

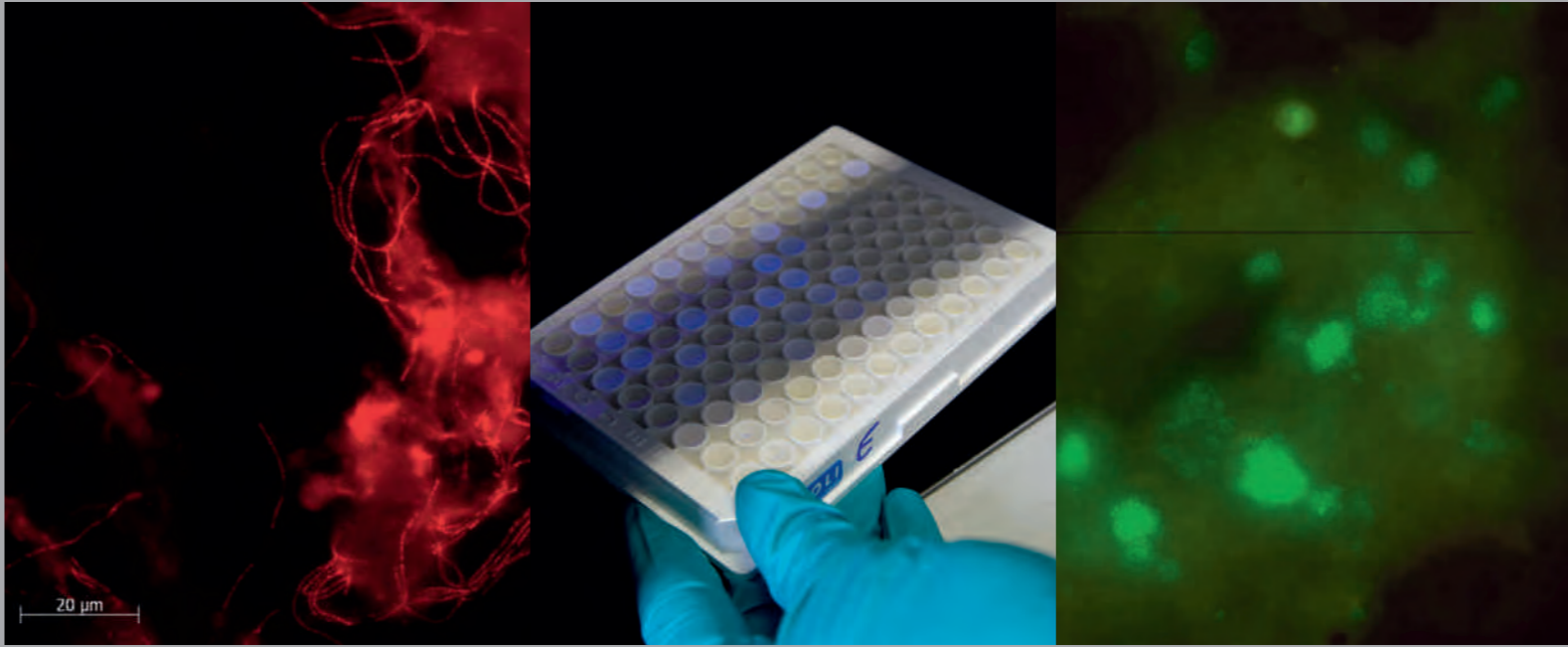
AWWR-Mitglieder



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

Hervorgegangen ist die AWWR aus dem 1947 gegründeten „Ausschuss der Ruhrwasserwerke“, der wegen akuten Wassermangels und damals gefährdeter Trinkwasserversorgung vom nordrhein-westfälischen Wirtschaftsminister ins Leben gerufen wurde. 1986 wurde der Ausschuss in AWWR umbenannt. Seit Februar 2010 ist die AWWR ein eingetragener Verein mit einem ehrenamtlichen Präsidium und einem Geschäftsführer. Die Unternehmen zwischen Brilon und Mülheim bündeln so ihre Interessenvertretung und fungieren als Ansprechpartner der Wasserwirtschaft an der Ruhr. Im Fokus steht eine gesicherte Trinkwasserversorgung im Ruhreinzugsgebiet und den aus der Ruhr mit Trinkwasser versorgten Siedlungsgebieten an Lippe, Emscher und Ems. Dabei gilt es auch, die Ruhr als Rohwasserressource für eine naturnahe Wassergewinnung, die zur Trinkwasserversorgung von mehr als 4 Millionen Menschen im Ruhrgebiet sowie im Münsterland und Sauerland dient, nachhaltig zu schützen.

Ruhrgütebericht 2014



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

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

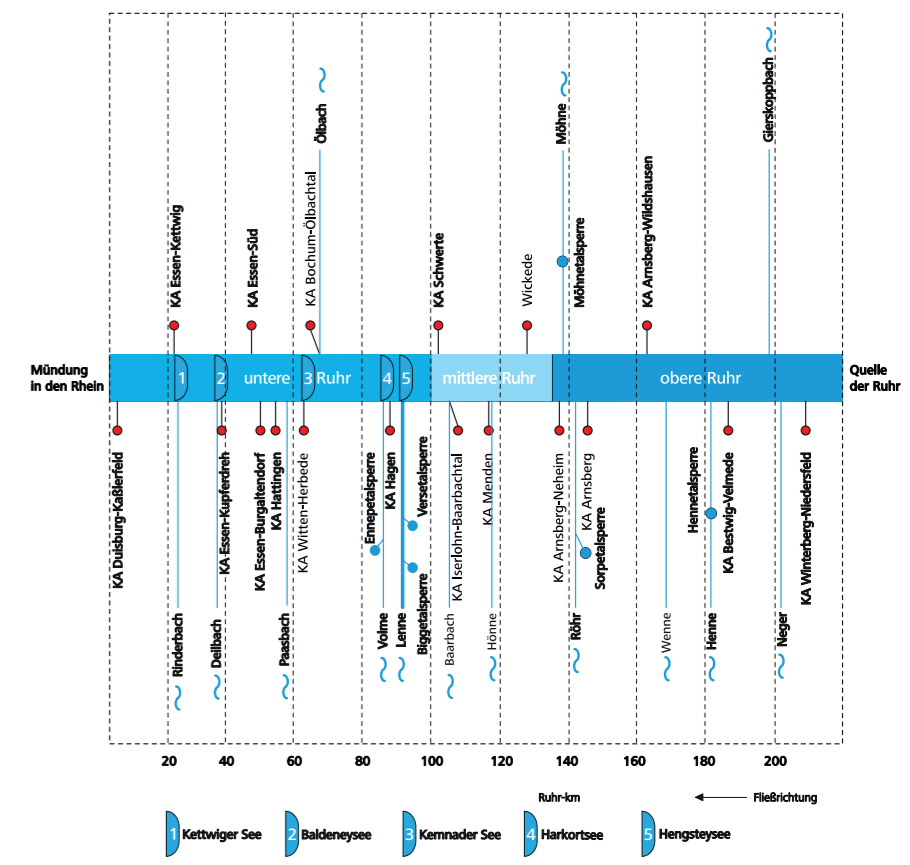
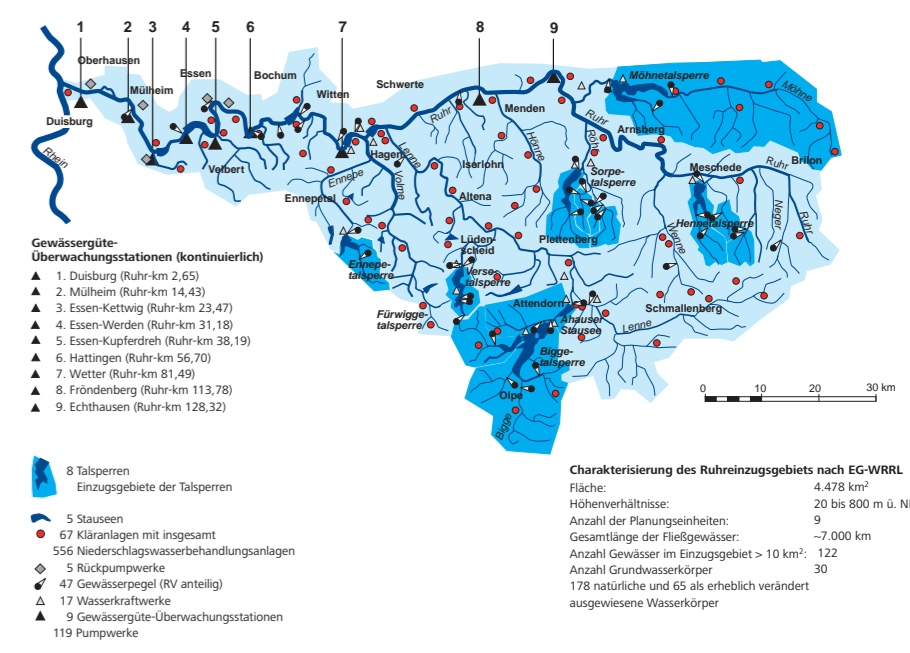
www.awwr.de

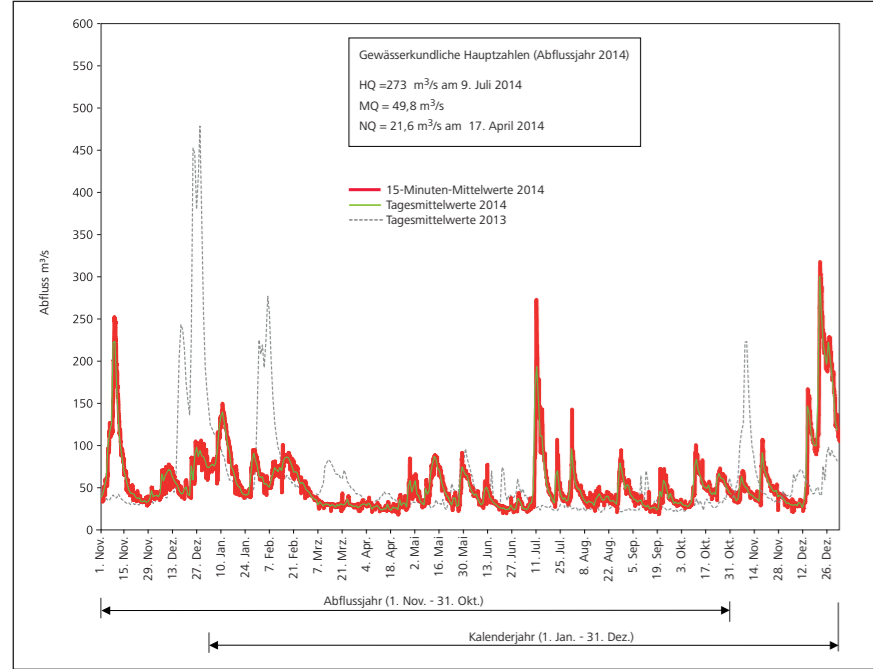
Kronprinzenstraße 37, 45128 Essen
Postfach 103242, 45032 Essen
Telefon (02 01) 178-0
Fax (02 01) 178-1425
www.ruhrverband.de

Nachdruck – auch auszugsweise –
nur mit Quellenangabe gestattet.

Gedruckt auf umweltfreundlich hergestelltem
Papier aus 50% recycelten Fasern.

Abflussganglinie und Abkürzungsverzeichnis auf der Innenklappe





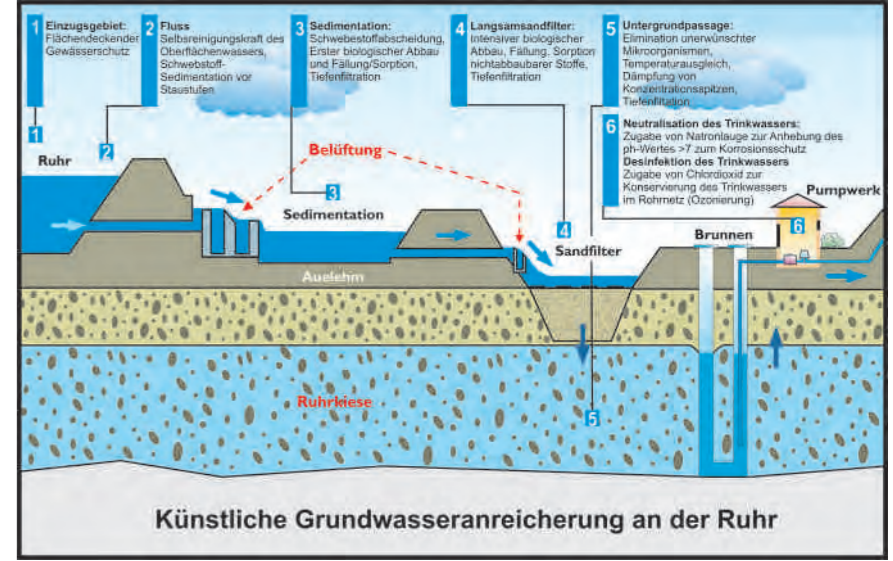
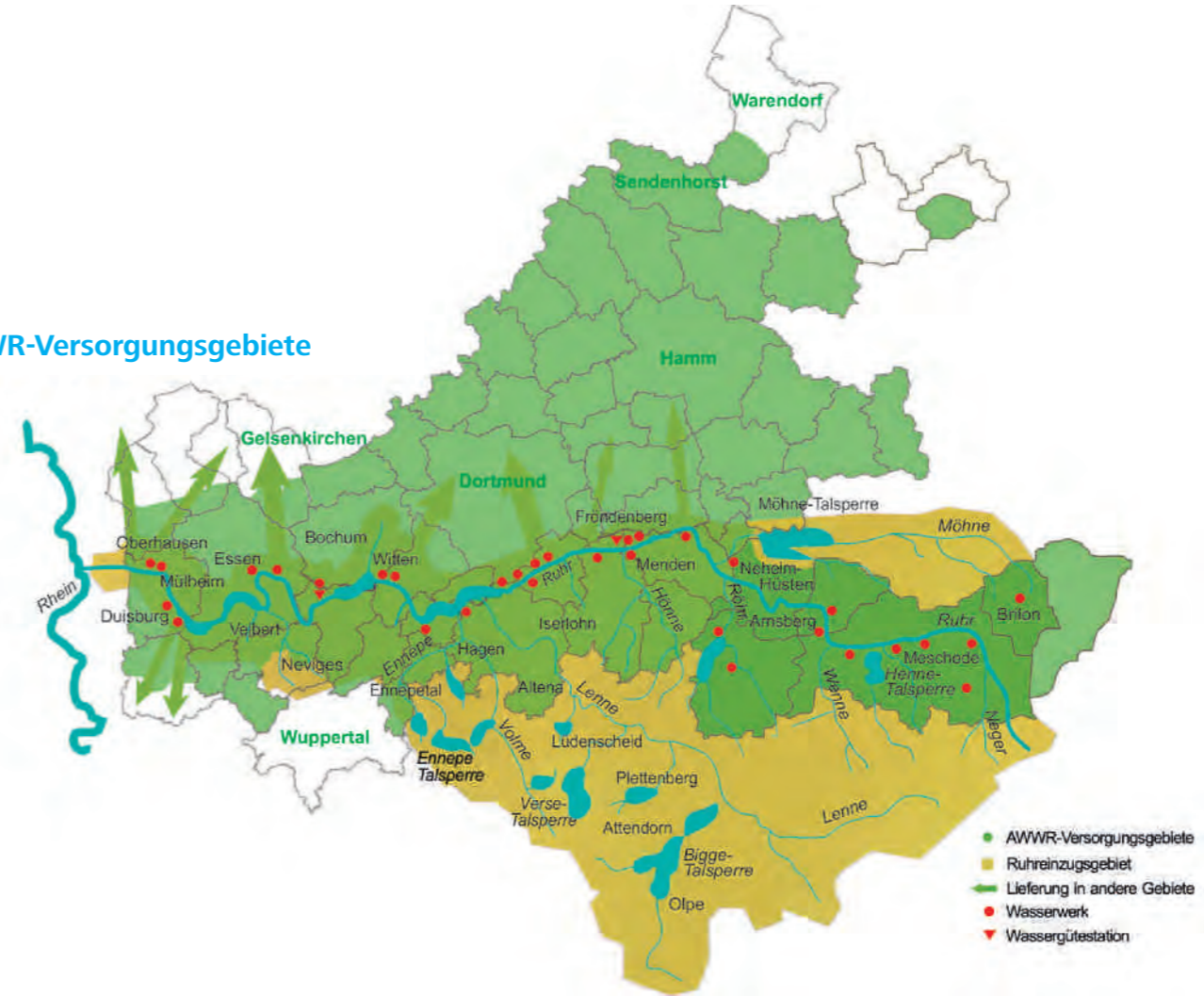
15-Minuten-Mittelwerte und Tagesmittelwerte des Abflusses der Ruhr am Pegel Hattingen im Abfluss- und Kalenderjahr 2014
Runoff means during 15 minutes and 24 hours at the gauging station Hattingen in the water year and calendar year 2014

