover in Lake Hengstey.

Neben der theoretisch hergeleiteten Prognose der Makrophytenentwicklung im weiteren Jahresverlauf lässt der Ruhrverband seit Beginn der Elodea-Massenbestände jährlich im Frühjahr Tauchuntersuchungen in den Ruhrstauseen durchführen, um einen ersten Eindruck des beginnenden Makrophytenwachstums zu erhalten. Im Kemnader See ergab die Unterwasserkartierung der Wasserpflanzen im Mai 2022 einen durchgehenden Bewuchs mit dem Einfachen Igelkolben (*Sparganium emersum*). *Elodea nuttallii* kam nicht in allen Abschnitten vor und variierte in den Häufigkeiten. Der Bewuchs von *Elodea nuttallii* war im Mai 2022 am linken Ufer und in der Fahrrinne mit dem Bewuchs im Mai 2021 vergleichbar, am rechten Ufer lag der Bewuchs unter den Werten der Vorjahre. Eine Massenentwicklung im Sommer wurde besonders für das linke Ufer prognostiziert.

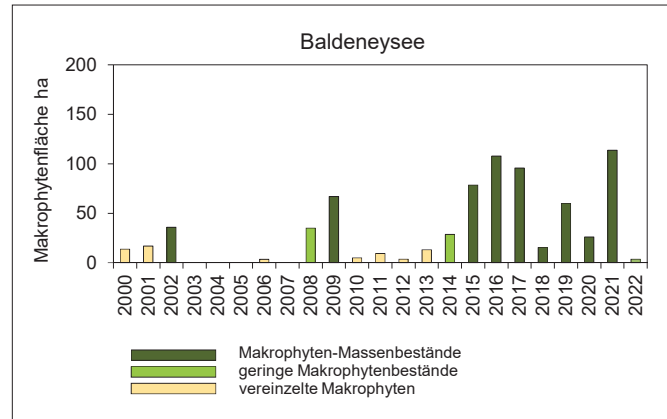


Bild 5.25: Bestandsflächen von *Elodea nuttallii* im Baldeneysee in den Jahren 2000 bis 2022 (Daten auf Basis von Satelliten- und Luftbilddauswertungen sowie Vor-Ort-Kartierung, in den Jahren 2009, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 und 2020 Bestände durch Mahd reduziert)

Fig. 5.25: Vegetation cover of *Elodea nuttallii* in Lake Baldeney from 2000 to 2022 (data based on satellite and aerial view pictures as well as field mapping, occurrence reduced in 2009, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 and 2020 through mowing)

Hengstey- und Harkortsee

Die Makrophytenflächen im Harkortsee können im Jahr 2022 mit einer Fläche von 70 ha, d.h. einer Bedeckung von rund 61% der Seefläche als hohes Massenaufkommen eingestuft werden (Bild 5.23), obwohl im Mai 2022 der Bewuchs noch deutlich geringer war als in den Vorjahren. Es wurden während der Frühjahrsuntersuchung nur vereinzelt kleinwüchsige Bestände von *Elodea nuttallii* festgestellt. Die Situation im Hengsteysee stellte sich im Sommer ähnlich dar (Bild 5.24) im Gegensatz zu den Vorjahren war ein ausgedehnter Bewuchs festzustellen, der auch im Frühjahr bereits zu erkennen war, da *Elodea nuttallii* bereits im Mai 2022 durchgängig vorhanden war. Zudem traten in einem Abschnitt höherwüchsige Bestände des Igelkolbens (*Sparganium emersum*) im Hengsteysee auf.

Baldeneysee

Seit dem Jahr 2015 hat es auch auf dem Baldeneysee in jedem Jahr Flächen gegeben, auf denen es zu einem massenhaften Makrophytenwachstum gekommen ist (Bild 5.25). Im Jahr 2022 wurden jedoch mit 4 ha die geringsten Makrophytenbestände seit 2012 beobachtet. Eine Verkräutung war nur vereinzelt in Randbereichen festzustellen (Bild 5.26). Im Mai 2022 war der Bewuchs im Baldeneysee bereits sehr gering im Vergleich zu den Vorjahren.

Zu erklären ist diese Entwicklung mit der über die gesamte Vegetationsperiode konstant hohe Planktondichte im Baldeneysee, welche eine deutliche Trübung des Wassers zur Folge hatte (s.o.). Diese behinderte das Wachstum, der durch das

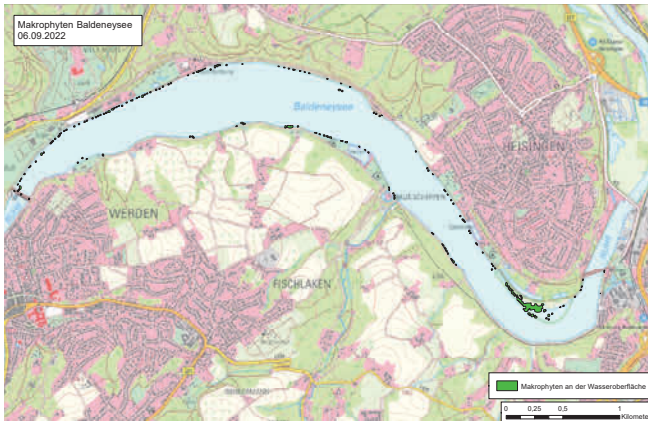


Bild 5.26: Kartografische Darstellung der Makrophytenflächen im Baldeneysee.

Fig. 5.26: Cartographic presentation of macrophyte cover in Lake Baldeney

Hochwasser 2021 ohnehin stark reduzierten Makrophyten, zusätzlich durch Lichtmangel. So wechselte der Baldeneysee in diesem Berichtsjahr vom Makrophyten-dominierten zurück in den Phytoplankton-dominierten Zustand. Bemerkenswert an dieser Entwicklung ist der Umstand, dass dieser Zustandswechsel nicht mit einer Veränderung des Nährstoffeintrags in den Baldeneysee oder den bestandsbestimmenden abiotischen Faktoren im Berichtsjahr verknüpft ist, sondern auf die nachhaltigen Auswirkungen des Hochwassers im Vorjahr auf die Bestände der zwei dominierenden Neophyten *Elodea sp.* und *Corbicula sp.* zurückgeführt werden kann.



Bild 6.1: Luftaufnahme der Hennetalsperre

Fig. 6.1: Aerial photograph of the Henne Reservoir

6 Talsperrenuntersuchungen: Hennetalsperre

Die Hennetalsperre (Bild 6.1) dient der Niedrigwasseraufhöhung der oberen Ruhr, der Energieerzeugung aus Wasserkraft, dem Hochwasserschutz und ist ein beliebtes Erholungsgebiet, in dem die Möglichkeit zu vielfältigen Freizeitaktivitäten besteht. Sie wurde 1955 in Betrieb genommen und weist bei einer Speicheroberfläche von 2,10 km² einen Gesamtstauraum von 38,4 Mio. m³ auf. Die größte Tiefe wird mit 51,8 m ca. 200 m vor dem Damm erreicht. Zum Erreichen des Stauvolumens wurde das Einzugsgebiet durch Wasserzuleitung aus Nachbartälern über den Horbach erweitert. 45 % der Fläche des Einzugsgebiets wird landwirtschaftlich genutzt.

Inzwischen wird neben der Fürwigge-, Verse-, Lister-, Ennepe- und Sorpetalsperre auch aus der Hennetalsperre Rohwasser zur Trinkwassergewinnung entnommen. Die Idee, hier ein Wasserwerk zu errichten, ging auf den sehr trockenen „Jahrhundertssommer“ 2003 zurück. Gerade in solchen extrem trockenen Sommern waren Versorgungsengpässe mit der Trinkwassergewinnung aus der oberen Ruhr nicht gänzlich ausgeschlossen. Mit der Erschließung der Hennetalsperre als Rohwasserreservoir steht nunmehr ein Wasservorkommen in mehr als ausreichender Menge und Qualität zur Verfügung, so dass Mangelsituationen nicht mehr zu befürchten sind. Da die Nutzungsstruktur im Einzugsgebiet der Hennetalsperre die Einrichtung von Wasserschutz-zonen nicht zulässt, wurde das

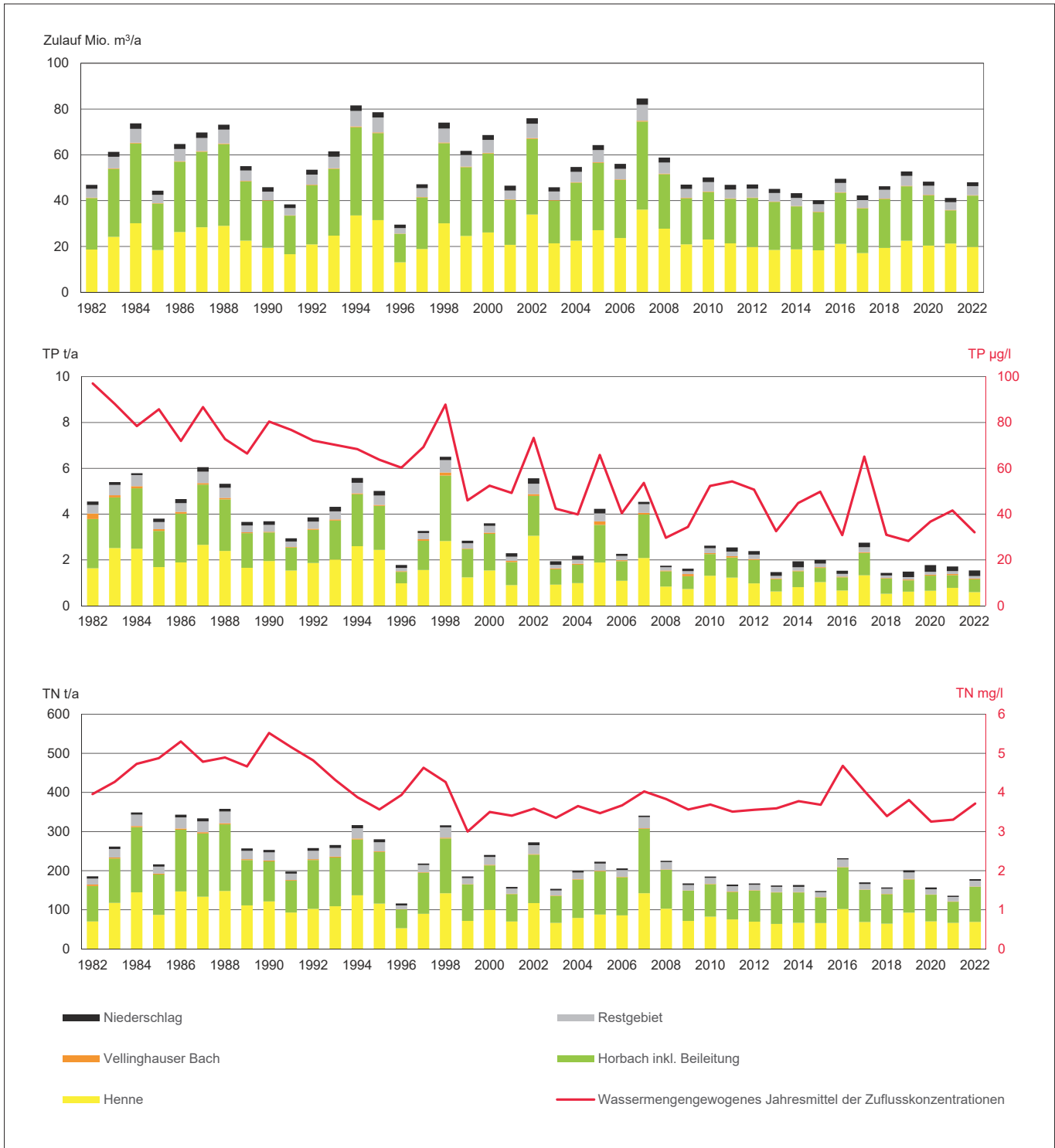


Bild 6.2: Zulauffrachten und wassermengengewichtete Jahresmittel aller untersuchten Zuflusskonzentrationen an der Hennetalsperre in den letzten 40 Jahren

Fig. 6.2: Input loads and flowweighted annual means of analysed inflow concentrations at the Henne Reservoir during the last 40 years

Wasserwerk mit einer umfangreichen Aufbereitungstechnik ausgestattet. Dazu gehören die Flockung, Ultramembran-, Mehrschicht- und Aktivkohlefiltration. Die Inbetriebnahme des Wasserwerks erfolgte Ende Mai 2016.

Bild 6.2 zeigt die Frachten der Nährstoffparameter Gesamtphosphor (TP) und Gesamt-Stickstoff (TN), die im Jahr 2022 und in den 40 Jahren davor in die Hennetalsperre gelangt sind. Es werden auch die zugeflossenen Wassermengen und die Jahresmittel aller untersuchten Zulaufkonzentrationen dargestellt. Seit 2009 bewegen sich die zufließenden Wassermengen in die Hennetalsperre in einem engen Schwankungsbereich zwischen 40 und 53 Mio. m³/a (2022: 48 Mio. m³/a). Treten wie in den Jahren 2009 bis 2012 und 2014 erhöhte Abflüsse nach einer langen Trockenwetterphase auf, gelangen über oberflächennahe Abschwemmungen aus den landwirtschaftlich genutzten Flächen im Einzugsgebiet der Henne Phosphorverbindungen in stärkerem Maße in die Talsperre. Diese führen zu einer höheren Jahresfracht und –mittleren Konzentration von Phosphor. Allerdings sind die meist ungelöst vorliegenden Phosphorverbindungen trophisch nicht wirksam und werden dem Wasserkörper auf dem Weg durch die Talsperre durch Sedimentation entzogen (s. Bild 6.3). Bei Gewässerüberwachungen zeigte sich in der Vergangenheit, dass Einträge aus diffusen bzw. schwer kontrollierbaren Quellen (z.B. Kleinkläranlagen, Hofabläufe, Austrag aus Landwirtschaftsflächen, Bau und Betrieb von Biogasanlagen) zeitweise einen erheblichen Anteil an der Gesamt-Stickstofffracht haben können.

Im Zulauf zur Hennetalsperre waren 2022 nur noch durchschnittlich 32 µg/l TP vorhanden, das ist nach 2019 der niedrigste Phosphorgehalt in den Zuläufen, der seit Beginn der limnologischen Untersuchungen an der Hennetalsperre festgestellt wurde. Bis zum Auslauf der Talsperre verminderte sich die Konzentration bis auf 13 µg/l TP, was einer Phosphorretention von ca. 60 % entspricht. Die Gesamt-Stickstoffkonzentration lag im Zulauf mit durchschnittlich 3,7 mg/l TN innerhalb der Schwankungsbreite der letzten Jahre.

Die planktische Primärproduktion bewegte sich in den letzten zehn Jahren mit Ausnahme des Jahres 2021 auf einem niedrigen Niveau (Bild 6.4). Bis zum Jahr 2011 waren mittlere Biovolumina über 3 mm³/l üblich und erreichten in einigen Jahren sogar Werte über 6 mm³/l. Zwischen 2013 und 2016 war dann eine Abnahme auf ein Biovolumen von 1 mm³/l festzustellen. Mit Ausnahme des Jahres 2021 spielen Cyanobakterien seit dem Jahr 2007 hinsichtlich ihres Biovolumens im Gegensatz zum Zeitraum 1989 bis 2006 eine untergeordnete Rolle im Phytoplankton der Hennetalsperre. Gleiches gilt für die Eutrophie anzeigenden Grünalgen. Die dominanten Species sind nunmehr Kieselalgen. Ebenfalls kann die seit mehreren Jahren auftretende Präsenz von Goldalgen als ein Indikator für eine fortschreitende Verbesserung der Wasserqualität gewertet werden. Diese Algengruppe ist aufgrund ihrer mixotro-

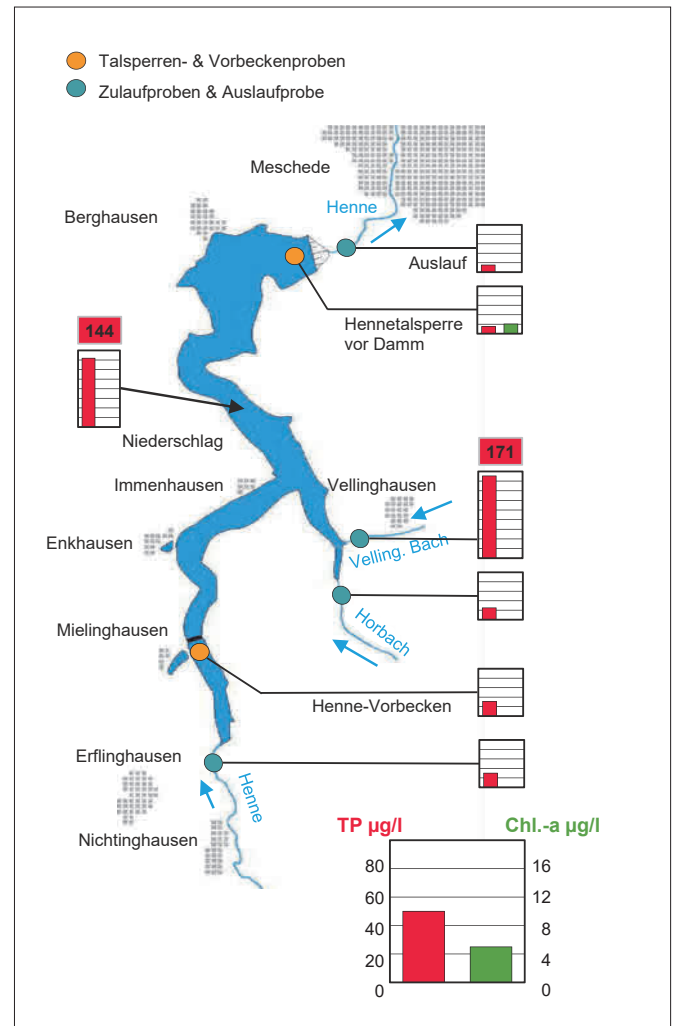


Bild 6.3: Probenahmestellen an der Hennetalsperre und Gradienten der Phosphor- und Chlorophyll-a-Konzentrationen im Talsperrensystem 2022

Fig. 6.3: Sampling points at the Henne Reservoir and phosphorus and chlorophyll a concentrations in the reservoir system in 2022

phen Ernährungsweise –sie können also sowohl anorganische als auch organische Stoffe verwerten- an abnehmende Nährstoffgehalte angepasst.

Bild 6.4 zeigt, dass sich die oben genannten geringen Phosphoreinträge in die Hennetalsperre im Jahr 2022 limitierend auf die Phytoplanktonentwicklung ausgewirkt haben. Lag der Chlorophyll-a-Gehalt 2021 im Jahresdurchschnitt bei 9,67 µg/l, reduzierte sich die mittlere Konzentration im Jahr 2022 mit 4,11 µg/l um mehr als die Hälfte. Diese mittlere Chlorophyll-a-Konzentration ist der geringste Wert seit Beginn der Messungen 1979, mit Ausnahme eines noch geringeren Wertes im Jahr 2009. Die Chlorophyll-a-Konzentration belegt, dass der erhöhte Phosphoreintrag 2021 während des Juli-Hochwassers

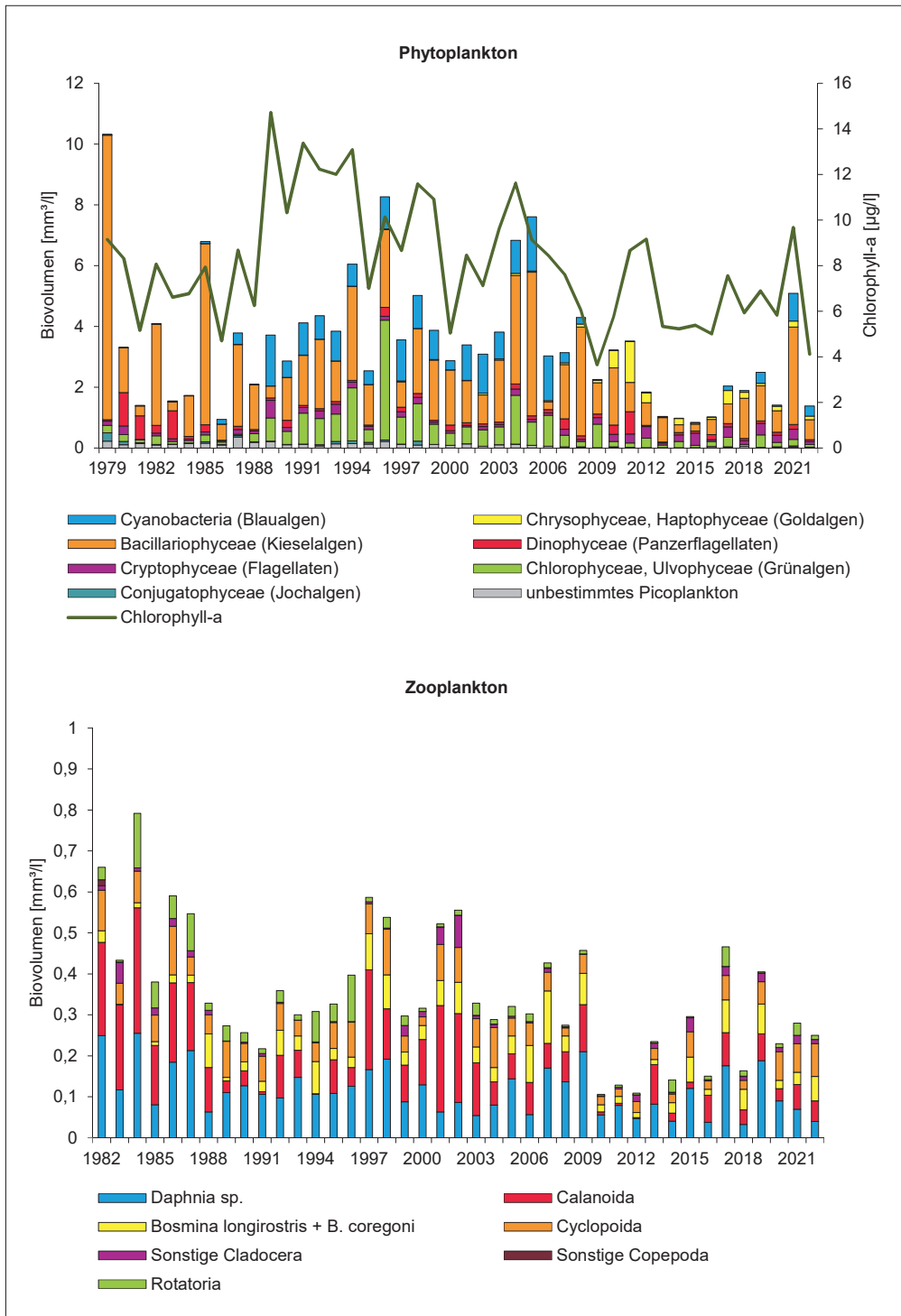


Bild 6.4: Phyto- und Zooplankton an der Probenahmestelle „Hennetalsperre vor Damm“ in den letzten ca. 40 Jahren (Jahresmittel)

Fig. 6.4: Phytoplankton and zooplankton at the sampling point "Henne Reservoir before the dam" during the last ca. 40 years (annual means)

offensichtlich vor allem partikulär gebunden erfolgte und nicht zu einem dauerhaft erhöhten bioverfügbaren Phosphorpool in der Talsperre führte. Besonders bei den Diatomeen (Kieselalgen) reduzierte sich das mittlere Biovolumen von $3,2 \text{ mm}^3/\text{l}$ auf $0,7 \text{ mm}^3/\text{l}$. Trotz dieses Rückgangs sind die Diatomeen, welche aufgrund für sie vorteilhafter Nährstoff- und Temperaturbedingungen im Frühjahr vor allem zu dieser Jahreszeit ver-

mehrt auftreten, weiterhin die dominierende Algengruppe in der Hennetalsperre, momentan hauptsächlich vertreten durch die Gattungen *Fragilaria* und *Aulacoseira*. Sehr erfreulich ist, dass auch die Cyanobakterien (Blaualgen) einen ähnlichen Rückgang der Biovolumina zeigten, von $0,9 \text{ mm}^3/\text{l}$ im Jahr 2021 auf $0,3 \text{ mm}^3/\text{l}$ im Jahr 2022. Trotzdem kam es auch im Jahr 2022 zu lokalen Massenentwicklungen der Cyanobakte-

rien, die die Freizeitnutzung einschränkten. Ob dabei auch die mit ihren Toxinen vor allem für Hunde lebensgefährliche Gattung *Tychonema sp.* vertreten war, ist unklar, da dieses fädige Bakterium in den untersuchten Proben des Ruhrverbands nicht nachgewiesen wurde, jedoch extern von dem Nachweis auch dieser Cyanobakteriengattung berichtet wurde.

Das Auftreten von Phytoplankton und Zooplankton beeinflusst sich gegenseitig, weil das Phytoplankton die Nahrungsgrundlage für das Zooplankton bildet. Beispielsweise folgte der starke Rückgang des Zooplanktons im Jahr 2010 auf zurückgehende planktische Algenbiomasse. Ähnlich wie das Phytoplankton ist die Biomasse des Zooplanktons seit den 1980er Jahren tendenziell gesunken und in den letzten Jahren wieder etwas gestiegen. Im Vergleich zu den Jahren vor 2009 wurden jedoch seltener Werte über 0,3 mm³/l erreicht.

Während sich das Phytoplankton in den mittleren Biovolumina der Jahre 2021 und 2022 deutlich unterschied, sind die Unterschiede im Zooplankton der beiden Jahre sehr gering und lagen, wie auch im Jahr davor, in Summe zwischen 0,2 mm³/l und 0,3 mm³/l. Erwähnenswert ist hier nur die Zunahme der beiden Wasserfloharten *Bosmina longirostris* und *Bosmina coregoni*, deren gemeinsames Biovolumen sich in dieser Zeit von 0,3 mm³/l auf 0,6 mm³/l verdoppelte.

Die Trophieverhältnisse der ca. letzten 40 Jahre sind in Bild 6.5 dargestellt (für nähere Informationen zur Bestimmung des Trophiegrades s. Kap. 11). Der 2013 mit 1,5 außerordentlich niedrige Gesamtindex war auf eine bei den besonderen meteorologischen Randbedingungen aufgetretene, bis dahin noch nicht dagewesene Algenblüte vor der Vegetationsperiode zurückzuführen. Dadurch indizierten in dem bewertungsrelevanten Zeitraum April bis Oktober die Einzelindizes teilweise sogar einen oligotrophen Zustand des Gewässers.

Mit einem Gesamttrophieindex von 1,8 war die Trophie im Berichtszeitraum wie in den vergangenen Jahren im mittleren mesotrophen Bereich. Inzwischen liegen in der Hennetalsperre seit ca. zwanzig Jahren stabile trophische Verhältnisse vor. Entsprechend musste, anders als in den 1990ern, in den letzten zwanzig Jahren kaum mehr wegen Sauerstoffmangel eingegriffen werden. Nur 2019 wurde im frühen Herbst wegen eines metalimnischen Sauerstoffdefizits und gleichzeitig sinkenden Sauerstoffkonzentrationen im Tiefenwasser zum Schutz des Fischbestandes belüftet.

Insgesamt stellt die Hennetalsperre einen mesotrophen See dar, der sowohl hinsichtlich der Primär- als auch der Sekundärproduktion ausgewogene ökologische Verhältnisse aufweist.

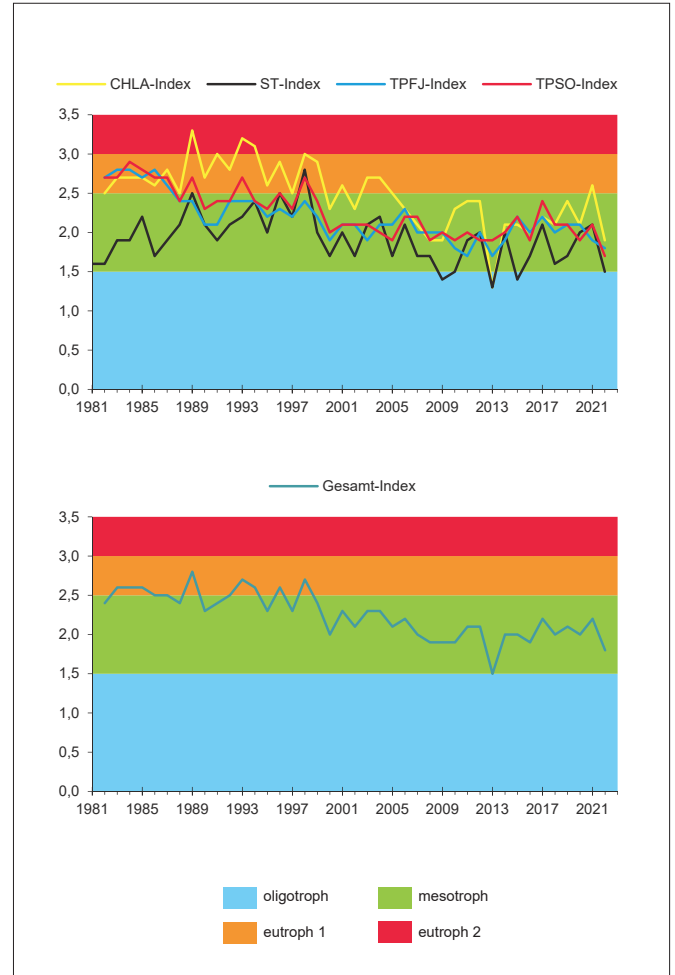


Bild 6.5: Entwicklung der Trophie in den letzten 40 Jahren in der Hennetalsperre entsprechend der überarbeiteten Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren (LAWA 2013) [CHLA: Chlorophyll-a; ST: Sichttiefe; TP: Gesamtphosphor; FJ: Frühjahr; SO: Sommer]

Fig. 6.5: Development of the trophic status during the last 40 years in the Henne Reservoir according to the preliminary directive for the trophic classification of reservoirs (LAWA 2013) [CHLA: chlorophyll a; ST: Secchi depth; TP: total phosphorus; FJ: spring; SO: summer]

7 Organische Spurenstoffe in der Ruhr

Die Ruhr wurde im Jahr 2022 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. Messergebnisse der im Rahmen des Niedrigwassermanagements zusätzlich durchgeführten Untersuchungen an ausgewählten, repräsentativen Probenahmestellen, die von September bis Ende des Jahres andauerten, fanden bei der hier vorliegenden Datenauswertung ebenfalls Berücksichtigung. Darüber hinaus erfolgte eine wöchentliche Beprobung der Ruhr an der Entnahmestelle in Essen-Rellinghausen. Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse durchgeführter Analysen auf organische Substanzen, deren Gehalte sich im Spurenbereich bewegen, vorgestellt. Eine Auswahl der insgesamt mehr als 470 Substanzen, auf welche untersucht wurde, ist in Tabelle 7.1 dargestellt. Das Substanzspektrum umfasst beispielsweise Pharmaka, Pestizide, endokrin aktive Substanzen, Flammenschutzmittel, Weichmacher sowie Haushalts- und Industriechemikalien. Der Analysenumfang richtet sich u. a. nach gesetzlichen Regelungen wie der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) [7.1] und der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) [7.2, 7.3, 7.4]. In den genannten Vorgaben enthalten sind Stoffe und Stoffgruppen, die zum Teil mit Umweltqualitätsnormen (UQN) versehen sind. Als zusätzliche Qualitätskriterien werden verschiedene nicht gesetzlich geregelte Werte, wie zum Beispiel der für Trinkwasser geltende gesundheitliche Orientierungswert (GOW) und der für Oberflächenwasser geltende Orientierungswert (OW) verwendet, die hier aber für Oberflächengewässer herangezogen werden (siehe Kapitel 2). Frachtberechnungen erfolgten für die an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen gemessenen Konzentrationen durch Multiplikation mit den korrespondierenden Tagesmittelwerten der jeweiligen Abflüsse der Ruhr am Pegel Hattingen und dienen zur besseren Einordnung der Eintragungsmengen unabhängig von den Abflussverhältnissen.

Die Entwicklung der Analytik zu den leichtflüchtigen organischen Verbindungen (VOC), einzelner Industriechemikalien, polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK), Moschusduftstoffen, Süßstoffen, per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS) und von Trifluoracetat in der Ruhr in den letzten Jahrzehnten werden in Kapitel 9 beschrieben.

Neben den in diesen Kapiteln durchgeführten Betrachtungen finden organische Spurenstoffe auch in den Kapiteln 18 und 25 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 wer-

den bei der Bewertung stellenweise unterschiedliche Betrachtungszeiträume zugrunde gelegt. Alle erwähnten Aspekte haben Auswirkungen auf die ermittelten Konzentrationen und Frachten. Generell weisen die Auswertungen jedoch die gleiche Tendenz auf.

Pharmaka, Diagnostika und deren Metabolite

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

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

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

[7.2] Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. In: Amtsblatt der Europäischen Union, 2000, L 327, S. 1-72

[7.3] Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG. In: Amtsblatt der Europäischen Union, 2008, L 348, S. 84-97

[7.4] Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik. In: Amtsblatt der Europäischen Union, 2013, L 226, S. 1-17

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

Tabelle 7.1: Ausgewählte organische Einzelverbindungen des Untersuchungsprogramms für das Jahr 2022
 Table 7.1: Selected organic compounds of the investigation program 2022

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

¹ prioritärer Stoff der EG-WRRL

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

³ Substanz besitzt einen GOW

⁴ Substanz besitzt einen OW

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

Zurzeit erfolgt im Kooperationslabor die Analyse von mehr als 110 Arzneimittelsubstanzen und -metaboliten, die im Jahr 2022 in über 180 Proben der Ruhr bestimmt wurden. Anforderungen an die Konzentrationen von Arzneimittelwirkstoffen in Oberflächengewässern sind bisher nicht Bestandteil der OGewV oder der EG-WRRL. Allerdings existieren für einige im Ruhreinzugsgebiet relevante Diagnostika, Arzneimittelwirkstoffe und -metabolite im Monitoringleitfaden NRW gesetzlich nicht verbindliche OW. Zusätzlich werden GOW herangezogen, deren Unterschreitung einen unbedenklichen, lebenslangen Trinkwassergenuss für Menschen indiziert. Diese werden hier zur Bewertung des Oberflächenwassers herangezogen (siehe Kapitel 2).

Die zu den Diagnostika gehörenden, in Krankenhäusern und radiologischen Praxen verabreichten iodierten Röntgenkontrastmittel (RKM) absorbieren bei entsprechenden Untersuchungen eingesetzte Strahlung stärker als normales Weichteilgewebe und helfen so gezielt, bestimmte Gewebestrukturen sichtbar zu machen. Je nach Art der Untersuchung erhalten Patienten eine Kontrastmitteldosis, die 30 bis 50 g Iod enthält. Aufgrund ihrer Struktur, bei dem sich das Iod, das mit seiner hohen Atommasse für die kontrastgebenden Eigenschaften verantwortlich ist, im dreifach substituierten Benzolring befindet, stellen sie vermutlich die stabilsten Arzneistoffe in der Umwelt dar. Wegen dieser beabsichtigten Eigenschaften werden sie in einem Zeitraum von wenigen Stunden nach der Applikation unverändert und vollständig über die Nieren ausgeschieden und gelangen über die konventionelle Abwasserbehandlung mit dem gereinigten Abwasser in die Oberflächengewässer. Ökotoxikologisch besitzen die Substanzen keine bekannte Relevanz. Eine Akkumulation ist wegen ihrer hohen Polarität nicht zu erwarten [7.6, 7.7].

Die Ruhr wurde im Berichtszeitraum auf insgesamt sieben iodidierte RKM untersucht. Die beiden Verbindungen **loxithalaminsäure** und **loversol** wiesen 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 Wetter im Jahr 2022 mit 0,25 µg/l festzustellen. Grund für die erhöhte Konzentration an dieser Stelle ist die Belastung in der Lenne, die in ihrem Mündungsbereich eine im Vergleich zur Ruhr in diesem Ab-

schnitt deutlich höhere mittlere Konzentration von 0,42 µg/l im Jahr 2022 aufwies. Die Konzentration von lopamidol erreichte an der Ü.-Station Duisburg mit 0,48 µg/l ihren höchsten Jahresmittelwert. Alle genannten Konzentrationen des lopamidols stellen eine Steigerung an den jeweiligen Probenahmestellen im Vergleich zum Vorjahr dar. 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. Während relevante Konzentrationen für lomeprol erst etwa 30 Kilometer flussabwärts festzustellen waren, konnten diese für lopromid erst bei Fluss-km 56,70 an der Probenahmestelle Hattingen gemessen werden. Ihre maximalen Konzentrationen erreichten beide Vertreter in der unteren Ruhr. lomeprol wies für 2022 an der Probenahmestelle Ü.-Station Hattingen einen Jahresmittelwert von 0,54 µg/l auf, lopromid einen Wert von 0,13 µg/l nahe der Mündung bei Fluss-km 2,65.

Die Konzentrationen von **Amidotrizoesäure** und **lohexol** nahmen von der Quelle bis zur unteren Ruhr zu. Amidotrizoesäure erreichte an der Probenahmestelle bei Duisburg eine mittlere Konzentration von 0,33 µg/l, lohexol bei Essen-Werden eine von 1,0 µg/l, was einer Zunahme gegenüber dem Vorjahr entspricht. Die mittlere Konzentration für Amidotrizoesäure unterschritt den geltenden GOW von 1 µg/l. lohexol erreichte diesen an einer einzigen Probenahmestelle der Ruhr, überschritt ihn allerdings nicht.

Unter den in der Ruhr untersuchten Röntgenkontrastmitteln war lomeprol in den letzten Jahren meist die Substanz mit der höchsten Jahresfracht und -konzentration an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen. Für das Berichtsjahr wies lohexol mit rund 1,1 t die höchste Fracht und mittleren Konzentration auf, was eine Fortsetzung des seit Jahren feststellbaren steigenden Trends darstellt. Bei allen anderen relevanten RKM war eine Verringerung der jeweiligen Jahresfrachten festzustellen. Die Summe der Frachten blieb, wie in den Vorjahren, recht konstant.

Der Verbrauch von Antidiabetika lag 2021 bei insgesamt 2,4 Mrd. Tagesdosen (DDD = Defined Daily Dose), was 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 Arzneiwirkstoff in Deutschland und auch weltweit. Werden die im Jahr 2021 im Bereich der gesetzlichen Krankenversicherungen, denen ca. 90 % der deutschen Bevölkerung angehören, verordneten 667 Mio. DDD Metformin mit der Masse der Tagesdosis (2 g) multipliziert, so ergibt sich eine jährliche Verschreibungsmenge von mehr als 1.300 t [7.8]. Vom menschlichen Körper wird Metformin vollständig und unverändert ausgeschieden. Das relativ kleine und polare Molekül ist gut wasserlöslich. In Kläranlagen wird Metformin in der Regel zu über 90 %, primär durch Transformation zu dem Hauptmetaboliten **Guanylarnstoff**, entfernt [7.9]. Ergebnisse

von erweiterten Biodegradationsstudien zeigen zusätzliche Abbauewege bis hin zur vollständigen Mineralisierung von Metformin und Guanylarnstoff, wozu allerdings eine längere Adaptierungsphase der Mikroorganismen Voraussetzung ist [7.10].

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 $0,03 \mu\text{g/l}$. Für Guanylarnstoff war dies aufgrund der höheren Bestimmungsgrenze von $0,3 \mu\text{l}$ erst ab der dritten Probenahmestelle der Fall. Die Konzentration des Metformins stieg bereits im Bereich der oberen Ruhr bei Fluss-km 160,72 rasch auf etwa $0,4 \mu\text{g/l}$ an und verblieb an vielen der weiteren Probenahmestellen der mittleren und unteren Ruhr auf diesem Niveau. An der Probenahmestelle Pegel Wetter erreichte die Konzentration mit $0,50 \mu\text{g/l}$ ihr Maximum. Die höchste Durchschnittskonzentration von Guanylarnstoff wurde im Längsverlauf mit $3,9 \mu\text{g/l}$ ebenfalls am Pegel Wetter gemessen. Bis zur Mündung der Ruhr bei Duisburg reduzierte sich diese auf $1,3 \mu\text{g/l}$. Diese Konzentrationsverläufe über den Fließweg der Ruhr sind bemerkenswert, da bei abwasserbürtigen Substanzen mit einer konstanten Zunahme der Summe von Ausgangs- und Transformationsprodukten zu rechnen ist. Ursächlich für diese gegenteilige Beobachtung ist wahrscheinlich der oben thematisierte Abbau von Metformin und Guanylarnstoff durch Mikroorganismen in der Ruhr. Dies lässt sich auch durch die Beobachtung der Verbrauchsmengen an Metformin und den korrespondierenden Konzentrationen des Arzneimittels und seines Metaboliten untermauern. So nehmen die Verschreibungen beispielsweise von 2014 mit 595 Mio. DDD auf 667 Mio. im Jahre 2021 zu, eine Steigerung von mehr als 10 %. Die Konzentration an Metformin bzw. Guanylarnstoff sank im gleichen Zeitraum

aber um 30 bzw. 25 % in der Ruhr (Bild 7.1). Unter den regelmäßig bestimmten organischen Spurenstoffen ist Guanylarnstoff mit $3,8 \text{ t/a}$ erneut, trotz der festzustellenden Reduktion, derjenige mit der höchsten Jahresfracht im Betrachtungszeitraum (Bild 7.2). Zur Bewertung der beiden Substanzen kann aufgrund von fehlenden Daten zur Ökotoxizität derzeit nur auf die vom UBA abgeleiteten und nicht für Oberflächenwasser geltenden GOW in Höhe von jeweils $1,0 \mu\text{g/l}$ zurückgegriffen werden. An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen wird dieser Wert von Metformin unter- und von Guanylarnstoff überschritten. Die hier berichteten Werte aus der Ruhr sind vergleichbar mit Gehalten anderer Flüsse in NRW [7.11].

Sitagliptin, ein ebenfalls als Antidiabetikum eingesetzter, recht neuer Wirkstoff, verlässt den menschlichen Körper ohne einem Metabolismus zu unterliegen. Er wird als Einzelwirkstoff verordnet oder als Kombipräparat, beispielsweise zusammen mit Metformin [7.12]. Allein diese beiden Applikationen kamen im Jahr 2021 zusammen auf rund 360 Mio. DDD. Seit drei Jahren werden die Proben der Ruhr vom Kooperationslabor auf Sitagliptin untersucht. Bereits ab der dritten Probenahmestelle liegen fast alle Befunde oberhalb der Bestimmungsgrenze von $0,01 \mu\text{g/l}$. Die maximalen Jahresdurchschnittskonzentrationen von $0,25 \mu\text{g/l}$ sind in der mittleren und unteren Ruhr zu finden.

Oxipurinol, selbst kein Arzneimittel, ist der pharmazeutisch wirksame Metabolit des verbreiteten Gichtmittels Allopurinol, von dem im Jahr 2017 rund 130 t im Bereich der GKV verschrieben wurden [7.13, 7.14]. Die Substanz wird erst nach der Einnahme durch das Enzym Xanthinoxidase im menschlichen Körper gebildet. Oxipurinol hemmt das genannte Enzym und verhindert so die Synthese von Harnsäure [7.15].

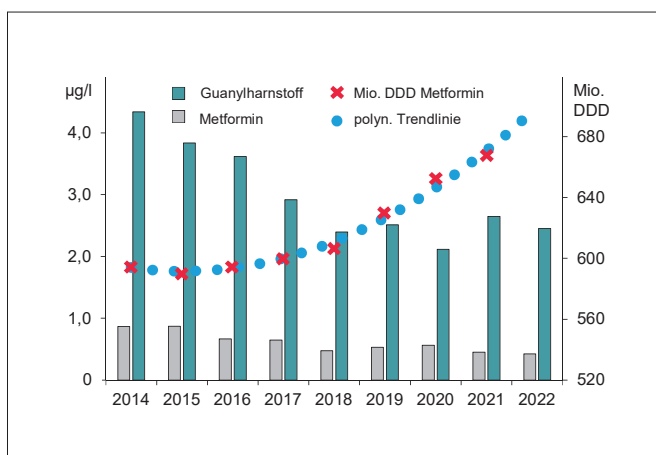


Bild 7.1: Entwicklung der mittleren Konzentration von Metformin und Guanylarnstoff in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Vergleich mit den verordneten DDD im Bereich der gesetzlichen Krankenversicherungen (GKV)

Fig. 7.1: Development of the mean concentration of metformin and guanyurea in the Ruhr at Essen-Rellinghausen compared to the DDD prescribed to patients in statutory health insurance (GKV)

- [7.6] Arzneimittelrückstände in Trinkwasser und Gewässern. In: Drucksache 19/16430, Deutscher Bundestag, Januar 2020
- [7.7] Studie zur Prüfung der Praxistauglichkeit von Urinauffangsystemen zur Verringerung des Röntgenkontrastmittel-Eintrags in das Abwasser – Sammlung von RKM-haltigem Urin von Patient:innen, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Juni 2021
- [7.8] <https://www.arzneimittel-atlas.de/arzneimittel/a10-antidiabetika/top-10/>, Zugriff 02. Mai 2022
- [7.9] Briones, R. M., Sarmah, A. K., Padhye, L. P.: A global perspective on the use, occurrence, fate and effects of anti-diabetic drug metformin in natural and engineered ecosystems. In: Environmental Pollution, 2016, 219, S. 1007-1020
- [7.10] Straub, J., Caldwell, D., Davidson, T., D'Aco, V., Kappler, K., Robinson P., Simon-Hettich, B., Tell, J.: Environmental risk assessment of metformin and its transformation product guanyurea. I. Environmental fate. In: Chemosphere, 2019, 216, S. 844-854
- [7.11] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: Metformin / N-Guanylarnstoff. In: ECHO-Stoffbericht, Oktober 2020
- [7.12] https://www.kbv.de/media/sp/Wirkstoff_AKTUELL_Sitagliptin.pdf, Zugriff 03. Mai 2023
- [7.13] Billecke L., Becker, A., Baum, E., Viniol, A.: Querschnittserhebung zur Einnahme von Allopurinol. In: Zeitschrift für Allgemeinmedizin, 2016, 92, S. 490-494
- [7.14] Arzneiverordnungs-Report 2018. (2018). Deutschland: Springer Berlin Heidelberg

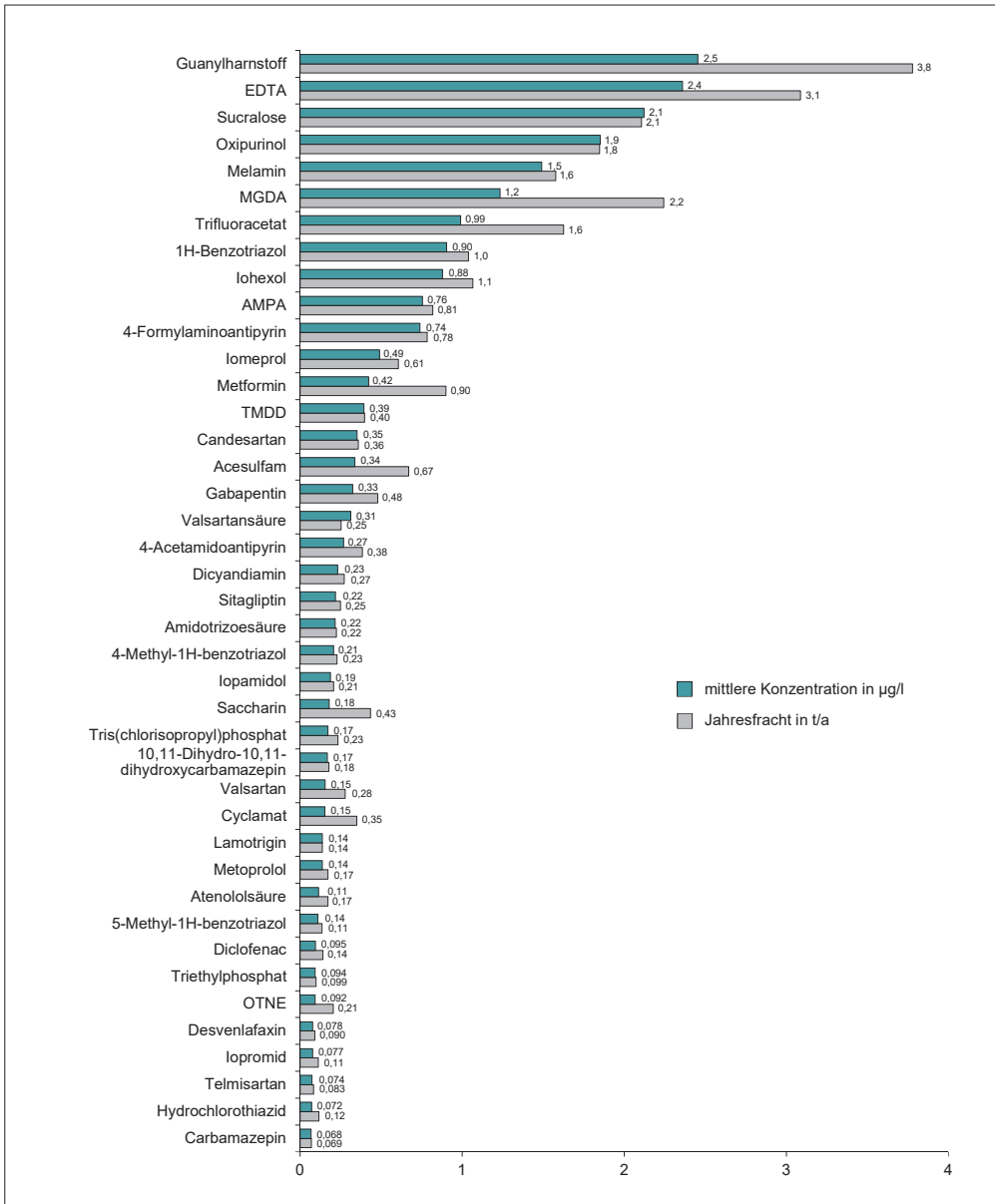


Bild 7.2: Ausgewählte organische Spurenstoffe mit ihren mittleren Konzentrationen und Jahresfrachten in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Jahr 2022

Fig. 7.2: Selected organic trace substances with their mean concentrations and annual loads in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen in 2022

In der Ruhr konnte Oxipurinol ab der Probenahmestelle unterhalb Meschede bei Fluss-km 175,32 in nahezu allen untersuchten Proben oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,05 µg/l nachgewiesen werden. Die mittleren Konzentrationen im Fließverlauf stiegen bis zur Mündung relativ gleichmäßig an und erreichten mit einem Jahresmittelwert von 2,1 µg/l ihr Maximum an der Mündung der Ruhr. 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 1,9 µg/l ermittelt werden. Die Jahresfracht an dieser Stelle war vergleichbar mit der von 2021. Oxipurinol zählte mit 1,8 t/a zu den organischen Spurenstoffen, die im Jahr 2022 eine hohe Fracht in der Ruhr aufwiesen (Bild 7.2). Die Substanz wurde in

vielen anderen deutschen Oberflächengewässern mit hohem Anteil an gereinigtem Abwasser mit Konzentrationen bis zu 23 µg/l nachgewiesen [7.16].

Das Schmerzmittel Metamizol war vor mehr als 100 Jahren eines der ersten Medikamente, das synthetisiert und eingesetzt wurde, ohne ein Naturstoffvorbild zu besitzen. Die Verordnungsmengen zeigen eine kontinuierliche Zunahme von Metamizol-haltigen Medikamenten, obwohl sich die Indikation des rezeptpflichtigen Medikaments nur auf die Behandlung starker Schmerzen beschränkt [7.17]. Trotz dieser Einschränkung nahm Metamizol im Jahr 2021 unter den Analgetika mit 256 Mio. verordneten Tagesdosen, im Jahr 2007 waren es lediglich 87 Mio., innerhalb der GKV den ersten Platz ein [7.18].

Der Wirkstoff Metamizol, von dem somit rund 770 t verschrieben wurden, ist ein sogenanntes „Prodrug“ und wird auf unterschiedlichen Wegen, je nach Applikation, zu verschiedenen Metaboliten umgesetzt. Die Substanz hydrolysiert im Organismus vollständig zum therapeutisch wirksamen 4-Methylaminoantipyrin. Dieser Metabolit wird nachfolgend hauptsächlich zu **4-Formylaminoantipyrin (FAA)** und 4-Aminoantipyrin transformiert, welches wiederum teilweise zu **4-Acetaminoantipyrin (AAA)** umgesetzt wird [7.19]. Die Metabolite FAA und AAA konnten im Längsverlauf der Ruhr bereits ab der zweiten Probenahmestelle nahezu in allen Proben oberhalb ihrer Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l nachgewiesen werden. Die mittleren Konzentrationen stiegen zunächst mit dem zunehmenden Anteil an gereinigtem Abwasser an. Im Bereich der mittleren Ruhr entwickelten sich die Konzentrationen der beiden Abbauprodukte unterschiedlich. Während die mittleren Gehalte von FAA im weiteren Verlauf bis zur Mündung bei Duisburg kontinuierlich bis auf etwa 0,8 µg/l anstiegen, pendelten sie sich für AAA bei etwa 0,3 µg/l ein. Da sich das Verhältnis der abwasserbürtigen Metabolite im Fließverlauf eigentlich nicht verändern sollte, kann der beschriebene Umstand nur mit einem unterschiedlichen Abbau- oder Sorptionsverhalten erklärt werden. Der GOW von 0,3 µg/l für FAA wird an vielen Probenahmestellen in der Ruhr überschritten.

Diclofenac, ein Mittel welches gegen Schmerzen und in der Rheumatherapie eingesetzt wird, zeigt im Jahr 2022 ein ähnliches Verhalten wie in den Jahren zuvor. So konnten in der oberen Ruhr, an der Probenahmestelle unterhalb Valme, nur einzelne Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l festgestellt werden. Ab Fluss-km 175,32 wurde es in nahezu allen Proben nachgewiesen. Die höchste mittlere Jahreskonzentration konnte im Ruhr längsverlauf an der Probenahmestelle Kraftwerk Westhofen mit 0,14 µg/l ermittelt werden. Durch die verbreitete Anwendung in der Bevölkerung wird die derzeit vorgeschlagene UQN von 0,04 µg/l an nahezu allen Messstellen überschritten.

Das ebenfalls zur Gruppe der Analgetika gehörende **Ibuprofen** wurde in der Ruhr in geringeren Konzentrationen als Diclofenac bestimmt. Es fand sich ab Fluss-km 160,72 in 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 2022 sicher eingehalten.

Tramadol, strukturell verwandt mit Codein und Morphin, wird ebenfalls als Analgetikum eingesetzt. Die Verschreibungsmenge im Bereich der GKV für das Jahr 2021 lag mit etwa 17 t deutlich unter der des Metamizols. Nach Einnahme werden etwa 30 % unverändert, der Rest metabolisiert über den Urin ausgeschieden [7.20]. An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen konnte im Jahr 2022 für Tramadol eine mittlere Konzentration von 0,039 µg/l und für dessen Metaboliten Desmethyldiamadol von 0,017 µg/l ermittelt werden.

Arzneimittel zur Behandlung von Hypertonie waren im Jahr 2021 mit 16,9 Mrd. DDD die am häufigsten rezeptierten im Bereich der GKV [7.21]. Die Verordnungsmenge nahm damit um rund 20 % gegenüber dem Jahr 2010 zu.

Obwohl **Ramipril** im Jahr 2021 mit 4,6 Mrd. verordneten DDD, ohne Berücksichtigung von Kombinationspräparaten, das am meisten verordnete Hypertonikum darstellte, waren in der Ruhr 2022 so gut wie keine Befunde zu verzeichnen. Gründe hierfür sind die niedrige eingesetzte tägliche Dosis sowie ein hoher Metabolisierungsgrad nach der Einnahme des Prodrugs im menschlichen Körper [7.22]. Auf das therapeutisch wirksame, aus dem Prodrug entstandene **Ramiprilat** werden Wasserproben der Ruhr seit Mitte 2021 vom Kooperationslabor untersucht. Befunde waren ab der Probenahmestelle unterhalb Meschede zu verzeichnen. Die maximale mittlere Konzentration des Jahres 2022 war mit 0,061 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 kontinuierlich zunehmen, erreichte an der Mündung bei Duisburg den maximalen Jahresmittelwert von 0,44 µg/l. An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen waren es 0,35 µg/l, was mehr als einer Verdreifachung des Wertes von 2015 entspricht und den Anstieg der Verschreibungszahlen gut widerspiegelt. Für **Valsartan** konnte im Jahr 2022 das Konzentrationsmaximum ebenfalls im Bereich der unteren Ruhr mit 0,15 µg/l festgestellt werden. Wird hier der Vergleich mit dem Wert von 2015 angestellt, so ist ein Rückgang von mehr als 30 % zu beobachten. Das Abbauprodukt der genannten Sartane, die **Valsartansäure**, zeigte wie eine seiner Ausgangssubstanzen Candesartan ein

-
- [7.15] Rathod, D. M., Patel, K. R., Mistri, H. N., Jangid, A. G., Shrivastav, P. S., Sanyal, M.: Simultaneous analysis of allopurinol and oxypurinol using a validated liquid chromatography–tandem mass spectrometry method in human plasma. In: *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 2017, 7, S. 56-62
- [7.16] Funke, J., Prasse, C., Eversloh, C. L., Ternes, T. A.: Oxypurinol - A novel marker for wastewater contamination of the aquatic environment. In: *Water Research* 2015, 74, S. 257-265
- [7.17] <https://www.deutsche-apotheker-zeitung.de/daz-az/2018/daz-2-2018/wie-gefaehrlich-ist-metamizol>, Zugriff 14. Februar 2023
- [7.18] <https://www.arzneimittel-atlas.de/arzneimittel/n02-analgetika/top-10/>, Zugriff 14. Februar 2023
- [7.19] Reinhardt, N., Jantos, R., Sinning, C., Imming, P.: Metamizol - Renaissance eines Analgetikums. In: *Pharmazeutische Zeitung*, 2006, 32
- [7.20] Vazzana, M., Andreani, T., Figueiro, J., Faggio, C., Silva, C., Santini, A., Garcia, M. L., Silva, A. M., Souto, E. B.: Tramadol hydrochloride: Pharmacokinetics, pharmacodynamics, adverse side effects, co-administration of drugs and new drug delivery systems. In: *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 2015, 70, S. 234-238
- [7.21] <https://www.arzneimittel-atlas.de/arzneimittel/c02c09-mittel-bei-hypertonie/verbrauch/>, Zugriff 04. April 2022
- [7.22] <https://www.gelbe-liste.de/wirkstoffe>, Zugriff 03. Mai 2023

nahezu kontinuierliches Anwachsen der Konzentrationen mit steigendem Abwasseranteil im Fließverlauf der Ruhr. Die mittlere Konzentration an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen betrug 0,31 µg/l und lag somit knapp oberhalb des GOW von 0,3 µg/l. Die zugehörige Fracht war identisch mit der des Vorjahres und betrug 0,25 t/a. Damit zählte der Metabolit zu den mengenmäßig relevanten organischen Spurenstoffen in der Ruhr (Bild 7.2).

Nachdem der Verbrauch von Medikamenten aus der Gruppe der Betablocker im Bereich der GKV im Jahr 2012 sein Maximum erreichte, sind seitdem langsam, aber stetig sinkende Verschreibungszahlen zu verzeichnen [7.21]. Unter den Betablockern war im Jahr 2021 **Metoprolol** mit rund 120 t der mengenmäßig Bedeutendste. Diese Substanz, eine von sieben Betablockern im Untersuchungsprogramm, erreichte mit 0,16 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 0,14 µg/l im Jahr 2022. Der OW von 8,6 µg/l wird somit sehr sicher eingehalten. **Hydroxymetoprolol**, ein vom menschlichen Organismus gebildeter Metabolit des Metoprolols, ließ sich lediglich in der unteren Ruhr regelmäßig nachweisen. Die mittleren Konzentrationen lagen jeweils im Bereich der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l. Die anderen sechs in der Ruhr untersuchten Betablocker spielten aufgrund ihrer Gehalte nur eine untergeordnete Rolle. Bild 7.3 zeigt die Entwicklung der Konzentrationen der drei untersuchten Betablocker mit nennenswerten Konzentrationen.

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 mit den meisten verschriebenen Tagesdosen ist das

Pregabalin, das ebenso wie Gabapentin zur Behandlung von neuropathischen Schmerzen eingesetzt wird. Beide Substanzen unterliegen im menschlichen Organismus so gut wie keiner Metabolisierung [7.22]. Allein in den Jahren 2016 bis 2021 war beim Pregabalin ein Zuwachs der bundesweiten Verordnungsmenge von etwa 35 % zu verzeichnen. Dies entspricht einem gesteigerten Verbrauch des Wirkstoffs von mehr als 10 t [7.23]. Pregabalin konnte im Jahr 2022 im Rahmen der Längsuntersuchungen in der überwiegenden Zahl der Proben, außer denen der beiden 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, das Gegenteil ist der Fall.

Die verschriebene Menge an **Lamotrigin** im Jahr 2021 betrug mit 16 t wesentlich weniger als die Hälfte derjenigen von Pregabalin. Die Substanz wird zu großen Teilen über Biotransformation in pharmakologisch unwirksame Metabolite umgewandelt [7.22]. Dennoch bewegen sich die Konzentrationen in der unteren Ruhr auf deutlich höherem Niveau als diejenigen von Pregabalin. Die maximale mittlere Konzentration der Substanz in der Ruhr an der Probenahmestelle Essen-Werden betrug 0,17 µg/l im Jahr 2022. 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 nimmt die Konzentration des Lamotrigins dem steigenden Abwasseranteil folgend in der Ruhr zu, die von Pregabalin stagniert bereits ab der vierten Probenahmestelle im Ruhrverlauf und lässt so die Vermutung zu, dass auch im Oberflächenwasser ein Abbau stattfindet.

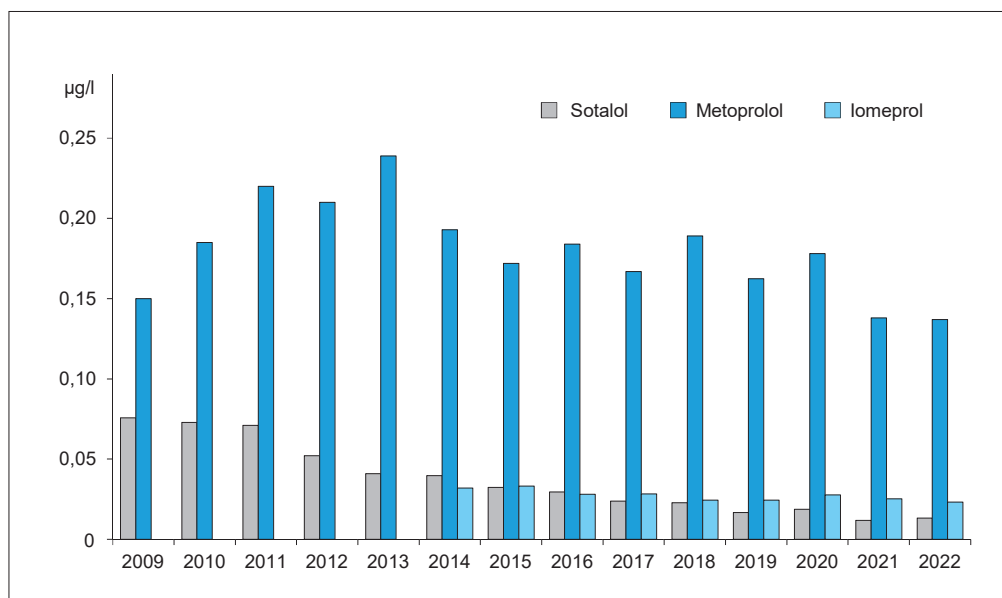


Bild 7.3: Entwicklung der mittleren Konzentration ausgewählter Betablocker in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen
 Fig. 7.3: Development of the mean concentration of selected beta blockers in the Ruhr at Essen-Rellinghausen

Der Wirkstoff **Gabapentin** wird in der Umwelt nur in geringem Umfang abgebaut [7.24]. Aufgrund dieses Umstandes und der nicht unerheblichen Verschreibungsmenge, im Jahr 2021 waren es 89 t [7.23], konnte die Substanz in vielen Proben der Ruhr nachgewiesen werden. An der Probenahmestelle bei Essen-Werden war die höchste mittlere Konzentration des Jahres 2022 zu messen. Sie war mit 0,34 µg/l geringer als im Vorjahr und hielt den GOW von 1,0 µg/l ein. Damit setzt sich der abnehmende Trend, der sich seit Messbeginn im Jahr 2014 beobachten lässt, trotz des leicht steigenden Verbrauchs, fort. Mit 0,48 t/a, 2014 waren es mehr als doppelt so viel, gehört Gabapentin allerdings immer noch zu den Substanzen mit einer hohen Jahresfracht.

Seit sechs Jahren wird das Vorkommen des Metabolits **Gabapentin-Lactam** in der Ruhr vom Kooperationslabor analysiert. Er 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 0,076 µg/l die höchste mittlere Konzentration an der Mündung in Duisburg im Jahr 2022 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 Carbamazepinoxid umgesetzt [7.22]. Die Verschreibungsmenge des Wirkstoffes ist in den letzten Jahren rückläufig. So reduzierte sich die Anzahl der in Deutschland verordneten Tagesdosen vom Jahr 2009 auf das Jahr 2021 um rund die Hälfte auf 28 Millionen.

Die mittlere Konzentration des Carbamazepin in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen betrug im Berichtszeitraum 0,068 µg/l. An dieser Probenahmestelle beträgt die mittlere Konzentration des Metaboliten 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxy-carbamazepin 0,17 µg/l und damit mehr als das Doppelte der Ausgangssubstanz. Beide Konzentrationen sind damit kleiner als im Vorjahr. Der gesetzlich nicht verbindliche OW für Carbamazepin von 0,5 µg/l wurde an allen Probenahmestellen eingehalten, der für den Metaboliten von 0,1 µg/l jedoch nicht. Carbamazepinoxid konnte in nur wenigen Proben, knapp oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l detektiert werden. Die stetig sinkenden Verschreibungen dieses Medikaments spiegeln sich recht gut in den zurückgehenden Konzentrationen und Frachten wider, die seit dem Jahr 2009 in der Ruhr bestimmt werden (Bild 7.4).

Der Verbrauch an **Antibiotika** zur systemischen Anwendung in Deutschland verlief bis zum Jahr 2013 weitgehend stabil und lag im Mittel bei 350 Mio. DDD. Seitdem geht der Verbrauch kontinuierlich zurück [7.25]. Einer der Gründe liegt in der deutschen Antibiotika-Resistenzstrategie DART, die 2008

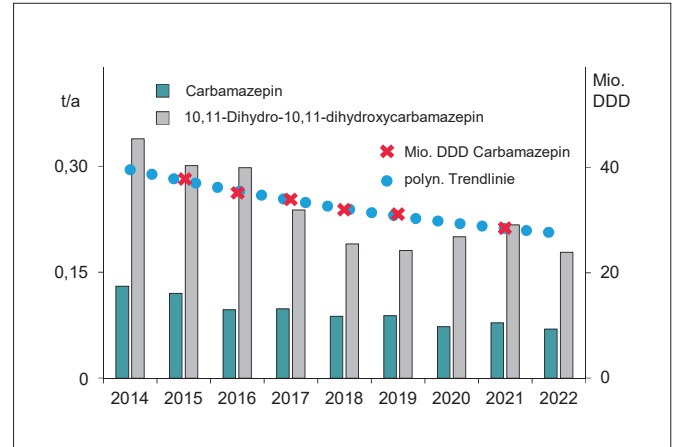


Bild 7.4: Entwicklung der mittleren Konzentration von Carbamazepin in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Vergleich mit den verordneten DDD im Bereich der GKV

Fig. 7.4: Development of the mean concentration of carbamazepine in the Ruhr at Essen-Rellinghausen compared to the DDD prescribed to patients in statutory health insurance (GKV)

das erste Mal verabschiedet wurde und 2015 mit DART 2020 fortgeschrieben wurde. In dem dazugehörigen Abschlussbericht sind vielfältige Maßnahmen zur Reduktion des Einsatzes dieser Substanzgruppe aufgeführt, die in dem Zeitraum durchgeführt wurden [7.26]. Neben dem Rückgang an Antibiotika-Verschreibungen ist in einigen Bereichen auch eine Abnahme der resistenten Keime zu beobachten. Um diese positiven Entwicklungen weiterzuführen und zu verstärken, wird derzeit bereits an der DART 2030 gearbeitet.

Proben der Ruhr wurden auf insgesamt 23 Antibiotika untersucht. Wie in den Vorjahren konnten an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen nur für acht Wirkstoffe relevante Befunde festgestellt werden (Bild 7.5). Der Rückgang, der bei den Antibiotika-Verschreibungen insgesamt beobachtet werden kann, zeigt sich nicht in den Jahresmittelwerten der drei Wirkstoffe mit den höchsten Konzentrationen. Diese sind seit dem Start des Monitorings in Essen-Rellinghausen im Jahr 2017 auf einem relativ konstanten Niveau. Bei einem näheren Blick in

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

[7.24] 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

[7.25] <https://www.arzneimittel-atlas.de/arzneimittel/j01-antibiotika-zur-systemischen-anwendung/verbrauch/#:~:text=Verbrauch%20von%20Antibiotika%20J01%20Antibiotika%20zur%20systemischen%20Anwendung&text=Im%20Jahr%202020%20wurden%20jedem,den%20h%C3%A4ufig%20angewendeten%20Arzneimitteln%20zugerechnet>, Zugriff 02. Mai 2023

[7.26] https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Daten/3_Downloads/D/DART_2020/BMG_DART_2020_Abschlussbericht_bf.pdf, Zugriff 03. Mai 2023

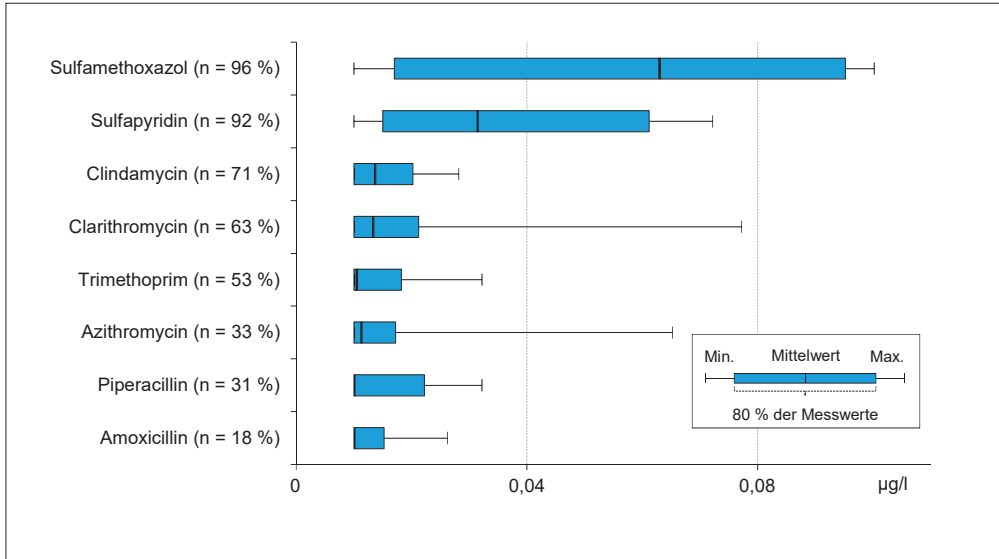


Bild 7.5: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Antibiotika in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde) im Jahr 2022

Fig. 7.5: Means, minimum and maximum concentrations of selected antibiotics in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings) in 2022

die Verschreibungszahlen zeigt sich aber auch, dass diese z. B. für Sulfamethoxazol in dem betrachteten Zeitraum konstant um die 10,4 Mio. liegen, womit sich die relativ gleichbleibende Umweltkonzentration erklären lässt.

Das Biozid **Triclosan** wird als Antiseptikum äußerlich gegen Bakterien und Pilze, gegen infektiöse Hauterkrankungen und in niedrigeren Konzentrationen als Konservierungsmittel in Kosmetika und Reinigungsmitteln eingesetzt [7.27]. Die Nachweishäufigkeit von Triclosan ist seit dem Jahr 2017 kontinuierlich, von mehr als 90 % der untersuchten Proben auf 2 % im Jahr 2022, zurückgegangen.

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. Durch die hohe Anzahl an Wirkstoffen, die in Deutschland zugelassen sind, können diese in Gewässern, mit einem hohen Anteil landwirtschaftlicher Nutzung im Einzugsgebiet, in hoher Befundhäufigkeit nachgewiesen werden. Bei einer Vielzahl von zeitgleich im Gewässer vorhandenen Wirkstoffen besteht die Gefahr, dass sich die Wirkung der einzelnen Substanzen kumulieren und dadurch Auswirkungen auf die aquatische Umwelt entstehen. Nach der bisherigen Gesetzgebung werden solche Aspekte nicht berücksichtigt, da jeweils nur ein individueller Grenzwert oder ein allgemeiner Vorsorgewert von 0,1 µg/l für einen einzelnen Wirkstoff erlassen wurde. In der derzeit in Überarbeitung befindlichen europäischen Richtlinie über Umweltqualitätsnormen wird diesem Aspekt mit der geplanten Einführung

eines Grenzwertes von 0,5 µg/l für die Summe aller PSM, inklusive der relevanten Metabolite, Abbau- und Reaktionsprodukte, Rechnung getragen [7.28]. Der bisherige Vorschlag ist nur in dem Punkt in Frage zu stellen, dass die Summe nur aus den in einer Probe tatsächlich bestimmten Verbindungen gebildet werden muss. Was bedeutet, dass im Falle eines geringen Untersuchungsumfanges auch nur wenig Substanzen überhaupt in die Summenbildung einfließen können.

In Bild 7.6 sind die Pflanzenschutzmittel und -metabolite dargestellt, die im Jahr 2022 regelmäßig oberhalb ihrer jeweiligen Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurden. Wird die jahreszeitliche Entwicklung der PSM-Konzentration an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen betrachtet, so sticht die des Metaboliten AMPA hervor (Bild 7.7). Die höheren Konzentrationen in den Monaten April bis November haben dabei vermutlich zwei Ursachen. Zum einen, den erhöhten Einsatz von Glyphosat während der Wachstumsperiode. Zum anderen aber auch einen gesteigerten photolytischen Abbau von Glyphosat, aufgrund der erhöhten Globalstrahlung.

Komplexbildner

Signifikante Konzentrationen der untersuchten Komplexbildner waren im Jahr 2022 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 und EDTA feststellen. Der höchste Jahresmittelwert für EDTA konnte erneut am Pegel Wetter mit 2,5 µg/l festgestellt werden, der für MGDA mit 1,5 µg/l an der Probenahmestelle bei Duisburg. An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen wurden im Jahr 2022 mehr als 130 Proben untersucht. In praktisch allen konnten EDTA und MGDA oberhalb ihrer Bestimmungsgrenze von 0,5 µg/l gefunden werden. Die Mittelwerte für EDTA bzw. MGDA betragen 2,4 bzw. 1,2 µg/l und waren vergleichbar mit

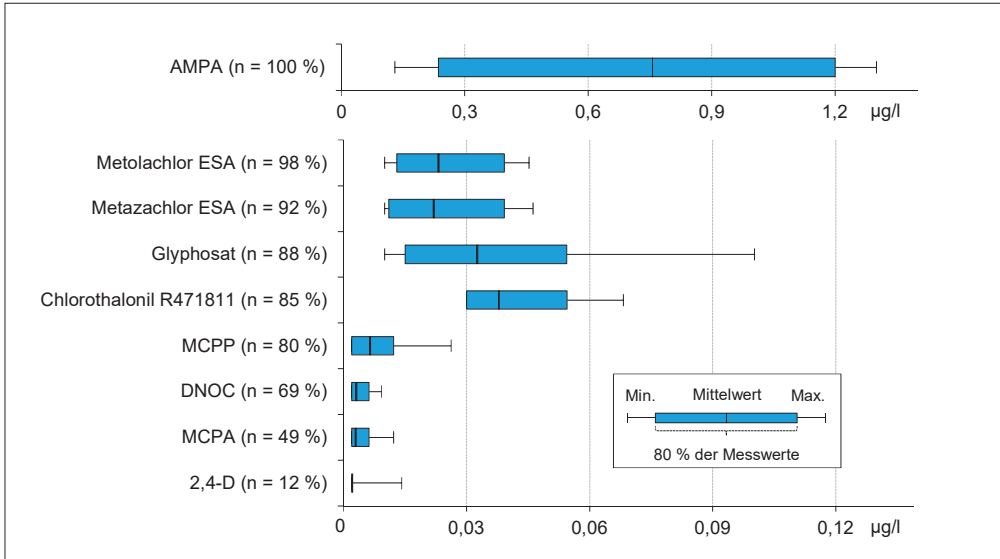


Bild 7.6: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Pestizide und Metabolite in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde) im Jahr 2022

Fig. 7.6: Means, minimum and maximum of selected pesticides and metabolites in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings) in 2022

denen des Vorjahres. Der gesetzlich nicht verbindliche OW für EDTA in Höhe von 2.200 µg/l wird an allen Probenahmestellen in der Ruhr mit deutlichem Abstand eingehalten.

Die Jahresfracht fiel 2022 mit 3,1 t für EDTA niedriger aus als im Vorjahr, es war die Zweitniedrigste seit Messbeginn. Die 2,2 t für MGDA entsprachen der Vorjahresfracht. Für EDTA setzt sich somit der Langzeitrend zu reduzierten Frachten weiter fort. Für MGDA liegt der beobachtete Wert innerhalb der Schwankungen der letzten Jahre.

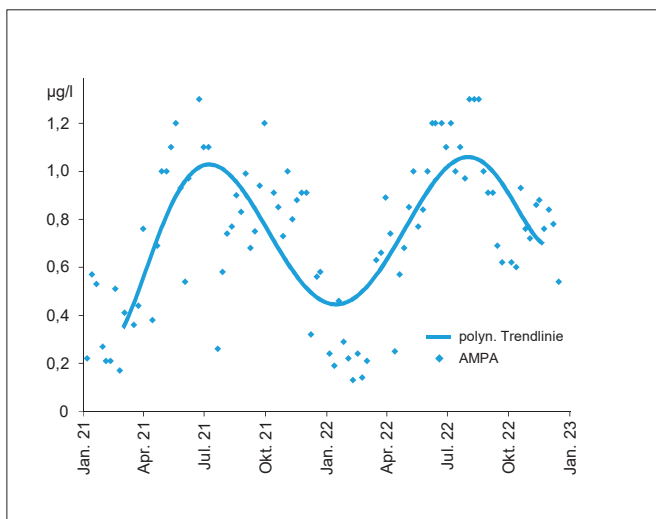


Bild 7.7: Jahreszeitlicher Verlauf der Konzentration von AMPA
Fig. 7.7: Development of AMPA concentrations throughout the year

Nachdem von **DTPA** noch im Jahr 1999 rund 33 t von der Ruhr transportiert wurden, konnte die Substanz auch 2022 in keiner der über 380 untersuchten Ruhrproben oberhalb der Bestimmungsgrenze von 1 µg/l nachgewiesen werden. Auch die übrigen untersuchten Komplexbildner, wie beispielsweise **NTA** oder **1,3-PDPA**, für die zum Teil ebenfalls Prüfwerte (PW) oder OW gelten, konnten nicht oder lediglich im Bereich ihrer jeweiligen Bestimmungsgrenze detektiert werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Belastung der Ruhr mit den untersuchten Komplexbidnern in den letzten Jahren und Jahrzehnten stark abgenommen hat (siehe Kapitel 9).

Endokrin aktive Substanzen

Stoffe, die auf die Hormonaktivität von Organismen Einfluss nehmen können, werden als endokrin aktive Substanzen (EAS) bezeichnet. Rufen diese Substanzen auch Beeinträchtigungen im Hormonsystem hervor, werden diese als endokrine Disruptoren (EA) eingestuft. Heutzutage ist eine Vielzahl an künstlichen und natürlichen EAS sowie EA bekannt. Da ein Eintrag solcher Substanzen in die Oberflächengewässer über verschiedene Eintragswege erfolgt, werden einige Vertreter im Rahmen des Routinemonitorings in der Ruhr überwacht.

Bisphenol A (BPA) wird nahezu ausschließlich zur Herstellung von Kunststoffen wie Polycarbonaten und Epoxidharzen verwendet [7.29]. Diese werden unter anderem in Getränke- und Konservendosen sowie Fast-Food-Verpackungen eingesetzt.

[7.27] <https://www.netdoktor.de/medikamente/triclosan/>, Zugriff 14. März 2023

[7.28] <https://www.bundesrat.de/SharedDocs/beratungsvorgaenge/2023/0001-0100/0014-23.html>, Zugriff 28. April 2023

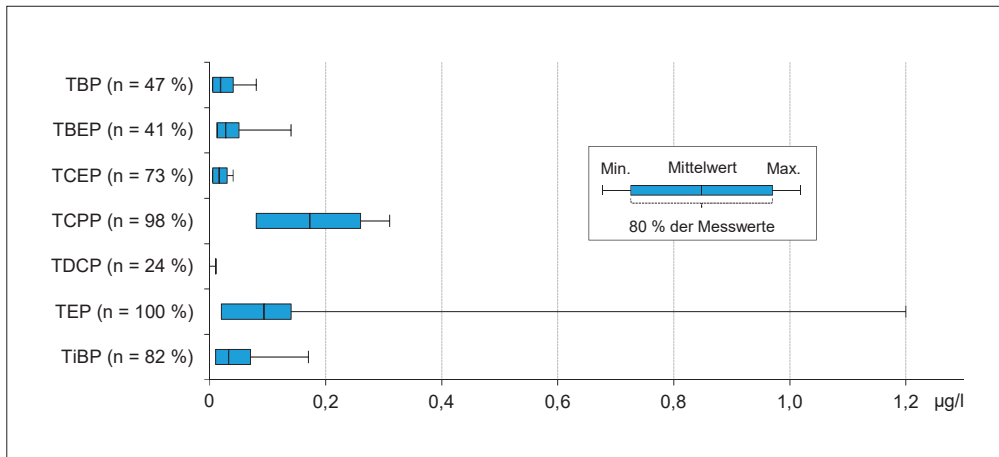


Bild 7.8: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Organophosphate in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde) im Jahr 2022

Fig. 7.8: Means, minimum and maximum of selected organophosphates in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings) in 2022

An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen wies die Konzentration von BPA einen Jahresmittelwert von 0,012 µg/l. Sowohl an dieser wie auch den weiteren Messtellen im Ruhr-längsverlauf wird somit der gesetzlich nicht verbindliche OW von 0,1 µg/l eingehalten. Das neben BPA untersuchte **Bisphenol F** zeigte keine Auffälligkeiten. Die höchste mittlere Jahreskonzentration von 0,0014 µg/l wurde an der Probenahmestelle Pegel Wetter bestimmt.

Beim Abbau von Alkylphenoethoxylenen, die als nichtionische Tenside eingesetzt wurden, können sich Substanzen aus der Gruppe der endokrin wirksamen **Nonyl-** und **Octylphenole** bilden. Die beiden Hauptvertreter, 4-n-Octylphenol und 4-Nonylphenol, werden als prioritärer bzw. prioritär gefährlicher Stoff nach EG-WRRL geführt und sind mit JD-UQN von 0,1 bzw. 0,3 µg/l versehen.

Wie in den Jahren zuvor wurden für Octyl- und Nonylphenol lediglich vereinzelt Werte knapp oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,005 µg/l in der Ruhr festgestellt. Die geltenden JD-UQN wurden somit sicher eingehalten.

Im Berichtsjahr wurden routinemäßig auch neun Steroidhormone in der Ruhr untersucht. Für die Konzentrationen von **Androstanolon** und **Dehydroepiandrosteron** konnten teilweise Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,0003 µg/l gefunden werden. **Estron** (E1) konnte in nahezu allen untersuchten Proben quantifiziert werden. Allerdings liegt der Mittelwert an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen mit 0,0007 µg/l weit unterhalb des in der D4-Liste angeführten Präventivwerts von 0,1 µg/l.

Von den zehn in der Ruhr analysierten Phthalaten konnte lediglich **Bis(2-ethylhexyl)terephthalat (DEHTP)** vereinzelt oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/l nachgewiesen werden. Die geltende JD-UQN für **Bis(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)** von 1,3 µg/l wurde sicher eingehalten.

Flammschutzmittel und Weichmacher

Flammschutzmittel und Weichmacher sind in vielen Produkten unseres Alltags enthalten, u. a. in Fernsehern und Smartphones. Aufgrund von Gefahren für die Umwelt und die menschliche Gesundheit ist die Anwendung vieler dieser Verbindungen teilweise bereits seit 30 Jahren in der EU verboten oder streng reglementiert [7.30]. Dazu zählen u. a. die Klassen der **polychlorierten Biphenyle (PCB)**, der **polybromierten Diphenylether (PBDE)**, der **kurzkettigen Chloralkane** bzw. polychlorierten Paraffine (short chain chlorinated paraffins, **SCCP**) und das **Hexabromcyclododecan (HBCD)**. Für die genannten Substanzen gilt, dass bereits seit vielen Jahren keine Befunde oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze zu verzeichnen waren. Die jeweils geltenden UQN wurden für alle hier betrachtenden Substanzen 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 solche relativ neue Substanzklasse ist die der **Organophosphate**, deren Vertreter aber auch andere Verwendungszwecke haben. Allerdings deuten sich auch bei Vertretern aus dieser Substanzklasse schädliche Eigenschaften an.

In den untersuchten Ruhrproben wurden im Jahr 2022 sieben Organophosphate regelmäßig nachgewiesen (Bild 7.8). Die vergleichsweise hohen Maximalbefunde für Tris(chlorisopropyl)phosphat (TCPP), Triethylphosphat (TEP) und Triisobutylphosphat (TiBP) wurden zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Jahr ermittelt. So wurde das Maximum für TEP in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Juli 2022 festgestellt. Es 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 [7.31].

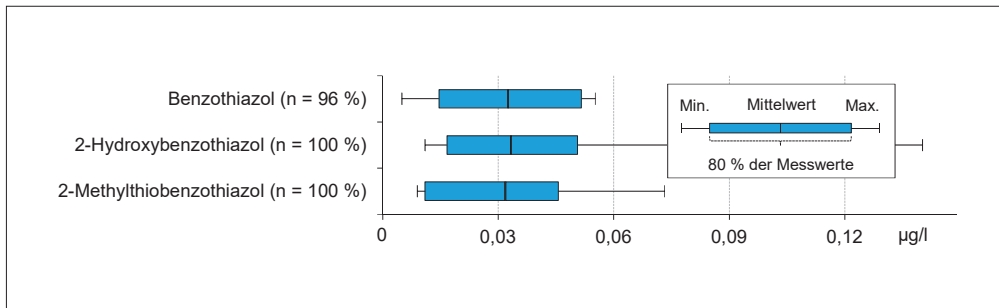


Bild 7.9: Mittelwerte, Minimal- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Benzothiazole in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (n = Häufigkeit der Befunde) im Jahr 2022

Fig. 7.9: Means, minimum and maximum of selected benzothiazole's in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (n = frequency of findings) in 2022

Die wasserlösliche Substanz gilt als schwach wassergefährdend und neigt nicht zur Bioakkumulation [7.32]. Der für TCPP geltende GOW von 1,0 µg/l wird an allen Probenahmestellen deutlich unterschritten.

2,4,6-Tribromphenol, welches ebenfalls als Flammschutzmittel bei der Herstellung von Kartonagen, Farbstoffen und Kunststoffen und zur Holzimprägnierung eingesetzt wird [7.33], konnte bei der nahezu wöchentlichen Untersuchung in Essen-Rellinghausen im Jahr 2022 nicht oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,05 µg/l nachgewiesen werden.

Weitere untersuchte Substanzen

Die sehr gut wasserlösliche Substanz 2,4,7,9-Tetramethyl-5-decin-4,7-diol, kurz **TMDD**, wird aufgrund ihrer Fähigkeit, die Oberflächenspannung von wässrigen Lösungen und Dispersionen zu senken, in verschiedenen Produkten als Substituent für organische Lösungsmittel eingesetzt. Unter anderem findet sich das nicht ionische Tensid in Druckertinten, Farben, Klebstoffen und Zementadditiven. Hohe Konzentrationen an TMDD werden häufig in den Abwässern der Papierrecycling- sowie der Lack- und Druckfarbenindustrie nachgewiesen. Die Substanz ist erst in höheren mg/l-Konzentrationen schädlich für im Wasser lebende Tiere, wie Studien u. a. mit Daphnien und Fischen, belegen [7.34].

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 0,33 µg/l. Im weiteren Fließverlauf der mittleren Ruhr stieg die TMDD-Konzentration bis auf maximal 1,4 µg/l. Dieser Wert, der für die Stelle Westhofen bestimmt wurde, bedeutet eine Verdopplung des Vorjahreswertes. Bis zur Mündung in Duisburg nahm die TMDD-Konzentration, auch durch den Zufluss der Lenne, wieder stark ab und betrug 0,37 µg/l. Die für die Probenahmestelle Essen-Rellinghausen bestimmte mittlere Konzentration betrug vergleichbare 0,39 µg/l.

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 flussgebietspezifischer Schadstoff zur Beurteilung

des ökologischen Zustands und des ökologischen Potenzials in der OGewV herangezogen (siehe Kapitel 2). Von den vier erwähnten Verbindungen konnte nur Anilin regelmäßig in der Ruhr oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden. Die JD-UQN von 0,8 µg/l für Anilin wurde wie für Nitrobenzol (JD-UQN: 0,1 µg/l) und die Chlornitrobenzole (JD-UQN 10 bzw. 30 µg/l) sicher eingehalten.

Die überwiegend als Korrosionsschutzmittel für Metalle in Haushalt und Industrie eingesetzten **Benzotriazole** werden seit dem Jahr 2010 jährlich in rund 200 Proben der Ruhr untersucht. Die wichtigsten Verbindungen dieser Stoffgruppe sind das 1H-Benzotriazol und die beiden Tolyltriazole, 4-Methyl-1H-benzotriazol und 5-Methyl-1H-benzotriazol.

In der Ruhr konnte, außer im unmittelbaren Quellbereich, in jeder Probe 1H-Benzotriazol oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l nachgewiesen werden. Ab Fluss-km 131,80 galt dies auch für die beiden Tolyltriazole. Die maximale mittlere Konzentration von 1H-Benzotriazol in Höhe von 0,98 µg/l wurde an der Mündung in den Rhein bei Duisburg gemessen. Der GOW von 3,0 µg/l wird dort und an allen anderen Probenahmestellen sicher eingehalten. Die maximale mittlere Konzentration von 4-Methyl- und 5-Methyl-1H-benzotriazol wurden mit 0,26 bzw. 0,12 µg/l in Höhe des Kraftwerk Westhofens bzw. bei Essen-Werden erreicht.

[7.29] <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/chemikalien-reach/stoffgruppen/bisphenol-a#was-ist-bisphenol-a>, Zugriff 21.02.2023

[7.30] Verordnung zum Verbot von polychlorierten Biphenylen, polychlorierten Terphenylen und zur Beschränkung von Vinylchlorid; PCB-, PCT-, VC-Verbotsverordnung vom 18. Juli 1989, Bundesgesetzblatt

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

[7.32] Sicherheitsdatenblatt, Triethylphosphat zur Synthese, Sigma-Aldrich, Version 8.3, Stand 27. März 2021

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

[7.34] 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

Stoffname	JD - UQN µg/l	JD - Ruhr µg/l	ZHK - UQN µg/l	HK - Ruhr µg/l	GOW µg/l	JD - Ruhr µg/l	OW µg/l	JD - Ruhr µg/l
1,2-Dichlorethan	10	< 0,1						
1-Chlor-2-nitrobenzol	10	< 0,02						
1-Chlor-4-nitrobenzol	30	< 0,02						
1H-Benzotriazol					3	0,90		
2,4-D	0,2	< 0,001	1	0,014				
Aclonifen	0,12	< 0,05	0,12	< 0,05				
Alachlor	0,3	< 0,01	0,7	< 0,01				
Amidotrizoensäure					1	0,22		
Anilin	0,8	0,062						
Anthracen	0,1	< 0,001	0,1	0,005				
Azithromycin					0,3	< 0,01		
Benzo[a]pyren	0,00017	0,002	0,27	0,026				
Benzo[b]fluoranthren			0,017	0,026				
Benzo[g,h,i]perylen			0,0082	0,019				
Benzo[k]fluoranthren			0,017	0,013				
Benzol	10	< 0,1	50	< 0,1				
Bifenox	0,012	< 0,01	0,04	< 0,01				
Bromacil	0,6	< 0,01						
Bromoxynil	0,5	< 0,01						
Candesartan					0,3	0,35		
Carbamazepin					0,3	0,068	0,5	0,11
Carbendazim	0,2	< 0,01						
Chlorbenzol	1	< 0,1						
Chlorfenvinphos	0,1	< 0,01	0,3	< 0,01				
Chloridazon	0,1	< 0,01			3	< 0,01		
Chlorpyrifos-ethyl	0,03	< 0,03	0,1	< 0,03				
Chlortoluron	0,4	< 0,01						
Clarithromycin							0,1	0,013
DEHP	1,3	< 0,1						
Dichlormethan	20	< 0,1						
Diclofenac					0,3	0,095	0,05	0,095
Diuron	0,2	< 0,01	1,8	< 0,01				
EDTA							240	2,4
Erythromycin							0,2	< 0,01
Flufenacet	0,04	< 0,025	0,2	< 0,025	1	< 0,025		
Fluoranthren	0,0063	0,006	0,12	0,05				
Gabapentin					1	0,32		
Galaxolide							7	0,038
g-PFOS	0,00065	0,0034	36	0,058				
H4PFOS					0,1	0,0058		
Hexachlorbutadien			0,6	< 0,1				
Ibuprofen					1	0,010	0,01	0,010
Iopamidol					1	0,19		
Isoproturon	0,3	< 0,01	1	0,011				
MCPA	2	0,003						
Mecoprop	0,1	0,006						
Metazachlor	0,4	< 0,01						
Metformin					1	0,42		
Metolachlor	0,2	< 0,01						
Metoprolol							7,3	0,14
Naphthalin	2	0,005	130	0,029				
Nitrobenzol	0,1	< 0,01						
NTA							80	< 0,5
Oxipurinol					0,3	1,9		
Pentachlorphenol	0,8	0,07	1	< 0,4				
Phenanthren	0,5	0,006						
Propiconazol	1	< 0,01						
Sulfamethoxazol							0,6	0,063
TCPP					1	0,17		
Terbutryn	0,065	< 0,01	0,34	0,011				
Terbutylazin	0,5	< 0,01						
Tetrachlorethen	10	0,1						
Tetrachlorkohlenstoff	12	< 0,1						
Tonalide							3,5	0,004
Trichlorbenzole	0,4	< 0,3						
Trichlorethen	10	< 0,1						
Trichlormethan	2,5	< 0,1						
Triclosan	0,02	< 0,001	0,2	0,002				
Valsartansäure					0,3	0,31		

Tabelle 7.2: Ausgewählte Substanzen und deren Einhaltung der UQN, GOW und OW in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (Jahresmittelwert) im Jahr 2022

Table 7.2: Selected Substances and compliance with EQS, HOV and OV in the river Ruhr at Essen-Rellinghausen (annual mean value) in 2022

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

Benzothiazol und seine Derivate werden u. a. als Vulkanisationsbeschleuniger, Fällungshilfsmittel und Korrosionsinhibitoren verwendet und dienen als Ausgangsubstanzen in der Farbstoff-, Fungizid- und Pharmaka-Herstellung. Gummierzeugnisse bzw. Reifenabrieb gelten als einer der Haupteintragswege in die Umwelt. Benzothiazol, 2-Hydroxybenzothiazol und 2-Methylthiobenzothiazol wurden als Hauptkomponenten unter den Benzothiazolen in Reifen identifiziert. Sie gelangen aber auch als Abbauprodukte von Fungiziden in die Umwelt. Benzothiazole werden in kommunalen Kläranlagen nicht vollständig abgebaut und gelangen somit auch über diese in Oberflächengewässer [7.35, 7.36].

Benzothiazol, 2-Hydroxybenzothiazol und 2-Methylthiobenzothiazol wurden an allen Probenahmestellen der Ruhrlängsuntersuchungen nachgewiesen. Ab der Probenahmestelle Brücke Oeventrop (Fluss-km 160,72 km) lag die Befundhäufigkeit über 80 %. Dies spiegelt sich auch an der nahezu wöchentlich untersuchten Probenahmestelle in Essen-Rellinghausen wider (Bild 7.9). Die mittleren Konzentrationen der drei Substanzen, für die aktuell keine Grenzwerte existieren, lagen hier unter 0,1 µg/l und damit in einem vergleichbaren Konzentrationsbereich wie in anderen deutschen Flüssen [7.35].

Zusammenfassung

Ergänzend zu den zwölf Messstellen der in der Regel monatlich durchgeführten Ruhrlängsuntersuchung wurden wöchentlich Wasserproben an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen auf mehr als 470 organische Substanzen untersucht, deren Auswahl sich u. a. an der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) und der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) orientiert (Tabelle 7.1). Neben den darin enthaltenen Umweltqualitätsnormen (UQN) werden auch die für Trinkwasser geltenden gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW) und die für Oberflächenwasser geltenden Orientierungswerte (OW) als nicht gesetzlich geregelte Qualitätskriterien zur Beurteilung der Gewässergüte herangezogen (siehe Kapitel 2).

Nur in wenigen Ausnahmefällen überschritten die nachgewiesenen Pharmaka, Diagnostika oder deren Metaboliten die für sie betrachteten Grenzwerte (Tabelle 7.2). Erneut wurde auch nur ein geringer Anteil der untersuchten Pflanzenschutzmittel und -metabolite im Betrachtungszeitraum oberhalb ihrer jeweiligen Bestimmungsgrenzen detektiert. Die Komplexbildner EDTA und MGDA wurden wie in den Vorjahren ebenfalls regelmäßig in der Ruhr nachgewiesen. Der für EDTA existierende OW wurde dabei sicher eingehalten. 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 Flammenschutzmittel und Weichmacher, wie die polybromierten Diphenylether (PBDE), Hexabromcyclododecan, die kurzkettigen Chloralkane (SCCP) und die Organophosphate mit Ausnahme der polychlorierten Biphenyle (PCB) zu. Für die in der Ruhr nachgewiesene Benzothiazole und TMDD liegen aktuell keine Qualitätskriterien vor, die zur Beurteilung der Wassergüte herangezogen werden können. Die UQN für Anilin und die Nitrobenzole sowie der GOW für das Korrosionsschutzmittel 1H-Benzotriazol, welches im gesamten Verlauf der Ruhr nachweisbar war, wurde sicher unterschritten. Eine zusammenfassende Übersicht über die Einhaltung der JD-UQN, ZHK-UQN, GOW und OW an der Messstelle Essen-Rellinghausen ist in Tabelle 7.2 gegeben.

In Kapitel 9 erfolgt die Beschreibung der Entwicklungen im Zeitraum vom 1973 bis 2022 für die radiologischen Untersuchungen, die leichtflüchtigen organischen Verbindungen (VOC), einzelne Industriechemikalien, Pestizide und deren Metabolite, polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe, Komplexbildner, Moschusduftstoffe, Pharmaka und deren Metabolite, PFAS und Süßstoffe sowie für Trifluoracetat.

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

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

8 50 Jahre Güteentwicklung der Ruhr – ein Überblick

Anlass zur Veröffentlichung des ersten Ruhrgüteberichts war die 1973 erschienene Denkschrift „Die zunehmende Gefährdung der Trinkwasserversorgung aus der Ruhr“. Diese war ein Anstoß, um den Gütezustand der Ruhr möglichst umfassend zu kennen und darüber zu informieren. Dies sollte als Bericht für die zum Teil nicht fachlich vorgebildete Öffentlichkeit erfolgen, frei zugänglich sein und Sanierungsmaßnahmen wie auch Sanierungserfolge dokumentieren. Zum 50. Jubiläum des Ruhrgüteberichts wird im Folgenden ein Rückblick auf die Entwicklungen der Wassergüte in den letzten 50 Jahren gegeben. Ausgehend von der Situation im Jahr 1973 soll anhand der vorliegenden Berichte, unterteilt in jeweils fünf Jahrzehnte, dargestellt werden, welche Themen jeweils von besonderer Bedeutung waren. Zu Beginn der Unterkapitel erfolgt eine kurze wassermengenwirtschaftliche Einordnung des jeweiligen Jahrzehnts. Eine tiefere Einsicht in ausgewählte Aspekte findet in den Kapiteln 9 bis 12 statt.

1973 bis 1982

Das Jahrzehnt war im Ruhreinzugsgebiet wassermengenwirtschaftlich geprägt durch die Jahre mit den höchsten je ermittelten Entnahmen und daraus abgeleitet höchsten Wasserexporten in benachbarte Einzugsgebiete (Entziehung). So wurden 1974 dem Ruhreinzugsgebiet 1.353 Mio. m³ Wasser entnommen und 417 Mio. m³ Wasser entzogen. Diese Beanspruchung an das Gewässersystem nahm in den Folgejahren durch den beginnenden Strukturwandel im Ruhrgebiet sukzessive ab. 1973 und 1976 waren besonders niederschlagsarme

und infolgedessen abflussarme Jahre. Dabei war 1976 mit 770 mm Niederschlag das trockenste Abflussjahr des 50-jährigen Zeitabschnittes von 1973 bis 2022. Das Jahrzehnt endete mit drei nassen und abflussreichen Abflussjahren.

Der erste Ruhrgütebericht umfasste Themen wie Wasserführung und Wasserqualität, Ergebnisse der wöchentlichen Ruhr- und Ruhrlängsuntersuchungen sowie Sauerstoffverhältnisse in der unteren Ruhr, die den Grundstein für darauf folgende Berichte legen sollten und stets um weitere aktuelle Themen ergänzt wurden. 1974 kam neben dem vom Ruhrverband verfassten Berichtsteil ein Bericht des Arbeitskreises „Wassergüte“ im Ausschuss der Ruhrwasserwerke hinzu, der seitdem Teil des Ruhrgüteberichts ist. Während 1973 und 1974 die Analysestatistik der Ruhr nur in Tabellenform vorlag, war 1975 die grafische Darstellung eine besondere Neuerung. Seit 1980 konnte die Analysestatistik durch die EDV-Anlage des Ruhrverbands durchgeführt werden. Zuvor war sie auf der EDV-Anlage der Gelsenwasser-AG erstellt worden. Ebenfalls seit 1980 werden einzelne Textpassagen erstmals auch in Englischer Sprache verfasst.

Generell kann im ersten Jahrzehnt des Ruhrgüteberichts die Ruhr als „hocheutrophes Gewässer mit entsprechenden Sekundärverunreinigungen“ bezeichnet werden. Ein besonders häufig wiederkehrendes Thema in den 1970er Jahren war die Phosphatbelastung, welche unter anderem durch häusliche Waschmittel verursacht wurde und die Eutrophierungsvorgänge in den Talsperren und der Ruhr verschärfte. Der Phosphatgehalt in den Gewässern in den Jahren 1970-1975 hatte sich im Vergleich zum 5-Jahres-Zeitraum davor fast verdoppelt. Vor diesem Hintergrund sollte ein 10-Jahres-Plan zum Ausbau der Kläranlagen die nachteilige Entwicklung der Gewässergüte der Ruhr abfangen, die Massenentwicklung von Algen eindämmen und somit eine positive Entwicklung der

Der Ruhrverband veröffentlicht die Denkschrift "Die zunehmende Gefährdung der Trinkwasserversorgung aus der Ruhr". Aus ihr geht ein Jahr später der erste Ruhrgütebericht hervor.

1973

Im italienischen Seveso wird beim bis dahin größten Chemieunfall Europas giftiges Dioxin freigesetzt. Die Katastrophe trifft auf ein erwachendes Umweltbewusstsein und führt zum Erlass strengerer Richtlinien für das industrielle Störfallmanagement.

1976

1975

Die Richtlinie 75/440/EWG wird veröffentlicht. Sie formuliert Qualitätsanforderungen an Oberflächenwasser, das der Trinkwassergewinnung dient.

1976

Die "Länderarbeitsgemeinschaft Wasser" (LAWA) legt erstmals bundeseinheitliche Regeln zur Ermittlung der Gewässergüte auf Basis des Saprobienystems fest.

Gewässergüte fördern. Dementsprechend wurde die 1980 in Kraft getretene Phosphathöchstmengenverordnung sehr begrüßt (siehe Kapitel 12).

Neben dem Phosphatgehalt und dem Beitrag von Algen zur Gewässerbelastung, stellte ein Vergleich mit der EG-Richtlinie über Qualitätsanforderungen an Oberflächenwasser für die Trinkwassergewinnung aus dem Jahr 1975 vor allem die Stoffe Mangan, Ammonium und Cadmium als besonders zu überwachende Stoffe heraus. Weitere Forschungsschwerpunkte des Jahrzehnts waren die Themen Schwermetalle und organische Chlorverbindungen. 1981 war auch die Belastung des Niederschlags mit Schadstoffen erstmals Thema. Besonders hervorzuheben ist die Beobachtung einer siebenfachen Bleimenge im Niederschlagswasser im Vergleich zum Ruhrwasser.

Im Laufe der 1970er Jahre wurden zugleich zahlreiche Verbesserungen verzeichnet. Die Zahl der biologischen Kläranlagen stieg von 76 auf 102 und einem Viertel der Kläranlagen wurden zudem Schönungsteiche nachgeschaltet. Dadurch bedingt konnte die Verschmutzung der Ruhr unterhalb von Fluss-km 100 und im Mündungsbereich der Lenne zwischen den Jahren 1973 und 1982 deutlich verringert werden. Zudem war ein Verbesserungstrend der Sauerstoffverhältnisse zu verzeichnen. Die niedrigsten Werte des Sauerstoffgehalts stiegen an, während gleichzeitig die Häufigkeit der künstlichen Belüftung der Ruhr um 50 % sank. 1981 musste erstmals seit 15 Jahren die künstliche Belüftung der unteren Ruhr, durch Überfließen der Wehranlagen, nicht in Betrieb genommen werden.