Abkürzungsverzeichnis

Kurzname	Kenngröße	Einheit	Kurzname	Kenngröße	Einheit
AbfSt	Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	o-PO ₄ -P	Orthophosphat-Phosphor (o-Phosphat)	mg/l
AOX	Adsorbierbare Organisch Gebundene Halogene	mg/l	PAK	Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe	µg/l
BIAS	Bismutaktive Substanzen (nichtionische Tenside)	mg/kg	PAKf	Gelöste Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe	mg/kg
BO ₂ -B	Borat-Bor	mg/l	PBDE	Polybromierte Diphenylether	ng/l
BSB ₅₍₂₎	Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 (2) Tagen	mg/l	PBSM/PSM	Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel/ Pflanzenschutzmittel	µg/kg
BTXE	Aromatische Kohlenwasserstoffe	µg/l	PCB	Polychlorierte Biphenyle	mg/kg
CHLA	Chlorophyll-a	µg/l	PCDD	Polychlorierte Dibenzodioxine	ng/kg
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf (der Gesamtprobe)	mg/l	PCDF	Polychlorierte Dibenzofurane	ng/kg
DEHP	Diethylhexylphthalate	mg/kg	PFT	Perfluorierte Tenside	mg/l
DOC	Gelöster Organisch Gebundener Kohlenstoff	mg/l	pH	pH-Wert	
DTPA	Diethylentriäthyloltraessigsäure	µg/l	Q	Abfluss	m ³ /s
EDTA	Ethylendinitrioltraessigsäure	µg/l	S	Saprobienindex	
EG-WRRL	EG-Wasserrahmenrichtlinie		SAK 254	Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	m ⁻¹
HIMWB	Erheblich veränderter Wasserkörper (Heavily Modified Water Body)		SAK 436	Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436 nm	m ⁻¹
ISS	Sauerstoffsättigungsindex (relative Sauerstoffsättigung)	%	ST	Sichttiefe	dm
IVF	In vivo Fluoreszenz	mV	TBP	Tributylphosphat	µg/l
K _{s,4.3}	Säurekapazität	mmol/l	TCEP	Tris-(2-chlorethyl)-phosphat	µg/l
LAS	Lineare Alkylbenzolsulfonate	µg/l	TCEP	Tris-(2-chlorpropyl)-phosphat	µg/l
LF	Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	TEP	Triethylphosphat	µg/l
LHKW	Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe	µg/l	TIC	Gesamter Anorganisch Gebundener Kohlenstoff	mg/l
MBAS	Methylenblauaktive Substanzen (anionische Tenside)	mg/l	TIN	Gesamter Anorganisch Gebundener Stickstoff	mg/l
MCPA	2-Methyl-4-Chlorphenoxyessigsäure	g	TN	Gesamtstickstoff	mg/l
m	Trockenmasse	g	TOC	Gesamter Organisch Gebundener Kohlenstoff	mg/l
MTBE	Methy-tertiär-Butylether	µg/l	TON	Gesamter Organisch Gebundener Stickstoff	mg/l
NH ₄ -N	Ammonium-Stickstoff	mg/l	TP	Gesamtphosphor	mg/l
NO ₂ -N	Nitrit-Stickstoff	mg/l	TpF	Gesamtphosphor im Filtrat (mit Aufschluss)	µg/l
NO ₃ -N	Nitrat-Stickstoff	mg/l	T _w	Wassertemperatur	°C
NPE	Nonylphenoethoxylate	mg/kg	W _t	Trockenrückstand	%
NTA	Nitriotriessigsäure	µg/l			
O ₂	Gelöster Sauerstoff	mg/l			

Titelbild: Mikroskopische Untersuchungen auf der Basis molekularbiologischer Markierungen ermöglichen den Nachweis von fadenförmig wachsenden und Nitrit oxidierenden Bakterien im Belebtschlamm (Bilder außen). Über die Fluoreszenz von Stoffwechselprodukten lässt sich Escherichia coli in Gewässern nachweisen (mittleres Bild).

AWWR-Versorgungsgebiete



Künstliche Grundwasseranreicherung an der Ruhr

Kooperation zwischen Landwirtschaft und Wasserwirtschaft im Einzugsgebiet der Ruhr

Zur Durchführung eines vorbeugenden Gewässer- und Bodenschutzes wurde bereits 1992 die Kooperation zwischen Wasserwirtschaft und Landwirtschaft durch die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) und die Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe gegründet. Derzeit sind rund 800 Landwirte im Ruhrreinzugsgebiet Mitglied dieser Kooperation. Der Landwirt bekundet durch Unterzeichnung einer Kooperationserklärung seine Mitgliedschaft und verpflichtet sich, an der Umsetzung gemeinsam festgelegter Ziele und Aufgaben mitzuwirken.

Die AWWR-Mitglieder finanzieren diese Kooperation. Mit Einführung des Wasserentnahmeentgeltes in Nordrhein-Westfalen sind diese Anwendungen 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 ca. fünf Millionen Menschen vor schädlichen Einträgen durch Pflanzenbehandlungs- und Düngemittel zu schützen.

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



Ruhrgütebericht **2014**

Bericht des Ruhrverbands	4	Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e. V. (AWWR) im Jahr 2014	132
Vorwort	6	Bericht des Vorsitzenden der AWWR	134
In Kürze	8	15 AWWR-Ausschusstätigkeit	136
1 Wasserführung der Ruhr	18	– Ausschuss Wassergüte	136
2 Zeitlich dichte physikalisch-chemische Überwachungen der Ruhr	19	– Ausschuss Wassergewinnung	138
– Ergebnisse der wöchentlichen Ruhruntersuchungen	19	– Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit	139
– Messstelle Ruhr bei Essen-Rellinghausen und Gewässerüberwachungsstationen	23	Beiträge aus Wasserwerken und Institutionen	140
3 Physikalisch-chemische Untersuchungen der Ruhr und ihrer Nebengewässer	30	16 Organische Spurenstoffe in der Ruhr	140
– Die Ruhr im Längsverlauf	30	– Fortsetzung des Monitorings der AWWR	140
– Monitoring gemäß EG-WRRL	36	17 AWWR Meldeplan Ruhr – wie wird er gelebt? Bericht von der Schulung	148
4 Hydrobiologische Untersuchungen der Ruhr und ihrer Nebengewässer	44	18 AWWR-Investitionsprogramm zur Ertüchtigung der Wasserwerke an der Ruhr schreitet voran – Statusbericht	149
– Untersuchungen des Makrozoobenthos	44	19 Organisation der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR)	154
– Trophische Situation in der Ruhr	57	– Mitglieder und ständige Gäste	154
5 Talsperrenuntersuchungen	72	– Kontakte	154
– Sorpetalsperre	72	– Ausschüsse und Arbeitskreise	155
6 Organische Mikroverunreinigungen in der Ruhr	80	20 Die AWWR in Zahlen	157
Sonderthemen	96	21 Analysenergebnisse des Ausschusses Wassergüte	158
7 Ergebnisse der Lennelängsuntersuchungen	96	– Einführung	158
8 Herkunft der Schwermetallbelastung in der Ruhr	106	– Kommentar zu den Untersuchungsergebnissen	160
9 Konsequenzen aus den Änderungen des Bewertungsverfahrens für das Makrozoobenthos	113	Auswahl der Veröffentlichungen	202
10 Legionellenproblematik auf der Kläranlage Warstein	117		
11 Zweiter Bewirtschaftungszyklus zur Umsetzung der WRRL	123		
12 Registrierte Gewässerverunreinigungen des Jahres 2014	125		
13 Leistungen der Kläranlagen des Ruhrverbands	126		
14 Der Ruhrverband in Zahlen	130		

Contents

Report of the Ruhrverband	4	Association of Ruhr Waterworks (AWWR) in 2014	132
Preface	7	Report of the AWWR Chairman	134
In brief	13	15 Activities of AWWR committees	136
1 Flow of the River Ruhr	18	– Water quality committee	136
2 Continuous physico-chemical Ruhr water monitoring	19	– Water catchment committee	138
– Results of the weekly Ruhr examinations	19	– Public relations committee	139
– Measuring point Ruhr at Essen-Rellinghausen and water monitoring stations	23	Reports from waterworks and institutions	140
3 Physico-chemical examinations of the Ruhr and its tributaries	30	16 Organic trace substances in the Ruhr	140
– Examinations along the Ruhr	30	– continuation of the AWWR monitoring	140
– Examinations in line with the European Water Framework Directive	36	17 Is the AWWR reporting scheme being observed in emergencies? Report from the training	148
4 Hydrobiological examinations of the Ruhr and its tributaries	44	18 The AWWR investment programme to overhaul the Ruhr's waterworks is making progress – status report	149
– Macrozoobenthos examination	44	19 Structure of the AWWR	154
– Trophic situation in the Ruhr	57	– Members and permanent guests	154
5 Reservoir examinations	72	– Contacts	154
– The Sorpe Reservoir	72	– Committees and working groups	155
6 Organic micropollutants in the Ruhr	80	20 The AWWR – facts and figures	157
Special topics	96	21 Analytical findings of the water quality committee	158
7 Results of the examinations along the Lenne	96	– Introduction	158
8 Origin of heavy metal loads in the Ruhr	106	– Explanation and annotation	160
9 Consequences of the revised evaluation procedure for macrozoobenthos	113	Selection of publications	202
10 Legionella occurrence at the Warstein sewage treatment plant	117		
11 Second management cycle for the implementation of the Water Framework Directive	123		
12 Registered cases of water pollution in 2014	125		
13 Performance of the Ruhrverband's sewage treatment plants	126		
14 The Ruhrverband – facts and figures	130		



Mündung der Lenne in die Ruhr bei Dortmund



Der jährlich erscheinende Ruhrgütebericht informiert die Fachwelt ebenso wie die interessierte Öffentlichkeit transparent und nachvollziehbar über den aktuellen Zustand der Ruhr und ihrer Nebengewässer. Mitte der 1970er Jahre war die Belastung der Fließgewässer im Ruhreinzugsgebiet auf ihrem Höhepunkt. Seitdem hat sich die Wasserqualität bei allen gemessenen Parametern deutlich verbessert. Dies konnte durch mehrfache Erweiterungen der Klär- und Niederschlagswasserbehandlungsanlagen des Ruhrverbands sowie durch die Optimierung der kommunalen Kanalisation durch die Städte und Gemeinden erzielt werden. Heute sind 99 % der Bevölkerung des Einzugsgebietes an öffentliche Kanalisationen und damit an Kläranlagen angeschlossen. Die Kläranlagen reduzierten im Jahr 2014 die Zulaufrachten bezogen auf die Kenngrößen Chemischer Sauerstoffbedarf zu 93 %, Stickstoff zu 74 % und Phosphor zu 87 %. Das Speichervolumen der Niederschlagswasserbehandlung wurde von 109.000 m³ im Jahr 1988 auf 672.000 m³ im Jahr 2014 ausgebaut und somit in den letzten 27 Jahren mehr als versechsfacht!

Die Erfolge der immensen Investitionen in die Abwasserreinigung zeigen sich in der Gütebewertung unserer Fließgewässer (Kapitel 2). Die Kenngrößen BSB5, TOC, Sauerstoff sowie Ammonium-Stickstoff erreichen gemäß EG-WRRL in der Ruhr bei Essen den „sehr guten“ Zustand. Wassertemperatur, pH-Wert, Chlorid, Gesamtphosphor und o-Phosphat-Phosphor werden mit „gut“ bewertet.

Die trophische Situation in der Ruhr hat sich im Sinne von einer möglichst niedrigen Intensität des organischen photoautotrophen Wachstums ebenfalls deutlich verbessert (Kapitel 4). Das Jahr 2014 zeichnete sich, trotz warmer Temperatur und überdurchschnittlicher Sonneneinstrahlung, durch auffallend geringe Algenkonzentrationen in der unteren Ruhr aus. Die damit verbundene geringe Trübung des Wassers fördert allerdings das Wachstum der Wasserpflanzen, allen voran das der Elodea. Insbesondere in den oberen drei Ruhrstauseen wuchs Elodea im Jahr 2014 wieder massenhaft. Wirkungsvolle Methoden zur Bekämpfung der Elodea konnten bisher nicht entwickelt werden. Im Baldeneysee etablierten sich die Elodeabestände bisher nur im Bereich des Vogelschutzgebiets, wobei sich dort weitere Wasserpflanzen wie der Einfache Igelkolben angesiedelt haben.

Die Diagnose einer atypischen Lungenentzündung bei einem Patienten Anfang August 2013 gilt als der Anfang einer damals ausbrechenden Legionellenepidemie in Warstein (Kapitel 10). In deren Verlauf erkrankten 165 Menschen; zwei Patienten verstarben in Folge ihrer Infektion. Nach Stilllegung verschiedener Rückkühlanlagen im Stadtgebiet, die erfahrungsgemäß als Infektionsquelle für einen solchen Seuchenfall in Frage kommen, wurden keine diesbezüglichen weiteren Infektionen bekannt, so dass hier ein klarer Zusammenhang angenommen werden muss.

Nachfolgend wurde Ende August 2013 die Kläranlage Warstein des Ruhrverbands auf Legionellen beprobt. Die Untersuchungen belegten den Eintrag von Legionellen durch den Zufluss aus einem Verbindungskanal zur Warsteiner Brauerei. Als Sofortmaßnahmen wurde im September 2013 seitens des Ruhrverbands unter anderem eine UV-Anlage zur Desinfektion des Kläranlagenablaufs installiert. Seitdem werden die von den Behörden vorgegebenen Zielwerte für Legionellen am Ablauf der Kläranlage eingehalten. Die massive Vermeh-

rung von Legionellen im Warsteiner Abwassersystem sollte für die Zukunft verhindert werden. Daher wurde im Jahr 2014 ein neues Konzept für die Abwasserbeseitigung in Warstein entwickelt. Dies beinhaltet die Einstellung der biologischen Abwasservorbehandlung bei der Brauerei, den Umbau des verbindenden Freigefällekanals zu einem geschlossenen System sowie den Bau einer Hochlastbelebung und einer Anaerobstufe auf der Kläranlage Warstein. Nach derzeitigem Kenntnisstand sind die bisher realisierten Maßnahmen erfolgreich. Mit der im Bau befindlichen Anaerobstufe wird eine zusätzliche Vorsorge angestrebt.