Im Rückblick auf die Jahre 1973 bis 1982 ist erkennbar, dass sich das Messwesen und der Kenntnisstand deutlich weiterentwickelt haben. Beispielsweise wurden zu Beginn der

1970er Jahre die Sauerstoffmessstationen ausgebaut. Die Station Baldeney wurde 1971 in Betrieb genommen, darauf folgten 1972 die Stationen Kettwig und Kahlenberg, 1973 die Station Kupferdreh und 1975 die Station Duisburg. Das Wissen darüber, welche Parameter und Prozesse für die Gewässergüte relevant sind, nahm stetig zu. Beispielsweise waren zunächst die Beziehungen zwischen Algenentwicklung und biotischen, physikalisch-chemischen, klimatischen und hydrobiologischen Faktoren weitgehend unbekannt. Es wurde darüber berichtet, dass erste Untersuchungen zeigten, dass die Phytoplanktonentwicklung mit klimatischen Faktoren, insbesondere der Lichteinstrahlung, eng korrelierte. Dies zeigt, dass viele heute beinahe selbstverständliche Zusammenhänge zunächst erkannt und durch Untersuchungen belegt werden mussten. Bei Planktonuntersuchungen lag der Fokus zu Beginn nahezu ausschließlich auf dem Phytoplankton. Erst im Ruhrgütebericht 1978 wurde auch das Zooplankton näher untersucht und der Einfluss der Populationsdynamik des Zooplanktons auf die Phytoplanktonentwicklung beobachtet. Bis dahin war der Einbruch der Phytoplanktonentwicklung im Sommer, der durch den sogenannten „grazing effect“ durch das Zooplankton entsteht, nicht erklärbar gewesen.

Schließlich ist noch als Besonderheit dieses ersten und auch des folgenden Jahrzehnts das Thema Radioaktivität zu nennen. Die Radioaktivität der Niederschläge wurde insbesondere in den 1960er Jahren durch umfangreiche Kernwaffenversuche in den Jahren 1961/62 erhöht. Doch auch zu Beginn der 1970er Jahre wurde eine leichte Erhöhung, ausgelöst durch chinesische Kernwaffenversuche in den Jahren 1970/71, festgestellt. Radionuklide reichern sich in Gewässersedimenten an und noch 1979 zeigt eine Untersuchung des Ruhrsediments beobachtbare, wenn auch geringe Kontaminationen (siehe Kapitel 9).

1977

Die Tensidverordnung legt fest, dass anionische und nichtionische Inhaltsstoffe in Waschmitteln zu 90 % biologisch abbaubar sein müssen.

Der Kemnader Stausee wird eröffnet. Anders als die älteren Ruhrstauseen wurde er nicht als Flusskläranlage, sondern zu Freizeitzwecken errichtet.

1979

1983 bis 1992

In dieses Jahrzehnt fiel mit der Zusammenführung von Ruhrverband und damaligem Ruhrtalsperrenverein zum jetzigen Ruhrverband und der damit verbundenen Verabschiedung des Ruhrverbandsgesetzes von 1990 (RuhrVG) eine grundlegende Änderung der Zielanforderung für die wassermengenwirtschaftliche Bewirtschaftung des Talsperrenverbundsystems. Anstelle des Ersatzes des der Ruhr schädlich entzogenen Wassers galt ab Februar 1990 die Gewährleistung eines Mindestabflusses als 5-Tage-übergreifender Abflussmittelwert von 15 m³/s zwischen dem Ruhrpegel Hattingen und der Ruhrmündung sowie 8,4 m³/s am Ruhrpegel Villigst. Im RuhrVG wurden ebenfalls die Sicherung des Hochwasserabflusses sowie die Beschaffung und Bereitstellung von Wasser zur Trink- und Betriebswasserversorgung als Aufgaben des Ruhrverbands formuliert.

Auch in diesem Jahrzehnt blieb die Radioaktivität durch den Reaktorunfall in Tschernobyl ein aktuelles Thema. Die β -Aktivität des Niederschlags stieg im Jahr 1986 sprunghaft auf ein Maximum von 1350 Bq/l an, sank jedoch in wenigen Wochen wieder auf das Wertenniveau vor dem Reaktorunfall ab. Auch die Cäsium-137-Aktivität im Ruhrsediment nahm 1986 stark zu – teilweise messbar auch erst vier Jahre später wie im Sediment des Auslaufs der Hennetalsperre – und sank über die nachfolgenden Jahre wieder ab (siehe Kapitel 9).

In den 1980er Jahren war erneut eine deutliche Verbesserung der Ruhrwassergüte zu verzeichnen. Sowohl die Mediane als auch die Maxima der Phosphatkonzentrationen lagen in der Zeit 1988-1992 um rund zwei Drittel niedriger als 1973-1977. Dies ist zum einen auf die Ausstattung vieler Kläranlagen mit einer Phosphatfällung und zum anderen auf den reduzierten Eintrag aus Waschmitteln zurückzuführen. Auch die Sauerstoffverhältnisse und die Schwermetallbelastung verbes-

serten sich weiter. Insbesondere sank die Cadmiumbelastung des Ruhrwassers um 90 % von Mitte der 1970er Jahre bis Mitte der 1980er Jahre.

Es waren jedoch auch einige negative Entwicklungen zu verzeichnen. So stieg der Nitratgehalt des Ruhrwassers von Beginn der 1970er Jahre bis Ende der 1980er Jahre von im Mittel etwa 4 mg/l auf etwa 5 mg/l an. Die Minima stiegen noch stärker, von ca. 2 mg/l auf fast 4 mg/l. Ebenfalls problematisch wurde zu dieser Zeit das Totalherbizid Diuron, welches hauptsächlich im kommunalen Sektor sowie in Weihnachtsbaumkulturen eingesetzt wurde. In jeder fünften Probe des Ruhrwassers wurde es Anfang der 1990er Jahre in Konzentrationen über dem für Trinkwasser geltenden Grenzwert nachgewiesen (siehe Kapitel 9).

1990 wurde durch die Ergänzung von Stickstoff- und Phosphorparametern im Abwasserabgabengesetz ein starker finanzieller Anreiz für den Ausbau kommunaler Kläranlagen zur weitergehenden Nährstoffelimination geschaffen. Zudem wurde 1991 die EU-Kommunalabwasserrichtlinie veröffentlicht. Der Ruhrverband reagierte mit einem beispiellosen Ausbauprogramm für die Ertüchtigung der Kläranlagen im Verbandsgebiet, das bis 2005 dauern und 1,63 Mrd. Euro kosten sollte.

Schließlich fand das Thema Klimawandel bereits zu Beginn der 1990er Jahre Erwähnung. So wurden Änderungen des Wettergeschehens in den folgenden 100 Jahren, insbesondere eine größere Variabilität in Form von extremeren Trockenjahren auf der einen und größeren Hochwasserereignissen auf der anderen Seite, prognostiziert. Für hieraus folgende planerische und bauliche Konsequenzen sei es jedoch noch zu früh, hieß es im Ruhrgütebericht 1992.

1980

Die Phosphathöchstmengenverordnung (PHöchstMengV) legt Obergrenzen für Phosphatgehalte in Waschlagen fest. Sie ist eine Reaktion auf die zunehmende Eutrophierung der Gewässer durch phosphathaltige Waschmittel.

1981

Die künstliche Belüftung der Ruhr wird eingestellt. Mehr als zwei Jahrzehnte war sie notwendig gewesen, um der Eutrophierung der Ruhr entgegenzuwirken.

1993 bis 2002

Das Jahrzehnt war geprägt durch wassermengenwirtschaftliche Extreme bei Niederschlag und Abfluss. Das Winterhalbjahr des Abflussjahres 1996 war das trockenste seit über 100 Jahren mit der Folge, dass das Talsperrensystem in den Wintermonaten nicht in dem Maß aufgestaut werden konnte, um die Einhaltung der Mindestabflüsse in der Ruhr über den Sommer hinaus zu gewährleisten. Daher wurden auf Antrag des Ruhrverbands die im RuhrVG vorgeschriebenen Mindestabflüsse durch das Umweltministerium zwischen April und Oktober 1996 um jeweils $1,9 \text{ m}^3/\text{s}$ reduziert. Große Hochwasserereignisse gab es jeweils im Januar 1994 und 1995 sowie im Herbst 1998. Das Abflussjahr 1998 war mit 1.365 mm Niederschlag das nasseste Abflussjahr, das Abflussjahr 1994 mit einem mittleren Abfluss von $99,9 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Hattingen das abflussreichste des 50-jährigen Zeitabschnittes von 1973 bis 2022.

Wassergüteseitig waren die Jahre 1993 bis 2002 geprägt vom fortschreitenden Ausbau der Kläranlagen zur Nährstoffelimination sowie dem Ausbau der Mischwasserbehandlungsanlagen. Insbesondere die intensivierete chemische Phosphatfällung auf Kläranlagen führte schnell zu sehr guten Ergebnissen. Doch auch der Ausbau der Stickstoffelimination führte zu einer jährlichen Verringerung der in der Ruhr gemessenen Konzentrationen bspw. für Ammonium, welches insbesondere für die Trinkwassergewinnung unerwünscht ist (siehe Kapitel 12). Durch die baulichen Maßnahmen war erwartet worden, in der Ruhr einen nährstofflimitierten Zustand zu erreichen und so einen entsprechenden Rückgang der problematischen Algenbildung festzustellen. Dennoch zeigten die Untersuchungsergebnisse für die Chlorophyll-a-Konzentrationen in der Ruhr weiterhin eine starke Abhängigkeit von den natürlichen Wachstumsfaktoren wie Abfluss und Sonneneinstrahlung. Im Ruhrgütebericht 1998 wurde daher die Frage aufgeworfen, ob ein nährstofflimitierender Zustand mit weiterer Verbesserung der Kläranlagenleistung überhaupt erreichbar sein würde. Das im Jahr 2000 erstmalig beobachtete massenhafte Wachstum

von Makrophyten im Harkortsee markierte den Beginn des Wechsels von der Phytoplankton-Dominanz hin zu makrophytendominierten Verhältnissen in den Ruhrstauseen.

In diesem Zeitraum wurde auch die automatisierte Gewässergüteüberwachung, die bisher nur in Duisburg-Kaßlerfeld zur Verfügung stand, weiter ausgebaut. So entstanden bis 1998 insgesamt sieben Ruhrwassergüte-Überwachungsstationen, mit denen wesentliche chemisch-physikalische Parameter erfasst werden können. Besonders hervorzuheben ist hier die enge Zusammenarbeit zwischen Ruhrverband, Landesumweltamt, AWWR, StUA Lippstadt und Gelsenwasser AG, die jeweils einzeln oder gemeinsam Betreiber der Stationen waren und einen Austausch der Messdaten organisierten. Die Stationen verfügen neben Messinstrumenten auch über automatisierte Sammelprobenahme-Einrichtungen. Die kontinuierlichen Datenaufzeichnungen liefern seitdem zum einen wertvolle Hinweise auf Langzeit-Trends. Die Stationen dienen aber insbesondere der ereignisbezogenen Probensicherung zur Ursachen- und Verursacherermittlung bei Gewässerverunreinigungen. Die Stationen Fröndenberg und Hattingen wurden zusätzlich mit sog. Biomonitoren (Daphnientest, Muscheltest) ausgerüstet, welche als schnelle Anzeiger für akute toxische Gewässerverunreinigungen dienen.

1996 wurde berichtet, dass die Konzentrationen und Frachten der Schwermetalle Cadmium, Kupfer, Nickel und Zink seit Einführung strengerer Emissionsanforderungen und Anforderungen nach dem Stand der Technik bei metallverarbeitenden Betrieben deutlich zurückgegangen waren. So hatten z.B. die Nickelgehalte in der Ruhr bei Wetter erheblich abgenommen: während 1983 ein Median von $25 \mu\text{g/l}$ ermittelt wurde, waren es 1996 mit $7 \mu\text{g/l}$ weniger als 30 % dieses Wertes. Sämtliche damaligen Immissionsanforderungen konnten sicher eingehalten werden. Statistische Auswertungen verdeutlichten die starke Abhängigkeit der Schwermetallkonzentrationen vom Abflussgeschehen. Dies wurde darauf zurückgeführt, dass eine ungelöste Schwermetall-Fraktion in Gewässersedimenten ge-

Die Veröffentlichung der "Weitergehenden Anforderung an Abwassereinleitungen in Fließgewässer" stellt in NRW einen Meilenstein im Gewässerschutz dar.

1984

1986

Nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl ist auch im Ruhrwasser erhöhte Radioaktivität nachweisbar. Im Trinkwasser werden keine kritischen Konzentrationen festgestellt.

bunden vorlag, welche bei starkem Abfluss remobilisiert wurde. Auch die Schwermetallgehalte in den kommunalen Klärschlämmen waren besonders seit Beginn der 1990er Jahre rückläufig. Bemerkenswert ist die 1996 thematisierte Frage, wie weit die Schwermetallemissionen perspektivisch durch konsequente Umsetzung der Anforderungen an Vorreinigung und Kreislaufführung von Spülwässern noch gesenkt werden konnten. Kommunale und geogene Einträge erhielten mit Verringerung der betrieblichen Einleitungen stärkere Bedeutung und erschienen nur sehr begrenzt weiter reduzierbar. Ein Beispiel für teilweise noch immer gravierenden Belastungen der Gewässer mit Schwermetallen in den 1990er Jahren war die Rahmede. Trotz der 1986 in Betrieb genommenen Kläranlage Rahmedetal, welche eine erhebliche stoffliche Entlastung des Gewässers bedeutete, waren im Jahr 1996 noch immer hohe Schwermetallbelastungen festzustellen. Aufgrund der Ablaufwerte der Kläranlage wurden diese vor allem Auswaschungen aus Altlasten, aber auch unrechtmäßigen Einleitungen von gewerblichen und industriellen Abwässern zugeschrieben.

In den späten 1990er Jahren entwickelt sich zunehmend ein Bewusstsein für die Bedeutung von Spurenstoffen in Oberflächengewässern. Während Halogenkohlenwasserstoffe, Polychlorierte Biphenyle und Chlorierte Kohlenwasserstoffe und Pflanzenbehandlungsmittel bereits vorher in den Routineuntersuchungen ermittelt wurden, befanden sich die Untersuchungsspektren für synthetische Komplexbildner und Arzneimittelrückstände erst im Aufbau. Es lagen für diese Substanzgruppen nur wenige Erkenntnisse hinsichtlich ihrer Verbreitung und auch der Wirkung auf die aquatische Ökologie vor, beispielsweise für endokrin wirksame Substanzen. Intensive Beobachtung erfuhren das Totalherbizid Diuron und der Komplexbildner EDTA, welche über den Eintrag in die Gewässer bereits ubiquitäre Verbreitung gefunden hatten. Gegen Ende der 1990er Jahre waren die Befunde beider Substanzen durch Anwendungsbeschränkungen rückläufig, sie wurden durch neue, ähnlich funktionale Stoffe abgelöst (siehe Kapitel 9). Im Bereich der Analytik konnten durch neue

Analysenmethoden wie die Kopplung von chromatographischen Verfahren mit der Massenspektrometrie erhebliche Fortschritte insbesondere bei den Nachweisgrenzen erzielt werden. Damit stellte sich auch die Frage der Bewertung der Untersuchungsergebnisse neu dar: Analytische Befunde oberhalb der Bestimmungsgrenze konnten nicht länger automatisch mit toxikologisch relevanten Gehalten gleichgesetzt werden. Mit dem Neubau des Laborgebäudes am Standort Essen wurden 1995 geeignete moderne Räumlichkeiten auch für anspruchsvolle Untersuchungen geschaffen.

Die Berichte gegen Ende der 1990er Jahre sind zudem geprägt von der Auseinandersetzung mit den sich abzeichnenden neuen Vorgaben für die Gewässerbewertung durch die EU-Wasserrahmenrichtlinie. In der Ruhr war nach dem bisherigen Bewertungssystem für die ökologische Gewässergüteklasse auf über mehr als 100 km die Stufe II ("mäßig belastet") erreicht worden, ein großer Erfolg für den stark beanspruchten Fluss. Es zeichnete sich aber ab, dass durch die geplante Berücksichtigung der chemischen Bewertung, insbesondere bei Stoffen mit hohen geogenen Hintergrundkonzentrationen, auch bisher gut bewertete Gewässerabschnitte wieder zu „Sanierungsfällen“ erklärt werden würden. Neben chemischen Parametern sollten für die EU-WRRL auch zusätzliche biologische Qualitätskomponenten mit in die Gewässerbewertung einbezogen werden. So wurden in den Ruhrgüteberichten 1997 und 1999 u. a. die Entwicklung der Fischfauna sowie deren Einflussfaktoren als mögliche Stellschrauben diskutiert. Denn trotz der in den 1990er Jahren erheblich verringerten stofflichen Belastungen der Ruhr wurde insbesondere bei den Beständen der Äsche und des Aals deutliche Abnahmen der Populationsstärken beobachtet. Die EU-WRRL wurde schließlich im Jahr 2000 verbindlich eingeführt. Im Jahr 2001 erhielt der frühere „Ruhrgütebericht“ seinen heutigen Namen „Ruhrgütebericht“ und reflektierte dabei den integralen Ansatz der EU-Wasserrahmenrichtlinie, welche für die Gütebewertung von Gewässern nicht nur die Wasserqualität, sondern u. a. auch strukturelle Aspekte berücksichtigt. In der Folge der Einführung

Das Abwasserabgabengesetz wird um die Parameter Stickstoff und Phosphor ergänzt.

1990

1990

Das neue Ruhrverbandsgesetz vereint Ruhrtalsperrenverein und Ruhrverband und legt erstmals Grenzwerte für die Mindestwasserführung in der Ruhr fest.

1989

Mit der Novelle des Landeswassergesetzes wird die Pflicht zur Erstellung von Abwasserbeseitigungskonzepten (ABK) eingeführt.

der EU-WRRL wurden bis heute in drei Zyklen auch für das Einzugsgebiet der Ruhr Bewirtschaftungspläne erarbeitet, welche für einzelne Gewässerabschnitte Maßnahmen zum Erreichen eines guten ökologischen Zustands/Potentials

beinhalten. Der folgende Textkasten vermittelt einen Eindruck von den sich wandelnden Schwerpunkten der geplanten Maßnahmen.

Bewirtschaftungsplanung im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Erster Bewirtschaftungsplan 2010 - 2015

Der erste Bewirtschaftungsplan (BWP) beschränkte sich in NRW vor allem auf konzeptionelle Maßnahmen, im Ruhreinzugsgebiet etwa auf die Integrale Entwässerungsplanung. Als Instrument zur kosteneffizienten Umsetzung von Maßnahmen entwickelte der Ruhrverband mit dem Deutschen Rat für Landespflege e.V. das Strahlwirkungskonzept weiter, auf dessen Basis in der Folge Umsetzungsfahrpläne für alle berichtspflichtigen Gewässer im Ruhreinzugsgebiet entstanden. Als Träger von Maßnahmen war der Ruhrverband unter anderem bei der Wiederherstellung der Durchgängigkeit an den Ruhrstauseen sowie bei der 2015 zusammen mit der Stadt Sundern umgesetzten Renaturierung der unteren Sorpe gefordert.

Zweiter Bewirtschaftungsplan 2016 - 2021

Der zweite BWP nahm neben hydromorphologischen Defiziten die Nähr- und Schadstoffproblematik und damit die abwassertechnische Seite der Bewirtschaftungszielerreichung stärker in den Fokus. Bei den „Runden Tischen Abwasser“ sprach sich der Ruhrverband dafür aus, Maßnahmen auf Basis einer entsprechenden Kausalanalyse anzugehen. Diskussionspunkte waren dabei die Bewertung der Phosphorbelastung sowie von Mikroverunreinigungen. Unter anderem mit großtechnischen Versuchen zum Rückhalt und zur ökotoxikologischen Wirkung solcher Stoffe auf seiner Kläranlage in Schwerte setzte sich der Ruhrverband intensiv mit der Thematik auseinander.

Dritter Bewirtschaftungsplan 2022 – 2027

Spätestens mit der Aufstellung des dritten BWP war klar, dass die Bewirtschaftungsziele in vielen Wasserkörpern auch bis 2027 nicht erreicht werden können, ohne dass die in der WRRL formulierten Voraussetzungen für Fristverlängerungen vorliegen. Daher erfolgte für alle Wasserkörper eine „Vollplanung“, in der sämtliche Programmmaßnahmen ermittelt wurden, die nach heutigem Kenntnisstand zur Zielerreichung erforderlich sind. Für den Ruhrverband bedeutsam sind insbesondere Programmmaßnahmen zur Reduzierung von Stoffeinträgen aus Punktquellen. Im Dialog mit den Bezirksregierungen wurden für 25 Kläranlagen Maßnahmen zur Optimierung, Stilllegung oder zum Ausbau festgelegt.

Die "Allgemeinen Güteanforderungen für Fließgewässer (AGA)" regeln die einheitliche Vollzugspraxis der NRW-Wasserbehörden und enthalten unter anderem Anforderungen an die Qualität von Abwässern.

1994

1995

Am Standort der Hauptverwaltung in Essen wird mit dem Bau des neuen Laborgebäudes begonnen.

Der Ruhrverband legt seine letzte rein mechanische Kläranlage Velbert-Eselssiepen still.

1996

2003 bis 2012

Der seit Beginn der 1970er Jahre anhaltende Rückgang der Entnahmen wurde aufgrund einer deutlichen Zunahme bei den Kühlwasserentnahmen von der Mitte bis zum Ende des Jahrzehnts vorübergehend unterbrochen. Das Abflussjahr 2007 wies mit 1.362 mm eine etwa gleichgroße Jahresniederschlagssumme auf wie das nasseste Abflussjahr 1998. Es war ein Abflussjahr nahezu ohne erforderliche Zuschussleistungen des Talsperrenverbundsystems. Im August 2007 gab es innerhalb von 14 Tagen zwei sommerliche große Hochwasserereignisse mit hohen Schäden. Mit dem Abflussjahr 2009 begann eine bis zum aktuellen Berichtsjahr andauernde, ununterbrochene Folge von Abflussjahren mit Niederschlagsdefizit.

In diesem Zeitraum wurde sich ausführlich mit den Auswirkungen der im Jahre 2000 verabschiedeten EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRRL) beschäftigt. Diese gab vor, dass bis Ende 2004 eine Bestandsaufnahme aller betroffenen Fließgewässer anhand der neuen Bewertungskriterien - unterteilt nach chemischen, biologischen, morphologischen und allgemeinen physikalischen Kenngrößen - durchgeführt werden musste.

Da die meisten der in der EU-WRRRL aufgeführten Kenngrößen bereits im Rahmen der Routineüberwachung der Ruhr untersucht wurden, lag der Fokus vor allem auf der Anwendung des neuen Bewertungssystems. Im Bereich der biologischen Bewertung fand hingegen ein umfassender Wechsel statt, da nicht mehr nur der Saprobien-Index bestimmt wurde, sondern umfangreiche Untersuchungen von vier Quali-

tätskomponenten (Makrozoobenthos, Makrophyten und Phytobenthos, Phytoplankton, Fischfauna) notwendig wurden. Als Ergebnis der Bestandsaufnahme wurde nur für 9 % der Gewässer im Ruhreinzugsgebiet die Erreichung des guten ökologischen Zustands erwartet. Nach Abschluss des zweiten Bewirtschaftungszyklus, lag die Zielerreichung im Ruhreinzugsgebiet bei 59 %.

Im Anschluss an die Bestandsaufnahme beschäftigte sich der Ruhrverband mit der in der EU-WRRRL geforderten Erstellung eines Monitoringkonzepts. Dabei zeichnete sich zunächst eine Trennung zwischen dem behördlichen Monitoring und dem des Ruhrverbands ab. Allerdings wurde schließlich ein gemeinsam betreutes Messnetz zur Erfüllung der Anforderungen an die überblicksweite und operative Überwachung der Oberflächengewässer erstellt. Das gemeinsame Vorgehen hat sich nicht nur durch die gewonnenen Synergien bewährt, sondern ist bis heute ein wichtiger Baustein in der vertrauensvollen Zusammenarbeit mit den Aufsichtsbehörden.

Wie im vorherigen Zehnjahreszeitraum beschäftigte sich der Ruhrverband auch im Zeitraum 2003 bis 2012 intensiv mit der Makrophytensituation in den Flusstauseen Hengstey, Harkort, Kemnader und Baldeney. Im zuletzt genannten trat erstmals im Jahr 2008 in mehreren Abschnitten eine Massentwicklung von *Elodea* auf, die auch zu Einschränkungen beim Wassersport führten. Im gleichen Jahr wurden im Ruhrgütebericht unterschiedliche Möglichkeiten zur Makrophyten-Reduktion veröffentlicht. Einige Optionen wie ein großflächiger Einsatz von Pestiziden oder die Zufuhr von Phosphor, um so die Dichte an Algen zu erhöhen, kamen von Grund auf nicht in Frage. Andere wurden aufgrund von Un-

Im Harkortsee kommt es zur ersten massenhaften Makrophytenentwicklung. Die besonders wuchsfreudige Elodea profitiert von der deutlich verbesserten Wasserqualität in den Ruhrstauseen.

2000

2000

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRRL) als Handlungsgrundlage für den Gewässerschutz wird verabschiedet.

2002

Zum ersten Mal seit Erscheinen des Ruhrgüteberichts sind alle Talsperren des Ruhrverbands mindestens im mesotrophen Bereich.

praktikabilität, z. B. Ablassen des Sees und Ausfrieren der *Eloдея*-Bestände, ebenfalls verworfen, sodass nur die Option der Mahd als bis dato einzige wirksame Maßnahme weiterverfolgt wurde.

Die Bedeutung der Ruhr in ihrer Nutzung als Freizeitgewässer war und ist dem Ruhrverband sowie den weiteren Anrainern an der Ruhr seit langer Zeit bekannt. Im Jahr 2005 wurde zur weiteren Reduzierung der hygienischen Belastung in der Ruhr seitens der AWWR ein Zielwert für coliforme Bakterien von <15.000/100 ml verfasst. Coliforme Keime unterliegen als Hygieneparameter aber einer gewissen Unschärfe, da einige nachweisbare Gattungen, die sogenannten Umweltcoliforme, keinen fäkalen Ursprung haben. Aus dem Grund wurde in der neuen europäischen Badegewässerrichtlinie aus dem Jahr 2006 die Bewertung an die Belastung mit *Escherichia coli* und intestinalen Enterokokken gekoppelt. Weiterhin wurde mit dem Konzept der Bewirtschaftung von Badestellen die Möglichkeit geschaffen das Baden an ausgewiesenen Badestellen zeitweise zu untersagen. Diese Entwicklungen waren Anlass in dieser Dekade verstärkt hygienische Untersuchungen in der Ruhr durchzuführen sowie vorhandene Daten unter den neuen Gesichtspunkten auszuwerten. Durch Messkampagnen in einem ca. 45 km langen Gewässerabschnitt in der unteren Ruhr zwischen Hattingen-Welper und Mühlheim-Menden sowie im Baldeneysee konnte ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Wetterlage und der hygienischen Situation in der Ruhr hergestellt sowie gezeigt werden, dass die Ruhr stellenweise bereits die Anforderungen an eine ausreichende Badegewässerqualität erfüllt. Diese intensivierten Untersuchungen bildeten die Grundlage für weitere Forschungsprojekte, mit dem Ziel, das Baden in der Ruhr wieder offiziell zu ermöglichen.

Mit der „Arnsberger Vereinbarung“ aus dem Jahr 2006 sowie dem Programm „Reine Ruhr“ aus dem Jahr 2008 startete im Ruhreinzugsgebiet die Diskussion um die vierte Reinigungsstufe. Durch Messprogramme sowie fachliche Bewertungen wurde seitens des Ruhrverbands früh darauf hingewirkt, die Gewässerbelastung durch Spurenstoffe als zentrale gemeinsame gesellschaftliche Herausforderung einzuordnen, die nur im Zusammenspiel von u. a. Behörden, Firmen, Verbänden, Bürgern und der Wissenschaft gelöst werden kann. Zur weiteren Untersuchung und Forschung wurden u. a. im Jahr 2009 Proben aus den Abläufen von 71 Verbandskläranlagen auf die in der Arnsberger Vereinbarung festgelegten Leitparameter untersucht, auf der Kläranlage Schwerte eine Versuchsanlage zur weiteren Eliminierung von Spurenstoffen in Form einer Kombination von Pulveraktivkohledosierung und Ozonung in Betrieb genommen sowie im Jahr 2011 alle Kläranlagenabläufe auf einen erweiterten Parameterumfang von 99 Spurenstoffen untersucht. In den Folgejahren blieb der politische und rechtliche Rahmen für die Umsetzung der Spurenstoffelimination diffus und es wurden durch den Ruhrverband zunächst keine weiteren konkreten Investitionsentscheidungen getroffen.

Ein sehr einschneidendes Ereignis für den Ruhrverband sowie insbesondere der Anrainer im Bereich der Möhnetalsperre datiert auf das Jahr 2006. Im Rahmen eines universitären Forschungsprogramms zeigte sich eine deutliche Belastung der Ruhr mit PFAS - damals bekannt unter der Bezeichnung PFT (perfluorierte Tenside). Der als „PFT-Skandal“ bezeichnete Vorfall kann heute rückblickend als einer der Startpunkte in Deutschland für die flächendeckende Befassung mit der PFAS-Problematik bezeichnet werden. Eine ausführliche Betrachtung des Ereignisses ist in Kapitel 9 zu finden.

Der Ruhrverband beendet sein 1990 begonnenes Kläranlagenausbauprogramm. 1,6 Milliarden Euro wurden in die flächendeckende Nährstoffelimination investiert.

2005

Der "PFT-Skandal" sorgt für Aufregung. Verseuchte Klärschlämme wurden illegal aus dem Ausland importiert und als "Bodenverbesserer" auf Äckern ausgebracht. Von dort gelang ausgewaschenes PFT in die Möhnetalsperre und die Ruhr.

2006

2006

Die "Integrale Entwässerungsplanung (IEP)" wird erstmals angewandt. Sie untersucht ganzheitlich die Wechselwirkungen zwischen Kanalisation, Niederschlagswasserbehandlung, Abwasserreinigung und aufnehmenden Gewässern.

2013 bis 2022

Dieses Jahrzehnt war das trockenste und abflussärmste des 50-jährigen Zeitabschnittes von 1973 bis 2022. Alle Abflussjahre waren zu trocken, das trockenste war dabei das Abflussjahr 2018. Gleichzeitig wiesen in diesem Jahrzehnt viele Abflussjahre sommerliche Hitzeperioden sowie sehr hohe Jahresmitteltemperaturen auf. Das wärmste Abflussjahr seit 1881 und erstmalig mit einer zweistelligen Jahresmitteltemperatur der Luft war mit 10,1 °C das Abflussjahr 2022. Die klimatischen Bedingungen und als Folge die niedrige natürliche Wasserführung bei gleichzeitig steigenden Wasserentnahmen bedingten eine große Beanspruchung des Talsperrenverbundsystems. Seit dem Abflussjahr 2018 bestand in jedem Abflussjahr das Erfordernis, die im RuhrVG vorgeschriebenen Grenzwerte für den Mindestabfluss auf Antrag des Ruhrverbands durch das Umweltministerium reduzieren zu lassen. Im Juli 2021 verursachten außergewöhnlich hohe, flächendeckende Niederschläge ein großes, schadenreiches Hochwasserereignis mit einem Scheitelabfluss am Pegel Hattingen von 1.230 m³/s. Es war das größte Hochwasserereignis im Ruhreinzugsgebiet seit Februar 1946.

In diesen Zeitraum fiel ein weiteres großes Schadensereignis, welches sich rückblickend als der größte Legionellenausbruch in Deutschland herausstellte. Im August des Jahres 2013 erkrankten in Warstein insgesamt 159 Menschen an einer Legionellose, von denen zwei in Folge der Infektion verstarben. Umfangreiche Untersuchungen zeigten eine erhöhte Legionellenbelastung in der Werkskläranlage der Brauerei Warstein, der Ruhrverbandskläranlage Warstein und im Rückkühlwerk einer an der Wester ansässigen Firma sowie in der Wester selbst. Begünstigt durch die in der Brauereikläranlage vorherrschenden Bedingungen gelangte über einen Verbin-

dungskanal Abwasser mit einer sehr hohen Legionellenkonzentration in die Ruhrverbandskläranlage. Dort erfolgte zwar eine leichte Reduzierung der Gehalte, es konnte aber nicht verhindert werden, dass Legionellen in das Gewässer und schließlich in die Kühlanlage des Industriebetriebes gelangten. Dort wurden die Legionellen über feine Aerosole im Stadtgebiet verteilt. Durch umfangreiche Sofortmaßnahmen konnte damals schnell die Quelle der Legionellen gefunden und beseitigt werden. Durch im Anschluss durchgeführte Umbaumaßnahmen an der Brauereikläranlage sowie auch an der Kläranlage des Ruhrverbands konnte eine Wiederholung der Ereignisse verhindert werden.

Ausgehend von diesem Schadensereignis sowie ähnlich gelagerten Fällen im Jahr 2014 in Jülich sowie 2016 in Bremen wurde unter der Federführung des Bundesumweltministeriums 2017 die Verdunstungskühlanlagenverordnung (42. BImSchV) verabschiedet. In dieser wurden erstmals Prüfwerte sowie Maßnahmenwerte für die Legionellenkonzentration in Verdunstungskühlanlagen, Nassabscheidern sowie Kühltürmen festgelegt. Seitens des Ruhrverbands werden seit dem Ereignis alle Abläufe von Kläranlagen, an denen relevante Betriebe angeschlossen sind, regelmäßig auf Legionellen untersucht.

Wie in den letzten zwanzig Jahren beschäftigte sich der Ruhrverband auch im Zeitraum 2013 bis 2022 intensiv mit der Makrophytensituation in den Flusstauseen Hengstey, Harkort, Kemnader und Baldeney und führte mit den Projekten Elodea I und II zwei umfangreiche Forschungsvorhaben zu dem Thema durch.

Aufbauend auf den Ereignissen des vorherigen Zehnjahreszeitraums lag ein Fokus in dieser Dekade weiterhin intensiv

Auf der Kläranlage Schwerte geht eine großtechnische Versuchsanlage zur Spurenstoffelimination mithilfe von Aktivkohle und Ozon in Betrieb.

2010

Nach dem Legionellose-Ausbruch von Warstein investiert der Ruhrverband bis 2016 insgesamt 7,5 Millionen Euro in die Modernisierung und Erweiterung der Kläranlage Warstein.

2013

auf der hygienischen Situation in der Ruhr, mit dem Ziel wieder eine offizielle Badestelle in der Ruhr zu ermöglichen. Daher wurde im Jahr 2012 das Forschungsprojekt „Sichere Ruhr“ gestartet, in dem ein Frühwarnsystem für eine potenzielle Badestelle in der Ruhr entwickelt werden sollte. Die Anforderung bestand darin, sicher die beiden Zustände in der Ruhr, Einhaltung der Badegewässergrenzwerte sowie Überschreitung derer, voraussagen zu können. Im Jahr 2014 konnten die Ergebnisse bereits genutzt werden, um in einer fiktiven Badesaison Untersuchungen am „Seaside Beach“ Baldeysee durchzuführen. Im anschließenden BMBF-Projekt „Flusshygiene“ konnte das Frühwarnsystem so weiterentwickelt werden, dass es mit dessen Hilfe 2017 möglich war, die erste offizielle Badestelle am Seaside Beach in der Ruhr freizugeben.

Seitdem konnten durch weitergehende Optimierungen noch bessere Prognosen und somit eine höhere Anzahl an freigegebenen Badetagen ermöglicht werden. Im Jahr 2021 erfolgte die erste Einstufung der Badestelle nach der europäischen Badegewässerverordnung (hierfür ist eine Untersuchung über mindestens vier Jahre notwendig). Dabei konnte für den Seaside Beach sogar eine gute Qualität, die mittlere von drei Stufen, erreicht werden. Darauf aufbauend folgten weitere Untersuchungen und im Jahr 2022 die Eröffnung einer zweiten offiziellen Badestelle in der Ruhr bei Bochum-Dahlhausen. Diese Ergebnisse zeigen herausragende Erfolge der Wassergütwirtschaft an der Ruhr.

Durch Modernisierungsmaßnahmen und Anschluss von kleineren an leistungsfähigere große Kläranlagen konnte die Anzahl der vom Ruhrverband betriebenen Kläranlagen von 115 im Jahr 1973 auf 65 im Jahr 2022 gesenkt werden. Bei Planungen zum Zusammenlegen von Kläranlagen spielten

neben wirtschaftlichen Aspekten vor allem die Entlastung der zumeist kleinen, den Kläranlagenablauf aufnehmenden Nebengewässern der Ruhr eine Rolle. Zur Verbesserung der Gewässergüte in stark Kläranlagenbeeinflussten Gewässern werden auch zukünftig Kläranlagen zusammengelegt werden.

Aufgrund stetig wachsender Anforderungen an die Gewässergüte im Ruhreinzugsgebiet wurde seitens des Ruhrverbands im Jahr 2014 mit der intensiven Untersuchung der größten Nebengewässern der Ruhr, nach dem Modell der etablierten Ruhrlängsuntersuchungen, begonnen. Zu diesem Zweck wurde in den zu untersuchenden Gewässern sechsmal im Jahr Proben ober- und unterhalb von Kläranlageneinleitungen sowie des Kläranlagenablaufs auf eine Vielzahl an Parametern, z. B. Nährstoffe, Pflanzenschutzmittel, Arzneimittel sowie Metalle, untersucht. Teilweise wurden einmündende Gewässer ebenfalls unter- und oberhalb sowie im Gewässer beprobt. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden in der Lenne, der Hönne, der Volme und der Möhne mehr als 600 Proben analysiert. Die erhaltenen Daten sind wichtige Entscheidungsgrundlagen für mögliche Verbesserungen in den jeweiligen Flussgebieten und die Nachweise der Gewässerverträglichkeit von Einleitungen aus den Kläranlagen und der Niederschlagswasserbehandlung. Weiterhin können und werden sie auch bereits, für Stoffflussmodellierungen verwendet, mit Hilfe derer weitere Fragestellungen im Hinblick auf die Gewässergüte beantwortet werden können. Weitere Informationen, insbesondere zur Nährstoffsituation befinden sich in Kapitel 12.

Die oben beschriebenen Zeiträume der Niedrigwasserführung mit der Notwendigkeit einer Grenzwertabsenkung waren jeweils durch ein umfangreiches und zeitlich enges Monitoring-

Die Gemeinde Herscheid überträgt als erste Mitgliedsgemeinde ihre Gewässerunterhaltungspflicht auf den Ruhrverband.

2019

2017

Am Seaside Beach in Essen darf wieder offiziell in der Ruhr gebadet werden. Fast 50 Jahre galt wegen der Wasserqualität ein Badeverbot

programm flankiert, mit dem die Gewässergüte der Ruhr überprüft wurde. Da bis heute alle Reduzierungen der Mindestabflüsse einzeln beantragt werden mussten, finden derzeit Bemühungen zwischen dem Umweltministerium und dem Ruhrverband statt, um die im Ruhrverbandsgesetz festgelegten Mindestabflüsse dauerhaft zu reduzieren und so den geänderten klimatischen Bedingungen anzupassen. Dazu wurden im Vorfeld umfangreiche Messungen sowie Simulationen durchgeführt, um die Auswirkungen auf die Talsperren sowie chemisch-physikalische Parameter und die Ökologie in der Ruhr zu ermitteln.

Fazit

Die letzten 50 Jahre waren geprägt durch enorme Verbesserungen der Gewässergüte der Ruhr, ermöglicht durch umfangreiche Anstrengungen bei der Verringerung von Stoffeinträgen sowie einer Stabilisierung der chemischen Wassergüte. Mit dem Rückgang der Emissionen aus Industrieanlagen, Kläranlagen und aus der Niederschlagswasserbehandlung fiel dem Anteil der diffusen Belastungen u. a. aus der Landwirtschaft größere Bedeutung zu. Diese Einträge entziehen sich jedoch dem Einfluss des Ruhrverbands. Durch die erreichten Verbesserungen kann die Ruhr heute wieder als blaues Band bezeichnet werden und ist wichtiger Teil in Natur- und Gewässerschutz sowie im Wassertourismus, Freizeitsport und Erholung für die Menschen im Einzugsgebiet. Weitreichende Verbesserungen der Güte können in Zukunft vor allem durch morphologische Änderungen (Renaturierungsmaßnahmen, Verbesserung der Durchgängigkeit) erzielt werden, diesen steht allerdings an vielen Stellen die anthropogene Nutzung im Weg.

Die zurückliegenden 50 Ruhrgüteberichte spiegeln auch allgemeine gesellschaftliche und technische Entwicklungen wider. Das wachsende Verständnis der natürlichen Prozesse in Fließgewässern und deren Bedeutung für, aber auch deren Beeinflussung durch anthropogene Nutzungen war wesentlich für unser heutiges Gewässerbild. Der Ruhrgütebericht wird auch zukünftig als ein Instrument zur Dokumentation und fachlichen Diskussion der Gewässergüte hierzu einen Beitrag leisten.

Der Ruhrgütebericht erscheint seit 50 Jahren in ununterbrochener jährlicher Abfolge. Die Jubiläumsausgabe dokumentiert die Gewässergüte des Berichtsjahres 2022.

2023

2022

Auf der Kläranlage Altena wird erstmals in Deutschland eine Abwasserreinigungsanlage nach dem neuartigen Nereda®-Verfahren in Betrieb genommen.

9 Stoffe in der Ruhr - Retrospektive aus Sicht der instrumentellen Analytik

Einleitung

Die Darstellung der Bedeutung der Wasserqualität der Ruhr als Rohwasserlieferant für die Trinkwassergewinnung für damals ca. fünf Millionen Menschen im Ruhreinzugsgebiet und die damit verbundenen Anstrengungen waren nicht nur Anlass für die Veröffentlichung des ersten Ruhrgüteberichts im Jahre 1973, sondern sind es bis heute. Im Laufe der Zeit haben sich die Schwerpunkte bei der Berichterstattung verschoben. So lag in den ersten Ausgaben der Fokus vor allem auf potenziell geruchsbildenden Verbindungen. Mit den Jahren wurde zunehmend über andere Substanzgruppen berichtet (Tabelle 9.1), z. B. Pflanzenschutzmittel, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und Komplexbildner. Verloren Parameter an Relevanz, wurde auf die Berichterstattung verzichtet und Messprogramme eingestellt, wie zum Beispiel das zur Radioaktivität.

Tabelle 9.1: Erwähnungszeiträume ausgewählter organischer Substanzen in den Ruhrgüteberichten seit 1973

Table 9.1: Times when selected organic substances were mentioned in the Ruhr Water Quality Reports from 1973 onwards

Erwähnungszeitraum	Substanzgruppe
1973 – 2006	Radiologische Untersuchungen
1974 – heute	Flüchtige organische Stoffe (volatile organic compounds, VOC)
1975 – heute	Chlorphenole
1979 – heute	Pflanzenschutzmittel und deren Metabolite
1981 – heute	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
1983 – heute	Synthetische Komplexbildner
1985 – heute	Polychlorierte Biphenyle (PCB)
1994 – heute	Moschusduftstoffe
1995 – heute	Pharmaka und deren Metaboliten
2003 – heute	Polybromierte Diphenylether (PBDE)
2003 – heute	Phthalate
2003 – heute	Bisphenole
2003 – heute	Ethoxylate
2004 – heute	Phosphororganische Flammschutzmittel
2006 – heute	Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS)
2007 – heute	Röntgenkontrastmittel
2007 – heute	Antibiotika
2007 – heute	Antihypertonika/Beta-Blocker
2008 – heute	2,4,7,9-Tetramethyl-5-decyn-4,7-diol (TMDD)
2009 – heute	Tetraoxaspiroundecan (TOSU)
2010 – heute	Benzotriazole
2010 – heute	Kurzkettige Chloralkane (short chain chlorinated, SCCP)
2012 – heute	Süßstoffe
2014 – heute	Sartane
2014 – heute	Neonicotinoide
2014 – heute	Triclosan
2014 – heute	Guanylhamstoff
2016 – heute	Hexabromcyclododecan (HBCD)
2020 – heute	Trifluoracetat
2020 – heute	Glyphosat und AMPA
2020 – heute	Melamin

Neben dem Einfluss von Schadensereignissen, mit teilweise historischem Ausmaß, z. B. Tschernobyl im Jahr 1986 und dem PFT-Skandal im Jahr 2006, war und ist die Entwicklung der Messprogramme auch auf gestiegene Anforderungen sowie Fortschritte in der Wasseranalytik zurückzuführen. Zunehmend erlaubten die Messverfahren auch hochpolare Substanzen im Wasser zu bestimmen. Die Programme zur Überwachung der Ruhr, einem Fluss mit vergleichsweise starker anthropogener Prägung, wurden immer wieder an aktuelle Erfordernisse angepasst und umfassten Ende 2022 mehr als 470 organische Substanzen. Zielsetzung war stets, die langfristige Gewässerbeschaffenheit, die Gewässerbelastung und Schadensereignisse zu monitoren. Die Parameterauswahl orientierte sich dabei fortlaufend an den aktuellen Anforderungen der nationalen und europäischen Gesetzgebung, wie z. B. der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) und der EU-Wasser Rahmenrichtlinie (EU-WRRL). Ebenso fließen die Ergebnisse aus der engen Zusammenarbeit mit der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) und potenziell für das Ruhreinzugsgebiet relevante Substanzen regelmäßig in das Analysenprogramm mit ein. Dabei reichten die Auswahlkriterien derartiger Stoffe vom ästhetischen Empfinden beim Trinkwasserkonsum bis hin zu ihren toxikologischen Eigenschaften. Anfänglich wurden in den Ruhrgüteberichten jeweils einzelne Stoffgruppen inklusive der dazugehörigen analytischen Methoden beschrieben. Regelmäßig und ausführlich wurde erst ab Mitte der 1990er Jahre wiederkehrend über viele verschiedene organische Spurenstoffgruppen berichtet. Im Folgenden findet sich für eine Auswahl von Substanzen und Stoffgruppen eine Rückschau über die letzten 50 Jahre aus Sicht der instrumentellen Analytik.

Radiologische Untersuchungen

Radioaktive Stoffe gelangen beispielsweise über Niederschläge, die natürliche und künstliche Nuklide aus der Atmosphäre waschen, in Gewässer. Ebenso kann ein Eintrag über Abwässer entsprechender Anlagen, sowie durch geogene Emissionen erfolgen. Künstliche Nuklide stammen von kerntechnischen Anlagen sowie in früheren Zeiten aus Kernwaffenversuchen. Aufgrund eben dieser Tests fanden die radiologischen Untersuchungen des Labors im Einzugsgebiet der Ruhr im Jahr 1958 ihren Ursprung. Ziel war es, die Folgen der oberirdischen Kernwaffentests, die in zwei großen Serien von 1945 bis 1958 und 1961/62 stattfanden, zu überwachen.

Als eine Methode zur Bestimmung der Aktivität von Radionukliden in Umweltkompartimenten wurde die γ -Spektroskopie, die mit einem hochauflösenden Germanium-Lithium-Detektor erfolgte, angewendet. Nach Messzeiten, die durchaus 16 Stunden betragen konnten, ließen sich zahlreiche Nuklide qualitativ und quantitativ bestimmen (Bild 9.1). Als zweite Methode kam die Bestimmung der Gesamt- β -Aktivität

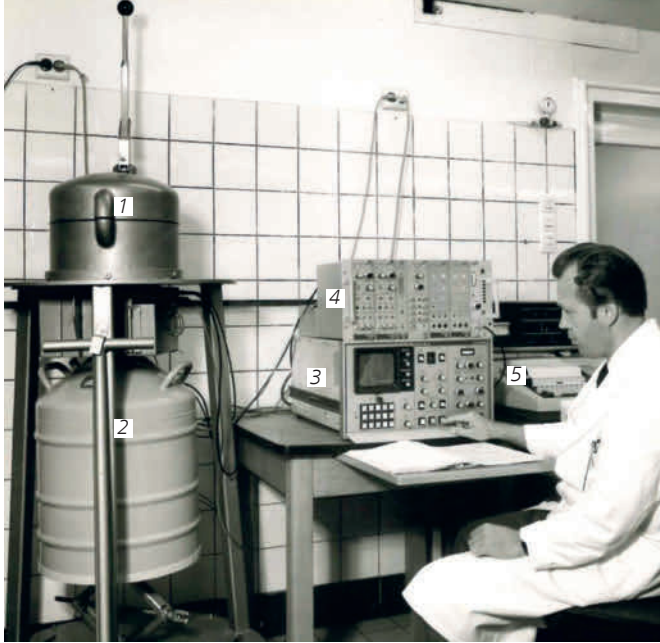


Bild 9.1: Messanordnung für die Durchführung der γ -spektroskopischen Untersuchungen. 1) Ge/Li-Detektor in Blei/Quecksilber-Abschirmung 2) Kryostat mit flüssigem Stickstoff 3) Vielkanal-Rechenanalysator 4) Spannungsversorgung mit Hochspannungsgenerator 5) Speicher- und Ausgabe-Einheit

Fig. 9.1: Measurement setup for the execution of γ -spectroscopic examinations. 1) Ge/Li detector in lead/mercury shielding 2) Cryostat with liquid nitrogen 3) Multichannel computational analyzer 4) Power supply with high-voltage generator 5) Storage and output unit

zum Einsatz. Von dieser Gesamtaktivität wird der Anteil des natürlichen Isotops Kalium-40 abgezogen und die so erhaltene Rest- β -Aktivität zur Beurteilung der Probe herangezogen. Anfangs wurden regelmäßig Ruhr- und Talsperrenwasser sowie Niederschläge untersucht.

Ab 1960 schloss das Untersuchungsprogramm die γ -spektroskopische Messung von Radionukliden in Phytoplankton, Wasserpflanzen und Fischen ein. Ergänzend wurden Abwasser- und Schlammuntersuchungen ausgewählter Kläranlagen durchgeführt. Mit dem Nachlassen von oberirdischen Atomwaffentests und dem teilweisen Abklingen der dabei freigesetzten Aktivität, verschob sich der Fokus der Untersuchungen auf den Einfluss von Isotopenanwendungen, die vor allem durch Betriebsstörungen oder Unfällen Emissionen von Radionukliden hervorrufen können. Dazu gehörte auch die Explosion eines der vier graphitmoderierten, mit Leichtwasser gekühlten Blöcke des Kernkraftwerkes Tschernobyl in den frühen Morgenstunden des 26. April 1986, durch die große Mengen radioaktiver Stoffe über einen längeren Zeitraum freigesetzt wurden.

In Bild 9.2 sind die Jahresmittelwerte der Rest- β -Aktivitäten der Wochenmischproben des Niederschlags bei Arnsberg dargestellt. Zu erkennen sind die hohen Aktivitäten in den 1960er Jahren, hervorgerufen durch Kernwaffentests. Die Tschernobyl-

Katastrophe im April 1986 führte zu einem kurzzeitigen deutlichen Anstieg. Auch in den untersuchten Ruhrproben waren die Folgen des Fallouts in den 1960er Jahren und die des genannten Reaktorunfalls messbar, allerdings in deutlich geringerem Maße.

Das Nuklid Cäsium-137 mit einer Halbwertszeit von rund 30 Jahren hat zu großen Teilen seinen Ursprung in den Kernwaffenversuchen der 1960er Jahre und der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl. Es wird vom menschlichen Körper gut resorbiert und in Körpergewebe gespeichert. Untersucht wurde das Nuklid regelmäßig in Sedimentproben an zehn Probenahmestellen entlang des Fließweges der Ruhr. Seit dem Jahr 1986 konnte ein stetiger Rückgang der hohen Aktivitäten, teilweise wurden Werte von über 300 Bq/kg mT gemessen, verzeichnet werden. Dies lag zum einen am Abklingverhalten des Nuklids, zum anderen aber auch an den in Fließgewässern ablaufenden dynamischen Austausch- und Transportprozessen. Im Jahr 2006 konnten nur noch Einzelaktivitäten von 6,3 bis 22 Bq/kg gemessen werden, die mit Werten anderer Fließgewässersedimente in Deutschland vergleichbar sind und in etwa denen vor der Reaktorkatastrophe entsprachen (Bild 9.3).

Im Folgenden soll der bereits angesprochene Reaktorunfall in der damaligen Sowjetunion näher betrachtet werden. Wenige Tage nach der Explosion des Reaktors in Tschernobyl gelangten Nuklide über die Atmosphäre auch nach Deutschland. Im Nuklidgemisch dominierten zunächst Iod-131, -132 und Technetium-132. Durch ihre kurzen Halbwertszeiten (HWZ) änderte sich die Zusammensetzung alsbald und der Anteil langlebiger Spaltprodukte wie Caesium-134 und -137 erhöhten sich.

Die Aktivität des Ruhrwassers bei Arnsberg, bestimmt als Rest- β -Aktivität, stieg Ende April 1986 sprunghaft an, erreichte einen maximalen Wert von etwa 4 Bq/l und nahm danach innerhalb von drei Wochen auf etwa ein Zehntel ab. Im Laufe der darauffolgenden Monate waren immer wieder geringe Anstiege der Aktivität zu verzeichnen, die auf Regenerereignisse zurückzuführen waren. Auch an den anderen Messstellen waren solche Anstiege der Messwerte zu beobachten. Zusätzlich wurden γ -spektroskopische Messungen des Ruhrwassers durchgeführt. Der hierbei festgestellte Maximalwert von 33 Bq/l trat Anfang Mai 1986 in der Ruhr bei Essen-Kettwig auf. Hauptursache der Aktivität war Iod-131 mit 23 Bq/l und einer kurzen HWZ von acht Tagen. Das flüchtige Nuklid ist auch ein β -Strahler, wird aber bei der Probenvorbereitung der Rest- β -Messung nicht erfasst. Festgestellt wurden außerdem Ruthenium-106 mit 7,6 Bq/l und einer HWZ von einem Jahr, Caesium-137 mit 2,4 Bq/l und einer HWZ von 30 Jahren und Caesium-134 mit 0,6 Bq/l und einer HWZ von zwei Jahren. Die Untersuchung der Talsperren ergab leicht erhöhte Messwerte der Rest- β -Aktivität.

Der radioaktive Fallout gelangte aber auch durch Abschwemmung in die Kanalisation und somit in die Kläranlagen. Da aus den Erfahrungen der früheren Messtätigkeit bekannt war, dass

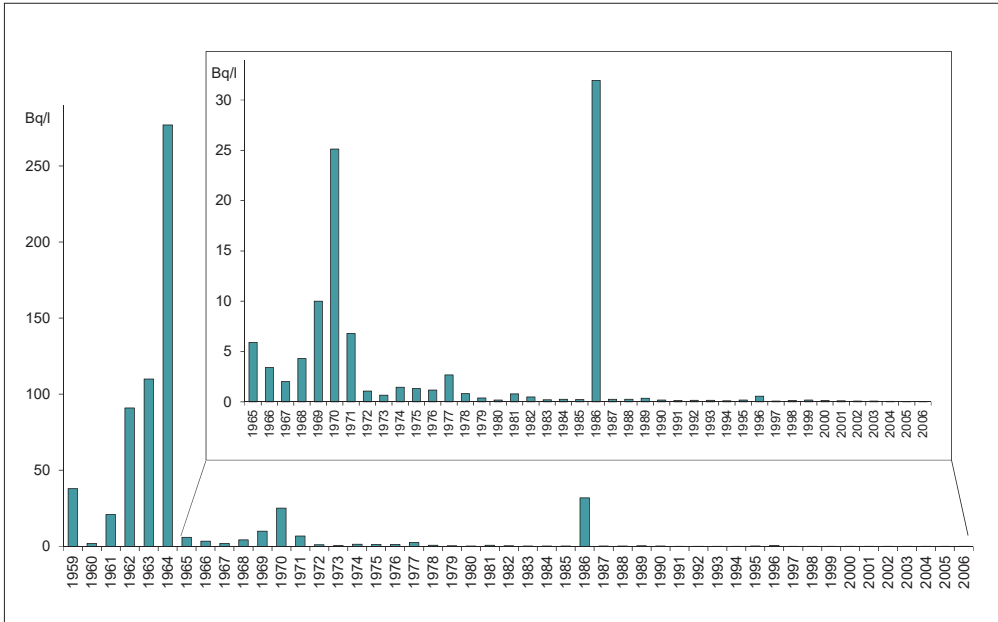


Bild 9.2: Rest- β -Aktivitäten (Jahresmittel) im Niederschlag bei Arnsberg
 Fig. 9.2: Remaining β -activities (annual mean) in the precipitation at Arnsberg

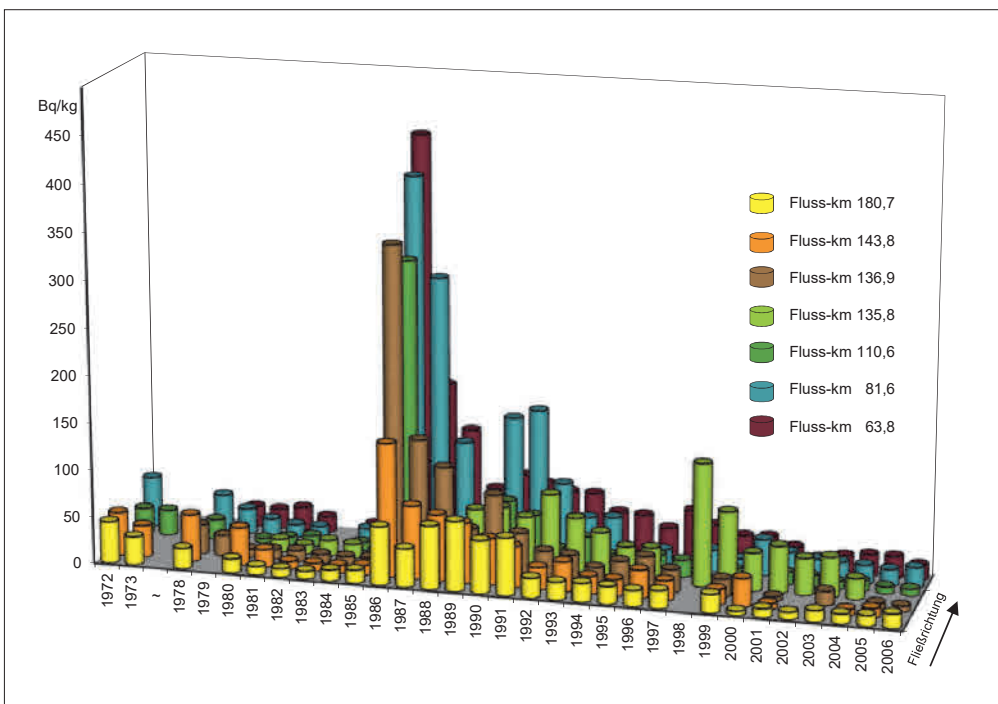


Bild 9.3: Entwicklung der Radionuklidkonzentrationen für Cäsium-137 in Sedimenten aus der Ruhr
 Fig. 9.3: Development of radionuclide concentrations for cesium-137 in sediments from the Ruhr

sich viele Radionuklide in Klärschlämmen anreichern, war es vordringlich deren Belastungen zu ermitteln. Auch hier wurden die typischen Nuklide des „jungen“ Spaltproduktgemisches gefunden. Weil durchaus hohe Aktivitäten festzustellen waren, wurde zur Sicherheit die damals noch übliche landwirtschaftliche Verwertung zeitweise ausgesetzt und auch die Verbrennung vorübergehend eingestellt.

Nachdem sich der radiologische Gütezustand der Ruhr und der Talsperren in den Jahren seit der Reaktorkatastrophe stetig verbessert hatte und die Aktivitäten wieder auf dem Niveau vor dem Unfall lagen, wurde 2006, nach fast 50 Jahren, die Untersuchung auf Radionuklide durch das Labor des Ruhrverbands eingestellt.

Metalle

Im Rahmen des Forschungsprogramms „Schadstoffe im Wasser“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft wurden in den frühen 1970er Jahren zahlreiche Wasser- und Sedimentproben der Ruhr auf ihren Schwermetallgehalt untersucht. Früh war von Interesse auch Erkenntnisse über die Eintragswege und den Verbleib der Schwermetalle zu gewinnen. Es zeigte sich sehr deutlich, dass der Eintrag in die Ruhr nicht nur über die Abläufe der Kläranlagen, sondern ebenso durch eine geogene Hintergrundbelastung der zufließenden Gewässer im Einzugsgebiet erfolgt. Im Bereich der Ruhr ist die metallverarbeitende Industrie bereits seit dem Mittelalter angesiedelt. So finden sich im Sauerland zahlreiche Schwermetallagerstätten, die vielerorts auch bergmännisch, zum Teil bis zum Ende des letzten Jahrhunderts, abgebaut wurden und bis heute Quellen für die Auswaschung von Schwermetallen sind. Beispielhaft zu nennen sind die Gebiete um Meggen und Ramsbeck.

Mittlere Konzentrationen für die Jahre 1972/73 lagen an der Probenahmestelle Wetter für Nickel bei 62 µg/l, für Cadmium bei 2,7 µg/l und für Zink bei 210 µg/l. Das hochtoxische Quecksilber erreichte eine Konzentration von 0,30 µg/l. Ein Blick auf die entsprechenden Mittelwerte des Jahres 2022 zeigt die Wirksamkeit der Maßnahmen, die nicht zuletzt der Ruhrverband sowie vor allem Industrie und Gewerbe unternahm. Gelang es in den 1930er Jahren durch sogenannte Flusskläranlagen wie dem Hengstey- oder Harkortsee Metalle dem Gewässer durch Sedimentation zu entziehen, so konnten seit den 1970er Jahren des vorherigen Jahrhunderts durch den intensiven Aus- und Neubau von Kläranlagen, vor allem aber durch die Einführung und Optimierung der Abwasserbehandlung bei den industriellen und gewerblichen Unternehmen, nachhaltige Qualitätsverbesserungen des Ruhrwassers erreicht werden. So reduzierte sich der Wert des Nickels um den Faktor 25, der für Zink auf weniger als ein Zehntel, der des Cadmiums um mehr als Faktor 35. Der Mittelwert für Quecksilber lag unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,005 µg/l und war somit um einen Faktor von mindestens 60 kleiner. Auch heutzutage spielen Schwermetalle in der aquatischen Umwelt eine große Rolle und sind zum Teil mit Umweltqualitätsnormen (UQN) oder Orientierungswerten belegt. Auch wenn die Konzentrationen in der Ruhr seit langem auf recht niedrigem Niveau liegen, werden nicht alle Zielvorgaben immer und überall eingehalten.

Aufgrund ihrer gestiegenen Bedeutung und Verbrauchs in der modernen Industrie wurden ab dem Jahr 2011 Metalle aus der Gruppe der seltenen Erden in das Untersuchungsportfolio aufgenommen. Für das vor allem zu medizinischen Zwecken genutzte Gadolinium, es ist Bestandteil in Kontrastmitteln zur medizinischen Diagnostik, wurde 2011 eine mittlere Konzentration mit 0,059 µg/l an der Probenahmestelle Essen-Werden ermittelt. Für das Jahr 2022 waren dort 0,098 µg/l festzustellen. Für dieses Element ist eine für abwasserbürtige Stoffe typische Konzentrationszunahme im Fließverlauf festzustellen, der für die anderen 15 untersuchten Lanthanoide nicht zu beobachten war.

Flüchtige organische Substanzen

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 Lösungsmittel 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. Methyl-tert-butylether (MTBE), wurde in Ottokraftstoffen zur Erhöhung der Klopfestigkeit verwendet und ersetzte bleiorganische Verbindungen, Benzol sowie weitere aromatischen Kohlenwasserstoffe. Der Geruchs- und Geschmacksschwellenwert für MTBE von 2,5 µg/l in Wasser, die hohe Mobilität und die praktisch nicht vorhandene biologische Abbaubarkeit führen zu einem problematischen Verhalten in der Umwelt sowie bei der Wasseraufbereitung. Gleiches gilt auch für den strukturell ähnlichen ETBE (Ethyl-tert-butylether), welcher MTBE als Benzinzusatzstoff ablöste, aber in Hinsicht auf das Gefährdungspotenzial etwas günstiger beurteilt wird. 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. Oberflächengewässerverordnung sowie Grenzwerte in der Trinkwasserverordnung (TrinkwV).

Erstmals erwähnt wurden die VOC im Ruhrgütebericht 1974. Die umwelttechnische Bedeutung der LHKW war Anlass eine spezielle Untersuchungsmethode für die neun gebräuchlichsten Verbindungen in Wasser und Schlamm zu entwickeln. Bei der publizierten Methode handelte es sich um ein GC-ECD/FID-Verfahren nach n-Pentan-Extraktion [9.1]. Ab 1999 basierte die Bestimmung von 16 VOC auf der dynamischen Headspace-Extraktion mit nachfolgender Gaschromatographie und massenspektrometrischer Detektion, mit welcher die Bestimmungsgrenze substanzabhängig um etwa eine Größenordnung auf 0,001 bis 0,1 µg/l herabgesenkt werden konnte. Wegen des seit Anfang 2003 geltenden Trinkwassergrenzwertes von

5 µg/l wurde Vinylchlorid mit einer Bestimmungsgrenze von 1 µg/l noch im gleichen Jahr mit in das Untersuchungsprogramm aufgenommen. 2005 wurden 36 Substanzen regelmäßig analysiert und durch Verfahrensmodifikationen die Bestimmungsgrenzen von MTBE und ETBE von 0,2 µg/l auf zunächst auf 0,02 µg/l und schließlich auf 0,01 µg/l abgesenkt. Im Jahr 2006 beinhaltete die Methode bereits 65 flüchtige organische Substanzen. Eine Verfahrensumstellung von der dynamischen Headspace-Extraktion auf das ebenfalls genormte statische Headspace-Extraktionsverfahren erfolgte im Jahr 2016. Durch

ständige Anpassungen an nationale und internationale Vorgaben sowie durch Ergänzungen weiterer potenziell für das Ruhreinzugsgebiet relevanten Substanzen umfasste im Jahr 2022 die Methodik 69 VOC.

In der Ruhr wurden 1974 im Mittel 2,5 µg/l Chloroform, 0,05 µg/l Tetrachlorkohlenstoff, 0,7 µg/l Trichlorethen und 0,5 µg/l Tetrachlorethen gefunden. Die ubiquitäre Verbreitung dieser Substanzen war 1981 Grund für die Untersuchung der Ausläufe der Ruhralsperren. Nach Einstellung der Produktion eines Zellstoffwerks im Spätherbst 1990 ging insbesondere die Chloroform-Konzentration in der Ruhr drastisch zurück. In der ersten Dekade dieses Jahrhunderts nahm das Vorkommen an LHKW und BTEX in der Ruhr und damit ihre Bedeutung beständig ab und pendelte sich zunächst auf ein konstant niedriges Niveau ein. In der zweiten Dekade waren nur noch einzelne LHKW sporadisch nachweisbar. Einzig Tetrachlorethen war in diesen Jahren kontinuierlich, mit einem Belastungsschwerpunkt in der mittleren Ruhr an der Ü.-Station Fröndenberg nachweisbar.

Der Benzinzusatzstoff MTBE tauchte in der Ruhr vor etwa 20 Jahren auf. Die Grundbelastung betrug 2005 ca. 0,05 µg/l und war damit deutlich geringer als die des Rheins mit 0,4-0,8 µg/l [9.2]. 2008 wurden in über 50 % der Proben MTBE oder ETBE an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen nachgewiesen, wobei ETBE häufiger als MTBE auftrat und Benzol, welches ebenfalls als Antiklopffmittel eingesetzt wurde, nicht nachgewiesen werden konnte. So schnell wie die Anzahl der Positivbefunde an ETBE in der Ruhr zugenommen hatten, nahmen diese auch wieder ab. MTBE war hingegen von 2010 bis 2013 in fast 70 % der Proben nachweisbar. Etwa 15 Jahre nach dem ersten Nachweis, konnten MTBE und ETBE nicht mehr regelmäßig in der Ruhr nachgewiesen werden.

Die überwiegende Zahl der untersuchten VOC lag seit 1973 unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze, was die generell geringe Belastung der Ruhr belegt. Die wenigen nachgewiesenen Verbindungen, mit vergleichsweise geringen Konzentrationen, gingen über die fünf vergangenen Jahrzehnte kontinuierlich zurück. Im Jahr 2022 konnten Befunde, ebenso wie in den Vorjahren so gut wie nicht festgestellt werden. Einzige signifikante Ausnahme war Tetrachlorethen, welches an der Probenahmestelle Ü.-Station Fröndenberg in acht von elf untersuchten Proben knapp oberhalb der Bestimmungsgrenze nachweisbar war. Die UQN wurden 2022 sicher eingehalten.

Industriechemikalien

Bereits in der dritten Ausgabe des Ruhrgüteberichts wurde über die Untersuchungen zu Chlorphenolen berichtet, die aufgrund ihrer unangenehmen Geruchsbeeinträchtigung des Trinkwassers schon seit vielen Jahren weltweit diskutiert wurden. Eingesetzt wurden die Chlorphenole Mitte der 1970er Jahre zunehmend als Konservierungs- und Desinfektionsmittel. Für die entsprechenden Untersuchungen wurde eine Analysenmethode erarbeitet, mit der es möglich war, die sehr niedrigen

Konzentrationen unterhalb der experimentell ermittelten Geruchsschwelle zu erfassen. Zum Einsatz kam nach einer flüssig-flüssig-Extraktion eine gaschromatographische Trennung und eine Detektion mittels ECD. Die Messergebnisse bestätigten das Vorhandensein entsprechender Phenole vor allem in der unteren Ruhr. Auf Grund der ermittelten Konzentrationen konnte eine negative Beeinflussung der Trinkwassergewinnung jedoch ausgeschlossen werden.

Eine zunehmende Anzahl von Berichten über Befunde der Chemikalie TMDD in deutschen Gewässern gab Anlass, auch die Ruhr auf diesen Stoff zu untersuchen. Die sehr gut wasserlösliche Substanz wird auf Grund ihrer Fähigkeit, die Oberflächenspannung von wässrigen Lösungen und Dispersionen zu senken, in verschiedenen Produkten als Substituent für organische Lösungsmittel eingesetzt. Unter anderem findet sich das Tensid in Druckertinten und Farben. Hohe Konzentrationen an TMDD werden häufig in den Abwässern der Papierrecycling- sowie der Druckfarbenindustrie nachgewiesen. Bei den Untersuchungen, die im Oktober des Jahres 2008 starteten, traten die ersten nennenswerten Befunde bei Ruhr-km 160,72 auf. Diese befanden sich bereits auf dem Niveau des für Essen-Rellinghausen bestimmten Mittelwertes von 0,60 µg/l. Die weiteren Mittelwerte an den flussabwärts liegenden Messstellen variierten im Bereich von 0,6 und 1,0 µg/l. Im Folgejahr mit deutlich mehr Probenahmen und Messungen betrug der Mittelwert 0,44 µg/l, der Konzentrationsverlauf im Fließweg war der gleiche. Die Substanz ist nach wie vor im Untersuchungsumfang des Labors enthalten und weist über die Jahre ein weitgehend identisches Konzentrationsniveau auf.

Pestizide und deren Metabolite

Im Bereich der Pflanzenschutzmittel ist bei einem Blick auf die letzten 50 Jahre ein Phänomen der Verdrängung zu beobachten, welches immer nach dem gleichen Muster verläuft. Eine Substanz wird als kritisch eingestuft und in Folge dessen in ihrer Verwendung eingeschränkt. Daraufhin kommt als Ersatz eine neue Substanz auf den Markt, die nach einigen Jahren ebenfalls als kritisch eingeschätzt und demzufolge wiederum in ihrem Einsatz eingeschränkt wird. Diese Zyklen wären nur dadurch zu unterbrechen, indem die Notwendigkeit des Einsatzes solcher Substanzen generell reduziert würde. Im Falle der PSM bedeutet dies an Möglichkeiten zu arbeiten bzw. Praktiken umzusetzen, die den Einsatz von PSM unnötig machen.

[9.1] Dietz, F., J. Traud, J.: Bestimmung niedermolekularer Chlorkohlenwasserstoffe in Wässern und Schlämmen mittels Gaschromatographie Vom Wasser, 1973, 41, S. 137-155

[9.2] Rosenbaum-Mertens, J., Düsseldorf: „MTBE-Benzinzusatzstoff im Rhein“ Vortrag anlässlich der 39. Essener Tagung für Wasser- und Abfallwirtschaft vom 29.-31. März 2006, Essen

Ende der 1970er Jahre wurden in der Ruhr mit Pestiziden wie Aldrin, Hexachlorbenzol und Hexachlorcyclohexan (HCH) noch Substanzen nachgewiesen, die heutzutage schon lange durch die Stockholmer Konvention sowie die EU-WRRL verboten sind. Die Wirkung von Aldrin als Fungizid wurde in den 1940er Jahren entdeckt. Bedingt durch die beobachtete Persistenz und Funde in der Nahrungskette wurde die Anwendung in den 1970er Jahren stark eingeschränkt. Nachfolgend wurde die Überwachung in Oberflächengewässern im Jahr 1975 durch die Aufnahme der Verbindungen in die Liste der Qualitätsanforderung an Oberflächengewässer für die Trinkwassergewinnung gefordert. Durch diese Maßnahmen sowie das endgültige Anwendungsverbot im Jahr 1981 konnte bei Untersuchungen Anfang der 1990er Jahre keine dieser Substanzen mehr in der Ruhr nachgewiesen werden. Im Gegenzug wurden dafür mit Atrazin und Simazin vermehrt Substanzen aus der Gruppe der Triazine detektiert, die seit den 1960er Jahren als Pflanzenschutzmittel eingesetzt wurden. Aufgrund eines Anwendungsverbots in Deutschland im Jahr 1991 ging deren Gehalt in der Ruhr in den 1990er Jahren aber auch wieder deutlich zurück, so dass bei Messungen im Jahr 1996 die beiden Substanzen keine Rolle mehr spielten. Dafür fand das Totalherbizid Diuron vermehrt Anwendung. So stieg der Anteil von Proben mit Konzentrationen oberhalb von 0,1 µg/l von 6,7 % im Jahr 1986 auf 26 % im Jahr 1993 an. Aufgrund des hohen Einsatzes wurden in dieser Zeit durch die Wasserwerke an der Ruhr Informationsschreiben verschickt sowie entsprechende Veranstaltungen durchgeführt, um die Anwender über die Problematik von Diuron bei der Trinkwassergewinnung hinzuweisen und zu einem Verzicht aufzufordern. Im Jahr 2005 war Diuron zwar noch das am meisten in der Ruhr gefundene PSM, allerdings mit stark rückläufigen Konzentrationen. Da im Anwendungsbereich weiterhin ein Totalherbizid notwendig war, wurde als Ersatz auf ein anderes Mittel, nämlich Glyphosat, zurückgegriffen. Dieses wurde an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen im Jahr 2002 lediglich in zwei von 14 untersuchten Proben überhaupt nachgewiesen. Das Abbauprodukt AMPA wurde mit einer mittleren Konzentration von 0,29 µg/l bestimmt. Im Jahr 2022 betrug diese 0,76 µg/l. Da Glyphosat ab 2024 in Deutschland nicht mehr eingesetzt werden darf, sich an der grundsätzlichen Notwendigkeit eines Totalherbizids bisher aber kaum etwas geändert hat, wird dessen Rolle in Zukunft wahrscheinlich eine andere Verbindung übernehmen und der Kreislauf wird fortgesetzt. Mit Hinblick auf die Vergangenheit ist stark davon auszugehen, dass diese in den nächsten Jahrzehnten aber das gleiche Schicksal wie Aldrin, Atrazin, Diuron und Glyphosat erfahren wird.

Polyzyklischen aromatische Kohlenstoffe

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 Kleinfuer-

anlagen. Mit einem Anteil von 45 % ist der Eintrag von PAK größtenteils auf urbane Quellen zurückzuführen. Der Anteil der Kläranlagen beträgt lediglich 6 % [9.3]. Die umweltchemische Bedeutung der PAK ist auf ihre karzinogenen, teilweise hormonellen und genotoxischen 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. Die gegenwärtige deutsche TrinkwV berücksichtigt die Summe von vier PAK [9.4]. In den Jahren von 1994 bis 2002 waren zusätzlich noch Fluoranthen und Benzo[a]pyren gemäß der TrinkwV von 1990 zu berücksichtigen. Darüber hinaus existierten und existieren zahlreiche weitere gesetzgeberische Einzelregelungen.

Auch wenn die PAKs bereits im Jahr 1981 im Ruhrgütebericht Erwähnung fanden, wurde erstmals im Jahr 1994 ausführlicher über sie berichtet. Zu dem Zeitpunkt wurden nach einem DIN-Entwurf zehn PAK mit HPLC-FLD quantifiziert und die Ergebnisse in Relation zu den Regelungen der TrinkwV gesetzt. Mit Ausnahme von Fluoranthen und Pyren lagen die Konzentrationen aller untersuchten Proben stets unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,010 µg/l. Aus analytischen Gründen wurden zunächst nur 15 der 16 EPA-PAK nach der entsprechenden DIN-Norm mittels HPLC mit Fluoreszenzdetektion nach flüssigflüssig-Extraktion analytisch erfasst, da die analytische Empfindlichkeit für Acenaphthylen nur mittels UV-Detektion ausreichend ist. Seit ca. 15 Jahren wird das Vorkommen der PAK in der Ruhr regelmäßig ausführlich im Ruhrgütebericht dargestellt. Die PAK werden in niedrigen Konzentrationen, regelmäßig und ganzjährig im gesamten Ruhrverlauf nachgewiesen, welches auch auf die Absenkung der Bestimmungsgrenze um Faktor zehn, auf 0,001 µg/l, Ende der 2000er Jahre zurückzuführen ist. Die dominantesten Vertreter sind Fluoranthen, Phenanthren und Pyren. Nach einer Abnahme der PAK-Konzentration im Ruhrwasser in den ersten Jahren des 21. Jahrhunderts ist seit Anfang der 2010er Jahre eine Stagnation festzustellen. Die Anforderungen der TrinkwV wurden stets und die geltenden UQN weitestgehend eingehalten. In vereinzelten Jahren kam es zu Überschreitungen bei Fluoranthen, Benzo[ghi]perylen und Benzo[a]pyren, wobei für letzteres die Einhaltung der sehr niedrigen JD-UQN von 0,00017 µg/l aufgrund der Bestimmungsgrenze von 0,001 µg/L nicht sicher überprüft werden kann. Im Jahr 2022 wurden die ZHK-UQN sowie die JD-UQN für alle untersuchten PAK in der Ruhr, mit Ausnahme der ZHK-UQN für Benzo[b]fluoranthen und Benzo[ghi]perylen sowie die JD-UQN für Benzo[a]pyren, eingehalten. Die Überschreitungen sind auf die erhöhten Abflüsse im Frühjahr 2022 zurückzuführen.

Komplexbildner

Komplexbildner sind Bestandteil von Reinigungs- und Waschmitteln und werden auch in privaten Haushalten eingesetzt. In der Industrie finden sie beispielsweise Anwendung in metallverarbeitenden Betrieben bei Reinigungs- oder Produktionsprozessen sowie zur Maskierung unerwünschter und störender Erdalkali-, Metall- und Schwermetall-Kationen in Betrieben der Zellstoffindustrie.

Seit Mitte der 1980er Jahre werden in der Ruhr synthetische Komplexbildner vom Typ der Aminopolycarbonsäuren untersucht. Dazu gehören neben EDTA (Ethyldiamintetraessigsäure) und MGDA (Methylglycindiessigsäure) noch weitere fünf Vertreter. Die Substanzen gelten hinsichtlich ihrer Toxizität als unbedenklich, sind allerdings zum Teil biologisch schwer abbaubar.

NTA (Nitrilotriessigsäure) wurde in den 1980er Jahren in Abstimmung mit dem damaligen Bundesministerium des Innern und unter finanzieller Beteiligung der Waschmittelindustrie verstärkt überwacht, da er zunehmend als Phosphat-Ersatzstoff in Wasch- und Reinigungsmitteln eingesetzt wurde. Nach umfangreichen analytischen Arbeiten wurde die Substanz regelmäßig in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen bestimmt. Alle festgestellten Konzentrationen lagen im einstelligen µg/l-Bereich und damit unter dem damalig festgelegten Auslösewert von 10 µg/l für ein bundesweites Monitoring. In den folgenden Jahren wurden die gemessenen Konzentrationen sukzessive geringer, bis diese zu Beginn der 2000er Jahre fast gänzlich unter der damaligen Bestimmungsgrenze von 2 µg/l lagen. Obwohl diese analytische Grenze mittlerweile auf 0,5 µg/l gesenkt wurde, änderte sich an der Tatsache nichts, dass NTA schon seit langem ohne Relevanz für die Ruhr ist.

EDTA, das lange Zeit in durchaus relevanten Mengen über häusliches Abwasser in die Kläranlagen gelangte, mittlerweile aber ausschließlich in Gewerbe und Industrie Anwendung findet, zeigt mit Abbauraten bis etwa 30 % eine schlechte Entfernbarkeit in der Abwasserreinigung und wird auch mit Pulveraktivkohle nur schwach zurückgehalten [9.5, 9.6, 9.7]. Waren in den späten 1980er Jahren noch Frachten von über 40 t/a in der Ruhr zu verzeichnen, sind diese seitdem stark zurückgegangen (Bild 9.4). Zu verdanken ist die positive Entwicklung Anwendungsbeschränkungen der Substanz für zahlreiche Industriezweige [9.8].

Neu in das Untersuchungsprogramm aufgenommen wurde 1996, neben anderen Komplexbildner, das DTPA (Diethylen-triamin-pentaessigsäure). Die gemessenen Gehalte und daraus berechnete Frachten waren viele Jahre deutlich größer als die des EDTA, nahmen schließlich ab dem Jahr 2006 aber recht rasch ab (Bild 9.4), was auf Substitutionsmaßnahmen in der Industrie zurückzuführen ist. Seit einigen Jahren ist DTPA nicht mehr oberhalb der Bestimmungsgrenze zu detektieren.

Im Herbst 2015 wurde mit MGDA eine weitere Verbindung in das Untersuchungsprogramm aufgenommen. Der starke Komplexbildner, der auch als Alternative zu EDTA einsetzbar ist, zeichnet sich gegenüber diesem durch die leichte biologische Abbaubarkeit aus. Die Substanz verfügt über ein günstiges Toxizitätsprofil und wird sowohl bei technischen Prozessen als auch in Privathaushalten eingesetzt. Ähnlich wie das NTA kann es Phosphate z. B. in Spülmaschinenreinigern ersetzen. Die Substanz wird seit Messbeginn bei Essen-Rellinghausen mit recht konstanten Frachten von 2-3 t/a und mittleren Jahreskonzentrationen zwischen 1 und 2 µg/l bestimmt (siehe Kapitel 7).

Moschusduftstoffe

Im Ruhrgütebericht wurden 1994 erstmals die synthetischen Moschusduftstoffe erwähnt, die wegen ihrer Eigenschaften, wie chemischer Beständigkeit und dem Haftvermögen an Textilien, auch heute noch in zahlreichen Produkten zu finden sind. Vertreter dieser Substanzklasse, die über das gereinigte Abwasser ihren Weg in Oberflächengewässer finden, weisen eine hohe Lipophilie auf, was zu einer Bioakkumulation in aquatischen Organismen führt. Andererseits lassen sich die Stoffe, adsorptiv gebunden an Klärschlamm, recht wirkungsvoll aus dem Abwasser entfernen.

Der Nachweis des Vorkommens in der Ruhr gelang damals in fast schon kriminalistischer Manier im Labor des Ruhrverbands durch den Vergleich von Massenspektren, die eher zufällig in Wasser- und Fischproben gefunden wurden, mit Spektren, die bei der Untersuchung von Wasch- und Reinigungsmitteln auftraten und dem Vergleich mit kommerziellen Spektrendatenbanken. Letzter Beweis, dass es sich bei der Verbindung um HHCB (1,3,4,6,7,8-Hexahydro-4,6,6,7,8,8-hexamethylcyclopenta-(g)-2-benzopyran) oder eingängiger benannt als Galaxolide® handelte, lieferte der analytische Vergleich mit einer Probe der Originalsubstanz eines Herstellers. Diese Verbindung ist

-
- [9.3] Umweltbundesamt: *Zustandsbewertung Industriechemikalien. In: Gewässer in Deutschland: Zustand und Bewertung*, 2017, S. 59-60
- [9.4] https://www.gesetze-im-internet.de/trinkwv_2001/BJNR095910001.html#BJNR095910001BJNG000201310, Zugriff 21. April 2023
- [9.5] Groß, R., Bunke, D., Moch, K., Leisewitz, A.: *Untersuchung der Einsatzmengen von schwer abbaubaren organischen Inhaltsstoffen in Wasch- und Reinigungsmitteln im Vergleich zum Einsatz dieser Stoffe in anderen Branchen im Hinblick auf den Nutzen einer Substitution*. In: UBA-FB 3709 65 430, Umweltbundesamt, 2012
- [9.6] Hillenbrand, T., Tettenborn, F., Menger-Krug, E., Marscheider-Weidemann, F., Fuchs, S., Tshovskii, 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
- [9.7] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hrsg.): *Spurenstoffinventar der Fließgewässer in Baden-Württemberg*, Ausgabe August 2014
- [9.8] Klopp, R., Pättsch, B.: *Organische Komplexbildner in Abwasser, Oberflächenwasser und Trinkwasser; Vorkommen, Bedeutung und Verminderungskonzepte, dargestellt am Beispiel der Ruhr, Wasser und Boden*, 1994, 46, S. 32-37

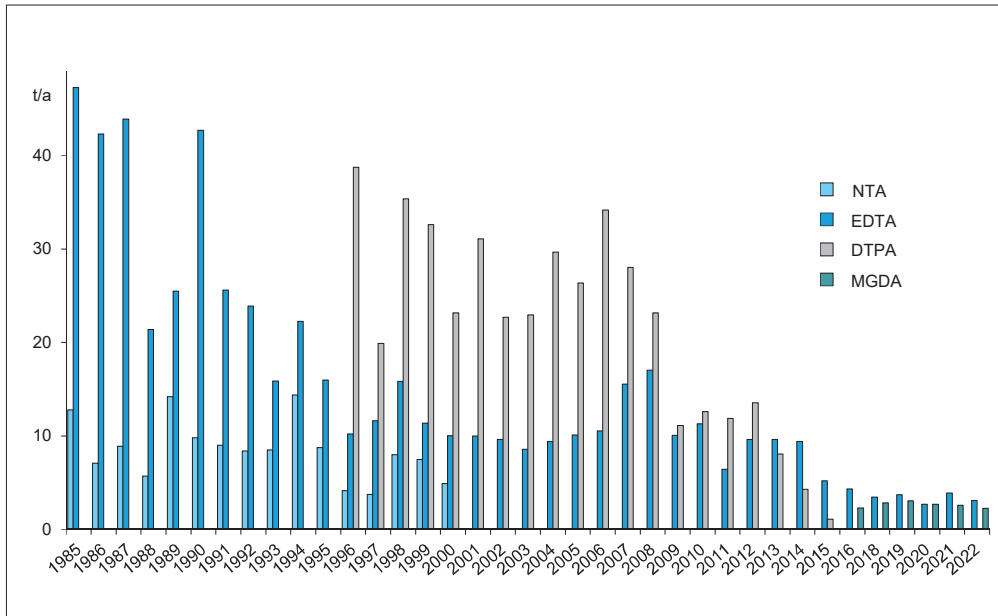


Bild 9.4: Entwicklung der Jahresfrachten von ausgewählten Komplexbildnern in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen

Fig. 9.4: Development of annual loads of selected complexing agents in the Ruhr at Essen-Rellinghausen

ebenso wie die bereits zuvor in der Literatur beschriebenen Nitromoschusverbindungen, die sich bereits im Analysenspektrum des Labors befanden, synthetischen Ursprungs und gehört zu den polyzyklischen Moschusduftstoffen. Analytisch erfolgten die Identifikation und Quantifizierung der Substanzen in der Ruhr nach Anreicherung auf einem Festphasenmaterial mittels GC-MS und GC-ECD [9.9, 9.10].

Der Parameterumfang der Duftstoffe wurde sukzessive erweitert und umfasste 1995 fünf Nitromoschus- und sechs polyzyklische Moschusduftstoffe. In den ersten Jahren wurden vor allem Feststoffe aus Gewässern und Kläranlagen, aber auch verschiedenste Biotaprobieren auf die genannten Substanzen untersucht. Nach und nach wurde der Fokus auf die Oberflächengewässer gelenkt. So wurde 1998 begonnen regelmäßig die Probenahmestelle Essen-Rellinghausen auf synthetische Duftstoffe zu untersuchen. Dabei konnte die mittlere Konzentration an Galaxolide® 1998 mit 0,074 µg/l und im Folgejahr mit 0,072 µg/l bestimmt werden. Die entsprechenden Werte für Tonalide® betragen 0,025 bzw. 0,017 µg/l. Mit einer Unterbrechung von etwa fünf Jahren werden beide Analyten bis heute in der Ruhr überwacht. Im Jahr 2022 wurden 0,038 µg/l für Galaxolide® und 0,004 µg/l für Tonalide® als Jahresmittelwert festgestellt. Dies ist eine deutliche Reduktion der Konzentrationen, die sich im Laufe der Jahre recht kontinuierlich entwickelte.

Pharmaka, Diagnostika und deren Metabolite

Erstmals wurde im Ruhrgütebericht für das Jahr 1995 über die Untersuchung der Ruhr auf Medikamentenrückstände berichtet. Mit Hilfe des hochempfindlichen und sehr selektiven Analyseverfahrens der Ion-Trap-GC-MS/MS wurden damals Ana-

lyten, die erst nach einer entsprechenden Derivatisierung gaschromatisch zugänglich waren, analysiert. Zu diesen Substanzen gehörten beispielsweise der Lipidsenker Clofibrinsäure und die Schmerzmittel Diclofenac und Ibuprofen. Nachdem anfangs noch mehr Augenmerk auf die Kläranlagen gelegt wurde und Oberflächenwässer nur sporadisch auf die Analyten untersucht wurden, erfolgte ab 1997 die meist wöchentliche Untersuchung der Ruhr bei Essen-Rellinghausen. Der Mittelwert dieses Jahres für Diclofenac war mit 0,080 µg/l durchaus vergleichbar mit dem Wert des Jahres 2022 von 0,095 µg/l, der für Ibuprofen lag mit 0,040 µg/l deutlich höher als im Berichtsjahr mit 0,010 µg/l.

In den Folgejahren wurde das Untersuchungsspektrum immer mehr erweitert. Mit Einführung der LC-MS-Messtechnik konnten ab 2007 Ergebnisse u. a. zu Betablockern (Antihypertensiva), Antiepileptika und Röntgenkontrastmittel berichtet werden. Immer wieder wurde auch auf Arzneistoffe untersucht, die zum entsprechenden Zeitpunkt in der Öffentlichkeit diskutiert wurden. So wurde aus Anlass der nahenden Schweinegrippe im Herbst 2009 der Wirkstoff des Grippemedikaments Tamiflu®, Oseltamivir, in Abstimmung mit dem MUNLV vorsorglich mit in das Untersuchungsprogramm aufgenommen. Die Untersuchungen in der Ruhr ergaben für die Hochphase der Grippewelle Werte nahe der Bestimmungsgrenze von 0,005 µg/l. Im Anschluss wurden keinerlei Befunde mehr verzeichnet.

Ein weiteres Beispiel ist das Medikament Ritalin®, dessen stimulierender Wirkstoff Methylphenidat zur Behandlung des Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätssyndrom (ADHS) eingesetzt und kontrovers diskutiert wird. Der Wirkstoff Methylphenidat wird im Körper durch Esterspaltung zu dem pharmaka-

kologisch gering aktiven Hauptmetaboliten Ritalinsäure abgebaut. Stark steigende Verordnungen, nach nur 34 kg im Jahr 1993 waren es 2006 bereits 1,2 t, aber auch die öffentliche Diskussion, führten zu einer Aufnahme des Metaboliten ins Analysenportfolio des Kooperationslabors. An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen konnte im Jahr 2011 ein Jahresmittelwert von 0,038 µg/l ermittelt werden. Wie die Diskussionen über dieses Medikament haben mittlerweile auch seine Konzentrationen in der Ruhr nachgelassen. An der oben genannten Stelle haben sie sich bis 2022 halbiert. Auch heute werden Arzneimittelwirkstoffe, insgesamt sind es mittlerweile mehr als 110, in der Ruhr überwacht und auch in signifikanten Konzentrationen gefunden (siehe Kapitel 7).

Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen

Im Jahr 2006 wurde von Wissenschaftlern der Universität Bonn im Rahmen einer Längsuntersuchung des Rheins an der Ruhrmündung erhöhte Werte von per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS, damals bekannt unter der Bezeichnung PFT, perfluorierte Tenside) nachgewiesen. Umfangreiche Untersuchungen ergaben, dass die Belastung durch die „Düngung“ landwirtschaftlicher Flächen mit „Bioabfallgemischen“ verursacht wurden. Der sogenannte „Bodenverbesserer“ war in illegaler Weise mit stark PFAS-belasteten Industrieschlämmen vermischt und über mehrere Jahre auf die betroffenen Felder aufgebracht worden. Dies war Anlass innerhalb von kürzester Zeit die PFAS-Analytik im Labor des Ruhrverbands zu etablieren. Dafür wurde mit der LC-MS ein neues Analyseverfahren eingeführt. Dieses nimmt seitdem einen immer größeren Stellenwert im Analyseportfolio ein. Zu Beginn wurden lediglich die beiden Vertreter PFOS (Perfluorooctansulfonsäure) und PFOA (Perfluorooctansäure) untersucht. Im Laufe der Zeit wurden weitere relevante Substanzen, wie z. B. das als Ersatzstoff verwendete H4-PFOS, in das Untersuchungsspektrum aufgenommen. Im Jahr 2022 befanden sich 18 Verbindungen in der Methodik. Um die umfangreichen Erfahrungen in der PFAS-Analytik, insbesondere mit den schwierigen Matrices Sicker- und Kläranlagenwässer, weiterzugeben beteiligt sich das Kooperationslabor damals wie heute an Arbeitskreisen des Deutschen Instituts für Normung zur Weiterentwicklung der entsprechenden Normen. In Zuge dessen fanden in den letzten Jahren umfangreiche methodische Arbeiten statt, mit dem Ziel perspektivisch 28 Substanzen analytisch zu erfassen, sowie zukünftig bei geeigneten Proben, z. B. Trinkwasser, auf eine aufwendige Probenvorbereitung verzichten zu können. Lag die Bestimmungsgrenze von PFOS und PFOA im Jahr 2006 noch bei 0,010 µg/l, konnte diese im Laufe der Zeit mehrfach abgesenkt werden und lag 2022 für die meisten PFAS bei 0,0005 µg/l.

Seit dem Jahr 2006 gab es sehr viel Bewegung im regulatorischen Bereich. So wurde im Jahr 2013 eine sehr niedrige UQN für PFOS von 0,00065 µg/l erlassen. In den Jahren 2018 und 2020 erfolgte aufgrund von neuen toxikologischen Erkenntnissen eine Bewertung seitens der EFSA, die in strengeren Grenzwerten mündete. Im Jahr 2020 wurden unter anderem aus dem Grund 20 PFAS-Verbindungen als

Summenparameter in die europäische Trinkwasserverordnung aufgenommen.

Während im Jahr 2006 der Schadensfall im Ruhreinzugsgebiet der einzige bekannte in Deutschland war, sind es mittlerweile eine Vielzahl von belasteten Flächen mit teilweise erheblichen Auswirkungen, z. B. auf die Trinkwassergewinnung bekannt. Aus diesem Grund und auch der Tatsache geschuldet, dass im Bereich der PFAS ebenfalls ein Zyklus aus „Anwendung neuer Substanzen und Verbot der Substanzen“ existiert, hat Deutschland im Jahr 2023 zusammen mit vier weiteren EU-Mitgliedsländern einen Vorschlag zur EU-weiten Beschränkung von PFAS unterbreitet. Der Vorschlag bezieht sich dabei nicht wie sonst üblich auf einzelne Teilgruppen, wie z. B. Carbon- oder Sulfonsäuren, sondern auf die gesamte Substanzklasse. Der Einsatz von PFAS soll demnach nur noch in einigen zwingend darauf angewiesenen Bereichen, z. B. persönliche Schutzausrüstung für Rettungs- und Sicherheitskräfte, ermöglicht werden. Der derzeit weit verbreitete Einsatz in vielen Produkten wie z. B. Kochgeschirr, Outdoor-Ausrüstung und Textilien wäre untersagt [9.11]. Mit einer solchen Regelung würde der langwierige Prozess des Verbots von Teilgruppen und/oder Einzelsubstanzen hinfällig und auf einen Schlag alle derzeit in Verwendung befindlichen sowie mögliche Ausweichsubstanzen verboten.

Wie in Bild 9.5 zu erkennen ist, betrug die Summenkonzentration von PFOA und PFOS im Jahr 2006 in der Möhnetalsperre vor der Sperrmauer knapp 0,6 µg/l. Durch die sofortigen Sanierungsmaßnahmen konnte der Gehalt sehr schnell deutlich reduziert werden. Im Jahr 2022 lag die durchschnittliche Summenkonzentration nur noch bei 0,015 µg/l.

Trotz dieser beachtlichen Erfolge sowie Substitutions- und Behandlungsmaßnahmen bei Industrieunternehmen kann die sehr niedrige UQN für PFOS in der Ruhr nicht eingehalten werden. Eine Auswertung nach dem neuen Grenzwert aus der TrinkwV von 0,1 µg/l für die Summe von 20 PFAS ist nur eingeschränkt möglich, da vier Substanzen zurzeit im Kooperationslabor nicht im Oberflächenwasser untersucht werden können. Deren Vorkommen ist in der Ruhr aufgrund ihrer Eigenschaften aber auch nicht zu erwarten. Die Summe der restlichen 16 Verbindungen unterschreitet mit einem Wert von 0,023 µg/l sicher den neuen Trinkwassergrenzwert.

[9.9] Eschke, H.-D., Traud, J., Dibowski, H.-J.: Untersuchungen zum Vorkommen polycyclischer Moschusduftstoffe in verschiedenen Umweltkompartimenten – Nachweis und Analytik mit GC/MS in Oberflächen-, Abwässern und Fischen (1. Mitteilung), UWSF-Z. Umweltchem. Ökotox., 1994, 6, S. 183-189

[9.10] Eschke, H.-D., Traud, J., Dibowski, H.-J.: Untersuchungen zum Vorkommen polycyclischer Moschusduftstoffe in verschiedenen Umweltkompartimenten – Befunde in Oberflächen-, Abwässern und Fischen sowie in Waschmitteln und Kosmetika (2. Mitteilung), UWSF-Z. Umweltchem. Ökotox., 1995, 7, S. 131-138

[9.11] <https://www.umweltbundesamt.de/eu-beschaenkt-die-verwendung-von-c9-c14-pfca>, Zugriff 22. Februar 2023

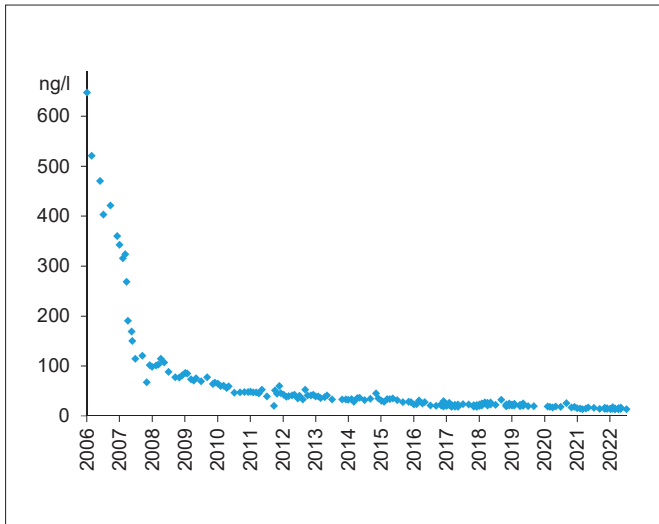


Bild 9.5: Entwicklung der Summe an PFOA und PFOS in der Möhnetal-sperre vor der Sperrmauer
 Fig. 9.5: Development of PFOA and PFOS combined in the Möhne Reservoir before the dam

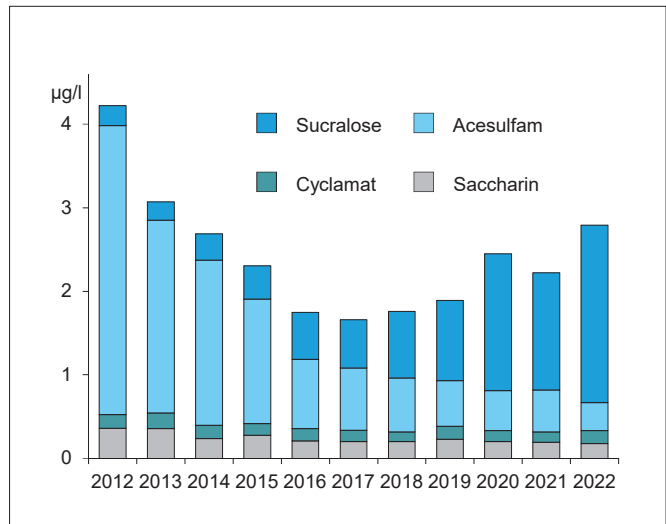


Bild 9.6: Entwicklung der mittleren Konzentrationen von ausgewählten Süßstoffen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen
 Fig. 9.6: Development of mean concentrations of selected sweeteners in the Ruhr at Essen-Rellinghausen

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 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 [9.12].

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. Nach aktuellem Forschungsstand gilt Sucralose als persistent, Acesulfam, Cyclamat und Saccharin hingegen als gut abbaubar [9.13, 9.14]. Das war in Bezug auf Acesulfam nicht immer so. Die Substanz wurde als Abwassertracer diskutiert und in Studien als solche herangezogen [9.15]. Einen Überblick über die Entwicklung der mittleren Jahreskonzentrationen der vier Süßstoffe seit dem Start der Analytik im Kooperationslabor gibt Bild 9.6.

Polare Substanzen

Aufgrund von Weiterentwicklungen bestehender sowie neu entwickelter Analyseverfahren konnten in der Wasseranalytik in den letzten zwanzig Jahren vermehrt sehr polare Substanzen untersucht werden. Vielfach werden die Vertreter unter der Bezeichnung PMOC (persistent and mobile organic compounds) zusammengefasst. Relevant ist die Gruppe wegen ihrer potenziellen Risiken für das Trinkwasser sowie die aquatische Umwelt. Seit dem Jahr 2015 befinden sich unter Zuhilfenahme von speziellen chromatographischen Trennsäulen und der Etablierung von neuen Methodiken mit Metformin und Guanlylharnstoff die ersten Vertreter aus dem sehr polaren Bereich in der Routineanalytik des Kooperationslabors. In den letzten Jahren sind weitere Substanzen, wie Glyphosat, Trifluoressigsäure, Amidosulfonsäure und Dicyandiamid hinzugekommen. Aufgrund von Forschungsarbeiten sowie der Tatsache, dass immer mehr Metabolite in den Fokus der Gewässerüberwachung rücken, ist davon auszugehen, dass in den nächsten Jahren vermehrt Zuwachs in der Gruppe der polaren Substanzen zu verzeichnen ist.

[9.12] https://www.bfr.bund.de/cm/343/bewertung_von_suessstoffen.pdf, Zugriff 09. Mai 2023

[9.13] 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

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

[9.15] Scheurer, M., Brauch, H.-J., Lange, F. T.: Die süße Seite der Wasseranalytik. In: GIT Labor-Fachzeitschrift 10/2009, S. 660-663

10 Entwicklung des Makrozoobenthos in den letzten 50 Jahren

Aus der Denkschrift „die zunehmende Gefährdung der Trinkwasserversorgung aus der Ruhr“ erwuchs 1973 der Wunsch, jährlich, umfassend und anschaulich über den Gütezustand der Ruhr zu berichten. Dies sollte der zum Teil nicht fachlich vorgebildeten Öffentlichkeit zugänglich sein und Sanierungsmaßnahmen wie auch Sanierungserfolge dokumentieren. Das ist nun 50 Jahre her. 50 Ruhrgüteberichte, in denen der Wandel der Ruhr und ihrer Nebengewässer als wichtiger Versorgungsknoten der Menschen im Ruhrgebiet begleitet werden konnte.

Seit 1973 erfolgte die Darstellung der Gewässergüte im Einzugsgebiet der Ruhr in Form einer Gewässergütekarte. Die Grundlage der Güteklassifizierung war hierbei im Wesentlichen die hydrobiologische Bestandsaufnahme der Fließgewässerbiozönosen, zu Beginn noch in Anlehnung an das Münchener Modell [10.1]. So wurde die Gewässergüte in der Ruhr zunächst nur anhand von Art und Häufigkeit der im Gewässer schwebenden Mikroorganismen, die artspezifisch in einer mehr oder weniger belasteten Umwelt vorkommen, angezeigt. Später folgte die Darstellung der Gewässergüte in der Ruhr und ihren Nebengewässern gemäß der überarbeiteten Fassung der DIN 38410 für die Bestimmung des Saprobienindex [10.2]. Dabei lässt das Vorkommen und die Besiedlungsdichte von Indikatororganismen Rückschlüsse auf die vorherrschenden Lebensbedingungen im Gewässer und damit auch Aussagen über die Wasserqualität und die Gewässergüte über einen längeren Zeitraum zu. Die Gewässergütebestimmung stützte sich hier auf die Befunde des Makrozoobenthos (Insektenlarven, Muscheln, Krebstiere) und auf das makroskopisch sichtbare Mikrobenthos (Bakterienzotten oder Abwasserpilze). Den verschiedenen Arten sind nach den Vorgaben der DIN 38410 spezifische Indexwerte zugeordnet, welche die Toleranz einer Art gegenüber Gewässerverschmutzungen widerspiegeln. Unter Berücksichtigung der vorgefundenen Häufigkeiten der jeweiligen Indikatorarten wurde ein Gesamtwert, der Saprobienindex, berechnet und nachfolgend in eine Güteklasse überführt. Diese wurde in einer farblichen Gütekarte, nach der Darstellungsweise der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser zuerst im Rahmen einer siebenstufigen und seit 2007 in einer fünfstufigen Güteklassifizierung in Bänderform dargestellt (LAWA 1995) [10.3].

Bild 10.1 zeigt einen Vergleich von sechs ausgewählten Gewässergütekarten von 1973 bis heute (s. auch entsprechende Ruhrgüteberichte). Hieraus ist abzulesen, dass sich die Gewässergüte im Ruhr-Einzugsgebiet auf Basis der saprobiellen Betrachtung deutlich verbessert hat. Dies ist in erster Linie auf die gesteigerte Reinigungsleistung der neu- und ausgebauten Kläranlagen zurückzuführen. Hinzu kommen eine teilweise innerbetriebliche Vorbehandlung von Industrieabwässern, die

Verminderung von Direkteinleitern und ein sukzessiver Rückgang der 1994 noch häufig auftretenden Sekundärverunreinigungen durch Algenwachstum besonders in den Ruhrstauseen. 2022 wurde an den 373 untersuchten Probenahmestellen im Ruhr-Einzugsgebiet das vor 50 Jahren formulierte Ziel, alle Gewässer der Güteklasse II, also dem guten saprobiellen Zustand zuordnen zu können, in 96 % der Fälle erreicht.

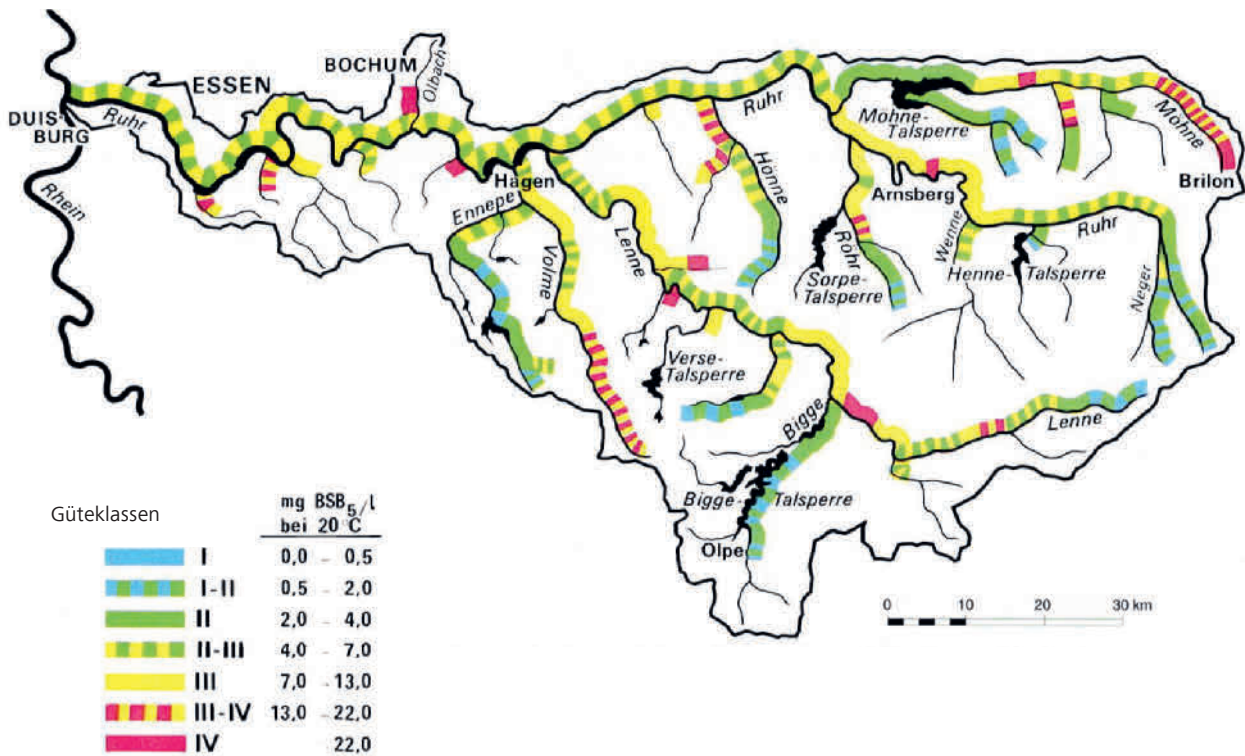
Vor dem Hintergrund der kooperativen Mitwirkung des Ruhrverbands beim operativen Gewässermonitoring gemäß EG-WRRL und der OGewV wird der ökologische Zustand eines Wasserkörpers bzw. einer Probenahmestelle seit 2007 maßgeblich anhand der biologischen Qualitätskomponente Makrozoobenthos (Wirbellosenfauna der Gewässersohle), Makrophyten&Phytobenthos (Wasserpflanzen und Algen der Gewässersohle) und Fischfauna sowie bei großen planktonführenden Strömen auch über die Qualitätskomponenten Phytoplankton bewertet. Diese Bewertungsmethode geht deutlich über die bis 2007 gebräuchliche Bewertung der saprobiellen Gewässergüte und der Strukturgüte hinaus, da die Methode in der Lage ist, vielfältige Belastungsfaktoren, die auf die verschiedenen aquatischen Lebensgemeinschaften wirken, zu erfassen; das Bewertungssystem liefert somit aussagekräftige Ergebnisse über die Wirkungen verschiedener Belastungsfaktoren auf die Lebensgemeinschaften. Im Ruhrgütebericht wird in besonderem Maße auf die Qualitätskomponente Makrozoobenthos (MZB) eingegangen, da die hohe Zahl von Indikatororganismen eine differenzierte Betrachtung ermöglicht. Zur Auswertung der vorgefundenen Makrozoobenthos-Lebensgemeinschaft wird das modular aufgebaute Verfahren PERLODES angewandt [10.4]. Als Datenquelle dienen die Untersuchungsergebnisse aus dem gemäß EG-WRRL vom Ruhrverband und vom LANUV NRW durchgeführten Gewässeruntersuchungen sowie Daten, die im Rahmen sonstiger Untersuchungen beim Ruhrverband (z. B. die integrale Entwässerungsplanung) erhoben wurden. Das Verfahren beinhaltet u. a. das Modul „Saprobie“, welches den Saprobienindex nach DIN 38410 in einem nun fünfstufigen Qualitätssystem gewässertypbezogen bewertet. Da das fünfstufige Bewertungsverfahren gewässertypspezifisch unterschiedliche Klassengrenzen berücksichtigt, führte dies bei der Umstellung dazu, dass derselbe Saprobienindex aus dem siebenstufigen Bewertungssystem nun in dem fünfstufigen Bewertungssystem möglicherweise einer anderen Qualitätsklasse zugeordnet wurde. Neben dem Modul der

[10.1] Hamm, A: *Die Ermittlung der Gewässergüteklassen bei Fließgewässern nach dem Gewässergütesystem und Gewässergütemonogramm*, Münchener Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie, Band 15 (1969), S. 46-48 R. Oldenbourg Verlag

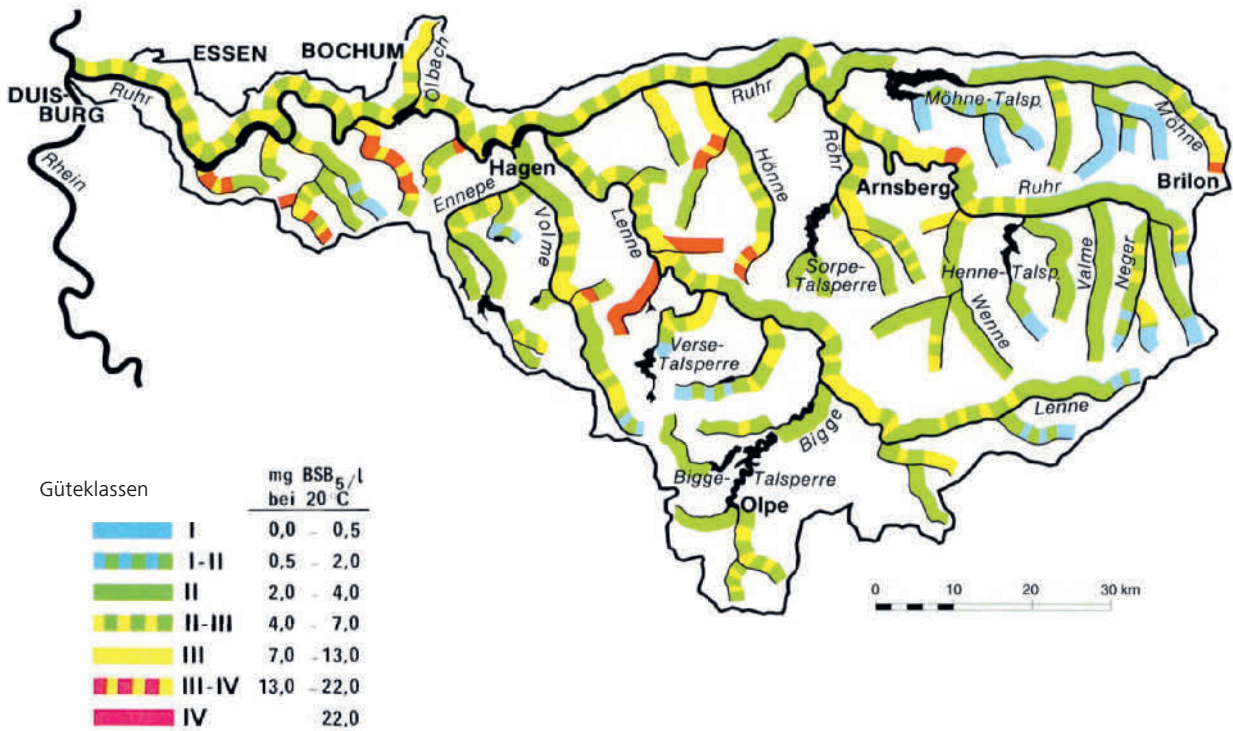
[10.2] DIN 38410, *Bestimmung des Saprobienindex in Fließgewässern*, Berlin: Beuth-Verlag GmbH

[10.3] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), *Gewässergüteatlas der Bundesrepublik Deutschland – Biologische Gewässergütekarte* 1995, Heft 1/96 S. 52

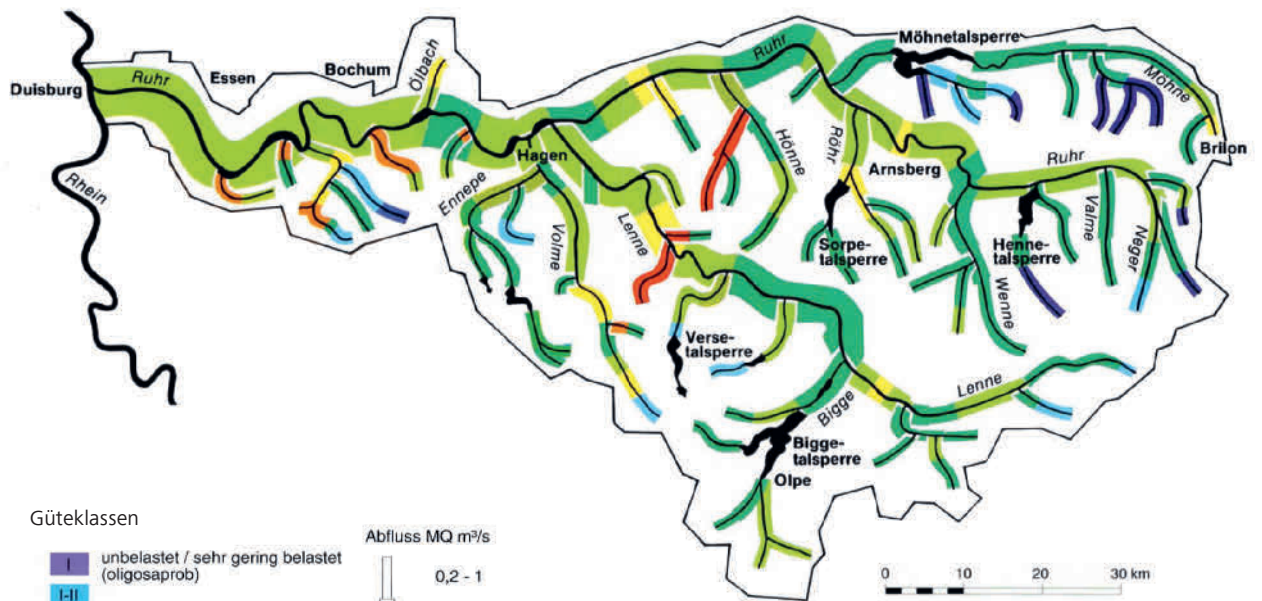
[10.4] <http://www.fliessgewaesserbewertung.de>



Gewässergüte 1973



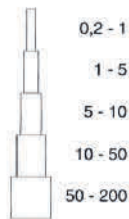
Gewässergüte 1983



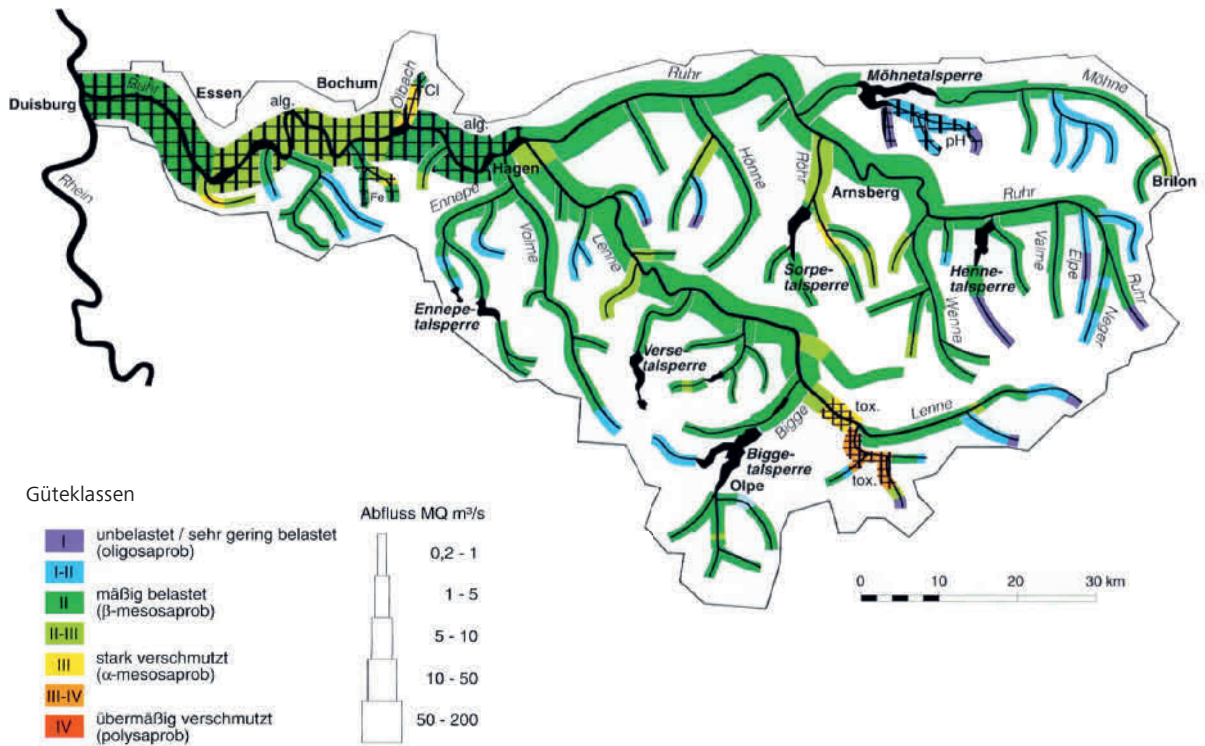
Güteklassen

- I unbelastet / sehr gering belastet (oligosaprob)
- I-II mäßig belastet (β-mesosaprob)
- II mäßig belastet (β-mesosaprob)
- II-III stark verschmutzt (α-mesosaprob)
- III stark verschmutzt (α-mesosaprob)
- III-IV übermäßig verschmutzt (polysaprob)
- IV übermäßig verschmutzt (polysaprob)

Abfluss MQ m³/s



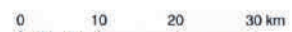
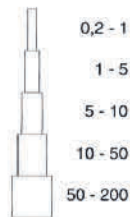
Gewässergüte **1992**



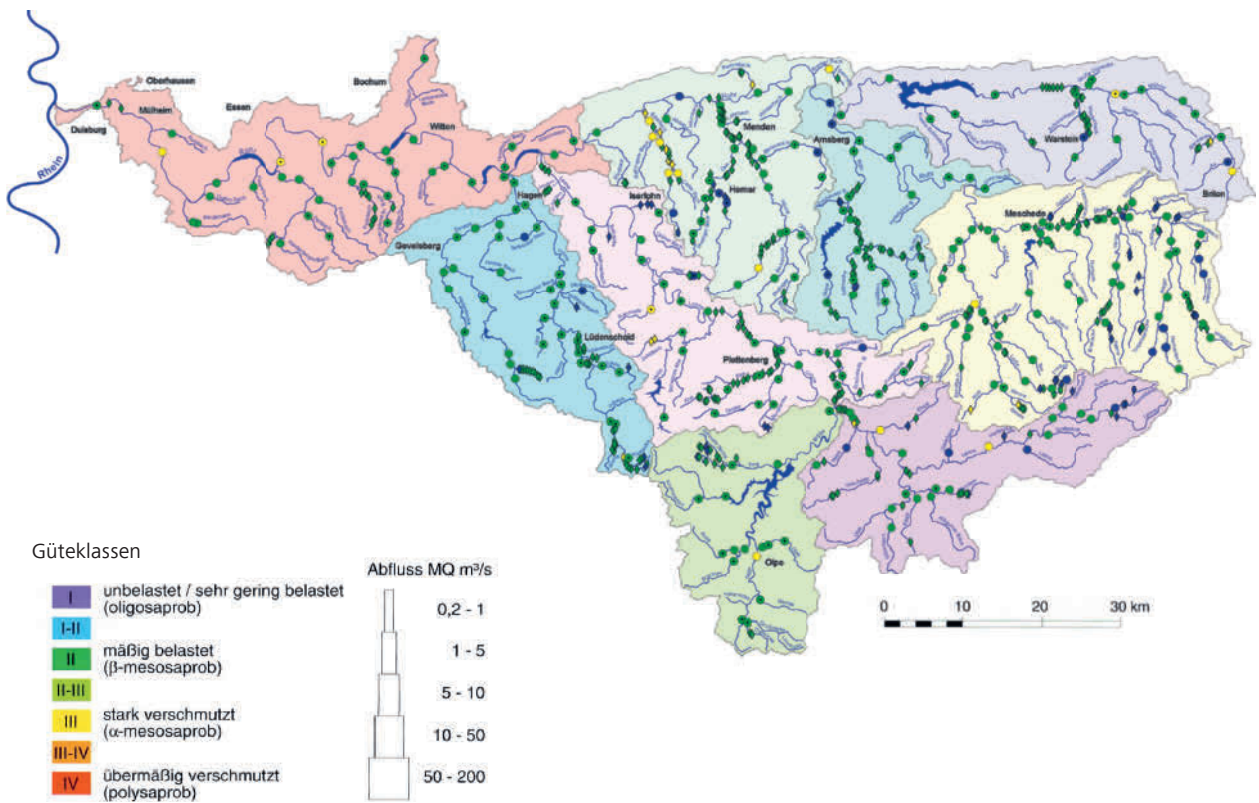
Güteklassen

- I unbelastet / sehr gering belastet (oligosaprob)
- I-II mäßig belastet (β-mesosaprob)
- II mäßig belastet (β-mesosaprob)
- II-III stark verschmutzt (α-mesosaprob)
- III stark verschmutzt (α-mesosaprob)
- III-IV übermäßig verschmutzt (polysaprob)
- IV übermäßig verschmutzt (polysaprob)

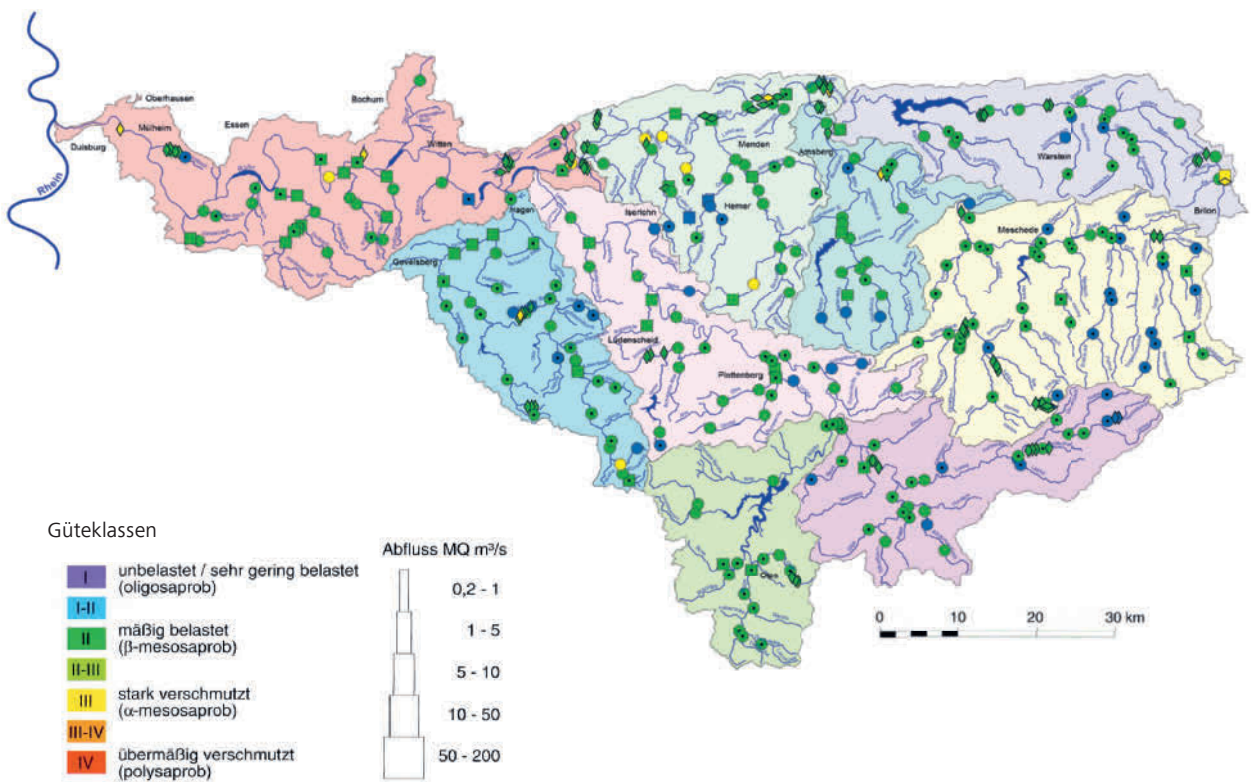
Abfluss MQ m³/s



Gewässergüte **2002**



Gewässergüte **2012**



Gewässergüte **2022**

Saprobie erfasst das PERLODES-Bewertungsverfahren auch das Modul der Allgemeinen Degradation und der Versauerung. Die Berechnung innerhalb des Moduls „Allgemeine Degradation“ erfolgt anhand biologischer Attribute, so genannter Core-Metrics, wie z. B. Artenzusammensetzung, Auftreten und Fehlen bestimmter funktionaler Gruppen, die sich je nach Gewässertyp unterscheiden. Diese Einzelmetrics werden zum sogenannten multimetrischen Index verrechnet, welcher den fünf Qualitätsklassen zugeordnet werden kann. Aus den berechneten Modulen Saprobie, Allgemeine Degradation und Versauerung wird dann nach dem „worst case Prinzip“ die ökologische Zustandsklasse ermittelt. Das heißt, dass das Modul mit dem schlechtesten Bewertungsergebnis für die Bewertung der ökologischen Zustandsklasse übernommen wird. Im Ruhr-Einzugsgebiet ist der Aspekt der Versauerung nur im oberen Ruhrabschnitt, im Fließgewässertyp 05 „grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche“ relevant. Die hier liegenden Probenahmestellen weisen über die Zeit einen „sehr guten“ und „guten“ saprobiellen Zustand auf und unterliegen daher keinem nachweisbaren Versauerungseinfluss.

Nach der Änderung der rein saprobiellen Betrachtung auf die modulare Betrachtung des PERLODES-Verfahrens wurde ab dem Jahr 2015 auch die in der EG-WRRRL formulierte Differenzierung von Wasserkörpern beim Ruhrverband umgesetzt. Die EG-WRRRL unterscheidet zwischen natürlichen Wasserkörpern (natural waterbodies = NWB), die den guten ökologischen Zustand erreichen sollen, künstlichen (artificial waterbodies = AWB) sowie erheblich veränderten Wasserkörpern (heavy modified waterbodies = HMWB), in denen die menschliche Nutzung das Erreichen eines guten Zustands unmöglich macht. Für die HMWB-Wasserkörper ist der Zielzustand das gute ökologische Potenzial, d. h. ein Zustand, der unter Beibehaltung der relevanten menschlichen 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 waren. Die damit aufkommende Möglichkeit einer Einzelfallbetrachtung führte dazu die untere, durch Stauhaltung geprägte Ruhr seit 2019 biologisch angepasst nach dem Fließgewässertyp 21_N „seeausflussgeprägte Fließgewässer“ zu bewerten.

Aus dem Vergleich der Probenahmestellen im Ruhr-Einzugsgebiet hinsichtlich des Moduls der Allgemeinen Degradation wird deutlich, dass anders als im Modul der Saprobie noch eine erhebliche Anzahl von Probenahmestellen den guten ökologischen Zustand verfehlen. Doch sind auch hier klare Tendenzen der Verbesserung zu erkennen. Während im Betrachtungszeitraum 2009 - 2014 noch 46 % der Probenahmestellen den guten oder sehr guten Bewertungszustand erreichten, sind es im Betrachtungszeitraum 2017-2022 bereits 59 %.

Ursächlich für den noch nicht durchgängig guten ökologischen Zustand der Ruhr und ihrer Nebengewässer sind im Wesentlichen die weiterhin bestehenden multiplen, meist strukturellen Gewässerbelastungen. Viele dieser Gewässer wurden in früheren Jahren aufgrund von Siedlungstätigkeit, Hochwasserschutz, Wasserkraftnutzung, Schifffahrt, Trinkwassergewinnung oder Landwirtschaft stark ausgebaut und unterliegen weiterhin diesen Nutzungen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass mit Blick auf die Gewässergüte das 1973 formulierte Ziel, die Gewässer in den guten saprobiellen Zustand zu bringen, bis auf wenige Ausnahmen erreicht wurde. Dadurch, dass die Saprobie als dominierender Faktor in der multifaktoriellen Betrachtung lange Zeit andere hydromorphologische Stressoren überdeckte, ist der Fakt, dass nun hydromorphologische Defizite (angezeigt durch das Modul der allgemeinen Degradation) sichtbar werden auf eine deutliche Verbesserung der Gewässergüte im Ruhreinzugsgebiet zurückzuführen. Die hydromorphologische Zustandsverbesserung der Ruhr und ihrer Nebengewässer bleibt als Aufgabe bestehen, die schon jetzt und auch in den kommenden Jahren intensiv angegangen wird. Mit der Übernahme der Gewässerunterhaltungspflicht – derzeit in Schmalenberg, Finnentrop und Herscheid - hat der Ruhrverband nun die Möglichkeit, eigeninitiativ in mittel- bis langfristiger Planung gezielte Entwicklungsmaßnahmen in den übernommenen Gewässern auf den Weg zu bringen und somit aktiv zur Verbesserung der Gewässermorphologie im Ruhreinzugsgebiet beizutragen.

Bild 10.1: Grafische Gegenüberstellung zur Entwicklung der Gewässergüte von 1973 bis 2022

Fig. 10.1: Graphic comparison on the development of water quality from 1973 to 2022

11 50 Jahre Talsperrenuntersuchungen und fischereiliche Talsperrenbewirtschaftung

Talsperren sind durch Aufstau von Fließgewässern geschaffene Wasserspeicher, die entsprechend den jeweiligen Nutzungsanforderungen betrieben werden. Der Ruhrverband besitzt im Sauerland insgesamt acht, in ihren Eigenschaften und Nutzungen vielfältige Talsperren mit einem Gesamtstauinhalt von 462 Mio. m³ (Tabelle 11.1). Sie dienen vor allem der Niedrigwasseraufhöhung, um den an der Ruhr liegenden Wasserwerken stets genügend Rohwasser in guter Qualität für die Trinkwassergewinnung zur Verfügung zu stellen. In abflussreichen Zeiten steht der Hochwasserschutz im Vordergrund. Abflussspitzen können wirksam gemildert werden, so dass Überflutungen durch die Ruhr und deren Folgeschäden in einem geringeren Ausmaß auftreten als ohne den Wasserrückhalt in den Staukörpern. An allen Ausläufen der Talsperren sind Turbinen installiert, um die Wasserkraft zur Gewinnung erneuerbarer Energie zu nutzen. Darüber hinaus bieten Talsperren eine Vielzahl von Freizeitmöglichkeiten im und am Wasser, dienen als ökologische Systeme dem Naturschutz und stellen attraktive Angelgewässer dar.

Der Verbesserung der Gewässergüte, auch in den künstlich geschaffenen Talsperren, wurde in den letzten 50 Jahren viel Aufmerksamkeit gewidmet. Das Ziel, durch geeignete Maßnahmen die Ursachen der Eutrophierung zu begrenzen und zumindest mesotrophe oder, wenn möglich, oligotrophe Verhältnisse zu erhalten oder wieder herzustellen, hat der Ruhrverband inzwischen erreicht. Dies gelang durch Maßnahmen, die zu einer Minimierung der Nährstoffeinträge und zu einer Stabilisierung der Ökologie in den Talsperren führten.

Die Reduzierung von bioverfügbarem Phosphor war besonders wichtig, weil er in den Ruhrverbands-Talsperren wachstums-limitierend wirkt. Zu den durchgeführten Maßnahmen gehörten u.a. die Modernisierung oder der Neubau von Kläranlagen und die Errichtung von Ringkanalisationen, welche Abwässer um Talsperren herumleiten und auf diese Weise von ihnen fernhalten. Auch die Umsetzung der Phosphathöchstmengenverordnung für Waschmittel und die zunehmende Niederschlagswasserbehandlung gehörten dazu. Außerdem führten das Gesetz für Gülleausbringung im Jahr 1985 und die Kooperation mit der Landwirtschaft zu Verringerungen des Nährstoffeintrags. Ein Erfolg der Kooperation lässt sich zum Beispiel am tendenziell gesunkenen Absatz von Mineraldünger in Nordrhein-Westfalen erkennen. Während der letzten rund 20 Jahre ist er für Stickstoff um etwa ein Drittel und für Phosphor um mehr als die Hälfte gesunken [11.1].

Als weiterer entscheidender Beitrag ist die seit 30 Jahren durchgeführte fischereiliche Bewirtschaftung unter ökologischen Gesichtspunkten zu nennen, welche im zweiten Teil des Kapitels ausführlich beschrieben wird. Mit einem gezielten

fischereilichen Management wird der Fraßdruck durch Zooplankton auf die planktischen Algen verstärkt, was das biozotisch wirksamste Mittel zur Begrenzung von Algenmassenentwicklungen darstellt und zur Verbesserung der Trophie beiträgt.

Auch die Beckenmorphologie hat Einfluss auf den Nährstoffhaushalt der Talsperre. Wo der Produktionszone (lichtdurchflutete Zone, in dem sich das Phytoplankton vermehrt) eine großvolumige Abbauzone (wo das Phytoplankton und andere tote Lebewesen unter Sauerstoffverbrauch zersetzt werden) gegenübersteht, wird der Sauerstoffhaushalt weniger belastet.

Seit nunmehr fast 50 Jahren wird über die Wasserqualität der Ruhrverbandstalsperren berichtet. Erste Untersuchungen wurden in den 70er Jahren anlassbezogen wegen störenden Eutrophierungserscheinungen in einzelnen Talsperren durchgeführt. Das systematische Untersuchungsprogramm für alle Talsperren wurde mit den Jahren aufgebaut und vor dem Hintergrund gesetzlicher Änderungen oder ruhrverbandsinterner Vorgaben mehrfach angepasst. Die Ergebnisse dieser limnologischen Untersuchungen dienen sowohl einer adäquaten fischereilichen Bewirtschaftung, dem frühzeitigen Handeln bei Gefährdungen des Ökosystems oder der Gewässernutzungen als auch der Überwachung und Bewertung entsprechend den Vorgaben der EG-WRRL bzw. des Landes NRW.

Seit 2020 werden zusätzlich täglich Messdaten erfasst, die durch den Betrieb einer Profilerboje (zunächst nur auf der Möhnetalsperre) zur Verfügung gestellt werden. Es werden Echogramme zur Fischschwarm-Erfassung und Tiefenprofile für Sauerstoff, Temperatur und Leitfähigkeit erstellt, was zum Beispiel das Management bei Sauerstoffmangel erheblich unterstützt. Zudem werden die Parameter Chlorophyll-a und pH-Wert mit aufgenommen und eine Erweiterung um den Parameter Cyanobakterien ist ebenfalls möglich.

Die Bestimmung des Trophiegrads, der aussagekräftigsten Bewertung für stehende Gewässer, erfolgt auf der Grundlage des LAWA-Abschlussberichts 2013 [11.2] mit den Anpassungen zur „Vorläufigen Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren“ [11.3]. Dazu werden jährlich Berechnungen des Gesamttrophieindex sowie der Einzelindizes für den Chlorophyll-a-Gehalt (Saisonmittel), die Phosphorkonzentration (Volldurchmischung im Frühjahr und Saisonmittel) und die Sichttiefe (Saisonmittel) durchgeführt.

Das Bild 11.1 zeigt die Entwicklung der Trophie in den Ruhrverbandstalsperren für den Zeitraum der letzten rund 40 Jahre. Der Erfolg der o. g. Anstrengungen lässt sich an den tendenziell sinkenden Kurvenverläufen ablesen. Ehemals eutrophe Talsperren, d. h. solche mit hohen Nährstoffkonzentrationen und dadurch starkem Phytoplanktonwachstum, was wiederum den Sauerstoffhaushalt belastet, sind nun erfreulicherweise im stabilen mesotrophen oder sogar im oligotrophen (nährstoffarmen) Bereich.

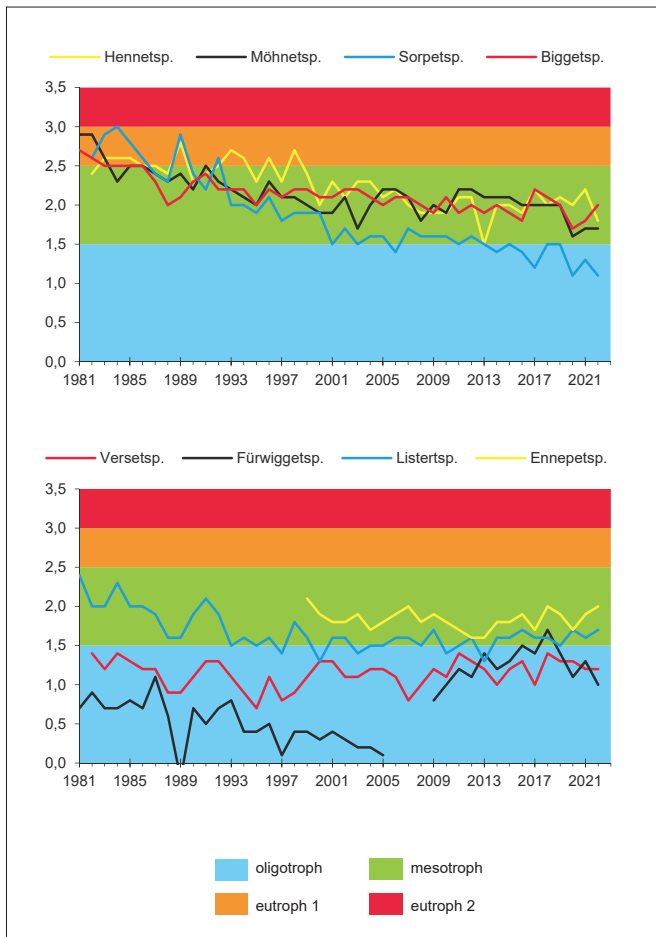


Bild 11.1: Entwicklung der Trophie in den letzten 40 Jahren in den Ruhrverbandstalsperren entsprechend der überarbeiteten Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren (LAWA 2013)
 Fig. 11.1: Development of the trophic status in the Ruhrverband's reservoirs during the last 40 years according to the revised directive for the trophic classification of reservoirs (LAWA 2013)

Auffällig ist, dass dort, wo das Wasser aus größtenteils bewaldeten Einzugsgebieten gespeist wird (vgl. Tabelle 11.1), offensichtlich beste Voraussetzungen für den oligotrophen Zustand vorliegen, wie z.B. bei der Verse-, Fürwigge- und Sorpetalsperre. Die Auswirkungen, die der Sturm „Kyrill“ im Jahr 2007 hinterlassen hatte, bestätigen diesen Zusammenhang: Im Einzugsgebiet der Sorpetalsperre beschädigte der Sturm 23 % der Waldfläche. Dies hatte zur Folge, dass die Nährstoffe auf diesen Flächen weniger zurückgehalten und deshalb vermehrt in das Talsperrensystem eingetragen wurden. Mit zunehmender Vegetationsbedeckung der entstandenen Brachflächen nahm der Nährstoffrückhalt allmählich wieder zu, so dass die Einträge vier Jahre später wieder dem Niveau von vor dem Sturm entsprachen [11.4].

Der deutliche Trophieindex-Anstieg bei der Fürwiggetalsperre lässt sich auf eine Sondersituation zurückführen. Das Becken wurde wegen Sanierungsarbeiten im Jahr 2006 komplett entleert und die bis zum Wiedereinstau gewachsene Vegetation

setzte durch den biologischen Abbau im Wasser über die folgenden Jahre in deutlichem Maße Nährstoffe frei.

Von den positiven Auswirkungen der vielen o.g. Maßnahmen profitieren bis heute Flora und Fauna, die BürgerInnen und auch der Ruhrverband. Die Verbesserungen zeigten so viel Wirkung, dass Anfang der 2000er Jahre vermutet werden konnte, dass Badeverbote aufgrund von Phytoplanktonmassenentwicklungen, zum Beispiel von Cyanobakterien (auch „Blualgen“ genannt), und kostenaufwändige hypolimnische Belüftungen, die zur Prävention von Fischsterben durch Sauerstoffmangel vor allem in den 1990er Jahren an Henne- und Biggetalsperre nötig waren, zukünftig eine Seltenheit darstellen würden. Heute wird allerdings deutlich, dass Belüftungseinsätze wieder vermehrt anfallen. An der Möhnetalsperre beispielsweise musste in den letzten zehn Jahren sechs Mal eingegriffen werden (2013, 2016, 2018, 2020, 2021, 2022). Auch Cyanobakterien sind in den letzten Jahren wieder häufiger ein Thema, allerdings findet man sie im Vergleich zu früher nicht in den hohen Mengen.

Ein Grund für diese nachteilige Entwicklung scheint die Verlängerung der Vegetationsperiode zu sein - ein Phänomen, das in den letzten Jahren immer wieder auftrat und über das bereits mehrfach im Ruhrgütebericht berichtet wurde (in den Berichtsjahren 2009, 2011, 2012, 2015, 2017) und das auch in der Literatur erwähnt wird [11.5]: Milde Temperaturen im Frühjahr und/oder bis in den späten Herbst fördern das Phytoplanktonwachstum in den Talsperren. Zusätzlich wird die Beanspruchung des Sauerstoffhaushalts durch eine früher einsetzende und/oder länger andauernde Temperaturschichtung verschärft.

Diese Vorgänge sowie die allgemein ansteigende Wassertemperatur [11.6] können außerdem anaerobe mikrobiologische Abbauprozesse begünstigen, die gebundene Nährstoffe aus dem Sediment remobilisieren, welche wiederum dem Phyto-

- [11.1] Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen: Nährstoffbericht NRW 2021. Seite 51, Abbildung 17
- [11.2] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) – ProjektNr. O 4.10 Abschlussbericht: Ökologische Bewertung von natürlichen, künstlichen und erheblich veränderten Seen mit der Biokomponente Phytoplankton nach den Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie, Stand Mai 2013
- [11.3] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) 2001 (Hrsg.): Gewässerbewertung – stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren, Schwerin: Kulturbuch Verlag Berlin GmbH 2001. ISBN 3889612377
- [11.4] Ruhrverband: Anorganischer Stickstoff in der Sorpetalsperre vor und nach dem Wintersturm „Kyrill“ am 19. Januar 2007. Ruhrgütebericht 2011, S. 70, Bild 4.2
- [11.5] Umweltbundesamt, Abschlussbericht von Stephan Garack et al.: Entwicklung der ökologischen Beschaffenheit von Oberflächengewässern im Klimawandel - Wirkmechanismen, Modellierungsansätze und Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der EG-WRRL. Text 139 / 2022, Mai 2021, ISSN 1862-4804
- [11.6] Ruhrverband: Mittlere epi- und hypolimnische Wassertemperaturen in der Möhnetalsperre in den letzten 35 Jahren. Ruhrgütebericht 2016, S. 77, Bild 6.2

Tabelle 11.1: Übersichtstabelle zu den Ruhrverbands-Talsperren, u.a. mit technischen Angaben und Informationen zum Einzugsgebiet
 Table 11.1: Overview of the Ruhrverband's reservoirs, including technical data and information on the catchment area

Parameter	Einheit	Biggetalsperre inkl. dem Vorbecken Listertalsperre	Möhnetalsperre	Sorpetalsperre	Hennetalsperre
Stauraum inkl. Vorbecken und ggf. Ausgleichsweiher	Mio. m ³	171,7	134,5	70,4	38,4
Wasseroberflächen-größe bei Stauziel	km ²	8,76	10,4	3,3	2,10
Absperrbauwerk: größte Höhe über Gründungssohle	m	57	40,3	69	60
Art des Absperrbauwerks		Steinschütt-damm	Bruchstein-staumauer	Erddamm mit Steinschüttung und Betonkern	Steinschütt-damm
Größe des Einzugsgebiets	km ²	287	433,42	100,1	99,1
Mittlere Gesamtjahres-stromerzeugung des Wasserkraftwerks	Mio. kWh	24	14,8	11,5	5,3
Zeitpunkt der Inbetriebnahme		1965	1913	1935	1955 (alte Talsperre: ca. 1905)
Prägung des Einzugs-gebiets	Wald	Viel	Möhne: Viel Heve: Überwiegend	Großteil	Viel
	Landwirt-schaftliche Nutzung	Viel, aber wenig intensive Nutzung	Möhne: viel Heve: sehr wenig	Viel, aber davon wenig intensive Nutzung	
	Befestigte Flächen	Eher wenig	Möhne: hohe Besiedlungsdichte Heve: sehr wenig	Wenig	
Trophie (2022)		mesotroph	mesotroph	oligotroph	mesotroph
Rohwasserentnahme für Trinkwasser		Listertalsperre: für KWO	keine	für Stadtwerke Sundern und HSK	für HSW, Wasserwerk mit aufwändiger Aufbereitung
Freizeitnutzung		Vielfältig inkl. Fahrgastschiffahrt (außer Listertalsperre)	Vielfältig inkl. Fahrgastschiffahrt (außer Naturschutz-gebiet)	Vielfältig inkl. Fahrgastschiffahrt	Vielfältig inkl. Fahrgastschiffahrt
Besonderheit		Größte und wasserwirtschaftlich bedeutendste RV-Talsperre	EU-Vogelschutzgebiet. Heterogene Wasser-qualität aufgrund unterschiedlich belasteter Einzugs-gebiete: Südlicher Teil ("Hevearm") zeigt deutlich geringere Belastung und ist Naturschutzgebiet und europäisches Naturerbe.	Überjahresspeicher, dessen Einzugsgebiet durch Beileitungen aus den östlichen Nachbartälern vergrößert wird. Für die Wasserqualität vorteilhafte tiefe U-Beckenform.	2016 ging ein neues Wasserwerk zur Abwendung von Mangelsituationen aufgrund von Trockenperioden in Betrieb.

Versetalsperre	Ennepetalsperre	Fürwiggetalsperre
32,8	12,6	1,67
1,8	1,03	0,18
62	51	29,1
Erddamm mit Steinschüttung und Betonkern	Bruchsteinstaumauer	Bruchsteinstaumauer
23,84	48,47	4,58
1,0	1,4	0,07
1951	1905, 1997 vom RV übernommen	ca. 1904, 1933 übernommen
Großteil	Viel	Großteil (hoher Anteil Nadelwälder und Moore)
Mäßig extensive, sehr wenig intensive Nutzung	Viel, aber davon wenig intensive Nutzung	Mäßig
Sehr wenig		Sehr wenig
oligotroph	mesotroph	oligotroph
Stadtwerke Werdohl	für AVU	Stadtwerke Meinerzhagen
Wandern, Angeln	Wandern, Angeln	Wandern
Seit Inbetriebnahme stabil oligotrophe Wasserqualität.	Seit Inbetriebnahme stabil gute mesotrophe Wasserqualität.	Untypisch niedriger pH-Wert aufgrund natürlicher Gegebenheiten im Einzugsgebiet. 2007 Wiedereinstau nach Entleerung wegen Sanierungsarbeiten.

planktonwachstum zur Verfügung stehen. Letztlich hat dieser Zyklus über die Jahre eine Zunahme der Nährstoffkonzentrationen und damit die Verschlechterung der Trophie zur Folge [11.7]. Die negativen Folgen dieser Entwicklung sind bei oligotrophen Gewässern weniger ausgeprägt als bei den mesotrophen. Vor dem Hintergrund des Klimawandels ist die Bewahrung und Verbesserung der Wasserqualität deshalb trotz der guten bis sehr guten Trophieindizes der Ruhrverbandstalsperren weiterhin besonders wichtig.

Dafür muss neben den genannten Maßnahmen zukünftig der Struktur des Einzugsgebietes und des Gebiets, das sich unmittelbar um die Talsperre erstreckt, besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Neben dem Nährstoffrückhalt durch Vegetationsbedeckung und natürliche Gewässerverläufe, spielt sowohl die Abkühlung der Umgebungstemperatur durch Wälder eine Rolle, als auch die Verringerung der Wassertemperatur durch Ufergehölze bei solchen Fließgewässern, die schmal genug für Beschattung sind [11.5, 11.8, 11.9, 11.10, 11.11]. Die Bedeutung des Ökosystems Wald kann nicht überschätzt werden, da der Nutzen neben der äußerst wichtigen Temperaturregulierung vielfältige weitere Ökosystemleistungen umfasst [11.5].

Was das Monitoring betrifft, wird die Nutzung von autark arbeitenden Multisensoren, z. B. auf einer Profilerboje wie sie zurzeit an der Möhnetalsperre verwendet wird, für die tägliche Beobachtung an weiterer Bedeutung gewinnen [11.5].

Fischereiliche Talsperrenbewirtschaftung

Talsperren sind künstliche Gewässer und unterscheiden sich bezüglich der hydromorphologischen Komponenten grundsätzlich von natürlichen Seen. Aus fischereibiologischer Sicht stellen die weitestgehend steil abfallenden Ufer, die über län-

[11.7] *Gewässer im Klimawandel - Fachtagung kompakt, Natur- und Umweltschutz-Akademie NRW (Einrichtung im LANUV), Recklinghausen, 01.03.2023: Auswirkungen und Folgen des Klimawandels auf stehende Gewässer. Vortrag von Michael Hupfer von der Brandenburg University of Technology Cottbus-Senftenberg und vom Leibnitz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei*

[11.8] *Gewässer im Klimawandel - Fachtagung kompakt, Natur- und Umweltschutz-Akademie NRW (Einrichtung im LANUV), Recklinghausen, 01.03.2023: Handlungsempfehlungen zur Reduzierung von Klimawandelinduzierten Stressoren auf die Gewässerökologie. Vortrag von Martin Palt, Umwelt-Campus Birkenfeld, Hochschule Trier*

[11.9] *Petra Hesslerová et al.: Daily dynamics of radiation surface temperature of different land cover types in a temperate cultural landscape: Consequences for the local climate. Ecological Engineering, Mai 2013, Band 54, Seiten 145-154*

[11.10] *Pieter de Frenne et al.: Global buffering of temperatures under forest canopies. Nature Ecology & Evolution, 2019, Band 3, Seiten 744-749*

[11.11] *Valentin Schalk: Ökonomische Bewertung der lokalen Klimaregulierungsfunktion siedlungsnaher Waldflächen. Diplom-Arbeit, TU Wien, Fakultät für Architektur und Raumplanung, 2016*

gere Zeiträume schwankenden Wasserstände in den Hauptbecken und die daraus resultierende eingeschränkte Ufer- und Unterwasservegetation ein nur bedingt für Fische günstiges Habitat dar. Es fehlen für manche Spezies die notwendigen Laichplätze sowie Jungfischhabitats, so dass eine natürliche Reproduktion oft nur eingeschränkt möglich ist. Die ständig wechselnden Verhältnisse erschweren somit die Ausbildung eines nach Art, Individuenzahl und Altersstruktur ausgewogenen Fischbestandes.

Ohne ein fischereiliches Management würden in den Talsperren anpassungsfähige Arten ohne spezielle Lebensraumansprüche wie Flussbarsch, Brasse, Rotaugen und teilweise auch die Kleine Maräne dominieren. Als natürliche Feinde dieser Arten fungieren fischfressende Vögel sowie Raubfische wie Hecht, Zander und Seeforelle. Diese Raubfische sind aber teilweise durch fehlende Laichhabitats benachteiligt und unterliegen zudem einem nicht zu unterschätzenden Befischungsdruk der Angler. Durch ein unausgewogenes Raubfisch-zu-Friedfischverhältnis besteht die Gefahr der sogenannten *Verbüttung* von Friedfischarten, also einem Zwergenwuchs durch einen überproportionalen Anstieg der Individuenzahl einer Fischpopulation im Verhältnis zum vorhandenen Nahrungsangebot. Aus diesen Gründen wird seit 1991 jede Talsperre in ihrer individuellen Ausprägung der strukturellen und physiko-chemischen Besonderheiten sowie der Zusammensetzung ihrer Fischfauna betrachtet. So können solche negativen Vorkommnisse verhindert bzw. zumindest vermindert werden. Ziel des fischereilichen Managements an den Talsperren des Ruhrverbandes ist somit der Erhalt gesunder Fischbestände mit hohen Raubfischantteilen. Hierzu werden regelmäßig standardisierte Fischbestandsuntersuchungen sowie Fischbiomasseuntersuchungen durchgeführt, woraus sich dann der Bedarf an Fischbesatzmaßnahmen und Hegebefischungen ableitet. Wichtig ist es bei der Hege der Fischbestände darauf zu achten, dass sich der Fraßdruck der Fische nicht negativ auf das Zooplankton auswirkt.

Eine immer besser greifende Abwasserbehandlung und Nährstoffrückhalt in den Einzugsgebieten bewirkten in den vergangenen Jahrzehnten die zunehmende Oligotrophierung der Talsperren. Für die Bewirtschaftung ergab sich daher die Notwendigkeit die Fischbestände an die sich verändernden Lebensbedingungen anzupassen, wobei die Qualität des Wassers gegenüber der Quantität des Fischbestandes Vorrang hat. Um trotz sinkender Nährstofffrachten und damit geringerer fischereilicher Produktivität der Talsperren auch weiterhin gesunde, ertragreiche und fischereilich attraktive Fischbestände zu erhalten, erfolgte ein behutsamer Umbau der jeweiligen Fischartengesellschaften. Der Ruhrverband orientierte sich dabei an den Leitbildern für natürliche Seen. Die meisten Talsperren entsprechen aus morphologischer und hydrobiologischer Sicht mittlerweile den Voralpenseen, weswegen diese so weit wie möglich als Vorbild für die Anpassung der Arten dienten. Bevor die „neuen“ Fischarten in den Talsperren ausgesetzt werden konnten, war es vorab aber notwendig sogenannte Massenfischarten durch berufsfischereiliche Methoden zu regulieren.

Die Ansiedlung „neuer“ Fischarten und ihre Bestandsstabilisierung erfolgt durch Besatzmaßnahmen, die auch dem Erhalt und der Stützung von Fischbeständen dienen. Die Fischbesatzmaßnahmen erfolgen jährlich unter Berücksichtigung der jeweiligen Gewässerproduktivität, der Hegeziele sowie der Rückfänge und werden kontinuierlich angepasst. Für den Besatz werden möglichst junge Fische gewählt. Abhängig von der jeweiligen Empfindlichkeit der Art, sowie den vorhandenen Biotopen in der Talsperre, werden die Fische als Brütlinge bis hin zu einjährigen Jungfischen ausgesetzt (Bild 11.2). Jungfische können sich besser als ältere einem neuen Lebensraum anpassen und die Altersstruktur der vorhandenen Fischbestände wird nicht negativ beeinflusst. Natürlichere höhere Verluste der Fischbrut werden durch erhöhte Stückzahlen und umsichtige Besatzstrategien ausgeglichen. Diese Vorgehensweise ist nachweislich ökologisch wie auch ökonomisch erfolgreich.

Die eigene Besatzfischzucht des Ruhrverbandes ist an der Möhnetalsperre angesiedelt, in der Hechte, Seeforellen, Alpine See- und Große Maränen, Quappen und Äschen gezüchtet werden. Sie befindet sich bereits seit dem Jahr 1967 in Betrieb. In den 1990er Jahren erfolgte eine erste Teilmodernisierung der Anlage. In den Jahren 2020 bis 2022 wurde die Anlage vollständig umgebaut und in dem Zuge auch weitestgehend automatisiert (Bilder 11.3 und 11.4). Ziel war und ist es die für das fischereiliche Management der Talsperren sowie für weitere Artenschutzprojekte benötigten Jungfische zu produzieren und zur Verfügung zu stellen. Aktuell werden in der Fischzucht jährlich rd. 15 Mio. Jungfische von sechs verschiedenen Fischarten gezüchtet und aufgezogen. Dies garantiert den Besatz mit gesunden und an den Lebensraum Talsperre angepassten Jungfischen. Durch den Betrieb der Besatzfischzucht ist es ebenso möglich den Zeitpunkt des Besatzes optimal auf die jahreszeitlichen und klimatischen Verhältnisse - mit einem ausreichenden Nahrungsangebot in der jeweiligen Talsperre - abzustimmen. Dies ist eine zwingende Voraussetzung um mit dem Besatz von Brütlingen überhaupt erfolgreich Fischbestände erhalten bzw. aufbauen zu können. Die Fischbrut verfügt noch nicht über körpereigene Energiereserven



Bild 11.2: Seeforellenbesatz an der Sorpetalsperre
Fig. 11.2: Brown trout stock at the Sorpe Reservoir



Bild 11.3: Kleiner Brutraum der Besatzfischzucht am Möhnesee im Jahr 1973 (links) und 2022 (rechts)
 Fig. 11.3: Small hatchery of the stocking fish farm at the Möhne Lake in 1973 (left) and 2022 (right)



Bild 11.4: Außenanlage der Besatzfischzucht früher (1991, links) und im heutigen Zustand (2018, rechts)
 Fig. 11.4: Outdoor facilities of the stocking fish farm in the past (1991, left) and nowadays (2018, right)

und ist zum Überleben darauf angewiesen, umgehend ausreichend Nahrung zu finden, ohne dabei zu viel Energie zu verbrauchen. Neben der professionellen Aufzucht vitaler Besatzfische und der richtigen Wahl des Zeitpunktes ist zudem viel Sorgfalt bei der Durchführung der Besatzmaßnahmen erforderlich. In der Regel werden die Jungfische daher nach vorherigem Antemperieren per Boot zu geeigneten Gewässerabschnitten gebracht und hier jeweils in kleinen Mengen ausgesetzt, und somit über die gesamte Talsperre verteilt. Auch erfolgt der Besatz der Brütlinge nicht auf einmal, sondern die vorgesehene Besatzmenge wird aufgeteilt, an zwei bis drei Terminen im Abstand von zehn bis 14 Tagen in das Gewässer gebracht. Durch diese Vorgehensweise wird zusätzlich garantiert, dass mindestens eine Charge einen optimalen Besatzzeitpunkt erhält.

In den letzten Jahren sind zu dem komplexen System der fischereilichen Bewirtschaftung neue Herausforderung auf-

grund der Auswirkungen des Klimawandels, die sich bereits messbar auf die Lebensbedingungen in den Talsperren auswirken und einen erheblichen Einfluss auf die Entwicklung der Fischbestände haben, hinzugekommen. Als Beispiele seien hier höhere Wassertemperaturen mit einem sich ändernden Schichtungsverhalten und Wassermangel in den Talsperren genannt. Wärmeliebende Fischarten wie Cypriniden und der Europäische Wels profitieren von dieser Entwicklung, während sich die Lebensbedingungen für die kälteliebenden Arten wie Salmoniden deutlich verschlechtern. Zusätzlich nehmen auch einwandernde, nicht heimische Arten, wie z. B. die Quagga-Muschel, vermehrt Einfluss auf das vielschichtige Ökosystem der Talsperren. Durch das intensive chemische und biologische Monitoring, den Fischbestandsuntersuchungen sowie der eigenen Fischaufzuchtstation ist der Ruhrverband aber bestens gerüstet sich den neuen Herausforderungen zu stellen und bei Bedarf Anpassungen an der fischereilichen Bewirtschaftung vorzunehmen.

12 Zeitliche Entwicklung der Ammonium-Stickstoff- und Phosphorbelastung im Einzugsgebiet der Ruhr

Einleitung

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 [12.1]. Hierbei spielen die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor eine wesentliche Rolle. Daher sind in der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) Orientierungswerte für die besonders relevanten Parameter Gesamt-Phosphor und Ammonium-Stickstoff von jeweils 0,1 mg/l festgelegt [12.2]. Aber auch vor 50 Jahren, als bei der Betrachtung der Gewässergüte vorwiegend die organische Belastung und der Sauerstoffhaushalt im Mittelpunkt standen, war die Nährstoffbelastung der stauregulierten Ruhr bereits von Interesse und gewann im Zeitverlauf noch an Bedeutung. Beim Ammonium-Stickstoff war der Blick zu Beginn der 1970er Jahre dabei auf die Auswirkungen für die Trinkwasseraufbereitung, vor allem bei der Desinfektion gerichtet. Auch erhöhte Phosphorkonzentrationen wirkten sich nachteilig auf die Aufbereitungsleistung von Wasserwerken aus. Wesentlicher war aber die Bedeutung von Phosphor als limitierender Faktor für die Gewässereutrophierung und als mitbestimmender Faktor für die Massenentwicklung von Algen vor allem in den gestauten Flussbereichen der Ruhr.

Im Jahr 1973 existierten keine rechtsverbindlichen Vorschriften für die Gewässerbeschaffenheit. Zwei Jahre später trat die EG-Richtlinie über die Qualitätsanforderung an Oberflächengewässer für die Trinkwassergewinnung [12.3] in Kraft, die vom DVGW-Arbeitsblatt W 151 über die Eignung von Oberflächenwasser als Rohstoff für die Trinkwassergewinnung [12.4] ergänzt wurde. Die EG-Richtlinie und das Arbeitsblatt W 151 waren als Empfehlung zu verstehen, da sie nur für Oberflächenwasser verbindlich waren, das nach entsprechender Aufbereitung unmittelbar, also ohne nochmalige Versickerung in den Untergrund zur Trinkwassergewinnung verwendet wurde und nicht für die Gewinnung aus Uferfiltrat. Es wurde aber aus wasserwirtschaftlicher Sicht als äußerst nützlich erachtet, die Beschaffenheit des Ruhrwassers in den folgenden Jahren an den Richt- und Grenzwerten dieser Empfehlungen zu messen, um auf dieser Grundlage auch Zielvorstellungen für die notwendige Qualität der Ruhr zu erarbeiten. Maßstab waren die A3-I-Werte, bei deren Überschreitung Trinkwasser nicht mehr ohne Weiteres gewonnen werden durfte und die A2-G-Werte, die in erster Näherung der Zielvorstellung für die Ruhrwasserbeschaffenheit entsprachen. Für Ammonium-Stickstoff betrug umgerechnet der A3-Wert 3,11 mg/l und der A2-Wert 0,78 mg/l. Für Phosphat-Phosphor gab es wegen des im Vergleich geringeren Einflusses auf die Trinkwassergewinnung lediglich einen A2-Richtwert von umgerechnet 0,23 mg/l.

Die Emission aus Kläranlagenabläufen stellte damals wie auch heute neben weiteren punktuellen Quellen, wie z. B. Mischwassereinleitungen sowie diffusen Quellen, wie etwa dem oberflächennahen Austrag von landwirtschaftlichen Flächen, einen prägenden Eintragspfad für die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor in die Oberflächengewässer dar. Vor 50 Jahren stand aber noch vor allem die Erhöhung des Anschlussgrades und die Ertüchtigung vorwiegend mechanisch reinigender Kläranlagen und der Neubau von biologischen Kläranlagen mit der damit einhergehenden verbesserten Reinigungsleistung bezogen auf die organische Belastung im Fokus. Nährstoffelimination durch Nitrifikation und Denitrifikation sowie durch chemische Phosphatfällung war noch seltene Ausnahmen. Auch Emissionsbeschränkungen für Kläranlageneinleitungen bezogen auf Stickstoff und Phosphor existierten zu dieser Zeit noch nicht.

Dem ersten Jahr des Ruhrgüteberichts waren drei Dekaden vorangegangen, die in der Ruhr bei Essen eine steigende Belastung durch organische Summenparameter, Ammonium und Phosphat aufwiesen. Der Phosphatgehalt hatte sich dabei im vorherigen Fünfjahreszeitraum sogar annähernd verdoppelt. Ein Grund für den Belastungsanstieg war im steigenden Anschlussgrad an die kommunalen Kläranlagen zu sehen. Dadurch trat einerseits eine Entlastung der Ruhr durch die Abwasserbehandlung ein, andererseits wurden aber auch zusätzliche Abwassermengen den Vorflutern zugeführt, die bis dahin durch die landwirtschaftliche Verwertung und durch Versickerung beseitigt wurden. Beim Phosphor spielte darüber hinaus der massiv zunehmende Einsatz phosphathaltiger, synthetischer Waschmittel eine zentrale Rolle.

Gewässeruntersuchungen im Jahr 1973

Bei den täglichen Ruhruntersuchungen bei Essen-Rellinghausen ergab sich im Jahr 1973 ein mittlerer Gehalt an Ammonium-Stickstoff von 1,0 mg/l. Im Winterhalbjahr wurde dabei mit einem Mittelwert von 1,2 mg/l im Vergleich zum Sommerhalbjahr mit einer Durchschnittskonzentration von 0,81 mg/l eine höhere Belastung festgestellt. Somit wurde der anzustrebende A2-Wert von den Mittelwerten sowohl des Sommer- als auch des Winterhalbjahres überschritten. Das Jahresmittel überschritt den heutzutage geltenden Orientierungswert der OGewV um den Faktor zehn. Für Phosphat-Phosphor wurde bei den Untersuchungen in der Ruhr bei Essen eine mittlere Konzentration von 0,78 mg/l festgestellt, wobei die Belastung im Winterhalbjahr mit 0,82 mg/l größer war als im Sommer mit 0,75 mg/l. Der A2-Richtwert der EG-Richtlinie wurde somit ganzjährig und im Mittel um den Faktor drei überschritten. Im Vergleich zum aktuellen Orientierungswert der OGewV lag der mittlere Gehalt fast achtfach höher.

Bei den Ruhrlängsuntersuchungen und den wöchentlichen Ruhruntersuchungen des Jahres 1973 stiegen die Konzentrationen für Ammonium-Stickstoff ganzjährig von der Quelle bis zur Mündung an. Im Sommerhalbjahr lag die Belastung dabei im Längsprofil unter dem Richtwert von 0,78 mg/l und erreichte lediglich am Auslauf des Harkortsees und des Kettwi-

ger Sees diesen Wert. Im Winter stieg die Konzentration an Ammonium-Stickstoff stetig an und erreichte bei Essen den Wert 2,3 mg/l. Aus den Gewässerlängsprofilen der Ruhr ergaben sich als Belastungsschwerpunkte für Ammonium-Stickstoff die Flussabschnitte bei Fröndenberg, Hagen und Essen. Der Phosphat-Phosphorgehalt lag im Mittel bereits in der oberen Ruhr über 0,3 mg/l und stieg ab Ruhr-km 80 stark auf Werte über 1 mg/l an. Im Winter war die Belastung höher als im Sommer, wobei die jahreszeitlichen Unterschiede in der oberen Ruhr größer als in der unteren Ruhr waren. Bei Essen traten Maximalwerte bis 1,3 mg/l Phosphat-Phosphor auf.

Entwicklung in den Jahren 1973 bis 1992

In den 1970er Jahren lagen die mittleren Phosphorgehalte in der Ruhr bei Essen weiter bei etwa 0,8 mg/l und überschritten damit den Zielwert der EG-Richtlinie deutlich. Lediglich bei abklingenden Hochwasserwellen wurde das Qualitätsziel eingehalten. Systematische Laborversuche im Jahr 1977 zur Phytoplanktonentwicklung zeigten, dass durch eine Verringerung der Phosphorkonzentration die Massenentwicklung von Algen begrenzt werden könnte. Anhand eines einfachen Phosphormodells der Ruhr konnte im Jahr 1979 gezeigt werden, dass die Eutrophierungsvorgänge durch gesetzgeberische Maßnahmen und weitergehende Abwasserreinigung gedämpft werden könnten. Hierdurch könnte eine Verringerung der Phosphorkonzentration an der Ruhrmündung von 0,8 mg/l im Jahr 1978 auf 0,36 mg/l im Jahr 1988 und auf 0,19 mg/l im Jahr 1998 erreicht werden. Ziel des Ruhrverbands war es daher, viele Kläranlagen mit einer simultanen Fällungsstufe auszustatten. Im Jahr 1980 trat dann die Phosphathöchstmengenverordnung [12.5] in Kraft, die durch die Begrenzung der Phosphatgehalte in Waschmitteln an den Quellen der Phosphorbelastung in den Gewässern ansetzte und die notwendigen Maßnahmen zur weitergehenden Abwasserreinigung bezüglich Phosphor ergänzen sollte. Bei den täglichen Ruhruntersuchungen der Jahre 1981 und 1982 lagen die Phosphorwerte nur noch bei knapp 0,5 mg/l und ließen die ersten Auswirkungen der gesetzlichen und wasserwirtschaftlichen Maßnahmen erkennen.

Der rückläufige Trend der Phosphorbelastung in der Ruhr war im weiteren Verlauf der 1980er und Anfang der 1990er Jahre deutlich zu erkennen, wobei die Gehalte aber weiterhin über dem Richtwert der EG-Richtlinie lagen. Im Jahr 1988 ergab sich ein Jahresmittelwert von 0,33 mg/l, der mit dem zehn Jahre zuvor modellierten Wert von 0,36 mg/l sehr gut übereinstimmte. Bis zum Herbst 1992 wurden auf allen bislang noch nicht ausgerüsteten Kläranlagen der Ausbaugröße über 20.000 Einwohnerwerten Phosphatfällungsstationen eingerichtet, wodurch bei diesen Anlagen Ablaufwerte unter 1 mg/l erreicht und die Phosphoremission in die Ruhr und ihre Nebengewässer erheblich reduziert wurden. So betrug im Jahr 1992 der Jahresmittelwert für Phosphor in der Ruhr bei Essen mit 0,17 mg/l nur noch ein Viertel des Niveaus der 1970er Jahre. Sommer- und Winterwerte bei niedrigem Abfluss unterschieden sich kaum noch. Zum Vergleich betrug die im Jahr

1991 vom Umweltministerium des Landes NRW veröffentlichte Allgemeine Güteanforderung (AGA) für Fließgewässer für Phosphor als 90-Perzentilwert 0,3 mg/l [12.6].

Die zweite Hälfte der 1970er Jahre war von überdurchschnittlich hohen mittleren Abflüssen geprägt. Vor allem im Winter ergaben sich durch die Verdünnungseffekte geringere Gehalte für Ammonium-Stickstoff. Aber auch in den Sommermonaten war eine signifikante Abnahme der Ammoniumbelastung festzustellen, die auf den verringerten Ausstoß von bereits nitrifizierenden Kläranlagen zurückgeführt wurde. Die Jahresmittelwerte lagen in diesen Jahren mit Werten zwischen 0,54 und 0,87 mg/l Ammonium-Stickstoff mit Ausnahme eines Jahres unter dem Richtwert der EG-Richtlinie. Beim Ammonium besteht ein ausgeprägter Unterschied im Verlauf der Konzentrations-Abfluss-Kurven für das Winter- und Sommerhalbjahr. Während im Winter die Konzentration mit steigendem Abfluss abnimmt, ist die Kurve im Sommer durch ein Maximum bei einer Wasserführung um 30 m³/s gekennzeichnet, da der Konzentrationsabnahme durch Verdünnungseffekte der Rückgang der Nitrifikation infolge abnehmender Verweilzeiten entgegenwirkt. Vor allem werden die Ammoniumkonzentration durch die temperaturabhängigen Nitrifikationsprozesse im Gewässer und in Kläranlagen stark beeinflusst. Daher ergeben sich im Sommer wesentlich geringere Gehalte als im Winter. Demzufolge wurde in den betrachteten Jahren der Richtwert der EG-Richtlinie ausschließlich in den Winterhalbjahren und in diesen bei Mittelwerten bis zu 1,4 mg/l Ammonium-Stickstoff mehrheitlich überschritten.

In der Dekade von 1982 bis 1992 lagen die mittleren Ammonium-N-Gehalte zwischen 0,54 und 0,72 mg/l, wobei kein Trend zu erkennen war. Die Sommerwerte lagen seit Mitte der 1980er Jahre auf einem Niveau von etwa 0,3 mg/l. Dass auch die Winterwerte bei Niedrigwasser seit 1973 deutlich auf unter 1 mg/l abgenommen hatten, zeigte den Erfolg der Kläranlagen-Neubaumaßnahmen mit höheren Nitrifikationsleistungen. Die gewichteten Ablaufwerte der

-
- [12.1] 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
 - [12.2] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktions-sicherheit: Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGWV), 20. Juli 2016
 - [12.3] Richtlinie des Rates vom 16. Juni 1975 über die Qualitätsanforderung an Oberflächengewässer für die Trinkwassergewinnung in den Mitgliedsstaaten (758/440/EWG); Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft vom 25. Juli 1975, Nr. L 194/34-39
 - [12.4] DVGW-Arbeitsblatt W 151 - Eignung von Oberflächenwasser als Rohstoff für die Trinkwassergewinnung. Ausgabe Juli 1975, ZfGW-Verlag GmbH, Frankfurt/Main
 - [12.5] Bundesministerium des Innern: Verordnung über Höchst-mengen für Phosphate in Wasch- und Reinigungsmitteln (Phosphathöchstmengenverordnung - PhöchstMengV), 04.06.1980
 - [12.6] Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft NRW: Allgemeine Güteanforderungen für Fließgewässer (AGA). Entscheidungshilfe für die Wasserbehörden in wasserrechtlichen Erlaubnis-verfahren. Runderlass vom 14.05.1991

Verbandskläranlagen lagen in den Jahren 1984 bis 1992 bei 11 mg/l. Im Jahr 1992 wurde der neue AGA-Wert von 1 mg/l Ammonium-Stickstoff – definiert als 90-Perzentil - in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen eingehalten.

Die zeitliche Entwicklung der Nährstoffbelastung in der Ruhr bei Essen zeigte sich vergleichbar im gesamten Längsverlauf der Ruhr. So verringerten sich die 50-Perzentile der Phosphorkonzentrationen von der Dekade 1970 bis 1980 zur folgenden Dekade in der oberen Ruhr bei Arnsberg-Wildshausen von 0,4 auf 0,2 mg/l, in der mittleren Ruhr bei Westhofen von 0,5 auf 0,4 mg/l und in der unteren Ruhr bei Essen von 0,8 auf 0,4 mg/l. Ähnlich verhielt es sich mit der Zeit-Weg-Entwicklung beim Ammonium-Stickstoff. In der oberen Ruhr sank der Median in den 1980er Jahren im Vergleich zur vorherigen Dekade um 50 % auf 0,2 mg/l, in der mittleren Ruhr um 25 % auf 0,6 mg/l und in der unteren Ruhr um gut 40 % auf 0,4 mg/l.

Bereits in den 1970er und 1980er Jahren fanden auch Untersuchungen von Nebengewässern der Ruhr statt. Exemplarisch ergaben sich im Jahr 1981 für den Baarbach vor der Mündung Gehalte an Ammonium-Stickstoff um 11 mg/l und an Phosphor um 3 mg/l, die hauptsächlich auf die Einleitungen der Kläranlagen Iserlohn und Iserlohn-Baarbachtal zurückzuführen waren. Durch diese Belastung stieg auch das Konzentrationsniveau in der Ruhr nach Einmündung des Baarbachs um das vier- bzw. zweifache an. Vergleichbare Ammonium-Stickstoffkonzentrationen wurden beispielsweise 1983 im Rahmedebach und im Rinderbach unterhalb der Kläranlage Abtsküche festgestellt. Vor allem durch den Neubau der Kläranlage Neuenrade betrug im Jahr 1992 die Belastung durch Phosphor und Ammonium in der Höne vor Mündung im Vergleich zum Jahr 1975 nur noch etwa 10 %.

Zeitliche Entwicklung 1993 bis 2006

Anfang der 1990er Jahre erreichten die Ruhrverbandskläranlagen lediglich Eliminationsleistungen für Gesamtstickstoff von etwa 40 % und für Gesamtphosphor von ca. 70 %. Auf Grund der Vorgaben der EU-Kommunalabwasserrichtlinie [12.7] erfolgte dann bis zum Jahresende 2005 die konsequente Modernisierung und der Neubau von Verbandskläranlagen hinsichtlich der Nährstoffelimination durch Nitrifikation und Denitrifikation von Stickstoffverbindungen sowie durch chemische Fällung von Phosphor.

Bei der Phosphorbelastung, die durch die rechtlichen und wasserwirtschaftlichen Maßnahmen in den vorangegangenen Jahren bereits deutlich rückläufig war, konnte hierdurch in den folgenden Jahren ein weiterer Rückgang der Gewässerbelastung festgestellt werden. Im Jahr 1998, als im Einzugsgebiet der Ruhr ca. 85 % des kommunalen Abwassers einer chemischen Fällung unterzogen wurde, lag der mittlere Phosphorgehalt in der Ruhr bei Essen im Mittel bei 0,14 mg/l und somit sogar noch unter dem 20 Jahre zuvor prognostizierten Wert von 0,19 mg/l. Nach Beendigung des Kläranlagenausbauprogramms und einem damit verbundenen Rückhalt der Phos-

phorverbindungen auf den Kläranlagen von annähernd 90 % hatte sich die gewichtete Ablaufkonzentration für Phosphor zum Jahr 2006 im Vergleich zum Anfang der 1990er Jahre etwa halbiert. In der Ruhr bei Essen sank bis zu diesem Zeitpunkt der mittlere Phosphorgehalt weiter auf 0,094 mg/l und lag damit bereits unter dem heutzutage geltenden Qualitätsziel der OGeWV. Auch der AGA-Zielwert wurde von den 90-Perzentilwerten durchgehend eingehalten.

Im Falle des Ammonium-Stickstoffs setzte der Rückgang der Konzentrationen zeitversetzt ein. Bis zum Jahr 1998 fand für etwa 35 % des kommunalen Abwassers im Einzugsgebiet eine gezielte Nitrifikation und Denitrifikation statt, so dass der gewichtete Ablaufwert der Verbandskläranlagen für Ammonium-Stickstoff gegenüber 1992 um über ein Drittel gesunken war. Die mittlere Ammonium-Stickstoff-Konzentration in der Ruhr bei Essen lag im Jahr 1998 bei 0,41 mg/l. Der AGA-Zielwert wurde vom 90-Perzentil der Konzentrationen in Jahren mit hoher Wasserführung oder/und milden Wintern eingehalten, während er in den Jahren 1996 und 1997 in Folge sehr kalter Winter überschritten wurde. Bis zum Abschluss des Kläranlagenausbauprogramms wurde die Nitrifikations- und Denitrifikationsleistung der Kläranlagen kontinuierlich gesteigert und betrug im Jahr 2006 bezogen auf den Gesamtstickstoff 73 %. Entsprechend sank die gewichtete Ablaufkonzentration an Ammonium-Stickstoff auf 1,4 mg/l, was gegenüber dem Jahr 1992 einem Rückgang um fast 90 % entsprach. Die positive Entwicklung auf den Kläranlagen trug maßgeblich dazu bei, dass auch in der Ruhr die Ammonium-Stickstoff-Konzentrationen eine deutlich rückläufige Tendenz zeigten. Im Jahr 2006 lag der mittlere Gehalt an Ammonium-Stickstoff in der Ruhr bei Essen mit nur noch 0,07 mg/l erstmalig unter dem Wert von 0,1 mg/l und hielt damit nicht nur die zu diesem Zeitpunkt an die Gewässergüte der Ruhr gestellten Anforderungen ein, sondern unterschritt auch das heutige Qualitätsziel der OGeWV. Bemerkenswert waren auch die Werte des Winterhalbjahres, die im Mittel lediglich 0,10 mg/l betragen. Der geringe Unterschied der Ammonium-Konzentrationen zwischen Sommer- und Winterhalbjahr zeigte damit auch den Erfolg der überobligatorischen Maßnahme einer Winternitrifikation auf den Verbandskläranlagen. Mit Einzelwerten bis 0,41 mg/l wurde auch der AGA-Zielwert weit unterschritten.

Auch im gesamten Längsverlauf der Ruhr konnte der rückläufige Trend der Nährstoffbelastung festgestellt werden. An allen Probenahmestellen ergab sich ein deutlicher Rückgang sowohl der medianen Belastung als auch der 90-Perzentile. Gegenüber der Vordekade verringerte sich das 50-Perzentil der Phosphorkonzentration in der oberen Ruhr in den Jahren 1990 bis 2000 um die Hälfte auf 0,1 mg/l und in der mittleren und unteren Ruhr um jeweils etwa zwei Drittel auf knapp unter 0,15 mg/l. In den folgenden zehn Jahren war an den drei Probenahmestellen ein weiterer Rückgang der Konzentrationen auf 0,08, 0,09 bzw. 0,14 mg/l zu erkennen. Beim Ammonium-Stickstoff zeigte sich der zeitverschiebende Rückgang der Konzentrationen vor allem in der mittleren und unteren Ruhr, wo der 50-Perzentilwert in den 1990er-Jahren leicht auf 0,52 bzw. 0,34 mg/l zu-

rückging, dann aber in der folgenden Dekade um massiv auf jeweils 0,08 mg/l absank. In der oberen Ruhr lagen die entsprechenden Werte bei 0,11 bzw. 0,08 mg/l. Im Jahr 2006 wurden wiederholt seit 1999 die Allgemeinen Güteanforderungen für Fließgewässer von den 90-Perzentilen der beiden Parameter sicher eingehalten.

Untersuchungen in den Nebengewässern zeigten analog zur Ruhr die positiven Auswirkungen der wasserwirtschaftlichen Maßnahmen. So wies z.B. der Baarbach vor Mündung in die Ruhr noch 1998 Werte um 10 mg/l Ammonium-Stickstoff und 0,63 mg/l Phosphor auf. Nach Stilllegung der Kläranlage Iserlohn im Dezember 2001 und Mitbehandlung dieser Abwässer auf der modernisierten Kläranlage Iserlohn-Baarbachtal sanken die Werte auf deutlich unter 1 mg/l Ammonium-Stickstoff und knapp 0,3 mg/l Phosphor. Ebenfalls unter 1 mg/l Ammonium-Stickstoff lagen Messwerte in der Rahmede bereits im Jahr 1986 und im Rinderbach im Jahr 2005. Bei der Umsetzung der 2000 bekanntgemachten Europäischen Wasserrahmenrichtlinie mit dem Ziel des guten Gewässerzustandes war beabsichtigt, von der LAWA entwickelte Qualitätskriterien [12.8] hinzuzuziehen, die bezogen auf das 90-Perzentil für Ammonium-Stickstoff 0,3 mg/l und für Phosphor 0,15 mg/l betragen. Im Jahr 2004 durchgeführte Untersuchungen in insgesamt 22 Fließgewässern ergaben für Ammonium-Stickstoff in 90 % und für Phosphor in 86 % der untersuchten Probenahmestellen eine Einhaltung der genannten Qualitätsziele.

Zeitliche Entwicklung 2007 bis 2022

Auch nach vollständiger Etablierung der Nährstoffelimination wurden die Prozesse auf den Verbandskläranlagen weiter optimiert, wobei verbesserte Regel- und Steuerungsstrategien eine zunehmende Rolle spielten. Hierdurch konnten die Ablaufkonzentrationen noch einmal verringert werden und betragen im gewichteten Mittel im Jahr 2022 für Ammonium-Stickstoff 0,53 mg/l und für Phosphor 0,36 mg/l. Die Reinigungsleistung der Kläranlagen wurde im Vergleich zu der Zeit der Beendigung des Kläranlagenausbauprogramms noch leicht gesteigert und liegt seit Jahren auf gleichbleibend hohem Niveau mit 77 % Elimination für Gesamtstickstoff und 91 % für Gesamtphosphor im Jahr 2022. Auf die Nährstoffbelastung in der Ruhr bei Essen haben diese Maßnahmen aber keinen ausgeprägten Einfluss mehr, da der Anteil der Kläranlagenemission an der Gesamtmission gegenüber anderen Einträgen (u. a. Mischwasserentlastungen oder Eintrag von landwirtschaftlich genutzten Flächen) nachrangig ist. Andererseits ist der Anteil der Nährstoffeinträge aus Kläranlagen aber bei niedrigen Abflüssen, wie sie seit mehr als zehn Jahren vermehrt auftreten, von Relevanz. Seit einigen Jahren wird daher die Nährstoffeliminationsleistung der Kläranlagen in Zeiträumen mit Niedrigwasserführung besonders intensiv beobachtet.

Seit dem Jahr 2007 konnte keine wesentliche Abnahme der bereits niedrigen Nährstoffkonzentrationen in der Ruhr bei Essen festgestellt werden. Für Phosphor lagen die mittleren Jahreskonzentrationen seitdem zwischen 0,08 und 0,11 mg/l.

Gegenüber dem Jahr 1973, als der Jahresdurchschnitt noch bei 0,78 mg/l lag, bedeutet dies für das Jahr 2022 aber einen Rückgang um 90 %. Die Mittelwerte der Sommer- und Winterhalbjahre unterscheiden sich kaum noch.

Im Falle des Ammonium-Stickstoffs schwankten die Jahresmittelwerte seit dem Jahr 2007 zwischen 0,035 und 0,069 mg/l. Gegenüber der vor 50 Jahren festgestellten mittleren Belastung von 1,0 mg/l bedeutet dies für das Jahr 2022 eine Verminderung um 96 %. Im Gegensatz zu vergangenen Jahrzehnten unterscheiden sich auch bei diesem Parameter die Mittelwerte im Winter- und Sommerhalbjahr nur noch geringfügig. Betrug die Differenz der Halbjahreswerte im Jahr 1973 noch 0,40 mg/l, so wurde im Jahr 2022 bei einer Jahresdurchschnittskonzentration von 0,041 mg/l ein Unterschied von lediglich 0,034 mg/l ermittelt.

In Nordrhein-Westfalen wurden ab dem Jahr 2007 als Bewertungsbasis die im Zuge der Umsetzung der EG-WRRRL festgelegten Qualitätskriterien des Leitfadens „Monitoring Oberflächengewässer“ hinzugezogen [12.9], die für Phosphor 0,1 mg/l und für Ammonium-Stickstoff 0,3 mg/l betragen. Im Jahr 2016 trat die neue Oberflächengewässerverordnung in Kraft. In der Verordnung werden Orientierungswerte für die Einhaltung des guten Gewässerzustands festgelegt, die für die beiden Parameter Gesamtphosphor und Ammonium-Stickstoff jeweils 0,1 mg/l betragen. Bereits nach Beendigung des Kläranlagenausbauprogramms wird seit dem Jahr 2006 in der Ruhr bei Essen der gute Zustand entsprechend der Anforderungen der OGEwV von den Jahresmittelwerten beim Ammonium-Stickstoff durchgehend und beim Phosphor mit lediglich zwei Ausnahmen eingehalten.

Die Ergebnisse im Längsverlauf der Ruhr bestätigen, dass sich die Nährstoffkonzentrationen in den letzten Jahren hinsichtlich der medianen Gehalte auf einem niedrigen Niveau stabilisiert haben und in der Dekade 2010 bis 2020 für Phosphor in der oberen und mittleren Ruhr bei 0,070 und in der unteren Ruhr bei 0,09 mg/l lagen. Im Falle des Ammonium-Stickstoffs betragen die Mediane in der oberen Ruhr 0,020 mg/l und in der mittleren und unteren Ruhr 0,040 mg/l. Vereinzelt Spitzenwerte kommen vor allem in Zeiten starker Abflussschwankungen oder in langen Kälteperioden vor. Die zunehmende Steilheit der Summenhäufigkeitskurven (siehe Kapitel 3) der letzten Dekaden im Vergleich zu den 1970er bis 1990er Jahren verdeutlicht die geringer werdenden Spannbreiten für beide Parameter. Die Allgemeinen Güteanforderungen für Fließge-

-
- [12.7] Richtlinie des Rates vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser (91/271/EWG) – EU-Kommunalabwasser-richtlinie. In Amtsblatt der Europäischen Union, 1991, L 135/40
- [12.8] MUNLV/LUA (2004) Bestandsaufnahme NRW – Dokumentation der wasserwirtschaftlichen Grundlagen
- [12.9] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes NRW (Hrsg.): Leitfaden Monitoring Oberflächengewässer, Stand 23. April 2007

wässer werden von den 90-Perzentilen der Ammonium-Stickstoff- und Phosphorkonzentrationen seit Jahren durchgehend sicher eingehalten.

In den letzten Jahren wurden vermehrt kombinierte Untersuchungen von Kläranlagen und Gewässern ober- und unterhalb der Kläranlageneinleitungen durchgeführt. Bei den bisherigen Untersuchungen in den Einzugsgebieten von Hönne, Volme, unterer Lenne und Möhne zeigte sich der Einfluss der Kläranlagenemissionen auf die Nährstoffgehalte im Gewässer unmittelbar unterhalb der jeweiligen Einleitungen – wenn auch auf einem weitaus niedrigeren Niveau als noch vor Beendigung des Kläranlagenausbauprogramms. In den Nebengewässern Baarbach, Rahmede und Rinderbach lagen bei den letzten Untersuchungen an den mündungsnächsten Probenahmestellen die Ammonium-Stickstoffgehalte um 0,05 mg/l und somit weit unter den Werten aus der ersten Hälfte der 2000er Jahre. Für Phosphor lagen die Gehalte zwischen 0,13 und 0,25 mg/l und damit trotz eines Konzentrationsrückgangs noch über dem Orientierungswert der OGW.

Mit dem Ziel, alle von Kläranlagen beeinflussten Gewässer bis zum Jahr 2024 hinsichtlich der Parameter Ammonium-Stickstoff und Phosphor in den mindestens guten Zustand zu überführen, wurde 2018 ein Maßnahmenprogramm aufgestellt und sukzessive in die Umsetzung gebracht, das von betrieblichen Optimierungen bis hin zu baulichen Anpassungen einzelner Kläranlagen reicht. Für inzwischen 40 Kläranlagen mit immissionsbedingten erhöhten Anforderungen an das aufnehmende Gewässer wurden hierzu Jahresbetriebsmittelwerte für Ammonium-Stickstoff und Phosphor festgelegt, die zum Teil deutlich unter den Überwachungswerten liegen. Im Jahr 2022 wurden diese Betriebsmittelwerte zum überwiegenden Teil eingehalten, was den Erfolg der bisherigen Maßnahmen verdeutlicht. Die Betrachtung der Ergebnisse des operativen Monitorings nach EG-WRRL (siehe Kapitel 4) der letzten fünf Jahre zeigt, dass hinsichtlich Phosphor und Ammonium-Stickstoff an jeweils rund 90 % der insgesamt knapp 530 untersuchten Messstellen im Einzugsgebiet der Ruhr die Orientierungswerte für den guten oder sogar sehr guten Zustand eingehalten werden.

Zusammenfassung

Die staureguliert Ruhr war in der Vergangenheit über viele Jahre als ein eutrophierungsgefährdetes Gewässer eingestuft, so dass eine Schwerpunktaufgabe des Ruhrverbands in der Verminderung der Nährstoffemission des Gewässers bestand und nach wie vor besteht. Dabei nimmt die Elimination von Stickstoff- und Phosphorverbindungen auf den Verbandskläranlagen eine zentrale Rolle ein. Die mittleren Konzentrationen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen lagen zu Beginn der Ruhrgüteuntersuchungen im Jahr 1973 bei 0,78 mg/l Phosphor und 1,0 mg/l Ammonium-Stickstoff, wobei die Gehalte im Winterhalbjahr deutlich über denen des Sommerhalbjahrs lagen. Bedingt durch die Auswirkungen der Phosphorhöchstmengeverordnung sowie die

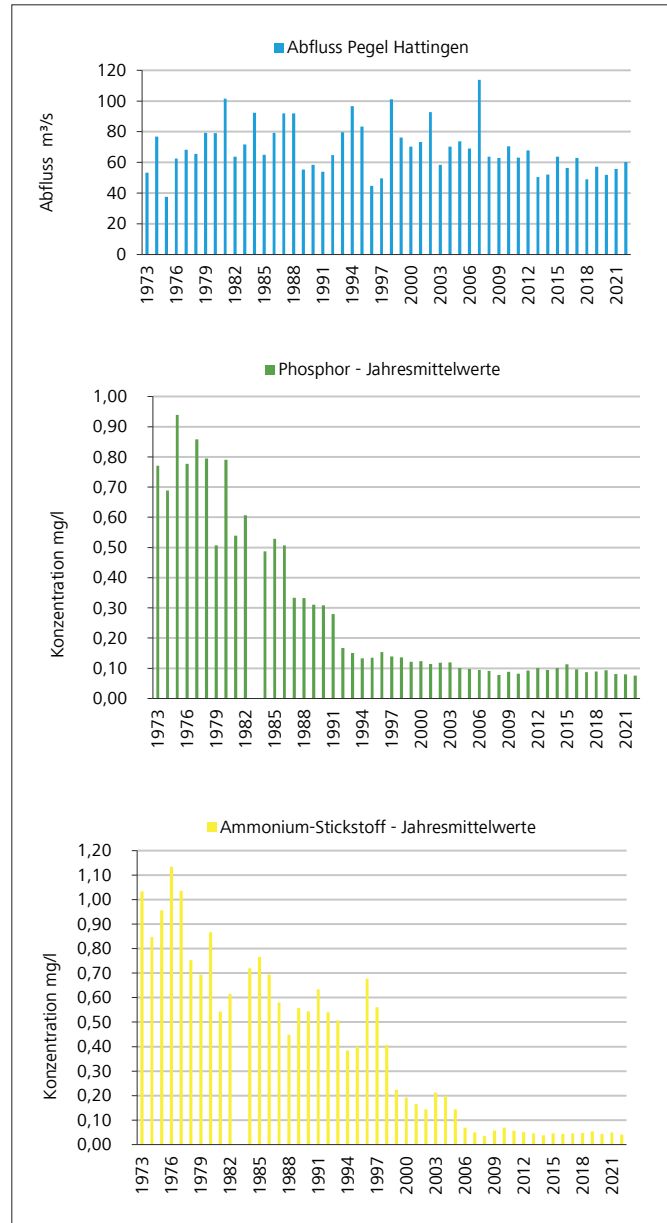


Bild 12.1: Zeitliche Entwicklung der Jahresmittelwerte von Ammonium-Stickstoff und Phosphor in der Ruhr bei Essen von 1973 bis 2022
 Fig. 12.1: Chronological development of the annual mean values of ammonium nitrogen and phosphorus in the Ruhr at Essen from 1973 to 2022

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. Dies hat zur Folge, dass 50 Jahre nach Erscheinen des ersten Ruhrgüteberichts in der Ruhr bei Essen die Phosphorkonzentrationen im Jahresmittel um 90 % und die Ammonium-Gehalte um 96 % gesunken sind (Bild 12.1). Mit Jahresmittelwerten von 0,041 mg/l Ammonium-Stickstoff und 0,076 mg/l

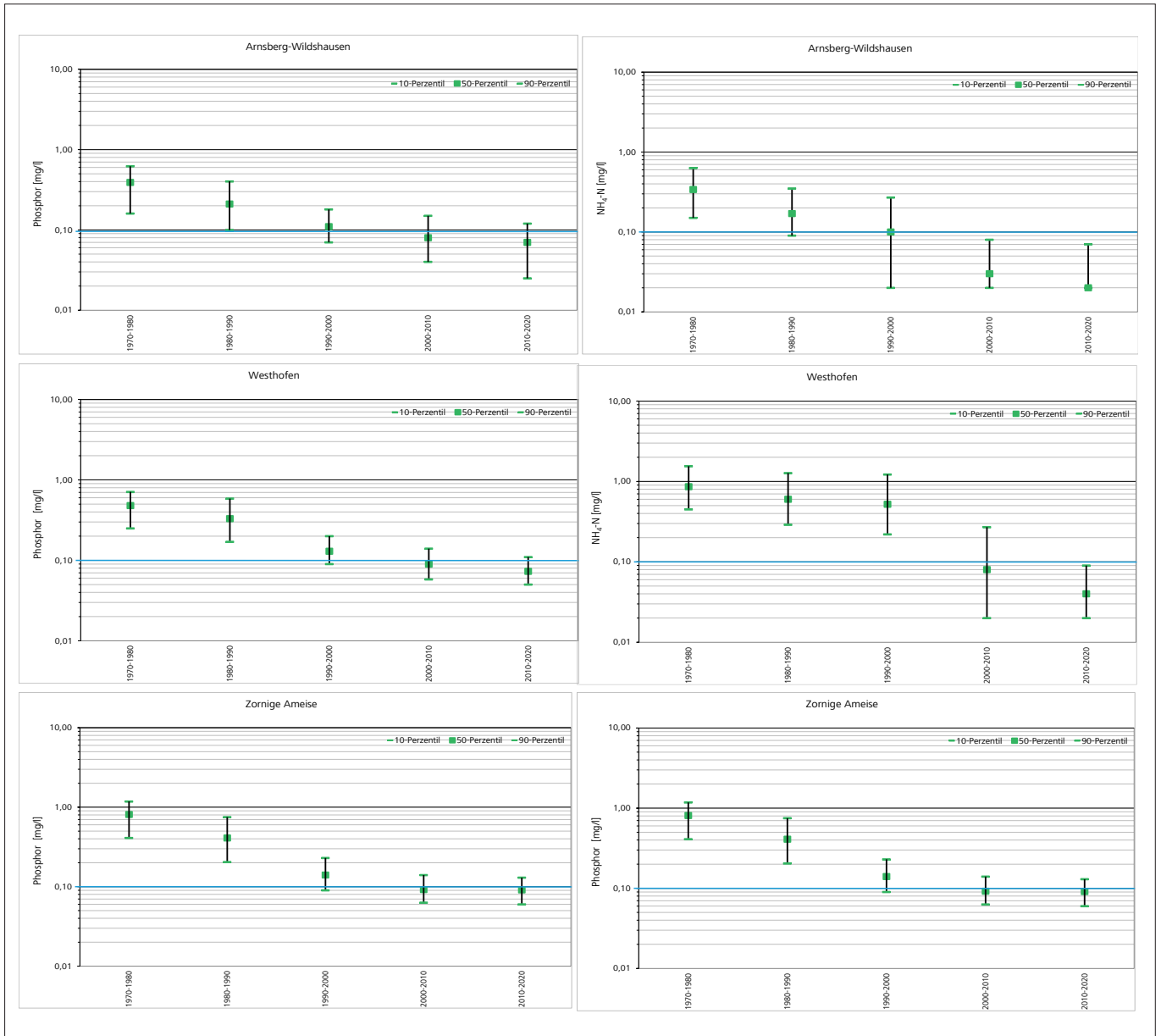


Bild 12.2: Zeitliche Entwicklung der 10-, 50- und 90-Perzentile nach den Ergebnissen der wöchentlichen Ruhruntersuchungen an den Probennahmestellen Arnsberg-Wildshausen, Westhofen und Zornige Ameise von 1973 bis 2022
 Fig. 12.2: Chronological development of the 10-, 50-, and 90-percentiles according to the results of the weekly Ruhr monitoring at the sampling points Arnsberg-Wildshausen, Westhofen and Zornige Ameise from 1973 to 2022

Phosphor werden die Qualitätsziele im Jahr 2022, wie auch in den Vorjahren sicher eingehalten, wobei zwischen den Mittelwerten von Sommer- und Winterhalbjahr nur noch geringe Unterschiede zu erkennen sind. 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 (Bild 12.2). Die Nährstoffbelastung in den Nebengewässern ist in den letzten 50 Jahren ebenfalls massiv zurückgegangen. Der

Ruhrverband hat sich das Ziel gesetzt, alle von Kläranlagen beeinflussten Gewässer bis zum Jahr 2024 hinsichtlich der Parameter Ammonium-Stickstoff und Phosphor mindestens in den guten Zustand zu überführen, wozu ein Maßnahmenprogramm zur Betriebsoptimierung und baulichen Anpassung auf den Kläranlagen aufgestellt wurde. In den letzten fünf Jahre hielten hinsichtlich Phosphor und Ammonium-Stickstoff jeweils rund 90 % der im operativen Monitoring untersuchten Messstellen die Orientierungswerte für den guten oder sogar den sehr guten Zustand ein.

13 Leistungsvergleich der Kläranlagen von 1983 bis heute

Der Ruhrverband betreibt im Verbandsgebiet aktuell 64 Kläranlagen, um die anfallenden Haushalts- und Industrieabwässer sowie das Niederschlagswasser unter Einhaltung der gesetzlichen Regelungen und Grenzwerte zu behandeln und in den natürlichen Wasserkreislauf zurückzuführen. 1973 waren es noch 115 Kläranlagen und im Jahr 1978 wurde sogar die maximale Anzahl von 120 Kläranlagen betrieben.

Die Darstellung der verbesserten Reinigungsleistung der Kläranlagen wurde erstmalig in dem Bericht Ruhrwassergüte 1982 thematisiert [13.1]. Der „Leistungsvergleich der Reinigungsanlagen des Ruhrverbands“ erschien als eigenes Kapitel erstmals im Ruhrgütebericht 1984.

Laut dem Bericht Ruhrwassergüte 1982 [13.1] wurde die Reinigungskapazität durch Neubau- und Erweiterungsmaßnahmen seit 1972 um 1,3 Mio. Einwohnerwerte auf 3,5 Mio. Einwohnerwerte gesteigert. Die Ausbaugröße ist seitdem annähernd gleichgeblieben. Es wurden für das Jahr 1982 signifikante Verbesserungen der Ablaufqualität aufgezeigt, allerdings auch Verzögerungen der Bautätigkeit durch schleppende Genehmigungsverfahren beschrieben.

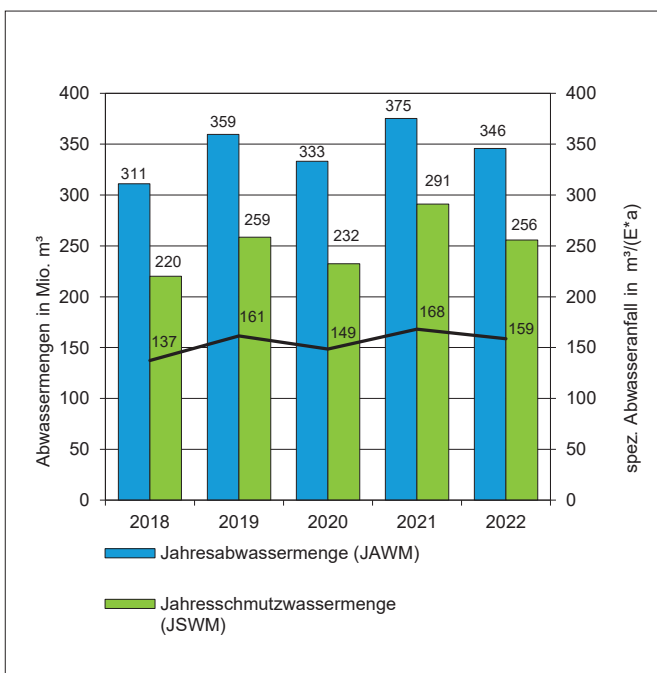


Bild 13.1: Abwassermengen und spezifischer Abwasseranfall der Ruhrverbandskläranlagen für die Jahre 2018 bis 2022

Fig. 13.1: Sewage volumes and specific sewage loads at the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2018 to 2022

Tabelle 13.1: Kennzahlen der Ruhrverbandskläranlagen für das Jahr 2022
Table 13.1: Parameters of the Ruhrverband's sewage treatment plants in 2022

Anzahl Kläranlagen	64
Jahresabwassermenge	346 Mio. m³
Jahresschmutzwassermenge	256 Mio. m³
Gesamt-Ausbaugröße aller Anlagen	3,349 Mio. E
Angeschlossene Einwohner (Einwohnerzahl)	2,025 Mio. E
Anschlussgrad	99,3 %
Mittlere Einwohnerbelastung (Bezug: 120 g CSB / (E*d))	2,2 Mio. E
Verhältnis Ausbaugröße / Mittlere CSB-Belastung	1,5
85-Perzentil der Einwohnerbelastung (Bezug: 120 g CSB / (E*d))	2,8 Mio. E
Spezifischer Abwasseranfall (Bezug: mittlere CSB-Belastung)	159 m³/(E*a)
Spezifischer Stromverbrauch (Bezug: mittlere CSB-Belastung)	35,2 kWh/(E*a)

In den 80er und 90er Jahren des letzten Jahrhunderts nahmen die Planungen und Umsetzungen von Investitionsmaßnahmen wieder an Fahrt auf. Die Anforderungen der 1991 erschienenen EU-Kommunalabwasserrichtlinie [13.2] zielten vor allem auf eine verstärkte Verringerung der Belastung mit Phosphor und Stickstoff ab. Auf der größten Kläranlage des Ruhrverbands Duisburg-Kaßlerfeld wurde im Jahr 1992 die Verfahrenstechnik für die gezielte Stickstoffelimination in Betrieb genommen. Im Jahr 1996 wurde die letzte rein mechanisch arbeitende Kläranlage außer Betrieb genommen [13.3]. Die in der Abwasserverordnung festgelegten Grenzwerte für den Phosphorgehalt im Ablauf der Kläranlagen wurden beim Ruhrverband bereits zum 31. Dezember 1998 nahezu vollständig eingehalten [13.4]. Bis zum Ende des Jahres 2005 wurde ein Investitionsprogramm in Höhe von 1,63 Mrd. € umgesetzt. Im Fokus stand dabei vor allem die Stickstoffelimination, aber auch der Ausbau der Niederschlagswasserbehandlung. Alle Kläranlagen erfüllten fristgerecht die Anforderungen an die

Tabelle 13.2: Mittlere Konzentrationen im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen im Jahr 2022

Table 13.2: Average concentrations in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants in 2022

	Zulauf	Ablauf
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB ₅)	99 mg/l	2,8 mg/l
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	275 mg/l	17,9 mg/l
Ammonium-Stickstoff (NH ₄ -N)		0,5 mg/l
Anorganisch gebundener Stickstoff (TIN)		6,0 mg/l
Gesamtstickstoff (TN)	28,1 mg/l	6,4 mg/l
Gesamtphosphor (TP)	4,1 mg/l	0,36 mg/l

Stickstoff- und Phosphorelimination [13.5]. Die Anzahl der Kläranlagen hatte sich zu diesem Zeitpunkt durch wirtschaftlich sinnvolle Anschlussmaßnahmen auf 73 reduziert.

Unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und ökologischer Aspekte wurde und wird der Betrieb der Anlagen stets weiter verbessert – insbesondere hinsichtlich des Einsatzes an Energie, Hilfs- und Betriebsstoffen. Neben betrieblichen Optimierungsmaßnahmen werden auch neue Reinigungstechniken wie die Deammonifikation, das Nereda®-Verfahren sowie weitergehende Reinigungsschritte zur Entfernung von Mikroverunreinigungen (Aktivkohle, Ozonung, Tuchfiltration) erprobt und zur Leistungsverbesserung eingesetzt.

Bei einem Anschlussgrad von über 99 % der EinwohnerInnen im Ruhreinzugsgebiet wurden auf den Verbandskläranlagen im Jahr 2022 rund 346 Mio. m³ Abwasser gereinigt. Dies entspricht einem Jahresmittelwert von 11,0 m³/s und liegt ca. 7,9 % unter dem Vorjahreswert, bewegt sich aber innerhalb des Schwankungsbereichs der letzten fünf Jahre. Ein Anteil von 74 % dieser Menge entfällt auf die Jahresschmutzwassermenge (einschließlich Fremdwasser) mit rd. 256 Mio. m³. Die Differenz zur Jahresabwassermenge ergibt sich durch das auf den Kläranlagen mitbehandelte Niederschlagswasser. Die behandelten Abwasser- und Schmutzwassermengen der letzten fünf Jahre sind in Bild 13.1 dargestellt, dem auch der spezifische Abwasseranfall von 159 m³ je Einwohnerwert (E) zu entnehmen ist. Die wichtigsten Kennzahlen für die Verbandskläranlagen sind in der Tabelle 13.1 dargestellt.

Analog zu dem von der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) veröffentlichten bundesweiten Leistungsnachweis kommunaler Kläranlagen [13.6] wird alljährlich der aktuelle Stand der Reinigungsleistung der Verbandskläranlagen ermittelt. Grundlage der Leistungszahlen bilden die mittleren Konzentrationen im Zu- und Ablauf der Kläranlagen hinsichtlich der Kenngrößen Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB), Gesamtphosphor (TP) sowie Ammoniumstickstoff (NH₄-N) und Gesamtstickstoff (TN). Die Ergebnisse im Ablauf entstammen den laufenden Untersuchungen des Betriebspersonals im Rahmen der Selbstüberwachung. Die Untersuchungsergebnisse aus den Zuläufen der Kläranlagen werden durch das Kooperationslaboratorium erhoben. In den zugehörigen Auswertungen wird die Kläranlage Hagen-Boele nicht berücksichtigt, da deren kommunales Abwasser auf einer industriellen Anlage biologisch mitbehandelt wird. Tabelle 13.2 enthält die frachtgewichteten Zu- und Ablaufkonzentrationen im Abwasser.