Derzeit befindet sich der zweite Bewirtschaftungsplan des Landes NRW zur Umsetzung der EG-WRRL, der Ende 2015 in Kraft treten soll, in der Endphase der behördlichen Vorbereitung. Er soll dem Umweltausschuss des Landtages im Spätherbst zur Beschlussfassung vorgelegt werden. Im Gegensatz zum ersten Bewirtschaftungsplan steht nun mit Blick auf Mikroverunreinigungen auch die abwassertechnische Seite stärker im Fokus. Die im Ruhrgütebericht dokumentierten Untersuchungen zu Mikroverunreinigungen in der Ruhr (Kapitel 5) zeigen, dass sich der Ruhrverband mit dieser Thematik intensiv auseinandersetzt. Im neuen Maßnahmenprogramm soll nun für einige Wasserkörper der „Ausbau kommunaler Kläranlagen zur Reduzierung sonstiger Stoffeinträge“ aufgenommen werden. Der Ruhrverband hat in seiner Stellungnahme betont, dass er vor etwaigen Ausbaumaßnahmen eine nachvollziehbare Kausalanalyse für unverzichtbar hält und schlägt die Integrale Entwässerungsplanung (IEP) als geeignetes Instrument für die Untersuchung der Ursache-Wirkungs-Beziehung vor. Nicht zuletzt aus Kostengründen ist dem quellenbezogenen Verursacherprinzip, bei dem die Verunreinigungen nicht „end-of-pipe“ auf der Kläranlage, sondern vor ihrem Eintrag in die Kanalisation betrachtet und ggf. vermieden oder dort behandelt werden, ein höherer Stellenwert als bisher einzuräumen. Der Rückgang der PFT-Belastung im Einzugsgebiet der Ruhr ist ein gutes Beispiel für die Anwendung des Verursacherprinzips. Durch die Sanierung der mit PFT kontaminierten landwirtschaftlichen Flächen und einer Reduzierung des PFT-Eintrags durch die gewerblich-industriellen Betriebe beträgt die PFT-Konzentration an der Ruhrmündung nur noch 16 % des Wertes von 2006.

Allen Akteuren der Wasserwirtschaft an der Ruhr danken wir für ihre stetigen Bemühungen zur Verbesserung der Ruhrwasserqualität. Den Lesern des 42. Ruhrgüteberichts wünschen wir eine anregende Lektüre.

Prof. Dr.-Ing. Harro Bode,
Vorstandsvorsitzender
des Ruhrverbands



*Professor Dr.-Ing.
Harro Bode*

The Ruhr Water Quality Report is published annually, informing the expert community as well as the general public about the current state of the Ruhr and its tributaries in a transparent and comprehensible manner. In the mid-1970s, pollution of the flowing waters in the Ruhr catchment area reached a peak. Since then, the water quality has improved significantly regarding all parameters investigated. This achievement is a result of several expansions of the treatment facilities for sewage and stormwater carried out by the Ruhrverband as well as an optimization of municipal canalisation by the cities and municipalities. Today, 99 % of the catchment area's population is connected to the public sewer system and thus to the sewage treatment plants. In 2014, the sewage treatment plants were able to reduce the inlet loads of the parameters chemical oxygen demand by 93 %, nitrogen by 74 % and phosphorus by 87 % respectively. The storage volume for stormwater treatment has been enhanced from 109,000 m³ in 1988 to 672,000 m³ in 2014 and thus increased six-fold during the past 27 years!

The improvements reached through enormous investments into sewage treatment are reflected in the quality evaluation of our flowing waters (chapter 2). The parameters BOD₅, TOC, oxygen as well as ammonium nitrogen reached a "high" condition in the Ruhr at Essen according to the Water Framework Directive. Water temperature, pH value, chloride, total phosphorus as well as o-phosphate phosphorus achieved "good" results.

The trophic situation in the Ruhr has also improved significantly regarding the target of reaching the lowest possible intensity of organic photoautotroph growth (chapter 4). The year 2014 was characterized – despite warm temperatures and above-average solar radiation – by strikingly low algae concentrations in the lower reaches of the Ruhr. The consequently low turbidity of the water, however, fostered the growth of water plants, especially Elodea. Particularly in the three upstream impounding lakes, mass developments of Elodea occurred again in 2014. Effective methods to combat Elodea could so far not be developed. In Lake Baldeney, Elodea growth until today has been limited to the area of the bird sanctuary, where other water plants such as European burr-reed grow as well.

A patient diagnosed with atypical pneumonia in early August 2013 marks the beginning of an outbreak of legionella at Warstein (chapter

10). In the course of this epidemic, 165 were infected with legionella and two patients died from the infection. After shutting down several cooling systems in the area, which empirically could be the source of such epidemics, no further infections became known – suggesting a clear connection.

At the end of August 2013, the Ruhrverband's sewage treatment plant Warstein was subsequently tested for legionella. The investigations gave evidence to an input of legionella through the inlet of a connecting channel to the Warstein brewery. Immediate actions on part of the Ruhrverband included for instance the installation of a UV disinfection facility in the sewage treatment plant's outlet in September 2013. Since then, the target values for legionella stipulated by the authorities have been met at the plant's outlet. A massive reproduction of legionella in the Warstein sewer system should be prevented in future. Therefore, a new concept for sewage disposal in Warstein was developed in 2014. It comprises the discontinuation of biological sewage pretreatment at the brewery, the restructuring of the connecting free-flow channel into a closed system as well as the installation of a high-load activation stage and an anaerobic process at the Warstein sewage treatment plant. According to present knowledge, the measures carried out so far have already proved successful. The installation of the anaerobic process is underway as a precautionary measure.

The second management plan for the implementation of the Water Framework Directive by the State of North Rhine-Westphalia currently undergoes the final stages of preparation through the authorities. It is scheduled to enter into force at the end of 2015 and will be submitted for adoption to the Environmental Committee of the State Parliament in late autumn. In contrast to the first management plan, it not only focuses on micropollutants but also on technical sewage issues. The examinations regarding micropollutants in the Ruhr documented in the Ruhr Water Quality Report (chapter 5) show that the Ruhrverband is highly engaged regarding this issue. The new programme of measures shall now include the "expansion of municipal sewage treatment plants to reduce other types of input of substances" for some bodies of water. In its statement, the Ruhrverband stressed that it considers a comprehensible causal analysis absolutely necessary before any expansion measures are started and suggested the Integral Drainage Planning (IEP) as a suitable tool to analyse the relationship between cause and effect. Not least because of cost issues, more importance should be placed on the source-related "polluter pays principle" in future. According to this principle, pollution is not analysed end-of-pipe at the sewage treatment plant but before its discharge into the sewage system – where it might be prevented or treated on the spot. The decline of PFC loads in the Ruhr catchment area is a good example for the application of the "polluter pays principle". Thanks to the rehabilitation of agricultural areas contaminated with PFC as well as a reduction of the PFC input through industrial players, the PFC concentration at the Ruhr's mouth has dropped to only 16 % of the level in 2006.

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 42nd Ruhr Water Quality Report will be an inspiration for its readers.

Wasserführung der Ruhr

Im Ruhreinzugsgebiet wird die Wasserführung maßgeblich durch den Betrieb von Talsperren, Kläranlagen und Wasserkraftanlagen sowie die Entnahme durch die Wasserwerke beeinflusst. Das Abflussjahr 2014 war gekennzeichnet durch das Fehlen von Hochwasserereignissen. Es war im Vergleich zum langjährigen Mittel mit einem $MQ_{2014} = 49,8 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Hattingen/Ruhr das sechste zu trockene Abflussjahr in Folge. Insbesondere der Zeitschnitt von Dezember bis April war sehr niederschlagsarm, so dass ab Mitte März eine Stützung der Ruhrwasserführung durch erhöhte Abgaben aus den Talsperren erforderlich war. Zeiten mit erhöhter Wasserführung gab es nur im November und Juli, wobei Hochwassermeldegrenzen nicht überschritten wurden. Der höchste Abfluss im Abflussjahr 2014 wurde am Pegel Hattingen am 9. Juli 2014 mit $HQ_{2014} = 273 \text{ m}^3/\text{s}$ registriert.

Zeitlich dichte physikalisch-chemische Überwachungen der Ruhr

Die Beschaffenheit des Ruhrwassers wird bei Essen-Rellinghausen seit über 90 Jahren mehrmals wöchentlich untersucht. Seit 1965 erfolgen wöchentliche Probenahmen an sechs Stellen in der Ruhr und einer zusätzlichen an der Lennemündung. Weitere Ergebnisse fallen an den neun Gewässerüberwachungsstationen an. Die Bewertung der Analysen erfolgt nach den im Rahmen der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie festgelegten Qualitätskriterien, die für relevante Stoffe in der Oberflächengewässerverordnung als Umweltqualitätsnorm (UQN) für flussgebietspezifische Schadstoffe und für prioritäre Stoffe vorgegeben sind. Zudem werden die in der Oberflächengewässerverordnung festgelegten allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten und die Orientierungswerte des „Leitfaden Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW zur Beurteilung herangezogen.

Die Kenngrößen BSB_5 , TOC, AOX, Sauerstoff sowie Ammonium-Stickstoff erreichen den „sehr guten“ Zustand. Wassertemperatur, pH-Wert, Chlorid, Gesamtphosphor und o-Phosphat-Phosphor werden mit „gut“ bewertet. Die prioritären und prioritär gefährlichen Schwermetalle Blei, Nickel, Cadmium und Quecksilber erreichen nach den Umweltqualitätsnormen den guten chemischen Zustand. Zum ersten Mal wird Kupfer in „gut“ eingestuft, während Zink weiterhin nur mit „mäßig“ bewertet werden kann. Die Anforderungen aus der FischgewV und aus der TrinkwV werden für alle untersuchten Parameter eingehalten.

Physikalisch-chemische Ruhrlängsuntersuchungen

Die vierwöchentlich an zwölf repräsentativen Stellen durchgeführten Untersuchungen der Ruhr spiegeln sowohl die räumliche als auch die zeitliche Variabilität der Messgrößen wider, die durch unterschiedliche meteorologische und hydrologische Bedingungen sowie verschiedene Belastungssituationen geprägt werden.

Für die meisten Kenngrößen lagen die Konzentrationen auf dem Niveau des Vorjahres oder noch darunter. Für die beiden Kenngrößen BSB_5 und TOC, die auch durch das Abflussgeschehen und die

Planktonentwicklung des Gewässers beeinflusst werden, ergibt sich für die gesamte Fließstrecke eine Bewertung mit „sehr gut“. Der Orientierungswert für den „sehr guten“ Zustand wird beim $NH_4\text{-N}$ ausschließlich an der Überwachungsstation Essen-Werden knapp verfehlt. Der Trend der vergangenen Jahre zu niedrigeren Phosphorkonzentrationen setzte sich im Berichtsjahr nicht fort. Dies führte aber nur an zwei Probenahmestellen zu einer „mäßigen“ Einstufung. Nickel und Blei halten durchgehend die jeweilige für die filtrierte Probe geltende UQN ein. Cadmium (filtriert) überschreitet nur unterhalb des „Valme-Zuflusses“ den Grenzwert. Die vor allem durch die geogene Hintergrundbelastung im östlichen Einzugsgebiet beeinflussten Zinkkonzentrationen führten in der oberen Ruhr erwartungsgemäß zu „unbefriedigenden“ bis „schlechten“ Bewertungen. Für Kupfer erfolgt die Einstufung auf den ersten 100 Flusskilometern in „sehr gut“ und danach in „gut“.

Physikalisch-chemische Untersuchungen gemäß EG-WRRL

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 36 Gewässer mit Einzugsgebieten $> 10 \text{ km}^2$ untersucht. Der Ruhrverband beteiligte sich dabei an 14 Gewässern mit insgesamt 27 Probenahmestellen.

Von den Nährstoffen verfehlten Ammonium-Stickstoff an zwei und Phosphor an neun Stellen den „guten“ Zustand. Sauerstoff, Chlorid und Nitrat-Stickstoff erfuhren durchgehend eine „sehr gute“ bzw. „gute“ Bewertung. Bei den Schwermetallen lagen die Konzentrationen für Blei, Nickel, Quecksilber und Selen im „sehr guten“ Bereich. Ausgenommen hiervon waren die Ergebnisse der durch geogene und siedlungsbedingte Einflüsse geprägten Probenahmestellen für Cadmium und Zink. Die Metalle Kupfer und Silber wurden an einigen Probenahmestellen mit „mäßig“ und schlechter charakterisiert. Zusätzlich wurden an ausgewählten Stellen flussgebietspezifische und gesetzlich nicht geregelte Stoffe wie Arzneimittel, Diagnostika, PFSM und PFT untersucht. Eine „mäßige“ oder schlechtere Bewertung erfolgte nur selten, so an fünf Stellen für das Röntgenkontrastmittel Iopamidol.

Hydrobiologische Untersuchungen

Das Makrozoobenthos stellt eine wichtige Komponente zur Beurteilung des ökologischen Gewässerzustands dar. Im Rahmen der gewässerökologischen Untersuchungen an der Ruhr und ihren Nebengewässern im Jahr 2014 können 130 von 134 Stellen im Hinblick auf den saprobiellen Zustand mit „gut“ oder „sehr gut“ bewertet werden.

Von den insgesamt zwischen 2009 und 2014 untersuchten 661 hydrobiologischen Probenahmestellen zeigen 96 % einen „guten“ oder „sehr guten“ saprobiellen Zustand. Im Modul Allgemeine Degradation zeigt sich dagegen vielfach ein defizitäres Bild. Die Bewertung mit „mäßig“, „unbefriedigend“ und „schlecht“ ist zu meist durch strukturelle Defizite wie fehlende und unzureichende Habitatstrukturen oder durch von Querbauwerken verursachte Staueffekte begründet. Lediglich 302, entsprechend 46 % der

zwischen 2009 und 2014 untersuchten Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Ruhr, weisen einen „guten“ bzw. „sehr guten“ Zustand auf.

Trophische Situation in der Ruhr

Trotz günstiger abiotischer Bedingungen – gleichbleibend niedrige Abflüsse, leicht überdurchschnittliche Strahlungsintensität und warme Temperaturen – zeichnete sich das Jahr 2014 durch auffallend geringe Algenkonzentrationen in der unteren Ruhr aus. Dies führte in Folge auch zu keiner nennenswerten Zooplanktonentwicklung. Während der durch diese Entwicklung festzustellende ausgeglichene Sauerstoffhaushalt als positiv für die gesamte Fauna angesehen werden kann, ist eine nachteilige Auswirkung auf die Fische – durch den Rückgang des Zooplanktons als Fischfutter - nicht auszuschließen. Die Makrophytenentwicklung profitierte von der geringen Trübung des Wassers auf Grund der reduzierten Phytoplanktondichte, aber auch von den fehlenden Winter- und Frühjahrshochwässern sowie den zudem relativ warmen Wassertemperaturen im Frühjahr. Die oberen drei Ruhrstauseen wiesen im Jahr 2014, wie auch in den letzten Jahren zuvor, eine Makrophytendominanz bei der Primärproduktion auf. Im Baldeneysee setzte sich im Jahr 2014 die Ausdehnung der Makrophytenbestände vom Stauseebogen auf Höhe des Vogelschutzgebiets weiter seeabwärts fort. Auch der sich seit wenigen Jahren im Baldeneysee abzeichnende Wechsel der dominierenden Wasserpflanzenarten von *Elodea nuttallii* hin zum Einfachen Igelkolben (*Sparganium emersum*) setzte sich im Jahr 2014 fort.

Talsperrenuntersuchungen – Sorpetalsperre

Die acht Ruhrverbandstalsperren dienen vor allem der Niedrigwasseraufhöhung, um stets genügend Rohwasser für die Trinkwassergewinnung zur Verfügung zu stellen. Daneben gewährleisten 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. Für das Jahr 2014 wird die Trophie der Henne-, Möhne- und Biggetalsperre im mittleren mesotrophen und die der Sorpe-, Lister- und Ennepetalsperre im unteren mesotrophen Bereich eingeordnet. Zu den oligotrophen Talsperren gehören die Verse- und Fürwigetalsperre.

Die Sorpetalsperre wurde in den Jahren 1926 bis 1935 gebaut und hat als Überjahresspeicher die Aufgabe, die anderen Talsperren bei der Sicherung der Wasserversorgung zu ergänzen. Sie dient zudem auch der lokalen Trinkwasser- und Energiegewinnung und gilt als ein attraktives Fischgewässer. Die gesamte Wasserfläche ist für den Wassersport wie Segeln, Baden und Tauchen freigegeben. Trotz des im dritten Folgejahr unterdurchschnittlichen Zuflusses traten Wassermengenprobleme in diesen Jahren nicht auf. Die geringen Phosphoreinträge in das Talsperrensystem limitieren die Primärproduktion durch Planktonalgen auf einem sehr niedrigen Niveau. Während in früheren Jahren mit guter Nährstoffversorgung Blau- und Grünalgen dominierten, überwo-

gen in diesem Jahr Kieselalgen und Flagellaten. Wegen der geringen Primärproduktivität erreichte das Zooplankton nur noch die Hälfte des bisherigen Minimums für das Gesamtbiovolumen. Der Gesamttrophieindex für die Sorpetalsperre bewegt sich seit mehr als zehn Jahren im Grenzbereich von Meso/Oligotrophie. Der Sichttiefenindex liegt sogar sicher im oligotrophen Bereich.

Organische Mikroverunreinigungen in der Ruhr

Anthropogene Mikroverunreinigungen sind künstlich hergestellte Stoffe wie z. B. Industriechemikalien, Arzneimittelrückstände oder Pflanzenschutzmittel inklusive ihrer Metabolite, die in Gewässern teilweise in geringsten Konzentrationen nachgewiesen werden. Die als Flammenschutzmittel eingesetzten Polybromierten Diphenylether (PBDE) sind als prioritär gefährliche Stoffe eingestuft. Die Konzentrationen lagen bei allen Untersuchungen in der Wasserphase unterhalb der Bestimmungsgrenze, so dass die als Jahresdurchschnittswert festgelegte Umweltqualitätsnorm (JD-UQN) für die Summe der sechs PBDE unterschritten wurde. Ein weiteres Flammenschutzmittel, der Phosphorsäuretriester TBP, hält die Umweltqualitätsnorm sehr sicher ein.

Für das endokrin wirkende Bisphenol A, Bestandteil u. a. von Plastikflaschen, wurden in etwa 90 % der Proben Positivbefunde ermittelt. Der allgemeine Vorsorgewert von 0,1 µg/l wird im Mittel sicher eingehalten. Polychlorierte Biphenyle gelangten über ihren Einsatz als technische Mischungen zum Beispiel in Hydraulikflüssigkeiten in die Umwelt. Im Berichtsjahr wurden in keiner Probe Konzentrationen der acht untersuchten PCB oberhalb der Bestimmungsgrenze ermittelt. Benzotriazole dienen vor allem als Korrosionsschutzmittel. Während beim 1H-Benzotriazol tendenziell ein Frachtanstieg erkennbar ist, sind die Frachten von 4-Methyl- und 5-Methyl-1H-Benzotriazol rückläufig bzw. stagnieren in den letzten beiden Jahren. Die starken Komplexbildner EDTA und DTPA gehören zu den mengenmäßig relevantesten Mikroverunreinigungen in der Ruhr. Die mittleren Konzentrationen lagen in 2014 für EDTA bei 6,3 µg/l und für DTPA bei 2,8 µg/l, wobei sich die schon im Vorjahr beschriebene Abnahme der DTPA-Konzentrationen fortgesetzt hat.

Bei den Arzneimitteln zeigte sich im Ruhrwasser ein signifikantes Vorkommen des Antidiabetikums Metformin. Sein Metabolit Guanidylharnstoff gehört mit mittleren 4,3 µg/l zu den mengenmäßig relevantesten Mikroverunreinigungen in der Ruhr. Für das Antiepileptikum Gabapentin betrug die mittlere Konzentration in der Ruhr bei Essen im Berichtszeitraum 0,79 µg/l. Die Konzentration des schmerzlindernden und entzündungshemmenden Diclofenac lag bei Essen-Rellinghausen fast durchgehend oberhalb von 0,01 µg/l. Der Mittelwert befindet sich aber unter dem GOW von 0,3 µg/l. Die beiden Blutdruckmittel Metoprolol und Valsartan übersteigen mit ihren mittleren Gehalten in der Ruhr die allgemeinen Vorsorgewerte von jeweils 0,1 µg/l um fast das Doppelte. Die mengenmäßig relevantesten Röntgenkontrastmittel sind Iomeprol, Iopamidol, Amidotrizoesäure und Iopromid.

Von den Pflanzenschutzmitteln konnte im Jahr 2014 am häufigsten das toxikologisch nicht relevante Desphenylchloridazon, ein Metabolit des Herbizids Chloridazon, mit Konzentrationen oberhalb von 0,01 µg/l nachgewiesen werden. Der GOW von 3,0 µg/l wird aber durchgehend eingehalten. 2-Methyl-4-chlorphenoxyessigsäure (MCPA), ein weiteres Herbizid, wurde mit einem Maximalwert von 0,065 µg/l bestimmt, womit der Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,1 µg/l unterschritten wird. Bei den Neonicotinoiden handelt es sich um die am häufigsten eingesetzten systemischen Insektizide. In keiner Probe wurde für die fünf bedeutendsten Substanzen ein Befund oberhalb von 0,01 µg/l ermittelt.

Die PFT-Belastung im Einzugsgebiet der Ruhr ist in den letzten acht Jahren mit der Sanierung von kontaminierten landwirtschaftlichen Flächen und dem Rückgang der Emission im gewerblich-industriellen Bereich deutlich zurückgegangen und beträgt an der Mündung nur noch 16 % des Wertes von 2006. Selbst mit der 2014 erfolgten Verringerung der Bestimmungsgrenze von 10 auf 1 ng/l konnten in vielen Proben einige PFT-Komponenten nicht nachgewiesen werden. Die PFT-Belastung der Ruhr bei Essen ist mit mittleren 16 ng/l für die Σ (PFOA/PFOS) für die Trinkwassergewinnung bei einem Zielwert von 100 ng/l ohne Belang.

Ergebnisse der Lennelängsuntersuchungen und Vergleich mit der Ruhr

Der bedeutendste Nebenfluss der Ruhr ist aus wasserwirtschaftlicher Sicht die Lenne. Mit einer Fließstrecke von 129,15 km ist sie um 2,5 km länger als die Ruhr bis zum Zusammenfluss. Die Betrachtung der Wasserbeschaffenheit der Lenne und der Vergleich mit der Ruhr erfolgt auf der Basis von fünf Untersuchungen von der Lenne und den physikalisch-chemischen Ruhrlängsuntersuchungen.

Für die Parameter Sauerstoff, BSB₅, TOC, AOX, Ammonium, Nitrat und Nitrit wird die Lenne über die gesamte Fließlänge in „sehr gut“ eingestuft. Für Gesamtphosphor erfolgt für die ersten 35 Flusskilometer eine „sehr gute“ und im weiteren Fließverlauf eine „gute“ Einstufung. Die Umweltqualitätsnormen für die prioritären bzw. prioritär gefährlichen Schwermetalle Blei, Cadmium, Nickel und Quecksilber werden an allen Probenahmestellen eingehalten. Kupfer wird auf den ersten 85 Flusskilometern mit „sehr gut“ und danach mit „gut“ bewertet. Für Zink verschlechtert sich nach dem Zufluss der Hundem die Bewertung lokal auf „unbefriedigend“. Bei den organischen Mikroverunreinigungen stellen die gesetzlich nicht geregelten Substanzen EDTA, Acesulfam und 1H-Benzotriazol die mengenmäßig relevantesten Stoffe dar.

Während die Frachten der Abfiltrierbaren Stoffe und des BSB₅ in der Lenne höher als in der Ruhr sind, sind sie für CSB, TOC und AOX in der Lenne geringer. Bei den Nährstofffrachten tragen die beiden Gewässer gleichermaßen zu den jeweiligen Gesamtfrachten in der Ruhr unterhalb des Zusammenflusses bei. Lediglich für Gesamtphosphor war in der Ruhr eine höhere Fracht vorhanden. Mit Ausnahme von Kupfer blieben in der Lenne Konzentrationen und Frachten der Schwermetalle unter denen in der Ruhr. Für

Cadmium, Chrom und Quecksilber wurden an der Lennemündung ausschließlich Negativbefunde ermittelt.

Herkunft der Schwermetallbelastung der Ruhr

Trotz seit Jahren insgesamt niedriger Schwermetallkonzentrationen in der Ruhr werden die Zielvorgaben nicht durchgehend eingehalten. Die Abläufe kommunaler Kläranlagen sind neben anderen Punkt- und diffusen Quellen ein weiterer wesentlicher Eintragspfad für Schwermetalle ins Gewässer. Neben der Ablaufbeschaffenheit gilt das Interesse auch der Zulaufbelastung der Kläranlagen und der Bedeutung der gewerblich-industriellen Indirekteinleitungen.

Die Schwermetallbelastung der Kläranlagenzuläufe unterliegt in Abhängigkeit vom Einzugsgebiet zum Teil deutlichen Schwankungen. Niedrige Werte finden sich eher bei häuslich geprägten Kläranlagen, während überdurchschnittliche Gehalte in Zuläufen mit signifikantem gewerblich-industriellen Einfluss überwiegend aus der metallbe- und -verarbeitenden Branche festgestellt werden. Der Anteil dieses Eintragspfads in die Kläranlagen macht bei Nickel und Chrom mehr als die Hälfte der gesamten Zulauffracht aus, wobei der Großteil dieser Emission bei den routinemäßigen Veranlagungsuntersuchungen offensichtlich nicht erfasst wird. Dies verdeutlicht die nach wie vor vorhandene Relevanz der Abwässer aus Gewerbe und Industrie für die Zulaufbelastung und damit auch für die Ablaufbeschaffenheit. In den Kläranlagen erfolgt eine Schwermetallretention von ca. 40 % beim Nickel bis etwa 90 % bei Chrom und Blei. Der Anteil der Kläranlagenemission an der Immission in der Ruhr bei Essen liegt rechnerisch zwischen 13 und 45 %.

Konsequenzen aus den Änderungen des Bewertungsverfahrens für das Makrozoobenthos

Der ökologische Zustand eines Wasserkörpers wird gemäß den Vorgaben der EG-Wasserrahmenrichtlinie an Hand der biologischen Qualitätskomponenten „Makrophyten und Phytobenthos“, „Makrozoobenthos“, „Fischfauna“ und „Phytoplankton“ bewertet. Als Vergleich dient die natürliche, vom Menschen unbeeinflusste Referenzsituation des jeweiligen Gewässertyps. Als spezielles Bewertungsverfahren für das Makrozoobenthos ist das multimetrische Verfahren PERLODES mit der Auswertungssoftware ASTERICS entwickelt worden, die seit der ersten Anwendung der Version 1.0 im Jahr 2002 stetig fortgeschrieben wird. Die Auswirkungen der Weiterentwicklung bis zur Version 3.0 waren im Ruhreinzugsgebiet aber gering. Mit der aktuellen Version 4.0, die voraussichtlich ab dem 4. Monitoringzyklus Verwendung findet, wird erstmals neben der Bewertung des ökologischen Zustands für die „natürlichen Wasserkörper“ (NWB) nun auch die Bewertung des ökologischen Potenzials für die „erheblich veränderten Wasserkörper“ (HMWB) möglich. Für die Darstellung der Makrozoobenthosuntersuchungen wird es daher ab 2015 beim Ruhrverband zu einer Umstellung der Auswertung kommen. Bei einer beispielhaften Anwendung des neuen Bewertungsverfahrens für das Makrozoobenthos zeigen die hier betrachteten Ergebnisse des 3. Monitoringzyklus für 97 % der Stellen in NWB keine Auswir-

kungen. Dagegen bewirkt die Anwendung in HMWB bei 71 % der Probenahmestellen eine Verbesserung der Bewertung. Von den 243 Oberflächenwasserkörpern im Ruhreinzugsgebiet sind auf Grund der vom Land NRW umgesetzten Überarbeitung der Fließgewässertypenkarten 24 von einer Gewässertypänderung betroffen. 43 Wasserkörper wurden im Jahr 2014 in ihrer Lage bzw. Ausdehnung geändert .

Legionellenproblematik auf der Kläranlage Warstein

Die in Folge der Legionellenepidemie in Warstein im August 2013 und der positiven Legionellenbefunde in der Werkskläranlage der Warsteiner Brauerei, der kommunalen Kläranlage Warstein und in der Wester durchgeführten Untersuchungen und Sofortmaßnahmen führten zu einer deutlichen Verminderung der Legionellenkonzentrationen im Kläranlagenablauf. Um zukünftig eine massive Vermehrung von Legionellen im Warsteiner Abwassersystem zu verhindern, wurde anschließend ein Sanierungskonzept entwickelt, das die Einstellung der biologischen Vorbehandlung bei der Brauerei, den Umbau des Verbindungskanals zu einem geschlossenen System sowie den Bau einer Hochlastbelebung und einer Anaerobstufe auf der Kläranlage Warstein beinhaltet. Nach derzeitigem Kenntnisstand sind die bisherigen Maßnahmen hinsichtlich der Legionellenthematik als erfolgreich zu bewerten. Im Ablauf der Kläranlage ist ein konstant niedriges Konzentrationsniveau erreicht und die von den Behörden vorgegebenen Zielwerte für Legionellen werden sicher eingehalten. Dennoch wird die Errichtung der Anaerobstufe als weitere erfolgversprechende Maßnahme im Sinne der Vorsorge als notwendig erachtet.

Das vom Ruhrverband beauftragte und vom MKULNV geförderte Forschungsprojekt zur Reduzierung von Legionellen in belebtem Schlamm wurde im Dezember 2014 beendet. Die Temperaturabhängigkeit des Legionellenwachstums im Belebtschlamm wurde hierbei grundsätzlich bestätigt. Zur Bedeutung des Substrats für das Wachstum wird weiterer Forschungsbedarf gesehen. Eine Reduktion von Legionellen im Belebtschlamm durch Absenken des Schlammalters oder durch chemische Desinfektionsverfahren erscheint nicht erfolgversprechend. Der Legionellennachweis im Abwasser stellt nach wie vor eine methodische Herausforderung dar. Das LANUV hat hierzu einen „Konzeptvorschlag zur Harmonisierung der Legionellenuntersuchung“ veröffentlicht.

Zweiter Bewirtschaftungszyklus zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie

Am 21. Dezember 2015 endet der erste sechsjährige Bewirtschaftungszyklus zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. Nach dem ersten Bewirtschaftungsplan des Landes NRW aus dem Jahr 2010 trug damals der Bereich der Siedlungsentwässerung nur in geringem Maß zur Verfehlung des angestrebten guten Gewässerzustands bei den nordrhein-westfälischen Flüssen bei. Deutliche Defizite wurden hingegen beim hydromorphologischen Zustand der Gewässer konstatiert. Dessen Verbesserung stellte den Schwerpunkt der damaligen Aktivitäten zur Umsetzung der EG-WRRL dar. Bei der Vorbereitung des zweiten Bewirtschaftungsplans, der Ende 2015 in Kraft treten soll, liegt bei den für eine

Flussgebietseinheit wichtigen Wasserbewirtschaftungsfragen mit Blick auf die prioritären Stoffe und sonstige Schadstoffe ein starker Fokus auf der abwassertechnischen Seite. Im Jahr 2014 fanden mehrere allgemeine „Runde Tische“ und „Runde Tische Abwasser“ statt, bei denen die stofflichen Defizite in den Gewässern erörtert wurden. Die zweite Serie der allgemeinen „Runden Tische“ diente insbesondere der Aufbereitung und Zusammenführung von Maßnahmen aus dem hydromorphologischen und dem siedlungswasserwirtschaftlichen Bereich. Trotz einer vorangegangenen Abstimmung zwischen Ruhrverband und Bezirksregierung Arnsberg und dem darauf aufbauenden Ablauf der „Runden Tische Abwasser“ legte die Bezirksregierung dar, an verschiedenen Wasserkörpern die Maßnahme „Ausbau kommunaler Kläranlagen zur Reduzierung sonstiger Stoffeinträge“ mit in den Entwurf des kommenden Maßnahmenprogramms aufzunehmen. Mit Blick auf die Mikroverunreinigungen ist auch dem Ruhrverband an einer grundlegenden Auseinandersetzung dieser Thematik gelegen. Für die Entscheidung zum weiteren Ausbau von Kläranlagen bedarf es jedoch der Analyse klarer Ursache-Wirkungs-Beziehungen hinsichtlich dieser Mikroverunreinigungen. Der Ruhrverband sieht die Integralen Entwässerungsplanungen (IEP) als ein geeignetes Instrument - auch für eine etwaige weitere Reduzierung der Phosphorkonzentrationen im Kläranlagenablauf - an. Aus Ruhrverbandssicht besteht am Entwurf des Bewirtschaftungsplans und Maßnahmenprogramms noch Anpassungs- und Änderungsbedarf bei der konkreten Aufnahme von abwassertechnischen Maßnahmen.