Die Ablaufqualität des gereinigten Abwassers ist weiterhin ausgezeichnet und liegt deutlich unter den in der nationalen Abwasserverordnung geregelt 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. Bild 13.2 zeigt die Entwicklung der mittleren Ablaufkonzentrationen seit

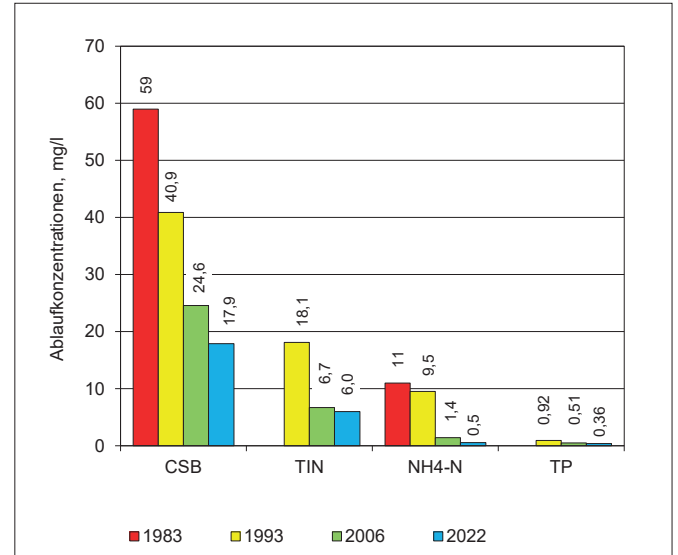


Bild 13.2: Entwicklung der Ablaufkonzentrationen seit 1983
Fig. 13.2: Development of outlet concentrations since 1983

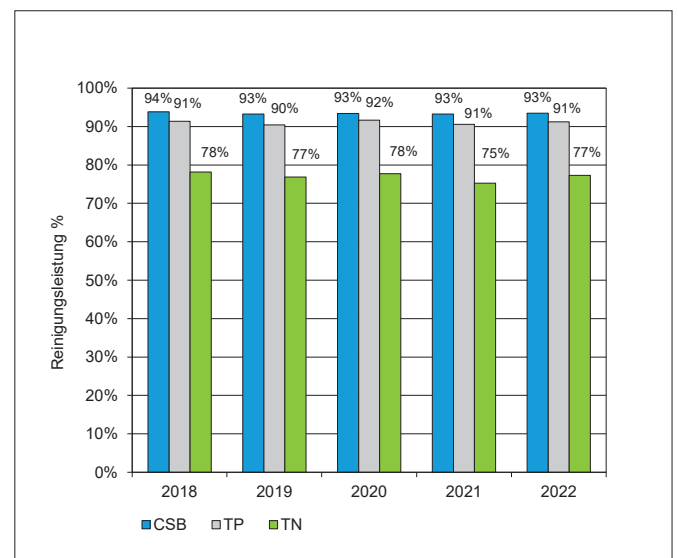


Bild 13.3: Entwicklung der Reinigungsleistung der Ruhrverbandskläranlagen für die Jahre 2018 bis 2022
Fig. 13.3: Development of the treatment performance of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2018 to 2022

- [13.1] Ruhrwassergüte 1982, S. 48 - 51, Essen 1983
 [13.2] Richtlinie des Rates vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser (91/271/EWG) – EU-Kommunalabwasser-richtlinie. In Amtsblatt der Europäischen Union, 1991, L 135/40
 [13.3] Ruhrverband Jahresbericht 1996, S.8, Essen 1997
 [13.4] Ruhrverband Geschäftsbericht 2000, S.24, Essen 2001
 [13.5] Ruhrverband Geschäftsbericht 2005, S.26, Essen 2006
 [13.6] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA): 34. Leistungsnachweis kommunaler Kläranlagen (KA Korrespondenz Abwasser, Abfall–2022 (69) Nr. 11, S.943 - 948)

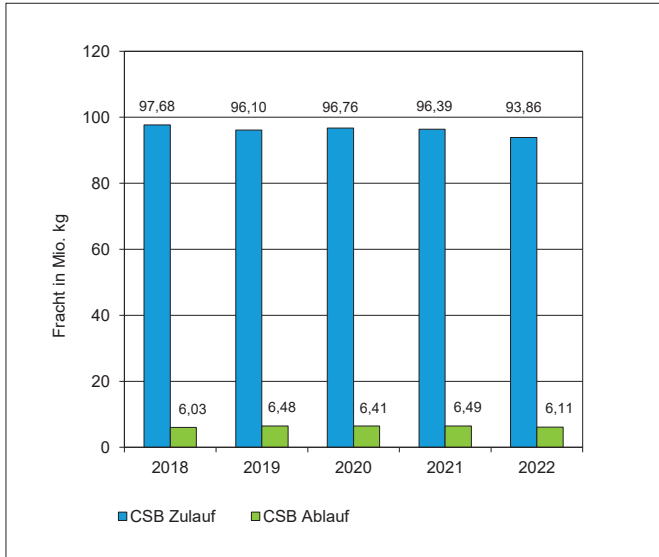


Bild 13.4: Jahresfrachten CSB im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen für die Jahre 2018 bis 2022

Fig. 13.4: Annual loads of COD in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2018 to 2022

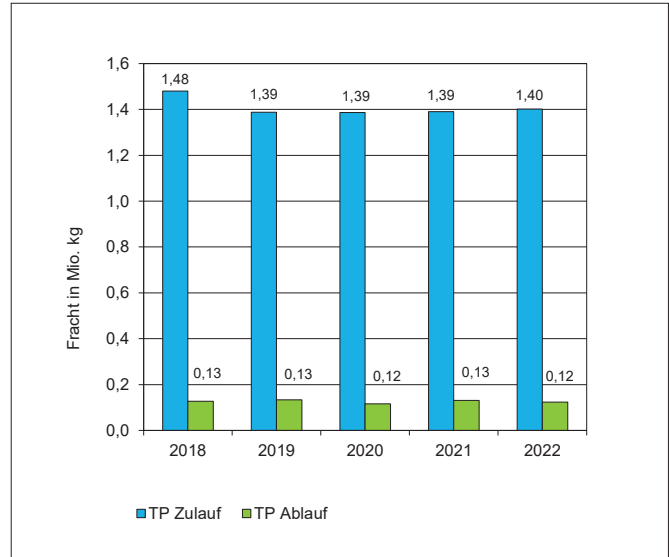


Bild 13.6: Jahresfrachten Gesamtphosphor im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen für die Jahre 2018 bis 2022

Fig. 13.6: Annual loads of total phosphorus in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2018 to 2022

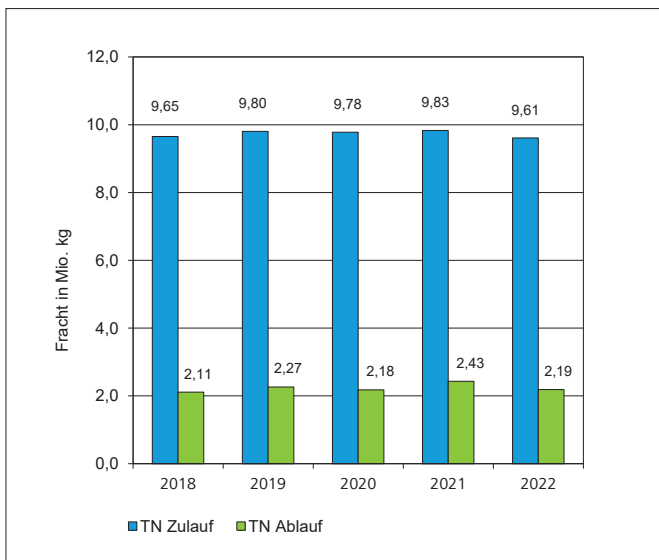


Bild 13.5: Jahresfrachten Gesamtstickstoff im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen für die Jahre 2018 bis 2022

Fig. 13.5: Annual loads of total nitrogen in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2018 to 2022

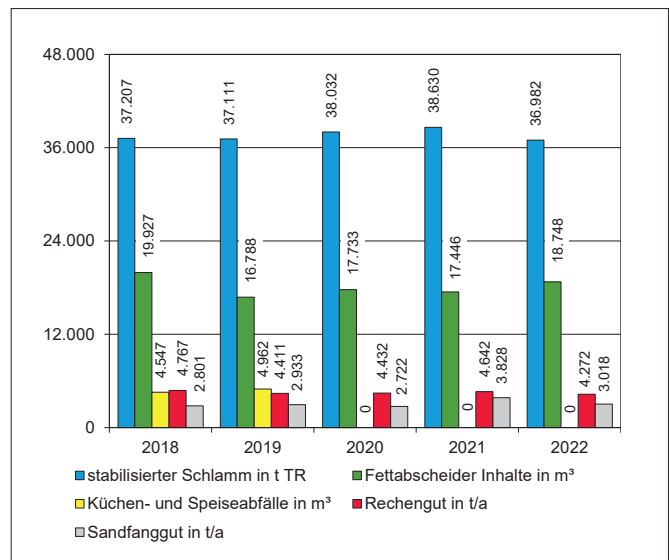


Bild 13.7: Reststoffmengen und angelieferte Co-Substrate für die Jahre 2018 bis 2022

Fig. 13.7: Residue volumes and supplied co-substrates from 2018 to 2022

1983. Der Chemische Sauerstoffbedarf (CSB) als Sammelparame- ter für organische Verschmutzung hat sich von 59 mg/l auf 18 mg/l verbessert. Die Erfolge bei den Maßnahmen zur Stickstoff- elimination lassen sich bei den Ablaufwerten für Ammonium- stickstoff (NH₄-N) ablesen. Ausgehend von 11 mg/l im Jahr 1983 wurde im Jahr 2006 nach Abschluss des Ausbaupro- gramms noch 1,4 mg/l und aktuell im Jahr 2022 sogar ein Ab- laufwert von 0,53 mg/l erreicht. Für den Gesamtphosphor lie-

gen Daten erst seit Anfang der 1990er Jahre vor. Wurden 1993 noch 0,92 mg/l als Ablaufwert ermittelt, sind im Jahr 2022 nur noch 0,36 mg/l gemessen worden.

Zusätzlich zu den Überwachungswerten wurden seit 2016 für inzwischen 40 Kläranlagen mit immissionsbedingten erhöhten Anforderungen an das aufzunehmende Gewässer Betriebsmit- telwerte für einzelne Parameter mit den Behörden auf Grund-

lage von im Gewässer zu erwartenden Konzentrationen unterhalb der Einleitungsstelle vereinbart. Die in den Genehmigungsbescheiden festgelegten Betriebsmittelwerte (Jahresmittelwerte) für Phosphor und Ammoniumstickstoff konnten im Jahr 2022 auf den meisten Kläranlagen erreicht werden. Als Beispiel für die betriebliche Optimierung können die Kläranlagen an der Volme Kierspe-Bahnhof und Volmetal genannt werden, die seit Einführung der Betriebsmittelwerte durch betriebliche Optimierungsmaßnahmen die Ablaufkonzentrationen für Ammoniumstickstoff von 1,6 mg/l auf unter 0,5 mg/l reduzieren konnten. Die Ablaufkonzentrationen für Phosphor wurden ebenfalls verringert, bei einigen Kläranlagen sogar auf unter 0,2 mg/l. Bei vier Kläranlagen wird der geforderte Betriebsmittelwert erst nach dem Abschluss von bereits initiierten Umbaumaßnahmen erreicht werden. Insbesondere vor dem Hintergrund einer im zweiten Halbjahr 2022 aufkommenden bundesweiten Mangellage an Betriebschemikalien (Fällmittel) sind die guten Ergebnisse der Phosphorelimination besonders bemerkenswert.

Insgesamt befindet sich die Reinigungsleistung seit Jahren gleichbleibend auf einem hohen Niveau. Bild 13.3 zeigt die Ergebnisse für die wesentlichen Parameter. Die Werte zur Reinigungsleistung werden seit dem Jahr 2000 ermittelt. Beim Gesamtstickstoff (TN) hat sich die Reinigungsleistung von 53 % im Jahr 2000 auf aktuell 77% verbessert.

Die Zulaufkonzentrationen sind teilweise durch einen hohen Fremdwasseranteil beeinflusst, der für eine deutliche Verdünnung des Abwassers sorgt und auch bei niedrigen Ablaufkonzentrationen zu einem geringeren Wirkungsgrad führt. Im Vergleich ist der spezifische Abwasseranfall mit 159 m³ je Einwohnerwert (E) und Jahr beim Ruhrverband fast doppelt so hoch als der entsprechende bundesweite Wert (DWA) von 82 m³/(E*a) [13.1]. Der Ruhrverband bemüht sich daher in Zusammenarbeit mit den beteiligten Kommunen auf vielfältige Weise um eine Reduzierung der Fremdwasserbelastungen.

Den Verbandskläranlagen wurde im Jahr 2022 eine Gesamtzulaufkraft von über 94 Mio. kg CSB zugeführt. Bei einem spezifischen Wert von 120 Gramm CSB je Einwohner und Tag lässt sich daraus die Bezugsgröße von rd. 2,1 Mio. Einwohnerwerten als mittlere Belastung berechnen. Der 85-Perzentilwert der CSB-Zulaufbelastung ergab 2,7 Mio. E, dem beim Ruhrverband eine Behandlungskapazität von rd. 3,35 Mio. E gegenüber steht. Im Mittel weist eine Ruhrverbandskläranlage eine Ausbaugröße von rund 52.000 E auf (min. 80 E, max. 450.000 E). An die Ruhrverbandsanlagen angeschlossen sind rd. 2,0 Mio. EinwohnerInnen. Die zeitliche Entwicklung der Gesamtfrachten für die Kenngrößen CSB, Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor zeigen die Bilder 13.4, 13.5 und 13.6.

Durch die Abwasserreinigung entstehen Reststoffe in Form von Rechen- und 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 Be-

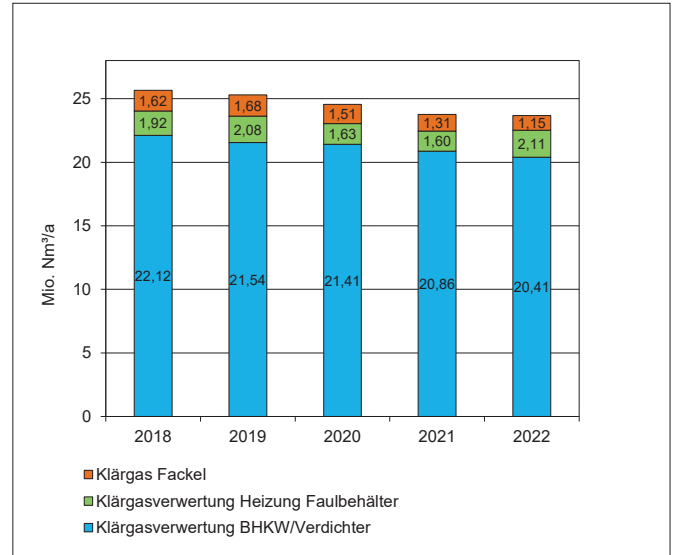


Bild 13.8: Klärgasverwertung auf den Ruhrverbandskläranlagen für die Jahre 2018 bis 2022

Fig. 13.8: Sewage gas utilisation at the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2018 to 2028

achtung wirtschaftlicher Gesichtspunkte. Der anfallende Rohschlamm weist mengenmäßig den größten Anteil auf und muss zunächst stabilisiert werden, um eine effektive Weiterbehandlung zu ermöglichen und Geruchsbelästigungen zu vermeiden. Die Stabilisierung erfolgt fast ausschließlich anaerob in Faulbehältern, wodurch eine beträchtliche Reduzierung der Feststoffmenge erreicht wird. Die anschließende Entwässerung verbessert die Transportbedingungen und schafft die Voraussetzung für eine thermische Behandlung. Gegenüber dem Jahr 2021 ist die Menge an stabilisiertem Schlamm mit 36.982 t Trockenmasse um 4,3% zurückgegangen.

Bild 13.7 zeigt die angefallenen Abfallmengen an stabilisiertem Schlamm, Rechen- und Sandfanggut. Daneben sind die angelieferten Mengen an Fettabscheiderinhalten für die Co-Vergärung dargestellt, durch die ein höherer Gasanfall für die Steigerung der Eigenenergieerzeugung ermöglicht wird. Seit dem Jahr 2020 und damit seit dem Beginn der Corona-Pandemie wurden keine Küchen- und Speiseabfälle mehr angeliefert. Durch Pressen bzw. Waschpressen erfolgt beim Rechengut eine deutliche Massenreduktion, bevor es in der Verbrennung entsorgt wird. Beim Sandfanggut erfolgt die Verwertung zu 100 %.

Eine wesentliche Komponente der Kläranlagenleistung ist die Energieeffizienz. Die zumeist elektrisch betriebenen Verdichter bzw. Belüfter für die Sauerstoffversorgung der Mikroorganismen in den Belebungsbecken haben mit 37,5% 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 acht Jahren betreibt der Ruhrverband ein Energiemanagementsystem, um die Energieeffizienz gezielt zu optimieren und die Energiekosten zu minimieren. Dabei werden die Abwasseranlagen bezüglich ihres Energieeinsatzes eingehend analysiert.

Um den externen Bezug von Strom von Energieversorgungsunternehmen zu senken, werden auf 30 Kläranlagen insgesamt rund 50 Blockheizkraftwerke (BHKW) und Direktverdichter eingesetzt. Die durch das Faulgas angetriebenen Motoren erzeugen elektrische, mechanische und thermische Energien, die nahezu vollständig auf den Kläranlagen genutzt werden. Bild 13.8 zeigt die zeitliche Entwicklung der Klärgasverwertung über die vergangenen fünf Jahre.

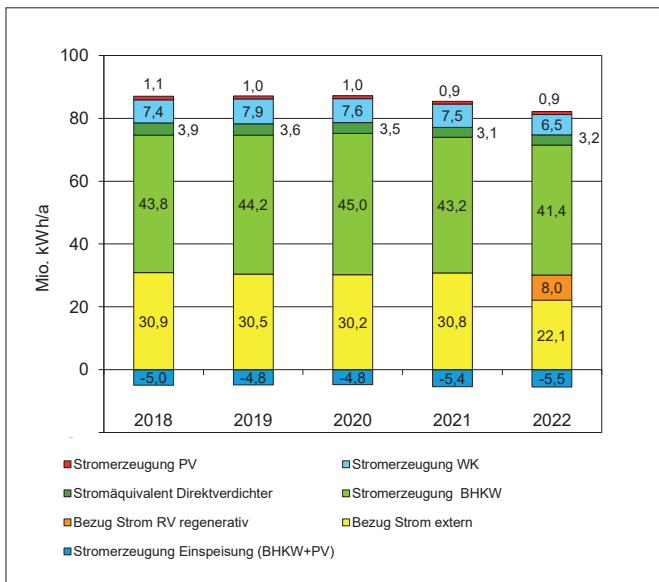


Bild 13.9: Energieeinsatz auf den Ruhrverbandskläranlagen für die Jahre 2018 bis 2022

Fig. 13.9: Energy data from the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2018 to 2022

Eine weitere Energiequelle wurde durch die Aufstellung von insgesamt dreizehn Photovoltaikanlagen (PV) erschlossen, die im Jahr 2022 rd. 0,9 Mio. kWh Strom erzeugt haben. In den kommenden Jahren soll der Anteil des PV-Stroms massiv erweitert werden. Mit der Übernahme von weiteren Wasserkraftanlagen (WK) an der Ruhr im Jahr 2022 machte der Ruhrverband sich noch unabhängiger vom Strommarkt. Von dem in eigenen Wasserkraftanlagen erzeugten Strom konnten 6,5 Mio. kWh über eigene Stromkabel auf Kläranlagen genutzt werden. Zusätzlich wurde Strom von Wasserkraftanlagen und BHKW, der nicht auf den Anlagen direkt zu verwerten war, größtenteils dem Bilanzkreis des Ruhrverbandes in einer Größenordnung von 8,0 Mio. kWh zugeführt und konnte somit in anderen Anlagen genutzt werden.

Durch diese Maßnahmen konnte in den vergangenen Jahren der Strombezug von Energieversorgungsunternehmen (EVU) auf Kläranlagen gesenkt werden. Seit dem Jahr 2006 ist der externe Strombezug von 64,9 Mio. kWh auf 22,1 Mio. kWh um mehr als die Hälfte reduziert worden. Der Gesamtstromverbrauch der Kläranlagen beträgt 76,7 Mio. kWh/a. Die BHKW liefern dabei 41,4 Mio. kWh/a und damit 54 % des erforderlichen Stroms. Die zeitliche Entwicklung bei Verbrauch, Bezug und Erzeugung von Strom beim Ruhrverband zeigt Bild 13.9. Der in den Vorjahren ausgewiesene Freistromanteil wird nach der Übernahme des entsprechenden Wasserkraftwerks jetzt auch dem eigenen Wasserkraftanteil zugeordnet. Zusätzlich enthält diese Darstellung den Energieeinsatz bei den durch Faulgas direkt angetriebenen Verdichtern für Druckluft. Aus dem Gesamtstromverbrauch ergibt sich über die mittlere CSB-Belastung ein spezifischer Stromverbrauch für die Kläranlagen des Ruhrverbandes von derzeit 35,2 kWh je Einwohner und Jahr. Fünf Kläranlagen können als „quasi“-energieautark bezeichnet werden, da sie über das Kalenderjahr betrachtet mehr Strom aus eigenen Energiequellen erzeugt als verbraucht haben. Insgesamt plant der Ruhrverband ab dem Jahr 2024 bilanziell energieneutral zu sein.

14 Registrierte Gewässerverunreinigungen des Jahres 2022 und Rückblick auf die Entwicklung der letzten 50 Jahre

Im Jahr **2022** wurde ein Gewässerunfall registriert. Am 31. Januar 2022 hat der Ennepe-Ruhr-Kreis darüber informiert, dass auf einem Betriebsgelände in Witten die Ölwanne eines PKW beschädigt wurde. Von dem auslaufenden Öl sind ca. 3-5 l in den benachbarten Pleißbach gelangt, welcher nach ca. 2 km in die Ruhr (Ruhr-km 63,3 links) mündet. Ein Entsorgungsunternehmen sowie die Stadt haben Spülungen vorgenommen, so dass keine weiteren Rückstände in den Pleißbach gelangten.

Seit der ersten Ausgabe des Ruhrwassergüteberichtes 1973 erschien unter den Titeln „Besondere Vorkommnisse“ (1973-1986), „Registrierte Alarmfälle“ (1987-2003) und „Registrierte Gewässerverunreinigungen“ (2004 bis heute) eine Auflistung von Ereignissen an der Ruhr und ihren Nebengewässern. Nur in den Jahren 1978 und 1979 wurde kein solches Kapitel verfasst, 1988 und 1989 erschien es unter der Federführung der AWWR (Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr). Im Jahr 1985 hieß dieses Kapitel noch „Besondere Vorkommnisse“ und listete hauptsächlich Gewässerverunreinigungen auf. Doch ebenso beinhaltete dieses Kapitel die Meldung, dass am 22. November 1985 der Mülheimer Angler Herr P. einen kapitalen Lachs von 80 cm Länge und über 5 kg Gewicht in der Ruhr an der Raffelberger Brücke fing. Vernachlässigt man die Bagatelldfälle und jene Unfälle, bei denen die Kläranlagen des Ruhrverbands den jeweiligen Schadstoff erfolgreich zurückhalten konnten, so wurden in diesem Kapitel die Verunreinigungen mit geringer Beeinträchtigung der Wasserqualität bis hin zu Fischsterben aufgeführt. Im ersten Jahrzehnt der Aufzeichnung wurden im Vergleich zu den Gesamtfällen sehr viele Fischsterben registriert (Bild 14.1).

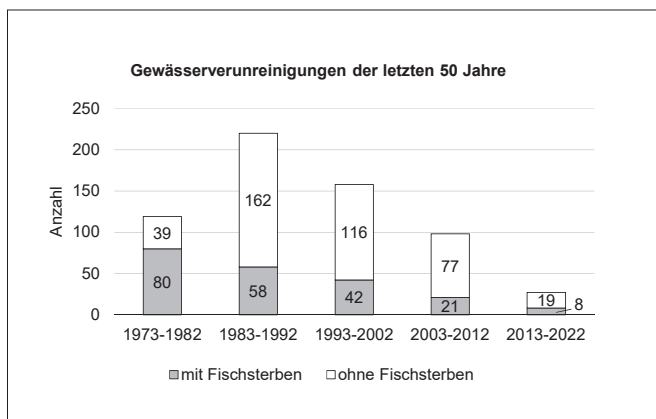


Bild 14.1: Gewässerverunreinigungen der letzten 50 Jahre aufgeteilt in Dekaden.

Fig. 14.1: Incidents of water pollution during the past 50 years by decades

Diese Zählung lässt vermuten, dass ein Gewässerunfall erst als einer erkannt wurde bzw. gemeldet wurde, wenn es zu einem auffälligen Fischsterben kam. Ob ein Vorkommnis in die Auflistung aufgenommen und damit zu einem „Vorfall“ bzw. einer „Gewässerverunreinigung“ wurde, hing über die Jahrzehnte hinweg sicherlich von verschiedenen Faktoren ab. Die Ruhr und ihre Nebengewässer sind heute deutlich schadstoffärmer und eine Auffälligkeit am Gewässer kann heute schon leichte Schaumbildung sein, während dies früher erst gemeldet wurde, wenn verendete Fische aufzufinden waren. Im Folgenden werden jene Unfälle auch als „Störfälle“ bezeichnet. Im Zeitraum 1973 bis 2022 wurden insgesamt 622 Störfälle gezählt.

Der besondere Fokus bei einem Störfall liegt im dichtbesiedelten Ruhreinzugsgebiet, neben dem Einfluss auf Flora und Fauna, auch auf den Folgen für die Trinkwassergewinnung. Verunreinigungen durch Industrieabwässer können in der Regel durch die Kläranlagen des Ruhrverbands vermindert werden. Problematisch wird es dann, wenn zum Beispiel bei Verkehrsunfällen Kraftstoffe über die Straßenentwässerung in die Gewässer gelangen oder andere Chemikalien direkt den Gewässern zugeführt werden. Grundsätzlich hat die Schadenabwehr bzw. die Schadenbegrenzung oberste Priorität. Die Informationsweitergabe, welche zur schnellstmöglichen Beweissicherung und der Feststellung der Ursache führt, ist ebenfalls von großer Bedeutung. Die Überwachung der Gewässer liegt gemäß Landeswassergesetz in der Verantwortung des Landes. Die Behörden haben dazu Pläne erarbeitet, welche ein rasches und effizientes Handeln ermöglichen. Der Ruhrverband ist ein Teil dieser Meldekette, um bei Bedarf schnellstmöglich handeln zu können und so die Qualität des Trinkwassers sicherzustellen.

Eine Auswertung aller bisher in den Ruhrgüteberichten veröffentlichten Störfälle ergab, dass es sich bei insgesamt 33,6 % der gemeldeten Situationen um Fischsterben handelte. Die Ursachen hierfür waren innerhalb der letzten 50 Jahre zu einem großen Teil unbekannt (Bild 14.2). Den zweitgrößten Anteil haben Fischsterben, die in die Kategorie Sonstiges eingeordnet wurden. Zur Kategorie Sonstiges zählen natürliche Ursachen wie Laichstress, Pilzerkrankungen und weitere Ursachen, welche nicht den anderen Kategorien zuzuordnen sind. Die Ursache Abwässer umfasst hauptsächlich industrielle Abwässer, landwirtschaftliche Abwässer, aber auch unerlaubte Abwassereinleitungen.

Die Ursachenforschung für Störfälle ist seit den 1970er Jahren deutlich präziser geworden. So waren die Auslöser für Fischsterben im Jahr 1973 noch fast zur Hälfte (46 %) unbekannt [14.1]. 50 Jahre später sind die Hintergründe, inklusive der natürlichen Gründe wie Parasiten oder Fischkrankheiten, fast immer zu ermitteln. Erfreulich ist dabei nicht nur, dass die Ursachen oder Verursacher bei Gewässerverunreinigungen häufig

[14.1] Ruhrverband: Besondere Vorkommnisse. Ruhrgütebericht 1973, S. 35

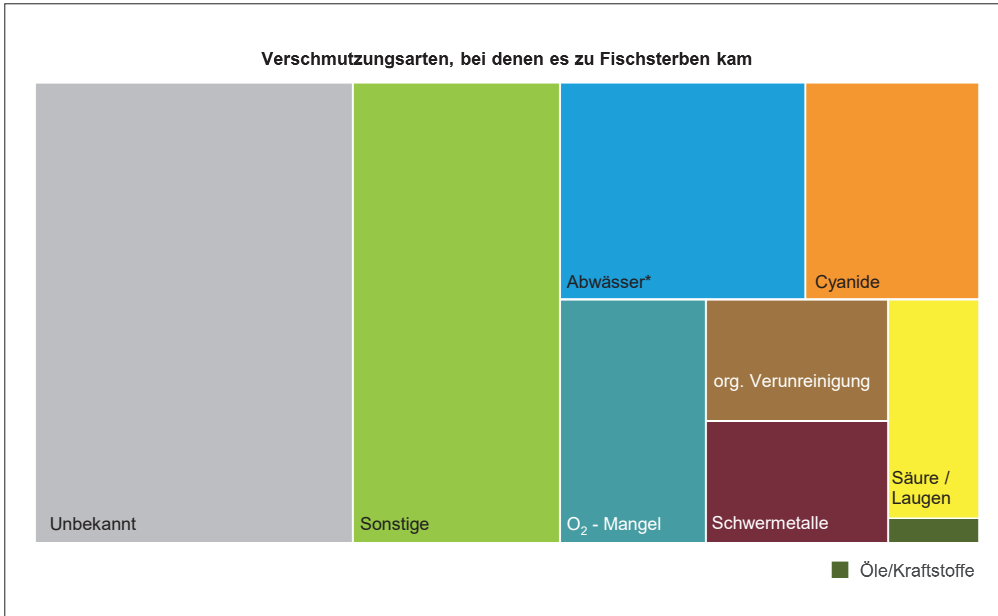


Bild 14.2: Kategorien von Gewässer-
verunreinigungen, bei denen es zu Fischsterben kam
(Auswertung der letzten 50
Jahre).*

Fig. 14.2: Categories of incidents of
water pollution resulting in
fish die-offs (evaluation of
the past 50 years).*

zu ermitteln sind, sondern auch die Tatsache, dass die Anzahl der Störfälle über die Jahrzehnte deutlich abgenommen hat (siehe Bild 14.1). Gleichmaßen ist der Anteil der Störfälle mit Fischsterben deutlich zurückgegangen. Von 1983 bis 1992 waren es im Durchschnitt 22 gemeldete Störfälle pro Jahr, im letzten Jahrzehnt (2013 – 2022) waren es hingegen durchschnittlich nur 2-3.

Die Gründe für Gewässerunfälle lassen sich über die letzten 50 Jahre aufteilen in bekannte und unbekannte Verursacher (Bild. 14.3). Insgesamt sind von den bekannten Ursachen der größte Teil Betriebsunfälle in Industrieunternehmen wie z. B.

defekte Lagertanks. Unter Sonstiges fällt unter anderem häufig das Auftreten von Schaumbildungen. Diese sind während der Vegetationsperiode meist auf natürliche Ursachen zurückzuführen. So führt beispielsweise die mechanische Zerstörung pflanzlicher Biomasse an Wehren oder sonstigen stark turbulenten Strömungsabschnitten zu einem Aufschäumen des pflanzlichen Eiweißes.

Sowohl historische wie auch aktuelle Vorkommnisse waren vorwiegend räumlich und zeitlich begrenzt, sodass spürbare langfristige oder großflächige Auswirkungen auf die Ruhrwasserqualität nicht eingetreten sind.

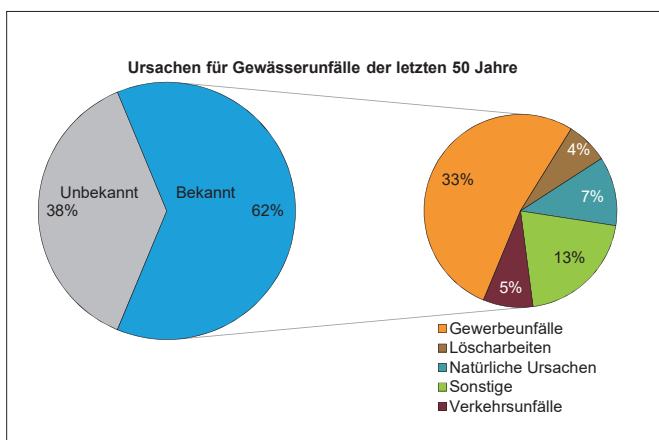


Bild 14.3: Ursachen für Gewässerunfälle der letzten 50 Jahre. Für das Jahr 1989 konnte keine Zuordnung der Ursachen erfolgen, weil in diesem Jahr auf eine tabellarische Aufzählung im Ruhrgütebericht verzichtet wurde.

Fig. 14.3: Causes of waterway accidents in the last 50 years. For the year 1989, causes could not be attributed as the Ruhr Water Quality Report was published without a table of the causes in that year.

*Je größer die farbige Fläche dargestellt ist, desto höher ist die Anzahl der Vorfälle in dieser Kategorie. „Sonstige“ umfasst alle bekanntgewordenen Verschmutzungsarten, die nicht in die aufgeführten Kategorien passen. Dazu gehören unter anderem Löschwasser, Fischkrankheiten und Tenside. Als „unbekannt“ gelten alle Verschmutzungsarten, die in keiner Weise zuzuordnen waren und bereits als „unbekannt“ dokumentiert wurden. „Abwässer“ umfassen häusliche und gewerbliche Abwässer sowie unerlaubte Abwassereinträge.

* The larger the coloured area, the higher the number of incidents in that category. "Other" includes all detected types of pollution that do not fit into the categories listed. These include among other extinguishing water, fish diseases and surfactants. All types of pollution that could not be assigned in any way and had already been documented as "unknown" are labelled as "unknown". "Wastewater" includes domestic, industrial and illegal wastewater discharges.

15 Ruhrgütebericht 1973-2021: Inhaltsübersicht (Auszug)

1973

- Wasserführung der Ruhr
- Ergebnisse der wöchentlichen Ruhruntersuchung
- Ergebnisse der Ruhrlängsuntersuchungen
- Biologische Gütekartierung
- Sauerstoffverhältnisse in der unteren Ruhr
- Tägliche Ruhruntersuchung bei Essen
- Gehalt des Ruhrwassers an Spurenelementen
- Phytoplanktonuntersuchungen in der Ruhr
- Überwachung der Radioaktivität
- Besondere Vorkommnisse
- Ausbau des Meßwesens
- Informationsprogramm „Fischsterben“
- Kooperation mit anderen Institutionen

1974

- Wasserführung der Ruhr
- Ergebnisse der wöchentlichen Ruhruntersuchung
- Ergebnisse der Ruhrlängsuntersuchungen
- Biologische Gütekartierung
- Sauerstoffverhältnisse in der unteren Ruhr
- Tägliche Ruhruntersuchung bei Essen
- Gehalt des Ruhrwassers an Spurenelementen
- Phytoplanktonuntersuchungen in der Ruhr
- Einfluß der Aufwärmung von Gewässern auf den Sauerstoffhaushalt und die Biozönose
- Hauptüberwachungsstation Duisburg
- Talsperrenuntersuchungen
- Besondere Vorkommnisse
- Analyseergebnisse des Arbeitskreises „Wassergüte“ im Ausschuß der Ruhrwasserwerke

1975

Standardkapitel wie 1974, weitere Themen:

- Trophiegrad und Wasserqualität der RTV-Talsperren
- Sauerstoffverhältnisse in der Möhnetalsperre

1976

Standardkapitel wie 1975, zusätzlich neues Standardkapitel „Untersuchung einiger direkter Zuflüsse“, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbandes

- Die Salzbelastung der Ruhr
- Einfluß der Aufwärmung von Gewässern auf den Sauerstoffhaushalt und die Biozönose
- Auswirkungen des Kemnader Sees auf den Wärmehaushalt der Ruhr

Aus der Tätigkeit der Ruhrwasserwerke

- Zu den Untersuchungsergebnissen 1976 des Arbeitskreises "Ruhrwassergüte"
- Maßnahmen zur Verhinderung übermäßigen Algenwachstums in den Wassergewinnungsanlagen der Gelsenwasser AG
- Analyseergebnisse des Arbeitskreises "Wassergüte" im Ausschuß der Ruhrwasserwerke

1977

Standardkapitel wie 1976, zusätzlich neues Standardkapitel „Trübungsmeßstelle am Baldeneysee“, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbandes

- Untersuchungen über den Gehalt an Chlorkohlenwasserstoffen
- Herkunft und Verbleib von Spurenelementen im Ruhreinzugsgebiet
- Nährstoffbelastung der Biggetalsperre

Aus der Tätigkeit der Ruhrwasserwerke

- Erfahrungen der Ruhrwasserwerke bei zwei Gewässerunfällen
- Aus der Tätigkeit des Instituts für Wasserforschung GmbH, Dortmund

1978

Standardkapitel wie 1977, weitere Themen:

Aus der Tätigkeit der Ruhrwasserwerke

- Die Beschaffenheit des Ruhrwassers 1978 im Vergleich zur Oberflächenwasser-Richtlinie der Europäischen Gemeinschaft
- Jahreszeitliche Abhängigkeiten der Remobilisierung von Schwermetallen bei der künstlichen Grundwasseranreicherung
- Verbesserung der Flußwasseraufbereitung durch ein kombiniertes chemisches und biologisches Oxidationsverfahren
- Hygienische Aspekte des Badens in der Ruhr

1979

Standardkapitel wie 1978, zusätzlich neues Standardkapitel „Veröffentlichungen und Vorträge von Mitarbeitern der Ruhrverbände“, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbandes

- Phosphormodell
- Untersuchung des Rinderbaches
- Phyto- und Zooplanktonuntersuchungen in der Ruhr
- Chlor- und Phosphorinsektizide im Ruhrwasser
- Vergleichende Betrachtung über die Beseitigung von anionischen und nichtionischen Tensiden in Kläranlagen des Ruhrverbandes
- Vergleiche der Jahresganglinien verschiedener Parameter bei Essen und Duisburg
- Konzentrationsganglinien und Schmutzfrachten im Klärwerk Bochum-Ölbachtal
- Aktivität von Einzelnukliden in Ruhsedimenten
- Die Wasserbeschaffenheit der Hennetalsperre

Aus der Tätigkeit der Ruhrwasserwerke

- Ozonung, Flockung und Schnellfiltration vor einer biologischen Trinkwasseraufbereitung
- Internationales Symposium über künstliche Grundwasseranreicherung

1980

Standardkapitel wie 1979, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbandes

- Konzentrationen und Verhalten von Cadmium im Verlauf der Ruhr
- Ölbach-Mündungsteiche

Aus der Tätigkeit der Ruhrwasserwerke

- Versuche zur Verbesserung der Vorreinigungsstufe im Wasserwerk Hagen-Hengstey
- Neue Aufbereitung im Wasserwerk Witten der Gelsenwasser AG - Zusätzliche Verfahrensschritte vor und nach der Bodenpassage

1981

Standardkapitel wie 1980, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbandes

- Weitergehende Auswertung der Ruhrlängsuntersuchungen 1975 bis 1980
- Vergleich der Absorption im Bereich der UV-Strahlung mit dem chemischen Sauerstoffbedarf
- Vergleich der Ruhrwasserbeschaffenheit mit der EG-Richtlinie
- Gehalt des Ruhrwassers an leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen in den Jahren 1977 bis 1981

Aus der Tätigkeit der Ruhrwasserwerke und ihrer Arbeitskreise

- Anteil biogener Stoffe an der organischen Belastung der Ruhr
- Phenolische Desinfektionsmittelkomponenten - Transport, Abbau und Neubildung bei der Wasseraufbereitung
- Ist die IWAR-Methode zur Beschreibung von Fließgewässern auf die Ruhr anwendbar?
- Rohwasservorreinigung an der oberen Ruhr durch Flockungsmittelzusatz in Zeiten verminderter Ruhrwasserqualität

1982

Standardkapitel wie 1981, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbandes

- Die Entwicklung der Sauerstoffgehalte in der unteren Ruhr seit 1971
- Das Gewässergütebild 1981 im Vergleich mit dem Gütebild 1973
- Trenduntersuchungen zur Ruhrwasserbeschaffenheit bei Essen
- Weitere Ergebnisse der Überwachungsstation Duisburg und Vergleich mit Gütedaten des Rheins

- Darstellung der verbesserten Reinigungsleistungen der Kläranlagen des Ruhrverbandes
- Einfluß der verbesserten Vorbehandlung industrieller Abwässer an Nickel und Cadmium in der Ruhr
- Beschaffenheit des Wassers der Oese – Vergleich 1975 und 1982
- Die hypolimnischen Sauerstoffverbrauchsdaten der RTV-Talsperren von 1972 bis 1982
- Tracerversuch im Vorbecken der Möhnetalsperre

Aus der Tätigkeit der Ruhrwasserwerke und ihrer Arbeitskreise

- Forschungsschwerpunkte zur künstlichen Grundwasseranreicherung an der Ruhr in den letzten zehn Jahren
- Entwicklung der Trinkwasseraufbereitung im Ruhrgebiet in den letzten zehn Jahren
- Aufgaben der Arbeitsgruppe „Resistente Stoffe im Ruhrwasser“
- Aufgaben der Arbeitsgruppe „Trendanalyse“
- Arbeitsgruppe „Analytik“ - Problematische Parameter der EG-Richtlinie Oberflächenwasser

1983

Standardkapitel wie 1982, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbandes

- Resultate der Überwachung der NTA-Konzentration bei Essen
- 25 Jahre Radioaktivitätsüberwachung an der Ruhr
- Nährstoffbelastung und Sekundärverunreinigung der Möhnetalsperre in den Jahren 1972 bis 1983

Aus der Tätigkeit der Ruhrwasserwerke und ihrer Arbeitskreise

- Neue Aufbereitung im Wasserwerk Witten der Gelsenwasser AG - Betriebserfahrungen
- Biotests als Frühwarnsysteme für Wasserverschmutzung
- Untersuchungen zur Sorptionscharakteristik von Eisen- und Manganfällungsprodukten im Grundwasser unter wechselnden Redoxverhältnissen

1984

Bericht des Ruhrverbandes

- Standardkapitel wie 1983, zusätzlich neues Standardkapitel „Leistungsvergleich der Reinigungsanlagen des Ruhrverbandes“

Aus der Tätigkeit der Ruhrwasserwerke und ihrer Arbeitskreise

- Standardkapitel wie 1983

1985

Standardkapitel wie 1984, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbandes

- Untersuchung von Quellwässern im Verbandsgebiet
- Zusammenhang zwischen den Wassertemperaturen sowie den Ammoniumkonzentrationen in der Ruhr bei Halingen und Essen
- Polychlorierte Biphenyle im Ruhrwasser, in Sedimenten und Klärschlämmen

Aus der Tätigkeit der Ruhrwasserwerke und ihrer Arbeitskreise

- Der Öl- und Giftalarmplan der Ruhrwasserwerke

1986 (40 Jahre AWWR)

Bericht der AWWR

- Aktuelle Fragen zur Reinhaltung der Ruhr als Rohwasser für die Trinkwassergewinnung
- Tätigkeitsberichte AWWR-Ausschuß Wassergüte, AWWR-Ausschuß Wassergewinnung, AWWR-Ausschuß Abwehr unbefugter Eingriffe, AWWR-Ausschuß Öl- und Giftalarmplan
- Die Wasserwerke an der Ruhr - Kurzbeschreibungen
- Ammoniumgehalte im Ruhrwasser und deren Bedeutung für die Trinkwasserqualität - Bildung von Monochloramin
- Künstliche Grundwasseranreicherung und Uferfiltration an der Ruhr im DFG-Forschungsschwerpunkt "Schadstoffe im Grundwasser"
- Das Legionellen-Problem aus trinkwasserhygienischer Sicht
- Unerlaubte Verunreinigung der Ruhr aus rechtlicher Sicht
- Charakterisierung der organischen Inhaltsstoffe des Ruhrwassers mit Hilfe von Testfiltern
- Faekalbakteriophagen und ihre Bedeutung für die Wasserhygiene
- Die Beeinträchtigung der Ruhrwasserqualität im Bereich der Hönnemündung
- Entwicklung eines Testfilters im Labormaßstab
- Sicherung der Wassergüte in Wasserbehältern durch Verkürzung der Aufenthaltszeit
- Die mikrobiologische Untersuchung des Trinkwassers bei Gelsenwasser gemäß Trinkwasserverordnung (22.5.1986)
- Öl- und Giftalarmpläne der Ruhrwasserwerke von der Möhnetalsperre bis zum Rhein
- Kritische Betrachtungen zur Einleitung von REA-Abwässern in Flüsse, die der Trinkwassergewinnung dienen

Bericht des Ruhrverbandes

- Standardkapitel wie 1985, weitere Themen:
- Orientierende Untersuchungen über Triazine im Ruhrwasser
- Auswirkungen des Reaktorunfalls in Tschernobyl auf die Gewässer und Klärschlämme im Ruhreinzugsgebiet
- Trendanalyse der Cadmium- und Nickelkonzentrationen in der Ruhr für die Jahre 1984 bis 1986
- Manganbilanz für die Ruhr

1987

Standardkapitel wie 1985, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbandes

- Coliforme Bakterien im Abwasser und Oberflächenwasser
- Vegetations- und bodenökologische Untersuchungen auf den Heisinger Spülfeldern

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Automatische Datenverarbeitung im Zentrallabor der Gelsenwasser AG

1988

Standardkapitel wie 1987, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbandes

- Die Lenne als Fischgewässer
- Die hygienische Belastung der Ruhr - eine Betrachtung über den Zeitraum 1978 bis 1987
- Die Verringerung des P-Gehaltes im Ruhrwasser und ihre Ursachen
- Beziehung zwischen Ammonium- und Ammoniakkonzentration der unteren Ruhr und ihre Auswirkung auf die Fischtoxizität
- Polychlorierte Biphenyle (PCB) in Fischen der Ruhr und der Ruhrtalesperren - kein Problem für den Verzehr

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Geruchsbeeinträchtigung von Ruhrtrinkwasser nach Desinfektion mittels Chlordioxid
- Neues Laborgebäude für die Wassergüteüberwachung der Dortmunder Stadtwerke AG und das Institut für Wasserforschung GmbH
- Entwicklung und Aufbau eines Langsamfiltermodells zur Schadstoffbeurteilung
- Mögliche Grundwasserbeeinträchtigungen durch anthropogene Flächennutzungen im Ruhrtal
- Hydrochemische Differenzierung von Grundwasser und anthropogener Stoffeintrag beim Wasserwerk Volmarstein
- Pflanzensoziologische Untersuchungen im Wassergewinnungsgelände Essen-Burgaltendorf
- Das Plankton der Ruhr in den Jahren 1984 bis 1988

1989

Standardkapitel wie 1988, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbandes

- Stickstoffbelastungen aus Niederschlägen und anderen diffusen Quellen
- Entwicklung der aquatischen Schwermetallbelastung im Ruhreinzugsgebiet in den letzten Jahrzehnten
- Radioaktivitätsuntersuchungen im Ruhreinzugsgebiet
- Limnologische Untersuchung der Sorpetalsperre
- Sauerstoffanreicherung in der Hennetalsperre
- Inbetriebnahme der Wassergütestation Ruhr-Fröndenberg
- Die Gewässergütestation, ein wichtiger Baustein im System der zeitnahen Gewässerüberwachung
- Rückstellstationen des Ruhrverbandes im Rahmen der gemeinsamen Überwachung der Ruhr
- Erste Ergebnisse der zeitnahen Ruhrüberwachung durch das Landesamt für Wasser und Abfall NW
- Erste Erfahrungen mit der Rückstellstation des Ruhrverbands

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Natur- und Landschaftsschutz in Trinkwassergewinnungsgebieten an der Ruhr - Einklang oder Gegensatz
- Erweiterung des Bereichs Umwelthygiene und Krankenhaushygiene im Hygiene-Institut des Ruhrgebiets zu Gelsenkirchen
- Entsäuerung von Trinkwasser an der Ruhr mittels Kalkmilch
- Erfahrungen mit dem Einsatz von Wasserstoffperoxid bei der Entkeimung von Wasserversorgungsanlagen
- Die Behandlung von Analysenwerten unterhalb der Bestimmungsgrenze
- Experimentelle Untersuchungen zur Ammoniumoxidation bei tiefen Temperaturen

1990

Standardkapitel wie 1989, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbandes

- Beschaffenheit des Ruhrwassers im Vergleich zu den neuen Qualitätszielen der AWWR
- Einfluß und Auswirkungen diffuser Quellen auf die Verunreinigung von Fließgewässern
- Die Belastung von Klärschlämmen mit Schwermetallen und AOX
- Auswertung von Alarmfällen im Ruhreinzugsgebiet für die Zeit 1980 bis 1989 und Erarbeitung eines Risikokatasters

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Neue Formen in der Öffentlichsarbeit bei der RWW
- Aufbau eines Risikokatasters potentieller Gewässergefährdungen im Wassereinzugsgebiet der Dortmunder Stadtwerke AG
- Sickerschlitzgräben für das Wasserwerk Essen-Kettwig vor der Brücke
- Cryptosporidien - Vorkommen und Bedeutung eines neuen Erregers im Wasser
- Bestimmung von Pestiziden in Trink-, Grund- und Oberflächenwasser - Methoden und Ergebnisse
- Pestizide im Regen
- Die Suche nach dem Verursacher erhöhter Simazin-konzentrationen in der Ruhr - ein erster Versuch

1991

Standardkapitel wie 1990, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbandes

- Ermittlung der befestigten Flächen aus Luftbildern zur Bemessung der Regenbecken

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Kooperation Ruhr – Konzept für die Wasserschutzberatung im Wassereinzugsgebiet der Ruhr
- Integrierte Prozeßleittechnik für Pumpwerk und Wassergewinnung im Wasserwerk Essen der Gelsenwasser AG
- Einsatz von umweltfreundlichen Ölen und Kraftstoffen im Wassergewinnungsbetrieb der Gelsenwasser AG – Erfahrungsbericht
- Unerlaubte Einleitung von Chromat in die Kanalisation und deren Auswirkung auf die Ruhr
- Geplante Bodenwaschanlage Hattingen
- Sommerbäder an der Ruhr
- Verminderung der Gewässerbelastung durch EDTA
- Qualitätssicherung in der Wasseranalytik – Anforderungen und Regelungssysteme

1992 (20 Jahre Ruhrgütebericht)

Standardkapitel wie 1991, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbandes

- Aktuelle Entwicklungen im Bereich der Wassermengenvirtschaft
- 20-Jahre Trend der Meßergebnisse wöchentlicher Ruhruntersuchungen
- Trendbetrachtungen ausgewählter Kenngrößen der „Täglichen Ruhruntersuchung bei Essen“
- Übersicht über die Phytoplanktonentwicklung der Jahre 1972 bis 1992
- Phosphat und Chlorophyll im Laufe der Jahre 1965 bis 1992
- Die Entwicklung der Nährstoffkonzentrationen in den Ruhrverbandstalsperren von 1972 bis 1992
- Der Nährstoffrückhalt in den Ruhrverbandstalsperren
- Ergebnisse der Radioaktivitätsuntersuchungen im Ruhreinzugsgebiet – Rückschau auf die letzten 20 Jahre

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Die Zukunft der Wasseraufbereitungstechnologie
- Kooperation Ruhr – Zusammenarbeit Wasserwirtschaft/ Landwirtschaft im ersten Jahr nach Abschluß der Kooperationsvereinbarung
- „Gekapselte“ Trinkwassergewinnung an der Ruhr im Wasserwerk Essen-Kettwig vor der Brücke der RWW
- Problematik der Schutzzonenfestsetzung in den Mülheimer Wasserwerken Styrum-Ost und Styrum-West
- Wasserwirtschaftliche Leistungsanalyse und Erstellung eines Optimierungskonzeptes für ein Verbundwasserwerk im Ruhrtal
- Vom Nutzen der Kleintierwelt – Langsamsandfilter als Lebensraum
- Kleiner Einblick in die mikrobielle Besiedlung von Langsamsandfiltern
- Injektionen in den Baugrund – Anforderungen und Prüfungen aus wasserhygienischer Sicht
- Neuartige Trinkwasserprobenahmestellen im Rohrnetz der Stadtwerke Soest GmbH
- Sanierung eines Trinkwasser-Erdbehälters bei der Stadtwerke Hamm GmbH
- Wassertag der offenen Tür lockt Tausende ins Ruhrtal
- Die RWW-Arbeits- und Unterrichtsmaterialien zum Thema Wasser
- Die Ruhr und ihre Wasserkraftwerke
- Erfolgreicher Abschluß des DFG-Forschungsschwerpunktes "Schadstoffe im Grundwasser" im Bereich der Wassergewinnungsanlage Hengsen der Dortmunder Stadtwerke AG

1993

Standardkapitel wie 1992, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbandes

- Erfahrungen mit einem Bio-Monitor-System bei der Gewässerüberwachung
- Fischereibiologische Maßnahmen zur weiteren Verbesserung der Funktion von Schönungsteichen
- Untersuchungen zum jahreszeitlichen Verlauf der Konzentration an Ammonium-Stickstoff in der Ruhr
- Vorkommen und Herkunft von Pflanzenbehandlungsmitteln im Ruhrwasser
- Vorkommen und Herkunft von EDTA und NTA im Ruhrwasser
- Fische und Fischerei in der Ruhr

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Ruhrauenprogramm - Mehr Natur an der Ruhr
- Versickerungsbecken - Einfassung aus Beton
- Die Kooperation zwischen Landwirtschaft und Wasserwirtschaft im Einzugsgebiet der Ruhr im Jahre 1993
- Ergebnisse hydrogeologischer und wasserwirtschaftlicher Leistungsanalysen der Wassergewinnungsanlagen der Verbund-Wasserwerk Witten GmbH im Ruhrtal
- 222-Radon als natürlicher Tracer zur Abschätzung von Aufenthaltszeiten bei Uferfiltration und künstlicher Grundwasseranreicherung in einer Wassergewinnungsanlage im Ruhrtal
- Einsatz der Segmented-Flow-Technik in der Wasseranalytik
- Informationsangebot zur Wasserwirtschaft an der Ruhr

1994

Standardkapitel wie 1993, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbandes

- Einsatz der Multiparametersonde an der Hennetalsperre
- Geruchsstoffe im Ruhrwasser am Beispiel von synthetischen Moschusverbindungen
- Anionische Tenside in der Ruhr, in Abwässern und in Klärschlämmen
- Anthropogene organische Spurenstoffe in der Ruhr und ihren Nebenflüssen
- Organische Xenobiotika und Schwermetalle in Fischen aus dem Einzugsgebiet der Ruhr
- Aktuelle Zusammensetzung der Baldeneysee-Sedimente sowie der Schwebstoffe der Ruhr im Vergleich zu früheren Untersuchungen
- Chlorophyllgehalte des Ruhrwassers in Abhängigkeit von Abfluß und anderen Einflußgrößen
- Untersuchung von Quellwässern im Ruhreinzugsgebiet
- Fische und Fischerei in den Talsperren des Ruhrverbandes
- Ermittlung der Befestigungsgrade aus Luftbildern zur Bemessung der Regenbecken im Ruhreinzugsgebiet – Erfahrungsbericht und Ergebnisse

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Aktueller Stand der Schutzgebietsausweisungen für die Ruhrwasserwerke und Anwendbarkeit des novellierten DVGW-Arbeitsblattes W 101 in künftigen Wasserschutzgebietsverfahren
- Pilotprojekt einer Öko-Bilanz für Natur und Landschaft – Flächenmanagement bei der Gelsenwasser AG
- Wissenschaftliche Arbeit belegt: Wassergewinnung bedeutet Schutz für die Flora und Fauna der Region
- Die Kooperation zwischen Landwirtschaft und Wasserwirtschaft im Einzugsgebiet der Ruhr im Jahre 1994
- Diuronfunde in Ruhrzuflüssen unter Berücksichtigung der Flächennutzung
- Sicherung der Analysenqualität bei der bakteriologischen Untersuchung von Trinkwasserproben
- Die Untersuchung von Partikeln aus der Hausinstallation mit der EDX-Analyse des Rasterelektronenmikroskops
- SAW-Projekt jetzt auch für den Bereich Wasserversorgung
- Dortmunder Versorgung neu geordnet: Ab 1. Januar 1995 "Dortmunder Energie und Wasser"

1995

Standardkapitel wie 1994, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbandes

- Vergleichende Untersuchung der Talsperrensedimente
- Emission und Immission von Bor im Ruhreinzugsgebiet
- Vorkommen und Herkunft von Salzen im Ruhrwasser
- Gewässerüberwachung an der Ruhr durch automatische Meß- und Proberückstellstationen in Hattingen und Essen
- Untersuchungen zu Medikamentenrückständen in der Ruhr - Vorkommen und Identifizierung von Clofibrinsäure und anderen Medikamentenrückständen
- Ergebnisse der Radioaktivitätsuntersuchungen im Ruhreinzugsgebiet von 1990 bis 1995

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Fischerei und fischereiliche Maßnahmen der Gelsenwasser AG
- Qualitätsmanagement in Laboratorien der AWWR - Elementarer Bestandteil einer umfassenden Sicherung der Trinkwasserqualität
- Analytik und Vorkommen von Geruchsstoffen in der Ruhr

1996

Standardkapitel wie 1995, zusätzlich neues Standardkapitel „Organische Spurenstoffe“, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbandes

- Zeitliche Entwicklung der Schwermetallgehalte des Ruhrwassers bei Wetter
- Vorkommen und Herkunft von Schwermetallen im Ruhrwasser
- Gewässergüte belasteter Gewässer am Beispiel der Rahmede
- Coliforme Bakterien im Ruhrwasser bei Essen
- Wasserwirtschaftliche und ökologische Aspekte von Schönungsteichen im Anschluß an Kläranlagen
- Regenwasserbehandlung

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Wasserschutzgebiete im Ruhrtal

1997 (25 Jahre Ruhrgütebericht)

Standardkapitel wie 1996, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbandes

- 25-Jahrestrend der Ruhrwasserbeschaffenheit
- Emissions- und Immissionsbetrachtungen bezüglich der eutrophierenden Nährstoffe Stickstoff und Phosphor in der Ruhr
- Geogene und anthropogene Metallbelastungen von ausgewählten Fließgewässern im Einzugsgebiet der Ruhr
- Verringerung der org. und trophischen Gewässerbelastung durch Verbesserung landwirtschaftlicher Praxis, dargestellt am Beispiel des Mielinghauser Baches
- Möglichkeiten und Grenzen der Schaffung von Fischaufstiegshilfen an der Ruhr

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Umbau und Neuerrichtung von Fischauf- und -abstiegsanlagen an der Ruhr in Höhe der Staustufe Mülheim-Kahlenberg
- Wassergewinnung und Naturschutz - Biotopentwicklung der RWW im Ruhrtal
- Versickerung von Niederschlagsabflüssen in Wasserschutzgebieten
- Die Kooperation zwischen Landwirtschaft und Wasserwirtschaft im Einzugsgebiet der Ruhr in den Jahren 1996 und 1997

1998

Standardkapitel wie 1997, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbandes

- Neophyten und Neozoen an und in der Ruhr
- Die Grundwasserbeschaffenheit an ausgewählten Stellen im Ruhreinzugsgebiet
- Phosphor als Nährstoffelement für das Algenwachstum in der Ruhr
- Die chemische Wasserbeschaffenheit der Ruhr im Spiegel verschiedener Immissionsanforderungen
- Bestimmung und Bewertung der Gewässergüte und der Wasserbeschaffenheit

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Geschichte und Gegenwart der Ruhr - „Route der Industriekultur“ der IBA Emscher Park
- Rechnerische Mengenmessung in der Wassergewinnungsanlage der Stadtwerke Essen AG
- Geruchsauffälligkeiten im Oberflächen- und Trinkwasser an der oberen Ruhr im Frühjahr 1998
- Partikeltransfer bei der künstlichen Grundwasseranreicherung
- Extensivierungsmaßnahmen im Hünninger Ruhrbogen bei Neheim

1999

- Standardkapitel wie 1998, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbandes

- Vorkommen und Herkunft der organischen Belastung des Ruhrwassers
- Selbstreinigung von Gewässern am Beispiel der unteren Ruhr
- Fische als Indikatoren für den ökologischen Zustand von Fließgewässern, dargestellt am Beispiel der Ruhr
- Auswertung von Alarmfällen im Ruhreinzugsgebiet für die Zeit von 1990 bis 1999

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Alternative Methoden zur Befestigung von Filterböschungen – Erfahrungen mit Winkelstützwänden
- Das neue Wasserwirtschaftssystem der GELSENWASSER AG
- Validierung von Wasserversorgungsunternehmen gemäß EG-Öko-Audit-Verordnung
- Neue PSM-Wirkstoffe im Getreidebau -Einsatz an der Ruhr, Fortschritte bei der PSM-Analytik

2000

Standardkapitel wie 1999, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbands

- Zeitliche Entwicklung der CSB-Emission und -Immission am Beispiel des Ruhr
- Darstellung der Ammonium-Emission in die Ruhr und Vergleich mit der Belastung der Ruhr im Winter in Essen-Rellinghausen
- Zur Durchgängigkeit und dem „guten ökologischen Zustand“ anthropogen veränderter Mittelgebirgsflüsse, dargestellt am Beispiel von Ruhr und Lenne

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Behandlung und Verwertung von Aufbereitungsschlämmen aus einem Ruhrwasserwerk
- Arzneimittelwirkstoffe und hormonelle Substanzen in der mittleren Ruhr - Vorkommen und Verhalten bei der künstlichen Grundwasseranreicherung
- NRW fördert moderne Stromversorgungsanlage für sicheren Betrieb von Analysegeräten im DEW-Labor Schwerte-Geisecke mit 500.000 DM
- Supraleitende unterbrechungsfreie Stromversorgung (SMES) im Regelbetrieb
- Siebandreinigung bei der Langsamsandfiltration
- Das Essener Trinkwasser im Vergleich zur Beschaffenheit der Ruhr bei Essen

2001

Standardkapitel wie 2000, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbands

- Ergebnisse der Radioaktivitätsuntersuchungen im Ruhreinzugsgebiet von 1996 bis 2001
- Prägende Faktoren der Wasserbeschaffenheit und der Gewässergüte am Beispiel ausgewählter Fließgewässer im Ruhreinzugsgebiet
- Die Belastung der Klärschlämme mit Schadstoffen und deren Bedeutung für die Gewässerreinigung
- Fischerei und fischereiliche Bewirtschaftung an den Talsperren des Ruhrverbands
- Massenentwicklung von Wasserpflanzen in den Ruhrstauseen
- Schaffung einer naturnahen Auenlandschaft auf der Fläche Oefte des Ruhrverbands - Entwicklung nach drei Jahren

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Erfolge des kooperativen Gewässerschutzes am Beispiel des Ruhrwasserwerkes Essen-Kettwig
- Mikrobiologische Leistungsdaten des „Mülheimer Verfahrens“, dargestellt am Beispiel des Wasserwerkes Mülheim-Styrum-Ost der RWW
- Erste Ergebnisse der Funktionskontrolle der Fischschleuse im Kraftwerk Mülheim-Kahlenberg
- Exemplarische Untersuchungen zur Rückhaltung von Cryptosporidien-Dauerstadien in verschiedenen Filtermaterialien
- Nährstoffeinträge in die Ennepetalsperre - Herkunft und Maßnahmen des Gewässerschutzes

2002

Standardkapitel wie 2001 (bisheriges Standardkapitel „Sauerstoffverhältnisse in der unteren Ruhr“ ab 2002 gestrichen), weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbands

- Untersuchung von Schwebstoffen
- Untersuchungen zur Gentoxizität von Abwässern
- Schwermetalle im Abwasser des Ruhreinzugsgebietes
- Immissionsbezogene Anforderungen an die Niederschlagswasserbehandlung unter Berücksichtigung des BWK-Merkblattes M 3
- Konzeptionelle Überlegungen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit der Gewässer im Einzugsgebiet der Ruhr
- Hydroakustische Untersuchungen zum Fischbestand der Hennetalsperre

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Trendanalyse zur Ruhrwasserbeschaffenheit
- Trinkwasserschutzgebiete im Einzugsgebiet der Ruhr
- Zehn Jahre Kooperation Wasserwirtschaft/Landwirtschaft an der Ruhr - Ergebnisse und Ausblicke
- Pflanzenschutzmonitoring in der Lenne - Ergebnisse des Monitorings 2002

2003

Standardkapitel wie 2002, zusätzlich neue Standardkapitel „Chemisch-physikalische und hydrobiologische Ruhrlängsuntersuchungen“ und „Plankton- und Makrophytenuntersuchungen in der Ruhr“, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbands

- Der Einfluss von chemischen Komponenten auf die Bewertung des ökologischen Zustands der Ruhr gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie
- Sauerstoffgehalt in der Unteren Ruhr unter besonderer Berücksichtigung der extremen Verhältnisse im Jahr 2003
- Untersuchungen zur räumlichen Variabilität der Wasserqualität des Kemnader Sees
- Der Einfluss des Abflusses auf ausgewählte Gütemerkmale des Ruhrwassers
- Der Klärschlamm als Schadstoffsенke und seine Bedeutung für die Gewässergüte
- Konzept zur naturnahen Entwicklung der oberen Ruhr
- Die Ergebnisse der Bestandsaufnahme gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie für das Ruhreinzugsgebiet

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Gewinnung und Aufbereitung von Trinkwasser aus Oberflächenwasser mit Verfahren der „Künstlichen Grundwasseranreicherung“ – Stand der Technik
- Die Bestandsaufnahme zum Zustand der Gewässer aus Sicht der Ruhr-Wasserwerke – Ein Kommentar zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie im Einzugsgebiet der Ruhr
- Vorkommen von Glyphosat und AMPA in der Ruhr und deren Verhalten bei der Wasseraufbereitung
- Einbau eines Treibgutabweisers in der Ruhr am Ruhrstausee bei Holzwickede-Hengsen

2004

Standardkapitel wie 2003, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbands

- Makrophyten in den Ruhrstauseen – Vergangenheit und Gegenwart
- Untersuchung von phosphororganischen Spurenstoffen in der Ruhr und ihren Nebengewässern
- Einfluss der gewerblichen und industriellen Indirekteinleiter auf die Zulaufbelastung der Verbandskläranlagen bezüglich der Kenngrößen
- CSB, Stickstoff und Phosphor in Abhängigkeit der Herkunftsbereiche
- Das Monitoring des Gewässerzustands als nächster Umsetzungsschritt der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Wasserwirtschaftliche Orientierung der AWWR in der weiteren Umsetzung der WRRL im Einzugsgebiet der Ruhr
- Verhalten von Organophosphaten bei der Trinkwasseraufbereitung - Ergebnisse orientierender Untersuchungen

2005

Standardkapitel wie 2004, zusätzlich neues Standardkapitel „Elodea-Vorkommen in den Ruhrstauseen“, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbands

- Weitere Umsetzungsschritte der WRRL: Monitoringkonzept, wirtschaftliche Analyse, Ausblick
- Vergleichende Betrachtung von Ruhr und Lenne am Zusammenfluss
- Die Hintergrundbelastung der Gewässer im Ruhreinzugsgebiet
- Beeinträchtigung von Kläranlagenbetrieb und Gewässern durch nicht geregelte Emissionen von Industriechemikalien

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Glyphosat im Oberflächenwasser der Ruhr und im künstlich angereicherten Grundwasser: Monitoring der AWWR und des LUA
- Neue Prozessleittechniken bei den Wasserwerken Westfalen GmbH
- Zielwerte für die Qualität des Ruhrwassers und deren Überwachung ab 2006

2006

Standardkapitel wie 2005, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbands

- Inbetriebnahme der Gewässerüberwachungsstation Wetter und erste Erfahrungen
- Vegetationsentwicklung der Spülfelder am Hengsteysee
- Normierte Frachten ausgewählter Kenngrößen zur Trendermittlung
- Ergebnisse der Radioaktivitätsuntersuchungen im Ruhreinzugsgebiet -Eine Rückschau
- Aquatische Biotests in der Abwasserüberwachung: Fischeitest
- Bedeutung von Bakterien mit fadenförmiger Wuchsform für den Betrieb von Belebungsanlagen
- Immissionsorientierte Bewertung von Niederschlagswassereinleitungen am Beispiel der Einzugsgebiete der KA Wenden und Plettenberg
- Behandlung der PFT-Problematik am Möhnesee

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Bei der landbaulichen Verwertung von Bioabfällen ist der Gewässerschutz sicher und wirksam zu regeln
- Perfluorierte Tenside (PFT) im Oberflächengewässer der Ruhr und im Trinkwasser von Ruhrwasserwerken – Ergebnisse des Monitorings der AWWR
- Analytik von PFT-Komponenten in Laboratorien der AWWR
- Hydraulische Kapselung der Wassergewinnung Wasserwerk Styrum-West
- Vorkommen und Relevanz von Arzneistoffen und ausgewählten Umweltchemikalien in der Ruhr

2007

Standardkapitel wie 2006, zusätzlich neues Standardkapitel „Die PFT-Situation“ (bis 2009), weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbands

- Planung, Durchführung und Auswertung von physikalisch-chemischen Gewässeruntersuchungen
- Konzentrationen und Frachten ausgewählter Inhaltsstoffe in der Ruhr an der Mündung
- Neozoen im Einzugsgebiet der Ruhr
- Mikrobiologische Untersuchungen zur Nitrifikations- und Denitrifikationsleistung von Belebtschlamm
- Auswirkungen fremdwasserbedingter Entlastungen auf die Gewässerqualität
- Maßnahmen zur Zielerreichung „guter ökologischer Zustand“ der Fließgewässer - das Projekt „Strahlwirkung“

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Positionspapier der AWWR zur Umsetzung der EG-WRRL an der Ruhr novelliert
- Monitoring der AWWR zum Vorkommen anthropogener organischer Stoffspuren in der Ruhr -eine Ankündigung
- Erfolgreiche PFC-Analytik an der Ruhr
- Organische Spurenstoffe und ihre Entfernung in der Trinkwasseraufbereitung an der Ruhr -Ergebnisse im Rahmen der Arnsberger Vereinbarung
- Stoffspuren in der Ruhr -Ergebnisse aus den Wasserversorgungsunternehmen zu Arzneimitteln und Flammschutzmitteln
- Beeinflusst die künstliche Grundwasseranreicherung den mikrobiologisch-ökologischen Zustand des Grundwassers?

2008

Standardkapitel wie 2007 (Standardkapitel „Gewässergütebild“ abgelöst durch „Der ökologische Gewässerzustand im Ruhreinzugsgebiet“), weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbands

- Standpunkt zur Spurenstoffdiskussion aus Sicht der Abwasserbeseitigung
- Untersuchungen zur hygienischen Beschaffenheit der unteren Ruhr
- Auswirkungen der Extremwetterereignisse und auf die limnologischen Verhältnisse in den Talsperren
- Bypassgerinne am Horbach (Hennetalsperre) als naturnaher Ersatzlebensraum
- Bewirtschaftungsplanung im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Chemische Ziele für die Ruhrwassergüte – Was hat Priorität in den Bewirtschaftungsplänen
- Organische Spurenstoffe in der Ruhr – erste Ergebnisse des Monitorings der AWWR

2009

Standardkapitel wie 2008, zusätzlich neues Standardkapitel „Organische Spurenstoffe in der Ruhr – Fortsetzung des AWWR-Monitorings“, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbands

- Organische Mikroverunreinigungen im Ablauf kommunaler KA und Vergleich mit der Immission der Ruhr bei Essen
- Fischaufstieg Harkortsee: Maßnahmen der ökologischen Gewässerunterhaltung
- Lachse in der Ruhr
- Umsetzungsfahrplan „Untere Ruhr“
- Untersuchungen zur hygienischen Beschaffenheit des Baldeneysees
- Registrierte Gewässerverunreinigungen des Jahres 2009 und Auswertung der Ereignisse der vergangenen drei Dekaden

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Vorkommen von Komplexbildnern in der unteren Ruhr und deren Verhalten in der Trinkwasseraufbereitung bei RWW
- Einsatz von Kontaktaktivkohle im Wasserwerk Mengesohl (Meschede) der Hochsauerlandwasser GmbH (HSW)
- Zusammenschluss der Werke Essen-Horstund Essen Übrerruhr der Wassergewinnung Essen GmbH / Verlegung eines Doppeldükers DN 1400 in der Ruhr
- Geprüftes Umweltmanagement bei den Wasserwerken Westfalen
- Der Mäander-Fischpass® – zehn Jahre Fischaufstieg an der Stauanlage Fröndenberg der Wasserwerke Westfalen GmbH
- Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Bereich der Ruhr – aktuelle Erhebungen der Kooperation Landwirtschaft / Wasserwirtschaft

2010

Standardkapitel wie 2009 („Die PFT-Situation“ seit 2010 kein Standardkapitel mehr), weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbands

- Untersuchungen zur Eliminierung von Mikroverunreinigungen auf der Kläranlage Schwerte
- Hygienische Beschaffenheit der Ruhr
- Fischereiliche Bewirtschaftung der Ruhrverbandstalsperren

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Wasser ist Energie / Nutzung der regenerativen Energie der Wasserkraftanlage Westhofen
- UV-Desinfektion bei den Wasserwerken Westfalen – Ersatz der bestehenden Desinfektion mit Chlordioxid durch verbesserte Technologien
- Verfahrenstechnische Trennung von Aktivkohle- / Sandgemischen aus der Langsandsfiltration
- Monitoring von organischen Spurenstoffen in der Ruhr
- Wassergewinnung und Gewinnung von Gas in NRW aus unkonventionellen Lagerstätten – ein Gegensatz?

2011

Standardkapitel wie 2010, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbands

- Mikroverunreinigungen im Ablauf kommunaler Kläranlagen
- Herkunft und Vorkommen von Benzotriazolen im Gewässer und Abwasser
- Das Vorkommen der Neozoe *Hemimysis anomala* – Schwebgarnele – in der Möhnetalsperre
- Konkretisierung von Maßnahmen zur Verbesserung des Gewässerzustands nach EG-WRRL – Folgerungen im Ruhreinzugsgebiet

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Kleinsten Teilchen auf der Spur – Wie sich die Ruhrwasser-Analytik in 40 Jahren verändert hat
- 20 Jahre Kooperation Landwirtschaft / Wasserwirtschaft im Ruhreinzugsgebiet
- Wasserschutzgebiete im Einzugsgebiet der Ruhr
- Erweiterung der Wasseraufbereitung im Wasserwerk Möhnebogen der Stadtwerke Arnberg
- Dichtwand Wasserwerk Essen-Kettwig – Eine Maßnahme zur Sicherung der dortigen Wassergewinnung mit Blick auf die zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels

2012

Standardkapitel wie 2011, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbands

- Auftreten von seltenen Erden (Lanthaniden) im Ruhrwasser
- Untersuchungen zur Eliminierung von organischen Mikroverunreinigungen auf der Kläranlage Schwerte
- Biologische Nachweisführung zum Einfluss von Einleitungen der Siedlungsentwässerung
- Maßnahmen des Ruhrverbands aus den Umsetzungsplänen zur EG-WRRL

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Orientierende Untersuchungen über Titan und Silber in der Ruhr bei Schwerte
- Erweiterung der Wasseraufbereitung im Wasserwerk Langel des Wasserbeschaffungsverbandes Arnberg
- Investition in gemeinsame Trinkwasseraufbereitung – Kooperation der Stadtwerke Menden und Fröndenberg
- Aktuelle Forschungsansätze für eine nachhaltige und vorsorgende Wasserwirtschaft

2013

Standardkapitel wie 2012, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbands

- Vorkommen von organischen Mikroverunreinigungen und Metallen in Biota
- Legionellenproblematik auf der Kläranlage Warstein
- Hydroakustische Erfassung von Wasserpflanzenbeständen im Kemnader See
- Voruntersuchungen Fischaufstieg Wehr Baldeney
- Ergebnisse aus einem Verbundprojekt großtechnischer Untersuchungen zur weitergehenden Elimination von Mikroverunreinigungen

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Nachweismethoden für coliforme Bakterien
- Hochwasserschutzmaßnahmen zur Sicherung der Wassergewinnungsanlage Langel
- Entwicklung der Arzneimittelrückstände und Röntgenkontrastmittel in der unteren Ruhr und im Trinkwasser am Beispiel des RWW-Ruhrwasserwerkes Styrum-Ost in Mülheim an der Ruhr
- Mehr Brutplätze für den Eisvogel – Verbesserung der Lebensbedingungen entlang der Ruhr
- Exkursion zum niederländischen Wasserversorger WML in Heel in der Provinz Limburg
- Überprüfung der Relevanz von Sulfonyl-Harnstoff-Herbiziden in einem Jahresmonitoring

2014

Standardkapitel wie 2013, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbands

- Ergebnisse der Lennelängsuntersuchungen
- Herkunft der Schwermetallbelastung in der Ruhr
- Konsequenzen aus den Änderungen des Bewertungsverfahrens für das Makrozoobenthos
- Legionellenproblematik auf der Kläranlage Warstein
- Zweiter Bewirtschaftungszyklus zur Umsetzung der WRRL

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- AWWR Meldeplan Ruhr – wie wird er gelebt?
Bericht von der Schulung
- AWWR-Investitionsprogramm zur Ertüchtigung der Wasserwerke an der Ruhr schreitet voran – Statusbericht

2015

Standardkapitel wie 2014, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbands

- Untersuchungen von Quellwässern im Ruhreinzugsgebiet
- Baden in der Ruhr – Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „Sichere Ruhr“

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Einbindung eines Non-Target-Screenings in die Routineuntersuchung von Wasserproben auf Spurenstoffe
- Weitergehende Aufbereitung des Trinkwassers an der Ruhr: Das neue Essener Verfahren
- Fischdurchgängigkeit an der mittleren Ruhr – Die Projekte der Wasserwerke Westfalen GmbH (WWW)

2016

Standardkapitel wie 2015, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbands

- Organische Spurenstoffe in der Ruhr und in Biota
- Vorkommen und Bedeutung der neozoischen Körbchenmuschel *Corbicula* in der Ruhr
- Stoffflussanalyse/-modellierung von Ruhr und Lenne
- Zehn Jahre PFT im Ruhreinzugsgebiet

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Weitergehende Aufbereitung des Trinkwassers an der Ruhr: Wasserwerk Hennesee – stets gutes Trinkwasser (auch in Krisenzeiten)

2017

Standardkapitel wie 2016, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbands

- Untersuchungen von Mikrohabitaten und deren Bedeutung für das Makrozoobenthos in renaturierten Gewässerabschnitten von Sorpe und Röhre
- Baden in der Ruhr
- Fischfauna der unteren Ruhr

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Weitergehende Aufbereitung des Trinkwassers an der Ruhr
- Vorkommen von Glyphosat und AMPA in der Ruhr und deren Verhalten bei der Wasseraufbereitung: Neue Bewertung, Zulassung und Relevanz für die Trinkwasserversorgung an der Ruhr
- MERK'MAL – Minimierung von Röntgenkontrastmitteln im Einzugsgebiet der Ruhr
- Angewandte virologische und bakteriologische Untersuchungen in den Ruhrwasserwerken der RWW
- 25 Jahre Kooperation Landwirtschaft/Wasserwirtschaft im Ruhreinzugsgebiet

2018

Standardkapitel wie 2017, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbands

- Das Trockenjahr 2018 – Überwachung der Wasserqualität und Gewässergüte im Ruhreinzugsgebiet
- Hygienische Untersuchungen der Ruhr
- Untersuchungen zur Emissions- und Immissionsituation im Einzugsgebiet der Hönne
- Ergebnisse des Projekts „Essen macht's klar“

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Herausforderungen in der Wasserversorgung während der Trockenphase 2018
- Ausweitung der Möglichkeiten von Photovoltaik zur Eigennutzung in Wasserwerken
- Betrachtung der möglichen Auswirkungen der Grubenwassereinleitungen aus Erb- und Wasserlösungsstollen des Altbergbaus auf die Wassergüte der unteren Ruhr
- Das neue Mitgliedsunternehmen „Stadtwerke Winterberg“ stellt sich vor

2019

Standardkapitel wie 2018, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbands

- Niedrigwassermanagement beim Ruhrverband – Betrachtungen zur Wasserqualität in den Jahren 2018 und 2019
- Untersuchungen zur Emissions- und Immissions-situation im Einzugsgebiet der Volme
- Immissions- und Emissionsbetrachtung bezüglich der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor in der Ruhr
- Einfluss von Spurenstoffen auf das Makrozoobenthos

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Auswirkungen von Trockenperioden auf die Wasserversorgung
- Wasserwende – Leitungs- statt Flaschenwasser
- Untersuchungen der Grubenwasserqualität aus Erb- und Wasserlösungsstollen im Einzugsgebiet der unteren Ruhr

2020

Standardkapitel wie 2019, weitere Themen:

Bericht des Ruhrverbands

- Spurenstoffe und ökologischer Zustand von Fließgewässern
- Untersuchungen zur Emissions- und Immissions-situation im Einzugsgebiet der Unteren Lenne
- Vier Jahre Baden an der Badestelle Seaside Beach - Rückblick und Ausblick
- Polare Substanzen in der Ruhr

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Herausforderungen in der Wasserversorgung: Verbundlösungen als Antwort auf den Klimawandel
- Weitergehende Aufbereitung des Trinkwassers an der Ruhr: Das Schwerter Verfahren im Wasserwerk Westhofen – Höchste Sicherheit für die Trinkwasserqualität bei Wasserwerke Westfalen; Inbetriebnahme der Weitergehenden Aufbereitungsstufe (WAS) im Wasserwerk Hengstey
- Einsatz eines polymeren Flockungsmittels auf Basis nachwachsender Rohstoffe in der Wassergewinnung Essen-Burgaltendorf
- Einsatz von Photovoltaikanlagen bei den Wasserversorgern an der Ruhr
- Umweltgerechte Außenbeleuchtung im Wasserwerk Hagen-Hengstey

2021

Standardkapitel wie 2020, weitere Themen:

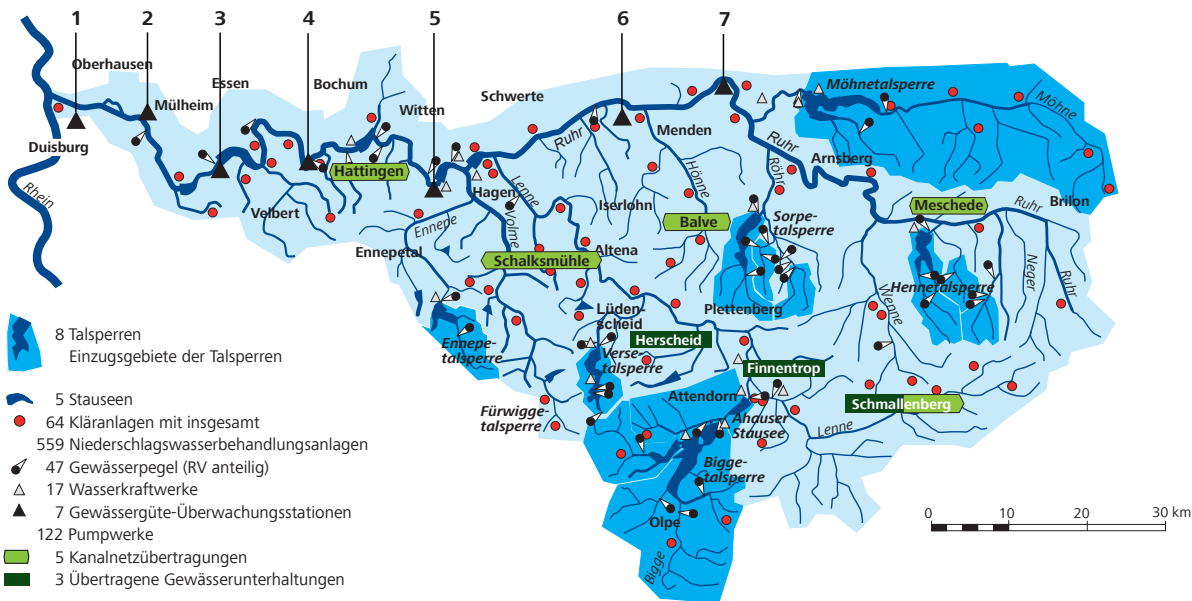
Bericht des Ruhrverbands

- Das Hochwasser im Jahr 2021: Auswirkungen auf die Gewässerqualität, -ökologie und -morphologie
- Untersuchungen zur Emissions- und Immissions-situation im Einzugsgebiet der Möhne
- Projekt Erhöhung der Klimaresilienz der Trinkwasserversorgung aus der Ruhr durch angepasste Steuerung des RV-Talsperrens-systems (EKlima)
- Untersuchungen zu Einflussfaktoren auf die Fischfauna

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr

- Auswirkungen des Hochwassers im Juli 2021 auf die Trinkwasserversorgung an der Ruhr
- Funktionskontrolle der Fischaufstiegsanlage an der Wasserkraftanlage Bochum-Stiepel

Der Ruhrverband in Zahlen



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 mit einem Einzugsgebiet > 10 km ² :	122
Anzahl Grundwasserkörper:	30
178 natürliche und 65 als erheblich verändert ausgewiesene Wasserkörper	

BETRIEBSANLAGEN

Bereich Wassergütwirtschaft

Kläranlagen	64
Niederschlagswasserbehandlungsanlagen	559
Stauseen	5
Pumpwerke	122
Wasserkraftwerke	6

Bereich Wassermengenwirtschaft

Talsperren	8
Gesamtstauraum (in Millionen m ³)	472,4 *
Wasserkraftwerke	11

* einschl. kleiner Talsperren mit 9,5 Millionen m³ Inhalt

MITGLIEDER

Mitglieder insgesamt	539
----------------------	-----

BESCHÄFTIGTE

MitarbeiterInnen in Vollzeitäquivalenten	971
--	-----

JAHRESABSCHLUSS

Anlagevermögen zu AHK	3.520,6 Millionen Euro
Umsatz	295,5 Millionen Euro
davon Verbandsbeiträge	257,9 Millionen Euro
Eigenkapitalquote	34,8 Prozent
Investitionen	42,8 Millionen Euro

LEISTUNGEN DER WASSERGÜTEWIRTSCHAFT

Abwasserentsorgung eines Gebietes mit _____ 2,05 Millionen EinwohnerInnen **
Anschlussgrad _____ rd. 99,9 Prozent **
Gesamtkapazität der Kläranlagen _____ 3,350 Millionen Einwohnerwerte (E)
Gesamtabwasservolumen
(einschließlich Niederschlagswasser) _____ 345,8 Millionen m³/Jahr

Ablaufwerte des gereinigten Abwassers (mengengewichtete Mittelwerte)

Biochemischer Sauerstoffbedarf (ATH-BSBs) _____ 2,8 mg/l
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) _____ 17,9 mg/l
Ammonium-Stickstoff (NH₄-N) _____ 0,5 mg/l
Stickstoff (N_{anorganisch}) _____ 6,0 mg/l
Stickstoff (N_{gesamt}) _____ 6,4 mg/l
Phosphor (P_{gesamt}) _____ 0,36 mg/l

Klärschlammbehandlung

entsorgte Trockenmasse _____ 37.523 t_{TM}/Jahr

**30. Juni 2021

LEISTUNGEN DER WASSERMENGENWIRTSCHAFT

Sicherung der Wasserversorgung

eines Gebiets mit _____ 4,6 Millionen EinwohnerInnen

Schutz vor Hochwasser und Wassermangel

(bezogen auf die Ruhmündung)

durch Verringerung des Maximalabflusses von _____ 478 auf 433 m³/s

durch Erhöhung des Minimalabflusses von _____ 0 auf 13 m³/s

SONSTIGE LEISTUNGEN

Qualitätsüberwachung und Beratung

Probenahmen mit insgesamt _____ 240.000 Bestimmungen

Stromerzeugung

LLK-Biggegruppe _____ 25,43 Millionen kWh

LLK-Nordgruppe _____ 22,59 Millionen kWh

Ruhrverbands-Stauseen _____ 64,15 Millionen kWh

Blockheizkraftwerke auf Kläranlagen _____ 41,4 Millionen kWh

Photovoltaikanlagen auf Kläranlagen _____ 0,93 Millionen kWh

Stromerzeugung insgesamt _____ 154,5 Millionen kWh

Forstwirtschaft und Fischerei

Waldflächen im Besitz des Ruhrverbands _____ 3.100 Hektar

Fischereierlaubnisverträge _____ 5.328 Stück

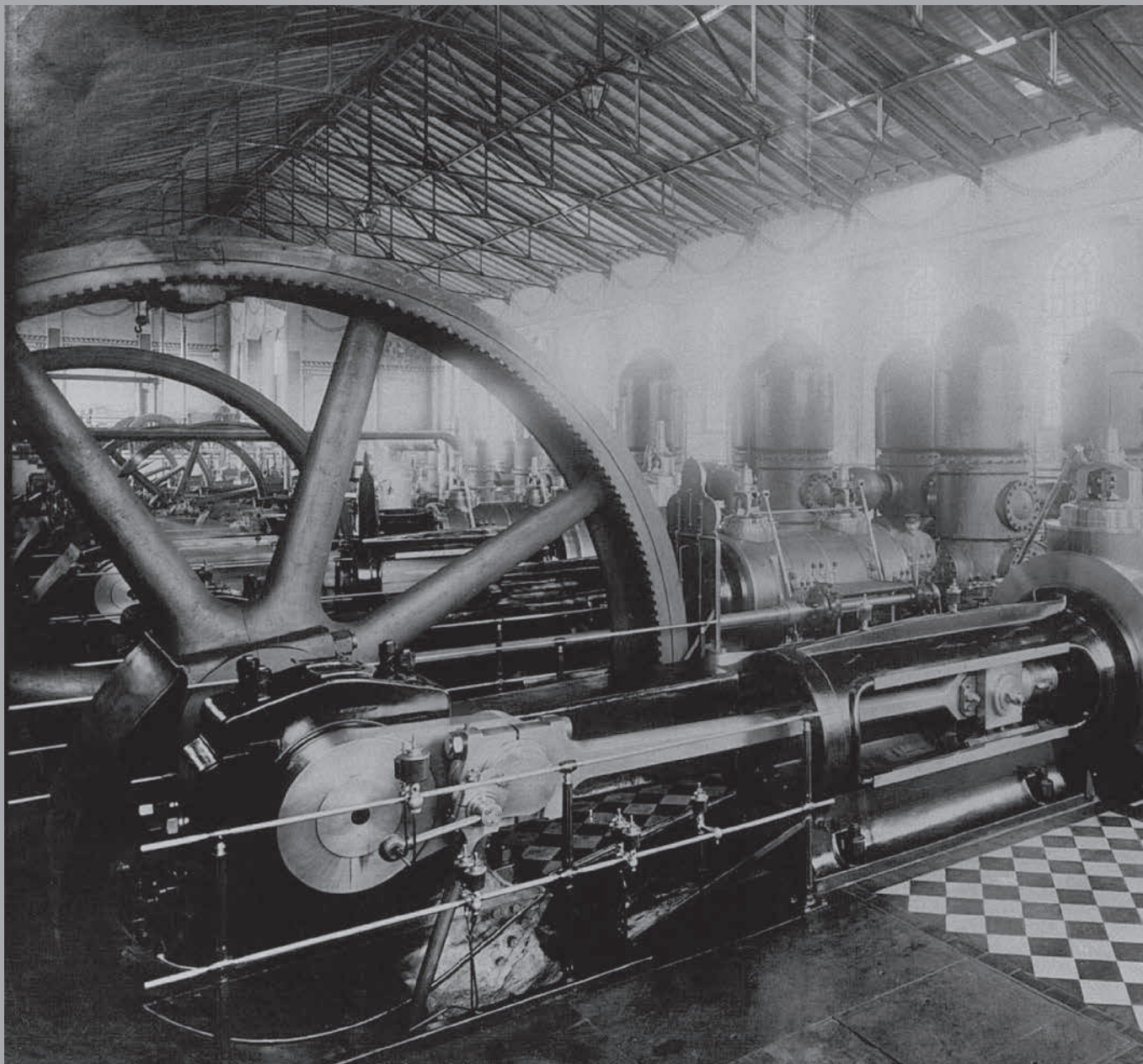
Stand: 31. Dezember 2022

Die Arbeitsgemeinschaft
der Wasserwerke an der Ruhr e. V. (AWWR) im Jahr 2022



Reinigung der Sandfilterbecken im Wasserwerk Mülheim-Styrum der RWW, um 1974





1935

Maschinenhalle im Wasserwerk Mülheim-Styrum. Blick auf die Dampfmaschinen, die für den Antrieb der Förderpumpen sorgen. Anfang der 1970er-Jahre – also etwa zur gleichen Zeit, als der erste Ruhrgütebericht erschien – erfolgte in den RWW-Werken die Umstellung von Dampf- auf Elektroantrieb.



2011

So wie auf dieser Aufnahme von vor einigen Jahren sieht es in der Maschinenhalle im Wasserwerk Mülheim-Styrum heute aus. Die elektrisch angetriebenen Förderpumpen im Bild sorgen für die sichere Trinkwasserversorgung von rund 350.000 Menschen.



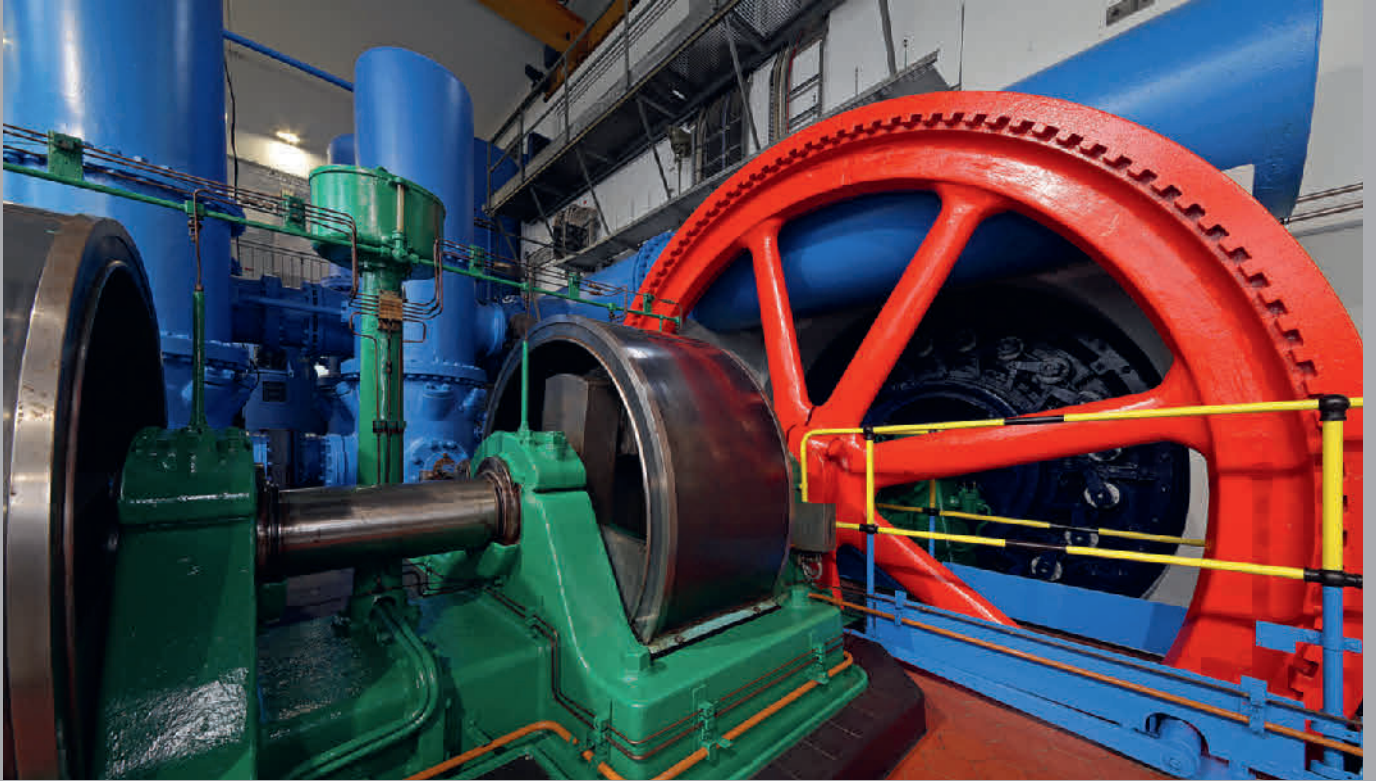
1932

Vor fast 100 Jahren war bei der Reinigung der Sandfilterbecken am Standort Essen-Burgaltendorf der Wassergewinnung Essen noch reichlich Muskelkraft gefragt.



2016

Nicht erst seit diesem Jahrtausend erledigen Maschinen die mühselige, aber für Versorgung mit qualitativ hochwertigem Trinkwasser bis heute unverzichtbare regelmäßige Reinigung der Becken.



1947

Die mit Wasserkraft angetriebene Kolbenpumpen im Wasserwerk Westhofen II von Wasserwerke Westfalen waren noch bis 2008 in Betrieb. Dann wurden sie in den wohlverdienten Ruhestand geschickt, verblieben aber als Ausstellungsstücke an ihrer ehemaligen Wirkungsstätte.



2023

Heute erledigen elektrische Pumpen, wie hier im Wasserwerk Westhofen I von Wasserwerke Westfalen, die Aufgaben ihrer wasserkraftbetriebenen Vorgänger.



1957

*Was ist drin in unserem Trinkwasser?
Schon in den 1950er Jahren war die
chemische Analytik im Wasserlabor ein
wichtiger Bestandteil der Arbeit in den
Wasserwerken an der Ruhr.*



2012

Heute ist die instrumentelle Analytik aus der Wasserwirtschaft nicht mehr wegzudenken. Blick ins Labor der Westfälischen Wasser- und Umweltanalytik GmbH.



Bernd Heinz

Neben dem Krisenmanagement der letzten Jahre dürfen wir Bewährtes und Wegweisendes nicht vergessen. Dieser Ruhrgütebericht (RGB) geht in sein 50. Erscheinungsjahr. Im Namen der AWWR gratuliere ich dem Ruhrverband für die frühzeitige Sensibilisierung und Transparenz zur Gewässerqualität im Ruhreinzugsbereich – das war 1973 ein Meilenstein. Der Industrie- und Ballungsraum Ruhr ist geprägt von Nutzungskonflikten, wirtschaftlichen Interessen und dem Strukturwandel. Gleichzeitig zeigt sich im Klimawandel wie wertvoll die Talsperren sind.

Heute sind offene Daten, Transparenz und Risiko-/ Chancen-Analysen bewährte und notwendige Strategien, um nachhaltig eine hohe Wasserqualität zu sichern. Vor 50 Jahren herrschte eine restriktivere Grundhaltung vor, die der erste Ruhrgütebericht durchbrach. Die Berichterstattung hat sich über die Jahre stark ausgeweitet und umfasst mehr analytische Daten sowie ergänzende Themen zu Qualität, Menge, Innovationen und Nachhaltigkeit. Der Bericht dokumentiert umfassend Anstrengungen und Erfolge der Güte- und Mengenwirtschaft und belegt qualitativ, dass gutes Wasser und eine ökologische Umwelt auch ihren Preis haben.

Trinkwasser aus der Ruhr besitzt ein hohes Kundenvertrauen – dies hat der RGB maßgeblich mit aufgebaut. Wir wollen dies gemeinsam mit dem Ruhrverband fortentwickeln, um für die künftigen Generationen weiter transparent und vorausschauend bestes Trinkwasser aus dem Gesamtsystem Ruhr sichern zu können.

An dieser Stelle ein herzliches Dankeschön an den Ruhrverband und alle Beitragenden für 50 Jahre Engagement und die jährliche Teamleistung zur Erstellung des RGB!

Gemeinsam setzen wir uns für hohe Gewässerqualität, sichere Mengenverhältnisse und nachhaltige Lösungen des Wasserkreislaufs ein. Jetzt haben EU und Berlin mit dem Zero-Pollution-Act und der nationalen Wasserstrategie wegweisende Grundsätze zur langfristigen Sicherung der elementaren Lebensressource Wasser definiert. Die Realisierung wird voraussichtlich Dekaden beanspruchen, aber es ist das politisch-formale Fundament der Trinkwasserversorgung unserer Kinder.

Praktisch haben die AWWR-Mitglieder sich im letzten Jahr primär mit der Energiekrise – Stichworte Blackout-Vorsorge und Lieferkettenprobleme – auseinandergesetzt. Glücklicherweise entspannte sich die Pandemielage und Extremwetterereignisse blieben aus. Mit dem Abschluss einer AWWR-Nothilfevereinbarung auf Gegenseitigkeit sind wir organisatorisch und personell jetzt besser auf Krisenereignisse vorbereitet.

Die Energiekrise hat einen Motivationsschub für erneuerbare Energien in Wasserwerken geliefert. Jetzt müssen die Umsetzungsbedingungen vereinfacht werden. Unsere Mitglieder wollen investieren, sie müssen nur „dürfen“. Auch hier sind wir mit dem Ruhrverband auf einer Linie, den Strombedarf möglichst durch Eigenerzeugung und CO₂-neutral umzubauen. Wie es geht, zeigen bspw. die Stadtwerke Arnsberg mit Photovoltaik, s. Kapitel 20. Hier funktioniert es mit lösungsorientierten Prozessen aller Beteiligten, leider ist dies noch nicht die Regel.

Künstliche Intelligenz unterstützt ganz neu beim Klimaschutz durch optimierte Betriebsfahrweisen in der Trinkwasserproduktion – quasi die Sektorkopplung Trinkwasser und Energie zur CO₂ – und Kostenminderung, s. Kapitel 19.

Unsere Kooperation mit der Landwirtschaft im Einzugsbereich der Ruhr konnten wir um weitere fünf Jahre verlängern, s. Kapitel 22. Dies zeigt, wie wichtig und erfolgreich partnerschaftliche Modelle zur Qualitätssicherung der Wasserressource sind. Dass jetzt Qualitätsaspekte wieder stärkere Bedeutung erfahren, hat die AWWR mit vorausschauenden Messungen zur novellierten Trinkwasserverordnung untermauert. Die besonders relevante PFAS-Stoffgruppe bleibt klar unter den neuen Grenzwerten, aber es ist kontinuierliche Lobbyarbeit für Reduzierungen dieser „Ewigkeitsstoffe“ in der Anwendung erforderlich.

Neue Wege der mikrobiellen Analytik an der Ruhr zeigt der Bericht zur Durchflussszytometrie im Kapitel 21 auf. Erste Anwendungen mit mobiler Messtechnik sichern die Trinkwasserqualität in Sondersituationen und mindern den Ressourceneinsatz in der Wasseraufbereitung.

Leider haben wir bei der dringend notwendig flexibleren Tal-sperrenbewirtschaftung – unser Kernthema seit Ende 2018 – immer noch keine Umsetzung zur Mengensicherung der Ruhr im Klimawandel. Das Düsseldorfer Umweltministerium ist gut beraten, den vorliegenden konkreten Vorschlag endlich auf den parlamentarischen Weg zu geben. Der Klimawandel duldet keine Verzögerung!

Ende September 2022 verabschiedeten wir unseren langjährigen AWWR-Geschäftsführer Ulrich Peterwitz in den Ruhestand. Er setzte sich über 21 Jahre in der Ausschussarbeit und als Geschäftsführer leidenschaftlich für die Interessen der Trinkwasserversorger und die Entwicklung der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr ein. Herzlichen Dank für das hohe Engagement und die erreichten Erfolge! Wir wünschen alles Gute für den Unruhestand und beste Gesundheit.

50 Jahre RGB sind eine stolze Leistung und Ansporn, die anstehenden Herausforderungen gemeinsam mit Mut, Zuversicht und Ausdauer anzugehen.

Schwerte, im Juni 2023

Bernd Heinz

Wasserwerke Westfalen GmbH
Vorsitzender des Präsidiums
der Arbeitsgemeinschaft
der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR)

17 AWWR-Ausschusstätigkeit

Ausschuss Wassergüte

Obmann: Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Auch im Jahr 2022 wurden die beiden Sitzungen des Fachausschusses Wassergüte der AWWR im Online-Format durchgeführt. In der 108. und 109. Sitzung berieten die Mitglieder des Ausschusses die aktuellen Themen zur Wassergüte an der Ruhr. Dem Ausschuss gehören die Fachleute aus den Wasserversorgungsunternehmen, den beiden Untersuchungslaboren (Hygiene-Institut des Ruhrgebiets Gelsenkirchen, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH) sowie dem Ruhrverband an (s. Mitglieder Ausschuss Wassergüte, Kapitel 23).

Die Arbeitskreise „Anorganische Spurenanalytik“, „Organische Spurenanalytik“ und „Mikrobiologie“ sind dem Ausschuss zugeordnet und sichern zusätzlich die Kompetenz des Ausschusses durch ihre fachliche Beratung in den jeweiligen Fachgebieten. Als weitere Fachkompetenz steht dem Ausschuss die Kooperation Landwirtschaft / Wasserwirtschaft an der Ruhr unterstützend bei Fragen zur landwirtschaftlichen Bewirtschaftung im Ruhreinzugsgebiet zur Seite.

Mitte des Jahres 2022 schied Herr Uwe Frost aus dem Dienst beim Ruhrverband und dem Ausschuss aus. Herr Frost gehörte dem Ausschuss Wassergüte seit dem Jahr 2013 an. Er berichtete in den Sitzungen regelmäßig über die Wassergüte an der Messstelle Essen-Rellinghausen sowie über die Füllstände der Talsperren und die Meldungen im Rahmen des Meldeplans Ruhr. Seit den Trockenjahren war Herr Frost auch in den Arbeitskreisen für das Niedrigwassermanagement aktiv. Im Rahmen seiner Aufgaben beim Ruhrverband übernahm er unter anderem zusätzlich die Berichterstattung für die Güteparameter im Teil des Ruhrverbands. Mit Herrn Frost verlor der Ausschuss ein sehr kompetentes Mitglied und einen geschätzten Kollegen. Sein großes Fachwissen und sein Engagement haben stets entscheidend zu der Bearbeitung von Themen im Ausschuss beigetragen. Der Ausschuss wünscht Herrn Frost alles Gute und vor allem Gesundheit, damit er seinen vielfältigen Interessen in seinem neuen Lebensabschnitt nachgehen und sie genießen kann.