Registrierte Gewässerverunreinigungen

Im Jahr 2014 wurden dem Ruhrverband bzw. den ansässigen Wasserwerken lediglich zwei relevante Gewässerverunreinigungen gemeldet. Anfang September trat im Siepenbach, der unterhalb der Wassergewinnungsanlage Hengsen in die Ruhr mündet, ein Fischsterben mit einigen wenigen toten Fischen auf. Ursache und Verursacher konnten nicht ermittelt werden. Die Wassergewinnung aus der Ruhr war nicht beeinträchtigt. Ende November wurde im Neuenkleusheimer Bach, der bei Stachelau in die Olpe/Bigge mündet, eine weißliche Flüssigkeit festgestellt, die auf die genehmigte Einleitung von steinmehlhaltigem Wasser aus einer Geothermiebohrung zurückzuführen war. Auswirkungen auf die aquatische Biozönose wurden nicht beobachtet.

Leistungen der Kläranlagen des Ruhrverbands

Bei einem Anschlussgrad von 99 % der Einwohner im Ruhreinzugsgebiet wurden auf den 67 Verbandskläranlagen im Jahr 2014 rund 350 Mio. m³ Abwasser gereinigt, wovon 73 % auf die Jahresschmutzwassermenge und 27 % auf das mitbehandelte Niederschlagswasser entfallen. Den Kläranlagen wurde eine Gesamtzulaufkraft von 99,2 Mio. kg CSB zugeführt, woraus sich als mittlere Belastung 2,3 Mio. Einwohnerwerte errechnen. Die Ablaufqualität des gereinigten Abwassers ist ausgezeichnet. Die in den behördlichen Bescheiden geforderten Konzentrationen werden teilweise deutlich unterschritten. Insgesamt konnten in den letzten Jahren nur noch geringe Verbesserungen der Reinigungsleistung erzielt werden. Dies verdeutlicht, dass die Möglichkeiten der eingesetzten Reinigungsverfahren weitgehend ausgeschöpft sind.

Durch die Abwasserreinigung entstehen Reststoffe wie Rechengut, Sandfanggut und Klärschlamm. Im Berichtsjahr mussten 38.014 t Schlamm-trockenmasse in Verbrennungsanlagen entsorgt werden. Wegen der Selbstverwertung durch die Abfallentsorger sind die angelieferten Mengen an Küchen- und Speiseabfällen sowie die Fettabscheiderinhalte für die Co-Vergärung rückläufig und erreichen mit 19.832 t nur noch 45 % der Menge des Jahres 2010.

Um den Energiebezug zu senken, werden auf 29 Kläranlagen insgesamt 49 Blockheizkraftwerke betrieben. Gegenüber dem Vorjahr hat sich der Gasertrag auf 25,1 Mio. Nm³/a leicht erhöht. Eine weitere Energiequelle wurde durch die Aufstellung von bisher 12 Solaranlagen erschlossen. Durch die genannten Maßnahmen konnte in den letzten fünf Jahren der Strombezug um 15 % gesenkt und der Gesamtstromverbrauch der Kläranlagen um 6,4 % verringert werden.

Flow of the River Ruhr

The flow in the Ruhr catchment area is mainly influenced by the operation of reservoirs, sewage treatment plants and hydropower stations as well as the abstraction of water by the waterworks. The runoff year 2014 was characterized by a lack of floods. Compared to the long-term average, it was the sixth runoff year in a row with too dry conditions, with an $MQ_{2014} = 49.8 \text{ m}^3/\text{s}$ at the Hattingen/Ruhr gauging station. Especially from December to April, there was little rain so that the reservoirs had to support the flow in the Ruhr by releasing water. Periods with higher flow could only be observed in November and July, and still the thresholds for flood reporting were not reached. The highest runoff during the year 2014 was recorded on July 9, 2014, at the gauging station Hattingen with an $HQ_{2014} = 273 \text{ m}^3/\text{s}$.

Continuous physico-chemical Ruhr water monitoring

For over 90 years, the Ruhr water's condition at Essen-Rellinghausen has been subject to weekly examinations. Since 1965, samples have been taken at six points in the Ruhr and an additional point at the mouth of the Lenne every week. The nine water monitoring stations yield additional results. The analyses are being evaluated according to the quality criteria defined as part of the implementation of the European Water Framework Directive. They are mandatory as Environmental Quality Standards (UQN) for river basin-specific pollutants and priority substances regarding relevant compounds defined in the Surface Water Regulation. In addition, the evaluations are based on general physico-chemical quality criteria defined in the Surface Water Regulation and the reference values laid down in the "Guidelines on monitoring surface waters" issued by the State of North Rhine-Westphalia. The parameters BOD₅, TOC, AOX, oxygen and ammonium nitrogen reached a "high" status. Water temperature, pH value, chloride, as well as total and o-phosphate phosphorus were classified as "good". The priority and priority hazardous heavy metals lead, nickel, cadmium and mercury reached a „good“ chemical condition according to the Environmental Quality Standards. For the first time, copper was also classified as "good" while zinc was once again evaluated as "moderate". All requirements from the Fish Habitat Regulation and the Drinking Water Regulation could be met.

Physico-chemical examinations along the Ruhr

The examinations along the Ruhr that are being carried out every four weeks at 12 representative points allow for conclusions about the variability in time and space of the parameters, which are impacted by different meteorological and hydrological conditions as well as differing load situations. For most parameters, the concentrations came in at last year's level or even below. For the parameters BOD₅ and TOC, which are also being influenced by runoff and plankton development in the water, a "high" classification was reached throughout the entire length of the river. The reference value for the "high" status was only missed slightly for NH₄-N at the water monitoring station Essen-Werden. The trend toward lower phosphorus concentrations observed during the

past few years did not continue during the reporting year. This, however, led to a "moderate" classification only at two sampling points. Nickel and lead both meet the applicable Environmental Quality Standards for the filtrated samples. Cadmium (filtrated) only exceeds the threshold value downstream of the Valme tributary's inflow. The zinc concentrations, which are impacted in particular by a geogenic load in the eastern part of the catchment area, led to "moderate" and sometimes "bad" classifications. The results for copper were "high" along the first 100 kilometres of the river and subsequently "good".

Physico-chemical examinations in line with the European Water Framework Directive

As part of an agreement between the North Rhine-Westphalian Agency for Nature, Environment and Consumer Protection (LANUV) and the Ruhrverband on the joint monitoring according to the European Water Framework Directive, 36 waters with catchment areas > 10 km² were monitored during the reporting year. The Ruhrverband participated in the monitoring of 14 waters with a total of 27 sampling points.

Among the nutrients, ammonium nitrogen could not reach a "good" condition at two sampling points and phosphorus missed this classification at nine sampling points. Oxygen, chloride and nitrate nitrogen achieved exclusively "high" and "good" classifications respectively. Among the heavy metals, the concentrations for lead, nickel, mercury and selenium also reached the best mark: "high". This did not apply to the results for cadmium and zinc at the sampling points characterized by geogenic or settlement-induced influences. The metals copper and silver were classified at some sampling points as "moderate" and below. In addition, river basin-specific substances that are not regulated by law – such as pharmaceuticals, diagnostic agents, pesticides and PFC – were evaluated at selected sampling points. "Moderate" or even worse results were found only in some incidences, for instance at five sampling points for the radiocontrast agent iopamidol.

Hydrobiological examinations

The macrozoobenthos constitutes an important component for the evaluation of the ecological status. As part of the hydroecological examinations along the Ruhr and its tributaries in 2014, 130 out of 134 sampling points achieved "good" or even "high" results in terms of their saprobic status.

Out of the 661 hydrobiological sampling points examined between 2009 and 2014, 96 % showed a "good" or "high" saprobic status. In the module "general degradation", however, the picture is often characterized by deficits. The evaluations of "moderate", "poor" and "bad" are mostly accounted for by structural deficits as well as a lack of or insufficient habitat structures or impounding effects caused by weirs. Only 302 and thus 46 % of the sampling points examined between 2009 and 2014 in the Ruhr catchment area show a "good" or "high" status.

Trophic situation in the Ruhr

Despite of favourable abiotic conditions – continuously low runoffs, slightly above-average radiation and warm temperatures – the year 2014 was characterized by a noticeably low algae concentration in the lower reaches of the Ruhr. Consequently, this situation could not lead to a significant development of zooplankton. While the balanced oxygen levels recorded as a result from this development can be considered positive for the entire fauna, a negative impact on fish cannot be ruled out because of the reduction in zooplankton on which the fish feed. The macrophyte development benefitted from low water turbidity due to a lower density of phytoplankton, but also because of a lack of winter and spring floods as well as the relatively warm temperatures in spring. The three upstream impounding lakes of the Ruhr showed a macrophyte-dominated primary production in 2014, just like in the years before. In Lake Baldeney, the macrophyte population expanded from the lake's bend at the bird sanctuary further down the lake in 2014. The trend of moving from *Elodea nuttallii* to European bur-reed (*Sparganium emersum*) as the dominating water plant species in Lake Baldeney – which had already been observed during the past few years – also continued in 2014.

Reservoir examinations – the Sorpe Reservoir

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 offer 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. For 2014, the trophic classification for the Henne, Möhne and Bigge reservoirs came in at the middle of the mesotrophic range. The Sorpe, Lister and Ennepe reservoirs belonged to the lower mesotrophic range. The Verse and Fürwigge reservoirs proved to be oligotrophic reservoirs.

The Sorpe Reservoir was built between 1926 and 1935. As a carry-over storage, it serves the purpose to support the other reservoirs in safeguarding water supply. It also contributes to local drinking water and energy sourcing. Certain water sports are allowed on the entire surface of the water. The reservoir is also a popular fishing spot. Despite the below-average inflow for the third year in a row, no problems with the water volume occurred during these years. Low phosphorus inputs into the reservoir system kept primary production by plankton algae on a very low level. While chlorophyceae and cyanobacteria dominated in previous years with a high supply of nutrients, this year, bacillariophyceae and cryptophyceae prevailed. Because of the low primary production, the zooplankton only reached half of what used to be its minimum for the total bio volume. The combined trophic index for the Sorpe Reservoir has been close to the threshold between mesotrophic and oligotrophic for over ten years now. The visibility depth index certainly is in the oligotrophic range.

Organic micropollutants in the Ruhr

Anthropogenic micropollutants are artificially produced substances that can be detected in waters, sometimes even in extremely low concentrations – such as industrial chemicals, pharmaceutical residues or crop protection products including their metabolites.

Polybrominated diphenylethers (PBDE), used as flame retardants, have been classified as priority hazardous substances. In all investigations, concentrations in the aqueous phase came in below the quantification limit. As a consequence, the six PBDEs combined were also below the annual average defined in the Environmental Quality Standard (AA-EQS). Another flame retardant, phosphoric acid tributyl ester (TBP), also safely meets the Environmental Quality Standard.

The endocrinically effective bisphenol A, used for instance in plastic bottles, was found in around 90 % of all samples. On average, the general precautionary limit of 0.1 µg/l is safely met. Polychlorinated biphenyls found their way into the environment through their use in technical mixtures for instance as part of hydraulic fluids. No sample taken during the reporting year showed concentrations of the eight monitored PCB above the quantification limit. Benzotriazoles are mainly used in anticorrosives. While 1H-benzotriazole shows a trend of rising loads, the loads for 4-Methyl and 5-Methyl-1H-benzotriazole are in decline and stagnating respectively. The strong complexing agents EDTA and DTPA count among the most relevant micropollutants in the Ruhr in terms of quantity. Mean concentrations in 2014 came in at 6.3 µg/l for EDTA and 2.8 µg/l for DTPA, while the decline in DTPA concentrations already described last year continued.

Regarding pharmaceuticals, significant occurrence of the antidiabetic drug metformin could be determined in the Ruhr water. With a mean concentration of 4.3 µg/l, its metabolite guanylurea belongs to the most relevant micropollutants in the Ruhr in terms of quantity. The mean concentration for the anti-convulsant gabapentin in the Ruhr at Essen was 0.79 µg/l for the reporting year. The concentration of the analgesic and anti-inflammatory diclofenac at Essen-Rellinghausen registered almost always above 0.01 µg/l. The mean value, however, remains below the GOW of 0.3 µg/l. The two antihypertensive agents metoprolol and valsartan both exceed their general precautionary limits of 0.1 µg/l each with mean concentrations in the Ruhr almost twice as high. The most relevant radiocontrast agents in terms of quantity are iomeprol, iopamidol, amidotrizoic acid and iopromide.

Among the crop protection agents, the most prevalent substance in 2014 was desphenylchloridazone, a metabolite of the herbicide chloridazone, with concentrations above 0.01 µg/l. This substance, however, has no toxicological relevance and the GOW of 3.0 µg/l is continually met. 2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid (MCPA), another herbicide, was identified with a maximum value of 0.065 µg/l, and thus below the threshold value defined in the Drinking Water Regulation of 0.1 µg/l. Neonicotinoids are the

most frequently used systemic insecticides. For the five most relevant substances, no sample showed concentrations above 0.01 µg/l.

PFC loads in the Ruhr catchment area have significantly declined during the past eight years due to the restoration of contaminated agricultural areas and the reduction in industrial emissions. At the Ruhr's mouth, today's concentration only reaches 16 % of the one measured in 2006. Even after the quantification limit had been lowered from 10 to 1 ng/l in 2014, some PFC components could not be detected at all in many of the samples. With a mean concentration of 16 ng/l for PFOA and PFOS combined, the PFC load in the Ruhr at Essen is of no relevance for drinking water production with its target value of 100 ng/l.

Results of the examinations along the Lenne and comparison with the Ruhr

From a water-management point of view, the Ruhr's most important tributary is the Lenne. With a distance of 129.15 km, it is even 2.5 km longer than the Ruhr up to the point where the rivers merge. The evaluation of the Lenne's water condition and the comparison with the Ruhr is based on five examinations along the Lenne and the physico-chemical examinations along the Ruhr. For the parameters oxygen, BOD₅, TOC, AOX, ammonium, nitrate and nitrite, the Lenne achieved a "high" status along its entire length. For total phosphorus, the results are "high" for the first 35 kilometers and "good" further downstream. The Environmental Quality Standard for the priority or priority hazardous heavy metals lead, cadmium, nickel and mercury are met at all sampling points. Copper achieves a "high" status along the first 85 kilometers of the river and a "good" status further downstream. For zinc, the evaluation deteriorates to "poor" locally after the Hundem's inflow. Among the organic micropollutants, substances that are not regulated by law – EDTA, acesulfame and 1H-benzotriazole – account for the most relevant compounds in terms of quantity.

While the loads of filterable substances and BOD₅ in the Lenne are higher than in the Ruhr, the loads of COD, TOC and AOX are lower in the Lenne. When it comes to nutrient loads, both water bodies equally contribute to the respective total loads in the Ruhr downstream of the two rivers' junction. Only for total phosphorus was the load in the Ruhr higher than in the Lenne. Apart for copper, all heavy metals showed lower concentrations and loads in the Lenne than in the Ruhr. At the Lenne's mouth, all samples showed negative results for cadmium, chrome und mercury.

Origin of heavy metal loads in the Ruhr

Even though the heavy metal concentrations in the Ruhr are generally low, the target values cannot be met in all cases. Apart from other point and diffuse sources, the outlets of municipal sewage treatment plants are another significant entry path through which heavy metals enter the water. The focus lies not only on the outlet conditions but also on the inlet loads of the sewage treatment plants and the significance of the indirect industrial discharge.

The heavy metal load in the sewage treatment plants' inlets is subject to partially strong fluctuations depending on the catchment area. Low values are more likely to be found at sewage treatment plants in residential areas, while above-average loads are registered in the inlets with significant industrial influence from the metal-processing industry. For nickel and chrome, the share of loads via this entry path accounts for more than half of the total inlet load, while a major part of these emissions seem to remain unregistered in routine assessment evaluations. This underlines the continuous relevance of industrial wastewater for the inlet loads and thus the outlet conditions. Heavy metal retention in the sewage treatment plants amounts to around 40 % for nickel and up to 90 % for chrome and lead. Of the total immission in the Ruhr at Essen, the calculatory share of sewage treatment plant emissions comes in at between 13 and 45 %.