Die fortlaufenden Aufgaben des Ausschusses Wassergüte der AWWR umfassen die folgenden Themen der Wasserwirtschaft an der Ruhr:

- Beobachtung und Bewertung der chemisch-hygienischen Ruhrwasserqualitäten
- Beurteilung und Ursachenforschung von aktuellen Belastungen der Ruhrwasserqualität anhand von Informationen der Versorger und des Ruhrverbands

- Erfassung und Auswertung der Ergebnisse aus den Ruhrlängsuntersuchungen und den zeitdichten Untersuchungen der Versorger und des Ruhrverbands
- Bewertung der Ergebnisse der gemeinsamen Ruhrlängsuntersuchungen und der freiwilligen zeitdichten Untersuchungen durch die Mitgliedsunternehmen und des Ruhrverbands im Rahmen des Ruhrgüteberichts
- Initiierung, fachliche Konzeptionierung, Begleitung, Auswertung und Präsentation von Sondermessprogrammen zu chemischen Qualitätsmerkmalen.
Aktuelle Untersuchungsprogramme waren 2022:
 - organische Spurenstoffe
- Qualitätssicherung und -verbesserung von Analyseverfahren in den AWWR-Laboratorien durch Vergleichsuntersuchungen in den Arbeitskreisen:
 - anorganische Spurenanalytik
 - organische Spurenanalytik
 - Mikrobiologie
- Austausch von qualitätsrelevanten Informationen aus der Wasserwerkspraxis
- Fachliche Schnittstelle zum Beirat Landwirtschaft/Wasserwirtschaft
- Beurteilung von aktuellen Entwicklungen in der nationalen und internationalen Gesetzgebung hinsichtlich ihrer Relevanz für die Mitglieder der AWWR
- Beratung der AWWR-Mitgliederversammlung bei allen qualitätsrelevanten Fragestellungen, ggf. in Zusammenarbeit mit den Ausschüssen Wassergewinnung und -aufbereitung und/oder Öffentlichkeitsarbeit
- Unterstützung der AWWR-Mitglieder bei Behördenterminen
- Erarbeitung von Fachbeiträgen zur Ruhr- und Trinkwassergüte z.B. für den Ruhrgütebericht
- Inhaltliche Unterstützung bei der Verbesserung des Internet-Auftritts der AWWR
- Unterstützung beim Ausbau einer verbesserten Kommunikation bei ausschussübergreifenden Themen innerhalb der AWWR: Benennung und Präsentation vorhandener Kompetenzen

Der Ausschuss befasste sich im Jahr 2022 darüber hinaus mit den folgenden Themen:

- Nach dem Sommerhochwasser 2021 lag der Fokus im Ausschuss erneut auf dem Niedrigwasserabfluss. Auf Grund des politischen Übergangs nach den Wahlen waren 2022 nur wenige Fortschritte zur Lösung des notwendigen Mengenregimes in der Klimaveränderung zu verzeichnen.
- In dem Untersuchungsprogramm zur Reduktion von Viren (Adenoviren-Reduktion) bei der Wasseraufbereitung an der Ruhr konnten von dem Kooperationspartner RUB die methodischen Schwierigkeiten nicht gelöst werden. Zur Fortführung des Projektes soll eine Alternative zur Untersuchung aufgebaut werden.

- Im Rahmen der Verbändeanhörung zur EU-Trinkwasserrichtlinie beteiligte sich der Ausschuss an den Stellungnahmen über den DVGW.
- Aus der ARW und der IAWR wurde nach einer Datenlieferung gefragt: auf Grund der deutlichen Unterschiede der analysierten Parameter in den Monitoringprogrammen erschien eine Datenlieferung für die ARW nicht sinnvoll. Dagegen konnten die statistischen Daten für die Bewertung der Zielwerterreichung durch die AWWR-Unternehmen der IAWR zur Verfügung gestellt werden.
- Die Aktualisierung der Pflanzenschutzmittelliste für die Ruhr und deren Umsetzung in die Überwachung wurde mit den Fachgremien koordiniert und mit den Behörden beraten und abgestimmt.
- Die Gefährdung der Wasserversorgung durch eine mögliche Freisetzung von Radioaktivität im Zusammenhang mit dem Ukrainekrieg wurde zusammengetragen und bewertet.
- Über die Wiederaufnahme der PFAS in das Spurenstoffmonitoring, die als Parameter mit einem neuen Grenzwert in der Trinkwasser-Richtlinie bewertet werden, wurde beraten und die Aufnahme angeraten.
- Eine Beratung über die Sonderzulassung von Erdwärmesonden in den Wasserschutz-zonen wurde empfohlen.

Zusätzlich war der Schwerpunkt der Ausschussarbeit die Bewertung der Ruhrwasserqualität. Dazu wurden die Untersuchungen des Ruhrverbands an der Probestelle Essen-Rellinghausen und des Spurenstoffmonitorings der AWWR im Ausschuss diskutiert und bewertet.

Arbeitskreis Allgemeine und anorganische Analytik

Obmann: Dr. Georg Böer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Die Mitgliederzahl des Arbeitskreises blieb trotz personeller Veränderungen konstant bei acht Mitgliedern. Der Arbeitskreis hat zuletzt im Januar 2021 in einer Teamssitzung getagt. Im Jahr 2022 fiel die Sitzung aus, da nur zwei Vergleichsuntersuchungen zu besprechen waren. Bei den Vergleichsuntersuchungen wurde im April 2022 wieder auf eine zeitgleiche Entnahme der Proben umgestellt. Insgesamt konnten im Jahr 2022 drei Vergleichsuntersuchungen durchgeführt werden. Für 2023 wurde die Rückkehr zu Anwesenheitssitzungen verabredet.

Arbeitskreis Organische Spurenanalytik

Obfrau: Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen

Der Arbeitskreis mit seinen acht Mitgliedern (s. Mitgliederliste Ausschüsse und Arbeitskreise) hat im Jahr 2022 turnusgemäß zweimal getagt. Die Arbeit des Arbeitskreises war auch im Jahr 2022 durch die Coronapandemie insofern betroffen, dass ein Treffen im Februar 2022 nur virtuell stattfinden konnte. Im August 2022 konnte der Arbeitskreis sich dann in Präsenz in Gelsenkirchen beim Hygiene-Institut des Ruhrgebiets treffen.

Der Arbeitskreis hat sich im Jahr 2022 unter anderem intensiv mit der Bestimmung der PFAS (Per- und Polyfluoralkylsubstanzen) beschäftigt. In der EU-DWD (EU-Drinking Water Directive), die im Januar 2021 verabschiedet wurde und bis 2023 in deutsches Recht umgesetzt werden musste, wurde diese Parametergruppe neu aufgenommen und ein Grenzwert festgelegt. Dabei wurde ein in Nordrhein-Westfalen und vor allem im Einzugsgebiet der Ruhr schon regelmäßig untersuchter Parameterumfang durch die Vorgaben der EU-DWD deutlich erweitert. Zudem wurde eine zu erreichende Bestimmungsgrenze festgelegt, die so niedrig ist, dass sie auch für die erfahrenen Labore im Arbeitskreis eine große Herausforderung darstellt. Innerhalb des Arbeitskreises wurden die Möglichkeiten der Analytik intensiv diskutiert und Erfahrungen ausgetauscht. Eine vom Arbeitskreis organisierte Vergleichsuntersuchung für diese Parameter wurde durchgeführt und zeigte bereits gute Ergebnisse. Um hier weitere Erfahrungen zu sammeln und wegen der großen Bedeutung dieser Parametergruppe in der nahen Zukunft, wurde beschlossen in 2023 zwei Vergleichsuntersuchungen durchzuführen.

Vergleichsuntersuchungen werden innerhalb des Arbeitskreises „Organische Spurenanalytik“ regelmäßig für viele relevante Parametergruppen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass von den beteiligten Laboren vergleichbare Ergebnisse erzielt werden. Der geplante Umfang wird jährlich angepasst, so dass auch kurzfristig auf Veränderungen des Untersuchungsumfangs, der von den beteiligten Laboratorien abgedeckt werden muss, reagiert werden kann.

Im Ruhreinzugsgebiet wird zur Kontrolle der Roh- und Trinkwasserqualität eine abgestimmte Liste von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen (PSM) untersucht, die als relevant für das Einzugsgebiet betrachtet werden. Diese Liste wird turnusmäßig alle fünf Jahre überprüft. Der Arbeitskreis „Organische Spurenanalytik“ wurde vom AWWR-Ausschuss Wassergüte gebeten, diese Überprüfung durchzuführen, die Liste zu überarbeiten und Vorschläge für mögliche Änderungen zu unterbreiten. Grundlage für diese Aufgabe war eine von den Landwirtschaftskammern zur Verfügung gestellte Liste der eingesetzten PSM-Wirkstoffe mit den bekannten Einsatzmengen. Herangezogen wurden zudem Stoffeigenschaften (z.B. Wassergängigkeit, Stabilität), Analysierbarkeit der Stoffe und bekannte positive Nachweise im Ruhreinzugsgebiet in den letzten Jahren. Eine kleine Arbeitsgruppe hat auf dieser Grundlage eine Vorschlagsliste erarbeitet. Im Ergebnis wurde vorgeschlagen, aus dem bisher untersuchten Parameterspektrum sechs PSM-Wirkstoffe herauszunehmen und neun neue Stoffe aufzunehmen.

Die Vorschlagsliste wurde zunächst dem AWWR-Ausschuss Wassergüte vorgestellt und hier angenommen. Anschließend wurde auch mit den Vertretern der zuständigen Behörden (Gesundheitsämter, Regierungspräsidien) das Gespräch zur Abstimmung des Untersuchungsumfangs gesucht. Bei dieser Sitzung wurde auf Wunsch aus dem Kreis der Behörden ein weiterer PSM-Wirkstoff in die Liste aufgenommen. Schon für 2023 wird nun im Ruhreinzugsgebiet der Untersuchungsum-

fang nach der überarbeiteten Liste bei den Routineuntersuchungen zur Überwachung der Roh- und Trinkwasserqualität im Hinblick auf PSM-Wirkstoffe bestimmt.

Erfahrungsaustausch

Der allgemeine Erfahrungsaustausch zwischen den Laboren ist für die Teilnehmer immer ein wichtiger Tagesordnungspunkt. Dieser hat insbesondere auf der Herbstsitzung, die in Präsenz stattfinden konnte, einen breiten Raum eingenommen. So wurde unter anderem über geplante und erfolgte Laborumbauten und -neubauten sowie die Implementierung neuer Analysensysteme berichtet.

Personelle Veränderung

Herr Dr. Vassil Valkov (IWW Mülheim) ist als Nachfolger für Herrn Dr. Balsaa in den Arbeitskreis aufgenommen worden. Herr Dr. Balsaa, der den Arbeitskreis immer mit seiner Kompetenz auf dem Gebiet der organischen Spurenanalytik fachkundig unterstützt hat, wurde in den Ruhestand verabschiedet.

Arbeitskreis Mikrobiologie

Obfrau Dr. Anne Heyer, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim

Im Jahr 2022 wurden Untersuchungen für alle relevanten mikrobiologischen Parameter als Vergleichsuntersuchung der Laboratorien durchgeführt. Dabei wurden die folgenden Parameter untersucht: Koloniezahlen 22 und 36 °C, coliforme Keime/*E. coli*, Enterokokken sowie *Clostridium perfringens*.

Als neues System für die Untersuchung von coliformen Bakterien und *E. coli* nach Trinkwasserverordnung steht jetzt das Colikat neben dem Colilert nach DIN EN ISO 9308-2 zur Verfügung. Die Handhabung des Colikat-Systems von Xebios wurde kurz angesprochen. Generell ist das System etwas anders zu bedienen, da die Reagenzien in Beuteln statt in Blistern verpackt sind. Das Rheinisch-Westfälische Institut für Wasserforschung (IWW) hat Vergleichsuntersuchungen zwischen dem Xebios-System und IDEXX vorgenommen und konnte aus den Ergebnissen die Gleichwertigkeit ableiten.

Der Ruhrverband hat in sechs Kläranlagen das zulaufende Wasser über mehrere Monate während der SARS-CoV2-Pandemie untersucht. Als Ergebnis konnte eine sehr gute Korrelation der nachweisbaren Genkopien im Abwasser mit dem Ausbruchsgeschehen aufgefunden werden. Die Untersuchungen von SARS-Cov2 können durchaus als Frühwarnsystem genutzt werden. Alle Mitglieder im Arbeitskreis waren sich einig, dass die abwasserbasierte Epidemiologie in Zukunft an Bedeutung gewinnen wird. Beim Ruhrverband wird deshalb über eine Ausweitung der Abwasseranalytik auf weitere pathogene Viren nachgedacht.

Das Thema der erweiterten mikrobiologischen Parameter der neuen Trinkwasserverordnung wurde aufgegriffen, nach der der Parameter Microcystin-LR nach einer Übergangsfrist bis zum 12.01.2026 sowie die Coliphagen als Betriebsparameter

ohne Übergangsfrist zu untersuchen sind. Microcystin-LR ist bereits bei den Talsperren bekannt und wird mittels der ELISA-Methode oder HPLC-Analyse nachgewiesen. Alle Wasserversorger, die Oberflächenwasser aufbereiten, sind nach der neuen TVO angehalten, Microcystin-LR bei dem Auftreten einer Algenblüte zu untersuchen. Es wird hierzu ergänzt, dass das Thema Cyanobakterienblüte ein präsent Thema bei der Arbeitsgemeinschaft der Talsperren e.V. (ATT) ist. Zur Untersuchung der Coliphagen gibt es einen kurzen Austausch hinsichtlich des Turnus der Untersuchung. Die Vorgaben der Trinkwasserverordnung waren hier abzuwarten bzw. die Wasserversorgungsunternehmen waren angehalten, den für sie passenden Untersuchungsturnus mit den Aufsichtsbehörden abzustimmen.

Kooperation Wasserwirtschaft / Landwirtschaft im Ruhreinzugsgebiet

*Obmann: Klaus Döhmen, Verbund-Wasserwerk Witten, Witten
Bericht: Kirstin Richter, Wasserwerke Westfalen, Schwerte*

In der Kooperation Landwirtschaft ergab sich bei den AWWR-Vertretern eine personelle Änderung durch den Beitritt von Hr. Heß von Mark-E im Sommer 2022. Herr Heß ist der Kooperation beigetreten mit Hinblick darauf, dass Herr Döhmen aufgrund seines anstehenden Ruhestandes ab 2023 in der Kooperation nicht weiter mitwirken wird. Herr Döhmen wurde in der Beiratssitzung im Dezember 2022 verabschiedet. Im Namen der Kooperation gilt es, Herrn Döhmen für seine geleistete Arbeit Dank auszusprechen und alles Gute für den neuen Lebensabschnitt zu wünschen. Herr Heß arbeitet bereits in landwirtschaftlichen Kooperationen anderer Einzugsgebiete mit und wird die Kooperation mit seinem Wissen unterstützen.

Die Tätigkeiten der drei Fachberater der Landwirtschaftskammer NRW für den Gewässerschutz waren im Jahr 2022 weniger stark durch die Corona-Pandemie beeinflusst. So konnten unter Einhaltung der Hygienevorschriften wieder vermehrt Ortstermine bei den Betrieben durchgeführt werden. Konkurrierende neue Förderangebote der Landwirtschaftlichen Rentenbank (Ausschluss von Doppelförderungen) bewirkten weiterhin einen starken Rückgang der Fördermaßnahmen. Die Anzahl der kooperierenden Betriebe betrug im Jahr 2022 mit 875 Mitgliedern ca. 3,8 % weniger als im Vorjahr, wobei die Gesamtfläche mit 46.105 ha einen Anteil an der landwirtschaftlichen Fläche im Einzugsgebiet von 49,9 % repräsentiert und sich somit nur geringfügig (< 1 %) zum Vorjahr reduziert hat. Somit setzt sich der agrarstrukturelle Wandel weiter fort. Einzelbetriebe werden durch Großbetriebe aufgekauft bzw. Betriebe schließen sich zusammen.

Insgesamt wurden in 2022 42 Einzelförderungen beantragt und mit ca. 16.400 € abgerechnet. Der Schwerpunkt der Förderung lag bei der Uferflächenförderung. Die neuen Regelungen der GAP 2023 (Gemeinsame Agrarpolitik) führten zu vermehrten Anfragen und zudem herrscht bei den Landwirten Unsicherheit bei der Umsetzung der Abstands-

auflagen durch differente Vorgaben in den unterschiedlichen gesetzlichen Regelungen und Verordnungen.

Durch den Angriffskrieg von Russland auf die Ukraine sind die Gas- und Ölpreise stark gestiegen. Viele Düngemittelhersteller haben aufgrund dessen ihre Düngerproduktion drastisch heruntergefahren und teilweise gänzlich eingestellt. Sofern Mineraldünger verfügbar war, lagen die Kosten ein Vielfaches über den Preisen der letzten Jahre. Folglich lag der Schwerpunkt der Beratung im Frühjahr 2022 auf der effizienten Ausbringung von mineralischen und organischen Düngern sowie auf mögliche Einsparungspotenziale von Nährstoffen.

Aufbauend auf den Feldversuchen in 2021 wurde in 2022 ein neuer Feldversuch zur Zwischenfrucht angelegt. In diesem Zwischenfruchtversuch sollten vorrangig die Fragen geklärt werden:

- Wie sind die Unterschiede und Resultate bei den verschiedenen Aussaat-Techniken?
- Wie sind die Unterschiede und Resultate bei der Verwendung verschiedener Zwischenfrucht-Saatmischungen?

Dazu beinhaltete der Zwischenfrucht-Versuch zwölf Versuchsreihen, bei denen drei verschiedene Saatmischungen mit drei verschiedenen Maschinen ausgesät wurden. Zu den vorgenannten neun Varianten wurden drei Versuchsglieder mit Bodenbearbeitung angelegt, um einen Vergleich herzustellen. In dem Versuch ging es vorrangig um die Unterdrückung von Unkräutern und Gräsern, Erhaltung des Bodenlebens sowie Vermeidung von Verdunstung unbedeckter Flächen. Der Versuch zeigte auf, dass der Erfolg einer Zwischenfrucht von vielen Faktoren wie Erntereste, Zustand und Feuchtegehalt des Bodens abhängig ist. Ebenso entscheiden das Aussaatverfahren und der Zeitpunkt über die Konkurrenzfähigkeit der Zwischenfrucht gegenüber Ausfallgetreide / Unkrautsamen. Finanziell liegt der Anbau einer Zwischenfrucht auf dem Niveau einer Hauptfrucht. Sofern eine Zwischenfrucht gesetzlich nicht vorgeschrieben wird, besteht ab 2023 die Möglichkeit über die Kooperation Landwirtschaft eine Förderung für die Anlage von Zwischenfruchtbeständen in Anspruch zu nehmen.

Die Kooperationspartner haben in 2022 die grundsätzliche Ausrichtung der Kooperation einer umfassenden Prüfung unterzogen und den Förderkatalog angesichts fachrechtlicher Änderungen neugestaltet sowie finanziell neu bewertet (Näheres dazu in Kap. 22).

Im Jahr 2023 ist eine Grünlandbegehung in einem Wasserschutzgebiet von Wasserwerke Westfalen mit den Beratern der Landwirtschaftskammer geplant, um Anpassungsstrategien an den Klimawandel zu diskutieren, da eine intakte Grasnarbe einen hohen Beitrag zum Gewässerschutz leistet.

Ausschuss Wassergewinnung und -aufbereitung

Obmann: Dr. Michael Plath, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbh, Mülheim an der Ruhr

Im Jahr 2022 wurden zwei Sitzungen des Ausschusses Wassergewinnung und -aufbereitung online durchgeführt. Im Berichtsjahr gab es keine personellen Veränderungen der Ausschussmitglieder.

Projekt „Niedrigwassermanagement Ruhr - EKlima“

Der Schwerpunkt in der Sitzung im März war die Vorstellung der Ergebnisse des Projektes „Niedrigwassermanagement Ruhr - EKlima“. Die Ergebnisse wurden intensiv besprochen und diskutiert. Die wichtigste Erkenntnis für die Ausschussmitglieder war, dass sich die Talsperrensituation bei abgesenkten Durchflüssen deutlich verbessern würde. Die Klimaresilienz des Gesamtsystems würde dadurch erhöht. In der Novembersitzung war der sehr trockene Sommer 2022 das bestimmende Thema. Die notwendigen Grenzwertreduzierungen zeigen, dass es wichtig ist, das Ruhrverbandsgesetz anzupassen. In drei der letzten vier Jahre wurden entsprechende Anträge gestellt.

Hochwasser im Sommer 2021

In beiden Sitzungen wurde wieder das Hochwasser im Juli 2021 thematisiert. Es sind weiterhin viele Fragen offen, die auch in den Gesprächen, die u. a. mit den Bezirksregierungen stattgefunden haben, nicht geklärt wurden: Welche Jährlichkeit hatte das Hochwasser? Werden die Hochwassergefahrenkarten angepasst? Wie geht es mit dem 10-Punkte-Arbeitsplan „Hochwasserschutz in Zeiten des Klimawandels“ weiter? Werden Bemessungswasserstände vorgegeben, um die Anlagen hochwassersicher zu machen?

Meldeplan Ruhr

Im Jahr 2022 wurde mit der Digitalisierung des Meldeplans Ruhr begonnen. Der Weg geht weg vom Fax hin zur E-Mail, die aktuell schon bei vielen Unternehmen das Mittel der Wahl ist. Hierzu sind alle Mitgliedsunternehmen abzufragen. Auch das Meldeformular wurde in seiner Form in Zügen schon überarbeitet, so dass es zukünftig ein ausfüllbares pdf-Dokument sein wird.

Beschaffung von Energie- und Aufbereitungsstoffen und Blackout

In der Novembersitzung wurde die aktuelle Beschaffungssituation besprochen. Lieferausfälle hatten die Mitgliedsunternehmen nicht zu verzeichnen. Allerdings haben alle eine deutliche Verlängerung der Lieferzeiten festgestellt. Diese zeichnete sich bei Chemikalien, aber auch bei Hardware (Pumpen, Schalt-

schränke usw.) ab. Weiterhin war die Vervielfachung der Preise, speziell bei Natronlauge, ein viel diskutiertes Thema. Die Situation wurde von einem Teilnehmer wie folgt zusammengefasst: „Preis und Nachfrage regeln sich aktuell nicht selbst.“

Falls bei den Mitgliedsunternehmen in Not- bzw. Krisenfällen Bedarf bestehen sollte, sich gegenseitig zu unterstützen, wurde eine Liste mit allen eingesetzten Chemikalien in den einzelnen Wasserwerken einschließlich der Nennung von Ansprechpartnern erstellt.

Die Themen Blackout und krisenfeste Kommunikation wurden ebenfalls besprochen. Hier zeigte sich, wie unterschiedlich alle Unternehmen, Städte und Kreise aufgestellt sind. Es gibt bisher keine Vorgaben und keine Vereinheitlichung.

Photovoltaik bei Wasserversorgern

Nach der Vorstellung der Projekte zum Thema Photovoltaik im April 2021 hat sich eine Gruppe von Versorgern erstmalig zu einem weiteren Austausch getroffen. Vereinbart wurden weitere regelmäßige Treffen, um sich zu aktuellen Projekten und Entwicklungen auszutauschen.

Arbeitskreis Betriebliche Themen der Wasseraufbereitung, bisher Aktivkohle

Die Umbenennung des Arbeitskreises Aktivkohle wurde vor dem Hintergrund erforderlich, dass in den letzten Sitzungen bereits viele andere Themen neben Aktivkohle besprochen wurden.

Arbeitskreis Automatisierungstechnik und Produktionsnetze (OT)

Die Mitglieder des Ausschusses Wassergewinnung und -aufbereitung haben einen neuen Arbeitskreis „Automatisierungstechnik und Produktionsnetze (OT)“ ins Leben gerufen. Dieser beschäftigt sich mit allen Themen rund um die Automatisierung, Prozessleittechnik und ISMS (Information Security Management System). Da die Informationssicherheit immer mehr Anforderungen an Unternehmen der kritischen Infrastruktur stellt, wird der Austausch in diesem Arbeitskreis als sehr wichtig angesehen.

Weitere Themen

Die Erstellung der landesweiten Wasserschutzgebietsverordnung wurde ebenso wie die Umsetzung der EU-Trinkwasserrichtlinie besprochen. Die anstehenden Wasserversorgungskonzepte wurden diskutiert und das Thema Geothermie in Schutzzone II beleuchtet.

Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit

Obfrau: Tanja Vock, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte

Im Jahr 2022 fanden die Ausschusssitzungen am 29.03. und am 13.12. u. a. aufgrund der starken Inanspruchnahme aller Ausschussmitglieder durch die Energiekrise im Online-Format statt. (Mitglieder Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit s. Kap. 23)

Neu in unserem Ausschuss begrüßen durften wir Andreas Köster und Alexander ten Hompel von der Enervie-Gruppe – Mark-E AG und Roy Daffinger von der Stadtwerke Essen AG, der ab der Herbstsitzung anstelle von Dirk Pomplun Mitglied des Ausschusses ist. An dieser Stelle noch einmal ein herzliches Dankeschön für die etlichen Jahre der guten Zusammenarbeit und für das sehr produktive Mitwirken im Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit der AWWR und alles erdenklich Gute für die Zukunft, lieber Dirk!

In der **Frühjahrsitzung** im März gab es einen gemeinsamen Rückblick auf das Hochwasserereignis im Sommer 2021. Es wurde der generell gut funktionierende Austausch und das „Frühwarnsystem“ im Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit konstatiert. Dennoch gab es den Wunsch, zu noch engerer Kooperation in Krisenzeiten. Tanja Vock sprach die Möglichkeit einer gegenseitigen Unterstützung der Kommunikationsabteilungen der einzelnen AWWR-Mitgliedsunternehmen im Krisenfall an – besonders von Bedeutung für kleine oder Ein-Personen-Kommunikationsabteilungen. Dem Vorschlag, die Krisenkommunikation in diesem Zuge direkt mit in die zu der Zeit geplante Nothilfevereinbarung aufzunehmen, wurde zugestimmt. Mittlerweile wurde diese Nothilfevereinbarung zwischen den AWWR-Mitgliedsunternehmen vereinbart und die Unternehmenskommunikation ist ein Bestandteil davon.

Im Rahmen des Gesprächs stellte sich heraus, dass nicht alle Mitglieder des AÖ im Verteiler des AWWR-Meldeplans sind. Die neue Kontaktliste des Ausschusses Öffentlichkeitsarbeit wurde zur Behebung dieses Mangels von Ulrich Peterwitz weitergeleitet.

Aufgrund aktueller Anfragen zur Aufrechterhaltung der Wasserversorgung bei Stromausfall wurde erneut über das Thema „Blackout“ und die Wichtigkeit, auch kommunikativ auf diesen Fall vorbereitet zu sein, diskutiert. Hier wurde noch einmal in das AWWR-Positionspapier zum Thema Blackout aus 2015 geschaut. Generell sind die dortigen Angaben noch richtig. Dennoch wurde das Papier an den Ausschuss Wassergewinnung und -aufbereitung gegeben, um verschiedene Aussagen evtl. noch differenzierter und aktueller auszuarbeiten.

Es wurden die Themen für den Ruhrgütebericht 2021 besprochen. Die Themen werden im folgenden Abschnitt „Pressekonferenz zum Ruhrgütebericht 2021“ erörtert.

Gäste in der Frühjahrssitzung waren der Vorsitzende der AWWR Bernd Heinz und Geschäftsführer Ulrich Peterwitz. Bernd Heinz als neuer Vorsitzender der AWWR stellte sich und seine Agenda im Ausschuss vor, Ulrich Peterwitz berichtete aus den Gremien.

In der **Wintersitzung** waren der Obmann des Ausschusses Wassergewinnung und -aufbereitung Dr. Michael Plath und Alexandra Jaik von der Organisation a tip:tap geladene Gäste. Michael Plath berichtete über den Stand der Digitalisierung des Meldeplans, dem Ausbau der Erneuerbaren, der zu der Zeit aktuell herrschenden Knappheit an Aufbereitungschemikalien und über den stattgegebenen Antrag zur Senkung des Ruhrabflusses. Frau Jaik stellte den Ausschussmitgliedern ihre Organisation mit Ziel der Wasserwende und die Möglichkeiten, sich als Unternehmen für ein Wasserquartier zu bewerben, vor. Die detaillierteren Gespräche für interessierte Unternehmen liefen im Anschluss bilateral.

Die AWWR hatte im Herbst 75-jähriges Bestehen. Hierzu wurde eine Pressemitteilung mit einer ausführlichen Chronik erstellt und verschickt. Die Chronik zu „75 Jahre AWWR als Interessenvertretung der öffentlichen Wasserversorgung an der Ruhr“ ist auf der AWWR-Website unter „Wir über uns“ – „Geschichte“ eingestellt.

Im Rahmen einer Strategierunde wurden vom Präsidium Fokusthemen festgelegt und nach Wichtigkeit in A- und B-Themen aufgeteilt. Diese wurden in der Sitzung vorgestellt und erörtert. Des Weiteren gab es einen Rückblick auf die Pressekonferenz zur Vorstellung des Ruhrgüteberichts 2021.

Zu Ende der Sitzungen wurden wie immer die aktuellen Themen und Projekte aus den Mitgliedsunternehmen vorgestellt und sich hierzu ausgetauscht. Zum Punkt Aktuelles aus den Mitgliedsunternehmen erinnerte Tanja Vock erneut an die Pressedatenbank der AWWR-Website, in die sehr gerne die Pressemitteilungen der Mitgliedsunternehmen zum Thema Wasser aufgenommen werden.

Zu den **Standardaufgaben des Ausschusses** gehörten wie in den Vorjahren folgende Tätigkeiten:

- Erarbeitung von Beiträgen für die AWWR-Mitgliederversammlungen, Präsidiumssitzungen, den Ruhrgütebericht und die zugehörige Pressekonferenz
 - Koordination und Betreuung der Erstellung der AWWR-Beiträge zum Ruhrgütebericht
 - Vorbereitung der AWWR-Themen und der Unterlagen für die Pressekonferenz zum Ruhrgütebericht sowie Teilnahme an der PK
 - Bearbeitung von Presseanfragen
 - Bearbeitung von Sprachregelungen / Krisenkommunikation
- Öffentlichkeitswirksame Außendarstellung der AWWR und ihrer Tätigkeiten
 - Austausch zu öffentlichkeitsrelevanten Themen der Mitgliedsunternehmen
 - Aktualisierung und Weiterentwicklung des öffentlichen AWWR-Internetauftritts (nicht des Mitgliederbereichs)

Pressekonferenz zum Ruhrgütebericht 2021

Die Pressekonferenz zur Vorstellung des Ruhrgüteberichts fand am 20. September 2022 wie gewohnt beim Ruhrverband in Essen statt. Der Ruhrverband und die AWWR informierten hier wie jedes Jahr gemeinsam über ihre Schwerpunktthemen. Von Seiten der AWWR nahmen teil der AWWR-Vorsitzende Bernd Heinz, der Geschäftsführer Ulrich Peterwitz, der Obmann des Ausschusses Wassergüte Dr. Henning Schünke und die Obfrau des Ausschusses Öffentlichkeitsarbeit Tanja Vock.

Das bestimmende Thema in der RGB-Pressokonferenz war Klimaresilienz in der Trinkwasserversorgung. Die dringende Erforderlichkeit der von Ruhrverband und AWWR angestrebten Anpassung des Ruhrverbandsgesetzes mit neuen zukunftsfähigen und versorgungssicheren Niedrigwasserabflüssen zur Sicherstellung der Daseinsvorsorge wurde den Pressevertretern erneut präsentiert – steter Tropfen höhlt den Stein. Neben dem Niedrigwassermanagement wurde die Verstärkung des Hochwasserschutzes mit Rückblick auf das extreme Sommerhochwasser 2021 thematisiert. Als Nachhaltigkeitsthemen wurde über die geplanten und bereits umgesetzten Beiträge zum Klimaschutz berichtet, die zu einem großen Teil mit den vorbereitenden Maßnahmen im Rahmen der Energiekrise Hand in Hand gingen. So wurde der Ausbau der Gewinnung regenerativer Energie zur Eigennutzung vorgestellt. Als Beispiel diente die 745 kW_p PV-Freiflächenanlage in der Wasserschutzzone 2 von WWW, die in NRW ein klares Zeichen für erneuerbare Energien in der Trinkwasserversorgung setzte.

Die Medienberichterstattung war mit Schlagzeilen wie „NRW muss handeln bei Trinkwasserversorgung“ und „Anpassung des Mindestwasserabflusses gefordert“ sowie mit Zitaten wie „Ruhrverbandsgesetz muss endlich angepasst werden. Wir wollen Vorsorge und kein Krisenmanagement“ vom AWWR-Vorsitzenden Bernd Heinz ausgiebig und sehr im Sinne der Kernbotschaft, die Ruhrverband und AWWR in die Öffentlichkeit spielen wollten.

18 Monitoring organischer Spurenstoffe in der Ruhr

Christian Skark, Dortmund

Im Jahr 2022 wurde das Monitoring der AWWR mit vier weiteren Probenahmen und der Untersuchung auf insgesamt 61 organische Spurenstoffe im Oberflächenwasser der Ruhr weitergeführt. Somit wurden in mehr als vierzehn Jahren 58 Probenahmen erreicht, deren Untersuchungsergebnisse ausgewertet wurden. Hier wird der Vorbericht über den Zeitraum 2008 - 2021 (54 Probenahmen [18.1]) fortgeschrieben. Aktuell werden Stoffe analysiert, die zu den Gruppen Humanpharmaka (HP, 43 Stoffe), Röntgenkontrastmittel (RKM, 6 Stoffe), Organophosphor-Flammschutzmittel (FSM, 11 Stoffe) und Korrosionsschutzmitteln (1 Stoff) gehören, die potentiell im Einzugsgebiet der Ruhr verbraucht werden und über gereinigtes Abwasser in das Oberflächenwasser gelangen können. Die zur Analyse ausgewählten Substanzen sind nicht in der Trinkwasserverordnung reguliert. Aufgrund der Hinweise auf ihre verbreitete Anwendung kann angenommen werden, dass ihr Auftreten im Oberflächenwasser der Ruhr möglich ist. Für mehrere Untersuchungsparameter ließ sich dies jedoch nicht bestätigen.

Über Untersuchungen zu den hier betrachteten organischen Stoffen wird ebenfalls in den Kapiteln 7 und 10 im Ruhrverbandsteil berichtet. Jedoch betreffen die dort zugrunde liegenden Analyseergebnisse sowohl einen anderen Probenahmezeitraum als auch andere Zeitpunkte sowie abweichende Probenahmeorte. Darüber hinaus liegen den dort berichteten Ergebnissen andere Probenahmehäufigkeiten, abweichende Untersuchungsmethoden und andere Bestimmungsgrenzen 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. Bei der Probenahme am 25.07.2022 fielen die Beprobungen in Essen und Mülheim aus. Außerdem fanden einige Beprobungen an abweichenden Terminen statt. Die Winterproben wurden in Bochum und Essen am 01.02.2022 statt am 24.01.2022 und die Frühjahrsproben statt am 25.04.2022 in Bochum am 01.06.2022 und in Essen am 02.05.2022 ent-

Tabelle 18.1: Lage der Probenahmestellen für Oberflächenwasser der Ruhr. MQ – durchschnittlicher Abfluss, Gewässerstationierung [18.2]. Der Pegel Bachum stand im Jahr 2022 nicht zur Verfügung. Ein MQ für 2022 lässt sich nicht angeben. Die Angabe des MQ bezieht sich auf den Zeitraum 2008 - 2021.

Table 18.1: Sampling sites for the surface water in the river Ruhr MQ – mean discharge, watercourse stationing [18.2]. The gauging station Bachum was not available in 2022. There is no MQ in 2022. The other results are for the period from 2008 to 2021.

Ort	Probenahme- stelle	Probe- nahme	Abfluss- pegel	Abfluss	Einzugs- gebiet	MQ langjährig	MQ (07/2008 - 12/2022)	MQ (2022)
		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	7,3	6,9
Arnsberg	Langel	163,8	Oeventrop	159,5	760	14,9	12,0	11,5
Wickede	Echthausen	128,3	Bachum	133,8	1.530	27,1	21,3	-
Fröndenberg	Warmen	121,2	Fröndenberg	109,3	1.914	-	-	-
Schwerte	Westhofen	95,2	Villigst	100,2	2.013	28,8	24,2	25,0
Hagen	Hengstey	88,8	Wetter	79,8	3.908	67,6	55,2	56,3
Bochum	Stiepel	62,7	Hattingen	56,0	4.118	70,6	58,5	58,0
Essen	Spiek	44,1	Werden	29,0	4.337	79,5	60,0	59,7
Mülheim	Styrum-Ost	11,3	Mülheim	13,2	4.420	76,3	62,8	62,6

Table 18.2: *Untersuchte Stoffe im AWWR-Monitoring "Organische Spurenstoffe in der Ruhr". AB – Antibiotika, BG – Bestimmungsgrenze, CAS-RN – Chemical Abstract Service Registrierungsnummer, FSM – Flammenschutzmittel, HP – Humanpharmaka, 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) = 517 (außer [a] Codein, Clofibrinsäure, Phenazon und Primidon n(A) = 391 seit 2012; [b] Gabapentin, Metformin, Naproxen, Oxazepam, Pregabalin, Propranolol, Ranitidin, Sulfadiazin, Sulfamethazin, Tramadol, Guanylurea, FAA, AAA n(A) = 284 seit 2015; [c] TiBP, Lamotrigin, Venlafloxin n(A) = 212 seit 2017; [d] TEHP, omp-TKP, Metoprololsäure, DH-CBZ n(A) = 140 seit 2019; [e] Azilsartan Clarithromycin, Eprosartan, Erythromycin, Irbesartan, Losartan, Olmesartan, Telmisartan, Valsartan, IBU-H, Valsartansäure, n(A) = 104 seit 2020; [f] 1-H-Benzotriazol, n(A) = 69 seit 2021)*

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) = 517 since 2008 (except [a] Codein, Clofibrinsäure, Phenazon und Primidon n(A) = 391 since 2012; [b] Gabapentin, Metformin, Naproxen, Oxazepam, Pregabalin, Propranolol, Ranitidin, Sulfadiazin, Sulfamethazin, Tramadol, Guanylurea, FAA, AAA n(A) = 284 since 2015; [c] TiBP, Lamotrigin, Venlafloxin n(A) = 212 since 2017; [d] TEHP, omp-TKP, Metoprololsäure, DH-CBZ n(A) = 140 since 2019; [e] Azilsartan Clarithromycin, Eprosartan, Erythromycin, Irbesartan, Irbesartan, Losartan, Olmesartan, Telmisartan, Valsartan, IBU-H, Valsartansäure, n(A) = 104 since 2020; [f] 1-H-Benzotriazol, n(A) = 69 since 2021)*

Lfd. Nr.	Substanz	Kurzzeichen	Stoffgruppe	CAS-RN	Positiv-befunde	BG
					[%]	[µg/L]
1	Tributylphosphat	TBP	FSM	126-73-8	31	0,020
2	Tri-isobutylphosphat	TiBP [c]	FSM	126-71-6	59	0,020
3	Trisphenylphosphat	TPP	FSM	115-86-6	5	0,020
4	Tris-(2-Chlorethyl)-phosphat	TCEP	FSM	115-96-8	72	0,020
5	Tris-(2-Chlorpropyl)-phosphat	TCPP	FSM	13674-84-5	97	0,020
6	Tris-(butoxyethyl)-phosphat	TBEP	FSM	78-51-3	82	0,020
7	Tris-(dichlorpropyl)-phosphat	TDCP	FSM	13674-87-8	67	0,020
8	Tris-(2-ethylhexyl)-phosphat	TEHP [d]	FSM	78-42-2	3	0,020
9	o-Trikresylphosphat	oTKP [d]	FSM	78-30-8	0	0,020
10	m-Trikresylphosphat	mTKP [d]	FSM	563-04-2	0	0,020
11	p-Trikresylphosphat	pTKP [d]	FSM	78-32-0	0	0,020
12	Atenolol		HP	29122-68-7	7	0,025
13	Azilsartan	[e]	HP	147403-03-0	0	0,050
14	Bezafibrat		HP	41859-67-0	38	0,025
15	Candesartan	CDS [e]	HP	139481-59-7	93	0,050
16	Carbamazepin	CBZ	HP	298-46-4	84	0,025
17	Clarithromycin	[e]	HP-AB	81103-11-9	10	0,025
18	Clofibrinsäure	[a]	HP	882-09-7	0	0,050
19	Codein	[a]	HP	76-57-3	0	0,050
20	Diclofenac	DCF	HP	15307-86-5	86	0,050
21	Eprosartan	[e]	HP	133040-01-4	0	0,050
22	Erythromycin	[e]	HP-AB	114-07-8	0	0,025
23	Gabapentin	GBP [b]	HP	60142-96-3	99	0,050
24	Ibuprofen		HP	15687-27-1	18	0,050
25	Irbesartan	[e]	HP	138402-11-6	15	0,050
26	Lamotrigin	[c]	HP	84057-84-1	83	0,050
27	Losartan	[e]	HP	114798-26-4	0	0,050

[18.1] Skark, C.: *Monitoring organischer Spurenstoffe in der Ruhr-* in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): *Ruhrgütebericht 2021*. Schwerte, Essen, 162-174 (2022).

[18.2] LANUV (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen): *Gewässerstationierungskarte GSK3B-* Auflage 31.07.2006, 3. Auflage, (2006) <http://www.lanuv.nrw.de/wasser/gstat.htm>, Stand 01.07.08.

Tabelle 18.2: Untersuchte Stoffe im AWWR-Monitoring "Organische Spurenstoffe in der Ruhr" (Fortsetzung, Abkürzungen vgl. S. 197)
 Table 18.2: Analysed substances in the scope of the AWWR-Monitoring "Trace organics in the river Ruhr" (continuation, abbreviations cf. p. 197)

Lfd. Nr.	Substanz	Kurzzeichen	Stoff- gruppe	CAS-RN	Positiv- befunde	BG
					[%]	[µg/L]
28	Metformin	MTF [b]	HP	657-24-9	100	0,025
29	Metoprolol	MTP	HP	51384-51-1	96	0,025
30	Naproxen	[b]	HP	22204-53-1	19	0,100
31	Olmesartan	[e]	HP	144689-63-4	14	0,050
32	Oxazepam	[b]	HP	604-75-1	6	0,050
33	Phenazon	[a]	HP	60-80-0	11	0,025
34	Pregabalin	[b]	HP	148553-50-8	44	0,050
35	Primidon	[a]	HP	125-33-7	29	0,050
36	Propranolol	[b]	HP	525-66-6	0	0,025
37	Ranitidin	[b]	HP	66357-35-5	11	0,025
38	Sotalol		HP	3930-20-9	53	0,025
39	Sulfadiazin	[b]	HP/VP-AB	68-35-9	2	0,050
40	Sulfamethazin	[b]	HP/VP-AB	57-68-1	0	0,050
41	Sulfamethoxazol	SMX	HP-AB	723-46-6	67	0,050
42	Sulfapyridin		HP-AB	144-83-2	49	0,050
43	Telmisartan	[e]	HP	144701-48-4	36	0,050
44	Tramadol	[b]	HP	27203-92-5	51	0,025
45	Trimetoprim		HP/VP-AB	738-70-5	3	0,025
46	Valsartan	VS [e]	HP	137862-53-4	63	0,050
47	Venlafaxin	[c]	HP	93413-69-5	17	0,025
48	Guanylarnstoff	GH [b]	HP-M	141-83-3	96	0,050
49	N-Formyl-Aminoantipyrin	FAA [b]	HP-M	1672-58-8	100	0,025
50	N-Acetyl-Aminoantipyrin	AAA [b]	HP-M	83-14-8	100	0,025
51	Metoprololsäure	MTPS [d]	HP-M	56392-14-4	99	0,025
52	Dihydroxi-Dihydro-Carbamazepin	DH-CBZ [d]]	HP-M	35079-97-1	94	0,025
53	Ibuprofen-2-Hydroxid	IBU-H [e]	HP-M	51146-55-5	34	0,050
54	Valsartansäure	VSS [e]	HP	164265-78-5	78	0,050
55	Amidotrizoesäure	ATZ	RKM	117-96-4	83	0,050
56	Iohexol		RKM	66108-95-0	67	0,050
57	Iomeprol		RKM	78649-41-9	73	0,050
58	Iopamidol	IPM	RKM	60166-93-0	68	0,050
59	Iopromid		RKM	73334-07-3	61	0,050
60	Ioxithalaminsäure		RKM	28179-44-4	4	0,050
61	1-H-Benzotriazol	BT [f]	KSP	95-14-7	100	0,050

nommen. Die Herbstbeprobungen erfolgten in Bochum am 26.10.2022 und in Mülheim am 28.10.2022 statt wie an den anderen Probenahmestellen am 24.10.2022.

Die einzelnen Probenahmestellen repräsentieren unterschiedliche Anteile des ca. 4.500 km² großen Einzugsgebiets der Ruhr (zwischen 400 km² in Meschede und 4.400 km² in Mülheim). Insbesondere zwischen Schwerte (WGA Westhofen) und Hagen (WGA Hengstey) nimmt das oberstromige Einzugsgebiet und der Abfluss durch den Zufluss der Lenne stark zu.

Tabelle 18.2 gibt das Untersuchungsspektrum der 61 Substanzen im Jahr 2022 wieder. Für Stoffe (n(S) = 22), die bereits seit 2008 analysiert werden, ergeben sich mit dem Jahr 2022 jeweils 517 Einzelanalysen. Seit 2012 werden vier weitere Verbindungen untersucht ([a] Codein, Clofibrinsäure, Phenazon und Primidon; Analysen n(A) = 391). Ab 2015 werden zusätzlich zehn Pharmaka ([b] Gabapentin, Metformin, Naproxen, Oxazepam, Pregabalin, Propranolol, Ranitidin, Tramadol sowie die Sulfadiazin und Sulfamethazin) und 3 Metabolite analysiert ([b] Guanylharstoff, N-Formyl-Aminoantipyrin [FAA] und N-Acetyl-Aminoantipyrin [AAA]; Analysen n(A) = 284). Im Jahr 2017 werden 2 weitere Pharmaka ([c] Lamotrigin, Venlafloxin) und ein Flammenschutzmittel ([c] Tri-isobutylphosphat [TiBP]) in die Untersuchung aufgenommen (n(A) = 212). Seit 2019 werden vier weitere FSM, Tri-(2-ethylhexyl)-phosphat (TEHP) und ortho-, meta- und para-Trikresylphosphat, sowie 2 weitere Arzneimittel-Metabolite Metoprololsäure und 10,11-Dihydroxi-10,11-Dihydro-Carbamazepin (DH-CBZ) untersucht ([d], n(A) = 140). Für die zwölf 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], 2 Metabolite [Ibuprofen-2-hydroxid [IBU-H] und Valsartansäure]) liegen jetzt 104 Analysen vor. Das Korrosionsschutzmittel 1-H-Benzotriazol wurde seit Januar 2021 insgesamt 69 mal analysiert.

Die Analytik der Wasserproben wird bei der Westfälischen Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen und Schwerte, gegebenenfalls nach einer stoffspezifischen Anreicherung (Festphasenextraktion, Ionenaustauscher) mittels GC-NPD oder LC-MS/MS durchgeführt. Die Bestimmungsgrenzen (BG) für eine sichere Quantifizierung in den Wasserproben aller Analyte sind in Tabelle 18.2 aufgeführt.

Ergebnisse

Für die Stoffe, die von Anfang des Monitorings im Jahr 2008 untersucht werden, ergeben sich bislang 58 Beprobungen an jeder der neun Probenahmestellen. Aufgrund von fünf Probenausfällen (Bochum, Oktober 2020, Januar 2021, Essen, Januar 2012, Juli 2022, Mülheim, Juli 2022) summiert sich dies zu 517 Proben für den Zeitraum von 2008 bis 2022. In Tabelle 18.2 werden für die verschiedenen Untersuchungsparameter die Anteile der Positivbefunde über den jeweiligen Bestimmungsgrenzen an der Gesamtzahl der jeweiligen Untersuchungen angegeben. Für Stoffe, die erst später in den Unter-

suchungsumfang eingeführt wurden, werden die entsprechend geringeren Analysenzahlen zugrunde gelegt.

Bei 19 von 61 Substanzen werden in keiner oder nur in bis zu 10 % der Untersuchungen Positivbefunde festgestellt. Hierzu gehören 5 FSM, 5 Antibiotika, ein RKM sowie 8 weitere Pharmaka. Seit 2008 werden 2 Substanzen, TCPP (FSM) und Metoprolol (HP) in mindestens 90 % der Untersuchungen über der BG detektiert (in mindestens 465 der 517 Untersuchungen).

Bei den Substanzen, die seit 2012 in die Untersuchung aufgenommen wurden (n(S) = 39), zeigen sich bei insgesamt 9 Parametern in mehr als 90 % der Untersuchungen Konzentrationen über der BG. Es handelt sich um Gabapentin, Metformin und die Metabolite Guanylharstoff, FAA und AAA (mindestens 256 von n(A) = 284) sowie DH-CBZ und Metoprololsäure (mindestens 126 von n(A) = 140). Weiterhin gehören das Arzneimittel Candesartan (mindestens 94 von n(A) = 104) und das Korrosionsschutzmittel Benzotriazol (mindestens 62 von n(A) = 69) dazu. Bei 15 der 39 Stoffe (39 % der Substanzen), die seit 2012 in das Untersuchungsspektrum aufgenommen wurden, konnten jedoch keine oder nur vereinzelte Positivbefunde festgestellt werden.

Konzentrationsbetrachtungen

Tabelle 18.3 gibt einen Überblick zu Konzentrationsgrößen ausgewählter Substanzen. Dabei werden 19 Stoffe gezeigt, bei denen in mehr als 20 % der Analysen seit 2008 Befunde über der BG (mindestens 103 von n(A) = 517) festgestellt wurden. Zusätzlich sind Ergebnisse für Primidon (n(A) = 391) und TiBP (n(A) = 212) mit geringerer Analysenhäufigkeit wiedergegeben. Bei der Berechnung der statistischen Kennwerte gehen Gehalte unter der Bestimmungsgrenze mit der Hälfte der BG ein. Sollte das Ergebnis jedoch unter der entsprechenden aktuellen BG liegen, erscheint dies in den Tabellen vermerkt.

Für den Betrachtungszeitraum 2008 - 2022 liegen für den Betablocker Metoprolol und das Flammenschutzmittel TCPP sowie 4 RKM die Medianwerte über 0,1 µg/L. Maximale Konzentrationen über 0,5 µg/L treten für Röntgenkontrastmittel und einzelne Flammenschutzmittel auf. Für 6 Substanzen werden noch die Median-Konzentrationen unter der BG (4 Pharmaka, 2 FSM) ermittelt. Für TBP, Primidon und Sulfapyridin ist dies auch für den 75-Perzentilwert der Fall.

In Tabelle 18.4 sind die Ergebnisse für die Stoffe mit mehr als 20 % Befunden über der BG zusammengestellt, die nach 2015 in die Untersuchung aufgenommen wurden (16 Substanzen). Für Candesartan, Gabapentin, Metformin sowie die Metabolite AAA, FAA, Guanylharstoff und Metoprololsäure ebenso wie 1-H-Benzotriazol lassen sich Mediankonzentrationen deutlich über 0,1 µg/L im Untersuchungszeitraum bis 2022 ermitteln. Für Valsartansäure wird dieser Wert gerade erreicht. Maximale Gehalte über 0,5 µg/L treten für 9 Stoffe auf, wovon 5 Substanzen Metabolite sind. Für 4 Verbindungen liegt der Medianwert unterhalb der BG. Dazu zählen unter anderem der

Tabelle 18.3: Ergebnisübersicht aller Analysen für Stoffe mit Anteilen von Positivbefunden über 20 %. Q – Perzentil, sonstige Abkürzungen vgl. Tabelle 18.2. n = 517 (Zeitraum 2008 - 2022); Primidon n(A) = 391; TiBP n(A) = 212, grün: Konzentration < BG, grau: 0,09 µg/L < Konzentration ≤ 0,1 µg/L, gelb: 0,1 µg/L < Konzentration ≤ 0,5 µg/L, orange: 0,5 µg/L < Konzentration. Werte < BG werden für die Berechnung mit 0,5 * BG angesetzt

Table 18.3: Overview of analytical results for substances with a ratio of results above LQ greater than 20 %. Q – percentile, other abbreviations cf. table 18.2. n = 517 (period of analyses 2008 - 2022); Primidon n(A) = 391; TiBP n(A) = 212, green: concentration < LQ, grey: 0,09 µg/L < concentration ≤ 0,1 µg/L, yellow: 0,1 µg/L < concentration ≤ 0,5 µg/L, orange: 0,5 µg/L < concentration. Calculation considered values < LQ with 0,5 * LQ

Lfd. Nr.	Substanz	Q25	arithmetischer Mittelwert	Median	Q75	Q90	Maximum
		[µg/L]					
1	TBP	< BG	< BG	< BG	< BG	0,032	0,600
2	TiBP	< BG	0,033	0,025	0,042	0,067	0,295
3	TCEP	< BG	0,037	0,023	0,043	0,078	0,484
4	TCPP	0,061	0,134	0,111	0,180	0,254	1,325
5	TBEP	0,020	0,047	0,040	0,068	0,094	0,278
6	TDCPP	< BG	0,022	< BG	0,027	0,039	0,329
7	Bezafibrat	< BG	0,025	< BG	0,036	0,055	0,089
8	Carbamazepin	0,031	0,059	0,054	0,084	0,110	0,190
9	Diclofenac	< BG	0,083	0,071	0,120	0,160	0,490
10	Metoprolol	0,061	0,127	0,110	0,180	0,240	0,460
11	Primidon	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,079
12	Sotalol	< BG	0,034	0,026	0,050	0,075	0,150
13	Sulfamethoxazol	< BG	< BG	< BG	0,062	0,086	0,140
14	Sulfapyridin	< BG	< BG	< BG	< BG	0,053	0,130
15	Amidotrizoesäure	0,080	0,244	0,210	0,360	0,510	0,830
16	Iohexol	< BG	0,212	0,110	0,310	0,510	1,400
17	Iomeprol	< BG	0,367	0,210	0,580	0,960	2,000
18	Iopamidol	< BG	0,361	0,240	0,570	0,870	2,300
19	Iopromid	< BG	0,132	0,077	0,170	0,315	1,100

Blutdrucksenker Telmisartan und der Schmerzmittel-Metabolit IBU-H, die erst 2020 in die Untersuchung aufgenommen wurden.

Bezogen auf die Probenahmeorte werden in Tabelle 18.5 die Medianwerte von 16 Stoffen mit mehr als 20 % Positivbefunden für den Betrachtungszeitraum 2008 - 2022 wiedergegeben. Primidon, Sulfapyridin und TBP treten örtlich und zeitlich so vereinzelt auf, dass für keine Probenahmestelle Mediangehalte über der BG ermittelt werden können, weshalb sie in Tabelle 18.5 nicht dargestellt sind. Die Anzahl der Parameter, die Mediankonzentrationen über 0,1 µg/L zeigen, nimmt ruhrabwärts zu. In der langjährigen Beprobung liegen in Wickedede im Mittel nur 3 RKM (Amidotrizoesäure, Iomeprol, Iopamidol) über 0,1 µg/L. Zusätzlich zu den 3 RKM wird ab Fröndenberg und dann weiter ruhrabwärts TCPP im Mittel über 0,1 µg/L gefunden. In Schwerte werden für Diclofenac und Metoprolol Medianwerte über 0,1 µg/L ermittelt, die in Hagen etwas sinken. Dort werden 2 weitere RKM mit Medianwerten über 0,1 µg/L nachgewiesen. Ab Bochum ruhrabwärts wird dieser Wert bei insgesamt 7 Verbindungen überschritten.

Nach dem Zufluss der Lenne zwischen Schwerte und Hagen sinken die mittleren Konzentrationen bei insgesamt 17 von 30 Stoffen, die in den Tabellen 18.5 und 18.6 aufgeführt sind. Dies deutet auf einen Zufluss von Wasser aus der Lenne, das für einige Substanzen geringere Konzentrationen als die oberstromige Ruhr aufweist. Aber für 6 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 Stoffkonzentrationen in der Ruhr angenommen werden muss. Auch im weiteren Ruhrverlauf können mittlere Konzentrationen gegenüber oberstromigen Probenahmestellen abnehmen. So liegen bei 7 von 30 Substanzen die Medianwerte – wenn auch teilweise nur geringfügig – in Mülheim unter denen in Essen.

Unter den Flammschutzmitteln sticht TCPP im Jahr 2022, wie in den Vorjahren, mit häufigen Nachweisen über der BG (32 von 34 Proben) und häufigen mittleren Konzentrationen über 0,1 µg/L hervor (19 Proben). Mit 1,32 µg/L wird eine neue Maximalkonzentration für TCPP festgestellt, die wie im Vorjahr in Schwerte (25.07.22) gefunden und von den maximalen Konzentrationen für TiBP (0,295 µg/L) und TCEP (0,484 µg/L) begleitet wird.

Tabelle 18.4: Ergebnisübersicht aller Analysen für Stoffe mit Anteilen von Positivbefunden über 20 % und Aufnahme in das Monitoring zwischen 2015 und 2021. Q – Perzentil, sonstige Abkürzungen vgl. Tabelle 18.2, n(A) = 284, Lamotrigin n(A) = 212, Metoprololsäure, DH-CBZ n(A) = 140, Candesartan, Chlorithromycin, Irbesartan, Olmesartan, Telmisartan, Valsartan, Valsartansäure, IBU-H n(A) = 104; Benzotriazol n(A) = 69, grün: Konzentration < BG, grau: 0,09 µg/L < Konzentration ≤ 0,1 µg/L, gelb: 0,1 µg/L < Konzentration ≤ 0,5 µg/L, orange: 0,5 µg/L < Konzentration. Werte < BG werden für die Berechnung mit 0,5 * BG angesetzt

Table 18.4: Overview of analytical results for substances with a ratio of results above LQ greater than 20 % and integration to the monitoring between 2015 and 2021. Q – percentile, other abbreviations cf. table 18.2, n(A) = 284, Lamotrigin n(A) = 212, Metoprololsäure, DH-CBZ n(A) = 140, Candesartan, Chlorithromycin, Irbesartan, Olmesartan, Telmisartan, Valsartan, Valsartansäure, IBU-H n(A) = 104; Benzotriazole n(A) = 69, green: concentration < LQ, grey: 0,09 µg/L < concentration ≤ 0,1 µg/L, yellow: 0,1 µg/L < concentration ≤ 0,5 µg/L, orange: 0,5 µg/L < concentration. Calculation considered values < LQ with 0,5 * LQ

Lfd. Nr.	Substanz	Q25	arithmetischer Mittelwert	Median	Q75	Q90	Maximum
		[µg/L]					
1	Candesartan	0,100	0,195	0,155	0,253	0,430	0,590
2	Gabapentin	0,180	0,363	0,310	0,490	0,738	1,100
3	Lamotrigin	< BG	0,084	0,075	0,110	0,158	0,240
4	Metformin	0,318	0,606	0,450	0,733	1,100	2,600
5	Pregabalin	< BG	< BG	< BG	< BG	0,061	0,100
6	Telmisartan	< BG	< BG	< BG	0,058	0,093	0,130
7	Tramadol	< BG	0,027	< BG	0,038	0,054	0,087
8	Valsartan	< BG	0,093	0,062	0,120	0,217	0,350
9	AAA	0,160	0,228	0,220	0,280	0,350	0,730
10	DH-CBZ	0,057	0,099	0,085	0,140	0,180	0,310
11	FAA	0,160	0,344	0,290	0,473	0,650	1,100
12	Guanylharnstoff	1,500	2,964	2,550	4,300	5,400	13,000
13	IBU-H	< BG	< BG	< BG	0,057	0,084	0,200
14	Metoprololsäure	0,070	0,150	0,110	0,160	0,282	0,830
15	Valsartansäure	0,053	0,172	0,100	0,245	0,454	0,660
16	1-H-Benzotriazol	0,210	0,517	0,445	0,835	1,064	1,294

Bei den RKM liegen in der langjährigen Betrachtung mittlere Konzentrationen oberhalb von Wickede unter der Bestimmungsgrenze (Tabelle 18.5). In Arnsberg und Meschede sind auch im Jahr 2022 lediglich vereinzelte Positivbefunde für Amidotrizoesäure und lohexol festzustellen. Iodierte Röntgenkontrastmittel nehmen im Ruhrverlauf in ihrer Konzentration zu. So liegen ab Hagen mittlere Konzentrationen von 5 RKM für den Zeitraum 2008 - 2022 über 0,1 µg/L. Wie in den Vorjahren werden auch 2022 vereinzelt RKM mit Konzentrationen von 1 µg/L und mehr im Oberflächenwasser gefunden (lohexol Essen, 02.05.2022; lopamidol Mülheim, 28.10.22). Wie im Vorjahr gewinnen im Jahr 2022 die Nachweise von lohexol gegenüber Amidotrizoesäure und lopamidol sowohl in Hinblick auf ihre Konzentrationshöhe als auch in Hinblick auf die Häufigkeit ihres Auftretens an Bedeutung. In 9 der 34 Einzelproben des Jahres 2022 werden RKM-Summenkonzentrationen über 1 µg/L festgestellt. Ebenso wie eine Konzentration über 1 µg/L eines Einzel-RKM tritt dieser Befund mit einer geringeren Häufigkeit wie in den Vorjahren und oft in der Herbstbeprobung ab Schwerte ruhrabwärts auf.

Bei den seit längerer Zeit untersuchten Pharmaka wird lediglich für Metoprolol an allen Probenahmestellen ein Mediange-

halt über der Bestimmungsgrenze ermittelt, der ab Schwerte ruhrabwärts 0,1 µg/L erreicht und überschreitet (Betrachtungszeitraum 2008 - 2022, Tabelle 18.5). Das Schmerzmittel Diclofenac zeigt in Meschede und Schwerte derartige Medianwerte. Zusammen mit Carbamazepin weisen diese Verbindungen auch im Jahr 2022 die meisten Befunde über der BG in der Gruppe der Pharmaka, die seit 2008 untersucht werden, auf. Metoprolol wird im Jahr 2022 in 31 von 34 Proben über der BG und in 13 Proben mit Gehalten von 0,1 µg/L und darüber gefunden (Maximalwert 0,28 µg/L, Essen 24.10.2022). Diclofenac wird 2022 in 19 von 34 Proben über der BG von 0,05 µg/L und in 11 Proben über 0,1 µg/L (Maximalgehalt 0,26 µg/L, Meschede 24.10.2022) nachgewiesen. Carbamazepin wird im Jahr 2022 in 23 Proben über der BG und in 3 Proben über 0,1 µg/L bestimmt (Maximalwert 0,11 µg/L, Mülheim 28.10.2022). Der zugehörige Metabolit 10,11-Dihydroxy-10,11-Dihydro-Carbamazepin (DH-CBZ) wird dagegen 2022 in 31 Proben über der BG und in 12 Proben mit Konzentrationen über 0,1 µg/L gefunden (Maximum 0,21 µg/L, Mülheim 28.10.2022). Für den Betrachtungszeitraum ab 2019 tritt DH-CBZ im Mittel ab Bochum ruhrabwärts mit mittleren Konzentrationen über 0,1 µg/L auf (Tabelle 18.6). Der Metabolit Metoprololsäure wird 2022 in fast jeder Probe über der BG

Table 18.5: Ergebnisübersicht der Mediangehalte [$\mu\text{g/L}$] in den einzelnen Probenahmestellen (Zeitraum 2008 - 2022; abweichend TiBP $k \leq 24$).
 Abkürzungen vgl. Tabelle 18.2, grün: Konzentration < BG, grau: $0,09 \mu\text{g/L} < \text{Konzentration} \leq 0,1 \mu\text{g/L}$, gelb: $0,1 \mu\text{g/L} < \text{Konzentration} \leq 0,5 \mu\text{g/L}$, orange: $0,5 \mu\text{g/L} < \text{Konzentration}$. Werte < BG werden für die Berechnung mit $0,5 * \text{BG}$ angesetzt
 Table 18.5: Median concentrations [$\mu\text{g/L}$] in every sampling point (period 2008 - 2022; diverging TiBP $k \leq 24$), abbreviations cf. table 18.2,
 Green: concentration < LQ, grey: $0,09 \mu\text{g/L} < \text{concentration} \leq 0,1 \mu\text{g/L}$, yellow: $0,1 \mu\text{g/L} < \text{concentration} \leq 0,5 \mu\text{g/L}$,
 orange: $0,5 \mu\text{g/L} < \text{concentration}$. Calculation considered values < LQ with $0,5 * \text{LQ}$

	Probenahmestelle								
	Meschede	Arnsberg	Wickede	Fröndenberg	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
Anzahl Analysen	58	58	58	58	58	58	56	56	57
Stoff	[$\mu\text{g/L}$]								
TiBP	< BG	< BG	< BG	0,025	0,033	0,028	0,050	0,041	0,033
TCEP	< BG	< BG	< BG	< BG	0,042	0,023	0,036	0,037	0,023
TCPP	0,039	0,036	0,077	0,121	0,128	0,116	0,177	0,168	0,173
TBEP	< BG	< BG	0,039	0,046	0,056	0,037	0,053	0,054	0,050
TDCPP	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,024	0,026	< BG
Bezafibrat	< BG	< BG	< BG	< BG	0,029	< BG	0,033	0,029	0,030
Carbamazepin	0,030	< BG	0,044	0,044	0,061	0,064	0,090	0,087	0,096
Diclofenac	0,100	< BG	0,062	0,065	0,110	0,060	0,080	0,085	0,090
Metoprolol	0,073	0,037	0,091	0,096	0,135	0,100	0,170	0,195	0,220
Sotalol	< BG	< BG	0,029	0,026	0,032	< BG	0,033	0,035	0,036
Sulfamethoxazol	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,063	0,066	0,072
Amidotrizoesäure	< BG	< BG	0,175	0,185	0,255	0,260	0,345	0,375	0,470
Iohexol	< BG	< BG	0,073	0,086	0,105	0,155	0,260	0,300	0,510
Iomeprol	< BG	< BG	0,104	0,135	0,290	0,330	0,725	0,740	0,650
Iopamidol	< BG	< BG	0,380	0,465	0,470	0,315	0,360	0,385	0,580
Iopromid	< BG	< BG	0,052	0,068	0,078	0,135	0,190	0,190	0,190

Table 18.6: Ergebnisübersicht der Mediangehalte [$\mu\text{g/L}$] in den einzelnen Probenahmestellen, Monitoringbeginn 2015 ($k = 32$), 2017 ($k = 24$), 2019 ($k = 16$), 2020 ($k = 12$) und 2021 ($k = 8$). Abkürzungen vgl. Tabelle 18.2, kumulierte Betrachtung des jeweiligen Untersuchungszeitraums,
 grün: Konzentration < BG, grau: $0,09 \mu\text{g/L} < \text{Konzentration} \leq 0,1 \mu\text{g/L}$, gelb: $0,1 \mu\text{g/L} < \text{Konzentration} \leq 0,5 \mu\text{g/L}$,
 orange: $0,5 \mu\text{g/L} < \text{Konzentration} \leq 1 \mu\text{g/L}$, rot: $1 \mu\text{g/L} < \text{Konzentration}$. Werte < BG werden für die Berechnung mit $0,5 * \text{BG}$ angesetzt
 Table 18.6: Median concentrations [$\mu\text{g/L}$] in every sampling point, start of monitoring 2015 ($k = 32$), 2017 ($k = 24$), 2019 ($k = 16$), 2020 ($k = 12$) and 2021 ($k = 8$), abbreviations cf. table 18.2, cumulated consideration over the respective analytical period, Green: concentration < LQ,
 grey: $0,09 \mu\text{g/L} < \text{concentration} \leq 0,1 \mu\text{g/L}$, yellow: $0,1 \mu\text{g/L} < \text{concentration} \leq 0,5 \mu\text{g/L}$, orange: $0,5 \mu\text{g/L} < \text{concentration} \leq 1 \mu\text{g/L}$,
 red: $1 \mu\text{g/L} < \text{concentration}$. Calculation considered values < LQ with $0,5 * \text{LQ}$

Stoff	Probenahmestelle								
	Meschede	Arnsberg	Wickede	Fröndenberg	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
	[$\mu\text{g/L}$]								
Candesartan	0,125	0,062	0,130	0,120	0,195	0,200	0,285	0,230	0,300
Gabapentin	0,220	0,120	0,265	0,260	0,385	0,350	0,500	0,500	0,550
Lamotrigin	0,053	< BG	0,071	0,067	0,088	0,077	0,110	0,105	0,125
Metformin	0,455	0,220	0,365	0,425	0,460	0,525	0,615	0,530	0,550
Telmisartan	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,063	0,058	0,070
Tramadol	< BG	< BG	< BG	< BG	0,036	0,029	0,041	0,039	0,039
Valsartan	0,058	< BG	< BG	< BG	0,095	0,090	0,103	0,140	0,100
AAA	0,175	0,100	0,180	0,185	0,220	0,230	0,275	0,270	0,280
DH-CBZ	0,057	0,045	0,070	0,070	0,100	0,088	0,140	0,140	0,140
FAA	0,155	0,098	0,220	0,210	0,390	0,325	0,515	0,500	0,560
Guanylhamstoff	3,900	1,550	2,350	2,500	4,200	2,750	3,050	2,700	2,100
Metoprololsäure	0,125	0,047	0,081	0,084	0,105	0,101	0,125	0,140	0,160
Valsartansäure	0,063	< BG	0,077	0,086	0,151	0,190	0,240	0,120	0,210
1-H-Benzotriazol	0,210	0,130	0,310	0,270	0,490	0,760	0,930	0,840	0,820

(33 von 34 Proben) und in 12 Proben über 0,1 µg/L analysiert. Die Maximalkonzentration beträgt 0,16 µg/L (Meschede 25.07.2022). Außer in Arnsberg, Wickede und Fröndenberg tritt Metoprololsäure in allen Probenahmeorten mit mittleren Gehalten über 0,1 µg/L auf (Untersuchung seit 2019, Tabelle 18.6).

Unter den Antibiotika werden im Jahr 2022 vereinzelt die Sulfonamide Sulfamethoxazol (9 Proben > BG, 2 Proben ≥ 0,1 µg/L) und Sulfapyridin (5 Proben > BG, 1 Probe ≥ 0,1 µg/L) nachgewiesen.

Die Pharmaka, die ab 2015 und später in das Monitoring integriert wurden und gleichzeitig häufig über der BG gefunden wurden, sind mit den Medianwerten seit ihrer Einbeziehung in das Untersuchungsprogramm für die einzelnen Probenahmeorte in Tabelle 18.6 zusammengestellt. Insgesamt 7 Verbindungen, der Blutdrucksenker Candesartan, der Krampflöser Gabapentin und das Antidiabetikum Metformin sowie die Arzneimittel-Metabolite AAA, FAA, Guanylarnstoff und Metoprololsäure treten bereits in Meschede an der oberen Ruhr mit Mediangehalten über 0,1 µg/L auf.

Für Guanylarnstoff wird bereits in Meschede ein Median von fast 4 µg/L ermittelt. Die höchste mittlere Konzentration wird in Schwerte mit 4,2 µg/L beobachtet (Zeitraum 2015 - 2022). Zwischen Meschede und Schwerte und danach ruhrabwärts nehmen die Medianwerte jedoch ab. Dies kann auf einen Abbau im Gewässer oder auf den Zustrom unbelasteten Wassers zurückzuführen sein. Im Jahr 2022 wird Guanylarnstoff wie in den Vorjahren häufig mit Konzentrationen über 1 µg/L (27 von 34 Proben) gefunden. Der Maximalgehalt in den Proben aus dem Jahr 2022 wird mit 6,9 µg/L in Meschede im Herbst festgestellt. Als Quelle für die Guanylarnstoff-Gehalte im Oberflächenwasser werden neben dem Abbau von Metformin unter anderem Transformationsprodukte aus der Landwirtschaft sowie der Papier- und Textilindustrie diskutiert [18.3-6]. Für Metformin liegen die Mediankonzentrationen für den gesamten Ruhrverlauf zwischen 0,22 und ca. 0,62 µg/L (Zeitraum 2015 - 2022, Tabelle 18.6). Im Jahr 2022 wird als Maximalwert eine Konzentration von 1,4 µg/L in Meschede im Herbst gefunden, die mit der maximalen Konzentration von Guanylarnstoff zusammenfällt. Ähnlich wie in den Vorjahren werden auch 2022 beständig Metformin-Gehalte über 0,1 µg/L detektiert [18.1].

Median-Gehalte des krampflösenden Wirkstoffs Gabapentin zeigen längs des Verlaufs der Ruhr eine weitgehend beständige Zunahme zwischen 0,22 und 0,55 µg/L, wobei in Arnsberg der Gehalt gegenüber der oberstromigen Probenahme-stelle abnimmt (Zeitraum 2015 - 2022, Tabelle 18.6). Dies deutet ebenfalls einen Abbau oder eine Verdünnung im Gewässer an. Auch im Jahr 2022 wird Gabapentin zumeist mit Konzentrationen über 0,1 µg/L gefunden (29 von 34 Proben). In Meschede (25.07.2022) wird der Maximalgehalt von 0,5 µg/L für 2022 detektiert. Das krampflösende Medikament Lamotrigin wird im Jahr 2022 in 25 Proben über der BG und in

11 Proben mit Gehalten von 0,1 µg/L und mehr nachgewiesen (Maximum 0,23 µg/L, Bochum 25.07.2022). Mittlere Gehalte liegen von Bochum ruhrabwärts etwas über 0,1 µg/L.

Weitere Schmerzmittel und krampflösende Wirkstoffe wie Phenazon, Pregabalin, Primidon und Tramadol werden im Jahr 2022 vereinzelt über der BG analysiert, ohne dass Konzentrationen über 0,1 µg/L gefunden werden.

Der Metamizol-Metabolit FAA zeigt im Ruhrverlauf mittlere Gehalte zwischen 0,098 und 0,56 µg/L (Zeitraum 2015 - 2022, Tabelle 18.6). Im Jahr 2022 tritt FAA in 30 von 34 Proben mit Gehalten über 0,1 µg/L in der Ruhr auf (Maximum 0,94 µg/L, Essen 24.10.2022). Mediangehalte des Metamizol-Metaboliten AAA liegen im Ruhrverlauf zwischen 0,1 und ca. 0,28 µg/L und damit in der Größenordnung des Vorjahres (Zeitraum 2015 - 2022, Tabelle 18.6). In den Proben des Jahres 2022 werden AAA-Gehalte bis zu 0,73 µg/L gefunden (Meschede 24.10.2022), wobei in 30 von 34 Proben die Konzentration von 0,1 µg/L erreicht oder überschritten wird.

Von den ab 2020 neu untersuchten Blutdrucksenkern der Sartane fällt der Wirkstoff Candesartan mit Mediangehalten von 0,1 µg/L und darüber in weiten Teilen des Ruhrverlaufs auf. Wiederum sinkt die Durchschnittskonzentration von Meschede nach Arnsberg, um im weiteren Verlauf bis auf 0,3 µg/L in Mülheim zu steigen (Zeitraum 2020 - 2022, Tabelle 18.6). In 26 von 34 Proben des Jahres 2022 werden Gehalte über 0,1 µg/L gefunden (Maximum 0,59 µg/L, Mülheim 28.10.2022). Mit Valsartan wird ein weiterer Wirkstoff aus der Gruppe der Sartane im Jahr 2022 häufig über der BG (22 der 34 Proben), aber eingeschränkt über 0,1 µg/L gefunden (12 Proben). Als Maximalgehalt wird für Valsartan 0,24 µg/L (Mülheim 25.04.2022) bestimmt. Der Metabolit Valsartansäure wird in ähnlicher Häufigkeit über der BG (25 von 34 Proben) und in 17 Proben über 0,1 µg/L bestimmt (Maximum 0,66 µg/L, Bochum 25.07.2022). Die Mediangehalte liegen ab Schwerte ruhrabwärts über 0,1 µg/L.

[18.3] Scheurer, M.; Sacher, F.; Brauch, H.-J.: Studie zur Bedeutung von Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren für die Roh- und Trinkwasserbeschaffenheit in Deutschland.- DVGW W1/01/12, Bonn, 88 S. (2014)

[18.4] Hallinger, S.; Wallnöfer, P. R.; Goldbach, H.; Amberger, A.: Several aspects of bacterial dicyandiamide degradation.- Naturwissenschaften 77, 332-334 (1990)

[18.5] Kümmerer, K.; Schuster, A.; Längin, A.; Happel, O.; Thoma, A.; Schneider, K.; Hassauer, M.; Gärtner, S.; Hafner, C.: Identifizierung und Bewertung ausgewählter Arzneimittel und ihrer Metaboliten (Ab- und Umbauprodukte) im Wasserkreislauf.- UBA-Texte 46/2011, 195 S. (2011)

[18.6] 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)

Das Korrosionsschutzmittel 1-H-Benzotriazol Benzotriazol wird in 32 von 35 Proben mit Konzentrationen über 0,1 µg/L und in 5 Proben sogar über der Konzentration von 1 µg/L in der Ruhr gefunden. Die maximale Konzentration beträgt am 25.07.22 in Hagen 1,12 µg/L.

In den Jahren 2007 bis 2021 wurden viele der in diesem Monitoring-Programm auffälligen Substanzen mit ähnlichen Konzentrationen bei Untersuchungen der AWWR-Mitgliedsunternehmen und des Ruhrverbands gefunden [18.7-18.11]. Dies kann vor allem für die Pharmaka Carbamazepin, Diclofenac, Metoprolol und Sulfamethoxazol, das Flammschutzmittel TCPP sowie die RKM Amidotrizoesäure und Iopamidol gelten, die in der hier beschriebenen Fundhäufigkeit und Konzentrationshöhe über die letzten 10 Jahre ein sehr ähnliches Muster aufweisen. Die Untersuchungen des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW in der Ruhr wurden auf die Alarmüberwachung reduziert, was sowohl ein geringeres Parameterspektrum als auch weniger sensitive Bestimmungsgrenzen bedeutet. Aber für die Stoffe Carbamazepin und TCPP wurden in Fröndenberg, Hattingen und Mülheim im Jahr 2022 ebenfalls ähnliche Fundhäufigkeiten und ähnliche Konzentrationshöhen beschrieben [18.12].

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 [18.13-18.14]. Eine Zusammenstellung der entsprechenden GOW für die betrachteten Substan-

Tabelle 18.7: Zusammenstellung von gesundheitlichen Orientierungswerten (GOW) zur Bewertung von Stoffen im Trinkwasser. Abkürzungen vgl. Tabelle 18.2, GOW – Vorsorgewert für einen lebenslangen unbedenklichen Trinkwassergenuss
Table 18.7: Health related indication values (HRIV = GOW) for the assessment of substances occurring in drinking water. Abbreviations cf. table 18.2, GOW – precautionary value for a lifetime, harmless drinking water consumption

Stoff	GOW [µg/L]	Stoff	GOW [µg/L]
TCPP	1	Lamotrigin	0,3
Candesartan	0,3	Metformin	1
Carbamazepin	0,3	Olmesartan	0,3
Clofibrat	3	Phenazon	0,3
DH-CBZ	0,3	Primidon	3
Diclofenac	0,3	Valsartan	0,3
FAA	0,3	Valsartansäure	0,3
Gabapentin	1	Amidotrizoesäure	1
Guanylharnstoff	1	Iopamidol	1
Ibuprofen	1	Benzotriazol	3

zen gibt Tabelle 18.7. Die gefundenen Konzentrationen werden durch die jeweiligen GOW oder VW geteilt. Liegen die erhaltenen Bewertungsquotienten unter 1, deutet dies eine unbedenkliche Nutzung der Wasserressource für die Trinkwassergewinnung an. Im Jahr 2022 wurden die GOW bereits im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser für viele Untersuchungsparameter unterschritten. Für 7 der 20 Verbindungen, die in Tabelle 18.7 aufgeführt werden, kam es jedoch zu einzelnen oder mehrfachen Überschreitungen der GOW.

Vereinzelte Überschreitungen konnten für das Flammschutzmittel TCPP (1 x), das Röntgenkontrastmittel Iopamidol (1 x) und das Antidiabetikum Metformin (2 x) ermittelt werden. Häufige Überschreitungen fanden sich für den Blutdrucksenker Candesartan (9 von 31 Positivbefunden) sowie die Arzneimittel-Metaboliten Guanylharnstoff (27 von 33 Positivbefunden), FAA (17 von 34 Positivbefunden) und Valsartansäure (8 von 25 Positivbefunden).

Für Carbamazepin und Diclofenac wurden für die Oberflächenwasserkonzentrationen im Jahr 2022 maximale Bewertungsquotienten bezogen auf den GOW von 0,37 bzw. 0,87 erreicht. Für den Carbamazepin-Metaboliten DH-CBZ wurde ein maximaler Bewertungsquotient von 0,7 bestimmt. Für weitere Arzneimittel wie Gabapentin, Lamotrigin und Valsartan wurden als maximale Bewertungsquotienten Werte von 0,5, 0,77 und 0,8 ermittelt. Für die RKM Amidotrizoesäure und Iopamidol wurden maximale Werte von 0,47 bzw. 1,3 bestimmt. Bei dem Korrosionsschutzmittel Benzotriazol trat ein Maximalwert von 0,37 auf.

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 [18.15].

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 2022 wie in den Vorjahren nicht zur Auswertung zur Verfügung. Ebenso lagen im Jahr 2022 keine nutzbaren Abflusswerte am Pegel Bachum vor.

Die mittleren Abflüsse im gesamten Untersuchungszeitraum zwischen Juli 2008 und Dezember 2022 fallen niedriger aus als die langjährigen Mittelwerte und bestätigen damit die Situation aus den unmittelbaren Vorjahren. Die mittleren Abflüsse im Jahr 2022 entsprechen etwa den 14-jährigen Mittelwerten und ebenfalls den mittleren Abflüssen des Vorjahres [18.1].

Die Tagesabflüsse an den Probenahmetermenen im Jahr 2022 betragen zwischen 17 und 225 % des langjährigen mittleren Abflusses (MQ). Im Mittel wird im Jahr 2022 an den Probenahmetagen 72 % des langjährigen MQ beobachtet. Dies liegt in der Größenordnung des Jahres 2021 und deutlich über dem Wert des Jahres 2020. Die überdurchschnittlichen Abflüsse treten bei der Winterbeprobung am 25.01.2022 und am 01.02.2022 auf. Am 25.01.2022 findet die Beprobung nach einem Hochwasser (Scheitel 09./10.01.2020) bei wieder ansteigenden Durchflüssen statt. Auch die Beprobungen in Bochum und Essen am 01.02.2022 erfolgen während ansteigender Durchflüsse, wobei im gesamten vorangegangenen Monat die Ruhr überdurchschnittlich viel Wasser führt.

Die Frühjahrsbeprobung findet etwa 3 Wochen nach einem kleineren Hochwasser bei sinkenden Abflüssen Ende April statt. Im Gegensatz dazu erfolgen sowohl die Sommer-Beprobung im Juli als auch die Herbst-Beprobung im Oktober bei niedrigen Abflüssen, denen jeweils Wochen mit niedrigen Abflüssen vorausgehen.

Die in diesem Monitoring betrachteten Spurenstoffe werden überwiegend mit dem gereinigten Abwasser in das Fließgewässer eingetragen. Dies hat insbesondere bei anhaltend unterdurchschnittlichen Abflüssen zur Folge, dass relativ hohe Konzentrationen der Spurenstoffe zu beobachten sind. Maximale Konzentrationen treten vor allem in der Sommer- und Herbstbeprobung im Juli und Oktober 2022 auf. Obwohl diese Konzentrationen oft in Bochum, Essen und Mülheim festgestellt wurden, waren Maximalkonzentrationen einzelner Untersuchungsparameter mehrfach auch in Meschede am Oberlauf der Ruhr zu beobachten. Insgesamt jedoch ähneln in allen Probenahmestellen die Muster des Auftretens der Stoffe sowohl hinsichtlich ihrer Konzentrationshöhe als auch hinsichtlich der Häufigkeit ihres Auftretens im Wesentlichen denen der Vorjahre.

Frachtbetrachtung

Die mittleren Tagesfrachten für einzelne Parameter nehmen in der Regel von den oberstromigen Probenahmestellen zu den unterstromigen deutlich zu. In Mülheim treten jedoch nicht für alle Stoffe die höchsten mittleren Tagesfrachten auf (Zeitraum 2008 - 2022, Tabelle 18.8, z.B. TCEP, Guanylarnstoff, lomeprol). 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 Konzentrationsbefunde unterhalb der BG nicht berücksichtigt. Da für den Pegel Bachum aus dem Jahr 2022 keine Abflussdaten vorliegen, umfasst die mittlere tägliche Frachtberechnung für die Probenahmestelle Wickede nur einen Zeitraum von 2008 bis 2021. Für die Untersuchungsparameter, die erst ab 2015 analysiert wurden, liegen den Werten in Tabelle 18.8 entsprechend weniger Daten zugrunde (vgl. Tabellen 18.3 und 18.4).

Im Mittel lagen und liegen die Tagesfrachten einzelner Verbindungen – sofern sie sich überhaupt bestimmen lassen – in den oberstromigen Messstellen (Meschede und Arnsberg) unter 80 g/d (Zeitraum 2008 - 2022). Lediglich für Benzotriazol, Metformin und den Metaboliten Guanylarnstoff 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 14 und in Mülheim 27 von 30 relevanten Stoffen.

Außer für die RKM Amidotrizoesäure, Iohexol, lomeprol und Iopamidol werden mittlere Tagesfrachten über 1 kg/d für die Arzneimittel Candesartan, Gabapentin und Metformin sowie für die Arzneimittel-Metabolite FAA und Guanylarnstoff sowie für das Korrosionsschutzmittel 1-H-Benzotriazol ermittelt. Bereits in Meschede und Wickede werden im Mittel mehr als 1 kg/d an Guanylarnstoff beobachtet. In Hagen treten Metformin, Gabapentin und Benzotriazol in dieser Klasse hinzu (Zeitraum 2008 -2022, Tabelle 18.8).

Aus den jährlichen 4 Probenahmen und den ermittelten Tagesfrachten kann der Transport während des gesamten Jahres geschätzt werden. In den Bildern 18.1 und 18.2 werden die geschätzten Jahresfrachten für ausgewählte Stoffe in Schwerte und Mülheim und für die Jahre 2012 und 2022 miteinander verglichen, wobei in Mülheim die Schätzung der Jahresfracht 2022 auf Grundlage von lediglich 3 Probenahmen erfolgt.

-
- [18.7] Zullei-Seibert, N.; Schöpel, M.; Strücker, G.: *Stoffspuren in der Ruhr – Ergebnisse aus den Wasserversorgungsunternehmen zu Arzneimitteln und Flammschutzmitteln.* - in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): *Ruhrgütebericht 2007.*- Gevelsberg, Essen, 148-159 (2008).
- [18.8] Ruhrverband: *Organische Spurenstoffe in der Ruhr.*- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): *Ruhrgütebericht 2020.*- Schwerte, Essen, 88-102 (2021).
- [18.9] Ruhrverband: *Polare Substanzen in der Ruhr.*- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): *Ruhrgütebericht 2020.*- Schwerte, Essen, 133-139 (2021).
- [18.10] Ruhrverband: *Organische Spurenstoffe in der Ruhr.*- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): *Ruhrgütebericht 2021.*- Schwerte, Essen, 91-110 (2022).
- [18.11] Härtel, C.: *Polare Substanzen in der Ruhr.* Vom Wasser 121 (1), 3-9 (2023).
- [18.12] LANUV (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen): *HYGON (Hydrologische Rohdaten Online). Messwerte der Stationen Fröndenberg, Hattingen und Mülheim;* <https://luadb.it.nrw.de/LUA/hygon/pegel.php>. Abgerufen: 30.03.2022.
- [18.13] Dieter, H.H.: *Grenzwerte, Leitwerte, Orientierungswerte, Maßnahmenwerte - Definitionen und Festlegungen mit Beispielen aus dem UBA.- Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Stand: 16.12.2011;* http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwassertoxikologie/grenzwerte_leitwerte.pdf (2011)
- [18.14] Umweltbundesamt: *Liste der nach GOW bewerteten Stoffe – Stand März 2023;* https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5620/dokumente/listegowstoffeohne_npsm-20230317-homepage.pdf. Abgerufen: 03.04.2023.
- [18.15] Wasserwerke Westfalen: *Trinkwasseranalyse - Stand Mai 2022;* <https://www.wasserwerke-westfalen.de/wasser/unsere-wasserwerke/hengsen/>. Abgerufen: 12.05.2022.

Tabelle 18.8: Ergebnisübersicht der Mediane von Tagesfrachten [g/d]. Abkürzungen vgl. Tabelle 18.2, Zeitraum 2008 - 2022, für die Frachtermittlung werden Konzentrationen unter der BG nicht berücksichtigt. Der Frachtermittlung liegen unterschiedliche Anzahlen von Einzelanalysen zugrunde, vgl. Tabellen 18.3 und 18.4. In die Frachtermittlung für Arnsberg gehen die Werte für das Jahr 2018 nicht ein, da der zugehörige Pegel Oeventrop nicht zur Verfügung stand. In die Frachtermittlung für Wickede gehen die Werte für das Jahr 2022 nicht ein, da der zugehörige Pegel Bachum nicht zur Verfügung stand. Für Essen war kein Abflusswert für den 26.07.2021 vorhanden. Grün: Median Tagesfracht = 0, grau: $100 \leq \text{Tagesfracht} < 500$, gelb: $500 \leq \text{Tagesfracht} < 1.000$, orange: $1.000 \leq \text{Tagesfracht}$
 Table 18.8: Median of daily loads [g/d]. Abbreviations cf. table 18.2, period 2008 - 2022, load calculation does not consider concentrations below LQ. Load calculations are based on varying analyses number cf. tables 18.3 and 18.4. Load calculation for Arnsberg in the year 2018 and 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: $100 \leq \text{daily load} < 500$, yellow: $500 \leq \text{daily load} < 1.000$, orange: $1.000 \leq \text{daily load}$

Stoff	Probenahmestelle							
	Meschede	Arnsberg	Wickede	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
	[g/d]							
TiBP				42	57	88	78	82
TCEP	4	6	19	53	65	118	108	63
TCPP	15	22	96	152	335	473	518	570
TBEP			66	73	113	147	137	176
TDCPP	6		16	24	31	67	69	63
Bezafibrat				30		101	96	100
Candesartan	34	27	134	247	566	698	666	1.118
Carbamazepin	9		53	67	168	234	251	276
Diclofenac	36	14	84	123	186	278	293	369
Gabapentin	76	62	323	451	1.026	1.424	1.523	1.864
Lamotrigin	12	6	69	95	232	310	285	378
Metformin	163	132	439	538	1.582	1.634	1.400	1.844
Metoprolol	24	20	125	162	302	549	633	714
Sotalol			37		302	97	91	105
Sulfamethoxazol	2		35	54	96	174	171	205
Telmisartan				42	105	158	136	189
Tramadol				32	65	101	100	114
Valsartan	6		60	72	209	223	306	279
AAA	65	62	211	289	601	771	687	742
DH-CBZ	18	17	80	120	290	362	372	419
FAA	63	45	238	412	855	1.359	1.522	1.753
Guanylharnstoff	1.082	835	3.405	5.259	8.451	8.008	7.569	6.615
Metoprololsäure	32	22	125	125	266	336	344	447
Valsartansäure	6	9	65	148	559	487	277	635
Amidotrizoesäure			216	300	732	1.106	1.070	1.465
Iohexol			102	132	395	864	866	1.939
Iomeprol			114	324	967	2.166	2.117	2.055
Iopamidol			552	486	956	1.053	1.096	1.789
Iopromid			53	94	374	670	598	750
1-H-Benzotriazol	105	94	367	667	2.206	2.180	2.775	3.070

Das Abflussgeschehen der Jahre 2012 und 2022 kann als ähnlich angesehen werden. Die Winterbeprobung des Jahres 2012 war durch ein starkes Hochwasser geprägt und bei der Sommerbeprobung dieses Jahres waren zumindest durchschnittliche Abflüsse zu beobachten. Im Jahr 2022 fand zumindest die Winterbeprobung bei überdurchschnittlichen Abflussverhältnissen statt.

Im Jahr 2022 nimmt die Jahresfracht des Flammenschutzmittels TCPP von Schwerte nach Mülheim kaum zu, da in Schwerte in diesem Jahr die Maximalkonzentration der gesamten Untersuchungsreihe von 2008 bis 2022 gefunden wird (Bild 18.1). Dies wiederholt die Situation aus dem Jahr 2020, in dem in Schwerte vereinzelt hohe TCPP-Konzentrationen gefunden und nachfolgend eine hohe Jahresfracht für diesen Stoff geschätzt wurde.

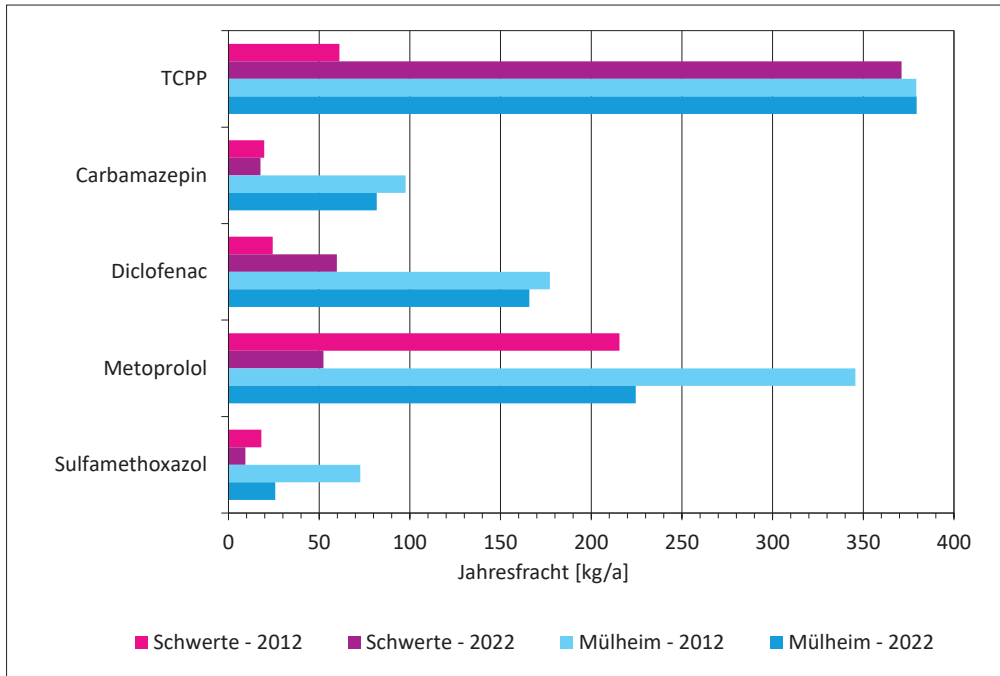


Bild 18.1: Geschätzte Jahresfrachten ausgewählter Verbindungen im Oberflächenwasser der Ruhr im Vergleich der Jahre 2012 und 2022 und der Probenahmestellen Schwerte und Mülheim

Figure 18.1: Estimated annual loads for selected substances in comparison between 2012 and 2022 and between the sampling points Schwerte and Mülheim

Bei langjährig untersuchten Pharmaka ist 2022 eine Zunahme von etwa 10 bis 60 kg/a in Schwerte auf ca. 25 bis 225 kg/a in Mülheim zu beobachten (Bild 18.1). Im Vergleich des Zehn-Jahreszeitraums nehmen sowohl in Schwerte als auch in Mülheim für Carbamazepin, Metoprolol und Sulfamethoxazol die Jahresfrachten ab. Für Diclofenac ist in Schwerte eine Zunahme der Jahresfracht über die zehn Jahre zu verzeichnen, während in Mülheim die Diclofenac-Jahresfrachten leicht um ca. 11 kg/a sinken. Im direkten Vergleich zwischen den Jahresfrachten 2022 und dem Vorjahr 2021 nehmen diese in Schwerte für Carbamazepin, Diclofenac, Metoprolol und Sulfamethoxazol leicht zu. In Mülheim werden 2022 etwas geringere Frachten als 2021 ermittelt.

Bei den Stoffen, die im Jahr 2015 in das Monitoring aufgenommen wurden, sinken die abgeschätzten Jahresfrachten von Guanylarnstoff mit ca. 1,5 und 3,4 t/a gegenüber 2021 deutlich (Bild 18.2). Ebenso sinken die Jahresfrachten 2022 von Metformin und Gabapentin in Schwerte und Mülheim gegenüber dem Jahr 2021. Die Frachtsumme aller untersuchten Pharmaka steigt zwischen 2012 und 2022 stark an. Dies liegt am veränderten Untersuchungsumfang in dieser Stoffgruppe. Im Jahr 2012 wurden 17 Substanzen untersucht, während 2022 48 Pharmaka und Arzneimittel-Metabolite analysiert werden. In Schwerte und Mülheim werden 2022 summierte Jahresfrachten von ca. 2,8 bzw. 8 t/a Pharmaka (einschließlich Abbauprodukten) abgeschätzt.

Für einzelne häufig gefundene RKM werden in Schwerte in der Ruhr für das Jahr 2022 Jahresfrachten zwischen ca. 12 und 130 kg/a abgeschätzt, während in Mülheim zwischen ca. 370 und 1.700 kg/a auftreten (Bild 18.2). In

Schwerte wird 2022 eine geringere Jahresfracht für Iopamidol als 2012 festgestellt. In Mülheim nehmen die Jahresfrachten von Amidotrizoesäure und Iopamidol 2022 im Vergleich zu 2012 ab, während dort die Jahresfracht von Iohexol deutlich zunimmt. Dies reflektiert wohl geänderte Verbrauchsmengen der einzelnen RKM. In der Summe aller untersuchten RKM werden in Schwerte im Jahr 2022 mit ca. 370 kg/a etwa die Mengen des Jahr 2012 mit einer Fracht von ca. 350 kg/a ermittelt. In Mülheim steigen die RKM-Jahresfrachten von 2012 (ca. 3,1 t/a) zum Jahr 2022 leicht an (ca. 3,6 t/a).

Zusammenfassung

Mit den Proben im Jahr 2022 wurde im Monitoring das Oberflächenwasser der Ruhr an 9 Probenahmestellen insgesamt 58-mal (Bochum, Essen n = 56, Mülheim n = 57) seit 2008 auf organische Spurenstoffe untersucht. Das Untersuchungsspektrum umfasste im Jahr 2022 61 Substanzen aus den Stoffgruppen phosphororganische Flammschutzmittel, Humanpharmaka, iodierter Röntgenkontrastmittel und Korrosionsschutzmittel.

Soweit gesundheitliche Orientierungswerte für einzelne Stoffe als Vorsorgewerte für den menschlichen Trinkwassergenuss formuliert wurden, werden diese oft bereits im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser eingehalten. Im Jahr 2022 werden bei den Arzneimittel-Metaboliten Guanylarnstoff und FAA sowie dem Arzneimittel Candesartan diese Trinkwasservorsorgewerte mehrfach im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser überschritten. Im aufbereiteten Trinkwasser konnten die Überschreitungen der Vorsorgewerte nicht mehr nachgewiesen werden.

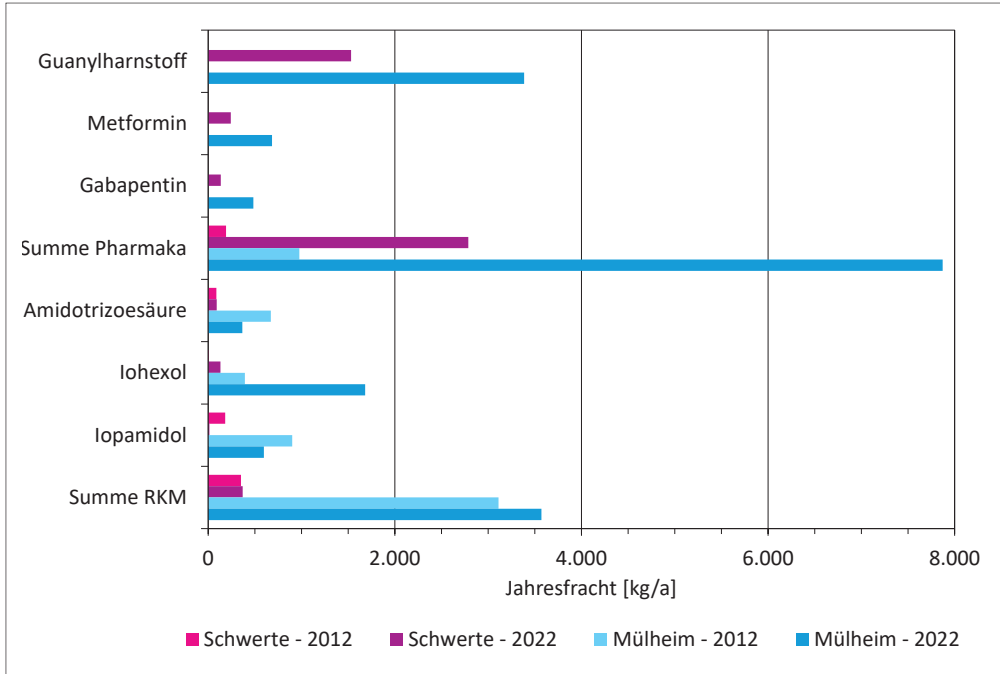


Bild 18.2: Geschätzte Jahresfrachten ausgewählter Verbindungen im Oberflächenwasser der Ruhr im Vergleich der Jahre 2012 und 2022 und der Probenahmestellen Schwerte und Mülheim. Gabapentin, Metformin und Guanylarnstoff wurden 2012 nicht untersucht, Summe Pharmaka beruht 2012 auf 17 untersuchten Parametern und 2022 auf 48.

Fig. 18.2: Estimated annual loads for selected substances in comparison between 2012 and 2022 and between the sampling points Schwerte and Mülheim. Gabapentin, Metformin and Guanylurea were not analyzed in 2012, sum of pharmaceuticals based in 2012 on 17 tested compounds and in 2022 on 48 compounds.

Insgesamt 19 Verbindungen aus allen Stoffgruppen wurden bisher entweder gar nicht oder nur vereinzelt im Oberflächenwasser gefunden. Mittlere Konzentrationen übersteigen für TCPP, 4 RKM, die Arzneimittel Candesartan, Gabapentin, Metformin und Metoprolol, die Arzneimittel-Metabolite AAA, FAA, Guanylarnstoff und Metoprololsäure 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 2022 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 2022 vor allem Candesartan, Gabapentin, Lamotrigin, Metformin und Valsartan, die Metabolite AAA, DH-CBZ, FAA, Guanylarnstoff, Metoprololsäure und Valsartansäure sowie 1-H-Benzotriazol mit Konzentrationen auf, die häufig den Wert von 0,1 µg/L übersteigen (allgemeiner Vorsorgewert).

Im Jahr 2022 wurden bei 3 der 4 Probenahmen (April bis Oktober) unterdurchschnittliche Abflüsse in der Ruhr beobachtet, während im Januar die mittleren Abflüsse überschritten wurden (17 bis 225 % des langjährigen MQ). Entsprechend traten für viele Stoffe Maximalkonzentrationen nach einer längeren Phase niedriger Abflüsse im Juli und Oktober 2022 auf. Oft wurden diese Maximalkonzentrationen in der unteren Ruhr bei Bochum, Essen und Mülheim beobachtet. Sie konn-

ten jedoch mehrfach bereits im Oberlauf bei Meschede festgestellt werden. Dennoch verblieben die Konzentrationen aller Parameter an allen Probenahmestellen in ähnlichen Größenordnungen wie in den Vorjahren.

Die mittleren Tagesfrachten der Einzelsubstanzen liegen in Meschede und Arnsberg meist unter 80 g/d, während ab Wickede ruhrabwärts zunehmend für mehrere Stoffe mittlere Tagesfrachten über 100 g/d ermittelt werden können. Mittlere Frachten über 1 kg/d werden in Meschede, Wickede und Schwerte für den Arzneimittel-Metaboliten Guanylarnstoff und unterhalb der Lennemündung ab Hagen zusätzlich für die Pharmaka Metformin und Gabapentin sowie 1-H-Benzotriazol beobachtet. Ab Bochum treten die RKM Amidotrizoesäure, Iopamidol und Iomeprol sowie der Arzneimittel-Metabolit FAA in dieser Klasse hinzu. Im Jahr 2022 werden für alle Flammenschutzmittel Jahresfrachten zwischen ca. 11 und 520 kg/a ermittelt, während die Jahresfrachten für RKM mit Werten zwischen ca. 3 und 3.600 kg/a sowie für alle untersuchten Pharmaka zwischen 420 und ca. 16.000 kg/a abgeschätzt werden (jeweils als Summenwerte für die Stoffgruppen).

19 Vision CO₂-freie Trinkwasserproduktion: Smartes Energiemanagement in Wasserwerken

Bernd Heinz, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Friedrich Reh, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen

Hintergrund

Der Klimawandel mit seinen Auswirkungen und Anpassungserfordernissen betrifft auch die Wasserwerke. Bisher bestimmten die technische Versorgungssicherheit und die Trinkwasserqualität die Prozesse. Mit massiv steigenden Stromkosten, dem zunehmenden Anteil erneuerbarer Energien und dem CO₂-Fokus kommen neue Herausforderungen hinzu.

Für stromintensive Betriebe, wozu Wasserwerke definitiv gehören, sind dies signifikante Entwicklungen – ein „Weiter so wie bisher“ ist nicht zukunftssicher (Abb. 19.1). Gleichzeitig besitzen Wasserwerke mit Hilfe neuer Technologien schlummernde Potenziale und Weiterentwicklungschancen für einen ökologisch, technisch und wirtschaftlich zukunftsfesten Betrieb. Die Wasserwerke Westfalen GmbH (WWW) hat ein smartes Energiemanagement im Werk Echthausen als Baustein ihres Zukunftsbildes 2030 eingeführt.