Consequences of the revised evaluation procedure for macrozoobenthos

The ecological status of a waterbody is being evaluated in line with the Water Framework Directive on the basis of the biological quality components "macrophytes and phytobenthos", "macrozoobenthos", "fish fauna" and "phytoplankton". The results are being compared to a reference situation of the respective river type based on the status with no anthropological impact. The multi-metric PERLODES system and the assessment software ASTERICS have been developed to create a special evaluation procedure for the macrozoobenthos, which has seen continuous updates ever since the application of the first version 1.0 in 2002. Up to the development of version 3.0, however, the impact of these updates for the Ruhr's catchment area was rather limited. The current version 4.0, which will probably be applied from the 4. monitoring cycle onwards, for the first time enables the evaluation of the ecological potential for "heavily modified waterbodies" (HMWB) – in addition to the evaluation of the ecological status of "natural waterbodies" (NWB). For 2015, the Ruhrverband's evaluations for the presentation of macrozoobenthos examinations will therefore be subject to adjustments. A test application of the new evaluation procedure for the macrozoobenthos to the results of the 3. monitoring cycle showed no effect at 97 % of the sampling points for NWB. Applied to the HMWB, however, the evaluation improved at 71 % of the sampling points. Out of the 243 waterbodies in the Ruhr catchment area, 24 will be affected by a change in river type due to the revision of the map of river types carried out by the State of North Rhine-Westphalia. 43 waterbodies were changed in 2014 in their localisation or spatial range.

Legionella occurrence at the Warstein sewage treatment plant

Investigations and immediate measures carried out after the legionella epidemic in Warstein in August 2013 and the positive results for legionella at the company sewage treatment plant of the Warstein brewery, at the municipal sewage treatment plant Warstein and in the River Wester, led to a significant drop of

legionella concentrations in the sewage treatment plant outlets. In order to avoid massive reproduction of legionella in the Warstein wastewater system in future, a restoration concept was subsequently developed, including measures such as the discontinuation of biological pretreatment at the brewery, a restructuring of the connecting sewer into a closed system and the installation of a high-loaded activated sludge stage and an anaerobic process at the Warstein sewage treatment plant. According to present knowledge, the measures carried out so far successfully mastered the legionella challenge. A constantly low concentration level has been reached in the sewage treatment plant's outlet and the target values for legionella set by the authorities are safely met. Nevertheless, the installation of the anaerobic process is still deemed necessary as a successful precautionary measure.

The research project on the reduction of legionella in activated sludge, which had been commissioned by the Ruhrverband and supported by the Ministry for Climate Protection, Environment, Agriculture, Conservation and Consumer Protection of the State of North Rhine-Westphalia, has been concluded in December 2014. In principle, it confirmed the temperature-dependent growth of legionella in activated sludge. There seems to be further need for research to determine the significance of the substrate for legionella growth. A reduction of legionella in activated sludge through lowering the sludge age or through chemical disinfection measures does not appear promising. Legionella occurrence in wastewater still poses a methodical challenge. In this respect, the North Rhine-Westphalian Agency for Nature, Environment and Consumer Protection (LANUV) has published a "conceptual proposal on the harmonization of legionella examinations".

Second management cycle for the implementation of the Water Framework Directive

On December 21, 2015, the first six-year management cycle for the implementation of the Water Framework Directive (WFD) comes to an end. According to the management plan designed by the State of North Rhine-Westphalia in 2010, settlement drainage was only accountable to a minor extent for the fact that the intended good water condition cannot be reached for rivers in North Rhine-Westphalia. Significant deficits, however, were determined for the hydromorphological condition of the waterbodies. To improve this situation was the focus of the activities carried out at that time to implement the WFD. During the preparation of the second management plan, scheduled to enter into force at the end of 2015, a strong focus lies on wastewater when it comes to dealing with the water-management issues of importance for a river basin unit regarding priority substances and other pollutants. In 2014, several "round tables" and "round tables on

wastewater" took place, during which the deficits in terms of substances in the water were discussed. The second series of general "round tables" was mainly designed to prepare and coordinate measures of a hydromorphological and a settlement water management nature. Despite previous agreements between the Ruhrverband and the local government Arnsberg and the following progression of the "round tables on wastewater" based on these agreements, the local government declared to include the measure "expansion of municipal sewage treatment plants to reduce other types of input of substances" at several waterbodies into the draft for the future programme of measures. Because of the relevance for micropollutants, the Ruhrverband is interested in discussing this issue in principle. To make a decision on the further expansion of sewage treatment plants, however, requires an analysis of a clear relation between cause and effect with regard to these micropollutants. The Ruhrverband considers the Integral Drainage Planning (IEP) to be a suitable tool – also in order to possibly further reduce the phosphorus concentrations in the sewage treatment plants' outlets. From the Ruhrverband's point of view, the drafts for the management plan and the programme of measures need to be revised if wastewater measures are to be included.

Registered cases of water pollution

In 2014, only two relevant cases of water pollution were reported to the Ruhrverband or the local waterworks. In early September, fish die-offs with only a few dead fish occurred in the Siepenbach, which flows into the Ruhr downstream of the water production facility Hengsen. The cause and the polluter could not be determined. There was no effect on water production from the Ruhr. In late November, a whitish liquid was detected in the Neuenkleusheim stream flowing into the Olpe/Bigge rivers at Stachelau, resulting from the approved discharge of water containing stone dust from a geothermal drilling. No impact on the aquatic biocenosis could be observed.

Performance of the Ruhrverband's sewage treatment plants

With a network for around 99 % of all residents in the Ruhr catchment area, the 67 associated sewage treatment plants treated around 350 million m³ of wastewater in 2014, with 73 % accounted for by wastewater and 27 % by stormwater, which is also being treated in the plants' facilities. The Ruhrverband's sewage treatment plants received around 99.2 million kg of COD, equivalent to a mean load of 2.3 million PEs. The treated wastewater shows excellent outlet quality. The concentrations called for by official notifications were partly undercut significantly. All in all, the treatment performance could only be improved marginally

during the past years. This shows that the potential of the treatment procedures applied has been exploited to a large extent. Sewage treatment generates residues such as screenings, grit chamber trappings and sewage sludge. In 2014, 38,014 t of dry mass of sludge had to be disposed of in incinerators. Due to the fact that disposal companies use more of their volumes themselves, the volume of kitchen refuse and food waste as well as the fat trap contents treated in digestion tanks is in decline and with 19,832 t only reached a share of 45 % of the volume in 2010. In order to reduce energy consumption, a total of 49 combined heat and power units are being operated at the 29 sewage treatment plants. Compared to the year before, the gas yield rose slightly to 25.1 million Nm³/a. Another energy source could be tapped through the 12 solar systems installed so far. Through these measures, the amount of energy that had to be purchased decreased by 15 % and the total energy consumption at the sewage treatment plants could be reduced by 6.4 % during the past five years.

1 Wasserführung der Ruhr

Die Wasserführung eines Gewässers prägt maßgebend die aquatische Flora und Fauna und beeinflusst die unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten. 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 2014 (1. November 2013 bis 31. Oktober 2014) dargestellt. Ergänzend sind die gewässerkundlichen Hauptzahlen und zum Vergleich die Tagesmittelwerte des vorangegangenen Abflussjahres aufgeführt. Der betrachtete Zeitraum war gekennzeichnet durch das Fehlen von Hochwasserereignissen. Zeiten mit erhöhter Wasserführung gab es nur im November und Juli. Eine unterbrechungsfreie Niedrigwasserphase war von Anfang März bis zur dritten Aprildekade zu verzeichnen. Damit war das Winterhalbjahr abflussärmer und das Sommerhalbjahr abflussreicher als im Vorjahr.

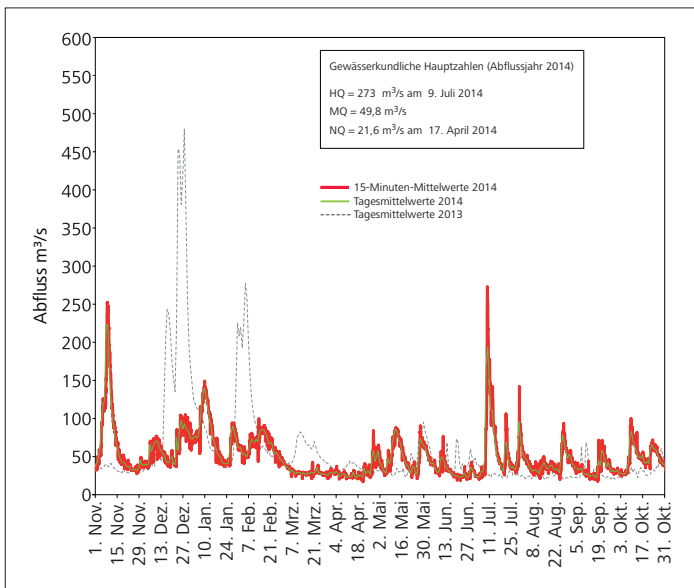


Bild 1.1: 15-Minuten-Mittelwerte und Tagesmittelwerte am Pegel Hattingen/Ruhr im Abflussjahr 2014

Fig. 1.1: Runoff means during 15 minutes and 24 hours at the gauging station Hattingen/Ruhr in the water year 2014

Ergiebige mehrtägige Niederschläge zum Ende der ersten Julidekade führten zu einem deutlichen Anstieg der Abflüsse im Ruhreinzugsgebiet. Hochwassermeldegrenzen wurden jedoch nicht überschritten. Der höchste Abfluss im Abflussjahr 2014 wurde daher am Pegel Hattingen am 9. Juli 2014 mit $HQ_{2014} = 273 \text{ m}^3/\text{s}$ (Tagesmittelwert $168 \text{ m}^3/\text{s}$) registriert. Damit war dieses Ereignis markant kleiner als die in den Vorjahren registrierten Hochwasserereignisse.

Das Abflussjahr 2014 war im Vergleich zum langjährigen Mittel das sechste zu trockene Abflussjahr in Folge. Insbesondere der Zeitabschnitt von Dezember bis April war niederschlagsarm. Seit 1927 fiel in Summe für diesen Zeitabschnitt erst sieben Mal weniger Niederschlag. Besonders trocken war dabei erneut der März. Als Folge kam es zu der oben beschriebenen Niedrigwasserphase und ab Mitte März zu einer erforderlichen Stützung der Ruhrwasserführung durch erhöhte Abgaben aus den Talsperren, wie sie zu dieser Jahreszeit seit Einführung des Ruhrverbandsgesetzes im Jahr 1990 noch nicht beobachtet wurde. Da im Sommerhalbjahr aufgrund der oftmals nassen Witterung an den meisten Tagen ein ausreichend hoher Abfluss vorherrschte, war Zuschusspflicht aus den Talsperren an nur sehr wenigen Tagen erforderlich. So lag am Ende des Abflussjahres an den Kontrollquerschnitten die Anzahl von zuschusspflichtigen Tagen jeweils deutlich unter dem Durchschnitt. Der niedrigste Tagesmittelwert des Abflusses im Abflussjahr 2014 wurde am Pegel Hattingen am 17. April 2014 mit $NQ_{2014} = 21,6 \text{ m}^3/\text{s}$ registriert.

Der mittlere Abfluss am Pegel Hattingen im Abflussjahr 2014 berechnet sich zu $MQ_{2014} = 49,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Er liegt damit um 29 % unter dem langjährigen mittleren Abfluss von $MQ_{1968-2013} = 70,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Zuletzt wurde im Abflussjahr 1996 ein niedrigerer mittlerer Jahresabfluss ermittelt. Der Abfluss ist im Durchschnitt der langjährigen Betrachtung zu 70 % auf das Winterhalbjahr und 30 % auf das Sommerhalbjahr verteilt. Im Abflussjahr 2014 ergab sich aufgrund des zu trockenen Winterhalbjahres und des zu nassen Sommerhalbjahres eine deutliche Verschiebung zum Sommerhalbjahr hin (55 % zu 45 %).

Eine ausführliche Beschreibung der wassermengeneconomischen Gegebenheiten des Abflussjahres 2014 findet sich im Bericht Ruhrwassermenge 2014 (<http://www.ruhrverband.de/presse/publikationen/wissen/>).

2 Zeitlich dichte physikalisch-chemische Überwachungen der Ruhr

Mit einer Vielzahl von physikalisch-chemischen und biologischen Untersuchungen führt der Ruhrverband verschiedene Untersuchungsprogramme durch. Die Grundlagen für die Bewertungsergebnisse bilden europäische und nationale Vorgaben, wie z.B. EG-Richtlinien, Gesetze und Verordnungen von Bund und Ländern sowie spezielle Güteanforderungen des Landes NRW. Darüber hinaus geht der Ruhrverband auch aktuellen Fragestellungen im Rahmen von Kooperationsprojekten nach, wie zum Beispiel der Relevanz von Mikroverunreinigungen oder Fragen der hygienischen Qualität im Zusammenhang mit der Eignung der Ruhr als Badegewässer.

In diesem Kapitel werden zum einen die Nährstoffkonzentrationen und die organische Belastung an sechs Probenahmestellen der Ruhr dargestellt. Dieses wöchentliche Untersuchungsprogramm, das auch noch eine Probenahmestelle an der Lennemündung umfasst, existiert seit 1965, als der Einfluss der kommunalen Abwässer auf die Belastung der Fließgewässer mit Nähr- und organischen Inhaltstoffen noch eine herausragende Rolle spielte. Zum anderen wird die Ruhr an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen („Zornige Ameise“), oberhalb des Baldeneysees, seit inzwischen über 90 Jahren mehrmals wöchentlich auf eine Vielzahl von Beschaffenheitsmerkmalen untersucht. Die Erkenntnisse aus diesen beiden routinemäßigen Probenahmeprogrammen werden noch ergänzt durch die in den neun Gewässerüberwachungsstationen kontinuierlich gemessenen Parameter. Diese online verfügbaren Daten werden auch zur Beurteilung kurzfristiger Veränderungen bei den physikalisch-chemischen Verhältnissen, wie z.B. der Sauerstoffkonzentration, herangezogen. In der Vegetationsperiode unterliegen diese vor allem in und unterhalb von Stauhaltungen zum Teil erheblichen Schwankungen, wenn Sauerstoff produzierende (Photosynthese) und Sauerstoff verbrauchende Vorgänge (Atmung, Biomasseabbau) die O₂-Konzentrationen beeinflussen.

Darüber hinaus gehende Untersuchungsprogramme, wie die vierwöchentlichen Untersuchungen im Ruhrlängsverlauf oder im weiteren Einzugsgebiet, werden an anderer Stelle beschrieben.

Die Bewertung der Analyseergebnisse erfolgt in erster Linie auf der Grundlage der im Rahmen der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) festgelegten Qualitätskriterien. Diese sind für relevante Stoffe in der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) [2.1] als Umweltqualitätsnorm (UQN) für flussgebietsspezifische Schadstoffe sowie für prioritäre Stoffe vorgegeben. Auch die in der OGewV Anlage 6 festgelegten allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten (ACP) und die im „Leitfaden Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW [2.2] aufgeführten nicht gesetzlich sowie gesetzlich verbindlichen Orientierungswerte werden zur Beurteilung herangezogen. Dort enthalten sind bedeutsame Parameter aus der Fischgewässerver-

ordnung –FischgewV [2.3], den LAWA Zielvorgaben –LAWA-ZV [2.4, 2.5] und in Einzelfällen auch aus der Trinkwasserverordnung –TrinkwV [2.6].

Ergebnisse der wöchentlichen Ruhruntersuchungen

Die Ergebnisse der Untersuchungen an den sechs Probenahmestellen in der Ruhr von Arnsberg-Wildshausen bis Duisburg-Aakerfähre sind für die vier Dekaden von 1970 bis 2010 und für das aktuelle Abflussjahr als Summenhäufigkeitskurven in Bild 2.1 dargestellt. Dieses beinhaltet die relevanten Parameter für die organische Belastung (CSB) und Nährstoffbelastung (NH₄-N, TP). Während beim CSB noch bis vor 30 Jahren, beim Gesamt-Phosphor bis vor 20 Jahren und beim Ammonium-Stickstoff bis vor 10 Jahren in dem betrachteten 165 km langen Ruhrabschnitt zum Teil erhebliche, später noch merkliche Beeinträchtigungen der Wasserqualität vorhanden waren, stellt sich heute die Ruhr hinsichtlich dieser Kenngrößen als ein gutes bis sehr gutes Gewässer dar. In der Dekade 1970 bis 1980 bewegten sich 90 % der gemessenen Konzentrationen für Ammonium-Stickstoff und Gesamtphosphor oberhalb der heutigen Maximalwerte. Hinsichtlich der Vorgaben der EG-WRRL (ACP) für die mittlere Gesamt-Phosphorkonzentration kann die Ruhr wie in den Jahren zuvor sicher in „gut“ eingestuft werden.

- [2.1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGewV), Bundesgesetzblatt Jahrgang 2011 Teil I Nr. 37, Bonn 20. Juli 2011
- [2.2] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes NRW (Hrsg.): Leitfaden Monitoring Oberflächengewässer, http://www.flussgebiete.nrw.de/img_auth.php/2/28/A_Version1_LeitMoniOberflaech.pdf, Stand: August 2009 (Zugriff 06. Mai 2015). Anhang D4: http://www.flussgebiete.nrw.de/img_auth.php/c3/WIKI_D4-Gesamt_April_2014.xlsx, Stand April 2014 (Zugriff 17. Februar 2015). Anhang D5: http://www.flussgebiete.nrw.de/index.php?title=Datei:D5_Version2_ACP_Okt11.pdf, Stand: Oktober 2011 (Zugriff 17. Februar 2015)
- [2.3] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes NRW (Hrsg.): Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 78/659/EWG des Rates vom 18. Juli 1978 über die Qualität von Süßwasser, das schutz- oder verbesserungsbedürftig ist, um das Leben von Fischen zu erhalten, Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Nordrhein-Westfalen, 51. Jahrgang, Nummer 41, Düsseldorf 8. September 1997
- [2.4] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) 1998 (Hrsg.): Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer, Band II, Ableitung und Erprobung von Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer für die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink, Berlin: Kulturbuch-Verlag Berlin GmbH 1998
- [2.5] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) 1998 (Hrsg.): Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland - Chemische Gewässergüteklassifikation, Berlin: Kulturbuch-Verlag Berlin GmbH 1998
- [2.6] Erste Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung (Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2011), Bundesgesetzblatt Jahrgang 2011 Teil I Nr. 21 vom 11. Mai 2011

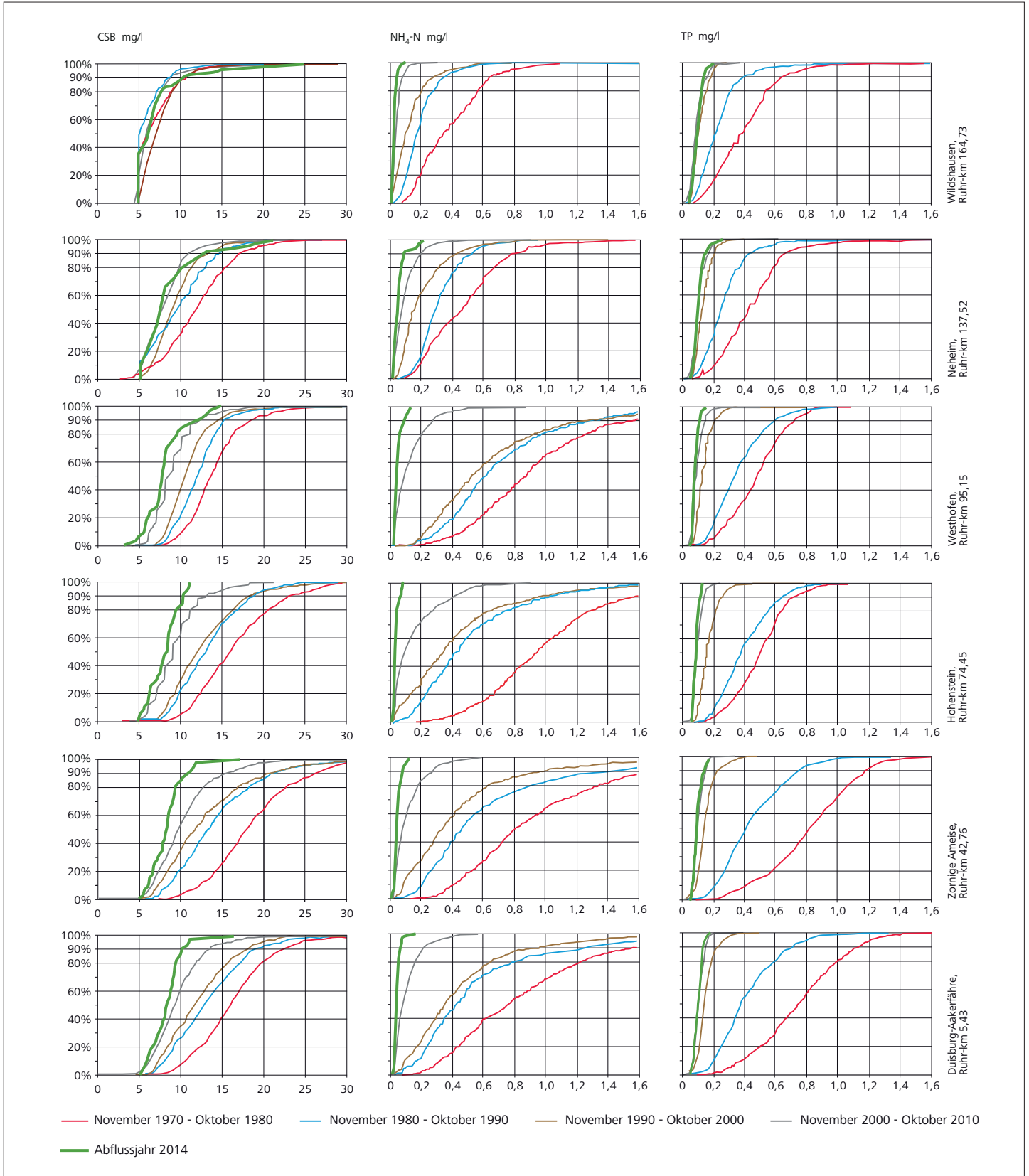


Bild 2.1: Ruhrwasserbeschaffenheit nach den Ergebnissen der wöchentlichen Ruhruntersuchung, dargestellt als Summenhäufigkeiten
 Fig. 2.1: Ruhr water condition according to the results of weekly examinations, shown as cumulative frequencies

Tabelle 2.1: Monats- und Halbjahresmittelwerte verschiedener Kenngrößen der Ruhr bei Essen-Rellinghausen, Probenahmestelle „Zornige Ameise“, Abflussjahr 2014
 Table 2.1: Monthly and biannual means of several parameters for the Ruhr at Essen-Rellinghausen, sampling point "Zornige Ameise", water year 2014

	Mittlere Abflüsse am Pegel Hattingen	Wassertemperatur	pH-Wert (Median)	Elektr. Leitfähigkeit	Abfiltr. Stoffe	Abfiltr. Stoffe Glührückstand	Sauerstoff		BSB ₅ ohne ATH	Chemischer Sauerstoffbedarf CSB		Absorptionskoeffizient 254 nm	TOC	Ammonium-Stickstoff	Nitrat-Stickstoff	Gesamt-Phosphor	o-Phosphat-Phosphor
	m ³ /s	°C		µS/cm	mg/l	mg/l	Gehalt	Sättigungsindex	gesamt	gesamt	filtriert	m ⁻¹	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
November 2013	71,9	8,0	7,8	425	6,2	4,8	11,4	96	1,6	7,8	6,3	5,5	2,9	0,04	3,3	0,10	0,07
Dezember 2013	60,1	6,1	7,8	448	3,4	2,2	11,9	96	1,8	6,8	6,1	4,5	2,5	0,05	3,3	0,09	0,07
Januar 2014	76,5	6,0	7,8	373	6,0	4,5	12,0	97	2,0	7,2	6,0	4,0	2,5	0,04	3,3	0,09	0,06
Februar 2014	64,3	6,3	7,9	403	3,2	2,2	11,8	96	1,7	6,5	5,7	4,2	2,3	0,02	3,1	0,07	0,05
März 2014	29,6	9,2	8,2	499	2,1	1,5	12,0	105	2,0	8,8	7,7	4,4	3,0	0,02	2,9	0,06	0,03
April 2014	29,4	13,9	7,9	549	4,1	2,8	9,8	95	1,6	10,9	9,1	5,9	4,0	0,04	2,5	0,08	0,06
Mai 2014	50,1	15,3	7,9	420	4,8	3,4	9,5	95	1,3	9,0	8,1	6,3	3,3	0,05	2,7	0,11	0,09
Juni 2014	32,7	18,5	7,9	456	3,3	2,4	8,6	92	1,1	8,6	7,9	6,0	3,3	0,04	2,4	0,11	0,09
Juli 2014	60,5	20,0	7,9	443	6,8	5,2	8,3	91	1,2	10,1	8,7	7,5	3,5	0,06	2,3	0,12	0,08
August 2014	41,0	18,9	7,9	466	1,9	1,4	8,7	93	1,2	9,5	8,2	7,6	3,8	0,03	2,3	0,10	0,07
September 2014	34,7	16,8	8,0	471	1,5	0,8	9,1	94	1,1	9,1	8,3	6,7	3,6	0,04	2,4	0,11	0,08
Oktober 2014	47,6	13,9	7,9	446	2,9	1,8	10,0	97	1,2	8,1	7,2	6,8	3,2	0,03	2,6	0,10	0,08
Winterhalbjahr	55,2	8,1	7,9	445	4,2	3,1	11,5	97	1,8	7,9	6,8	4,7	2,8	0,04	3,1	0,08	0,06
Sommerhalbjahr	44,5	17,2	7,9	450	3,6	2,5	9,0	94	1,2	9,1	8,1	6,9	3,4	0,04	2,4	0,11	0,08
Abflussjahr 2014	49,8	12,8	7,9	448	3,9	2,8	10,2	95	1,5	8,5	7,4	5,8	3,1	0,04	2,8	0,10	0,07
Abflussjahr 2013	56,4	12,1	7,9	484	5,6	3,6	10,5	96	2,0	9,0	7,4	5,5	3,2	0,05	2,8	0,10	0,06

Tabelle 2.2: Monats- und Halbjahresmittelwerte verschiedener Kenngrößen der Ruhr bei Essen-Rellinghausen, Probenahmestelle „Zornige Ameise“, Abflussjahr 2014
 Table 2.2: Monthly and biannual means of several parameters for the Ruhr at Essen-Rellinghausen, sampling point "Zornige Ameise", water year 2014

	Chlorid	Sulfat	Fluorid	Bromid	Blei gesamt	Cadmium gesamt	Nickel gesamt	Chrom gesamt	Kupfer gesamt	Zink gesamt	Eisen gesamt	Mangan gesamt	AOX	EDTA	NTA	DTPA	Borat-Bor	Chlorophyll-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	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l
November 2013	44	36	0,09	0,07	1,5	0,06	2,3	< 1,0	3,6	20	0,29	39	7	6	< 1	4	0,07	
Dezember 2013	50	36	0,10	0,08	0,88	< 0,05	1,8	< 1,0	2,9	18	0,17	25	9	6	1	4	0,07	
Januar 2014	37	32	0,09	0,05	1,1	< 0,05	1,9	< 1,0	3,2	20	0,24	33	5	5	< 1	4	0,04	
Februar 2014	42	33	0,09	0,07	0,86	< 0,05	1,6	< 1,0	2,5	17	0,17	27	6	7	< 1	3	0,05	
März 2014	57	42	0,09	0,12	0,50	0,05	1,8	< 1,0	3,0	13	0,13	22	7	10	< 1	6	0,08	8
April 2014	70	42	0,10	0,13	0,92	0,10	2,6	1,1	4,1	17	0,16	39	8	9	< 1	6	0,09	5
Mai 2014	44	34	0,09	0,08	1,1	0,06	2,7	< 1,0	3,9	17	0,20	41	7	6	< 1	3	0,07	1
Juni 2014	48	38	0,10	0,09	0,90	0,09	2,2	< 1,0	4,0	16	0,19	39	8	8	< 1	2	0,07	< 1
Juli 2014	47	36	0,10	0,09	1,2	0,07	2,6	< 1,0	4,1	16	0,27	46	8	5	< 1	2	0,08	< 1
August 2014	49	38	0,10	0,09	0,56	< 0,05	2,2	< 1,0	3,0	8	0,13	26	8	5	< 1	< 1	0,08	1
September 2014	49	38	0,10	0,10	0,72	< 0,03	2,4	< 1,0	3,3	11	0,14	27	8	4	< 1	2	0,08	< 1
Oktober 2014	44	35	0,09	0,08	0,79	< 0,05	2,6	< 1,0	2,9	14	0,17	34	6	7	< 1	2	0,06	< 1
Winterhalbjahr	49	37	0,09	0,09	0,96	0,06	2,0	< 1,0	3,2	18	0,20	31	7	7	< 1	4	0,06	3
Sommerhalbjahr	47	36	0,10	0,09	0,89	0,05	2,5	< 1,0	3,5	14	0,18	36	8	6	< 1	2	0,07	< 1
Abflussjahr 2014	48	36	0,09	0,09	0,93	0,06	2,2	< 1,0	3,4	16	0,19	33	7	6	< 1	3	0,07	2
Abflussjahr 2013	60	39	0,09	0,10	1,2	0,07	2,7	< 1,0	4,2	18	0,21	39	8	8	< 1	7	0,08	9

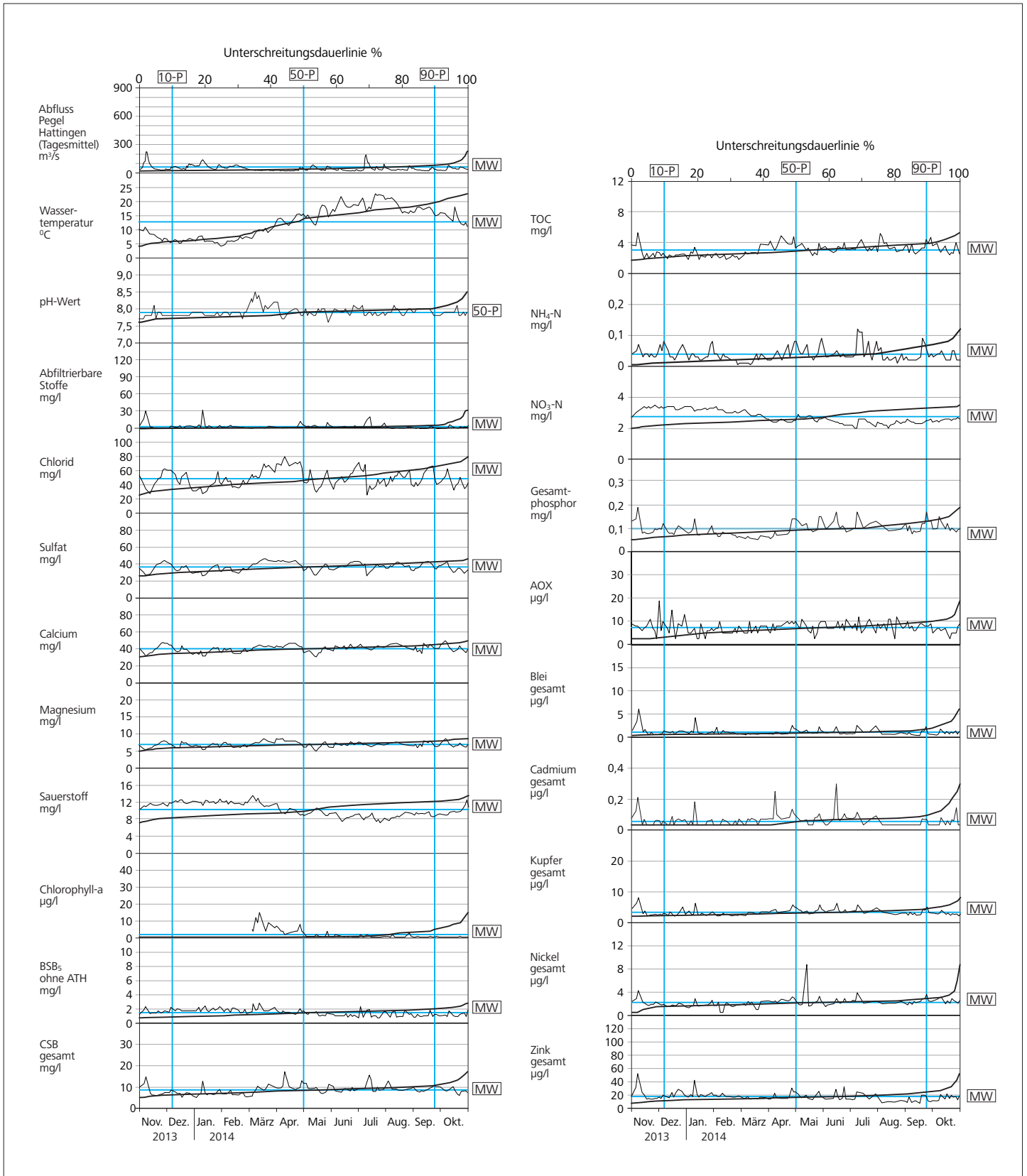


Bild 2.2: Ganglinien und Unterschreitungsdauerlinien verschiedener Kenngrößen, Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Abflussjahr 2014
 Fig. 2.2: Time-variation curves and curves showing the durations below limit for selected parameters, Ruhr at Essen-Rellinghausen in the water year 2014

Beim Ammonium-Stickstoff ist erstmals an allen Untersuchungsstellen zwischen Arnsberg-Wildshausen und Duisburg-Aakerfähre der „sehr gute“ Zustand vorhanden. Dies zeigt, wie sich der konsequente Ausbau und optimale Betrieb der Kläranlagen positiv auf die Wasserqualität der Ruhr auswirken.