Wasserwerke Westfalen

Wasserwerke Westfalen produziert in ihren sechs Werken jährlich ca. 104 Mio. m³ Trinkwasser und liefert dieses an die Gesellschafter GELSENWASSER und DEW21 zur Verteilung. Als Ressource dient die Ruhr mit ihren Talsperren zur Niedrigwasseraufhöhung und dem Hochwasserschutz. Das Flusswasser der Ruhr wird entnommen und mittels künstlicher Grundwasseranreicherung sowie technologischer Stufen – u.a. Ozonierung und Aktivkohlephase – als Trinkwasser für über 1,5 Mio. Menschen aufbereitet. Diese Prozesse und besonders die Druckvorlage in die regionalen Versorgungsgebiete führen zu einem jährlichen Strombedarf von rd. 45 GWh.

Vision und Strategie

Unsere Vision ist eine CO₂-freie Trinkwasserproduktion. Hierbei spielt die Sektorkopplung von Wasser- und Energiewirtschaft unter Nutzung von Flexibilitäten, Chancen und neuen Technologien eine Hauptrolle.

Bisher wurde der Strombedarf komplett am Markt mit einem Horizont von bis zu drei Jahren als Graustrom eingekauft. Als Folge der Energiewende und des damit verbundenen Ausbaus der erneuerbaren Energien verlieren die bisherigen Möglichkeiten der Stromkostenoptimierung durch Verstetigung des Förderbetriebs zunehmend an Bedeutung. Auch Effizienzmaßnahmen sind weitgehend ausgeschöpft. Seit vielen Jahren werden diese im Rahmen der EMAS-Zertifizierung dokumen-

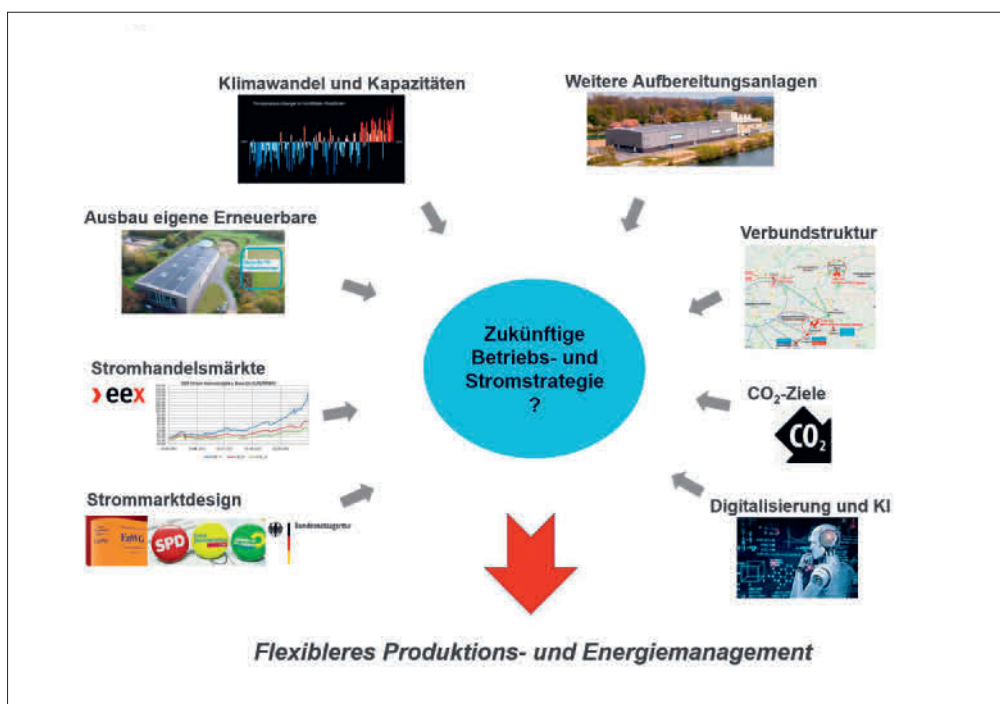


Bild 19.1: Dynamisches Umfeld Wasserwerksbetrieb
Fig. 19.1: Waterworks operation, dynamic environment

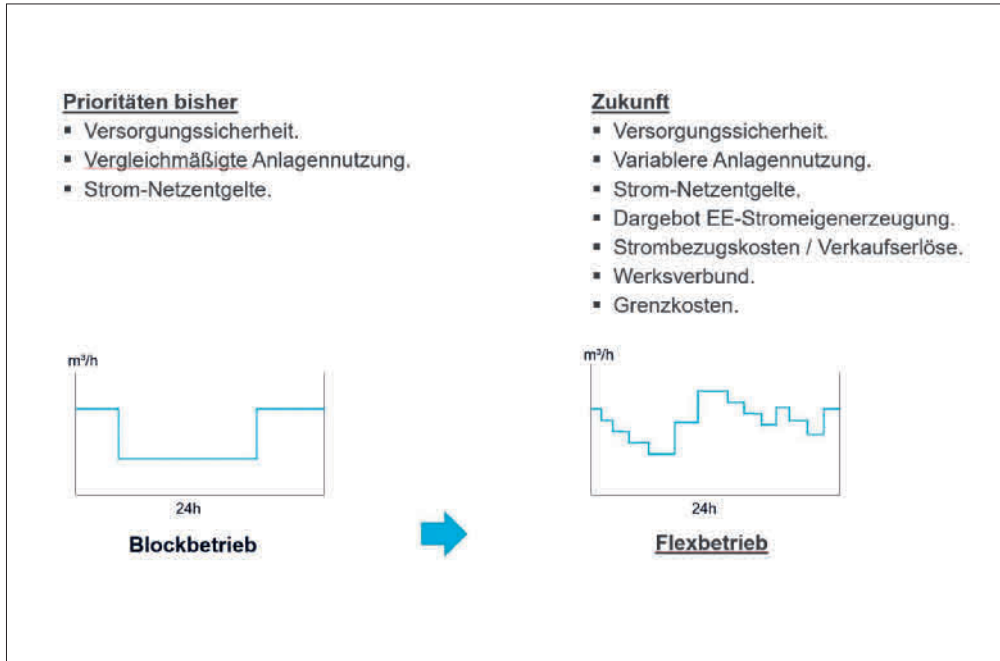


Bild 19.2: Neue Betriebsstrategie
Fig. 19.2: New operative strategy

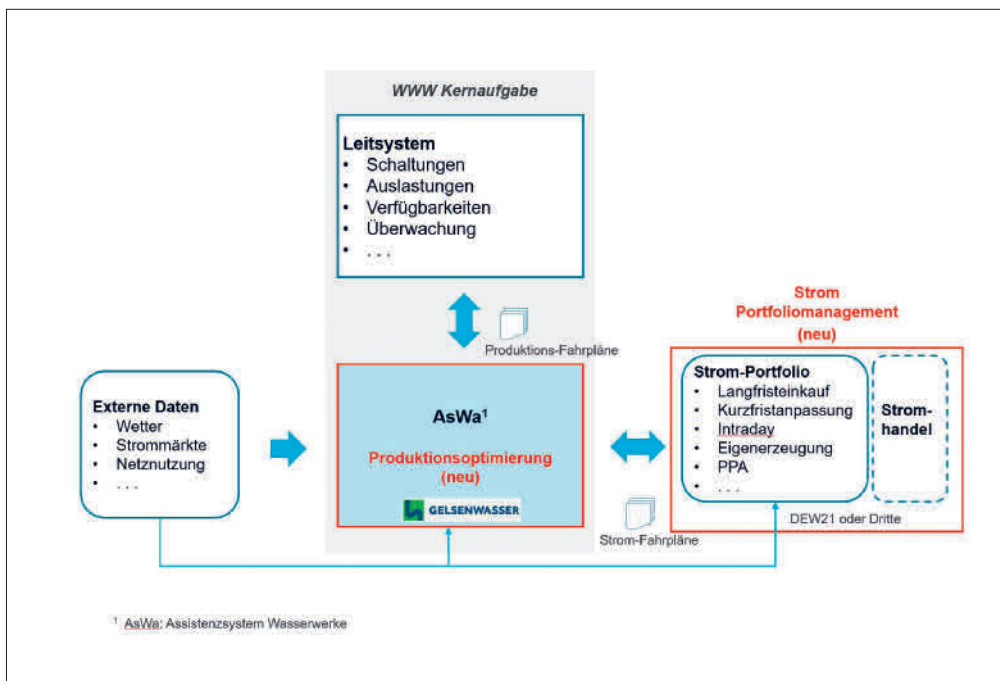


Bild 19.3: Systeme für smartes Energiemanagement
Fig. 19.3: Systems for smart energy management

tiert und umgesetzt. Die Vision, bis 2030 nahezu CO₂-freies Trinkwasser zu produzieren, ist mit etablierten Maßnahmen nicht erreichbar.

Bereits 2019 entwickelten WWW und GELSENWASSER die Strategie, vermehrt Grünstrom einzusetzen sowie Flexibilitäts-

potenziale der Produktion zu heben. Kernpunkt ist ein technischer, ökologischer und wirtschaftlicher Abgleich von Trinkwasserbedarf, Speichermöglichkeiten, Energiedargebot, technischer Verfügbarkeit sowie kurzfristigen Energiepreisen und das – ganz wichtig! – ohne Einschränkung der Versorgungssicherheit.

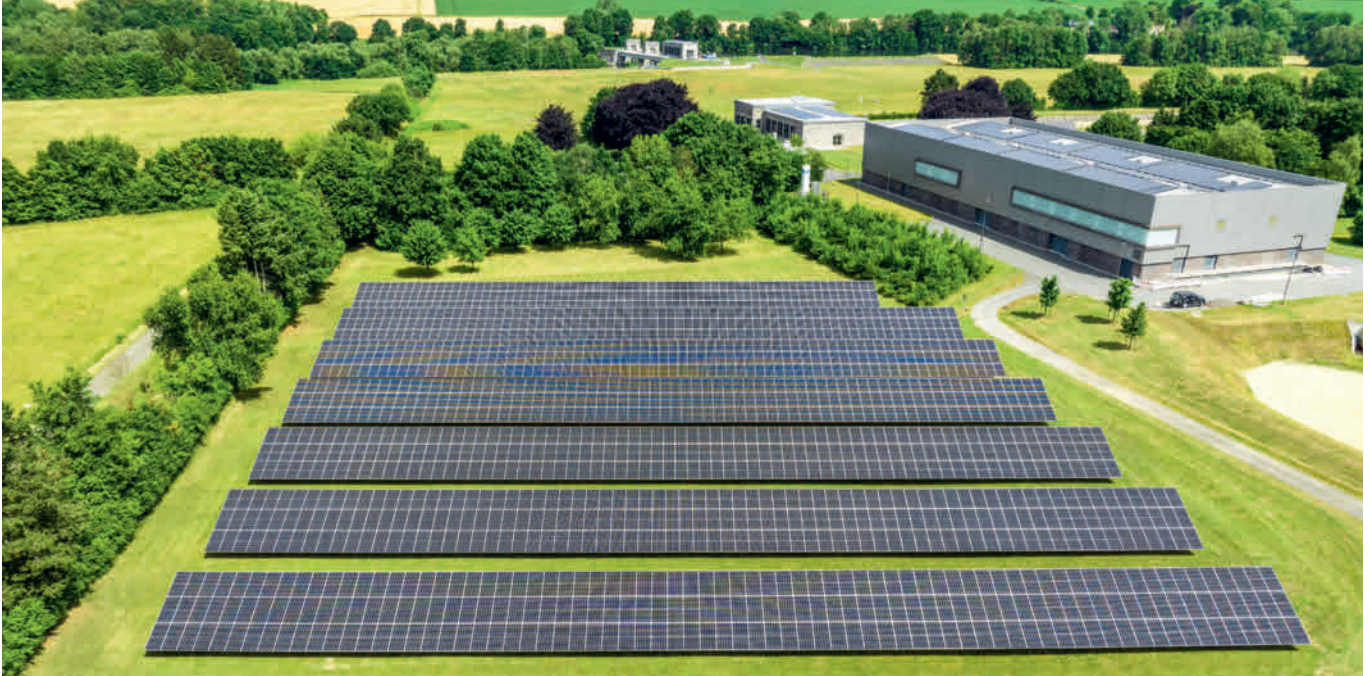


Bild 19.4: Wasserwerk Echthausen mit Photovoltaik-Dachflächenanlagen und Photovoltaik-Freiflächenanlage
 Fig. 19.4: Echthausen waterworks with rooftop and open-space photovoltaic system

Diese komplexe Optimierungsaufgabe für 365 Tage im Jahr ist nur mit IT-Unterstützung leistbar. Da am Markt kein für Wasserwerke geeignetes System verfügbar war, entwickelte GELSENWASSER 2021 ein Pilotsystem für das Wasserwerk Haltern – AsWa: Assistenzsystem Wasserwerke. Dies beinhaltet eine deutlich flexiblere Betriebsweise. (Abb. 19.2)

Für das Strommanagement ist die Strategie, ein wasserwerksbezogenes Portfoliomanagement von kurz- bis langfristigen Transaktionen und breiter Risikostreuung aufzubauen. Hierbei geht es um den Kauf und Verkauf von Strom im Stundenbereich bis hin zu Mehrjahresverträgen. Neben dem Ausbau der eigenen erneuerbaren Energien (Wasserkraft, PV, Windkraft und ggf. auch Nutzung von Stromspeicherkapazitäten) ist der Abschluss langfristiger Grünstrom-Bezugsverträge aus dezierten Anlagen ein neues Element. Mit diesen sogenannten PPA (power purchase agreements) soll plan- und kalkulierbarer Ökostrom das Stromportfolio zukunftsfest gestalten. Hierzu hat WWW seit Kurzem einen eigenen Strombilanzkreis erstellt, um sowohl physische als auch bilanzielle Energieflüsse optimieren zu können.

Partner

Für die wasserfachlichen und prozessualen Anforderungen ist GELSENWASSER mit AsWa der strategische Partner. Die Firma logarithmo steuert als Kooperationspartner von GELSENWASSER eine KI-Plattform bei. DEW21 integriert das Stromportfolio über standardisierte Schnittstellen als Energiepartner mit eigener Handelsabteilung. Dadurch erlangt WWW direkten Zu-

gang zu allen relevanten Strommärkten. (Abb. 19.3) Hierdurch werden Stärken und Kompetenzen von Wasser- und Energiewirtschaft sowie innovativer IT optimal zusammengeführt.

IT-Struktur und Betriebsablauf

AsWa wird als Service für kritische Infrastrukturen von logarithmo nach den hohen Sicherheits- und Verfügbarkeitsanforderungen der ISO27001 entwickelt und in einer ISO27001-zertifizierten, hochsicheren IT-Infrastruktur betrieben. Der Zugriff erfolgt web-basiert über eine gesicherte Internetverbindung.

Das Strom-Portfoliomanagement erfolgt bei DEW21 im Energiehandelsbereich auf deren Systemen quasi als „Kundenkonto“. Der Datentransfer zwischen den Partnern geschieht über eine sFTP-Schnittstelle oder alternativ über E-Mail.

Eine direkte Verbindung zwischen AsWa/Portfoliomanagement und dem zentralen Leitstellensystem besteht aus Sicherheitsgründen nicht. Praktisch errechnet AsWa täglich eine Soll-Produktionskurve und einen dazugehörigen Fahrplan. In diesem Fahrplan werden neben der Energiekostenoptimierung durch Lastmanagement u. a. auch weiterhin eine energieeffiziente Pumpenkonstellation sowie die Berücksichtigung der individuellen Netznutzung (intensive- und a-typische Netznutzung, Spitzenlastkappung) berücksichtigt. Die zentrale 24/7-Leitstelle von WWW überprüft diese mit der Werksleitung auf Plausibilität, korrigiert ggf. und fährt das Werk entsprechend. Über ein Berichtswesen geschehen Erfolgskontrolle, Nachsteuerung und strukturelle Optimierungen.

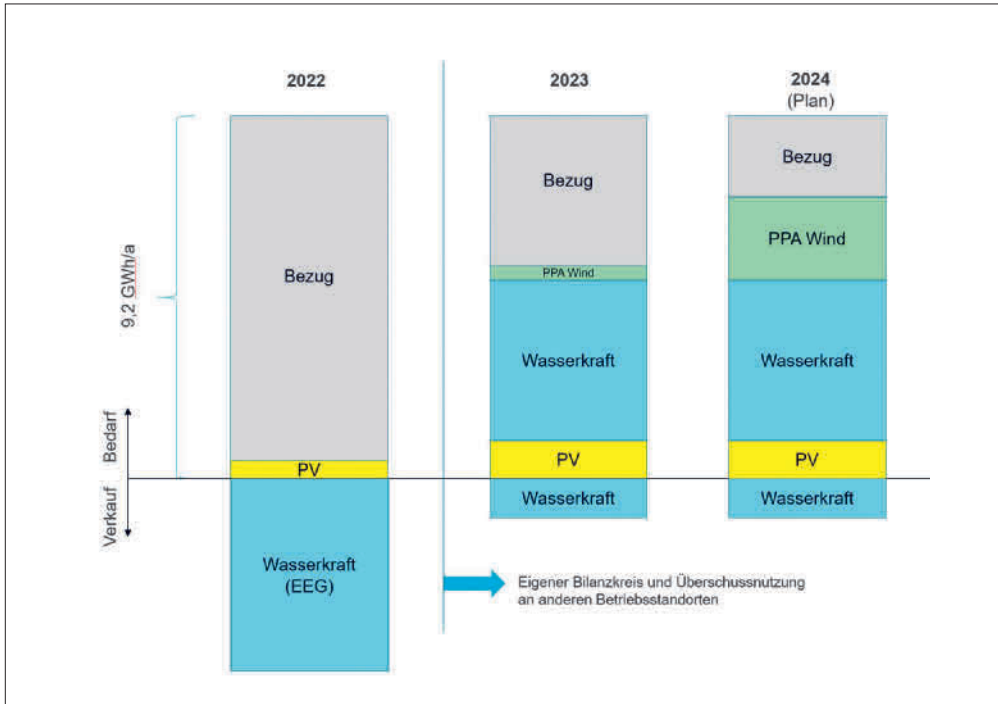


Bild 19.5: Strombilanz des Pilotwerks Echthausen
 Fig. 19.5: Electricity balance of the pilot waterworks Echthausen

Umsetzung Pilotwerk Echthausen (Abb. 19.4)

Das Wasserwerk Echthausen produziert rd. 20 Mio. m³/a Trinkwasser. Neben modernster Aufbereitungstechnik werden ein Laufwasserkraftwerk mit 1.600 kW, eine Netzersatzanlage und zwei große PV-Anlagen zur Eigenstromnutzung mit 1.110 kW_p betrieben. Mehrere Pumpen und von WWW bewirtschaftete Hochbehälter im Transportnetznetz von GELSENWASSER sind die wesentlichen Flexibilitätsoptionen.

Das bereits in Betrieb befindliche AsWa-Basissystem aus Haltern wurde im ersten Schritt um die Einbindung PV erweitert und ging im September 2022 in Betrieb. Im Januar 2023 kamen die Wasserkraftanlagen und eine Windkraftanlage hin-

zu. Aufgrund der Energiekrise hat WWW zum Jahresstart die Wasserkraft aus dem EEG in die komplette physische und bilanzielle Eigennutzung genommen und einen ersten Wind-PPA als Pilot abgeschlossen. (Abb. 19.5)

In Echthausen werden volatile Stromerzeuger mit den Strommärkten und der Absatzprognose ausbalanciert sowie tägliche Produktions- und Stromfahrpläne erstellt. Hierbei wird je nach Erzeugungslage Strom gekauft, verkauft oder anderen Werken bilanziell zugeordnet. Chance und Risiko der Fahrplangüte liegen vollständig bei WWW. (Abb. 19.6)

Erste Ergebnisse

Nach der Systemeinführung und den ersten laufenden Verbesserungen wurden bereits in den ersten Monaten signifikante Einsparungen erzielt. Es konnte effektiv auf die starken Preisschwankungen infolge der Energiekrise reagiert werden. Hohe kurzfristige Strompreisschwankungen und PV-Eigenerzeugung führen teils zu mehrfachen Produktionsanpassungen innerhalb eines Tages. Das kleinste Schaltfenster beträgt eine Stunde. Dieser Flex-Betrieb ist das neue Normal. Die Flexibilisierung der Fahrweise geschieht unter vorgegebenen Einschränkungen, die eine Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität ausschließen sollen. Die kontinuierlichen Roh- und Trinkwasseranalysen bestätigen die gewohnt hohe Qualität.



Bild 19.6: AsWa: Assistenzsystem Wasserwerke
 Fig. 19.6: AsWa: Assistance system for waterworks

Ausblick

AsWa wird kontinuierlich weiterentwickelt und mit weiteren Zusatzfunktionen ausgebaut. Neben der erfolgten Integration von PV, Wasserkraft und Wind-PPA wird aktuell die Einbindung eines Stromspeichers für den intra-day-Einsatz vorbereitet. Ebenso wird an der Optimierung von Probelaufzeiten der Notstromgeneratoren gearbeitet. Diese modularen Funktionserweiterungen stehen dann grundsätzlich auch für die anderen Anwendungen von AsWa zur Verfügung und können dort nach den jeweiligen Gegebenheiten genutzt werden, z.B. im Wasserwerk Haltern.

Parallel ist in 2023 geplant, ein zweites WWW-Werk mit AsWa auszustatten und eine werksübergreifende Optimierung umzusetzen. Ende 2025 sollen alle Werke im AsWa-Optimierungsverbund arbeiten inkl. relevanter Druckerhöhungs- und Trinkwasserspeicher im Transportnetzverbund mit den Gesellschaftern.

Für die grüne Strombeschaffung sind weitere PPA angedacht, so dass in wenigen Jahren der gesamte Strombedarf CO₂-frei gedeckt werden kann. Neben der aktuellen Optimierung für die nächsten Tage steht eine intra-day Anpassung von Produktions- und Energiefahrplan auf der Agenda. Damit sind bei kurzfristigen Störungen oder Wetteränderungen Anpassungen möglich.

Fazit

Wasserwerke können einen signifikanten Beitrag zur Klimaneutralität leisten. Kernelemente sind ein verstärkter Einsatz von IT-Technologie – insbesondere KI-Ansätze –, eine flexiblere Trinkwasserproduktion, die übergreifende physische und kommerzielle Vernetzung mit den Energiemärkten sowie neue Bezugsverträge statt des klassischen Stromeinkaufs. Dies ist ohne Einschränkungen der Trinkwasserqualität und der Versorgungssicherheit umsetzbar. Hierzu braucht es den Mut, neue Wege zu gehen, sowie ein integratives und partnerschaftliches Denken.

Die Pilotwerke Haltern und Echthausen zeigen auf, wie die Sektorkopplung von Trinkwasser und Energie erfolgreich funktioniert. WWW wird alle ihre Wasserwerke mit dem smarten Energiemanagement ausrüsten und damit schrittweise auf die Vision einer CO₂-armen Trinkwasserproduktion hinarbeiten.

20 Bau einer Freiflächen-Photovoltaikanlage zur Eigenversorgung der Wassergewinnung und -aufbereitungsanlage Möhnebogen

Thomas Kroll, Stadtwerke Arnsberg GmbH, Arnsberg

Seit Juli 2020 versorgt sich das Wasserwerk Möhnebogen in Teilen mit umweltfreundlichem Solarstrom selbst. Die Anlage mit einer maximalen Leistung von 216 kW_p wurde so ausgelegt, dass der produzierte Solarstrom immer zeitgleich im Wasserwerk verbraucht wird. Die Anlage erzeugt jährlich rund 208.000 kWh klimafreundlichen Solarstrom und deckt damit einen Teil des Grundbedarfs des Wasserwerks Möhnebogen ab. Durch den vor Ort erzeugten und verbrauchten Strom werden jährlich klimaschädliche Emissionen vermieden, die umgerechnet rund 90 t CO₂ entsprechen (Bild 20.1).



Bild 20.1: Freiflächen-Photovoltaikanlage Möhnebogen
Fig. 20.1: Open-space photovoltaic system Möhnebogen

Das Vorhaben umfasst zwei Ausbaustufen für die Photovoltaikanlage am Standort Möhnebogen. Die erste Stufe beinhaltet den Bau der bisherigen 216 kW_p Anlage. Eine Einspeisung in das öffentliche Netz ist in der ersten Ausbaustufe nicht vorgesehen. In der zweiten Ausbaustufe ist eine Erweiterung der Anlage am gleichen Standort um ca. 530 kW_p auf insgesamt 750 kW_p vorgesehen. Diese soll nach einer Testphase und nach Klärung der genehmigungstechnischen Rahmenbedingungen in den kommenden Jahren realisiert werden. (Bild 20.2)

Standortwahl

Als Standort wurde eine Grünlandfläche gewählt, die sich im Eigentum der Stadtwerke Arnsberg befindet. Die Fläche der ersten Ausbaustufe liegt in der Schutzzone II des Wasserschutzgebiets Möhnebogen und wird derzeit durch einen Pächter extensiv als Grünland bewirtschaftet. Das Baufeld ist

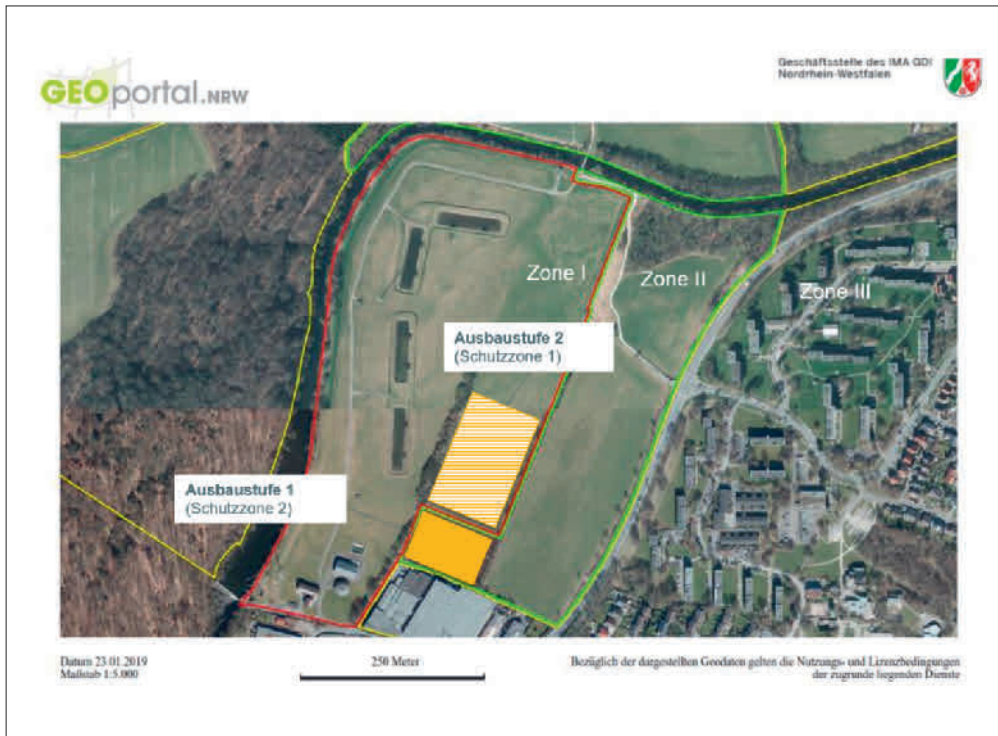


Bild 20.2: Übersichtsplan der Ausbaustufen
Fig. 20.2: General plan of the expansion stages



Bild 20.3: Gründung mit Rammpfosten
Fig. 20.3: Foundation with driven piles

mit 30 m mal 70 m nahezu eben und es gibt keinerlei Verschattung durch Bäume, Sträucher oder Gebäude im Süden. Die Fläche der geplanten zweiten Ausbaustufe liegt in der Schutzzone I und wird derzeit extensiv als Grünland bewirtschaftet.

Dimensionierung der Anlage

Die Leistung der Photovoltaikanlage wurde aufgrund des realen stündlichen Strombedarfs des Wasserwerks ermittelt. Der Strom wird im Wasserwerk überwiegend von den Pumpen verbraucht. Um die beste Wirtschaftlichkeit zu erzielen, wird so viel Strom produziert wie maximal zeitgleich vor Ort verbraucht wird. Bei der optimalen Leistung von 216 kW_p werden 96% des erzeugten Stroms verbraucht. Rund 16 % des Gesamtstrombedarfs des Wasserwerks sollten durch die Photovoltaikanlage bereitgestellt werden.

Technik

Die Gründung der Anlage erfolgte mittels Rammpfosten aus verzinktem Stahl, welche ca. 1,50 m tief in den Untergrund gerammt wurden. (Bild 20.3) Für die Unterkonstruktion wurden die Modultische aus verzinktem Stahl auf die Gründungspfosten aufgeschraubt. Sie tragen jeweils sechs Reihen PV-Module, die horizontal ausgerichtet sind. Die Süd-Anlage hat einen Modulneigungswinkel von 20°. Als Module wurden monokristalline PERC Solarzellen von der Firma SunPower vom Typ P19-400-COM verwendet. Insgesamt 540 Module wurden verbaut. (Bild 20.4)



Bild 20.4: Montage der Module
Fig. 20.4: Assembly of the modules

Tabelle 20.1: Investitionskosten der einzelnen Positionen
Table 20.1: Investment costs for each item

Position	Euro (netto)
PV Generator inkl. Bau	187.300
Tiefbau Kabelführung	43.000
Netzverknüpfung	23.700
Gutachten und Genehmigungen	2.400
Projektsteuerung	10.000
Summe	266.400

Energiebilanz

Der Gesamtenergieverbrauch des Wasserwerks Möhnebogen betrug in 2022 1.060 MWh. Die Photovoltaikanlage erzeugte im Jahr 2022 233 MWh und 827 MWh wurden aus dem öffentlichen Netz bezogen. Mit der Photovoltaikanlage konnte in 2022 der Strombezug aus dem öffentlichen Netz um 22 % reduziert werden.

Investitionskosten

Die Stadtwerke Arnberg investierten in die Anlage mit einer Leistung von 216 kW_p rund 266.400 €, die sich wie in Tabelle 20.1 ersichtlich auf die einzelnen Positionen aufteilen.

Zeitplan

Das Projekt startete im Januar 2019 mit der Erstellung des Konzepts für die erste Ausbaustufe und konnte nach 19 Monaten mit der Inbetriebnahme der Anlage abgeschlossen werden. (Bild 20.5)

Ausblick

Nach einem erfolgreichen Abschluss des Projekts am Wasserwerk Möhnebogen laufen zurzeit die Planungen unter Federführung der Stadtwerke Arnberg für die Errichtung einer Freiflächen-Photovoltaikanlage in unmittelbarer Nähe zum Wasserwerk Langel des Wasserbeschaffungsverbands Arnberg in Meschede-Freienohl. Mit dem produzierten Strom soll ein Teil des Strombedarfs des Wasserwerks Langel abgedeckt werden. Der Strombedarf des Wasserwerks Langel beträgt rund 1.300 MWh pro Jahr. Die geplante Freiflächen-Photovoltaikanlage hat eine Größe von ca. 370 kW_p und wird voraussichtlich rund 338 MWh Strom pro Jahr erzeugen. Dadurch kann der Strombezug aus dem öffentlichen Netz um ca. 26 % reduziert werden. Die Anlage dient nur zur Eigenstromversorgung und es wird kein Strom in das öffentliche Netz eingespeist werden. Mit dem Bau dieser Freiflächen-Photovoltaikanlage wird Ende Juli 2023 begonnen.

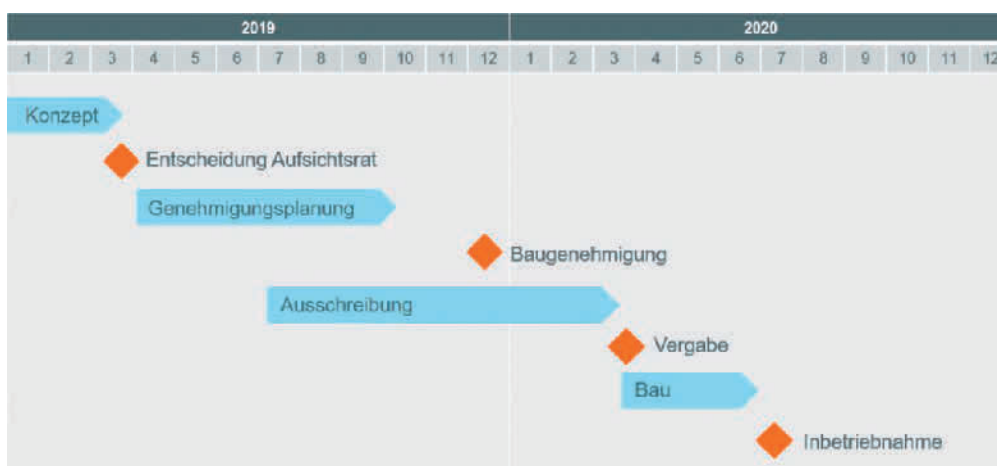


Bild 20.5: Zeitplan der ersten Ausbaustufe

Fig. 20.5: Timing for the first expansion stage

21 Anwendung der Online-Durchflusszytometrie in der Trinkwasseraufbereitung

Dr. Martin Mackowiak, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte
Kirstin Richter, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte

Wasserwerke Westfalen betreibt zur Deckung des Wasserbedarfs im Versorgungsgebiet sechs Wasserwerke im Ruhrtal. Um die benötigten Wassermengen bereitzustellen, wird in den zugehörigen Wassergewinnungsanlagen eine künstliche Grundwasseranreicherung betrieben. Die künstliche Grundwasseranreicherung weist durch die Versickerung des Rohwassers über die Langsandsbecken in den Untergrund eine hohe Reinigungskapazität auf und erzielt in der Regel einen ausreichenden Abbau von Störstoffen sowie von mikrobiologischen Belastungen. In der Zukunft können sich durch die Abhängigkeit der Wassergewinnung von der Oberflächenwasserbeschaffenheit sowie der Nähe der Fassungsanlagen zur Ruhr qualitative Probleme einstellen. Um einigen in der Ruhr vorkommenden organischen Spurenstoffen auch künftig optimal entgegenzutreten, wird die bisherige naturnahe Wasseraufbereitung aus Gründen der Vorsorge um zusätzliche technische Verfahrensschritte ergänzt.

Die sogenannte Weitergehende Wasseraufbereitungsanlage (WAA) beinhaltet die technischen Verfahrensschritte

- Ozonung
- Flockung (bei Bedarf)
- Mehrschichtfiltration
- Adsorption an Aktivkohle
- physikalische Entsäuerung
- abschließende Trinkwasserdesinfektion mittels UV-Licht

Die Umsetzung der zusätzlichen Aufbereitungsstufen und physikalischen Nachbehandlungsschritte erfolgt bei WWW sukzessiv. An den Standorten Echthausen, Westhofen und Witten ist die WAA bereits fertiggestellt und in Betrieb. Die mikrobiologische Aufbereitungsleistung der naturnahen und technischen Verfahrensstufen sowie geänderte Fahrweisen der Werke sollen zukünftig unter Zuhilfenahme der Online-Durchflusszytometrie kontrolliert und optimiert werden.

Hintergrund zur Methode der Durchflusszytometrie

Die Methode der Durchflusszytometrie hat in den vergangenen Jahren vermehrt Einzug in den Bereich der mikrobiologischen Wasseranalytik erhalten und sich dabei als hilfreiches Werkzeug bei verschiedenen Fragestellungen erwiesen [21.1, 21.2]. Die Technik ermöglicht eine Quantifizierung der im Wasser befindlichen Bakterien, indem diese zunächst mit einem DNA-Fluoreszenzfarbstoff gefärbt werden. Im Anschluss werden die Zellen im Messgerät mithilfe einer Trägerflüssigkeit hydrodynamisch fokussiert und vereinzelt an einem Laserstrahl vorbeigeleitet. Neben der absoluten Anzahl aller im Wasser befindlichen Bakterien (Gesamtzellzahl) werden das Vorwärts- und Seitwärtsstreulicht sowie die emittierte Fluoreszenz für jede einzelne Zelle detektiert (Bild 21.1), wodurch sich Größe, Granularität und Nukleinsäuregehalt der Bakterien abschätzen lassen. Letzterer ist die Grundlage für eine Einteilung in Zellen mit niedrigem (engl.: low nucleic acid, LNA) und hohem Nukleinsäuregehalt (engl.: high nucleic acid, HNA). Das Verhältnis dieser beiden Bakteriengruppen ist charakteristisch für das untersuchte Wasser und ermöglicht die Bestimmung eines „Fingerabdrucks“.

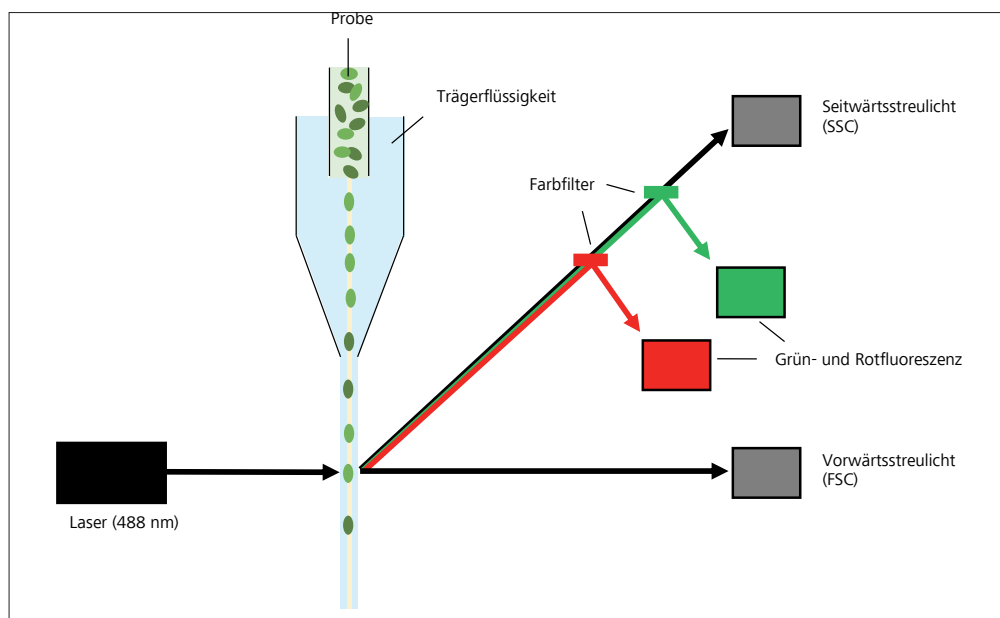


Bild 21.1: Schematische Darstellung des Messprinzips der Durchflusszytometrie, Quelle: WWU

Fig. 21.1: Schematic representation of the measuring principle of flow cytometry, source: WWU

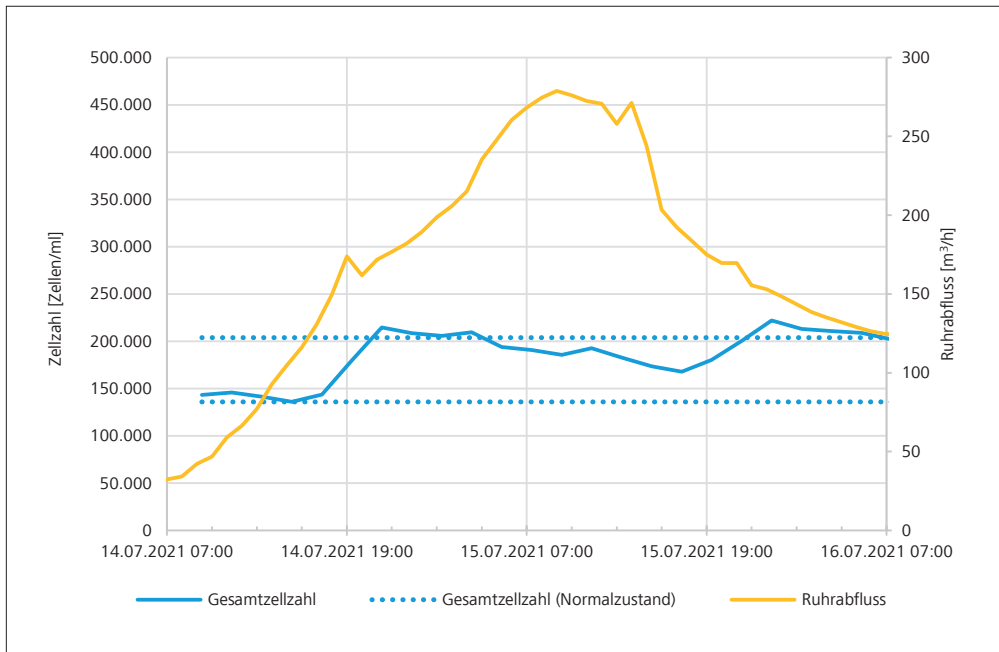


Bild 21.2: Gesamtzellzahl im Bodenfiltrat des Wasserwerks A sowie Ruhrabfluss am Wasserwerk A im Zeitraum vom 14. bis 16.07.2021. Gemessen wurde mit einem Online-Durchflusszytometer (bNovate BactoSense) und einem Messintervall von 120 Minuten. Der Bereich zwischen den gestrichelten Linien stellt die bei einer früheren Messreihe ermittelte mittlere Gesamtzellzahl +/- 20 % dar.

Fig. 21.2: Total cell count in the soil filtrate of waterworks A as well as Ruhr runoff at waterworks A between July 14 and 16, 2021. Measured with an online flow cytometer (bNovate BactoSense) and a measuring interval of 120 minutes. The area between the dashed lines represents the mean total cell count +/- 20 % determined with an earlier measurement series.

Um eine Unterscheidung zwischen lebenden und toten Bakterien vorzunehmen, kann bei Bedarf zudem ein zweiter Fluoreszenzfarbstoff eingesetzt werden, der ausschließlich Zellen mit geschädigter Zellmembran färbt. Eine Unterscheidung von toten Bakterien mit intakter Zellmembran (z. B. UV-geschädigte Zellen) zu lebenden Bakterien ist derzeit noch nicht möglich.

Da es sich bei der Bestimmung der bakteriellen Gesamtzellzahl um eine unspezifische Quantifizierung aller enthaltenen Bakterien handelt, ist eine Aussage zu Art und hygienischer Relevanz der gemessenen Bakterien nicht möglich. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass das gemessene Probevolumen bei der Durchflusszytometrie (z. B. 50 µl) gegenüber den klassischen Kultivierungsverfahren gering ist, sodass ein spezifischer Nachweis bestimmter Organismen technisch zwar denkbar wäre, jedoch mit relativen hohen Nachweisgrenzen einher gehen würde.

Die Stärke der Durchflusszytometrie liegt vor allem darin, plötzliche Veränderungen (Gesamtzellzahl, Verhältnis von LNA/HNA-Bakterien) gegenüber einem bekannten „Normalzustand“ mit hoher Empfindlichkeit zu erfassen. Ein weiterer großer Vorteil der Methode besteht darin, dass das Ergebnis der Durchflusszytometrie bereits nach ca. 15 min vorliegt, wohingegen bei klassischen mikrobiologischen Kulturverfahren erst eine Bebrütung über mitunter mehrere Tage nötig ist. Aufgrund der fehlenden Spezifität und der hohen Nachweisgrenze ist die Durchflusszytometrie in der Trinkwasseranalytik derzeit eher als Ergänzung zu den etablierten mikrobiologischen Verfahren geeignet.

Während die Methode der Durchflusszytometrie bereits seit einigen Jahrzehnten vor allem im klinischen Bereich eingesetzt

wird, wurde das Verfahren erst in den letzten Jahren zunehmend für die Wasseranalytik interessant. So gibt es inzwischen auch die Möglichkeit, die bakterielle Gesamtzellzahl mithilfe mobiler Geräte (Online-Durchflusszytometrie) automatisiert in nahezu Echtzeit zu messen, wodurch sich zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten in der Prozessüberwachung und Steuerung ergeben, auf die im Nachfolgenden eingegangen wird.

Anwendungsbeispiele

Frühwarnsystem in der Wassergewinnung – Hochwasser Juli 2021

Eine Anwendungsmöglichkeit der Online-Durchflusszytometrie stellt der Einsatz als mikrobiologisches Frühwarnsystem in der Wassergewinnung bei der Trinkwasseraufbereitung dar. An Wasserwerken entlang der Ruhr besteht der erste Aufbereitungsschritt in der Regel aus einer Bodenpassage, bei der auch ein Großteil der Bakterien und Viren effektiv zurückgehalten wird. Dennoch kann es – in Abhängigkeit von Niederschlagsereignissen und damit erhöhten Ruhrabflüssen – zu schwankenden mikrobiologischen Belastungen im Bodenfiltrat kommen, insbesondere bei kurzen Bodenpassagen. Um eine belastungsabhängige Steuerung von Aufbereitungsprozessen (z. B. Zugabe von Flockungshilfsmitteln, Anpassung der Ozondosierung) vornehmen zu können, lassen sich einzelne physi-

[21.1] Hammes F., Egli T.: Cytometric methods for measuring bacteria in water: advantages, pitfalls and applications. In: Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2010, 397(3), S. 1083-1095

[21.2] Safford, H.R., Bischel, H.N.: Flow cytometry applications in water treatment, distribution, and reuse: A review. In: Water Research, 2019, 151, S. 110-133

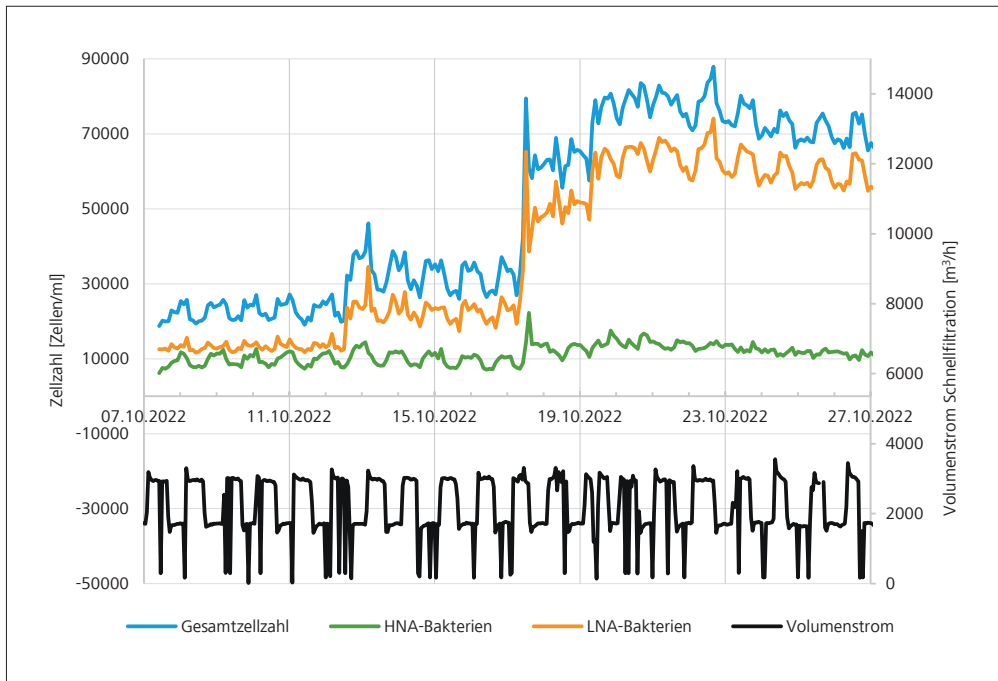


Bild 21.3: Gesamtzellzahl, Anzahl an LNA- und HNA-Bakterien [Zellen/ml] sowie Volumenstrom [m³/h] im Zeitraum vom 07.-27.10.2022 am Ablauf der Schnellfiltration im Wasserwerk C. Gemessen wurde mit einem Online-Durchflusszytometer (bNovate BactoSense) und einem Messintervall von 120 Minuten.

Fig. 21.3: Total cell count, number of LNA and HNA bacteria [cells/ml] as well as volume flow rate [m³/h] between October 7 and 27, 2022, at the outlet of the rapid filtration in waterworks C. Measured with an online flow cytometer (bNovate BactoSense) and a measuring interval of 120 minutes.

kochemische online-Parameter (z. B. Trübung) als Steuerparameter messen, während mikrobiologische Parameter nur mit einem Zeitversatz von ein bis zwei Tagen im Labor bestimmt werden können. Auch wenn ein Anstieg der Trübung oftmals mit einer erhöhten mikrobiologischen Rohwasserbelastung einhergeht, wäre ein direkter mikrobiologischer online-Parameter für eine belastungsabhängige Prozesssteuerung wünschenswert. In der internationalen Literatur konnte bereits gezeigt werden, dass die Methode der Online-Durchflusszytometrie geeignet ist, um eine mikrobiologische Rohwasserbelastung in Echtzeit zu detektieren [21.3, 21.4].

Als im Juli 2021 ergebnisreiche und andauernde Niederschläge zu einem Hochwasser an der Ruhr führten, wurde in einem Werk der Wasserwerke Westfalen (Wasserwerk A) ein Online-Durchflusszytometer eingesetzt, um die Auswirkungen der hochwasserführenden Ruhr auf die Wassergewinnung zu erfassen. Dazu wurde das Gerät noch vor der ankommenden Hochwasserwelle an die Messstelle des Bodenfiltrats angeschlossen. Für die Aussagefähigkeit und Beurteilung der Aufzeichnungen während des Hochwassers lagen für das Wasserwerk A aus vorherigen Messungen bereits Referenzwerte für die Gesamtzellzahl vor, die den „Normalzustand“ des Bodenfiltrats definieren. In Bild 21.2 ist der Verlauf der Gesamtzellzahl im Bodenfiltrat zusammen mit dem Ruhrabfluss am Wasserwerk A für den Zeitraum vom 14. bis zum 16.07.2021 dargestellt. Im Rahmen der Messreihe wurde am Nachmittag des 14.07.2021 zwischen den Messungen ein plötzlicher Anstieg der Gesamtzellzahl von $1,4 \times 10^5$ auf $2,1 \times 10^5$ Zellen/ml festgestellt. Diese Veränderung der mikrobiologischen Rohwasserqualität könnte durch den steigenden Pegel der Ruhr verursacht worden sein. Auch wenn eine Änderung der Belastung im Bodenfiltrat mit-

hilfe der Online-Durchflusszytometrie messbar war, waren die Zellzahlen im Vergleich zu bisherigen Messungen nicht stark erhöht.

Ein Vergleich mit anderen bakteriologischen Parametern war nur bedingt möglich, da die Probenahme hierfür einmal täglich erfolgt. Bei den routinemäßig untersuchten Parametern (Koloniezahl, Coliforme, *E. coli*) waren insbesondere am 14. und 15.07.2021 erhöhte Werte im Rohwasser nachweisbar, wobei die Probe am 14.07.2021 vor der ersten Messung der Online-Durchflusszytometrie entnommen wurde.

In der Nacht vom 14. auf den 15.07.2021 wurde deutlich, dass die Wassergewinnung in einem anderen Werk der Wasserwerke Westfalen (Wasserwerk B) von dem Hochwasser stärker betroffen war. Die Auswirkungen des Hochwassers auf die Wassergewinnung führten zu einem Anstieg der Trübung und den bakteriologischen Parametern. Infolgedessen wurde im Zeitraum vom 15. bis 22.07.2021 vorsorglich die chemische Desinfektion mit Natriumhypochlorit zusätzlich zur UV-Desinfektion betrieben. Das Online-Durchflusszytometer wurde am Morgen des 16.07.2021 vom Wasserwerk A in das Wasserwerk B umgestellt, um das Abklingen des Hochwassers und die somit zu erwartende sinkende mikrobiologische Belastung zu erfassen. Bei der Messung konnte gezeigt werden, dass im Wasser des Wasserwerks B eine deutlich erhöhte Gesamtzellzahl gemessen wurde, der Anstieg der Zellzahlen konnte jedoch nicht mehr erfasst werden, da der Scheitelpunkt des Hochwassers bereits vorüber war (Daten nicht gezeigt). Zu Beginn der Messreihe lag die Gesamtzellzahl um mehr als eine Größenordnung höher als die Gesamtzellzahl im Wasserwerk A und verringerte sich im weiteren Verlauf deut-

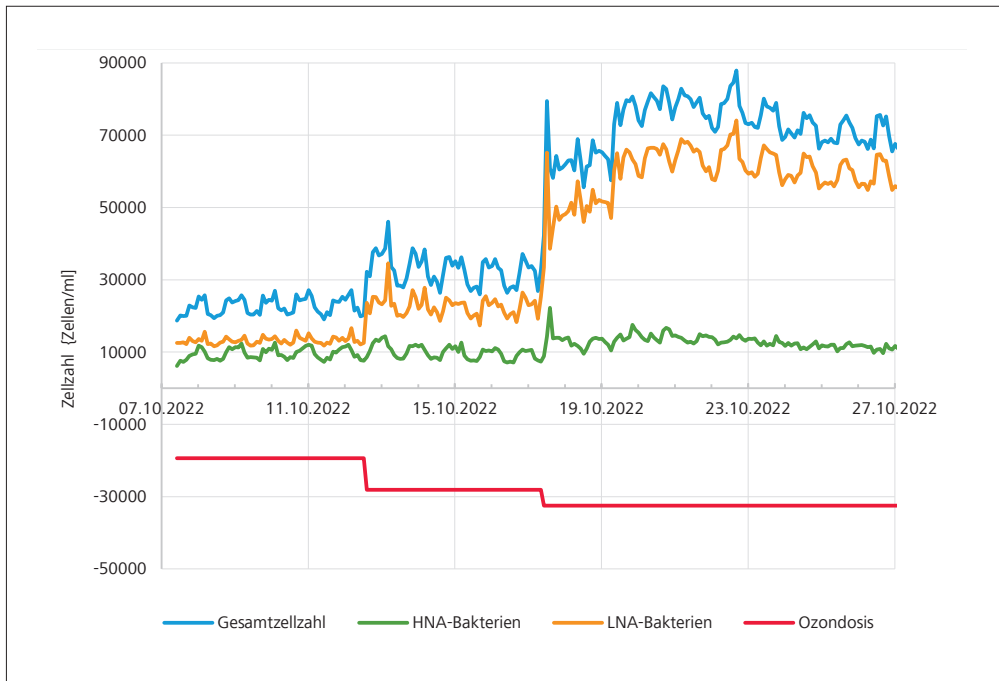


Bild 21.4: Gesamtzellzahl, Anzahl an LNA- und HNA-Bakterien [Zellen/ml] im Zeitraum vom 07.-27.10.2022 am Ablauf der Schnellfiltration im Wasserwerk C. Gemessen wurde mit einem Online-Durchflusszytometer (bNovate BactoSense) und einem Messintervall von 120 Minuten.

Fig. 21.4: Total cell count, number of LNA and HNA bacteria [cells/ml] between October 7 and 27, 2022, at the outlet of the rapid filtration in waterworks C. Measured with an online flow cytometer (bNovate BactoSense) and a measuring interval of 120 minutes.

lich. Somit war im Wasserwerk B ein deutlicher Einfluss des Hochwassers auf die mikrobiologische Beschaffenheit des Rohwassers messbar, der wesentliche Verlauf des Ereignisses wurde jedoch nicht erfasst.

In weiteren Messungen sollen zukünftig weitere Daten im Rahmen von besonderen Belastungssituationen gesammelt werden, um die Online-Durchflusszytometrie möglicherweise zukünftig als schnelle Methode der mikrobiologischen Zustandsbewertung bei der Wassergewinnung zu nutzen. Dabei wird auch der vergleichende Einsatz klassischer mikrobiologischer Kulturverfahren wichtig sein, um mögliche Schwellenwerte für die Online-Durchflusszytometrie festzulegen.

Optimierung der Ozondosierung bei der Trinkwasseraufbereitung

Um den Einfluss der bei der Trinkwasseraufbereitung eingesetzten Ozondosis auf die Gesamtzellzahl im Wasser zu bewerten, wurde die Online-Durchflusszytometrie im Winter des Jahres 2022 an verschiedenen Werken der Wasserwerke Westfalen entlang der Ruhr eingesetzt. Dabei wurde die Gesamtzellzahl am Ablauf der Schnellfiltration gemessen, um einen negativen Einfluss von Restozon im Wasser auf Messgerät und -ergebnisse zu vermeiden. In den Bildern 21.3 und 21.4 ist der Verlauf der Gesamtzellzahlen sowie der Zellzahlen für LNA- und HNA-Bakterien am Ablauf eines Schnellfilters mitsamt dem Volumenstrom (Bild 21.3) und Verlauf der Ozondosis (Bild 21.4) exemplarisch dargestellt.

Anhand der Messung am Ablauf der Schnellfiltration des Wasserwerks C wurde deutlich, dass die Zellzahlen umgekehrt proportional zur Förderate des Wasserwerks waren und im Tagesverlauf schwankten (Bild 21.3). Dies ist auf die unterschiedliche Verweilzeit des Wassers in der Aufbereitung zurückzuführen. Um anschließend den Effekt der Ozondosierung zu erfassen, wurde diese zunächst in zwei Schritten verringert. In der ersten Reduktionsstufe wurde die Ozondosis im Vergleich zum Ausgangswert um ca. 30 % verringert und in der zweiten Reduktionsstufe um weitere 20 %.

Aus Bild 21.4 wird deutlich, dass die Reduktion der Ozondosis einen eindeutig messbaren Einfluss auf die Zellzahlen am Ablauf der Schnellfiltration hatte. Erwartungsgemäß führte eine geringere Ozondosis zu einer Erhöhung der Gesamtzellzahl. Interessanterweise war der Anstieg der Zellzahlen bei der zweiten Reduzierung besonders deutlich sichtbar. Zudem gab es nur bei der zweiten Reduktion auch einen Anstieg der HNA-Bakterien-Konzentration, wobei es bei geringerer Ozondosis hauptsächlich zu einem Anstieg der LNA-Bakterien-Konzentration kam. Da die Methode der Durchflusszytometrie keine Aussage zur Art und damit zur hygienischen Relevanz der ge-

[21.3] Besmer, M. D., Epting, J., Page, R. M., Sigrist, J. A., Huggenberger, P., Hammes, F.: Online flow cytometry reveals microbial dynamics influenced by concurrent natural and operational events in groundwater used for drinking water treatment. In: *Scientific Reports*, 2016, 6, 38462

[21.4] Buysschaert, B., Vermijs, L., Naka, A., Boon, N., De Gussemme, B.: Online flow cytometric monitoring of microbial water quality in a full-scale water treatment plant. In: *npj Clean Water*, 2018, 1, 16

messenen Bakterien ermöglicht, wurden parallel zur Messung werktäglich Proben am Ablauf der Filteranlage entnommen und auf klassische mikrobiologische Parameter (*E. coli* / Coliforme, Koloniezahlen 22/36 °C) untersucht. Dabei wurden keine besonderen mikrobiologischen Auffälligkeiten festgestellt (Daten nicht gezeigt).

In den kommenden Monaten sollen weitere Messkampagnen an unterschiedlichen Wasserwerken folgen, um die Zusammenhänge zwischen Ozondosis, Gesamtzellzahl und klassischen mikrobiologischen Parametern in unterschiedlichen Jahreszeiten und Belastungssituationen im Rohwasser zu untersuchen. U. a. sollen so mittels der Online-Durchflussszytometrie für die einzelne Wasserwerke Indikatorparameter (z. B. Gesamtzellzahl) festgelegt werden, um die optimale Ozondosis in Abhängigkeit der Witterung und Jahreszeiten unter Einhaltung der Trinkwasserqualität abzuleiten. Durch eine Optimierung der Ozondosis kann eine Reduzierung des Strom- und Ozonbedarfs erzielt werden.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten

Mit der Online-Durchflussszytometrie steht ein schnelles und automatisiertes Messverfahren mit hoher Empfindlichkeit gegenüber Veränderungen der mikrobiologischen Wasserbeschaffenheit zur Verfügung. Durch die technische Entwicklung ergeben sich somit zahlreiche weitere potenzielle Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der Trinkwasseraufbereitung und -verteilung, bei denen eine Optimierung oder ein besseres Verständnis von technischen Prozessen denkbar ist. So ist die Methode vor allem hilfreich, wenn zeitgleich eine große Empfindlichkeit und eine hohe zeitliche Auflösung erforderlich sind. Beispiele wären eine Überwachung des Einfahrbetriebs von biologisch aktiven Aufbereitungsschritten (z. B. Langsam- sandfiltration, Aktivkohlefiltration) oder die Wirksamkeitskontrolle bei der Membranfiltration oder der chemischen Desinfektion.

Im Bereich der Wasserverteilung könnte die Durchflussszytometrie eingesetzt werden, um Änderungen der mikrobiologischen Wasserbeschaffenheit zwischen dem liefernden Wasserwerk und dem Verbraucher zu untersuchen. So könnten vergleichende Messungen am Zu- und Ablauf von Hochbehältern eine Auskunft über ihren Zustand geben und somit eine Aussage zum Reinigungsbedarf im laufenden Betrieb ermöglichen. Mithilfe der höheren zeitlichen Auflösung der Online-Durchflussszytometrie ließe sich zudem der tageszeitliche Verlauf der Zellzahlen und damit ihre Abhängigkeit vom Füllstand des Behälters verfolgen.

Gleiches gilt für die Identifizierung von kritischen Netzbe- reichen, in denen es zu einer Aufkeimung des Trinkwassers kommen kann, wenn die Aufenthaltszeit des Wassers zu groß wird oder die Wassertemperatur ansteigt [21.5].

Fazit und Ausblick

Die Methode der Durchflussszytometrie findet seit einigen Jahren zunehmend Einzug im Bereich der Wasseranalytik. Die schnelle und kultivierungsunabhängige Analyse von Bakterien im Wasser kann die bestehenden mikrobiologischen Verfahren ergänzen, wobei eine direkte Aussage zur hygienischen Relevanz der Messdaten nicht möglich ist. Im Bereich der Prozessüberwachung und -steuerung kann insbesondere die Online-Durchflussszytometrie wertvolle Daten in nahezu Echtzeit liefern, wodurch beispielsweise Aufbereitungsschritte in der Trinkwasseraufbereitung optimiert werden könnten. Dazu werden in den kommenden Monaten weitere Erfahrungen in verschiedenen Wasserwerken entlang der Ruhr gesammelt, um mikrobiologische Prozesse der Trinkwasseraufbereitung im Detail besser zu verstehen und eine Datenbasis für eine belastungsabhängige Steuerung einzelner Aufbereitungsschritte zu schaffen.

In der internationalen Literatur wurden bereits vielversprechende Anwendungsmöglichkeiten der Technik aufgezeigt, die die Durchflussszytometrie zu einem wertvollen Werkzeug bei der Überwachung und Optimierung von Aufbereitungsprozessen machen.

[21.5] Nocker, A., Bendinger, B.: Durchflussszytometrie zur schnellen Bestimmung von Veränderungen der mikrobiologischen Wasserqualität. In: energie | wasser-praxis, 2021, 5/2021, S. 14-19

22 Zukunft für die Kooperation Landwirtschaft / Wasserwirtschaft im Ruhreinzugsgebiet

Klaus Döhmen, WWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten

Alenah Phelan, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen

Seit nunmehr über 30 Jahren arbeitet die AWWR mit der Landwirtschaftskammer NRW (LWK) auf vertraglicher Basis zusammen, um die gezielte Beratung von Landwirten und die Förderung von gewässerschützenden landwirtschaftlichen Maßnahmen im Einzugsgebiet der Ruhr zu organisieren. Die erste Vereinbarung wurde 1992 geschlossen, zu der es zwischenzeitlich einige vertragliche Anpassungen und Ergänzungen gab. Mit Datum vom 25.11.2022 haben beide Partner einen erneuerten Vertrag zur zukünftigen Kooperation im Einzugsgebiet der Ruhr unterzeichnet, der ab 01.01.2023 für eine Mindestdauer von fünf Jahren in Kraft getreten ist.

Die Zielsetzung dieser Kooperation beschreibt der Vertrag hauptsächlich mit Aspekten der Sicherung der Wasserqualität der Ruhr und ihrer Zuflüsse einschließlich des Grundwassers:

- Vermeidung des Eintrags von Pflanzenschutzmitteln und sonstigen wassergefährdenden Stoffen
- Vermeidung des Eintrags trinkwasserhygienisch bedenklicher Mikroorganismen
- Verringerung von Nährstoffeinträgen
- Vermeidung von Bodenerosion

Grundlegend wird eine gewässerverträgliche Landwirtschaft angestrebt, die ökonomische Belange berücksichtigt. Vertraglicher Kern ist die Anstellung bzw. Fortsetzung der Beschäfti-

gung von agrarfachlich qualifizierten Beratern für die Landwirte bei der LWK, die Finanzierung dieser Beratungsstellen und die finanzielle Förderung gezielter Maßnahmen für landwirtschaftliche Betriebe mit Mitteln, die die AWWR-Mitgliedsunternehmen zur Verfügung stellen. Ein Beirat begleitet diese Zusammenarbeit, in dem außer Vertretern der Vertragspartner ehrenamtliche Vertreter aus Landwirtschaft und Gartenbau, Vertreter der Bezirksregierungen Arnsberg und Düsseldorf sowie des Ruhrverbands mitwirken. Landwirte und Gartenbaubetriebe müssen eine Beitrittserklärung unterzeichnen, um Beratung und Fördermittel beanspruchen zu können.

Landesweite Zusammenarbeit

Die Kooperation der AWWR mit der Landwirtschaft ist in die landesweit etablierte Zusammenarbeit der Trinkwasserversorgungsunternehmen mit den Institutionen der Landwirtschaft eingebettet, die seit 1989 auf der Grundlage eines 12-Punkte-Programms für NRW besteht und über die Jahre weiterentwickelt wurde. Am 22.03.2021 wurde das 12-Punkte-Programm mit einem erweiterten Teilnehmerkreis für die Zukunft neu gefasst [22.1]. Ebenfalls wurden Details der Zusammenarbeit zwischen den NRW-Landesgruppen der Verbände der Trinkwasserbranche (BDEW, DVGW, VKU) und der Landwirtschaftskammer NRW mit einer erneuerten Rahmenvereinbarung vom 17.12.2021 geregelt. Der neue Vertrag zwischen AWWR und LWK basiert auf diesen landesweiten Regelungen.

[22.1] 12-Punkte-Programm in Nordrhein-Westfalen 2021; <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/wasserschutz/pdf/12-punkteprogramm.pdf>

Tabelle 22.1: Mitgliedsbetriebe der Ruhr-Kooperation, Stand 31.12.2022 (Daten von der Landwirtschaftskammer)

Table 22.1: Member companies of the Ruhr cooperation, as of December 31, 2022 (data from the Chamber of Agriculture)

Parameter	HSK:	MK/EN:	Ruhr-Lippe, Soest, Rheinland (untere Ruhr)	Kooperation gesamt:
Anzahl Kooperationsbetriebe:	387	328	160	875
Gesamt LF in ha	18.750	16.885	10.470	46.105
Ackerland in ha	4.724	8.639	8.574	21.937
Grünland in ha	13.939	8.179	1.771	23.889
Brache in ha	87	67	125	279
Kooperationsflächen in % an der Gesamt-LF im Ruhreinzugsgebiet	55,1 (34.020)	44,7 (37.813)	50,9 (20.554)	49,9 (92.387)

Mitwirkung der Landwirte

Das Einzugsgebiet der Ruhr hat eine Größe von 448.500 ha bzw. 4.485 km². Größtenteils dominieren Forstwirtschaft und Grünlandbewirtschaftung (Milchviehhaltung) die Landnutzung im Ruhreinzugsgebiet. Der westliche Teil ist größtenteils urban geprägt (Teile des Ruhrgebiets). Im nördlichen bis nordöstlichen Randbereich (vor allem Teile des Haarstrangs) liegt eine stark ackerbauliche Nutzung vor. Es bewirtschafteten in 2022 insgesamt über 2.000 landwirtschaftliche Betriebe (mit Nebenerwerb) auf ca. 92.400 ha im Ruhreinzugsgebiet, davon ca. 34.000 ha Ackerland. Erklärte Mitgliedsbetriebe der Ruhr-Kooperation sind Stand 31.12.2022 insgesamt 875 Landwirte, die 46.105 ha bewirtschaften (Tabelle 22.1). Damit sind fast die Hälfte (exakt 49,9 %) der landwirtschaftlich genutzten Fläche im Ruhreinzugsgebiet in die Kooperation eingebunden. Ende 2017 betrug die Zahl der mitwirkenden Betriebe noch 908, die mit 45.541 ha etwas weniger Nutzfläche repräsentierten.

Die Mitgliedschaft begründet den Anspruch auf unentgeltliche Fachberatung, insofern sie nicht rechtliche Pflichten des Landwirtes umsetzt, und die Möglichkeit, für bestimmte, exakt definierte gewässerschonende Maßnahmen eine Förderung zu erhalten. Diese Maßnahmen dürfen nicht anderweitig gefördert werden und sind vertraglich zwischen AWWR und LWK

vereinbart. Die mitwirkenden Landwirte verpflichten sich zur Einhaltung von gewässerschützenden Mindeststandards in der Düngung und beim Pflanzenschutz, die über die Vorgaben des landwirtschaftlichen Fachrechts hinausgehen. Das Beratungsangebot besteht aus verschiedenen Bausteinen:

- Einzelberatung vor Ort und/oder telefonisch in allen gewässerschutzrelevanten, betrieblichen Bereichen (z.B. Düngungsplanung, Nährstoffbilanzierung, Pflanzenschutzmanagement)
- Gruppenberatung in allen gewässerschutzrelevanten, betrieblichen Bereichen inkl. Informationsveranstaltungen, Feldbegehungen, Maschinenvorfürungen (Bild 22.1)
- Info-Rundschreiben 3 - 4 mal pro Jahr
- Akquise, Umsetzung und Abrechnung von geförderten Maßnahmen

Einen Sonderfall stellt die Beratung zum Pflanzenschutz auf Nichtkulturland dar, die mit fachlicher Hilfestellung bei Kontrollen außerlandwirtschaftlicher Herbizidanwendungen gemäß Pflanzenschutzgesetz einhergeht. Ansprechpartner sind hier allerdings vorrangig kommunale Stellen.



Bild 22.1: Maschinenvorführung Schleppschuhverteiler zur bodennahen Gülleausbringung (Foto: Reinhardt, LWK)
Fig. 22.1: Machine demonstration for a trailing shoe spreader to apply slurry close to the ground (Photo: Reinhardt, LWK)

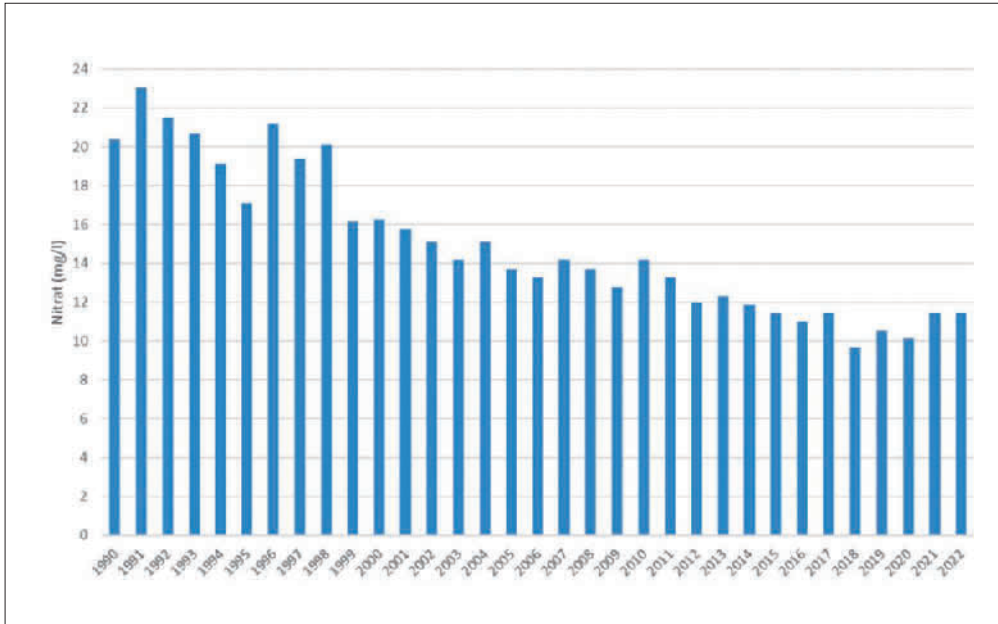


Bild 22.2: Entwicklung der Jahresmittelwerte für Nitrat in der Ruhr, Messstelle Zornige Ameise (Daten: Ruhrverband)

Fig. 22.2: Development of annual mean values for nitrate in the Ruhr, monitoring station Zornige Ameise (data: Ruhrverband)

Verbesserungen der Wasserqualität der Ruhr

Ausgangslage waren Anfang der 1990er Jahre Nitratgehalte von ca. 20 mg/L in der Ruhr, die auch durch landwirtschaftlichen Einfluss bedingt waren, ohne jedoch eine Beeinträchtigung für das Trinkwasser zu bewirken. Der Grenzwert der Trinkwasserverordnung beträgt 50 mg/L für Nitrat. Mittlerweile sind die Konzentrationen im Fluss deutlich gesunken auf ein Niveau von ca. 11 mg/L (Bild 22.2).

Die Belastung der Ruhr mit landwirtschaftlich eingesetzten Pflanzenschutzmitteln (PSM) war seit Anbeginn der Kooperation gering und gab keinen Anlass zu erhöhten Aufwendungen für die Trinkwasseraufbereitung – was zum Teil durch die Agrarstruktur im Einzugsgebiet mit verhältnismäßig geringer ackerbaulicher Nutzung begünstigt ist, aber auch der langjährigen Kooperationsarbeit zu verdanken ist. In 2021 wurden von 43 untersuchten PSM-Wirkstoffen und Metaboliten mit ca. 5.000 Bestimmungen nur für 5 Verbindungen Werte im Nachweisbereich der Analyseverfahren gemessen. Dabei lagen die Maximalwerte der wenigen nachgewiesenen PSM-Wirkstoffe mit Ausnahme von Terbutylazin immer unter 0,1 Mikrogramm pro Liter [22.2].

Ausblick

Insgesamt hat die Ruhrkooperation seit über 30 Jahren gute Ergebnisse für Land- und Wasserwirtschaft, Umwelt und Verbraucher mit dem vorbeugenden Gewässerschutz in der Landwirtschaft erreichen können. In der Konsequenz haben die AWWR und die Landwirtschaftskammer NRW die Kooperation Landwirtschaft/Wasserwirtschaft im Ruhreinzugsgebiet auf Dauer angelegt und mit dem neuen Vertrag zur Kooperation zukunftsfest fortgeschrieben.

[22.2] Ruhrverband: Analyseergebnisse des Ausschusses Wassergüte. In: Ruhrgütebericht 2021, Essen, S. 232

23 Organisation der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR)

Stand 31. Dezember 2022

Präsidium

Vorsitzender: Bernd Heinz,
Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
stellv. Vorsitzender: Matthias Lürbke,
Stadtwerke Menden GmbH, Menden

Klaus Döhmen, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH,
Witten
Bernd Heinz, Wasserwerke Westfalen GmbH,
Schwerte (Vorsitzender)
Matthias Lürbke, Stadtwerke Menden GmbH, Menden
(stellv. Vorsitzender)
Rainer Roggatz, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerks-
gesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr (bis 31.12.2022)
Roland Rüter, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Hagen

Mitglieder

Sascha Adamski, Stadtwerke Essen AG, Essen
Klaus Döhmen, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH,
Witten
Peter Flosbach, Dortmunder Energie- und Wasserver-
sorgung GmbH, Dortmund
Michael Greger, Stadtwerke Hamm (ab 30.04.2022), Hamm
Bernd Heinz, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Thomas Kroll, Wasserbeschaffungsverband Arnsberg
und Stadtwerke Arnsberg, Arnsberg
Gregor Langenberg, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen
Alexander Loipfinger, Stadtwerke Frönden-
berg Wicked GmbH; Frönden-
berg
Matthias Lürbke, Stadtwerke Menden GmbH, Menden
Dr. Frank Peper, Stadtwerke Bochum GmbH, Bochum
Friedrich Reh, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen
Axel Reuber, Stadtwerke Brilon AöR, Brilon
Rainer Roggatz, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerks-
gesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr (bis 31.12.2022)
Roland Rüter, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Hagen
Dieter Schick, Stadtwerke Hamm GmbH (bis 29.04.2022),
Hamm
Jürgen Schwarberg, Stadtwerke Sundern, Sundern
Michael Sommer, Hochsauerlandwasser GmbH,
Meschede
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
Prof. Dr.-Ing. Norbert Jardin, Ruhrverband, Essen
Victoria Krieter, Bezirksregierung Arnsberg
Markus Moraing, VKU-Landesgruppe NRW, Düsseldorf
Dr. Carsten Schmitt, ARW Arbeitsgemeinschaft Rhein-Wasser-
werke e.V., Köln
Dr. Thomas-Benjamin Seiler, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets,
Gelsenkirchen
Christina Weber, Bezirksregierung Düsseldorf

Kontakte

Sitz der Arbeitsgemeinschaft:

AWWR Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V.
Zum Kellerbach 52
58239 Schwerte

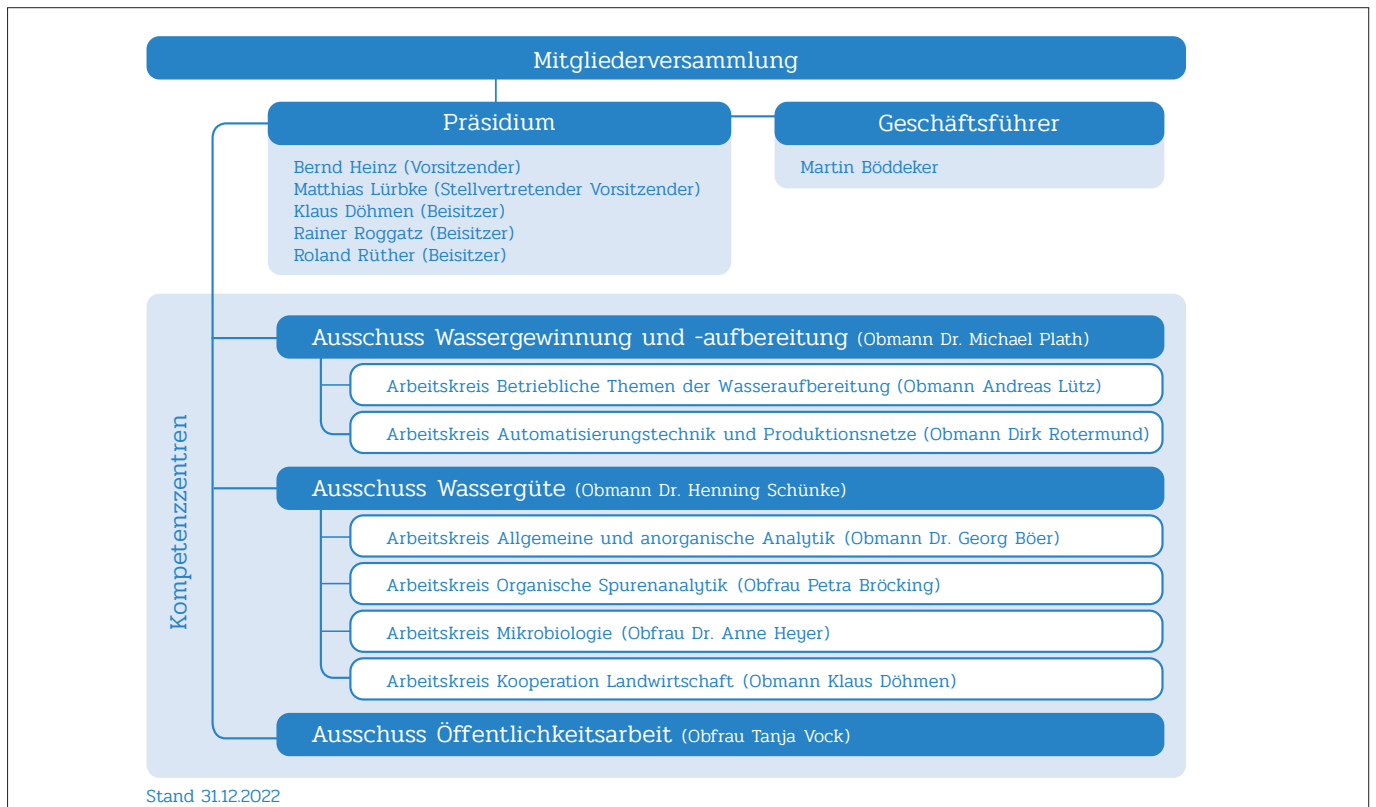
Geschäftsstelle:

AWWR Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V.
c/o Gelsenwasser AG
Geschäftsführer Dipl.-Geol. Martin Böddeker
Willy-Brandt-Allee 26
45891 Gelsenkirchen
Tel.: 0209 708-274
E-Mail: martin.boeddeker@gelsenwasser.de

Pressestelle:

AWWR Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V.
Pressesprecherin Tanja Vock
Zum Kellerbach 52
58239 Schwerte
Tel.: 02304 9575-204
E-Mail: tanja.vock@wasserwerke-westfalen.de

Ausschüsse und Arbeitskreise 2022



Ausschuss Wassergüte

Obmann: Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Dr. Thomas Bals, Energie- und Wasserversorgung Hamm GmbH, Hamm
 Dr. Georg Böer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte
 Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen
 Uwe Frost, Ruhrverband, Essen
 Dr. Anne Heyer, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
 Henrike Kreft, VWW Verbund Wasserwerk Witten GmbH, Witten
 Thomas Kroll, Stadtwerke Arnsberg GmbH, Arnsberg

Monika Raabe, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Hagen
 Kirstin Richter, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
 Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte
 Christian Skark, Gast (ehem. Institut für Wasserforschung GmbH), Dortmund
 Dr. Joanna Will, Ruhrverband, Essen

Arbeitskreis Allgemeine und anorganische Analytik

Obmann: Dr. Georg Böer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Dr. Thomas Bals, Energie- und Wasserversorgung Hamm GmbH, Hamm
Dr. Georg Böer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte
Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen
Kay Jansen, Ruhrverband, Essen
Timon Wessel, VWW Verbundwasserwerk Witten GmbH, Witten
Marina Klaprat, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Hagen
Dr. Achim Rübel, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung Gemeinnützige GmbH, Mülheim
Dr. Daniel Schunk, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim

Als Gast:

Sonja Klenk, Bergisches Wasser- und Umweltlabor der BTV-GmbH, Wuppertal

Arbeitskreis Organische Spurenanalytik

Obfrau: Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen

Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen
Marina Klaprat, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Labor
Yannik Racherbäumer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte (als Gast)
Regina Respondek, LANUV Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Recklinghausen, Außenstelle Düsseldorf
Dr. Daniel Schunk, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Thomas Sentis, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen
Beate Steinsiepe-Burchard, Ruhrverband, Essen
Dr. Vassil Valkov, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH, Mülheim

Arbeitskreis Mikrobiologie

Obfrau: Dr. Anne Heyer, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Stellvertretende Obfrau: Monika Raabe, Mark-E AG, Hagen

Dr. Thomas Bals, Energie- und Wasserversorgung Hamm GmbH, Fröndenberg
Guido Geburtzky, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Helga Gehrke, Ruhrverband, Essen
Dr. Anne Heyer, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Bernd Lange, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, Mülheim
Bettina Langer, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen
Daniela Mattes, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, Mülheim
Dr. Christiane Meinert, Ruhrverband, Essen
Kristina Ronge, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen
Ute Stratmann, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte
Gisela Trope, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen
Antje Wygoda, Verbundwasserwerk Witten GmbH, Witten

Kooperation Landwirtschaft – Wasserwirtschaft an der Ruhr

Obmann: Klaus Döhmen, Verbundwasserwerk Witten GmbH, Witten (bis 12/2022)

Obfrau: Alenah Phelan, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen (seit 01/2023)

Obfrau: Kirstin Richter, Wasserwerke Westfalen, Schwerte (seit 01/2023)

Thomas Dietz (Vertretung Celina Solibida), RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Klaus Döhmen, Verbundwasserwerk Witten GmbH, Witten (bis 12/2022)
Christian Heß, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Hagen (seit 06/2022)
Hendrik Hornkamp, Landwirtschaftskammer Wasserberater
Dr. Harald Lopotz, Landwirtschaftskammer
Alenah Phelan, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen
Frank Reinhardt, Landwirtschaftskammer Wasserberater
Kirstin Richter, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Dominik Schröder, Landwirtschaftskammer Wasserberater
Celina Solibida, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim

Ausschuss Wassergewinnung und -aufbereitung

Obmann: Dr. Michael Plath, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr

Sascha Adamski, Stadtwerke Essen AG, Essen
Thomas Bock, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Thomas Brenne, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Hagen
Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen
Klaus Döhmen, VWW Witten, Witten
Christian Finger, Stadtwerke Brilon, Brilon
Volker Kretschmer, Stadtwerke Fröndenberg GmbH, Fröndenberg
Thomas Kroll, Stadtwerke Arnsberg GmbH & Co KG, Arnsberg
Peter Lemmel, Ruhrverband, Essen
Matthias Lürbke, Stadtwerke Menden GmbH, Menden
Andreas Lütz, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen
Dr. Michael Plath, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Dieter Schick, Stadtwerke Hamm GmbH, Hamm
Jürgen Schwarberg, Stadtwerke Sundern, Sundern
Michael Sommer, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede
Henrik Weiß, Stadtwerke Winterberg AöR, Winterberg
Stephan Willmes, Stadtwerke Bochum GmbH, Bochum
Georg zur Strassen, Ruhrverband, Essen

Arbeitskreis Betriebliche Themen der Wasseraufbereitung, ehemals Aktivkohle

Obmann: Matthias Lürbke, Stadtwerke Menden GmbH, Menden

Dr. Geert Aschermann, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte
Thomas Bals, Energie- und Wasserversorgung Hamm GmbH, Hamm
Klaus Döhmen, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten
Frank Eifler, Stadtwerke Menden GmbH, Menden
Thomas Kroll, Stadtwerke Arnsberg GmbH, Arnsberg
Guido Lens, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Matthias Lürbke, Stadtwerke Menden GmbH, Menden
Andreas Lütz, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen
Uwe Pott, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte
Christian Heß, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Hagen
Markus Roters, Stadtwerke Sundern, Sundern
Jürgen Schwarberg, Stadtwerke Sundern, Sundern
Rolf Wegener, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede

Arbeitskreis Automatisierungstechnik und Produktionsnetze (OT)

Obmann: Dirk Rotermund, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr

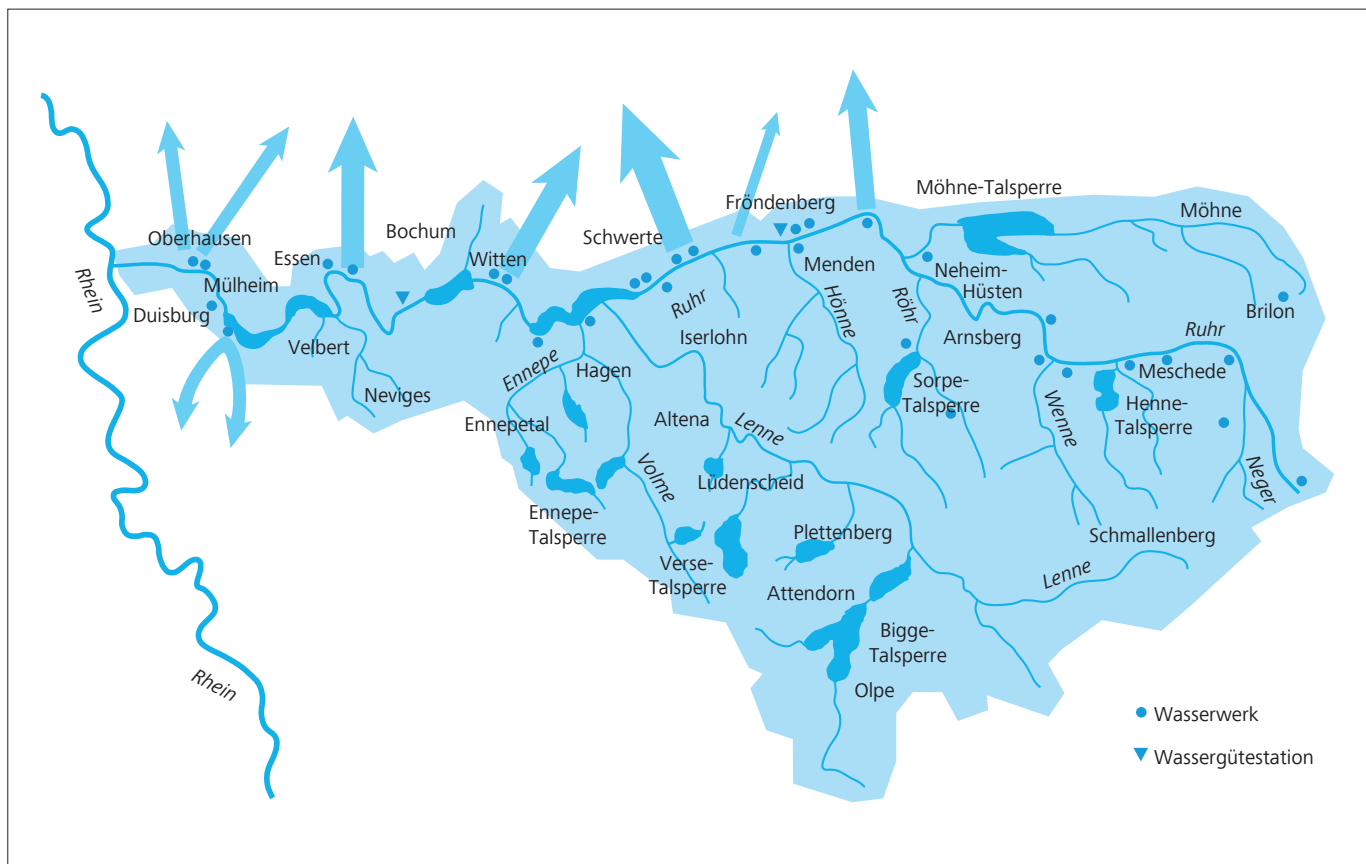
Klaus Dellhofen, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen
Achim Koslowski, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Bernd Lindemann, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen
Lothar Mindthoff, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Valentin Regier, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Dirk Rotermund, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Michael Schwarze, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Detlef Stein, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen
Stefan Stich, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Jörg van der Kooi, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Yannick Zelt, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen

Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit

Obfrau: Tanja Vock, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte

Heidrun Becker, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen
Roy Daffinger, Stadtwerke Essen AG, Essen (ab 01.06.2022)
Jörg Fröhling, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede
Josef Guthoff, Stadtwerke Menden GmbH, Menden
Cornelia Helm, Stadtwerke Hamm GmbH, Hamm
Andreas Köster, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Hagen (ab 01.01.2022)
Jana-Larissa Marx, Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH, Dortmund
Dirk Pomplun, Stadtwerke Essen AG, Essen (bis 31.05.2022)
Jörg Prostka für VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten
Markus Rüdell, Ruhrverband, Essen
Ramon Steggink, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Alexander ten Hompel, Enervie-Gruppe – Mark-E AG, Hagen (ab 01.01.2022)
Tanja Vock, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Marie Luise Wenzel, Stadtwerke Arnsberg GmbH, Arnsberg

24 Die AWWR in Zahlen



Mitglieder der AWWR	Anzahl der Ruhrwasserwerke	Gesamt-Wasserförderung
Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH	siehe WWW	ca. 238 Mio. m ³ /a
Gelsenwasser AG	siehe WGE	
Hochsauerlandwasser GmbH	5	
Mark-E Aktiengesellschaft	1	
RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH	3	
Stadtwerke Arnsberg GmbH	1	
Stadtwerke Bochum GmbH	siehe WGE/WWW	
Stadtwerke Brilon AÖR	1	
Stadtwerke Essen AG	siehe WGE	
Stadtwerke Fröndenberg GmbH	1	
Stadtwerke Hamm GmbH	1	
Stadtwerke Menden GmbH	1	
Stadtwerke Sundern	2	
VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH	1	
Wasserbeschaffungsverband Arnsberg	1	
Wassergewinnung Essen GmbH (WGE)	1	
Wasserwerke Westfalen GmbH (WWW)	6	
Stadtwerke Winterberg AÖR	5	

25 Analysergebnisse des Ausschusses Wassergüte

Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Erhebung und Verarbeitung der Daten

Die Daten für den Ruhrgütebericht werden durch den Ruhrverband und die Wasserversorger an der Ruhr in Messprogrammen erhoben und für diese Auswertung durch die AWWR zur Verfügung gestellt. Im Laufe des Jahres werden die Ergebnisse der zeitdichten Untersuchungen des Ruhrverbands in Essen-Rellinghausen in den Sitzungen des Ausschusses Wassergüte der AWWR regelmäßig diskutiert und bewertet. Zusammen mit den Werten der Wasserversorger werden diese Werte aus den zeitdichten Untersuchungen und den Ruhrlängsuntersuchungen jährlich für den Ruhrgütebericht zusammengefasst und an dieser Stelle für das Jahr 2022 ausgewertet. Die Daten für den vorliegenden Bericht wurden von den folgenden Unternehmen zur Verfügung gestellt:

- Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede
- Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen
- Ruhrverband, Essen
- RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
- Stadtwerke Hamm GmbH, Hamm
- Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten
- Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte

Die Untersuchungen erfolgten in den unternehmenseigenen Laboren, dem Hygiene-Institut des Ruhrgebiets sowie durch die Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH.

Die Messstrategie sieht seit 2006 eine zeitlich dichte Überwachung durch die Wasserversorger und den Ruhrverband mit mindestens einer monatlichen Messung vor. Zum Teil werden die Probestellen jedoch deutlich häufiger untersucht. Darüber hinaus werden durch den Ruhrverband und das Hygiene-Institut jeweils zwei Probenahmen zur Erhebung der Daten für die Ruhrlängsuntersuchungen über den gesamten Flussverlauf vorgenommen. Die Probenahmedaten sowie die Abflüsse zum Zeitpunkt der Probenahme werden in Tabelle 25.1 aufgeführt.

Tabelle 25.1: Mittlere Abflüsse während der Längsuntersuchungen
Table 25.1: Average flows during examinations along the course of the river

Längsuntersuchung Untersuchungslabor	Untersuchungs- zeitraum	Abfluss am Pegel Hattingen m ³ /s
Winter / Hygiene-Institut (HYG)	07.02.2022	379,0
Frühjahr / Ruhrverband (RV)	07./08./09.03.2022	51,3
Sommer / Hygiene-Institut (HYG)	08.08.2022	18,6
Herbst / Ruhrverband (RV)	26./27./28.09.2022	27,0

Der Ruhrverband untersucht neben der Ruhr die acht wichtigsten Nebenflüsse auf verschiedene physikalische, chemische und biologische Parameter. Die erhaltenen Messwerte werden als Mittelwerte den Mittelwerten der Ruhr im Mündungsbereich vergleichend gegenübergestellt.

Zur Positionierung der Nebengewässer wird in der Spalte „Ruhr-km“ die Kilometrierung der Mündungen in Klammern angegeben. In Tabelle 25.3 sind die Mittelwerte für 41 untersuchte Kenngrößen in den acht Nebenflüssen/-bächen der Ruhr aufgeführt.

Eine Übersicht über die untersuchten Messstellen sowie die Untersuchungslabore wird in Tabelle 25.2 gegeben.

Die AWWR unterstützt seit 2013 das Europäische-Fließgewässersmemorandum, dessen Zielwerte als Maximalwerte angegeben werden. Davor wurden die Zielwerte für die Ruhr anhand des 90er-Perzentils bewertet, um die größeren Schwankungsbreiten in dem kleineren Flusssystem der Ruhr zu berücksichtigen. Seit 2016 wurden auch für die Ruhr die im Fließgewässersmemorandum festgelegten Zielwerte als allein gültige Zielwerte übernommen. In der Tabelle 25.4 sind für die 16 vereinbarten Stoffe bzw. Stoffgruppen aus dem Europäischen Fließgewässersmemorandum die nachgewiesenen Überschreitungen der Zielwerte für 2022 zusammengefasst.

Ruhrlängsuntersuchungen

Für die Längsuntersuchungen der Ruhr werden durch den Ruhrverband und das Hygiene-Institut jeweils in zwei Probenahme-Kampagnen Proben entlang des Ruhrverlaufs entnommen und untersucht. Die Untersuchungen durch das Hygiene-Institut wurden durch die Wasserversorger Hochsauerlandwasser, Stadtwerke Hamm, Mark-E, Gelsenwasser, Verbundwasserwerk Witten, Wassergewinnung Essen und der Rheinisch Westfälischen-Wasserwerke beauftragt. Die erhobenen Daten werden per E-Mail an die Westfälische Wasser- und Umweltanalytik übermittelt.

Die Ruhrlängsuntersuchung des Hygiene-Instituts umfasste Proben aus 13 Stellen, in denen bis zu 52 Parameter (ohne Pflanzenschutzmittel) untersucht wurden. Insgesamt konnten 974 Werte erhoben werden. Der Ruhrverband beprobte 15 Probenahmestellen, in denen bis zu 40 Kenngrößen (ohne Pflanzenschutzmittel) analysiert wurden. So konnten insgesamt durch den Ruhrverband 1.036 Analysewerte erhoben werden.

Die Ergebnisse aus den Ruhrlängsuntersuchungen werden in Form von Ganglinien ausgewertet (Bild 25.3 bis 25.9). Dabei

Tabelle 25.2: Übersicht über die Messstellen und die untersuchenden Laboratorien
 Table 25.2: Overview of measuring points and research laboratories

Ruhr-km	Fluss-km	Längsuntersuchung RV	Längsuntersuchung HYG	Zeitlich dichte Ruhrüberwachung	Messstellenbezeichnung
164,73		X	X		Ruhr, oberhalb Wildshausen
156,74		X			Ruhr, oberhalb Arnsberg, Wolfsschlucht
142,25		X			Ruhr, Neheim-Hüsten oberhalb Zulauf Kläranlage
(141,83)	0,28	X			Röhr, 280 m vor Mündung in die Ruhr
137,66		X	X		Ruhr, oberhalb Zulauf Möhne
(137,35)	0,05	X			Möhne, 50 m vor Mündung in die Ruhr
128,31		X	X	WWU	Ruhr, Echthausen Oberwasser
121,17		X	X	SWH	Ruhr, Wasserwerk Hamm-Warmen
(116,58)	0,18	X	X		Hönne, 180 m vor Mündung in die Ruhr
113,78		X	X		Ruhr, Halingen, Messstelle AWWR
108,39		X		WWU	Ruhr, Hengsen Obergraben
(106,96)	0,08	X			Baarbach, 80 m vor Mündung in die Ruhr (unterh. KA)
105,11		X	X		Ruhr, Geisecke-Wellenbad (Brückenmitte)
95,15		X		WWU	Ruhr, Westhofen, Kraftwerk
(92,72)	2,74	X	X		Lenne, 2740 m vor Mündung in die Ruhr
88,75		X	X	Mark E	Ruhr, Auslauf Hengsteysee
(87,67)	1,24	X	X		Volme, 1240 m vor Mündung in die Ruhr (am Pegel Eckesey)
80,66		X	X		Ruhr, Pegel Wetter
74,45		X			Ruhr, in Höhe Kraftwerk Hohenstein
71,91				WWU	Ruhr, Witten, Wasserwerk Gelsenwasser
69,00		X			Ruhr, Einlauf Stausee Kemnade
(67,35)	1,33	X			Ölbach, unterhalb Teich 3, 1330 m vor Mündung in die Ruhr
62,65		X	X	WWU	Ruhr, Oberwasser Kraftwerk Stiepel WMR
51,28		X			Ruhr, Schwimmbrücke Dumberg
47,42		X	X		Ruhr, Steele-Horst, Pumpwerk Gelsenwasser
42,76		X		RV	Ruhr, Essen-Rellinghausen, Zornige Ameise
38,35		X			Ruhr, Einlauf Baldeneysee
31,18		X			Ruhr, Auslauf Baldeneysee
23,47		X	X	RWW	Ruhr, Auslauf Stausee Kettwig
(23,24)	0,02	X			Rinderbach, 20 m vor Mündung in die Ruhr
14,43		X			Ruhr, Kraftwerk Mülheim-Kahlenberg
11,35				RWW	Ruhr, Wasserwerk Styrum-Ost
5,43		X			Ruhr, Duisburg Aakerfähre
Mark E	Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen				
RV	Ruhrverband, Essen				
RWW	Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim				
SWH	Stadtwerke Hamm GmbH, Hamm				
WWU	Westfälische Wasser und Umweltanalytik GmbH, Gesenkirchen und Schwerte				

werden jeweils bis zu sechs Kenngrößen zu einem Block zusammengefasst. In der letzten Graphik ist der mittlere Abfluss am Pegel Hattingen als zusätzliche Größe während der Probenahmen in Bild 25.9 dargestellt.

Die Analysewerte unterhalb der Bestimmungsgrenze werden in den Grafiken in Höhe der Bestimmungsgrenze aufgeführt und mit dem Symbol „*“ kenntlich gemacht. Die senkrechten, gestrichelten Linien kennzeichnen die Lage der Probenahmestellen im Ruhrverlauf. Die Abkürzungen RV bzw. HYG stehen für den Ruhrverband respektive das Hygiene-Institut des Ruhrgebiets.

Zusätzlich wurden insgesamt 1.255 Werte zu vier Untersuchungszeiten aus den Nebenflüssen/-bächen durch den Ruhrverband erhoben. Die Mittelwerte dieser Untersuchungen werden in Tabelle 25.3 aufgeführt. Für sechs ausgesuchte Parameter werden die Mittelwerte der Untersuchungsergebnisse den entsprechenden Mittelwerten aus der Ruhr als Ganglinien graphisch gegenübergestellt (Bild 25.35).

Zeitlich dichte Ruhrüberwachung

Die zeitlich dichte Überwachung der Ruhr wird an zehn Stellen durch die Versorgungsunternehmen Wasserwerke Westfalen,

Tabelle 25.3: Mittelwerte ausgewählter Gütemerkmale von acht Nebenflüssen der Ruhr
 Table 25.3: Means of selected quality parameters for eight tributaries of the Ruhr

KenngroÙe	Einheit	Zufluss/Ruhr-km							
		Rinderbach 23,24	Ölbach 67,35	Volme 87,67	Lenne 92,72	Baarbach 106,96	Hönnne 116,58	Möhne 137,35	Röhr 141,83
Wassertemperatur	° C	8,9	12,0	9,9	10,4	9,8	10,7	8,7	8,0
pH-Wert		8,20	7,65	8,00	7,67	7,65	8,22	7,90	7,90
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	608	2210	336	364	842	709	348	412
Trübung	FNU	10,0	7,2	25,0	30,1	6,8	2,9	1,0	3,6
Spektr. Absorptionskoeff. bei 254 nm	1/m	6,1	10,1	4,9	5,4	9,5	2,7	9,2	3,4
Spektr. Absorptionskoeff. bei 436 nm	1/m	0,40	0,60	0,30	0,30	0,55	0,30	0,45	0,15
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	mg/l			< 5,0	7,5		< 5,0		
Gelöster organ. gebund. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	2,6	4,7	1,9	2,2	4,2	1,3	3,6	1,6
Gelöster Sauerstoff	mg/l	11,8	10,4	12,1	10,8	11,2	11,6	11,6	11,8
Chlorophyll-a	µg/l	25,5	59,0	2,2	1,2	2,0	1,0	< 1,0	< 1,0
Gesamter gelöster Phosphor als PO4	mg/l	0,55	0,49	0,13	0,32	0,17	0,12	< 0,06	0,19
Borat-Bor	mg/l	0,06	0,32	0,05	< 0,05	0,18	0,09	0,02	0,02
Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)	µg/l	< 5,0	< 5,0	< 2,0	2,0	13,0	< 2,0	0,7	< 0,5
Nitrilotriessigsäure (NTA)	µg/l	< 5,0	< 5,0	< 2,0	< 2,0	< 5,0	< 2,0	< 0,5	< 0,5
Diethylentri-nitropentaessigsäure (DTPA)	µg/l	< 10,0	< 10,0	< 1,0	< 1,0	< 10,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Ammonium	mg/l	0,03	0,33	0,05	0,05	0,07	0,03	0,01	0,10
Nitrat	mg/l	20,2	13,3	17,0	14,0	21,5	19,0	13,1	17,1
Nitrit	mg/l	0,12	0,21	0,04	0,05	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,07
Organisch gebundener Stickstoff	mg/l	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Mangan	µg/l	28	120	54	71	87	18	15	24
Gelöstes Mangan	µg/l	10	112	< 10	25	60	< 10	< 10	12
Eisen	mg/l	0,33	0,37	0,58	0,23	0,54	0,10	0,05	0,15
Gelöstes Eisen	mg/l	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	< 0,01	0,04	< 0,01
Natrium	mg/l	41	340	22	23	55	47	21	11
Kalium	mg/l	7,3	18,5	3,9	3,5	12,9	4,4	2,1	2,0
Magnesium	mg/l	10,4	22,0	5,6	6,7	11,3	8,0	5,4	6,9
Calcium	mg/l	59	75	32	35	96	93	34	56
Barium	µg/l	12	420	38	25	26	40	20	36
Kupfer	µg/l	2,4	2,6	6,4	< 5,0	6,0	4,4	1,4	1,6
Nickel	µg/l	9,4	6,8	3,0	2,0	10,1	1,2	2,3	2,3
Chrom	µg/l	1,4	0,6	1,2	0,6	1,6	0,8	< 0,5	< 0,5
Zink	µg/l	20	14	39	31	85	74	3	4
Blei	µg/l	2,6	0,5	3,2	3,2	1,5	0,6	0,1	1,1
Cadmium	µg/l	0,07	0,03	0,12	< 0,10	0,15	< 0,10	0,02	0,03
Chlorid	mg/l	65	470	33	39	118	80	34	17
Sulfat	mg/l	51	89	31	28	90	44	24	57
Fluorid	mg/l	0,15	0,23	0,09	0,09	0,17	0,08	0,09	0,07
Polycyclische aromat. Kohlenwasserstoffe	ng/l	6	3	112	53	5	3	0	0
Adsorb. org. geb. Halogene (AOX)	µg/l	15	22	< 10	< 10	17	< 10	8	< 5
Coliforme Bakterien	1/100 ml	12607	10503	17887	10040	16180	7189	216	12669
Escherichia coli	1/100 ml	10171	3128	8952	5438	14274	929	26	6156

Stadtwerke Hamm, Mark-E und Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft sowie dem Ruhrverband vorgenommen. Dabei werden entsprechend der unterschiedlichen Monitoring Strategien der Unternehmen bis zu 24 Messgrößen untersucht, die in wöchentlichen bis monatlichen Rhythmus bestimmt werden. Die Untersuchungshäufigkeit durch den Ruhrverband in Essen-Rellinghausen lag mit insgesamt bis zu 129 Proben im Jahr deutlich höher. Es wurden nicht alle Parameter an allen Messstellen bestimmt. Der Auswertung der zeitdichten Untersuchungen liegen knapp 13.000 Messwerte (ohne Pflanzenschutzmittel) zugrunde.

Zur statistischen Auswertung der Ergebnisse wurden die Mittel-, Maximal-, Minimal- sowie Perzentilwerte erhoben und in der tabellarisch/grafischen Darstellung kombiniert (Bild 25.9 bis 25.34). Zur Berechnung wurden vereinbarungsgemäß die Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze mit 30 % der Bestimmungsgrenze berücksichtigt. Den statistischen Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurde das „<“-Zeichen der Bestimmungsgrenze im Tabellenteil vorangestellt. Für die Minimal- und Maximalwerte wird jeweils das zugehörige Messdatum mit angegeben. Sofern ein Maximalwert mehrfach nachgewiesen wurde, wird statt eines Datums der Wert mit „Mehrere“ kenntlich gemacht. Für die Bewertung werden die

Tabelle 25.4: Zielwerte für die Qualität des Ruhrwassers mit Überschreitungen im Jahr 2022

Table 25.4: Target values for the quality of Ruhr water and exceedings in 2022

Kenngröße		Einheit	Zielwert Europäisches Fließgewässer Memorandum 2013	Trinkwasser- Grenzwert (Trinkwv. 2001) (informativ)	Überschreitungen der Zielwerte Eur. Fließgewässer- Memorandum / Trinkwasser-Grenzwerte (GW)
Cadmium	Cd	µg/l	-	5	keine
Nickel	Ni	µg/l	-	20	keine
Ammonium	NH ₄	mg/l	0,3	0,5	keine
Nitrat	NO ₃	mg/l	25	50	keine
Gel. org. geb. Kohlenstoff	DOC	mg/l	3	-	84 (von 469 Proben)
Tetrachlorethen		µg/l	0,1	10 für die Summe aus beiden	17 (von 174 Proben)
Trichlorethen		µg/l	0,1		keine
Diethyltrinitrilopentaessigsäure	DTPA	µg/l	1	-	1 (von 193 Proben) 56 < 2,5 ²⁾
Ethylendinitrilotetraessigsäure	EDTA	µg/l	1	-	208 (von 244 Proben) 6 < 2 ²⁾
Nitritotriessigsäure	NTA	µg/l	1	-	von 244 Proben 7 < 2 ²⁾
PSM ¹⁾		ng/l	100	100	keine
Zusätzliche Parameter					
Elektrische Leitfähigkeit	LF	µS/cm	700	2170	keine
pH-Wert			7 – 9	6,5 – 9,5	keine
Temperatur	T	°C	25	-	keine
Sauerstoff	O ₂	mg/l	> 8	-	40 (von 469 Proben)
Chlorid	Cl	mg/l	100	-	keine
Sulfat	SO ₄	mg/l	100	250	keine
Fluorid	F	mg/l	1,0	1,0	keine

¹⁾ Organisch-chemische Stoffe zur Pflanzenbehandlung und Schädlingsbekämpfung.

²⁾ Bestimmungsgrenze liegt über dem Zielwert des Fließgewässermemorandums.

Zielwerte des europäischen Fließgewässermemorandums herangezogen und Überschreitungen durch Fettdruck dargestellt.

Unterhalb der statistischen Auswertung werden die Messwerte der zeitlich dichten Untersuchung im Jahresverlauf grafisch dargestellt. Die Grafiken enthalten die Messwerte von jeweils zwei benachbarten Probenahmestellen. Die Zuordnung der Ganglinie zu den Datenspalten erfolgt mittels der schwarzen bzw. blauen Linie unterhalb der Tabellenspalten. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden alle Grafiken für eine Kenngröße gleich skaliert. Als ergänzende Information ist jeweils links auf der Seite der zeitliche Verlauf des Abflusses der Ruhr am Pegel Hattingen mit aufgenommen.

Untersuchungen von Pflanzenschutzmitteln (PSM)

PflanzenSchutzMittel sind chemische Verbindungen, die einen Schutz von Nutzpflanzen vor Schädlingsbefall wie zum Beispiel Insekten oder Pilze erreichen, oder einen konkurrierenden Pflanzenwuchs unterbinden sollen und z.T. nur langsam abge-

baut werden. In Lebensmitteln und dem Trinkwasser dürfen sie nur in sehr geringen Spuren vorkommen. Der Gesetzgeber hat für Einzelsubstanzen im Trinkwasser einen Grenzwert von 100 ng/l festgelegt und für die Summe aller nachgewiesenen Einzelsubstanzen einen Maximalwert von 500 ng/l.

2022 wurden die Pflanzenschutzmittel sowohl in der zeitlichen Überwachung als auch in den Längsuntersuchungen mit gut 5.100 Analysen untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden in der Tabelle 25.5 als Überschreitungsstatistik zusammengefasst.

Für die Kooperation Landwirtschaft/Wasserwirtschaft an der Ruhr dienen die nachfolgend dargestellten Ergebnisse zu den Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln als Berichterstattung für das vergangene Jahr. Wie in den Vorjahren werden diese Ergebnisse im Beirat der Kooperation diskutiert und fließen in die Tätigkeit der von den Wasserversorgungsunternehmen finanzierten Berater mit ein.

Kommentierung der Ergebnisse 2022

Nach Aufgabe des Wasserwerks Bochum-Stiepel wird diese Messstelle nicht mehr untersucht. Zur Verdichtung der Messstellen wird zurzeit eine weitere Messstelle gesucht, die Daten zwischen den Messstellen Witten und Essen-Rellinghausen liefern kann.

Niederschläge und Abfluss: Die größeren Niederschlagsmengen traten im Jahresverlauf 2022 vor allem in den Wintermonaten auf: so wurden im Februar die höchsten Niederschläge gemessen. Auch im April lagen die Niederschlagssummen über dem langjährigen Mittelwert. Nennenswerte Niederschläge waren danach wieder im September nachweisbar. Während der übrigen Zeit lagen die Niederschlagsmengen immer deutlich unterhalb des langjährigen Durchschnitts. Durch die meist unterdurchschnittlichen Mengen in vielen Monaten überraschte es nicht, dass auch im Jahr 2022 erneut ein zu trockenes Jahr zu verzeichnen war. Dies zeigt erneut den voranschreitenden Klimawandel, der im Ruhreinzugsgebiet seit nun schon mehr als einer Dekade ein Niederschlagsdefizit auslöst. Als Niederschlagsmengen wurden 2022 knapp 86 % des langjährigen Mittels erreicht, damit blieb das Jahr erneut zu trocken. Dieser auch im Jahr 2022 anhaltende Trend setzt sich fort und bewirkt auch geringere Abflüsse in der Ruhr sowie saisonal niedrigere Füllstände in den Talsperren (Verhältnis des mittleren Abflusses eines Jahres zum jeweiligen langjährigen mittleren Abfluss am Pegel Hattingen/Ruhr: 2013: 71 %, 2014: 75 %, 2015: 90 %, 2016: 81 %, 2017: 91 %, 2018: 70 %, 2019: 83 %, 2020: 76 %, 2021: 86 %, 2022: 86 %. Quelle: DGJ-Seiten Pegel Hattingen/Ruhr Ruhrverband). Dieser nunmehr seit 14 Jahren anhaltende Trend wird auch durch die Niederschlagssummen der letzten 50 Jahre deutlich (Bild 25.1).

Die resultierenden Abflüsse folgen den gefallenem Niederschlagsmengen: Der maximale Abfluss wurde im Februar mit 472 m³/s nachgewiesen. Etwas über dem langjährigen Mittel lag auch noch der Abfluss im April. In allen anderen Monaten waren weit unterdurchschnittliche Abflüsse zu verzeichnen. Als ergänzende Information zur Interpretation der Daten wird der Ruhrabfluss am Pegel Hattingen auch bei den Grafiken der Wasserinhaltsstoffe mit dargestellt (25.10 bis 25.34).

Temperaturen: Die Änderungen der klimatischen Bedingungen in Nordrhein-Westfalen konnten auch bei den Lufttemperaturen nachgewiesen werden: im Jahr 2022 lagen die Werte erneut überdurchschnittlich im Vergleich zu den letzten 50 Jahren und erzielten die höchsten Werte für diesen Zeitraum. Damit setzte sich der ansteigende Trend nach den etwas niedrigeren Temperaturen im Jahr 2021 deutlich fort (Bild 25.2). Die erneut hohen Lufttemperaturen wirkten sich auf die Wassertemperaturen entsprechend aus, so dass gegenüber dem Vorjahr höhere Temperaturen in der Ruhr gemessen wurden. Obwohl in 2022 die höchsten durchschnittlichen Lufttemperaturen festgestellt wurden, spiegelte sich dies nicht bei den Wassertemperaturen wider: Durch die höheren Abflüsse im Vergleich zu den extremen Trockenjahren 2018 und 2019 erreichten die höchsten Werte nicht die 25 °C-Marke und blie-

ben damit unterhalb des Zielwerts. Die höchsten Werte wurden in den Sommermonaten im mittleren Ruhrabschnitt zwischen Witten und Essen gemessen, da hier die großen Ruhrstauseen zu einer Erhöhung der Temperaturen beitrugen (Bild 25.10). Auch in der Ruhrlängsuntersuchung aus dem Sommer konnte der Anstieg der Wassertemperatur für den mittleren Ruhrabschnitt im Temperaturprofil der Ruhr nachgewiesen werden (Bild 25.3).

Leitfähigkeit und Salze: Die Parameter Leitfähigkeit und Salze hängen vor allem von den Abflüssen der Ruhr ab. Im Messprogramm wird neben der Leitfähigkeit als Summenparameter das Chlorid untersucht (Bild 25.11 und 25.12). Beide Parameter verlaufen nahezu parallel und entwickeln sich zu dem Abfluss der Ruhr gegenläufig. Entsprechend wurden im Jahr 2022 die niedrigsten Werte in den Wintermonaten und im April mit dem erhöhten Abfluss gemessen. Außerdem konnte die Zunahme dieser Parameter über den Ruhrverlauf nachgewiesen werden.

Die Zunahme der Konzentrationen von Salzen wiesen auch die Längsuntersuchung nach: neben der Leitfähigkeit und dem Chlorid wurden hier auch noch Fluorid und die Kationen Natrium, Kalium, Magnesium und Calcium untersucht. Mit Ausnahme des Calciums konnte bei allen Parametern die Zunahme über den Ruhrverlauf gezeigt werden (Bild 25.3 und 25.6). Vor allem beim Natrium und dem Chlorid wurde dabei auch der starke Einfluss durch den Zustrom des Ölbachs (km 67) sichtbar (Bild 25.6). Diese hohen Salzfrachten resultieren aus dem Einfluss der Grubenwassereinleitung aus den Altzechen Robert Müser und Heinrich über den Ölbach in die Ruhr. Der Einfluss der Zechen an dieser Stelle ist auch am Anstieg des Bariums nachweisbar. Dieser Eintrag bewirkt mehr als eine Verdoppelung der Konzentration in der Ruhr (Bild 25.9).

Trübung: Neben anderen Faktoren wird die Trübung durch eine Mobilisierung von Sedimenten bei höheren Abflüssen oder Hochwasser verursacht. In der Ruhr ist dies die hauptsächliche Ursache neben sehr geringen Erhöhungen, die durch Wachstum pelagischer Algen verursacht werden können. Wie in den Vorjahren wurden 2022 die höchsten Trübungen während der erhöhten Abflüsse im Februar gemessen. Weitere erhöhte Werte traten im Januar und April auf, erreichten aber nicht die Werte vom Februar (Bild 25.13). Eine algenbedingte Trübung zum Zeitpunkt der höchsten Chlorophyllwerte konnte nicht beobachtet werden.

Auch in den Längsuntersuchungen traten keine lokalen Trübungseignisse auf. In der Winteruntersuchung wurden im Februar die höchsten Werte gemessen. Vor allem an der oberen Ruhr wurden die höchsten Werte bestimmt, die in den folgenden Staustufen wieder abnahmen (Bild 25.3).

Chlorophyll, Sauerstoff und pH-Werte: Die drei Parameter sind durch den Stoffwechsel der Algen direkt miteinander verbunden, so dass eine gemeinsame Betrachtung der Parameter sinnvoll erscheint. Der Parameter Chlorophyll a (Chl-a) dient als

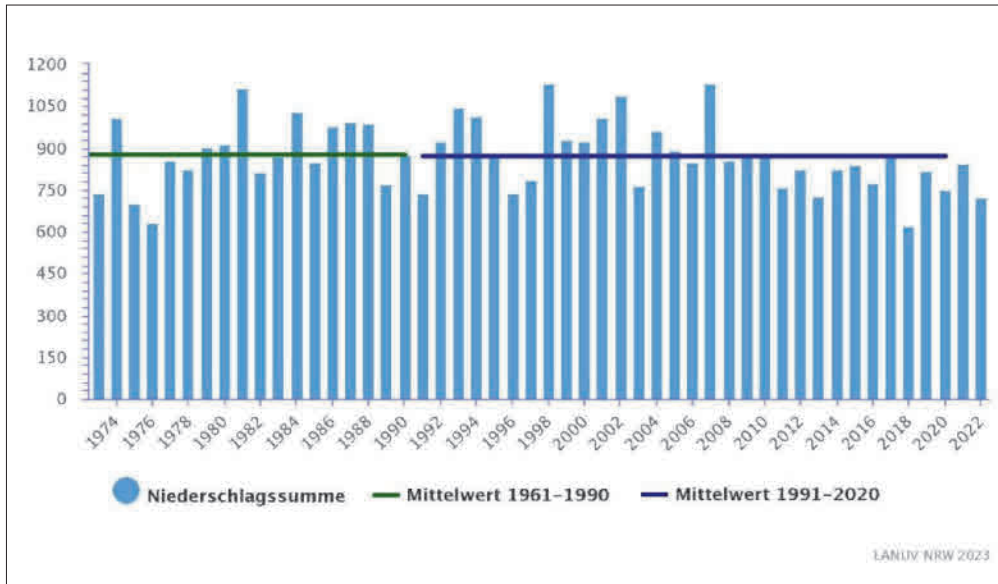


Bild 25.1: Abweichung der Niederschläge in NRW von den Referenzwerten (Quelle: Klimaatlas.NRW, verändert)
 Fig. 25.1: Deviation of precipitation in North Rhine-Westphalia from reference values (source: Klimaatlas.NRW, modified)

Indikator für das Vorkommen von pelagischen Algen (Bild 25.14). Bei einer hohen Stoffwechselaktivität der Algen wird dem Wasser das Kohlenstoffdioxid entzogen, das mit dem Hydrogencarbonat im Gleichgewicht steht. In Folge dessen fällt auch der Gehalt an Hydrogencarbonat, so dass der pH-Wert ansteigt. Als Produkt der Photosynthese der Algen wird dabei Sauerstoff freigesetzt. Typischerweise trat die hauptsächliche Algenentwicklung in der Ruhr erst ab den größeren Stauhaltungen hinter dem Zustrom der Lenne auf. In der oberen Ruhr waren dagegen nur sehr geringe Chlorophyll-Gehalte nachweisbar. Die hauptsächliche Algenblüte erfolgte im Frühjahr ab März, zeigte aber durch die hohen Abflüsse Anfang April einen deutlichen Einbruch. Anschließend entwickelten sich ab April über Mai sowie später im Juli/August noch einmal die Chlorophyllgehalte in drei Wellen.

Die Chlorophyllkonzentrationen wiesen dabei wie in den letzten Jahren auf ein nur mäßiges Wachstum der pelagischen Algen hin. Der maximale Chlorophyllgehalt lag an der Probe-stelle Essen-Rellinghausen im August mit knapp 70 µg/l vor. Die Höhe lag im Vergleich zum Vorjahr bei nur knapp der halben Konzentration (Bild 25.14). Der Trend zu geringeren Algendichten bei den pelagischen Algen setzte sich damit auch 2022 fort. In den Längsuntersuchungen vom Frühjahr und Herbst wurde der Anstieg der Algengehalte über den Ruhrverlauf noch einmal deutlich (Bild 25.5). Bei der Herbstmessung wurde anscheinend die späte Algenentwicklung mit-erfasst. Entsprechend der wenig ausgebildeten Algenentwicklung zeigte sich auch bei den gemessenen pH-Werten (Bild 25.15) und dem gelösten Sauerstoff (Bild 25.16) nur ein geringer Zusammenhang zu den Chlorophyllwerten als Parameter des Algenwachstums. Bei den pH-Werten wurden in geringerem Umfang parallel zu den Chlorophyllwerten noch Spitzenwerte gefunden, dagegen weisen die Sauerstoffgehalte keiner Abhängigkeiten auf. Die Gehalte werden hier vor allem

durch die Wassertemperaturen und die mögliche Löslichkeit des Gases bestimmt. Effekte des Algenwachstums konnten in den Messreihen der Längsuntersuchungen nicht nachgewiesen werden.

Bei der Messreihe im Herbst, die nur sehr viel geringere Chlorophyll-gehalte aufwies, waren keinerlei Effekte auf die abhängigen Parameter pH-Werte und Sauerstoff nachzuweisen (Bild 25.3, 25.5).

Nährstoffe, gebundener Kohlenstoff und UV-Absorption:

Bei dem Wachstum von Land- als auch von Wasserpflanzen werden Nährstoffe aufgenommen. Dabei sind vor allem die Makronährstoffe – Stickstoff und Phosphat – von entscheidender Bedeutung für die Entwicklung der Pflanzen. Entsprechend des Wachstums ist deshalb in der Vegetationsphase mit einer Abnahme dieser Makronährstoffe zu rechnen, sowie nach der Vegetationsphase in der Seneszenz mit einer Freisetzung von Nährstoffen und dem gebundenen Kohlenstoff aus dem Pflanzenwachstum. In unserer Kulturlandschaft werden diese natürlichen Stoffkreisläufe aber oft durch die Maßnahmen bei der Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Flächen überdeckt, da zusätzliche Düngemittel den benötigten Stickstoff und das Phosphat zu Beginn der Vegetationsphase zuführen, aber auch durch die Ernte am Ende der Vegetationsphase diese Nährstoffe und der Kohlenstoff aus dem Kreislauf entfernt werden. Als weiterer Faktor, der diese Kreisläufe beeinflusst, sind die Einträge über die Abwasserentsorgung zu nennen. Auf Grund der jahreszeitlichen Temperaturschwankungen werden dabei vor allem die Stickstoffe mit variierenden Gehalten in die Gewässer nach der Klärung abgegeben.

In den zeitdichten Untersuchungen werden von den Stickstoffen das Nitrat und das Ammonium untersucht, die als

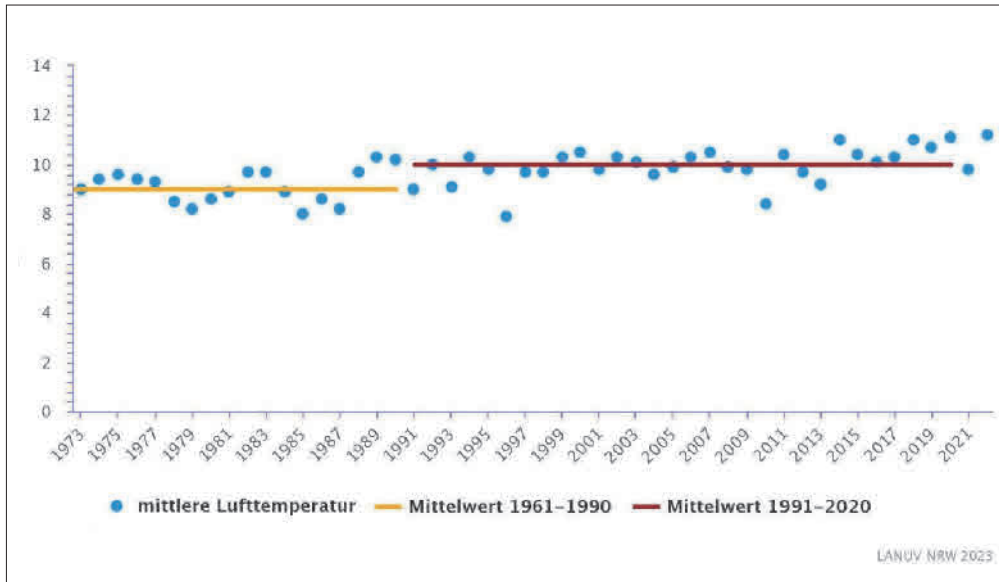


Bild 25.2: Verlauf der Lufttemperaturen mit Relation zu den Referenzwerten (Quelle: Klimaatlas.NRW, verändert)
 Fig. 25.2: Temperature curve in relation to reference values (source: Klimaatlas.NRW, modified)

Stickstoffquelle bzw. als Abbauprodukt für die Stickstoffverbindungen stehen. Für das Jahr 2022 wurde ein typischer Verlauf dieser Nährstoffe nachgewiesen: für das Nitrat traten zu Jahresbeginn hohe Werte auf, die sich im Frühjahr wahrscheinlich durch die Düngemaßnahmen bis zum März/April noch etwas erhöhten. Über die Vegetationsphasen wurden im Anschluss abnehmende Konzentrationen nachgewiesen, bis ab dem Spätsommer und Herbst durch das Ende der Vegetationsphase bis in den Winter hinein eine Trendumkehr zu wieder höheren Werten festgestellt wurde (Bild 25.17).

Zu Beginn des Jahres wurden auf Grund eines nicht vollständigen Abbaus in Kläranlagen bei den niedrigen Temperaturen für das Ammonium die höchsten Werte gemessen. Im weiteren Jahr lagen dann die Werte auf einem niedrigen Niveau. Einzelne Schwankungen müssen für diesen Zeitraum auf lokale Ereignisse zurückgeführt werden. Mit dem Spätsommer/Herbst trat an den meisten Messstellen ein neuerlicher Anstieg auf, der wahrscheinlich durch das Ende der Vegetationszeit, die Seneszenz und die Ernte, aber auch durch die erneuten Düngungen für die Nachfrucht verursacht wurde (Bild 25.18).

In den Ruhrlängsuntersuchungen wurde neben diesen beiden Stickstoffverbindungen noch das Nitrit untersucht, das als Bindeglied im Stickstoffkreislauf zwischen dem oxidierten Nitrat und dem reduzierten Ammonium steht. Bei den vier Untersuchungen liegen die Stickstoffverbindungen auf verschiedenen Konzentrationsniveaus und bestätigen damit die jahreszeitlichen Verläufe aus den zeitdichten Untersuchungen. In der Winter- und Frühjahrsuntersuchung im Februar und März des Jahres lag das Nitrat vor der Vegetationsperiode auf dem höchsten Niveau. Ein deutlich reduzierter Gehalt wurde im Sommer im August nachgewiesen, der auch über den Ruhrverlauf noch abnahm. In der Herbstuntersuchung Ende September zeigten sich schon wieder gestiegene Konzentrationen

(Bild 25.4). Beim Nitrit als teilreduziertem Stickstoff traten vor allem im Frühjahr erhöhte Werte auf. Das Ammonium als reduzierte Verbindung lag in der Winter- und Frühjahrsanalyse mit den höchsten Werten vor. Allerdings sind die Konzentrationsunterschiede bei den vier Untersuchungen bei dem Ammonium sehr gering (Bild 25.4).

Ein weiterer Makronährstoff ist das gelöste Phosphat, das in Gewässern oft als limitierender Nährstoff für das Pflanzenwachstum fungiert (Bild 25.19). Dieser Nährstoff wies stark schwankende Konzentrationen in der zeitdichten Untersuchung auf. Ein eindeutiger Trend ist deshalb aus den Konzentrationen nicht abzuleiten. Einzig im Frühjahr ist mit den niedrigsten Werten der Entzug durch die Vegetation nachweisbar. In den Längsuntersuchungen liegen für das Frühjahr und den Herbst ebenfalls Werte vor. Hier kann der Anstieg im Ruhrverlauf durch die zunehmenden Einträge abgelesen werden, ein jahreszeitlich bedingter Unterschied in den Konzentrationen lässt sich aus den Werten aber nicht ableiten (Bild 25.4).

Gelöster organisch gebundener Kohlenstoff wird durch biologische Aktivität gebildet, kann aber auch durch den Abbau von biologischem Material freigesetzt werden, auch durch anthropogene Einträge. Er ist ein Maß für die organische Belastung des Gewässers (Bild 25.20). In der Ruhr liegen die Konzentrationen im Jahresgang jedoch recht einheitlich, weisen aber meist kurzfristige Schwankungen auf. Für 2022 wurden Werte zwischen 1,4 und 5,6 mg/l gemessen. Die statistischen Jahresmittelwerte liegen alle zwischen 2,5 und 2,8 mg/l in allen untersuchten Stationen und weisen damit auf eine Grundbelastung hin, die über den gesamten Ruhrverlauf vorliegt und sich nicht durch Einleitungen mit den Einträgen aufbaut. Dabei wird aber sowohl bei den Maximalwerten als Bezugsgröße für das Fließgewässermemorandum als auch bei den 90er Perzenten

tilen der Zielwert an allen Messstellen überschritten. Auch in den Längsuntersuchungen konnte über den gesamten Ruhrverlauf eine einheitliche Konzentration nachgewiesen werden, die nur in der Frühjahresmessung eine abgesenkte Konzentration aufwies (Bild 25.4).

Organische Substanzen wie die Kohlenstoffe können auch über die UV-Adsorption sehr sensitiv gemessen werden. Dabei werden neben Kohlenstoffen auch weitere organische Moleküle wie die Peptide detektiert (Bild 25.21). Dieser Parameter zeigte einen nahezu parallelen Verlauf zu den DOC-Messungen. So wurde auch hier ein geringfügig niedrigeres Niveau in der frühen Vegetationszeit gemessen, sonst aber meist eine über den Ruhrverlauf ausgeglichene Höhe bestimmt. In den Längsuntersuchungen wurde dieser Wert über den Ruhrverlauf ebenfalls mit meist gleichbleibenden Konzentrationen gemessen. Wie in den Vorjahren war jedoch nach dem Möhne-Zufluss ein deutlicher Anstieg der Adsorption in der Frühjahrs-, Sommer- und Herbstmessung nachweisbar (Bild 25.3).

Bei den Messungen der Farbe bei 436 nm wurden ebenfalls nur geringe Änderungen im Ruhrverlauf nachgewiesen. Die Maximalwerte schwankten zwischen 0,40 und 0,90 1/m, wobei der höchste Wert auf einem Einzelwert beruht. Bei den 90er Perzentilen wird das ausgeglichene Niveau klar: Hier wurden Werte zwischen 0,39 und 0,50 1/m ermittelt (Bild 25.22). Auch die Längsuntersuchungen bestätigten diese Beobachtung (Bild 25.3). Bei den Messungen traten aber auch einzelne Maximalwerte auf, die nur über lokale Ereignisse erklärbar sind.

Metalle: Auf Grund der unterschiedlichen Bestimmungsgrenzen bei den Metallen in den Laboren waren auch im Jahr 2022 die Gehalte nicht an jeder Untersuchungsstelle durchgehend nachweisbar. An der Messstelle Essen-Rellinghausen wird bei den Metallen mit sehr niedrigen Bestimmungsgrenzen regelmäßig ein durchgängiger Verlauf nachgewiesen. An den übrigen Messstellen werden größtenteils mit hohen Bestimmungsgrenzen nur die höchsten Konzentrationen im Jahresverlauf detektiert. Für die Metalle liegt auf Grund früherer Belastungen, die geogen oder anthropogen bedingt sein können, meist eine Korrelation der Messwerte mit den Abflüssen der Ruhr vor. Durch erhöhte Abflüsse werden belastete Sedimente remobilisiert und führen zu Nachweisen bei höheren Abflüssen. Typischerweise sind deshalb bei erhöhten Abflüssen und Hochwasser die Maximalwerte nachweisbar (Bild 25.23 – 25.25).

Für das Cadmium wurden neben der Messstelle in Essen-Rellinghausen insgesamt nur drei Messwerte erfasst. Wie erwartet lagen diese Nachweise der Spitzenkonzentrationen während der erhöhten Abflüsse im Februar des Jahres. Auch an der Messstelle Essen-Rellinghausen wurden zu diesem Zeitpunkt die Maximalwerte ermittelt (Bild 25.23). Allerdings trat in Essen eine weitere kleine Konzentrationsspitze Anfang November auf, die bei einer deutlichen Trübung der Probe auf

eine Rücklösung hindeutet. Für dieses Metall existiert keine Bewertung durch das Gewässermemorandum. Bei einer Bewertung nach Trinkwasserverordnung (Grenzwert Trinkwasserverordnung 3 µg/L) stellt das Auftreten des Cadmiums auch bei den erhöhten Abflüssen keine Gefährdung für die Trinkwasserversorgung dar.

Bei dem Parameter Chrom wurde eine einheitliche Bestimmungsgrenze am oberen Ruhrverlauf mit nur wenigen Messwerten oberhalb der Bestimmungsgrenze in den Zeiten des hohen Abflusses nachgewiesen. An der Probestelle in Essen-Rellinghausen konnte durch die zeitlich sehr dichte Probenahme ein deutlich feiner aufgelöster Verlauf aufgezeigt werden, bei dem auch die höchsten Werte im Frühjahr lagen. Die Maximalwerte wurden für Chrom im Jahr 2022 an der unteren Ruhr in Essen-Kettwig und Mülheim-Styrum erreicht: neben den vergleichbaren Werten während des Frühjahrs wurden hier zwischen Juli und September die höchsten Werte gemessen. In diesem Zeitraum waren an keiner anderen Messstelle erhöhte Werte nachzuweisen. Da diese Belastung zum ersten Mal auftrat, sollte der Parameter in dieser Messstelle besonders beachtet werden, um ggf. eine Ursache für das erhöhte Vorkommen von Chrom herauszufinden. Trotz dieser vorgefundenen Werte zeigten die Konzentrationen im Hinblick auf die Grenzwerte für Trinkwasser noch einen großen Abstand (Grenzwert der Trinkwasserverordnung (50 µg/L, Bild 25.24).

Auf Grund der historischen und geogenen Belastung der Ruhr mit Nickel konnten für dieses Metall deutlich mehr Werte bestimmt werden. Auch dieses Metall korreliert stark mit dem Abfluss, so dass hier vor allem eine Remobilisierung des Metalls aus den Sedimenten auftritt (Bild 25.25). In den Zeiten des erhöhten Abflusses konnte das Metall durchgängig in der Ruhr nachgewiesen werden. Der höchste Wert wurde wiederum in Essen-Rellinghausen bei der zeitlich sehr dichten Probenahme gefunden. Mit nahezu gleich hohen Werten wurde an der Probestelle in Essen-Kettwig und Mülheim-Styrum im September eine weitere Konzentrationsspitze nachgewiesen, die parallel zu der Auffälligkeit bei Chrom lag. Da beide Metalle bei der galvanischen Bearbeitung nacheinander eingesetzt werden, ist ein Zusammenhang zwischen den beiden Befunden nicht auszuschließen. Eine genaue Beobachtung der weiteren Werte für die Metalle ist notwendig, um eine Einleitung im Vorfeld vor diesen Messstellen auszuschließen.

Gelöstes Mangan wurde als weiteres Metall in der zeitdichten Untersuchung betrachtet. Für dieses Metall konnten an allen Messstellen Werte oberhalb der Bestimmungsgrenzen nachgewiesen werden (Bild 25.26). Neben dem Einfluss durch die Wasserführung, der sich besonders an der unteren Ruhr nachweisen ließ, wurden in der mittleren Ruhr noch weitere Konzentrationsspitzen unabhängig von der Abflusssituation nachgewiesen. Besonders betroffen mit den höchsten Werten war die Messstelle Hengstey, die durch einen durchgängig höheren Gehalt an Mangan gekennzeichnet ist. Neben einer sehr hohen Spitze im Januar traten weitere kleinere Spitzenkonzentrationen über das ganze Jahr verteilt auf, besonders waren aber

die höchsten Werte im Juli und August auffällig. Auch stromaufwärts in Schwerte-Westhofen war eine Konzentrationsspitze in diesem Zeitraum nachweisbar. Eine Ursache für das Auftreten von gelöstem Mangan in Hagen kann nicht eindeutig bestimmt werden: neben einer Einleitung könnte auch eine Rücklösung von Mangan durch höhere Konzentrationen von Komplexbildnern einen Einfluss haben. Ein solcher Einfluss von Komplexbildnern konnte in Hagen bereits einmal nachgewiesen werden. Allerdings korrelierten für 2022 in Hagen die Messungen für die Komplexbildner nicht mit dem gelösten Mangan in der Ruhr.

Im Rahmen der Längsuntersuchungen der Ruhr wurde ein größeres Spektrum an Schwermetallen untersucht: neben Cadmium, Chrom und Nickel wurden hier noch Kupfer, Blei und Zink untersucht (Bild 25.6). Für Cadmium, Chrom und Blei konnten die weitgehend gleichbleibenden Konzentrationen bestätigt werden, für Nickel und Kupfer wurde über die Fließstrecke ein leichter Anstieg der Konzentrationen beobachtet. Bei Zink trat vor allem in der Winter- und der Frühjahrsmessung eine höhere Konzentration im Oberlauf der Ruhr auf, die mit der Laufstrecke abnahm. Für die weiteren Metalle, Eisen und Mangan, wurde bei Eisen eine gleichbleibende Konzentration mit unterschiedlichen Schwankungen in den Quartalsuntersuchungen nachgewiesen, bei Mangan wurde dagegen eine leichte Zunahme über die Fließstrecke beobachtet, die besonders in der Frühjahrsmessung auftrat (Bild 25.7).

Anthropogene Spurenstoffe: Spurenstoffe aus der Nutzung der Ruhr werden im Messprogramm der zeitdichten Untersuchungen der AWWR nur mit wenigen Substanzen untersucht. In dem gesonderten Messprogramm der AWWR werden deshalb die anthropogenen Spurenstoffe untersucht und im Kapitel 18 gesondert bewertet. Unter den hier untersuchten Verbindungen wurden die adsorbierbaren-organischen-Halogene (AOX) nachgewiesen, die aus Industriechemikalien und Pestiziden stammen können (Bild 25.27). Für AOX wurden auch unterschiedliche Bestimmungsgrenzen angewendet: bei den meisten Untersuchungsstellen wurde bei der Bestimmungsgrenze von 10 µg/l in den meisten Messungen kein Wert nachgewiesen, sondern nur die Konzentrationsspitzen erfasst. Dagegen konnten in Essen mit der kleineren Bestimmungsgrenze von 5 µg/l ein Medianwert von 7 µg/l sowie ein Jahresmittelwert von 6,9 µg/l bestimmt werden. Aus dem jahreszeitlichen Gang wurden dabei keine eindeutigen Abhängigkeiten oder Korrelationen ermittelt. Einzig ein Spitzenwert von 20 µg/l konnte im August an der unteren Ruhr gefunden werden. Der Effekt der unterschiedlichen Bestimmungsgrenzen trat auch bei den Längsuntersuchungen auf. Auch in diesen Untersuchungen wurde eine einmalige Belastung an der unteren Ruhr mit einem Spitzenwert über 20 µg/l nachgewiesen (Bild 25.8).

In der Ruhr werden zusätzlich die Chlorkohlenwasserstoffe (Tetrachlorethen Bild 25.28 und Trichlorethen Bild 25.29) untersucht. Für das Tetrachlorethen wurden nur wenige positive Nachweise an der mittleren Ruhr gefunden, die über der Bestimmungsgrenze und damit auch über dem Zielwert lagen.

Auch an der unteren Ruhr konnte diese Substanz einmalig nachgewiesen werden. Für das Trichlorethen gab es im Jahr 2022 keinen Nachweis über der Bestimmungsgrenze.

Als weitere anthropogene Stoffe werden die Komplexbildner in der Ruhr untersucht. Das DTPA (Diethylentriaminpentaessigsäure) trat als spezieller Komplexbildner in der Vergangenheit in der Ruhr durch einen Emittenten ab Hagen mit sehr hohen Konzentrationen auf. In den Messungen aus dem Jahr 2022 wurde jedoch nur einmalig diese Substanz in Hagen nachgewiesen (Bild 25.29). Als universeller Komplexbildner, der aus vielen häuslichen und industriellen Anwendungen freigesetzt wird, aber auch durch Abbau anderer Komplexbildner entstehen kann, wird das EDTA (Ethylendiamintetraessigsäure) in allen Flusssystemen als Eintrag aus der Abwasserbehandlung nachgewiesen, wobei es nicht oder kaum abgebaut werden kann (Bild 25.30). Dabei übersteigen die gemessenen Konzentrationen im gesamten Ruhrverlauf die Zielwerte aus dem Fließgewässermemorandum, steigen aber über den Ruhrverlauf auch leicht an. Der Komplexbildner Nitriloessigsäure (NTA) wird zusätzlich als ein gut abbaubarer Komplexbildner untersucht. Entsprechend seiner biologischen Abbaubarkeit konnte NTA nicht oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden (Bild 25.31). In den Ruhrlängsuntersuchungen wurden NTA und EDTA untersucht und bestätigen die Aussagen aus den zeitdichten Analysen: ansteigende Gehalte an EDTA und keine Nachweise von NTA wurden in allen vier Untersuchungen aufgefunden (Bild 25.8).

Gewässerhygiene: Der hygienische Zustand der Ruhr wurde anhand der coliformen Bakterien (Bild 25.33) und der *Escherichia coli* untersucht (Bild 25.34). Beide Datenreihen weisen einen vergleichbaren Verlauf auf, der stark mit den Abflüssen in der Ruhr korreliert. So wurden über den gesamten Ruhrverlauf bei den höchsten Abflüssen im Frühjahr auch die höchsten Koloniezahlen in der Ruhr nachgewiesen. Dabei erreichen die Koloniezahlen der coliformen Bakterien meist mindestens die doppelten Höhen im Vergleich zu *E. coli*. Im weiteren Jahresverlauf treten vor allem an der oberen Ruhr einzelne Spitzenwerte bei den Bakterien auf, die auf lokale Einflüsse wie z.B. Starkregen bedingt sein dürften und sich nur begrenzt auf den weiteren Verlauf auswirken. In der mittleren und unteren Ruhr, die durch die Stauhaltungen beeinflusst sind, werden dagegen nur wenige Belastungsspitzen über den Sommer gemessen.

Diese Beobachtungen werden durch die Ruhrlängsuntersuchungen ebenfalls gestützt: in der Untersuchung im Winter mit hohen Abflüssen wurden durchgängig hohe Werte über den gesamten Ruhrverlauf gemessen. Bei der sich anschließenden Frühjahrsuntersuchung im März waren dagegen mit geringen Abflüssen trotz niedriger Temperaturen durchgängig nur sehr geringe Zahlen nachweisbar. Auch im Sommer traten nur niedrige Zahlen auf. Dagegen war in der Herbstuntersuchung Ende September eine sehr schwankende Belastung festzustellen: regelmäßig nach den Zuflüssen, die auch

durch häusliche Abwässer geprägt werden, traten sehr hohe Zahlen auf, während die Ruhrabschnitte ohne direkten Abwassereinfluss niedrige Zahlen aufwiesen. Verursacht dürfte dies durch die etwas erhöhten Abflüsse in diesem Zeitraum sein (Bild 25.4).

Pflanzenschutzmittel: Die Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittel zeigen über die letzten Jahre nur geringe Häufigkeiten bei den Nachweisen dieser Stoffgruppe. So wurden auch im Jahr 2022 nur für fünf Pflanzenschutzmittel Nachweise aus den Analysen erhalten. In über 5.100 Untersuchungen wurden nur 62-mal Pflanzenschutzmittel nachgewiesen (ca. 1,2 %). Bei drei Substanzen handelte es sich nur um einmalige Nachweise. Die überwiegende Anzahl betrafen das Pflanzenschutzmittel MCPA (2-Methyl-4-chlorphenoxyessigsäure), das in knapp 25 % der Untersuchungen gefunden wurde. Aus der gleichen Wirkungsgruppe stellte das 2,4-D (2,4-Dichlorphenoxyessigsäure) mit Nachweisen in 5,8 % der Proben das PSM mit dem zweithäufigsten Vorkommen dar (Tabelle 25.6). Im Vergleich zum Vorjahr stieg damit die Häufigkeit der Nachweise für das MCPA nochmals etwas an, für die zweite Substanz 2,4-D wurde ebenfalls ein Anstieg nachgewiesen. Bei den gemessenen Werten wurden nur für das MCPA meist Werte im einstelligen Nanogramm-Bereich ermittelt. Die höchsten Werte lagen in 8 Proben zwischen 10 und 18 ng/l und damit deutlich von dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung (100 ng/l) entfernt. Diese Befunde waren dabei zeitlich und örtlich eng eingegrenzt auf Ende Mai und Ende September. Für das 2,4-D waren mit einer Ausnahme nur sehr kleine Konzentrationen nachweisbar. Nur in einer Probe wurde ein Wert von 14 ng/l gemessen, der damit ebenfalls keine Gefährdung nach Trinkwasserverordnung bedeutet (Grenzwert 100 ng/l).

Nebengewässer: Durch den Ruhrverband werden zusätzlich zu der Ruhr die acht wichtigsten Nebengewässer vor ihrer Mündung in die Ruhr mit zwei Probenahmen untersucht. Die gemittelten Messwerte wurden in Tabelle 25.3 zusammengefasst. Aus dieser Auswertung wurden sechs Wasserparameter der Zuflüsse ausgewählt und in Bild 25.9 die Mittelwerte den gemittelten Werten der Ruhr an der Mündungsstelle zum Vergleich gegenübergestellt. Auch für 2022 konnten in den Nebengewässern bei einigen Parametern deutlich erhöhte Messwerte nachgewiesen werden. So können aus den Ergebnissen der Nebengewässer punktuelle Veränderungen der Ruhr durch die eingetragenen Belastungen abgeleitet werden.

Wie in den Vorjahren zeigte sich auch im Jahr 2022 eine deutliche Belastung einiger Nebengewässer. So zeigten die Zuläufe aus dem Ölbach und dem Baarbach bei mehreren Parametern sehr hohe Werte. Weitere auffällige Belastungen waren auch im Rinderbach, der Volme, der Lenne und der Hönne zu finden.

Die meisten Belastungen wies der Ölbach auf, die durch die hohen Salzbelastungen durch die hier eingeleiteten Grubenwässer bedingt werden. Hierdurch ist neben der Leitfähigkeit und den Salzen (Natrium, Kalium, Magnesium, Chlorid, Sulfat) vor allem das Barium als Hinweis auf den Bergbaueinfluss zu nennen. Neben dem Einfluss durch die Sumpfungswässer ist aber auch ein Eintrag von Nährstoffen als Hinweis auf Abwasser aus Kläranlagen nachzuweisen, wie etwa Ammonium, Nitrit und Phosphat, aber auch durch coliforme Bakterien; vor allem dient auch das Borat als Abwasseranzeiger. Da auch Industrieabwässer über die Kläranlage Ölbachtal abgeleitet werden, treten hier auch Parameter wie AOX und Mangan auf. Die Salzlasten stellen eine starke Beeinflussung der Ruhrqualität dar.

Für den Baarbach kann anhand der erhöhten Parameter ebenfalls auf unterschiedliche Einträge rückgeschlossen werden. Hier ist neben dem häuslichen Abwasser mit dem Bor, den leicht erhöhten Salzen und der starken Belastung durch die hygienischen Parameter wie coliforme Bakterien und *E. coli* auch eine Belastung durch Industrien durch das erhöhte Vorkommen von EDTA, dem gelösten Mangan und Zink zu nennen.

Für den Rinderbach konnten anhand der Werte die Einträge vor allem aus häuslichem Abwasser nachgewiesen werden. Bei den Nebengewässern Volme, Lenne und Hönne fallen dagegen eher die Einträge aus dem industriellen Bereich auf: Volme und Lenne weisen einen deutlich höheren Gehalt an polyaromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) auf, während in der Hönne vor allem Salze, besonders aber Zink auf den industriellen Eintrag hinweist.

Die relevanten Belastungen für die Ruhr wurden oben beschrieben - u.a. EDTA im Baarbach. Für ausgewählte Parameter wurden die Ergebnisse aus den Nebengewässern in der Graphik (Bild 25.9) den Werten aus der Ruhr gegenübergestellt. Hierdurch kann verdeutlicht werden, welche Parameter ggf. eine Veränderung der Qualität in der Ruhr hervorrufen können. Für 2022 wurden als Parameter die Salze (Leitfähigkeit, Na), Nährstoffe (NO_2 , NH_4), ein Metall (Zn) und *Escherichia coli* als Hygieneparameter ausgewählt. In der graphischen Gegenüberstellung bestätigt sich die sehr hohe Belastung des Ölbachs durch Salze, aber auch durch die reduzierten Stickstoffnährstoffe Ammonium und Nitrit. Die hohen hygienischen Belastungen werden im Baarbach, der Volme und dem Rinderbach sehr deutlich. Eine erhöhte Metallbelastung zeigte sich bei der Hönne. Die Beeinflussung der Ruhr durch die Nebengewässer ist durch die deutlich geringeren Abflüsse der Nebenbäche meist nicht sehr hoch, mit Ausnahme der Salzfrachten durch den Ölbach.

Zielwerte: Zur Bewertung der Wasserqualität werden seit 2017 die Zielwerte des Europäischen Fließgewässermemorandums herangezogen. Neben der Bewertung der Messwerte in den einzelnen Graphiken für die Parameter durch Fettdruck der Maximalwerte werden die Überschreitungen noch einmal in der Tabelle 25.4 zusammengefasst. Bei weiteren Parame-

tern, für die keine Zielwerte im Memorandum festgelegt wurden, werden für die Bewertung die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung mit angegeben. Für die Ruhr wird z. T. neben den Maximalwerten auch noch das 90er Perzentil betrachtet, da es bei kleineren Flusssystemen einen guten Hinweis auf die Häufigkeit der Überschreitungen gibt, da durch die höheren Schwankungen in kleinen Flüssen bei der Betrachtung der Maximalwerte vermehrt Überschreitungen auftreten, die bei großen Flüssen nicht zu finden sind.

Die Metalle Cadmium und Nickel wurden in den früheren Zielwerten für die Ruhr mit betrachtet. Deshalb wurden für die Bewertung hier die Grenzen der Trinkwasserverordnung herangezogen. Für die Metalle wurden 2022 keine Überschreitungen der Trinkwassergrenzwerte nachgewiesen. Bei den Stickstoffverbindungen existieren sowohl Ziel- als auch Grenzwerte. Für diese Stoffgruppe wurden die strengeren Zielwerte des Memorandums für das Jahr 2022 eingehalten. Bei dem gelösten organischen Kohlenstoff wurden die Zielwerte an allen Messstellen überschritten. Allerdings wurde bei der detaillierten Betrachtung deutlich, dass dies nur für 50 % der Proben zutrifft. Bei den Maximalwerten und 90er Perzentilen wurden die Zielwerte regelmäßig überschritten, was auf eine Grundlast hindeutet, wie sie auch in den Vorjahren gefunden wurde (Bild 25.20).

Bei leichten Kohlenwasserstoffen traten lokal im Bereich Schwerte Überschreitungen der Zielwerte auf (Bild 25.28). Eine ganzheitliche Belastung des Flusssystems kann anhand der Häufigkeiten nicht aufgezeigt werden. Beim Komplexbildner EDTA weisen die häufigen Überschreitungen des Zielwerts daraufhin, dass hier eine systemische Belastung des Flusssystems für diesen Parameter vorliegt. Selbst durch den diffusen Eintrag wird das Ziel des Memorandums überschritten. Zusätzlich erhöht wird die Belastung noch durch Zuströme mit hohen Konzentrationen als Punktquellen, wie etwa dem Baarbach oder der Lenne, die erhöhte Werte in der Ruhr verursachen (Bild 25.31). Für DTPA konnte ein einmaliger Nachweis geführt werden. Auf Grund der hohen Bestimmungsgrenze konnte aber bei 50 Proben nicht ausgeschlossen werden, dass der 1 µg/l-Zielwert eingehalten wurde. Für den abbaubaren Komplexbildner NTA wurden keine Überschreitungen nachgewiesen.

Wie in den Vorjahren wurden bei den Pflanzenschutzmitteln keine Überschreitungen der Zielwerte nachgewiesen. Mit Ausnahme des Sauerstoffs wurden bei den physikalischen und anorganischen chemischen Parametern keine Überschreitungen des Zielwertes des Memorandums nachgewiesen. Beim Sauerstoff wurden häufigere Unterschreitungen des Zielwerts aufgefunden. Allerdings wiesen die Sauerstoffwerte einen steigenden Trend gegenüber dem letzten Jahr auf. Damit zeigt sich trotz der Unterschreitungen eine positive Entwicklung dieses Parameters (Tab. 25.4).

Zusammenfassung

Nach dem Jahr 2021 mit dem „Jahrhunderthochwasser“ und höheren Abflüssen als in den trockenen Vorjahren war das Jahr 2022 erneut durch sehr niedrige Niederschläge und eine weiter gestiegene Temperatur charakterisiert. Damit manifestiert sich die Änderung im Klima mit seinen Folgen für die Wassergewinnung an der Ruhr. Im Vergleich zu dem Vorjahr mit den Abflussspitzen in der Jahresmitte zeigte sich ein eher typischer Jahresverlauf für die Wasserführung, allerdings mit niedrigen Abflüssen über eine lange Periode im Sommer, da die früher typischen Sommerniederschläge im September sich nicht im Abfluss widerspiegelten.

Bei den stofflichen Belastungen der Ruhr fielen an der unteren Ruhr für den Bereich Essen-Kettwig und Mülheim-Styrum erstmals besonders hohe Lasten von Chrom und Nickel im Sommer auf. Beide Metalle sind typische Belastungen aus der Galvanik. Hier ist eine weitere Beobachtung und ggf. eine Ursachenforschung angeraten. Als weiteres Metall wurde das gelöste Mangan mit höheren Belastungen im Sommer an der mittleren Ruhr in Hengstey festgestellt. Eine Rücklösung aus dem Sediment durch die Komplexbildner scheint hier unwahrscheinlich, da diese im Bereich Hengstey gegenüber den früheren Befunden deutlich reduziert waren. Allerdings konnte das DTPA einmalig in Hengstey nachgewiesen werden, möglicherweise aus der Altlast aus den früheren Jahren. Deutlich häufiger nachgewiesen wurde das EDTA, das durch die Belastungen aus dem Baarbach, aber auch aus der Lenne erhöht wurde. Bei der Gewässerhygiene wurden erneut die größten Belastungen bei den hohen Abflüssen vorgefunden.

Die Untersuchung der Pflanzenschutzmittel erbrachte eine leichte Erhöhung bei den Befunden aus der Gruppe der Auxine (2,4-D, MCPA), bei der aber die Konzentrationen sehr niedrig blieben. Bei den anderen Wirkstoffen haben sich die Befunde ebenfalls reduziert. Insgesamt wurden weniger Wirkstoffe nachgewiesen. Für die Nebengewässer fielen erneut der Ölbach und der Baarbach mit hohen Belastungen auf. Beim Ölbach, der durch Sumpfungswasser aus dem Bergbau stark belastet ist, wirkt sich dieser Eintrag auch bis in die Ruhr aus. Der Baarbach mit industriellen und häuslichen Abwässern zeigt dagegen keinen so starken Einfluss auf die Ruhr, da er nur einen geringen Abfluss gegenüber der Ruhr hat.

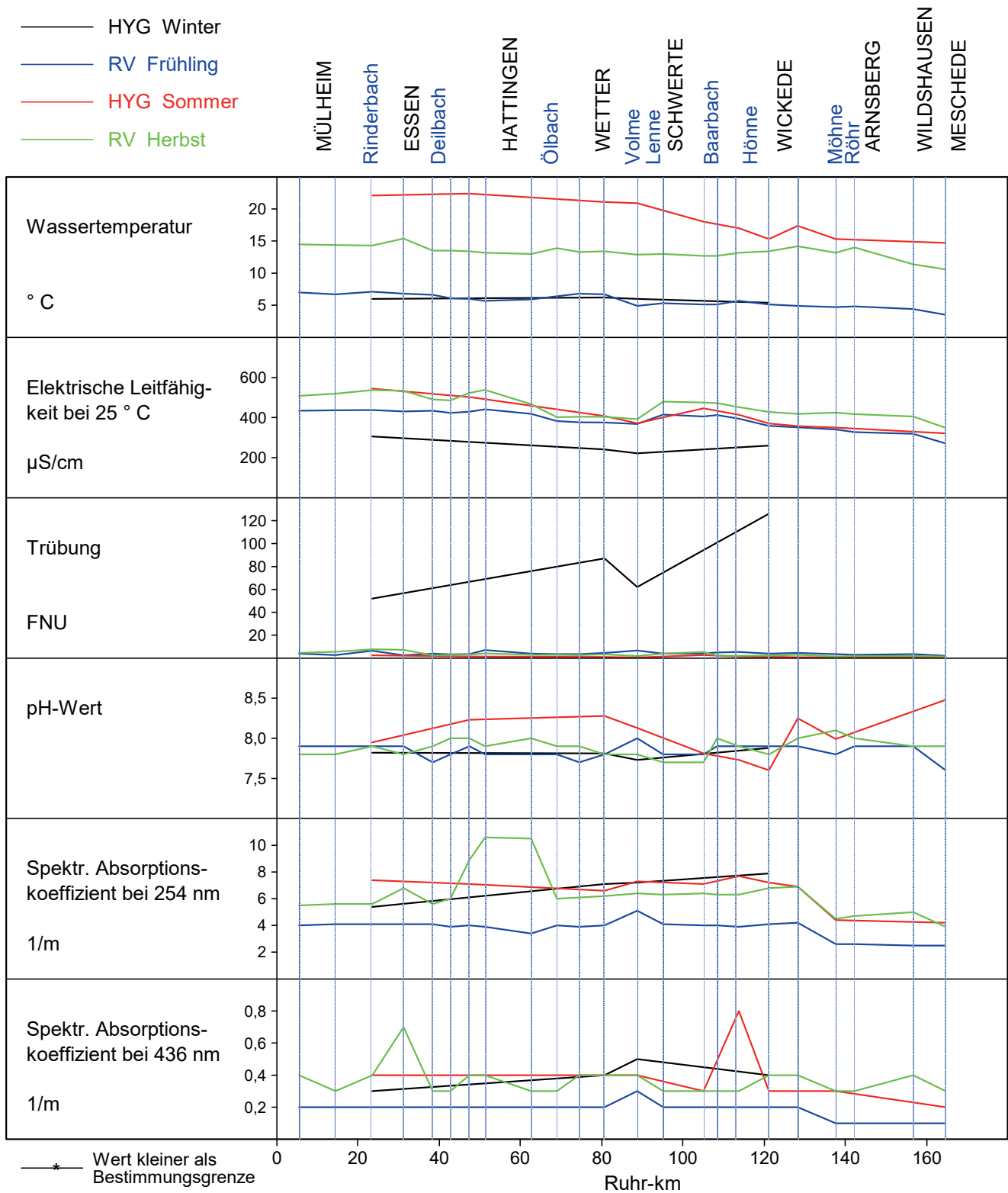


Bild 25.3: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr in den Ruhrlängsuntersuchungen
 Fig. 25.3: Water condition of the Ruhr according to the examinations along the Ruhr

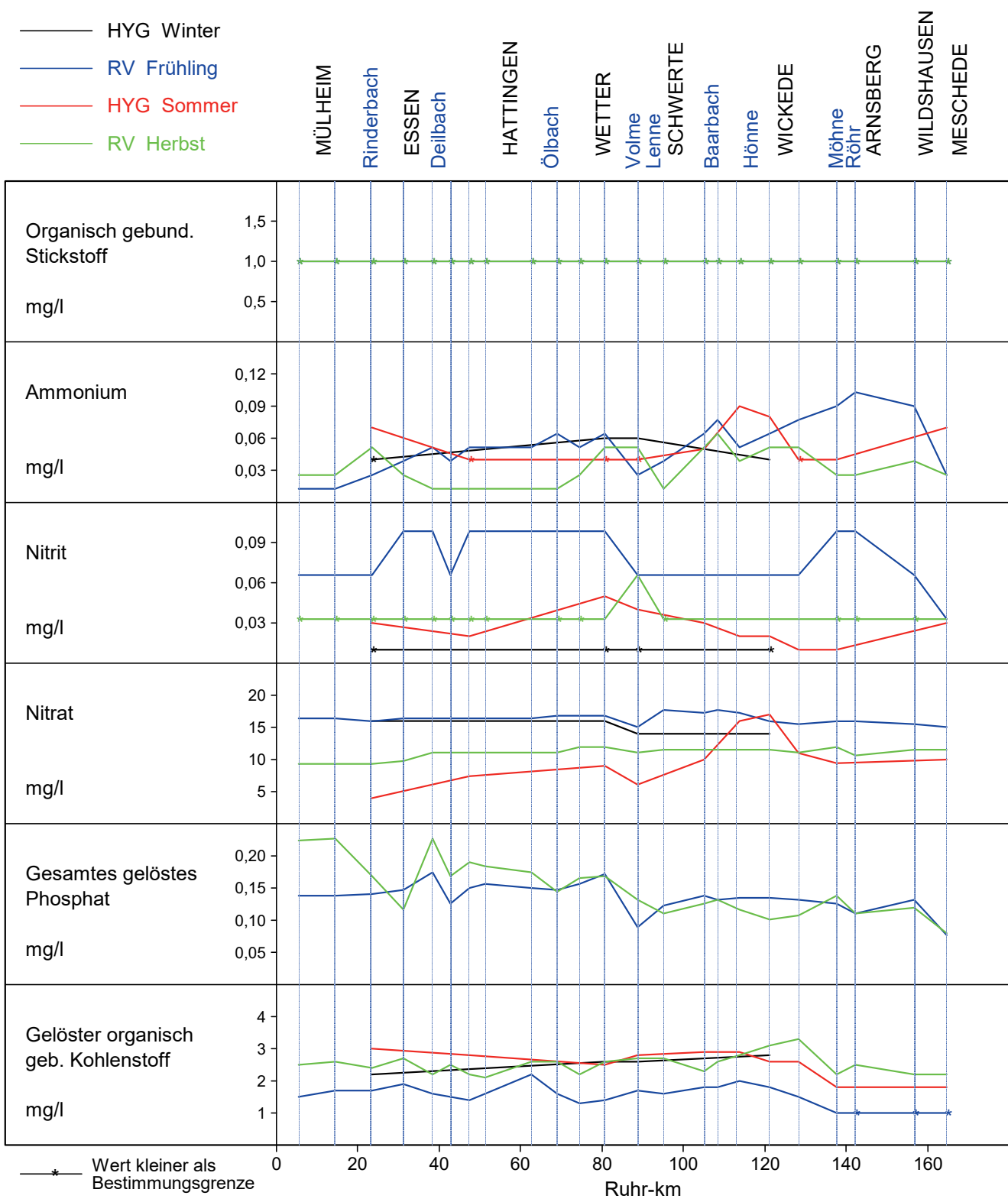


Bild 25.4: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr in den Ruhrlängsuntersuchungen
 Fig. 25.4: Water condition of the Ruhr according to the examinations along the Ruhr

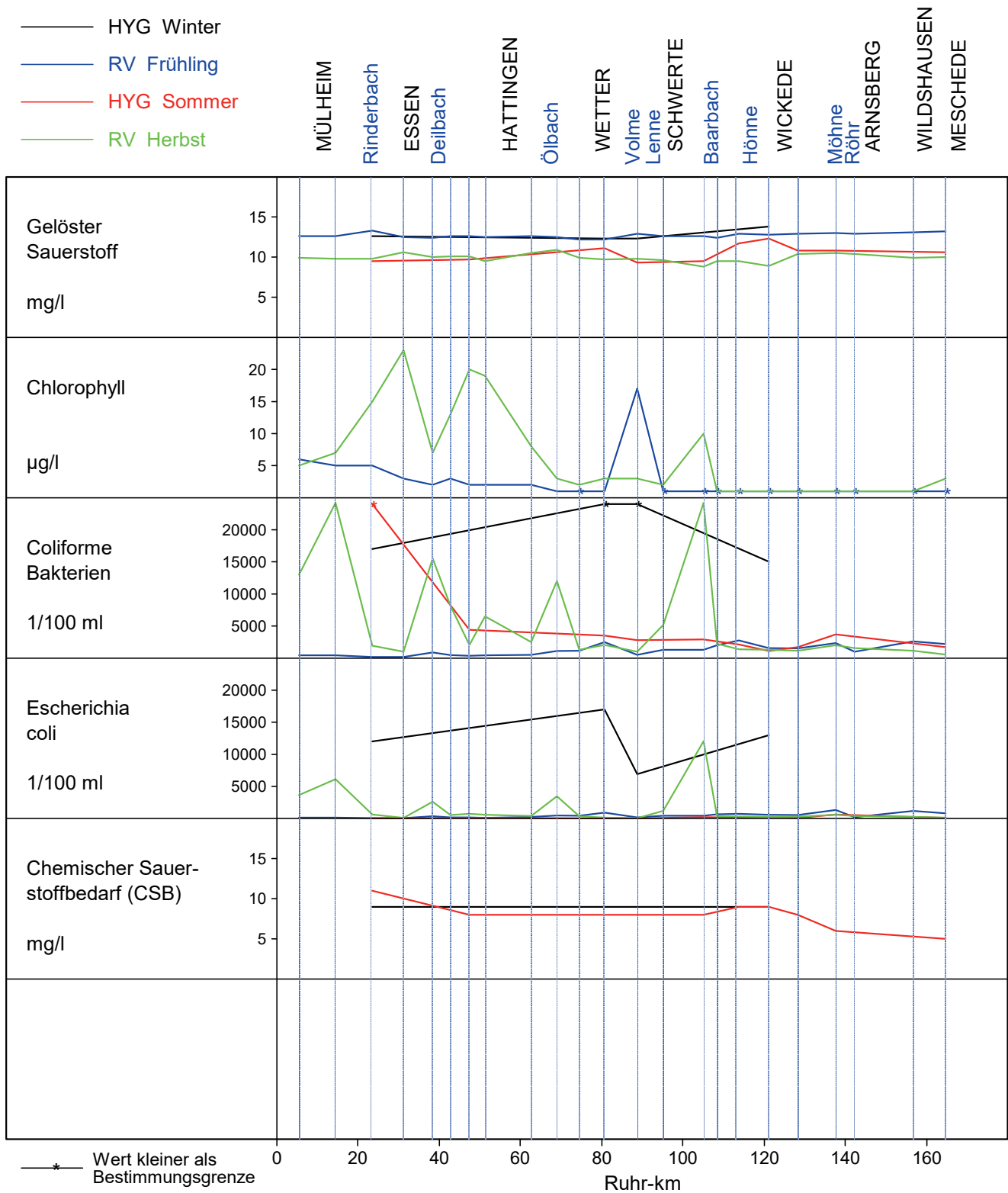


Bild 25.5: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr in den Ruhrlängsuntersuchungen
 Fig. 25.5: Water condition of the Ruhr according to the examinations along the Ruhr

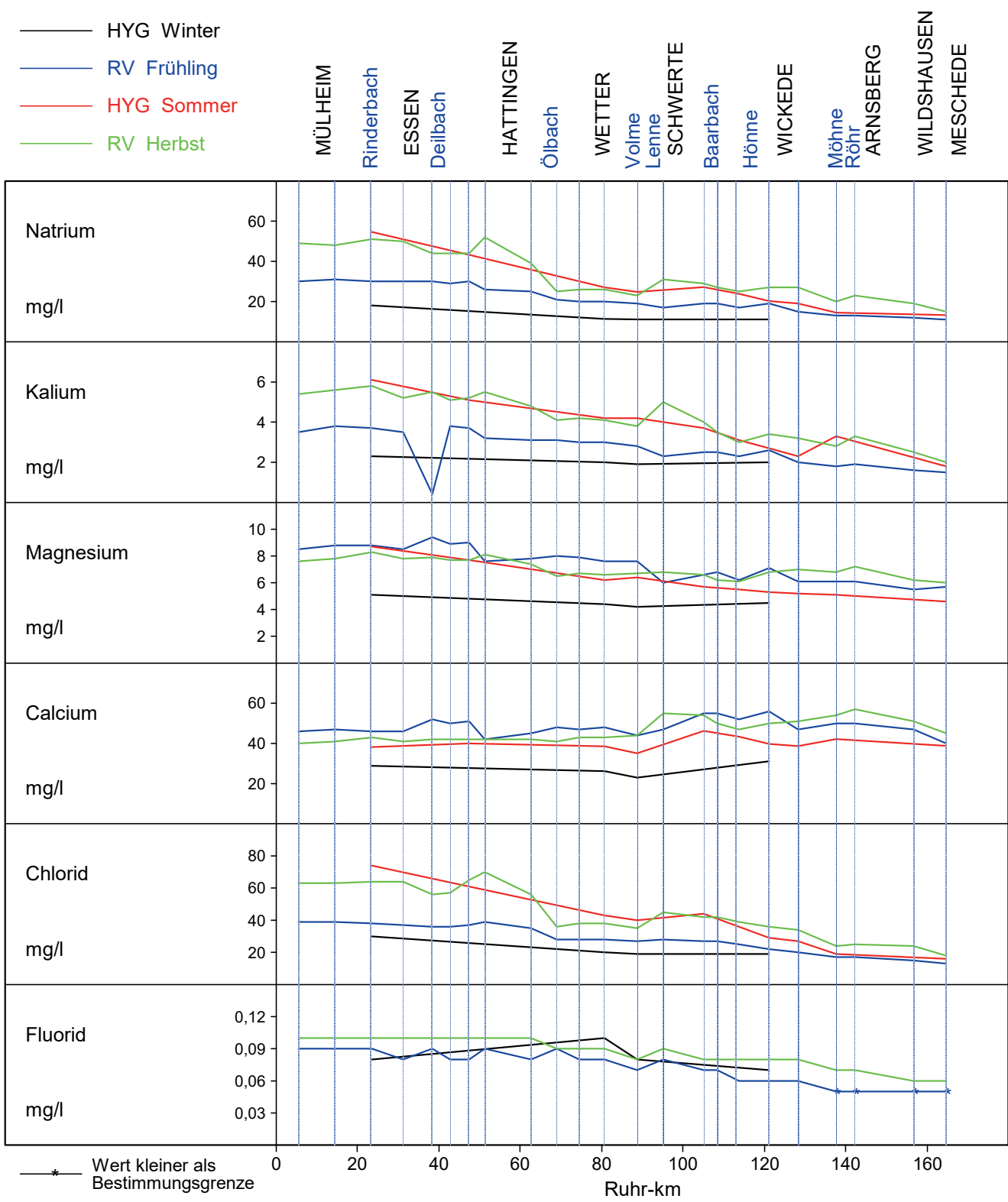


Bild 25.6: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr in den Ruhrlängsuntersuchungen
 Fig. 25.6: Water condition of the Ruhr according to the examinations along the Ruhr

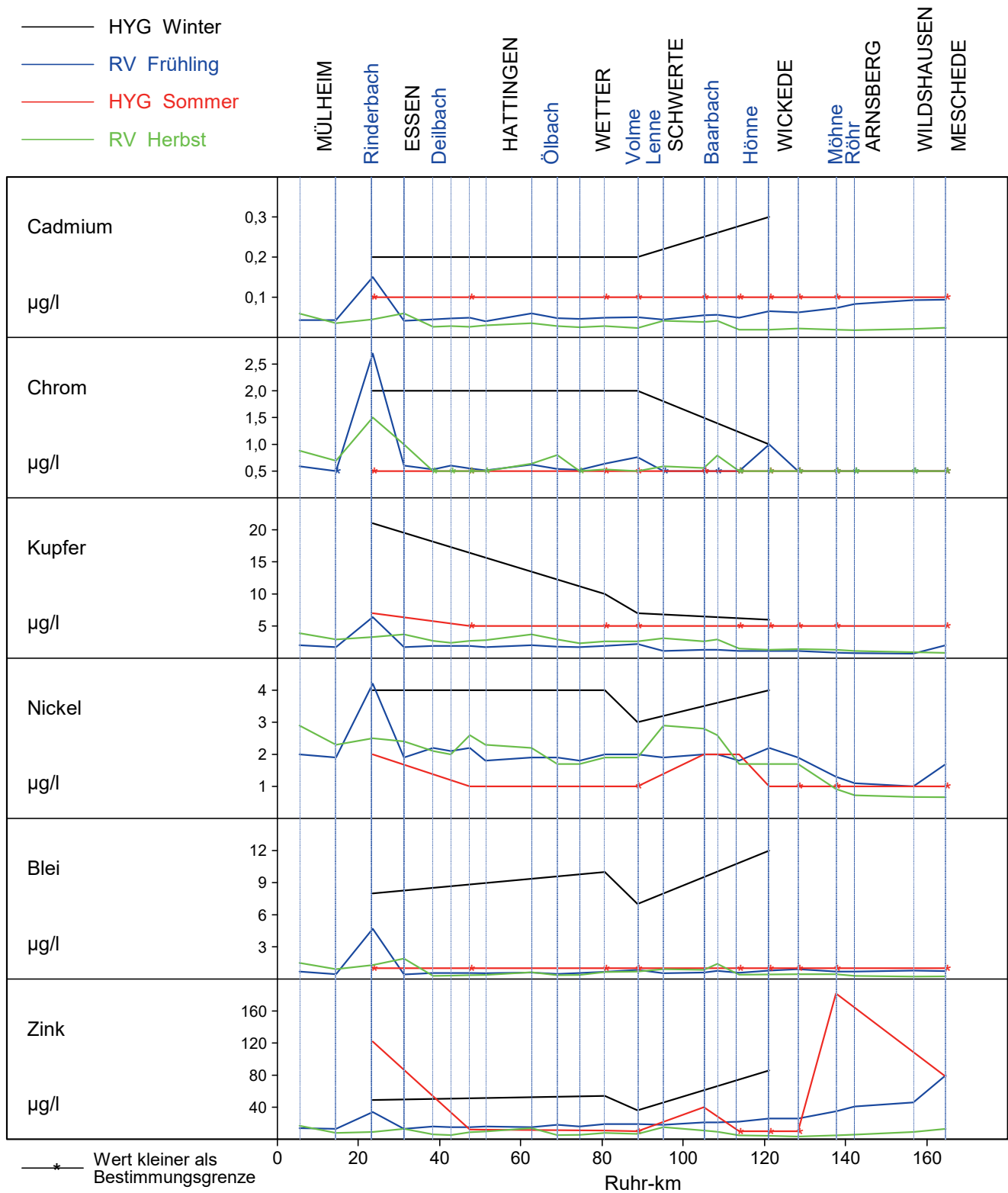


Bild 25.7: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr in den Ruhrlängsuntersuchungen
 Fig. 25.7: Water condition of the Ruhr according to the examinations along the Ruhr

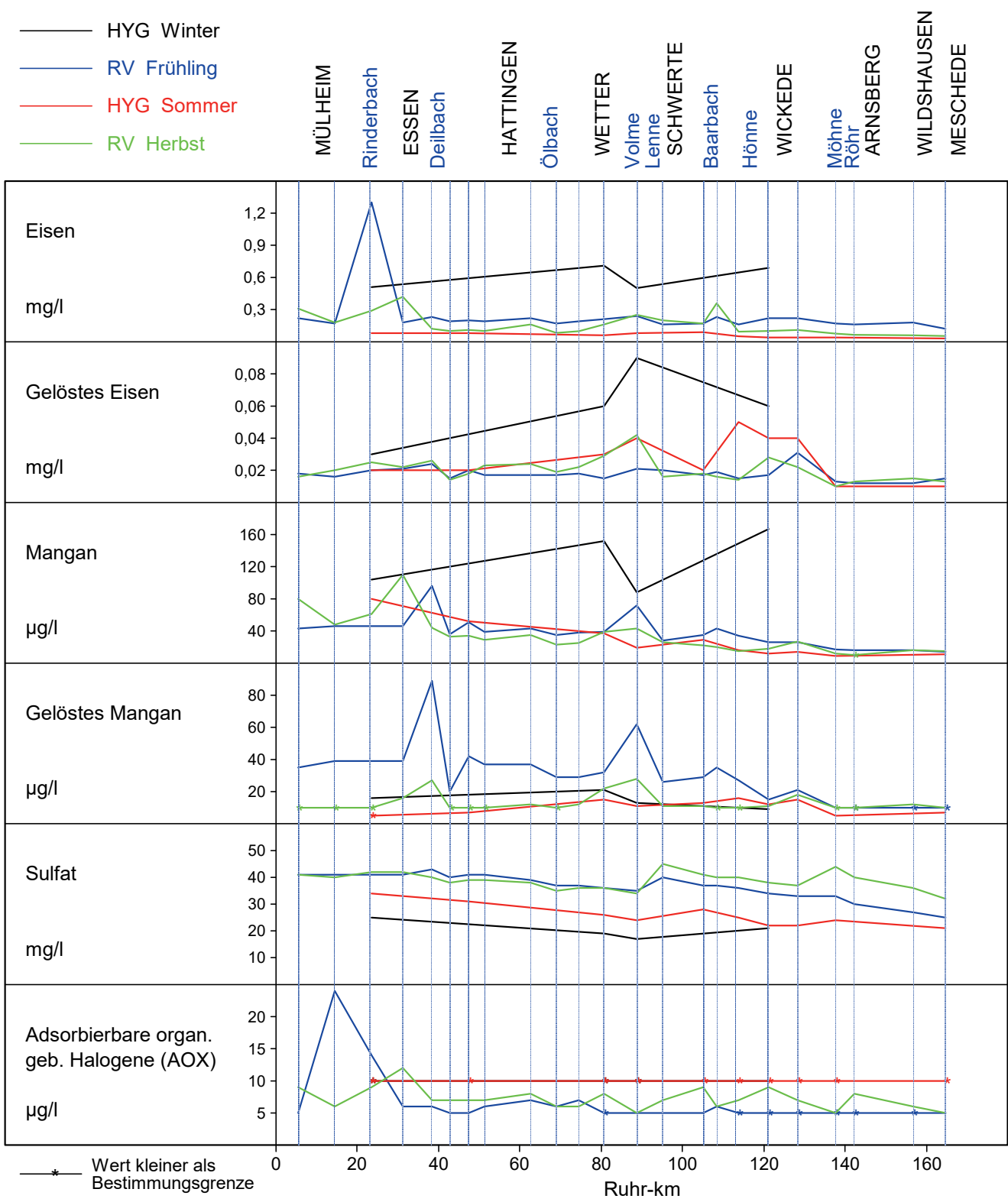


Bild 25.8: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr in den Ruhrlängsuntersuchungen
 Fig. 25.8: Water condition of the Ruhr according to the examinations along the Ruhr

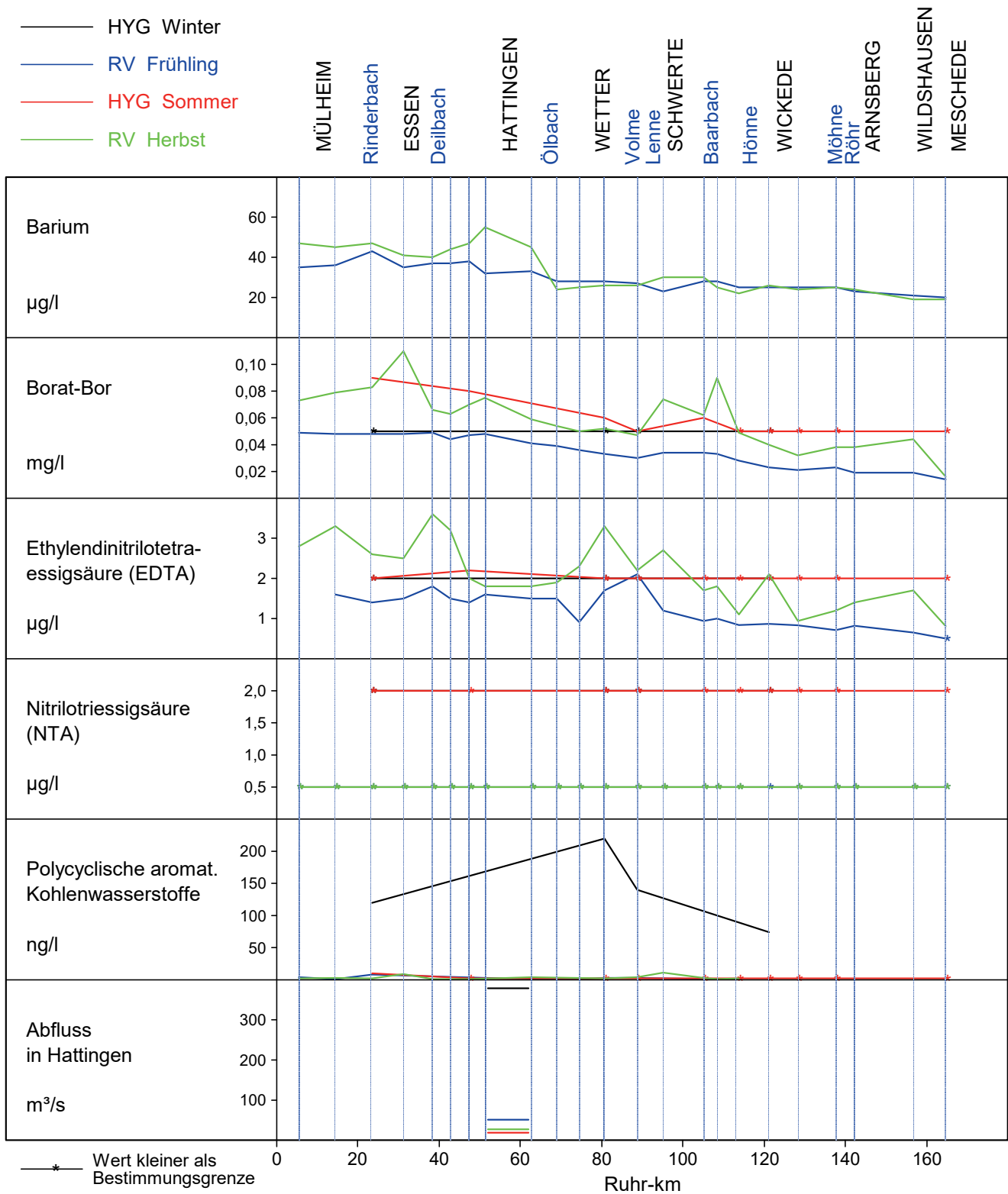


Bild 25.9: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr in den Ruhrlängsuntersuchungen
 Fig. 25.9: Water condition of the Ruhr according to the examinations along the Ruhr

Kenngröße: Wassertemperatur

Einheit: ° C

Zielwert: 25 ° C

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	135	5	115	53	56	52	54	78
Arith. Jahresmittel	13,5	13,9	13,3	14,1	13,1	12,7	12,2	11,8	11,5	12,3
Geom. Jahresmittel	12,0	12,5	11,5	12,5	11,2	10,9	10,7	10,4	10,3	10,8
Geom. Sommermittel	17,1	17,5	17,6	16,4	17,8	16,3	15,8	15,4	14,5	15,9
Geom. Wintermittel	8,5	8,9	7,5	8,4	7,2	7,2	7,3	7,0	7,3	7,6
Maximalwert	22,1	22,9	23,8	24,3	23,7	21,8	20,4	21,0	19,0	21,8
Datum des Max.	08.08	09.08	20.07	25.07	15.08	Mehrere	Mehrere	25.07	21.07	Mehrere
90-Perzentil	22,0	22,6	22,0	20,7	21,8	19,9	19,9	18,6	17,3	19,0
50-Perzentil	13,0	13,8	13,3	13,9	12,9	13,1	12,2	11,5	12,1	13,2
10-Perzentil	6,2	6,5	5,8	7,8	5,0	5,2	5,4	5,4	5,6	5,3
Minimalwert	5,9	6,5	1,7	5,1	2,9	0,8	1,5	1,5	1,3	1,8
Datum des Min.	07.03	Mehrere	16.12	01.02	Mehrere	19.12	19.12	19.12	15.12	Mehrere

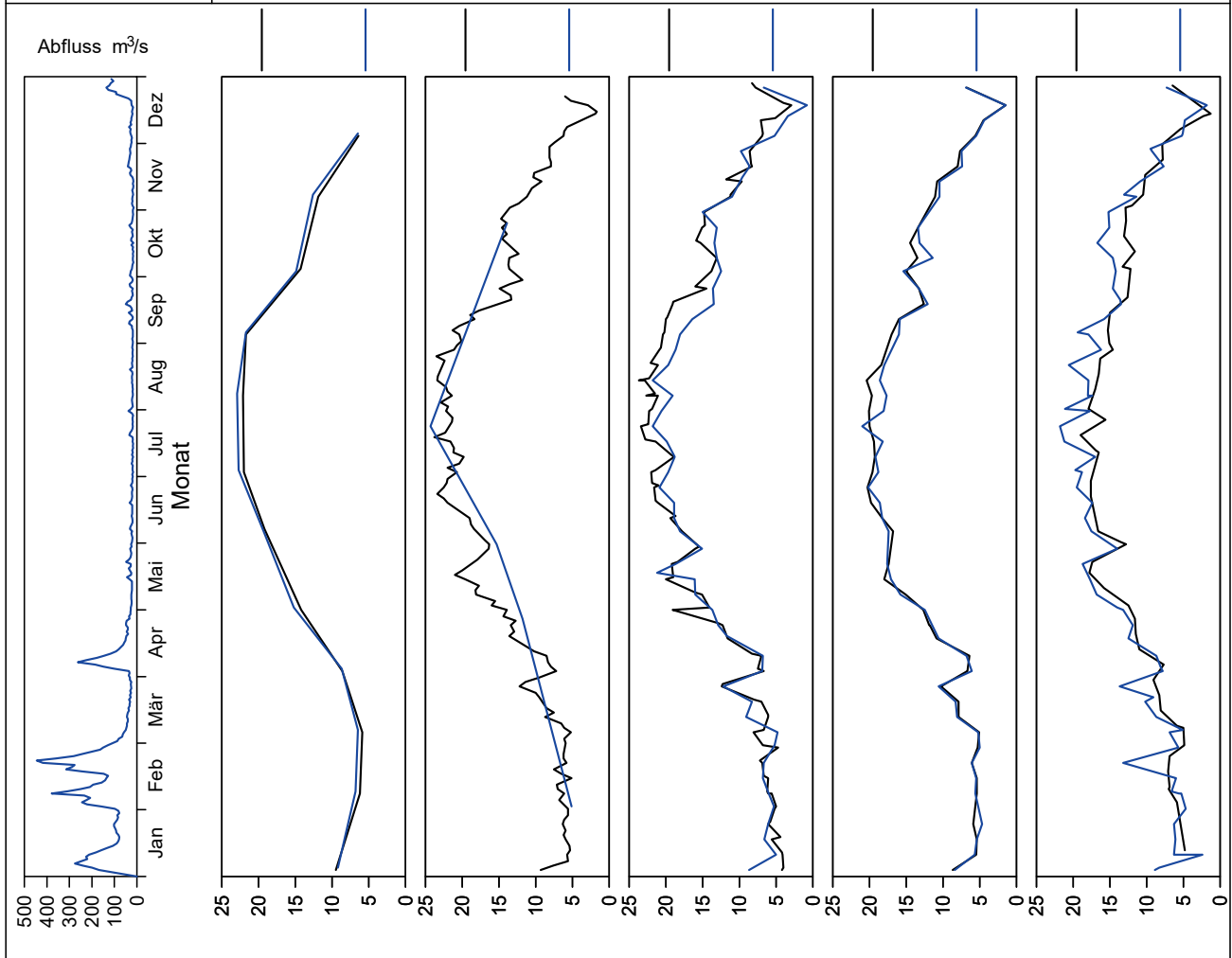


Bild 25.10: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 25.10: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Elektrische Leitfähigkeit bei 25 ° C

Einheit: $\mu\text{S}/\text{cm}$

Zielwert: 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	135		50	52	48	48	54	60
Arith. Jahresmittel	496	489	473		390	372	441	418	377	366
Geom. Jahresmittel	485	476	462		384	366	436	413	374	362
Geom. Sommermittel	543	534	504		411	387	446	421	370	370
Geom. Wintermittel	433	424	402		358	347	425	406	379	355
Maximalwert	608	611	631		464	447	537	508	475	446
Datum des Max.	07.11	08.11	24.10		16.05	09.05	19.12	19.12	08.12	07.06
90-Perzentil	590	571	565		451	433	505	480	433	424
50-Perzentil	528	524	506		412	386	456	432	380	366
10-Perzentil	319	321	311		280	271	342	328	303	297
Minimalwert	305	256	250		226	211	284	265	284	244
Datum des Min.	07.02	08.02	23.02		21.02	21.02	07.02	21.02	24.02	21.02

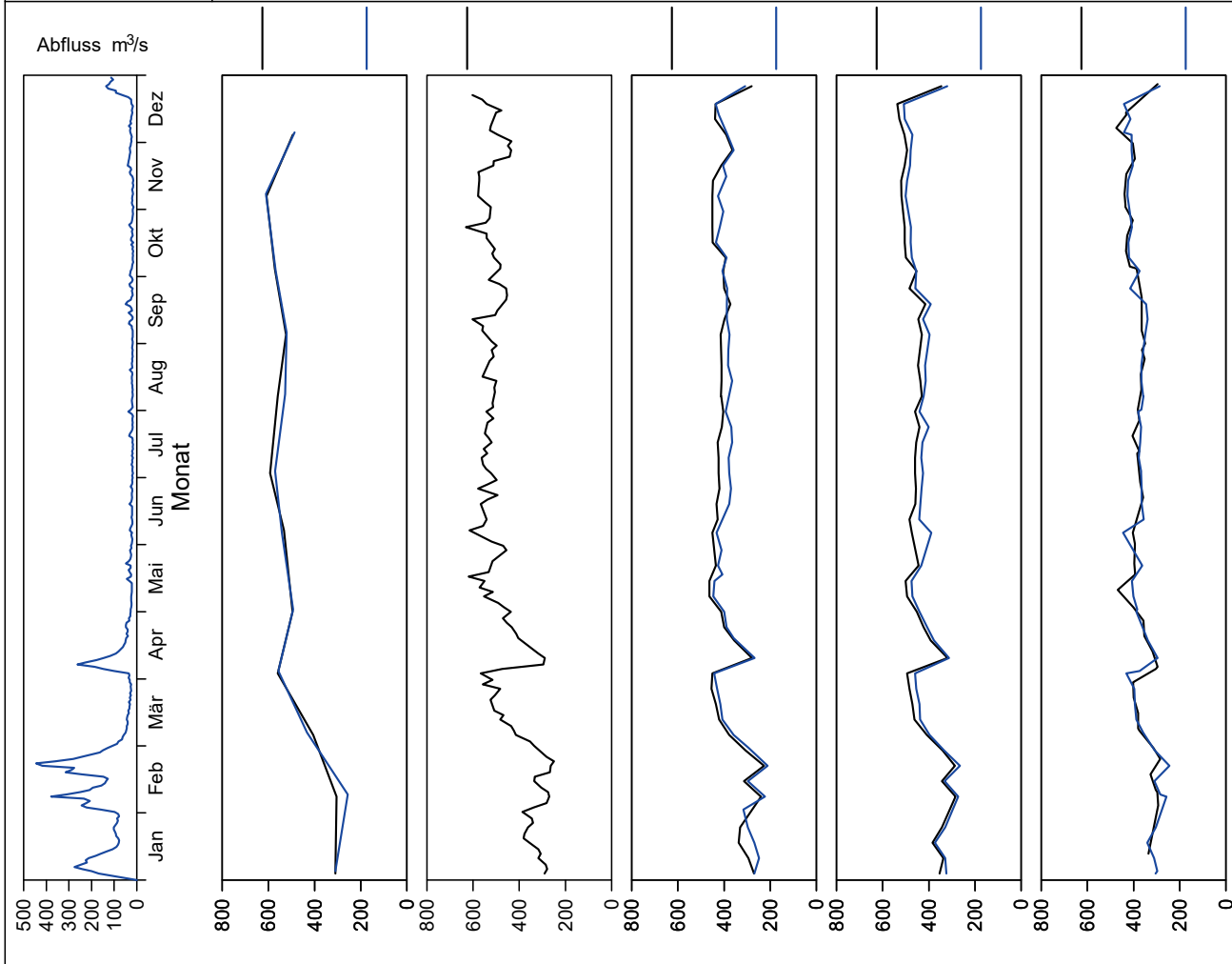


Bild 25.11: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 25.11: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Chlorid
Zielwert: 100 mg/l

Einheit: mg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	135		50		48	48	54	50
Arith. Jahresmittel	63	61	55		38		41	37	29	28
Geom. Jahresmittel	61	59	51		36		40	35	28	27
Geom. Sommermittel	73	66	60		41		43	38	28	29
Geom. Wintermittel	50	54	39		32		37	33	28	26
Maximalwert	83	78	96		49		55	51	46	41
Datum des Max.	04.04	08.11	12.09		12.12		Mehrere	14.11	12.05	04.04
90-Perzentil	80	75	74		47		53	47	38	36
50-Perzentil	72	63	60		42		44	40	29	29
10-Perzentil	36	43	25		22		26	23	21	20
Minimalwert	35	39	18		16		18	16	17	15
Datum des Min.	07.02	08.03	23.02		21.02		Mehrere	21.02	24.02	21.02

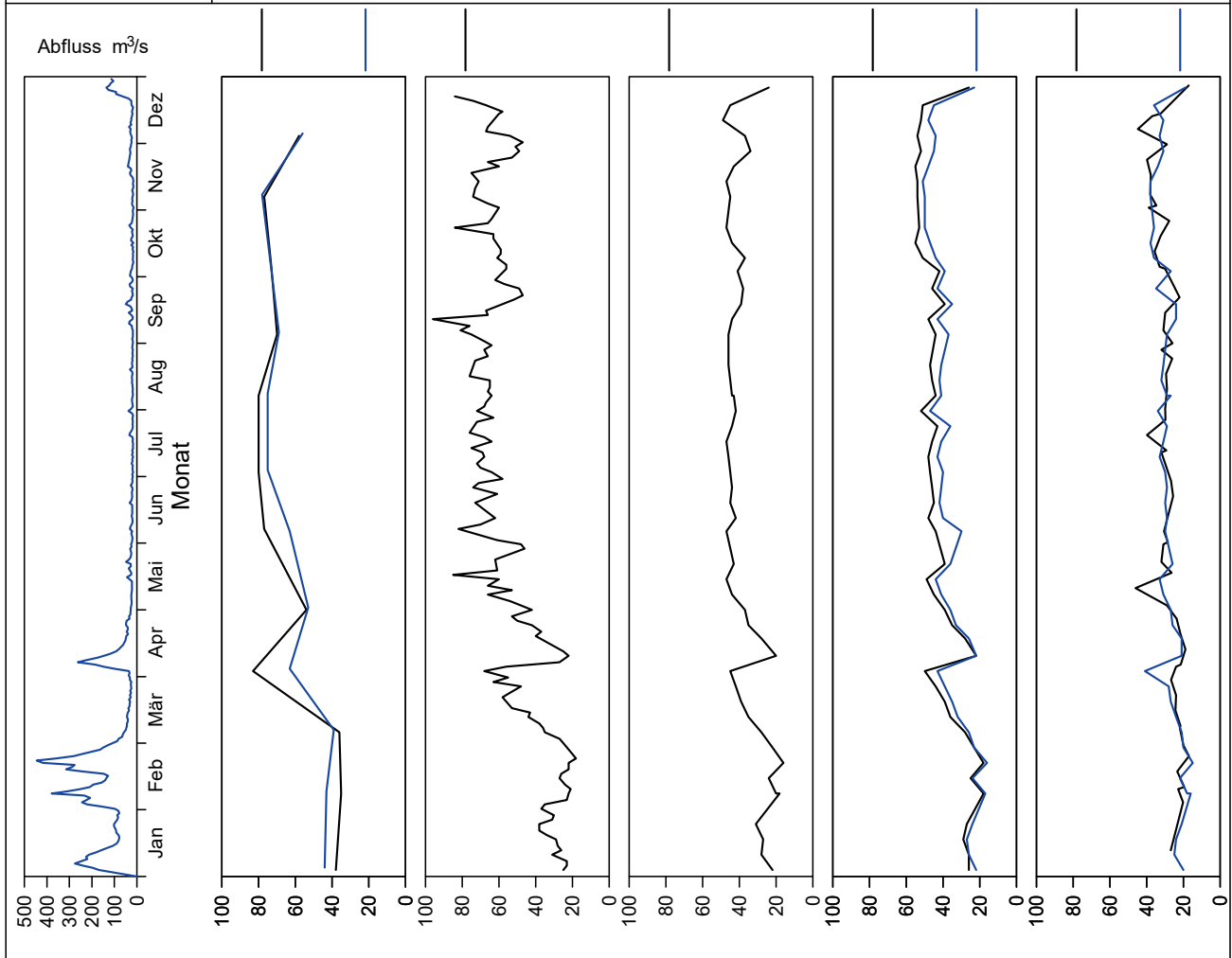


Bild 25.12: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 25.12: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Trübung

Einheit: FNU

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	135		26	53	24	24	54	36
Arith. Jahresmittel	7,6	12,1	6,8		13,1	4,8	3,0	3,1	3,8	6,7
Geom. Jahresmittel	5,1	7,9	4,0		3,3	3,0	2,7	2,8	2,7	2,3
Geom. Sommermittel	4,5	9,4	3,6		2,2	2,2	2,9	3,0	2,5	1,4
Geom. Wintermittel	5,6	6,6	4,5		5,2	4,2	2,5	2,6	3,0	3,7
Maximalwert	40,0	58,5	104,0		114,0	37,3	5,8	7,1	19,7	69,0
Datum des Max.	07.02	08.02	07.02		07.02	03.01	Mehrere	27.12	03.02	07.02
90-Perzentil	8,9	16,5	9,6		46,0	8,5	5,6	5,2	7,9	13,0
50-Perzentil	4,7	7,4	3,3		2,2	2,8	2,4	2,5	2,3	1,5
10-Perzentil	2,3	2,6	1,9		1,1	1,3	1,7	1,9	1,2	0,9
Minimalwert	2,2	2,2	1,3		0,9	0,8	1,3	1,3	0,7	0,1
Datum des Min.	07.11	06.12	02.11		07.11	25.07	10.10	22.08	29.08	02.08

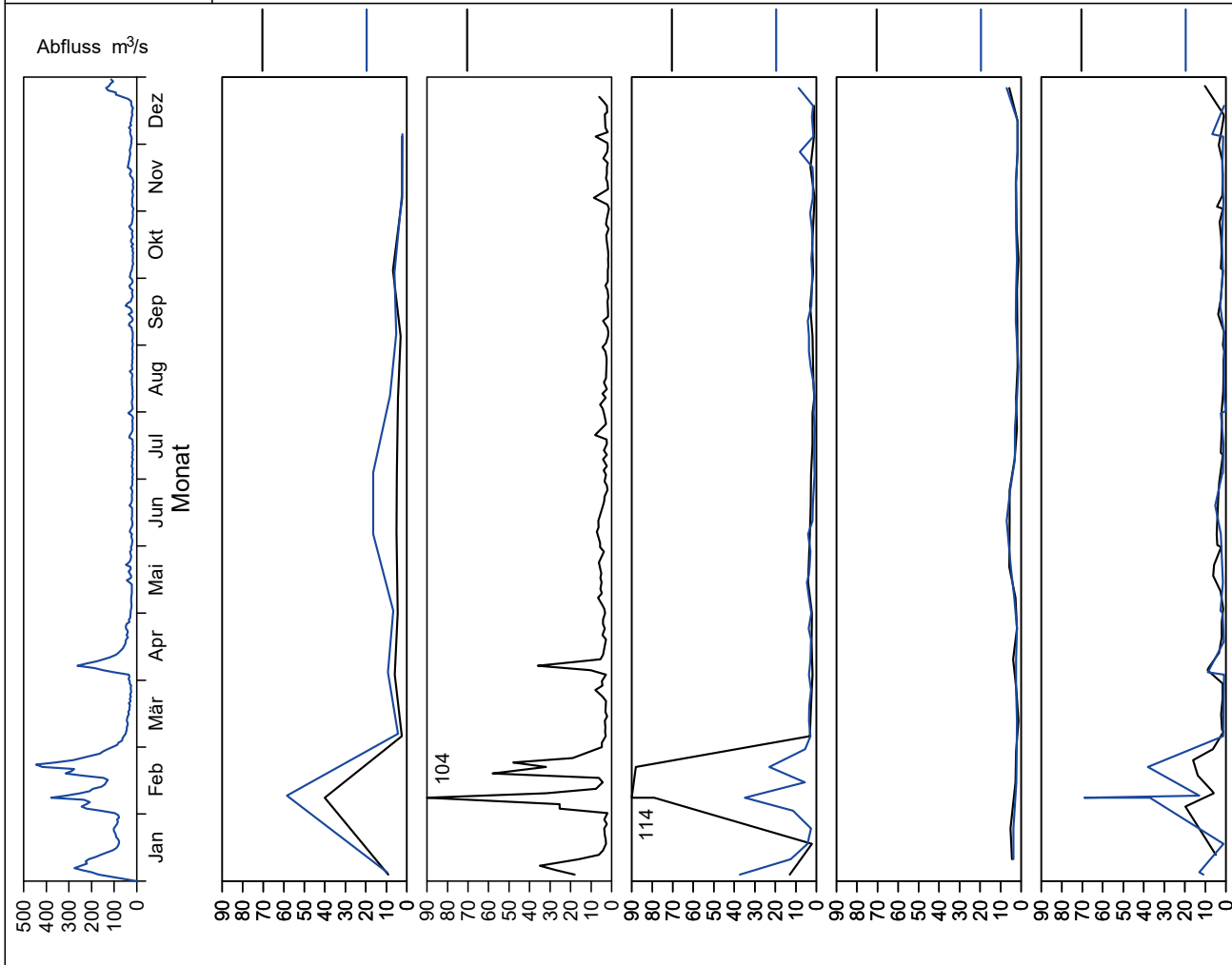


Bild 25.13: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 25.13: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Chlorophyll-a

Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte			89		22	53	23	23	12	33
Arith. Jahresmittel			12,3		4,6	9,0	5,7	3,2	2,1	< 3,0
Geom. Jahresmittel			6,7		< 3,0	< 5,0	< 3,0	< 3,0	< 2,0	< 3,0
Geom. Sommermittel			8,9		3,2	8,0	6,6	3,4	< 2,0	< 3,0
Geom. Wintermittel			2,7		< 3,0	< 5,0	< 3,0	< 3,0	< 2,0	< 3,0
Maximalwert			69,0		39,3	61,0	30,4	11,1	12,2	17,3
Datum des Max.			05.08		09.05	16.05	16.05	04.07	06.04	28.03
90-Perzentil			33,2		10,5	23,2	11,3	6,0	2,6	5,6
50-Perzentil			7,0		< 3,0	5,9	3,7	3,3	< 2,0	< 3,0
10-Perzentil			1,0		< 3,0	< 5,0	< 3,0	< 3,0	< 2,0	< 3,0
Minimalwert			< 1,0		< 3,0	< 5,0	< 3,0	< 3,0	< 2,0	< 3,0
Datum des Min.			Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

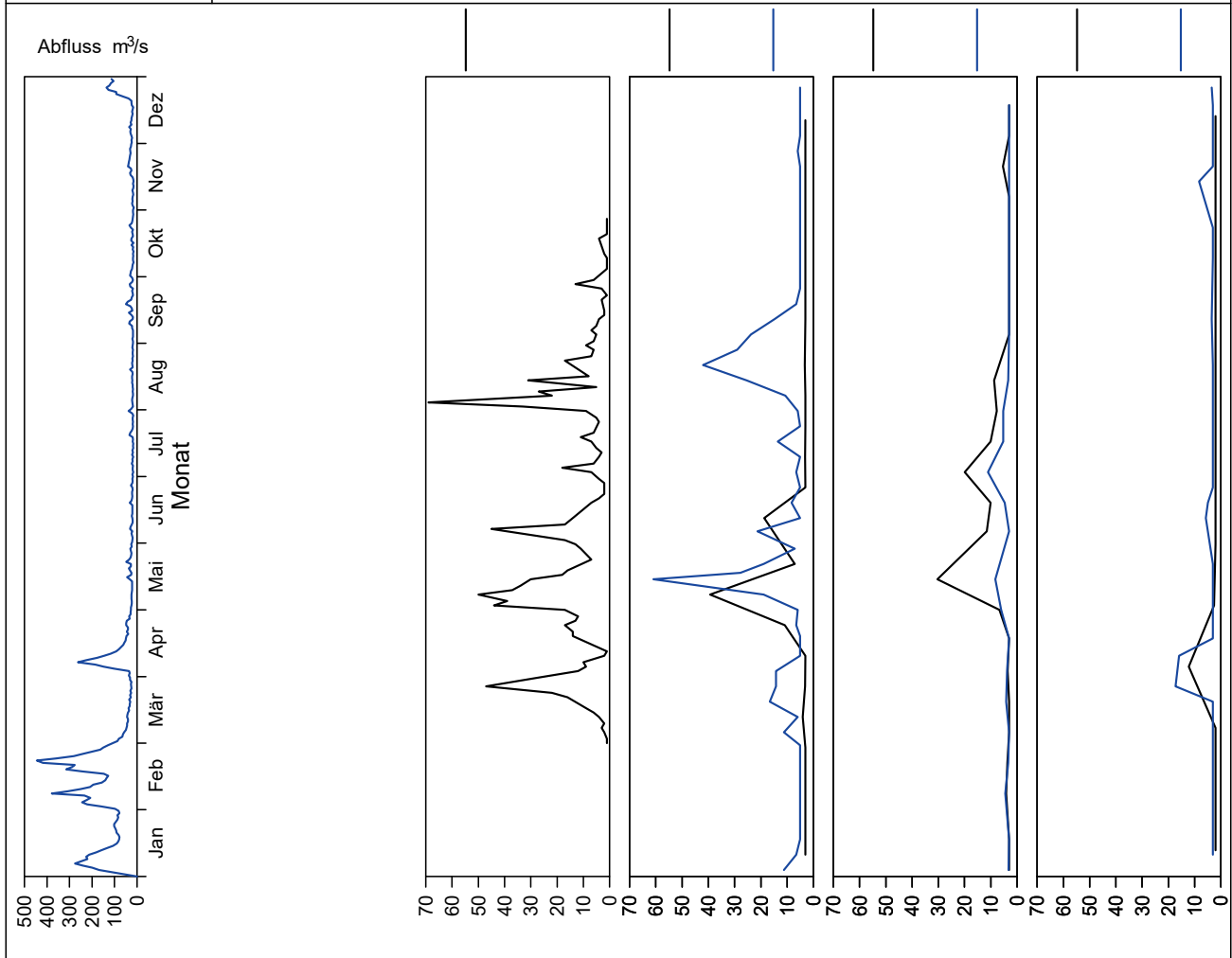


Bild 25.14: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 25.14: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: pH-Wert

Einheit:

Zielwert: 7 - 9

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	136		50	53	48	48	54	60
Arith. Jahresmittel	8,03	7,84	8,00		7,93	7,89	7,93	8,00	7,89	8,08
Geom. Jahresmittel	8,03	7,83	8,00		7,93	7,88	7,93	8,00	7,89	8,08
Geom. Sommermittel	8,32	7,97	8,10		7,98	7,98	7,94	8,01	7,90	8,12
Geom. Wintermittel	7,74	7,69	7,89		7,88	7,78	7,92	7,99	7,89	8,03
Maximalwert	8,67	8,33	8,90		8,44	8,76	8,28	8,43	8,52	8,83
Datum des Max.	04.04	03.05	Mehrere		18.07	16.05	28.03	28.03	28.04	13.06
90-Perzentil	8,55	8,20	8,50		8,18	8,31	8,12	8,13	8,02	8,26
50-Perzentil	7,89	7,73	8,00		7,88	7,77	7,92	8,01	7,88	8,04
10-Perzentil	7,66	7,65	7,70		7,75	7,58	7,74	7,84	7,74	7,93
Minimalwert	7,61	7,62	7,50		7,58	7,42	7,63	7,77	7,66	7,81
Datum des Min.	05.12	06.12	Mehrere		Mehrere	22.08	12.09	12.09	12.05	19.09

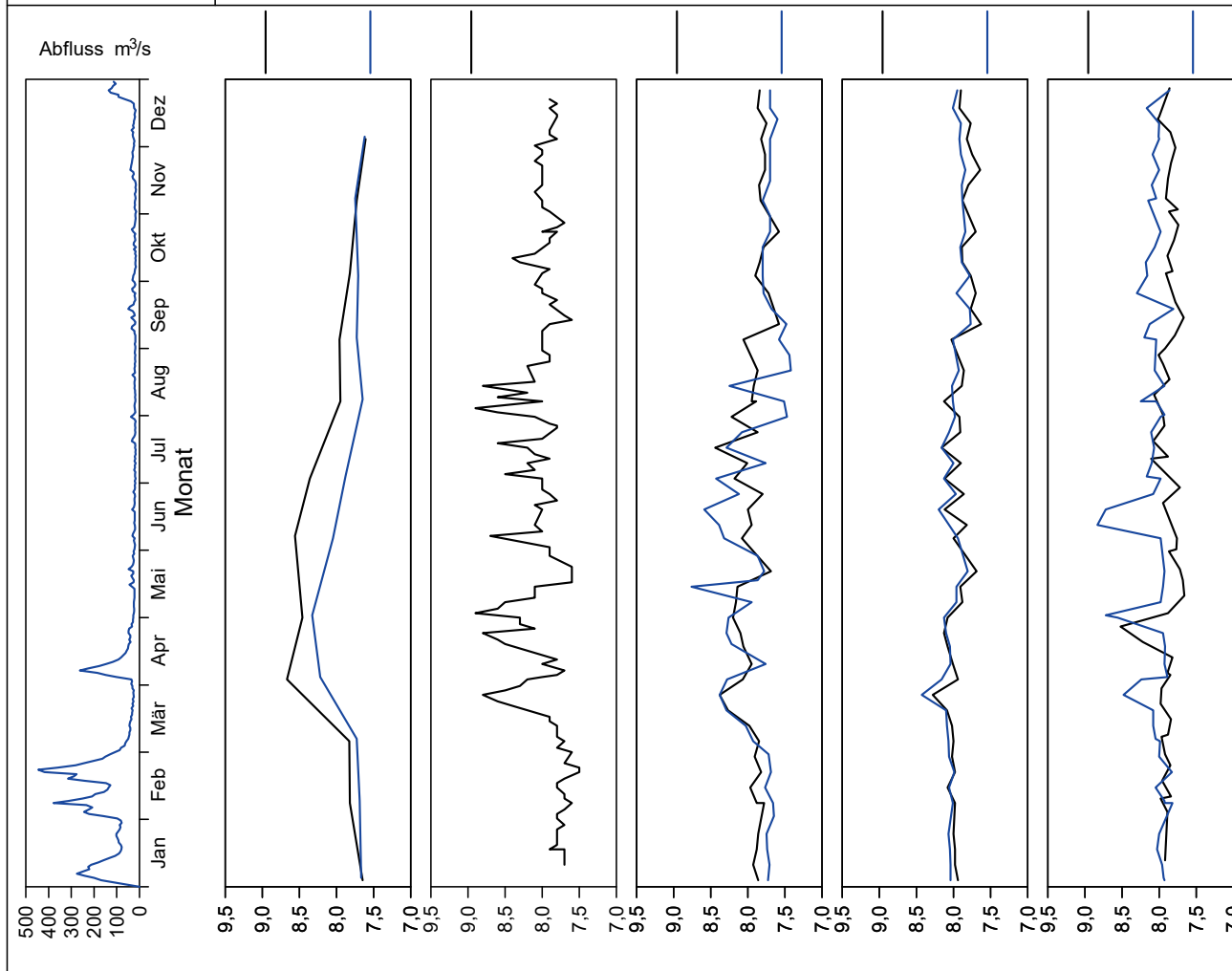


Bild 25.15: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 25.15: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gelöster Sauerstoff
Zielwert: >8 mg/l

Einheit: mg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	136		50	53	47	48	54	57
Arith. Jahresmittel	10,5	9,6	10,4		10,1	9,5	10,5	10,6	10,1	10,6
Geom. Jahresmittel	10,4	9,4	10,2		9,9	9,1	10,4	10,5	10,0	10,5
Geom. Sommermittel	10,8	8,6	9,0		9,0	8,0	9,5	9,7	9,3	9,5
Geom. Wintermittel	10,0	10,2	11,6		11,0	10,3	11,3	11,3	10,7	11,6
Maximalwert	13,2	11,9	14,0		12,7	12,9	14,9	15,0	13,4	14,5
Datum des Max.	04.04	03.05	25.03		28.03	13.06	10.01	10.01	03.02	19.12
90-Perzentil	12,3	11,6	12,6		12,2	12,1	12,7	12,9	12,5	12,3
50-Perzentil	10,3	9,8	10,5		10,1	9,9	10,2	10,1	9,5	10,6
10-Perzentil	8,6	6,7	7,8		8,1	5,6	8,5	8,9	8,2	8,5
Minimalwert	7,3	6,6	6,7		6,5	3,0	7,6	8,2	7,3	7,5
Datum des Min.	05.09	Mehrere	24.06		23.05	01.08	Mehrere	23.05	19.05	01.08

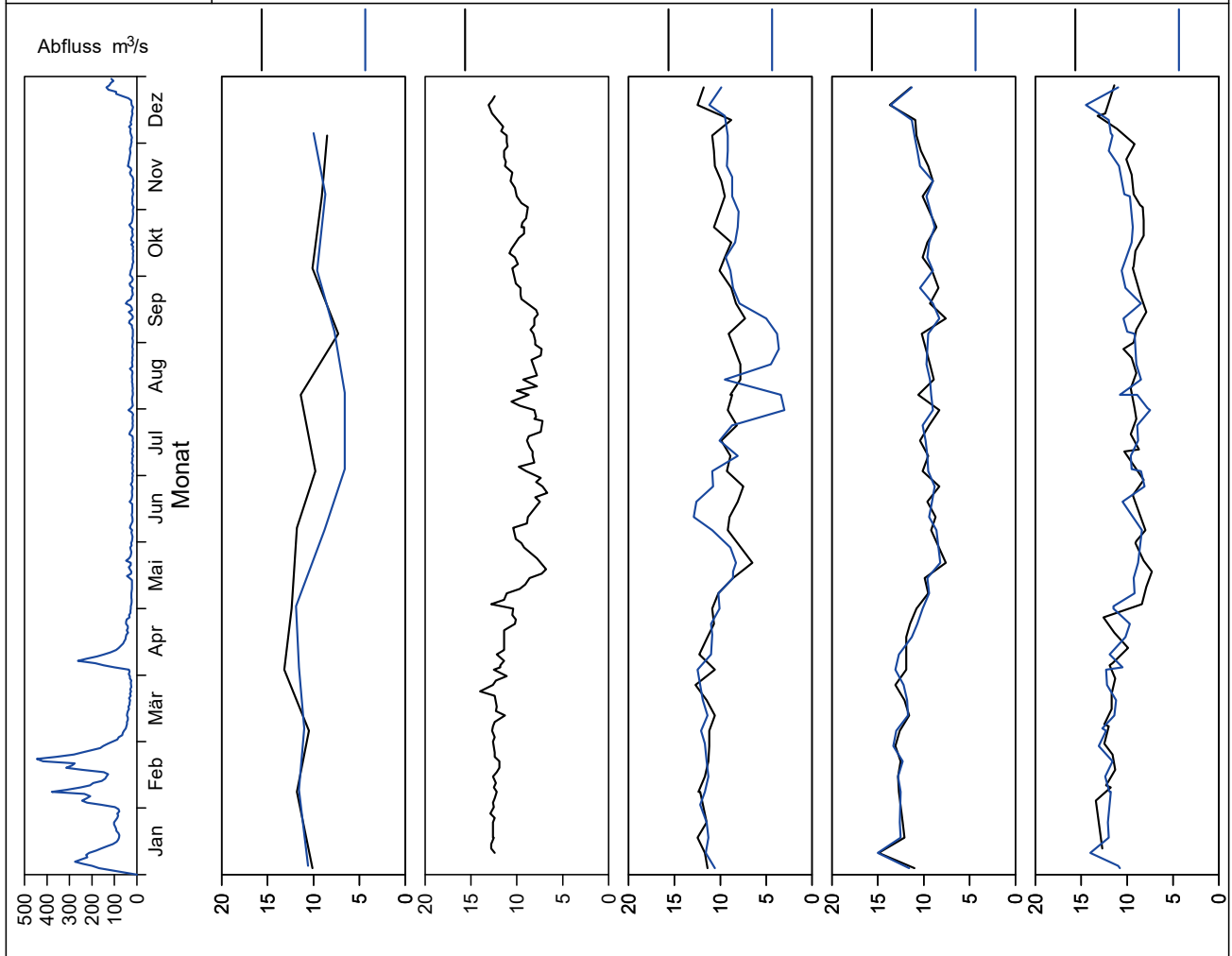


Bild 25.16: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 25.16: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Nitrat
 Zielwert: 25 mg/l

Einheit: mg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	140		50	53	48	48	54	50
Arith. Jahresmittel	10	11	12		12	11	13	13	13	13
Geom. Jahresmittel	10	10	11		12	10	13	13	12	12
Geom. Sommermittel	7	8	9		11	8	12	12	12	12
Geom. Wintermittel	13	14	14		14	13	14	14	13	13
Maximalwert	17	17	17		18	16	18	18	18	18
Datum des Max.	07.03	08.03	Mehrere		27.12	27.12	07.03	27.12	28.12	27.12
90-Perzentil	15	16	16		16	14	17	16	16	15
50-Perzentil	10	11	11		12	12	13	13	12	12
10-Perzentil	5	6	8		9	6	11	11	10	11
Minimalwert	5	5	7		8	3	10	11	10	8
Datum des Min.	08.08	09.08	Mehrere		15.08	01.08	05.09	Mehrere	15.09	13.06

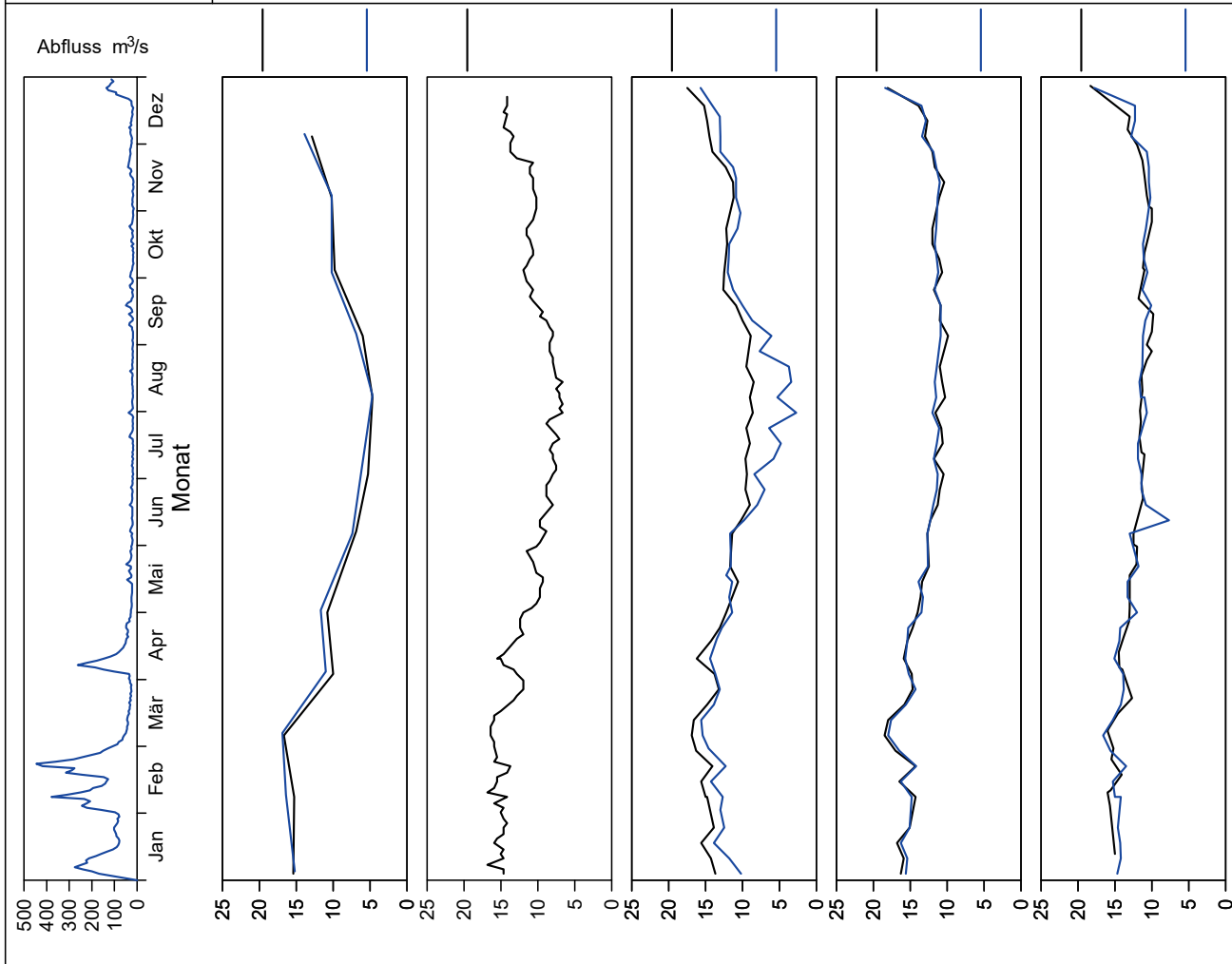


Bild 25.17: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 25.17: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Ammonium
Zielwert: 0.3 mg/l

Einheit: mg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	134		50	53	45	45	53	48
Arith. Jahresmittel	0,04	0,07	0,05		< 0,05	0,07	< 0,05	< 0,05	0,05	< 0,05
Geom. Jahresmittel	0,02	0,06	0,04		< 0,05	0,06	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05
Geom. Sommermittel	< 0,02	0,09	0,03		< 0,05	0,06	< 0,05	< 0,05	0,05	< 0,05
Geom. Wintermittel	0,03	0,04	0,04		< 0,05	0,07	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05
Maximalwert	0,21	0,17	0,28		0,14	0,21	0,14	0,10	0,25	0,14
Datum des Max.	04.04	09.08	07.01		24.01	10.01	19.09	23.05	15.09	01.08
90-Perzentil	0,09	0,13	0,09		0,07	0,13	0,09	0,08	0,09	0,07
50-Perzentil	0,02	0,06	0,04		< 0,05	0,06	< 0,05	< 0,05	0,04	< 0,05
10-Perzentil	< 0,02	0,03	0,01		< 0,05	0,03	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05
Minimalwert	< 0,02	0,03	< 0,01		< 0,05	0,02	< 0,05	< 0,05	< 0,04	< 0,05
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	Mehrere		07.02	Mehrere	Mehrere	Mehrere	24.03	Mehrere

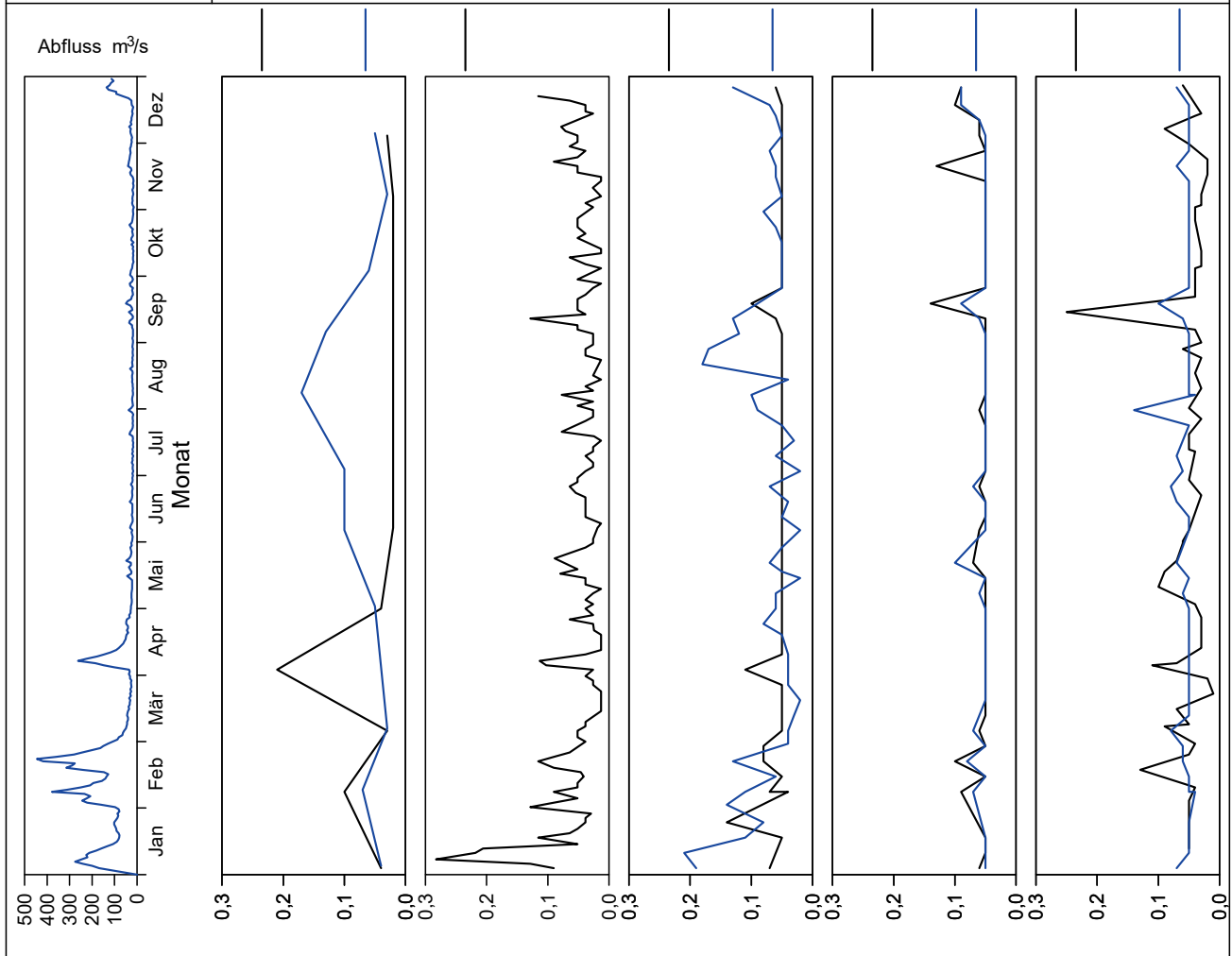


Bild 25.18: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 25.18: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gesamtes gelöstes Phosphat

Einheit: mg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	135		48	53	48	48	41	47
Arith. Jahresmittel	< 0,30	< 0,30	0,15		0,14	0,11	0,11	0,12	0,13	0,11
Geom. Jahresmittel	< 0,30	< 0,30	0,12		0,13	0,09	0,11	0,11	0,12	0,09
Geom. Sommermittel	< 0,30	< 0,30	0,10		0,12	0,09	0,09	0,09	0,11	0,08
Geom. Wintermittel	< 0,30	< 0,30	0,14		0,15	0,10	0,13	0,13	0,13	0,11
Maximalwert	< 0,30	< 0,30	0,31		0,25	0,22	0,21	0,28	0,25	0,25
Datum des Max.	Mehrere	Mehrere	07.12		Mehrere	08.08	Mehrere	10.10	28.12	28.11
90-Perzentil	< 0,30	< 0,30	0,24		0,21	0,16	0,18	0,18	0,19	0,15
50-Perzentil	< 0,30	< 0,30	0,16		0,13	0,11	0,12	0,12	0,13	0,09
10-Perzentil	< 0,30	< 0,30	< 0,06		0,09	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06
Minimalwert	< 0,30	< 0,30	< 0,06		0,06	< 0,02	0,03	0,03	0,04	< 0,03
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere	21.03	28.03	28.03	31.03	10.01

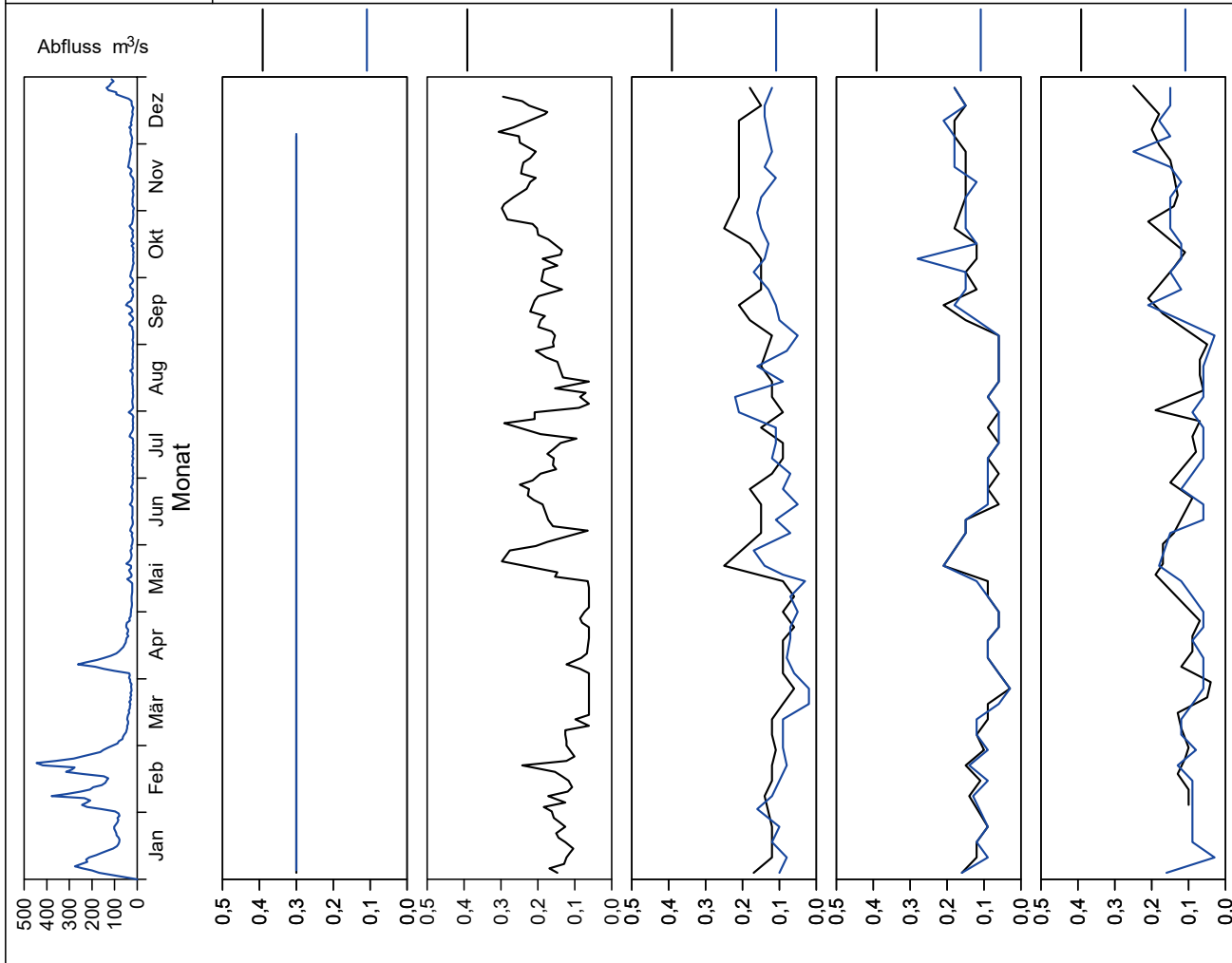


Bild 25.19: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 25.19: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gelöster organisch gebundener Kohlenstoff (DOC) Einheit: mg/l
 Zielwert: 3 mg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	134		50	53	48	48	53	59
Arith. Jahresmittel	2,6	2,6	2,6		2,6	2,5	2,8	2,6	2,5	2,7
Geom. Jahresmittel	2,5	2,5	2,5		2,6	2,5	2,7	2,6	2,5	2,6
Geom. Sommermittel	2,9	2,9	2,9		2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,9
Geom. Wintermittel	2,2	2,2	2,1		2,3	2,2	2,6	2,4	2,3	2,4
Maximalwert	3,2	3,2	4,3		3,6	3,6	5,6	3,7	3,4	3,7
Datum des Max.	08.08	09.08	Mehrere		09.05	25.07	17.10	04.10	06.04	Mehrere
90-Perzentil	3,1	3,0	3,6		3,2	3,2	3,3	3,1	3,0	3,2
50-Perzentil	2,5	2,5	2,5		2,6	2,5	2,8	2,7	2,6	2,7
10-Perzentil	2,1	2,0	1,8		2,0	1,9	2,1	2,0	2,0	2,1
Minimalwert	2,0	1,9	< 1,0		1,8	1,7	1,9	1,8	1,4	1,7
Datum des Min.	07.03	08.03	30.03		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	09.03	Mehrere

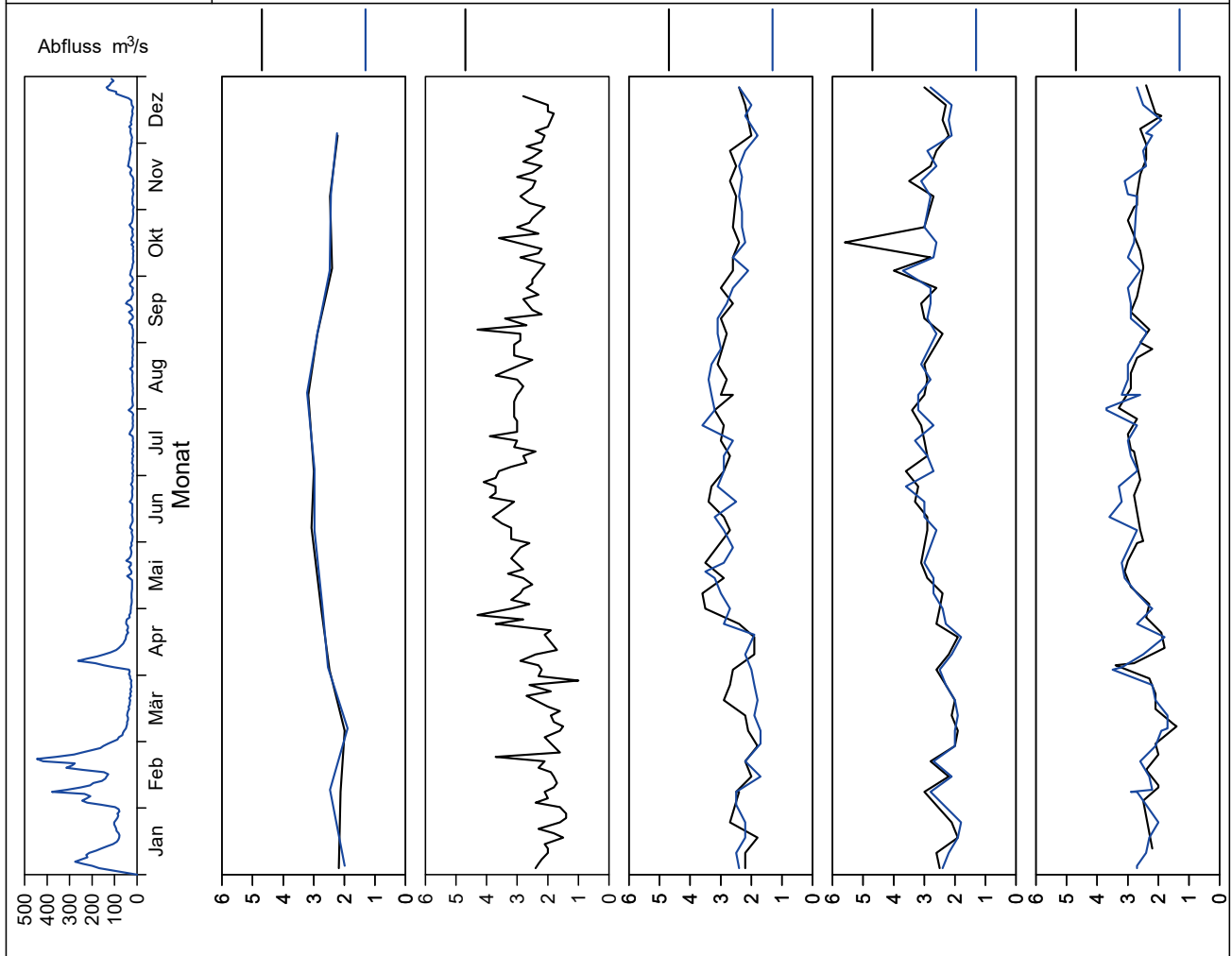


Bild 25.20: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 25.20: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm

Einheit: 1/m

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	135		50	53	48	48	54	59
Arith. Jahresmittel	6,4	6,4	6,0		6,0	6,3	6,2	6,2	6,4	6,5
Geom. Jahresmittel	6,3	6,3	5,9		5,9	6,2	6,2	6,1	6,3	6,4
Geom. Sommermittel	7,0	6,9	6,5		6,4	6,8	6,5	6,5	6,9	6,9
Geom. Wintermittel	5,7	5,7	5,3		5,5	5,6	5,8	5,8	5,8	5,9
Maximalwert	7,9	7,9	9,0		7,9	8,4	8,5	8,4	11,0	8,8
Datum des Max.	08.08	09.08	08.04		23.05	01.08	21.02	21.02	06.04	Mehrere
90-Perzentil	7,6	7,4	7,2		7,1	7,6	7,5	7,3	7,7	7,8
50-Perzentil	6,2	6,2	6,1		6,1	6,0	6,4	6,4	6,3	6,6
10-Perzentil	5,6	5,4	4,5		4,8	5,0	4,9	4,8	4,9	5,2
Minimalwert	4,5	4,2	3,5		3,9	4,3	3,9	3,8	3,6	3,7
Datum des Min.	07.03	08.03	26.01		22.08	14.03	14.03	14.03	09.03	08.03

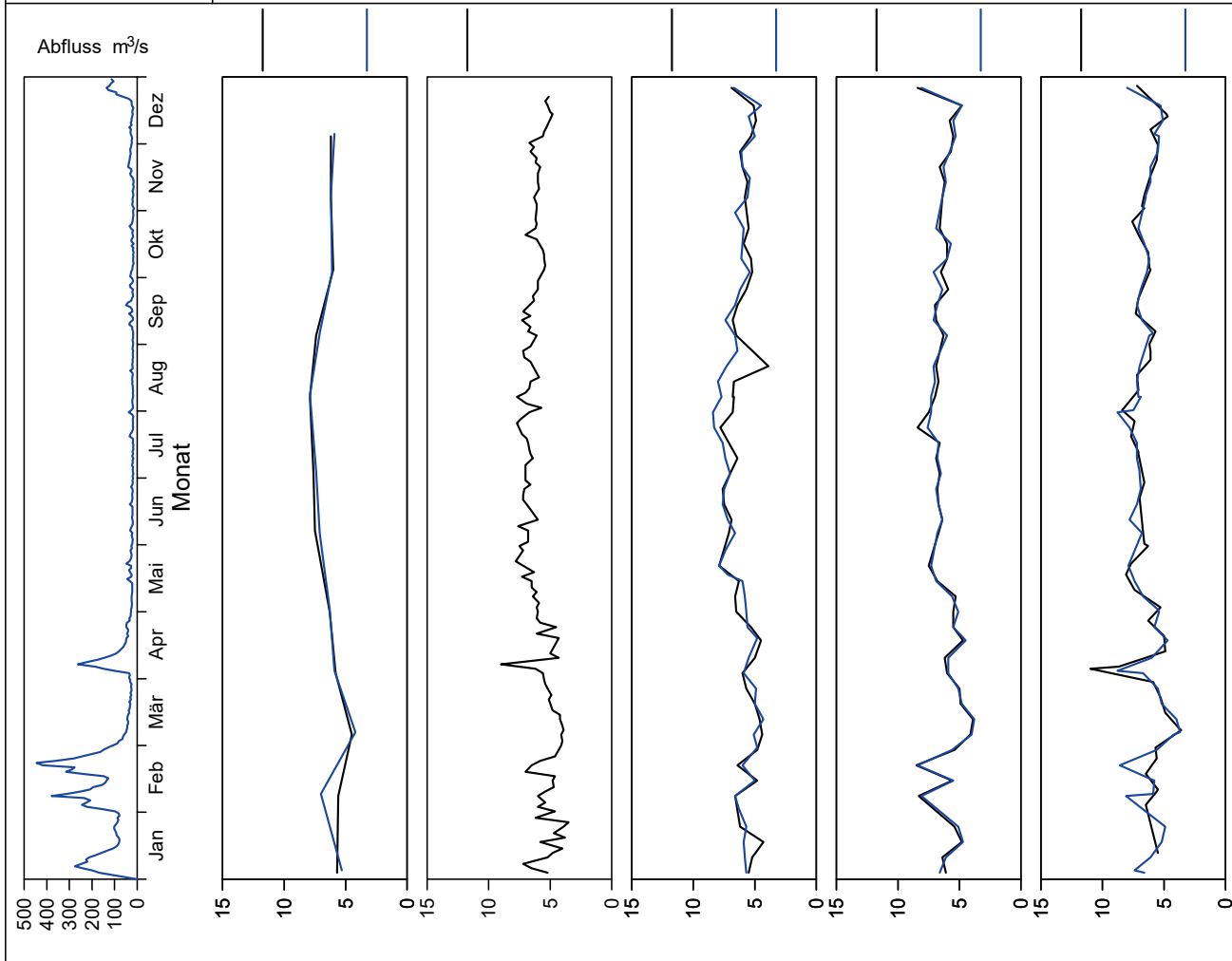


Bild 25.21: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 25.21: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436 nm

Einheit: 1/m

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	135		2	53			42	2
Arith. Jahresmittel	0,42	0,43	0,36		0,40	0,38			0,36	0,35
Geom. Jahresmittel	0,41	0,42	0,35		0,40	0,37			0,35	0,35
Geom. Sommermittel	0,46	0,44	0,39		0,40	0,40			0,37	0,30
Geom. Wintermittel	0,36	0,40	0,31		0,40	0,34			0,33	0,40
Maximalwert	0,60	0,60	0,90		0,40	0,50			0,60	0,40
Datum des Max.	08.08	09.08	16.09		Mehrere	Mehrere			27.10	07.02
90-Perzentil	0,50	0,50	0,40		0,40	0,48			0,40	0,39
50-Perzentil	0,40	0,40	0,40		0,40	0,40			0,40	0,35
10-Perzentil	0,40	0,40	0,24		0,40	0,30			0,30	0,31
Minimalwert	0,20	0,30	0,20		0,40	0,20			0,20	0,30
Datum des Min.	07.03	08.03	Mehrere		Mehrere	14.03			Mehrere	08.08

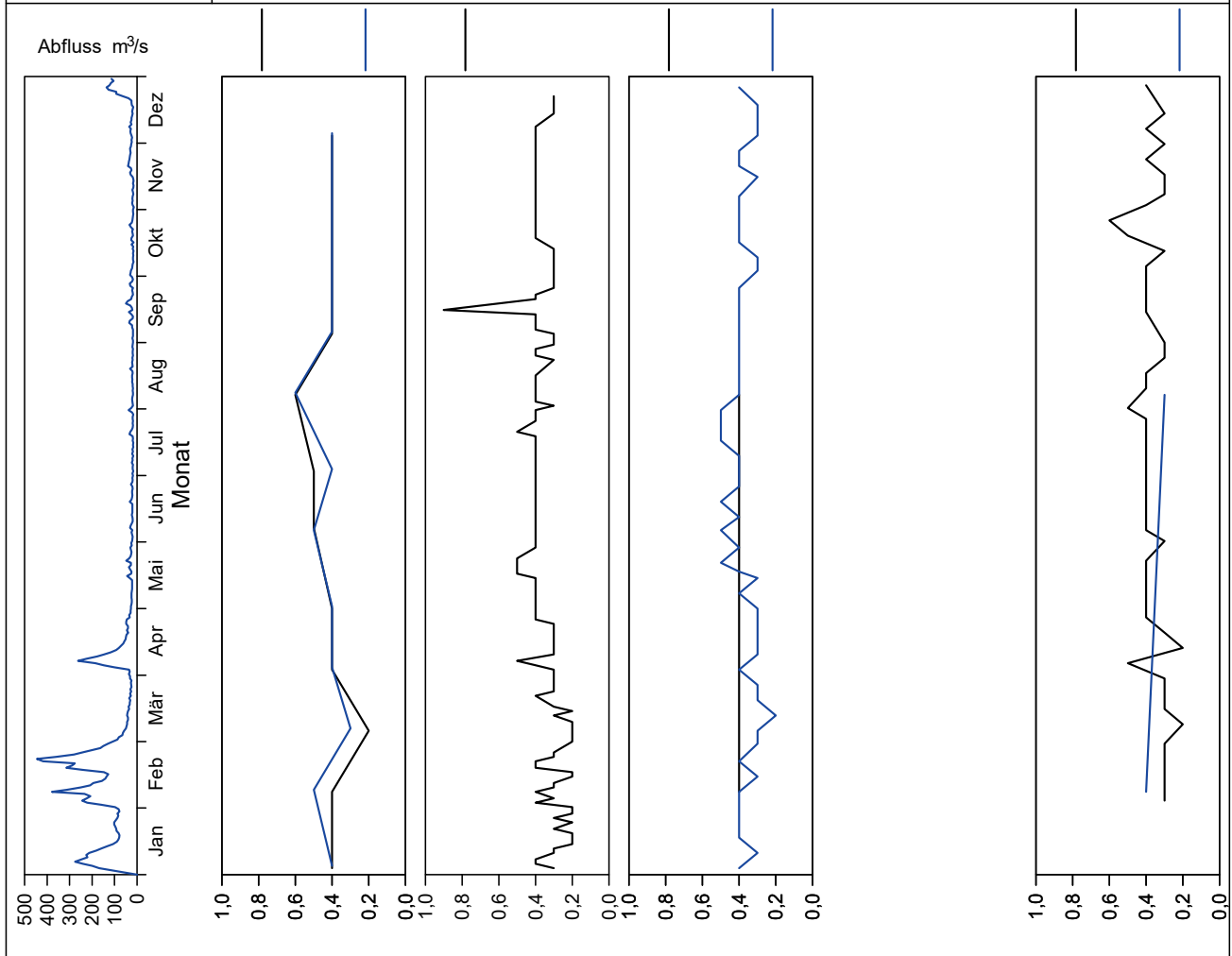


Bild 25.22: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 25.22: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Cadmium

Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	135		28	53	26	26	19	28
Arith. Jahresmittel	< 0,50	< 0,50	0,06		< 0,30	< 0,10	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Geom. Jahresmittel	< 0,50	< 0,50	0,05		< 0,30	< 0,10	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Geom. Sommermittel	< 0,50	< 0,50	0,05		< 0,30	< 0,10	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Geom. Wintermittel	< 0,50	< 0,50	0,05		< 0,30	< 0,10	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Maximalwert	< 0,50	< 0,50	0,44		0,30	0,20	0,40	0,50	< 0,10	< 0,30
Datum des Max.	Mehrere	Mehrere	07.02		07.02	21.02	Mehrere	21.02	Mehrere	Mehrere
90-Perzentil	< 0,50	< 0,50	0,09		< 0,30	< 0,10	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
50-Perzentil	< 0,50	< 0,50	0,05		< 0,30	< 0,10	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
10-Perzentil	< 0,50	< 0,50	0,03		< 0,30	< 0,10	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Minimalwert	< 0,30	< 0,30	0,02		< 0,10	< 0,10	< 0,30	< 0,30	< 0,10	0,10
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	07.12		08.08	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

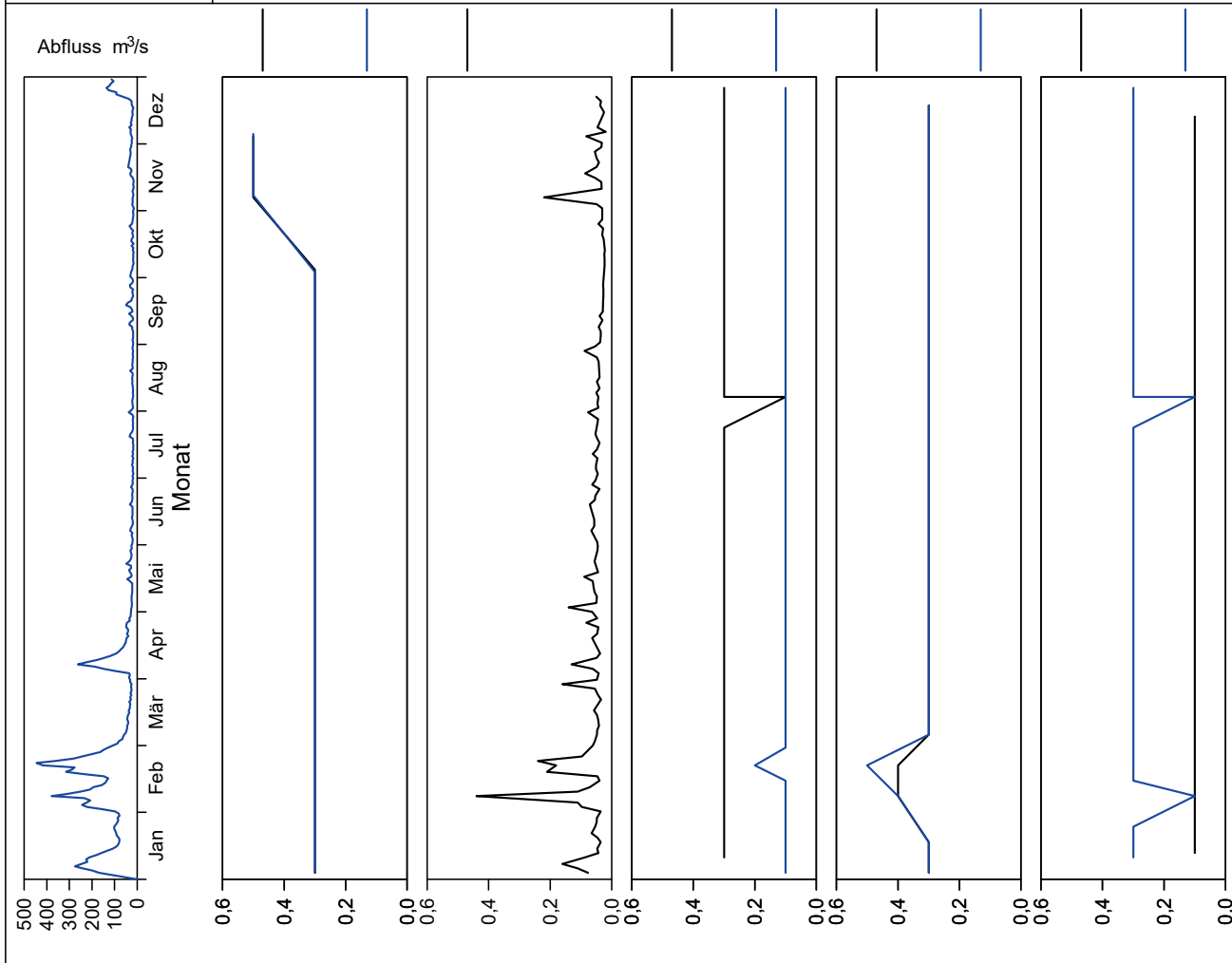


Bild 25.23: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 25.23: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Chrom

Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	135		28	53	26	26	19	28
Arith. Jahresmittel	2,8	2,9	0,7		< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Geom. Jahresmittel	< 2,0	< 2,0	< 0,5		< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Geom. Sommermittel	< 2,0	< 2,0	< 0,5		< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Geom. Wintermittel	< 2,0	< 2,0	0,5		< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Maximalwert	16,0	15,0	9,3		2,0	1,9	1,3	1,5	2,0	1,0
Datum des Max.	05.09	06.09	07.02		07.02	21.02	Mehrere	21.02	09.02	07.02
90-Perzentil	5,0	6,3	1,5		0,6	0,7	< 0,5	0,6	0,7	< 0,5
50-Perzentil	< 2,0	< 2,0	0,5		< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
10-Perzentil	< 2,0	< 2,0	< 0,5		< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Minimalwert	< 2,0	< 2,0	< 0,5		< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

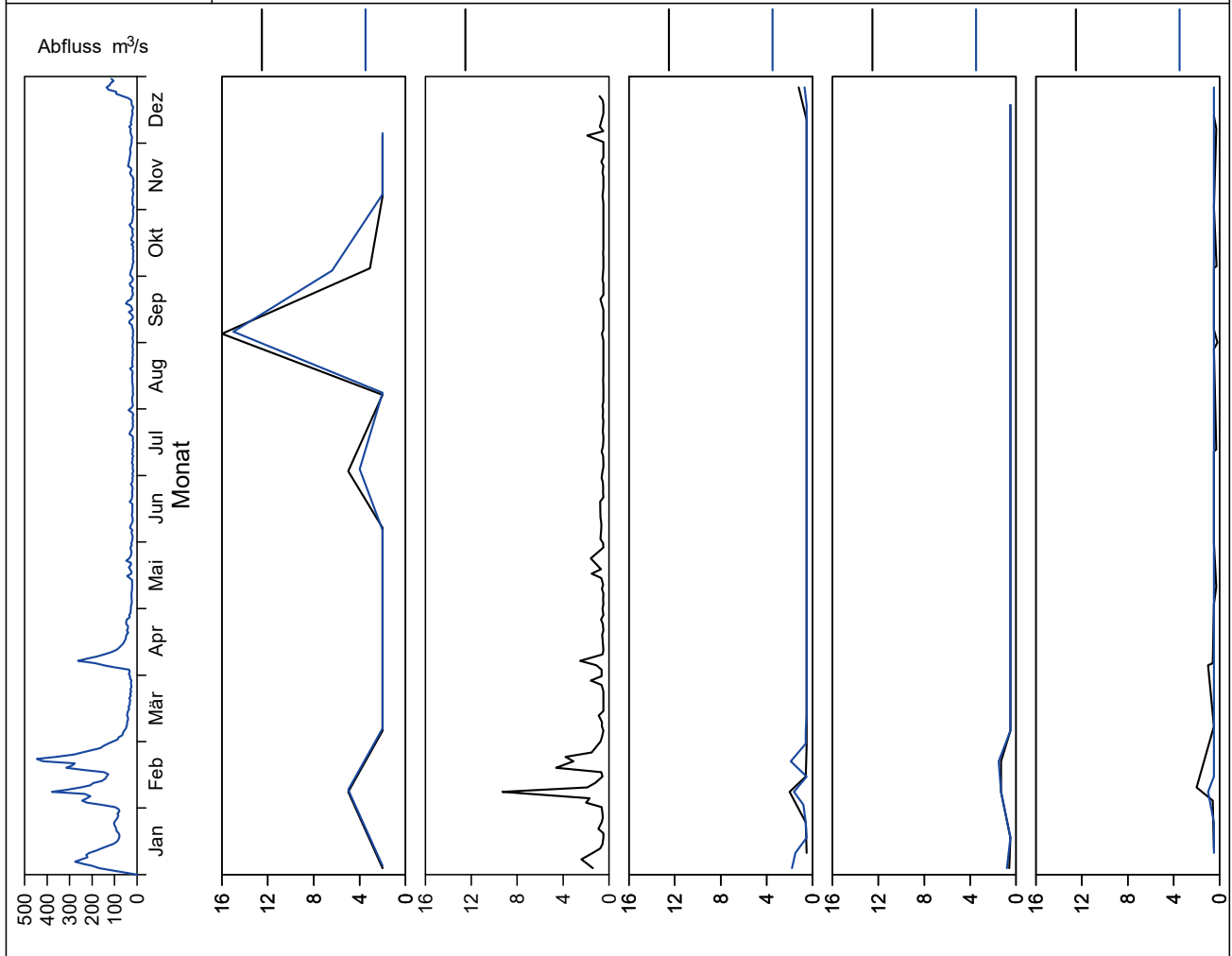


Bild 25.24: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 25.24: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Nickel

Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	135		28	53	26	26	19	28
Arith. Jahresmittel	3,3	4,2	2,3		2,2	< 2,0	3,0	3,1	1,9	2,6
Geom. Jahresmittel	2,6	3,6	2,1		2,1	< 2,0	2,9	2,9	1,5	2,3
Geom. Sommermittel	3,0	4,3	2,1		2,1	< 2,0	2,8	2,9	2,3	2,2
Geom. Wintermittel	2,2	3,1	2,2		2,1	< 2,0	2,9	2,9	< 1,0	2,3
Maximalwert	10,0	11,0	12,0		5,0	3,3	6,0	6,0	4,0	7,0
Datum des Max.	05.09	06.09	07.02		07.02	21.02	07.02	Mehrere	14.07	25.07
90-Perzentil	7,5	7,7	2,9		3,0	2,7	4,0	4,5	3,2	4,0
50-Perzentil	2,0	3,0	2,0		2,0	< 2,0	3,0	3,0	2,0	2,0
10-Perzentil	2,0	2,1	1,6		2,0	< 2,0	2,0	2,0	< 1,0	< 2,0
Minimalwert	< 2,0	2,0	1,4		< 2,0	< 2,0	2,0	2,0	< 1,0	< 2,0
Datum des Min.	07.03	Mehrere	Mehrere		08.08	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

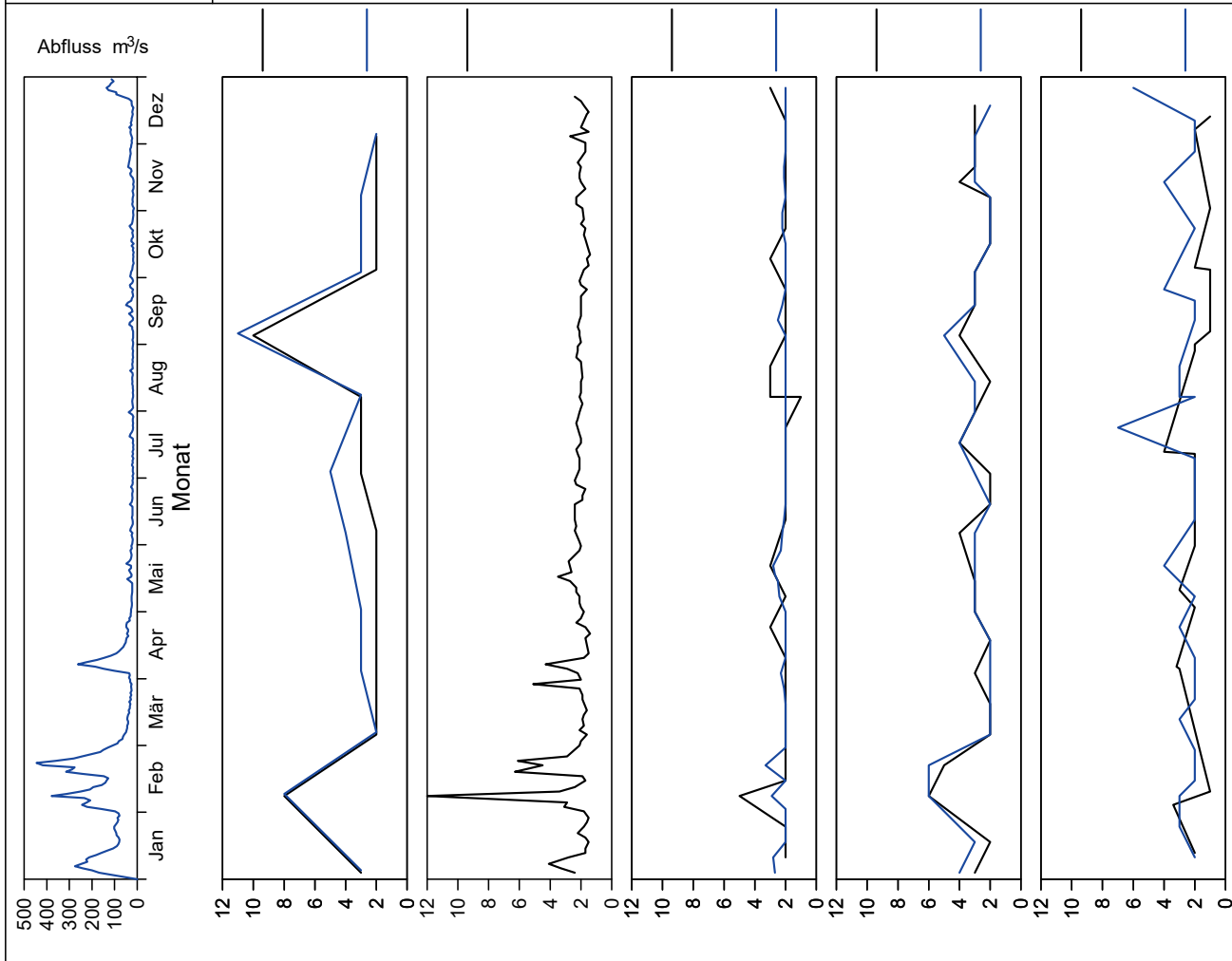


Bild 25.25: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 25.25: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gelöstes Mangan

Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	135		50	53	48	48	21	49
Arith. Jahresmittel	8	12	< 10		17	51	15	12	14	10
Geom. Jahresmittel	< 5	8	< 10		15	32	12	10	13	9
Geom. Sommermittel	< 5	4	< 10		14	27	11	8	12	12
Geom. Wintermittel	8	16	< 10		17	37	14	12	14	7
Maximalwert	33	36	35		38	288	71	36	23	22
Datum des Max.	07.03	08.03	14.03		Mehrere	01.08	05.09	21.03	15.09	20.06
90-Perzentil	18	21	19		34	107	25	28	20	17
50-Perzentil	< 5	10	< 10		15	37	13	9	12	9
10-Perzentil	< 5	< 4	< 10		9	7	6	5	8	6
Minimalwert	< 5	< 4	< 10		6	< 1	< 2	3	7	4
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	Mehrere		10.10	19.05	04.07	Mehrere	25.08	14.11

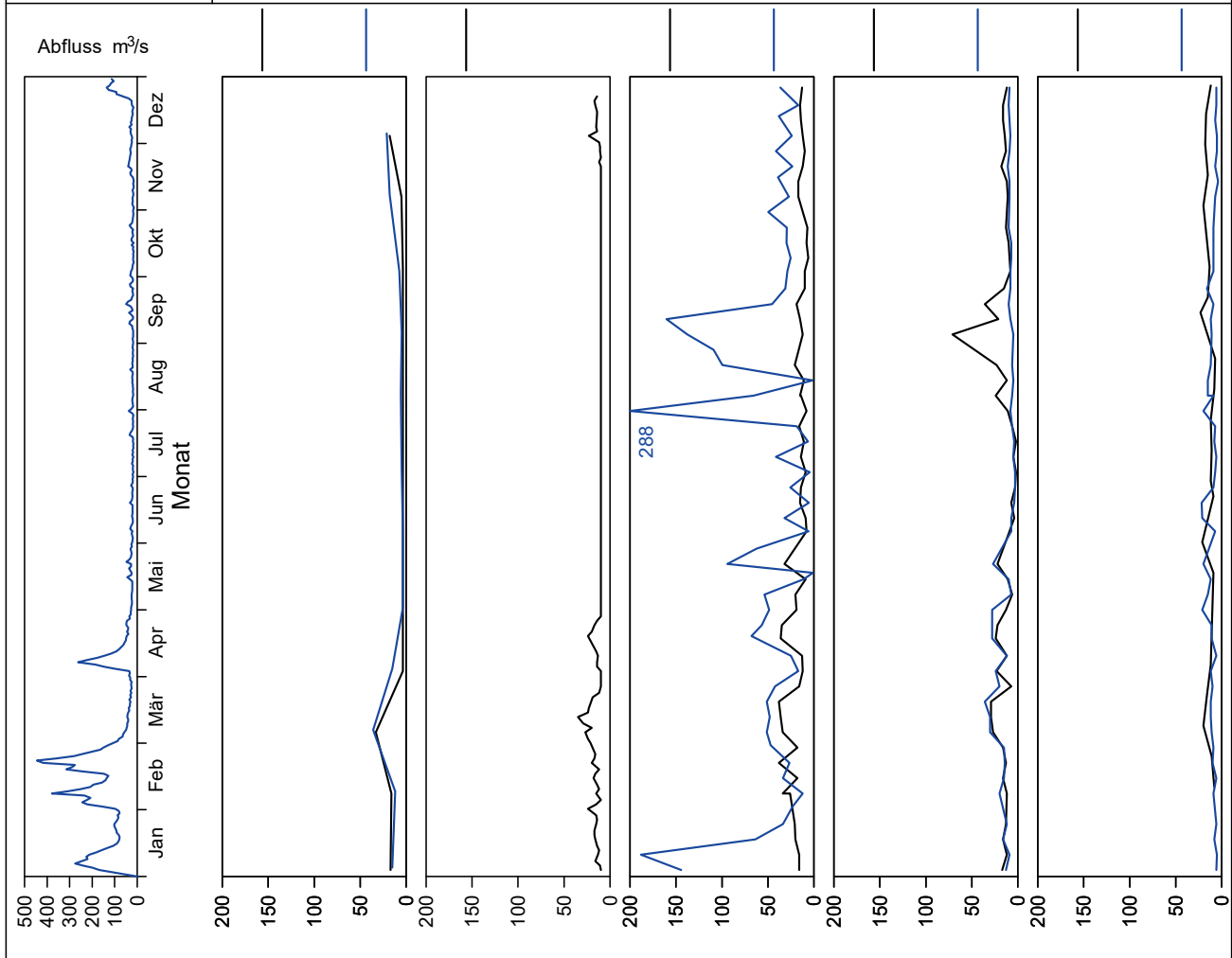


Bild 25.26: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 25.26: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX) Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	4		135		28	3	26	26	12	28
Arith. Jahresmittel	10,8		6,9		< 10,0	< 0,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Geom. Jahresmittel	< 10,0		5,8		< 10,0	< 0,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Geom. Sommermittel	< 10,0		6,2		< 10,0	< 0,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Geom. Wintermittel	10,0		5,4		< 10,0	< 0,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Maximalwert	20,0		17,0		26,0	< 0,0	12,0	13,0	15,0	12,0
Datum des Max.	08.08		03.08		14.02	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	13.06
90-Perzentil	17,0		10,6		11,3	< 0,0	12,0	12,0	14,7	11,0
50-Perzentil	10,0		7,0		< 10,0	< 0,0	10,5	10,0	< 10,0	< 10,0
10-Perzentil	< 10,0		< 5,0		< 10,0	< 0,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Minimalwert	< 10,0		< 5,0		< 10,0	< 0,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Datum des Min.	07.02		Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

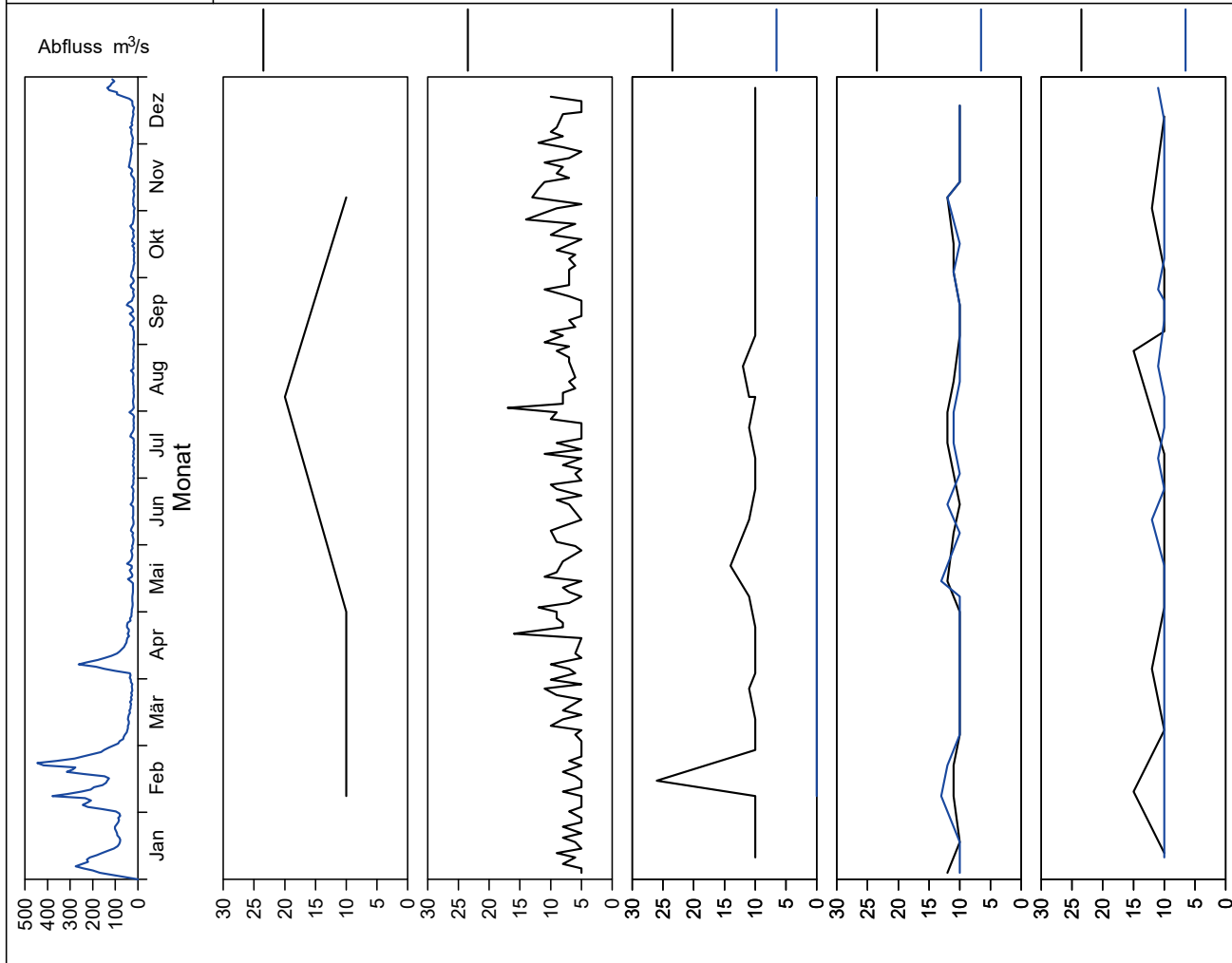


Bild 25.27: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 25.27: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Tetrachlorethen
 Zielwert: 0.1 µg/l

Einheit: µg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	4				26	53	26	26	12	27
Arith. Jahresmittel	< 0,10				< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Jahresmittel	< 0,10				< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Sommermittel	< 0,10				< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Wintermittel	< 0,10				< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Maximalwert	0,20				< 0,10	< 0,10	0,15	0,22	< 0,10	0,12
Datum des Max.	07.02				Mehrere	Mehrere	04.04	19.12	Mehrere	21.09
90-Perzentil	0,15				< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,16	< 0,10	< 0,10
50-Perzentil	< 0,10				< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,11	< 0,10	< 0,10
10-Perzentil	< 0,10				< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Minimalwert	< 0,10				< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Datum des Min.	Mehrere				Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

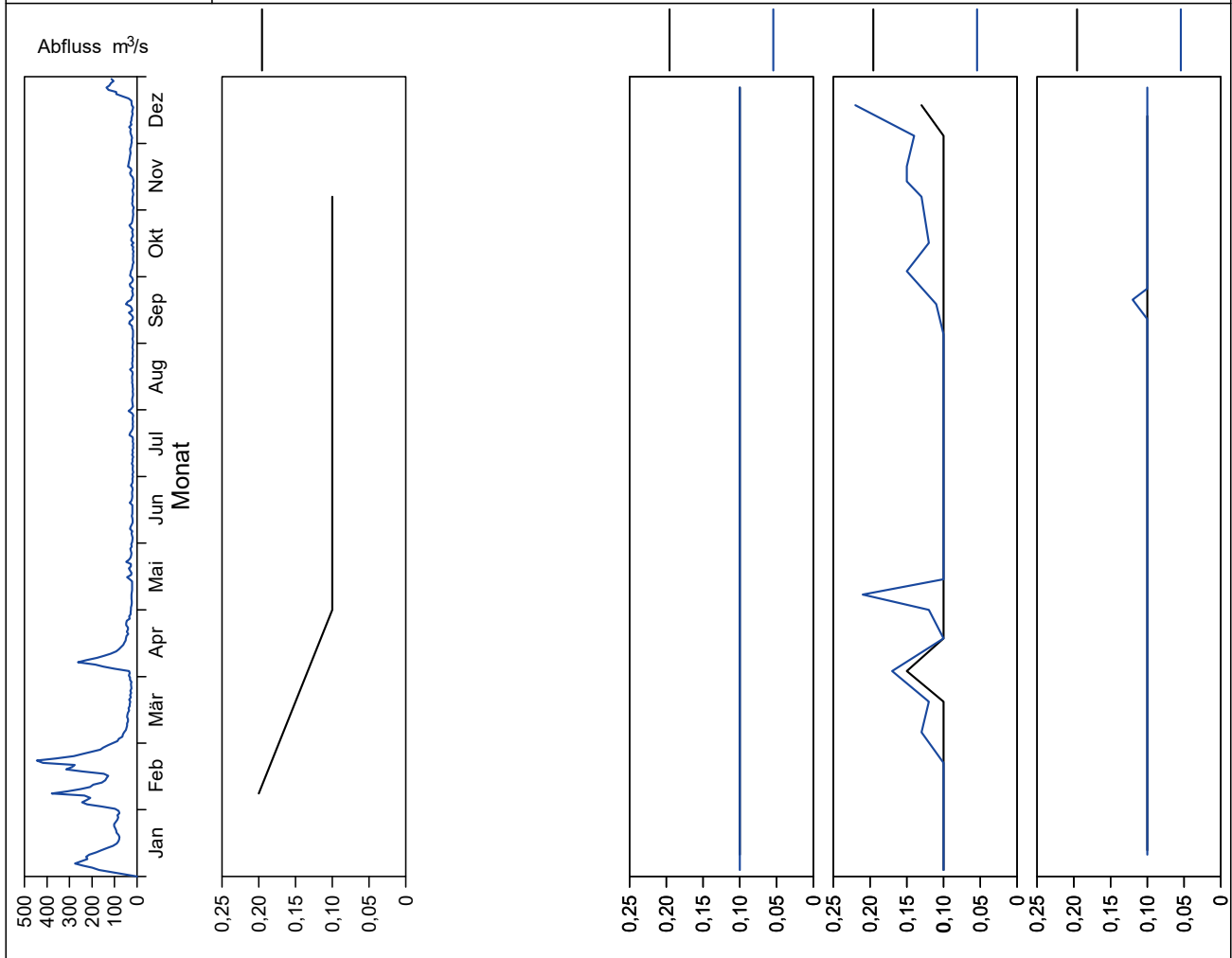


Bild 25.28: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 25.28: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Trichlorethen
 Zielwert: 0.1 µg/l

Einheit: µg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	4				26	53	26	26	12	27
Arith. Jahresmittel	< 0,10				< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Jahresmittel	< 0,10				< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Sommermittel	< 0,10				< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Wintermittel	< 0,10				< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Maximalwert	< 0,10				< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Datum des Max.	Mehrere				Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere
90-Perzentil	< 0,10				< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
50-Perzentil	< 0,10				< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
10-Perzentil	< 0,10				< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Minimalwert	< 0,10				< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Datum des Min.	Mehrere				Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

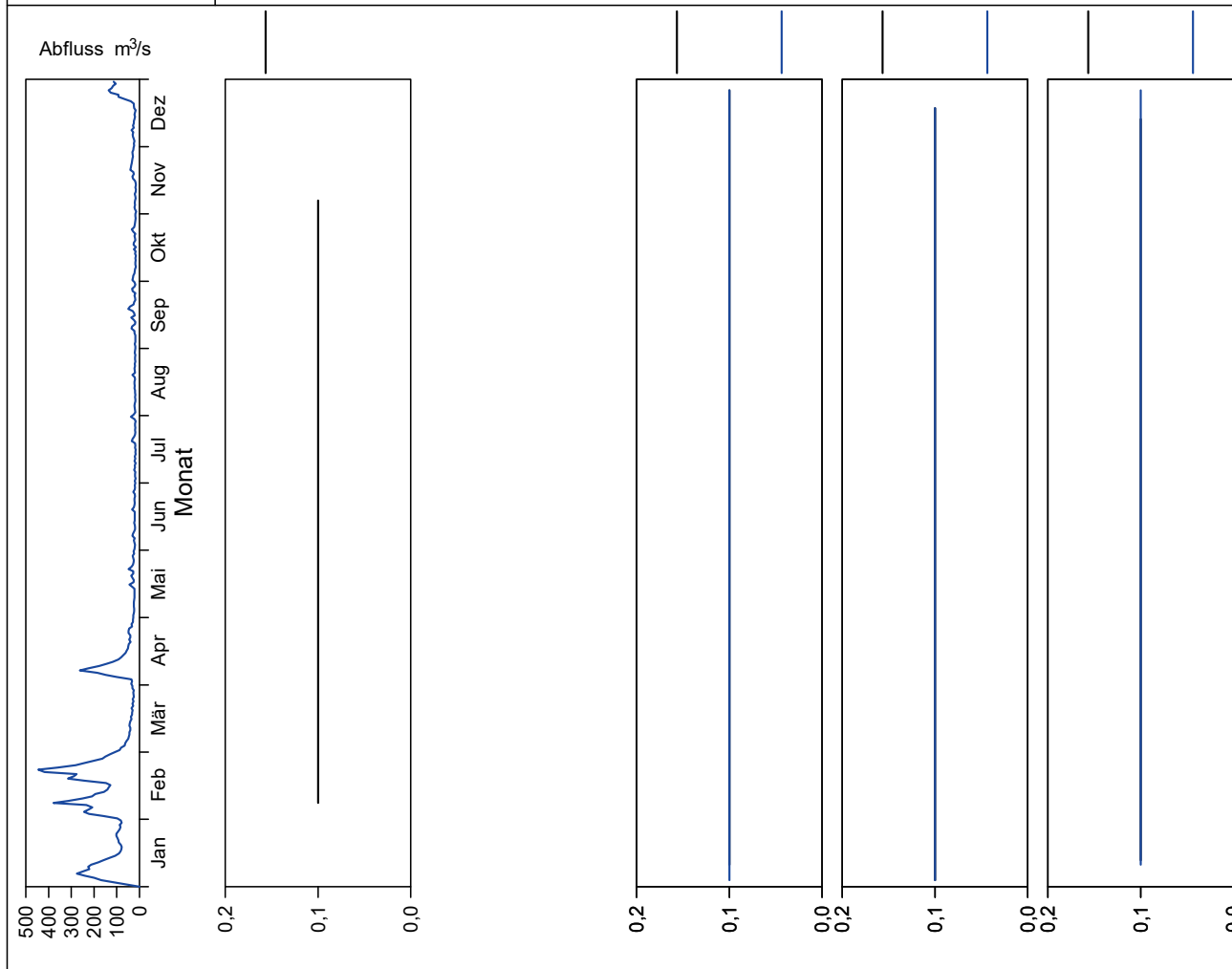


Bild 25.29: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 25.29: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Diethyltrinitrilopentaessigsäure (DTPA)

Einheit: µg/l

Zielwert: 1 µg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	3		133		12	7	12	12		14
Arith. Jahresmittel	< 1,0		< 1,0		< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
Geom. Jahresmittel	< 1,0		< 1,0		< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
Geom. Sommermittel	< 1,0		< 1,0		< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
Geom. Wintermittel	< 1,0		< 1,0		< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
Maximalwert	< 1,0		< 1,0		< 2,5	7,9	< 2,5	< 2,5		< 2,5
Datum des Max.	Mehrere		Mehrere		Mehrere	06.12	Mehrere	Mehrere		Mehrere
90-Perzentil	< 1,0		< 1,0		< 2,5	3,5	< 2,5	< 2,5		< 2,5
50-Perzentil	< 1,0		< 1,0		< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
10-Perzentil	< 1,0		< 1,0		< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,5
Minimalwert	< 1,0		< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,5	< 2,5		< 2,0
Datum des Min.	Mehrere		Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere

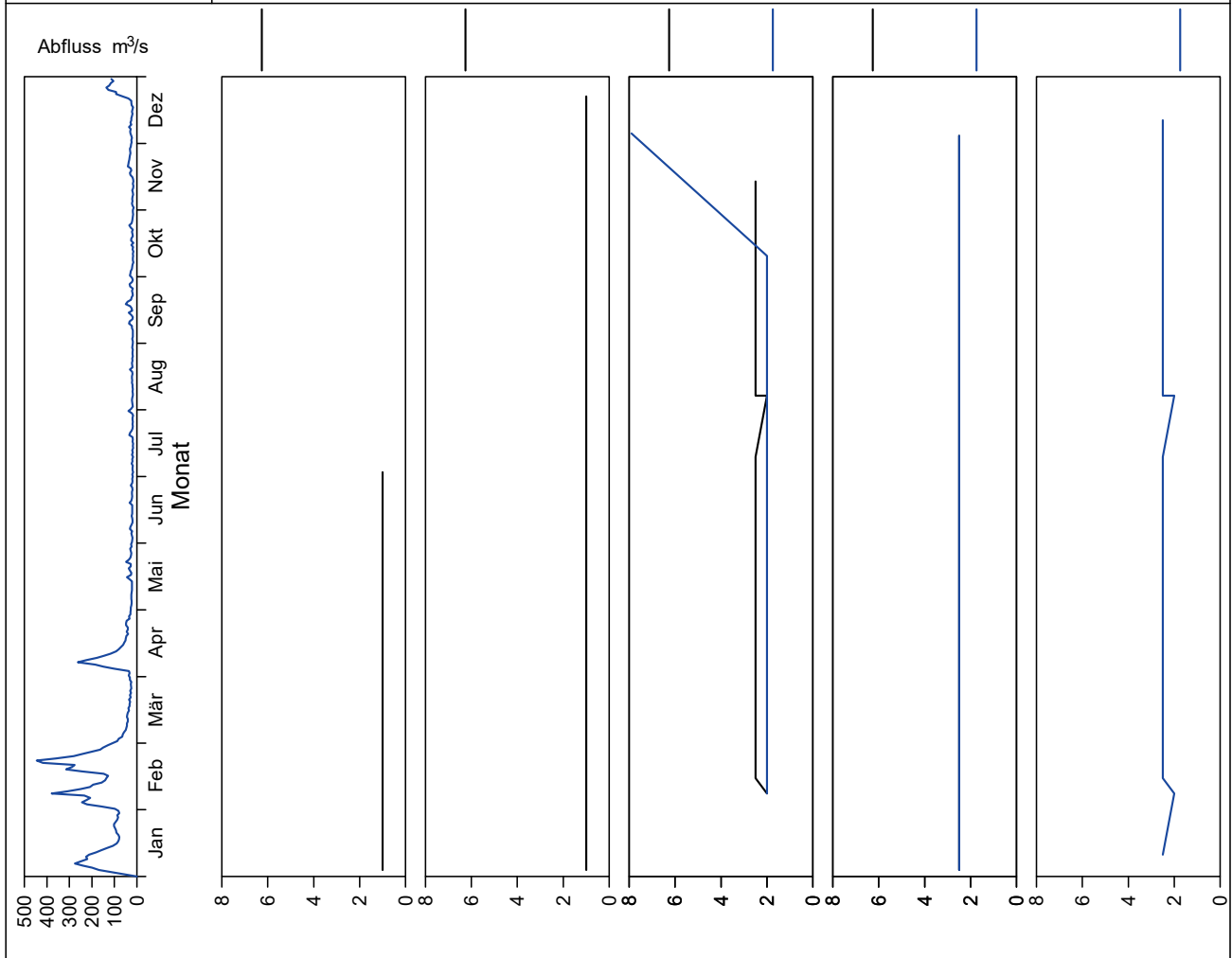


Bild 25.30: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 25.30: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)

Einheit: µg/l

Zielwert: 1 µg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	4		135		24	7	24	24		26
Arith. Jahresmittel	3,1		2,4		2,8	2,6	2,8	1,8		< 2,0
Geom. Jahresmittel	3,0		2,1		2,5	2,0	2,5	1,6		< 2,0
Geom. Sommermittel	3,4		2,3		2,7	2,0	2,6	1,8		< 2,0
Geom. Wintermittel	2,7		1,6		2,3	< 2,0	2,4	1,4		< 2,0
Maximalwert	3,9		5,9		4,5	4,7	6,6	4,2		2,5
Datum des Max.	04.07		21.12		28.11	11.10	21.11	19.12		Mehrere
90-Perzentil	3,8		3,8		4,2	4,4	4,2	2,8		2,4
50-Perzentil	3,4		2,2		3,1	2,7	2,6	1,8		< 2,0
10-Perzentil	2,2		0,9		< 2,0	< 2,0	1,4	0,9		< 2,0
Minimalwert	1,9		0,6		< 2,0	< 2,0	0,9	< 0,5		< 2,0
Datum des Min.	03.01		14.02		Mehrere	Mehrere	Mehrere	04.10		27.12

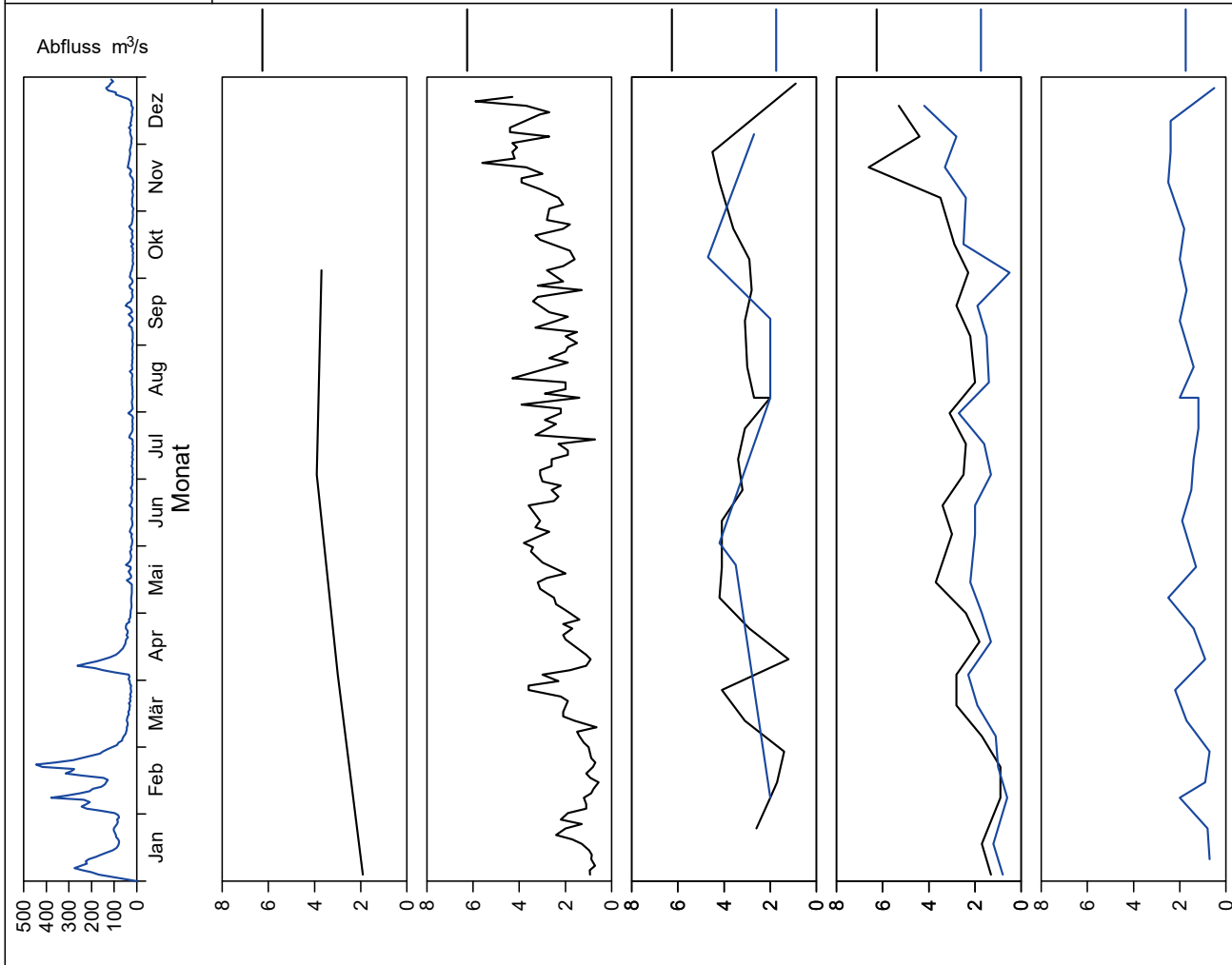


Bild 25.31: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 25.31: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Nitrilotriessigsäure (NTA)

Einheit: µg/l

Zielwert: 1 µg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	4		135		24	7	24	24		26
Arith. Jahresmittel	< 1,0		< 0,5		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Geom. Jahresmittel	< 1,0		< 0,5		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Geom. Sommermittel	< 1,0		< 0,5		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Geom. Wintermittel	< 1,0		< 0,5		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Maximalwert	< 1,0		0,5		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Datum des Max.	Mehrere		21.09		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere
90-Perzentil	< 1,0		< 0,5		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
50-Perzentil	< 1,0		< 0,5		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
10-Perzentil	< 1,0		< 0,5		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Minimalwert	< 1,0		< 0,5		< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Datum des Min.	Mehrere		Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere

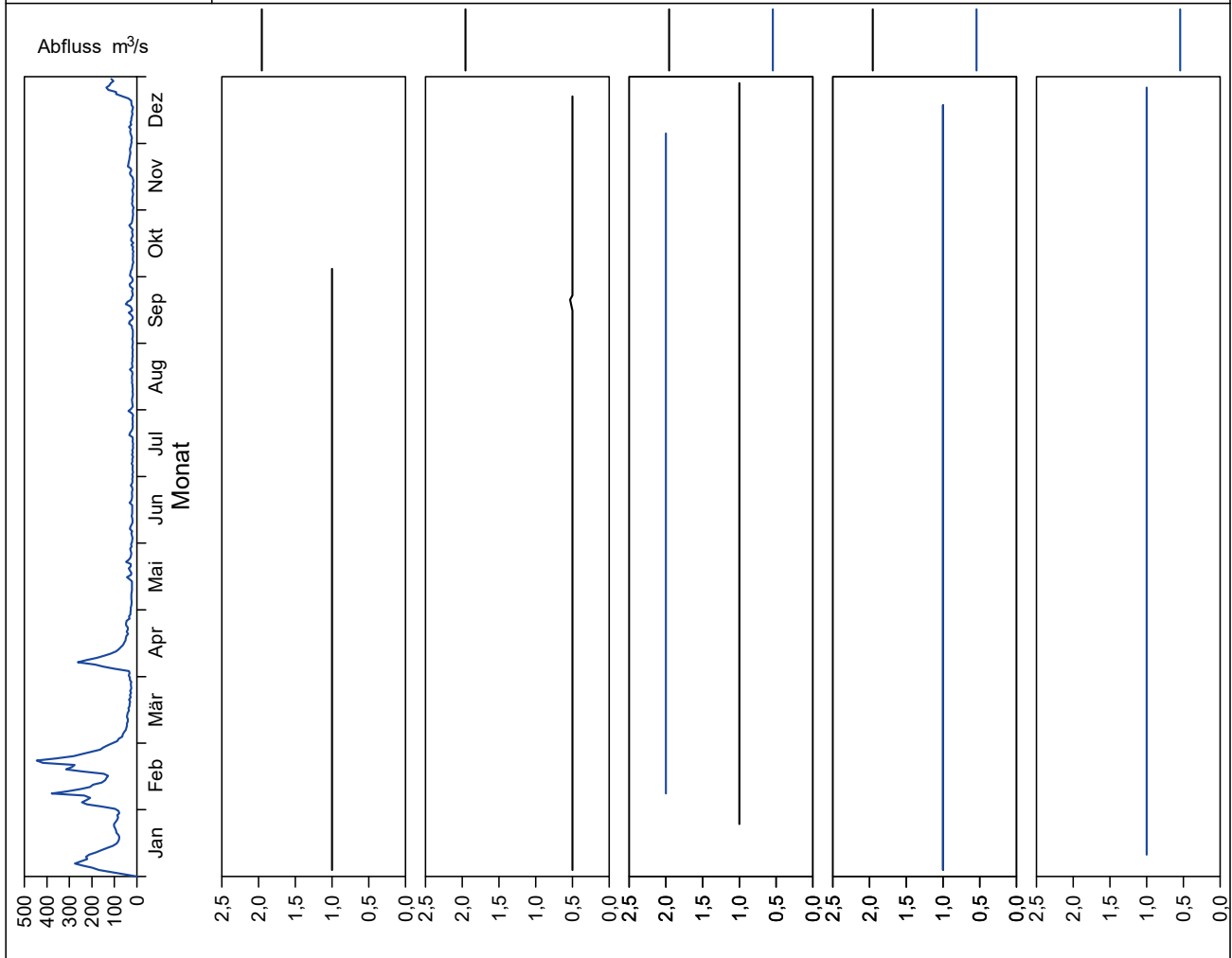


Bild 25.32: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 25.32: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Coliforme Bakterien

Einheit: 1/100 ml

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	51		53	53	36	36	47	55
Arith. Jahresmittel	7023	5134	3675		5797	8197	4754	4555	4554	5177
Geom. Jahresmittel	2184	1276	1542		2772	3637	2671	2480	1954	2200
Geom. Sommermittel	2566	1885	2181		2833	3350	2451	2088	1584	1838
Geom. Wintermittel	1860	864	1075		2714	3960	2912	2946	2433	2616
Maximalwert	24000	24000	24196		24000	92080	24000	24000	25000	24000
Datum des Max.	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere	07.02	Mehrere	Mehrere	15.09	Mehrere
90-Perzentil	24000	22179	9208		20000	15024	12300	13450	15413	21200
50-Perzentil	946	862	1500		2600	3654	2500	2200	1354	1500
10-Perzentil	582	226	277		562	657	850	780	550	648
Minimalwert	374	148	121		100	291	430	590	359	260
Datum des Min.	04.04	08.11	20.04		07.11	02.05	19.04	09.05	25.08	28.03

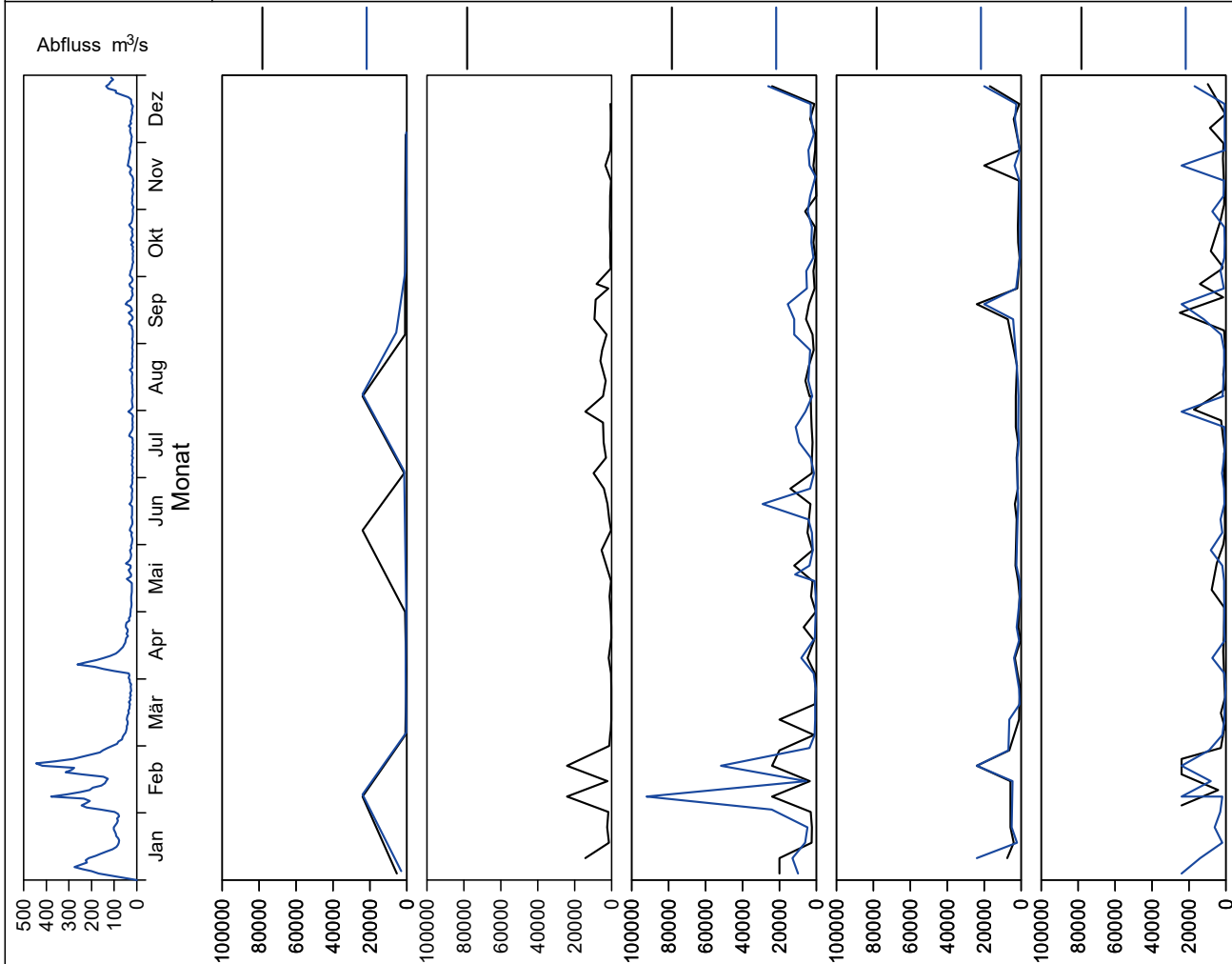


Bild 25.33: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 25.33: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Escherichia coli

Einheit: 1/100 ml

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	51		54	53	36	36	38	55
Arith. Jahresmittel	2153	972	1425		2138	1983	2074	1551	2670	2269
Geom. Jahresmittel	321	31	210		-9999	225	485	373	571	382
Geom. Sommermittel	171	4	129		-9999	77	280	173	355	214
Geom. Wintermittel	602	245	346		-9999	686	841	803	921	666
Maximalwert	12000	9800	24196		24000	36520	24000	17000	25000	24000
Datum des Max.	08.06	08.02	Mehrere		07.02	07.02	21.02	21.02	15.09	01.08
90-Perzentil	8940	1306	1670		6900	4285	4050	4750	6741	8200
50-Perzentil	187	46	148		185	161	300	235	371	180
10-Perzentil	53	1	41		41	19	98	74	105	74
Minimalwert	31	0	20		0	4	63	10	31	10
Datum des Min.	04.07	Mehrere	Mehrere		Mehrere	04.07	16.05	16.05	01.09	28.03

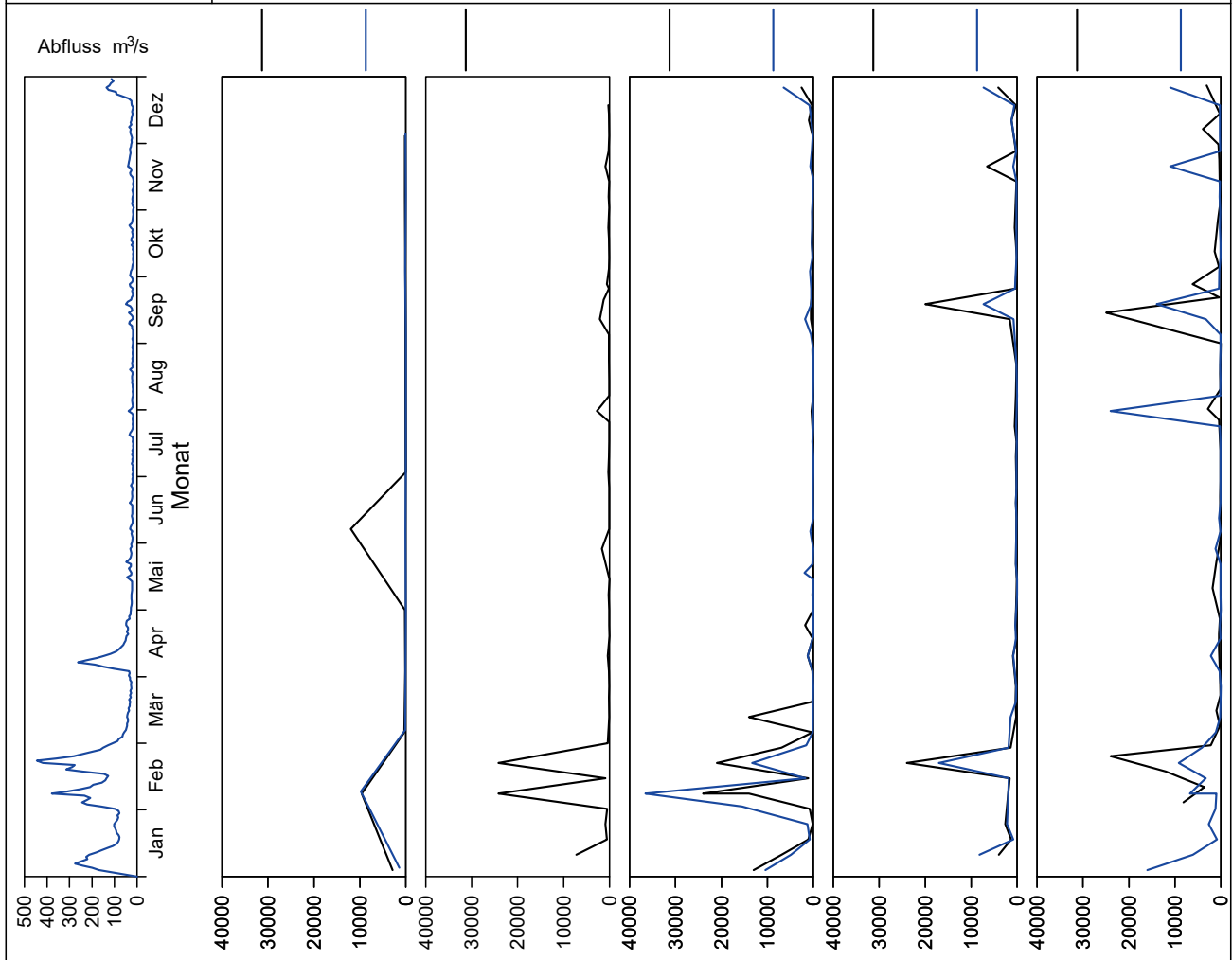


Bild 25.34: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 25.34: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

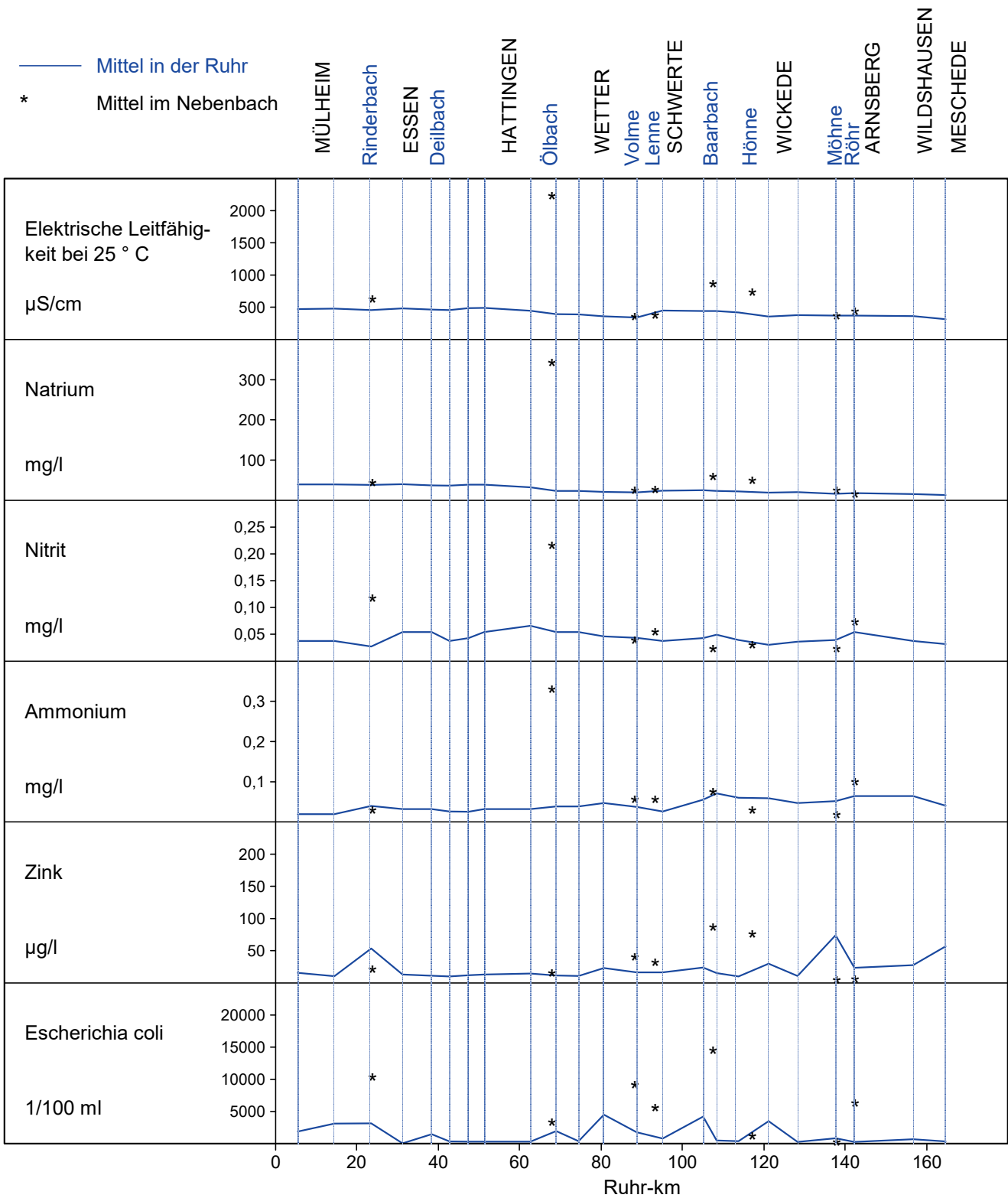


Bild 25.35: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr und ihrer Nebenbäche anhand von sechs ausgewählten Parametern
 Fig. 25.35: Water condition of the Ruhr and its tributaries indicated by six selected parameters

Tabelle 25.5: Im Ruhrwasser bestimmte PSM und Überschreitungen der Trinkwassergrenzwerte von 100 ng/l bzw. der Zielwerte von 50 ng/l
 Table 25.5: Pesticides measured in the Ruhr water and exceedings of the limit for drinking water of 100 ng/l and the target value of 50 ng/l respectively

Kenngröße	Zahl der ausgewerteten Analysen	Zahl der Proben mit positivem Befund	Anteil der Proben mit positivem Befund %	Zahl der Proben mit Werten >100 ng/l	Anteil der Proben mit Werten >100 ng/l %	Zahl der Proben mit Werten >50 ng/l	Anteil der Proben mit Werten >50 ng/l %	Maximalwert ng/l
Atrazin	95	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Bentazon	189	1	0,5	0	0,0	0	0,0	3
Bifenox	109	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Bromoxynil	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Carbetamid	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Carfentraton-ethyl	76	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Chloridazon	76	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Chlorthalonil	127	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Chlortoluron	95	1	1,1	0	0,0	0	0,0	31
Clodinafop	95	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Clopyralid	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 100
2,4-D	189	11	5,8	0	0,0	0	0,0	14
Desethylatrazin	95	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Desethylterbuthylazin	95	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Desisopropylatrazin	4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Desmedipham	125	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Dichlorprop	95	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Diflufenikan	95	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Dimefuron	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Diuron	95	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Epoxiconazol	93	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Ethofumesat	76	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Fenpropimorph	93	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Flufenacet	208	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Fluroxypyr	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 100
Flurtamone	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Hexazinon	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Ioxynil	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Isoproturon	95	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
MCPA	195	48	24,6	0	0,0	0	0,0	18
Mecoprop	95	1	1,1	0	0,0	0	0,0	26
Metamitron	95	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Metazachlor	95	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Methabenzthiazuron	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Metolachlor	95	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Metribuzin	76	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Pendimethalin	95	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Phenmedipham	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Propiconazol	93	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Quinmerac	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Simazin	95	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25
Tebuconazol	93	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 50
Terbuthylazin	95	0	0,0	0	0,0	0	0,0	< 25

Auswahl von Veröffentlichungen

Evers, H.; Schneider, Y.; Ehm, J.-H.:

Phosphorrückgewinnung im größten Ballungsraum Deutschlands - das Demonstrationsprojekt AMPHORE
Phosphorus recovery in Germany's biggest conurbation – the AMPHORE demonstration project
55. Essener Tagung für Wasserwirtschaft vom 09.03. - 11.03.2022. Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen University. Aachen: Gesellschaft zur Förderung des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft an der RWTH Aachen e.V., 40-1 bis 40-11.

Evers, H.:

Sewage sludge utilization and phosphorus recovery at the Ruhrverband
Klärschlammverwertung und Phosphorrückgewinnung beim Ruhrverband
Vortrag im Rahmen der DWA-Lösungstour „Phosphorrückgewinnung/ Klärschlammverwertung“ auf der Internationalen Fachmesse für Abwassertechnik (IFAT). München, 30.05. - 03.06.2022.

Evers, H.:

Phosphorrückgewinnung aus Klärschlammasche im Rahmen des Projekts „AMPHORE“.
Vortrag DWA Landesverband Nordrhein-Westfalen (Veranstalter). Junge Facharbeiter*innen und Meister*innen im Austausch – Schwerpunktthema: Phosphorrückgewinnung. Dinslaken, 06.09.2022.

Evers, H.:

Regionales Klärschlamm- und Aschen-Management zum Phosphorrecycling für einen Ballungsraum.
Vortrag DPP – FORUM 2022: „Phosphor-Recycling 2029 – Etappenziel erreicht?“. Frankfurt, 13.10.2022.

Härtel, C.:

Polare Substanzen in der Ruhr.
Korrespondenz Wasserwirtschaft, 10, 2022, S. 596 - 602

Heck, A., et al.:

Unterhaltung, Pflege und Entwicklung von Fließgewässern im Wald
Maintenance, care and development of watercourses in the forest
Merkblatt DWA-M 628; März 2022

Jardin, N.:

Trinkwasserversorgung in der Ruhrregion.
Drinking water supply in the Ruhr River Region
Hg. v. Kommunal-Verlag. Berlin (kommunalwelt.de).

Jardin, N.; Thöle, D.:

Der Ruhrverband auf dem Weg zur Klimaneutralität – Energieneutralität erreicht!
The Ruhrverband on its way to climate neutrality – energy neutrality achieved!
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.; Thöle, D.; Weißbach, M.:

Der Ruhrverband auf dem Weg zur Klimaneutralität – Herausforderungen und Lösungsansätze.
The Ruhrverband on its way to climate neutrality – challenges and potential solutions
In: KA - Korrespondenz Abwasser, Abfall 70 (2), 90-98.

Jardin, N.:

Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft an Ruhr und Lenne – Trockenperioden und Hochwässer als neue Normalität?
Effects of climate change on the water management at the Rivers Ruhr and Lenne - draughts and floods as the new normal?
Lions Club Plettenberg. Plettenberg, 24.02.2022.

Jardin, N.:

The July flood 2021 within the Ruhr Area.
Das Juli-Hochwasser 2021 in der Ruhrregion.
20th EWA International Symposium. European Water Association. European Water Association. München, 01.06.2022.

Jardin, N.:

Talsperren in NRW – Wege zu höherer Klimaresilienz.
Reservoirs in North Rhine-Westphalia – Ways towards a higher climate resilience.
Natur- und Umweltschutzakademie NRW. Natur- und Umweltschutzakademie NRW. digital, 14.06.2022.

Jardin, N.:

Auf dem Weg zu einer umfassenden, immissionsorientierten Gewässerbewirtschaftung.
Targeting an extensive immission oriented water management
Landesverband Sachsen/Thüringen der DWA. Weimar, 06.09.2022.

Jardin, N.:

The Ruhrverband on its way to Climate Neutrality.
Der Ruhrverband auf dem Weg zur Klimaneutralität.
IWA World Water Congress Kopenhagen. International Water Association. digital, 15.09.2022.

Jardin, N.:

Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft an Ruhr und Lenne – Trockenperioden und Hochwässer als neue Normalität?

Effects of climate change on water management at the Rivers Ruhr and Lenne – droughts and floods as the new normal? Lions Club Lüdenscheid-Lennetal. Herscheid, 21.03.2023.

Schneider, Y.; Klein, P.; Schmidt, C.; Lange, G.; Stenzel, N.:

Herausforderungen und Erfahrungen in Planung, Bau und Inbetriebnahme der ersten großtechnischen Nereda®-Anlage in Deutschland

Challenges and experiences in the planning, construction and commissioning of the first large-scale Nereda® Plant in Germany

55. Essener Tagung für Wasserwirtschaft vom 09.03.-11.03.2022, GWA-Schriftenreihe Nr. 254, 25/1-25/15

Schnatmann, Chr.:

Sichere Faulgasanlagen

Safe digester gas plants

2 - tägiges DWA-Seminar am 08./09. November 2022 in Kassel

Tirpak, R. A.; Tondera, K.; Tharp, R.; Borne, K. E.; Schwammberger, P.; Ruppelt, J.; Winston, R. J.:

Optimizing floating treatment wetland and retention pond design through random forest: A meta-analysis of influential variables

Optimierung von Floating Treatment wetlands und Rückhaltebecken durch das Random Forest Verfahren: Eine Meta-Analyse von Einflussvariablen

Journal of Environmental Management 312 (2022)

Wirtz, H.; Ruppelt, J.P.; van Dongen, J.T.; Schippers, J.; Neinhuis, A.E.; Luetjens, L.; Pinnekamp, J.; Tondera, K.:

Improvement of stormwater retention pond performance for the treatment of highway runoff using Floating Treatment Wetlands

Optimierung der Leistungsfähigkeit von Regenklärbecken für die Behandlung von Autobahnabwasser mit Floating Treatment Wetlands

Vortrag IWA World Water Congress & Exhibition, Copenhagen/Denmark, 11. – 15.09.2022

Weißbach, M.; Thöle, D.:

Der Ruhrverband auf dem Weg zur Klimaneutralität - Treibhausgasemissionen und Klimaschutzleistungen bei einem Wasserverband

The Ruhrverband on its way towards climate neutrality greenhouse gas emissions and climate protection measures of a large water and wastewater treatment operator

21. IFWW Fachkolloquium „Erfolgskriterien für eine nachhaltige Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen“ (24.05.2022, Haltern am See)

Welsing, R.:

Aufgaben der Wasserverbände im Nachbergbau und Finanzierungslast

Responsibilities of water associations in post-mining and financial burden

Armin von Weschpfennig (Hrsg.), Bergbau und Wasserrecht – Industrielle Revolution, Gegenwart und Zukunftsfragen, 2022

Wilhelm A., Agrawal S., Scoth J., Meinert-Berning C., Bastian D., Orschler L., Ciesek S., Teichgräber B., Wintgens T., Lackner S., Weber FA., Widera, M.:

Early Detection of SARS-CoV-2 Omicron BA.4 and BA.5 in German Wastewater.

Früherkennung von SARS-CoV-2 Omicron BA.4 and BA.5 in Abwasser in Deutschland.

Viruses, 14, 2022, 1876

Wilhelm A., Scoth J., Meinert-Berning C., Agrawal S., Bastian D., Orschler L., Ciesek S., Teichgräber B., Wintgens T., Lackner S., Weber F., Widera M.:

Wastewater surveillance allows early detection of SARS-CoV-2 omicron in North Rhine-Westphalia, Germany.

Abwasserüberwachung erlaubt Früherkennung von SARS-CoV-2 omicron in Nordrhein-Westfalen.

The Science of the total Environment, 846, 2022, 157375