Messstelle Ruhr bei Essen-Rellinghausen und Gewässerüberwachungsstationen

Für das Abflussjahr 2014 sind die relevanten statistischen Kenngrößen für die Probenahmestelle Essen-Rellinghausen in den Tabellen 2.1 und 2.2 aufgeführt. Bild 2.2 zeigt für ausgewählte Parameter die Ganglinien und die Summenhäufigkeiten als Unterschreitungsdauerlinie. Durch den Schnittpunkt der senkrechten blauen Linien mit der Dauerlinie werden die 10-, 50- und 90-Perzentile angedeutet. Die waagerechte Linie repräsentiert das arithmetische Mittel des Abflussjahres für die entsprechenden Kenngrößen.

Neben den in Essen-Rellinghausen gemessenen Kenngrößen fließen in die Bewertung auch die Ergebnisse der Gütemessstationen zwischen Echthausen und Duisburg ein. Die in Bild 2.3 dargestellten Messstationen 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 zweier Messstationen. Die Gewässerüberwachungsstationen mit den dazugehörigen Ausstattungen zeigt Tabelle 2.3.

Allgemeine chemische und physikalische Kenngrößen

Wassertemperatur und Abfluss

Mit einer mittleren Wassertemperatur von 12,8 °C stellen das Jahr 2014 und das Jahr 2008 die höchsten mittleren Werte der letzten 15 Jahre dar. Zu dem Anstieg von 0,7 °C im Vorjahresvergleich haben insbesondere die warmen Wintermonate Dezember bis Februar geführt. Hier wurden im Durchschnitt Temperaturen von 6 °C gemessen. Die Sommermonate lagen mit 17,2 °C auf dem Niveau der langjährigen Betrachtung (2000 bis 2014). Das Temperaturmaximum (22,7 °C) wurde am 21. Juli 2014 in Essen-Rellinghausen aufgezeichnet. Auch in diesem Jahr wurden im Ruhrabschnitt vom Möhnezuffluss bis zur Mündung die Anforderungen der FischgewV für Cyprinidengewässer (Imperativwert von 28 °C als 98-Perzentil) und der Orientierungswert zur Beurteilung des ökologischen Zustandes von 25 °C (Maximalwert), der für Gewässer des Epipotamals maßgeblich ist, sicher eingehalten.

Am Pegel Hattingen sind die niedrigsten mittleren Abflüsse der letzten 15 Jahre sowohl für das Abflussjahr (49,8 m³/s) als auch für das Winterhalbjahr 2014 (55,2 m³/s) ermittelt worden. Besonders ungewöhnlich niedrige Werte wurden in den Monaten Dezember bis Februar gemessen. Lediglich im November und Januar wurden Abflüsse über 100 m³/s festgestellt. Das Monatsminimum lag im April bei 29,4 m³/s.

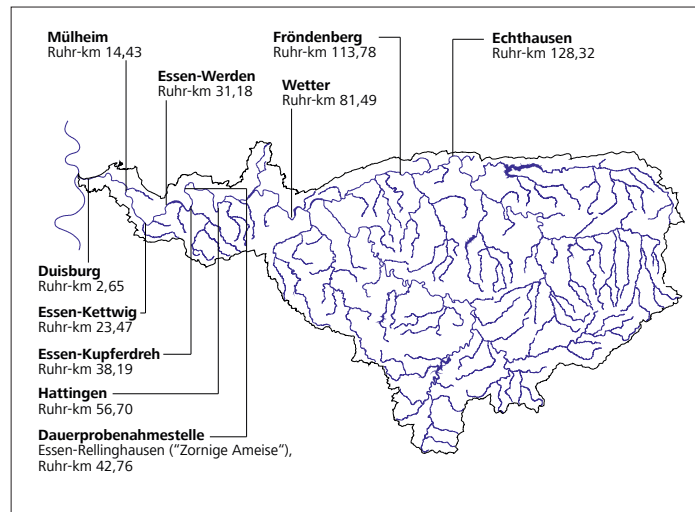


Bild 2.3: Lage der Gewässerüberwachungsstationen an der Ruhr
Fig. 2.3: Location of water quality monitoring stations along the Ruhr

Die Monatsdurchschnittswerte für den pH-Wert hielten sich im Abflussjahr 2014 in einem sehr engen Bereich zwischen pH 7,8 und 8,2. Im Frühjahr lag das Maximum für die Chlorophyll-a-Konzentration bei vergleichsweise niedrigen 15 µg/l. Somit kam es zu keinen erheblichen pH-Wert-Verschiebungen in den stark alkalischen Bereich, wie sie durch massive Algenentwicklungen aufgrund erhöhter photosynthetischer Aktivitäten verursacht werden können. Der Spitzenwert von pH 8,5 wurde am 10. März gemessen, wobei jedoch der obere Orientierungswert, der ebenfalls bei pH 8,5 liegt, nicht überschritten wird. Ebenfalls wurde der untere Orientierungswert von pH 6,5 sicher eingehalten. Die detaillierte Beschreibung der Chlorophyllgehalte und der Auswirkungen biologischer Prozesse auf die Verhältnisse in der Ruhr bleibt dem Beitrag „Trophische Situation in der Ruhr“ vorbehalten.

Trübung/Abfiltrierbare Stoffe

Die Konzentrationen der Abfiltrierbaren Stoffe sowie die hier nicht dargestellte Trübung werden stark durch den Abfluss beeinflusst. Aufgrund der abflussarmen Verhältnisse traten im diesjährigen Abflussjahr keine nennenswerten Trübungsspitzen auf. Die leicht erhöhte Algenentwicklung Anfang März hatte ebenfalls keine bedeutende Auswirkung auf die Trübung. Das Maximum wurde am 10. Januar mit einem Wert von 33 FNU und einem Abfluss von 139 m³/s gemessen. Die mittleren Konzentrationen der Abfiltrierbaren Stoffe erreichten sowohl im Winter (4,2 mg/l) als auch im Sommer (3,6 mg/l) das niedrigste Niveau im langjährigen Jahresvergleich (2000 bis 2014). Mit einem Durchschnittswert von 3,9 mg/l für die Abfiltrierbaren Stoffe wurde der Leitwert von 25 mg/l (als Mittelwert) der Fischgewässer-Verordnung (FischgewV) mit sicherem Abstand eingehalten. Des Weiteren wurden an den Überwachungsstationen, die mit einer kontinuierlichen Trübungsmessung ausgestattet sind, keine Auffälligkeiten registriert.

Tabelle 2.3: Einrichtungen der Gewässergüte-Überwachungsstationen an der Ruhr
Table 2.3: Facilities at the water quality monitoring stations along the Ruhr

	Echthausen WWW	Fröndenberg LANUV / WWW	Wetter RV / LANUV	Hattingen RV / LANUV	Essen-Kupferdreh, Baldeysesee Einlauf, RV	Essen-Werden, Baldeysesee Auslauf, RV	Essen-Kettwig, Kettwiger See Auslauf, RV	Mühlheim LANUV	Duisburg RV
Chemisch/physikalische Kenngrößen									
Wassertemperatur	x	x	x	x	x	x	x	x	x
pH-Wert	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Redox-Potenzial			x						
Sauerstoffgehalt	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Elektrische Leitfähigkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Trübung	x	x	x	x		x	x		
Ammonium-Stickstoff			x	x		x			
Sonstige									
Chlorophyll-a (in vivo Fluoreszenz)			x	x		x			
Lufttemperatur			x				x		
Solarstrahlung			x			x			
Biomonitore									
Daphnientest		x							
Probenahmeeinrichtungen									
Sammelprobeentnahme-Einrichtungen		x	x	x		x	x	x	x
Selbstentleerende Probenahme-Einrichtungen			x	x		x			
Schwebstoffgewinnung			x	x					
Datenerfassung/-übertragung									
Messwertspeicher		x	x	x	x	x	x	x	x
Datenfernübertragung		x	x	x	x	x	x	x	x

Elektrische Leitfähigkeit

Wie auf die Trübung wirkt sich das Abflussgeschehen auch entscheidend auf die Elektrische Leitfähigkeit (nicht grafisch dargestellt) aus. An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen wurde ein Spitzenwert von 581 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in dem sehr niederschlags- und abflussarmen April gemessen. Zu niedrigen Elektrischen Leitfähigkeiten führten die niederschlagsreicheren Tage im Januar, als auch das Minimum von 298 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (10. Januar) erfasst wurde.

Mineralische Inhaltsstoffe

Chlorid und Sulfat

Die Konzentrationen an Chlorid und Sulfat sind nicht, wie aufgrund der geringeren Abflüsse erwartet, gestiegen, sondern im Vergleich zum Vorjahr sogar gesunken. So lagen der Chlorid-Gehalt um 20 % und der Sulfat-Gehalt um 8 % niedriger, der charakteristische gegenläufige Jahresverlauf war wieder zu beobachten. Es bestanden für die Mittelwerte beider Stoffe kaum Konzentrationsunterschiede zwischen den Winter- und Sommermonaten. Chlorid erreichte eine mittlere Jahreskonzentration von 48 mg/l und Sulfat von 36 mg/l. Das Maximum an Chlorid (79 mg/l) wurde wie für die Elektrische Leitfähigkeit am 11. April erfasst.

In dem gleichermaßen abflussarmen März wurden die Spitzenwerte mit jeweils 46 mg/l für das Sulfat ermittelt. Der nach der Trinkwasserverordnung definierte Orientierungswert für Chlorid von 250 mg/l wie auch die LAWA-Zielvorgabe (200 mg/l) konnten mit großem Abstand eingehalten werden.

Fluorid und Bromid

Für die beiden Anionen Fluorid und Bromid (nicht grafisch dargestellt) gab es kaum Konzentrationsänderungen im Vergleich zum Vorjahr. Lediglich für die Kenngröße Bromid trat im Sommerhalbjahr ein Konzentrationsrückgang von 0,11 auf 0,09 mg/l auf, wodurch sich auch der Durchschnittswert für das Abflussjahr 2014 von 0,10 auf 0,09 mg/l verringerte. Für Fluorid wurde ein Jahresmittelwert von 0,09 mg/l registriert. Die höchsten Werte für Fluorid wurden Ende Juli und Anfang August ermittelt, für Bromid am 19. September. Da es für beide Anionen keine Vorgaben nach der Oberflächengewässerordnung gibt, wird für Fluorid als Orientierungswert der Grenzwert von 1,5 mg/l der TrinkwV herangezogen, der sicher eingehalten wird. Für Bromid gibt es auch nach der TrinkwV keine Anforderung. Ein niedriger Wert ist anzustreben, um eine eventuelle Bromatbildung bei der Ozonung im Prozess der Trinkwasseraufbereitung zu vermeiden.

Alkali- und Erdalkalimetalle

Die Kationen Magnesium und Calcium, die auch wesentlich zu der Elektrischen Leitfähigkeit beitragen, blieben fast auf dem gleichen Niveau wie im Vorjahr. Mit einem Mittelwert von 40 mg/l lag der Calcium-Gehalt knapp über dem Mittelwert (38 mg/l) der letzten 15 Jahre, während der Magnesium-Gehalt mit 7,0 mg/l leicht unter dem Durchschnittswert (7,9 mg/l) der langjährigen Betrachtung (2000 bis 2014) liegt. Die höchsten Konzentrationen wurden am 6. Oktober für beide Stoffe (Ca: 49 mg/l, Mg: 8,7 mg/l) registriert. Am 16. Mai wurden mit 30 mg/l für Calcium und 5 mg/l für Magnesium die Minima beider Kenngrößen gemessen. Für das Ruhrwasser lag der mittlere Härtegrad exakt wie in den letzten Jahren bei 1,3 mmol/l (7,3 °dH); somit ist das Wasser auch im Jahr 2014 als „weich“ einzustufen.

Für Natrium (nicht grafisch dargestellt) wurden Maximalkonzentrationen bis 60 mg/l gefunden. Die mittleren Gehalte lagen bei 35 mg/l und halten sicher den Grenzwert der TrinkwV von 200 mg/l ein.

Organische Summenparameter

Zur Beurteilung des Wassers in der Ruhr hinsichtlich der organischen Belastung werden unterschiedliche Summenparameter herangezogen. Dazu gehören der Biochemische Sauerstoffbedarf (BSB₅), die chemische Oxidierbarkeit mittels Kaliumdichromat (CSB), der Organisch Gebundene Kohlenstoff (TOC), der Spektrale Absorptionskoeffizient bei 254 nm und die Adsorbierbaren Organisch Gebundenen Halogene (AOX). Im Folgenden wird die Ruhrwasserbeschaffenheit anhand einiger dieser Kenngrößen charakterisiert.

Biochemischer Sauerstoffbedarf nach fünf Tagen

Da in diesem Jahr die Algenentwicklung geringer ausgefallen ist als im Vorjahr, nahm auch der BSB₅-Wert ab. So erreicht der BSB₅ (ohne ATH) mit einer mittleren Konzentration von 1,5 mg/l das Minimum der langjährigen Werte. Daraus ergibt sich nach den ACP der EG-WRRL, die einen Durchschnittswert von 6 mg/l vorschreibt, eine Bewertung in „sehr gut“. Weiterhin wird der Grenzwert der FischgewV von 6 mg/l (als 95 Perzentil) mit einem Wert von 2,2 mg/l (als 95 Perzentil) sicher eingehalten.

Chemischer Sauerstoffbedarf und Gesamter Organisch Gebundener Kohlenstoff

Die höchste Konzentration von 17,2 mg/l für den CSB-Gehalt wurde während der schwachen Frühjahrsalgenentwicklung Anfang April gemessen. Der TOC-Maximalwert trat im November 2013 bei kurzzeitig erhöhten Abflüssen von 221 m³/s auf. Die mittleren Konzentrationen beider Summenparameter (CSB: 8,5 mg/l, TOC: 3,1 mg/l) lagen unter den Vorjahreswerten. Somit wurde der Orientierungswert für TOC von 7 mg/l um mehr als die Hälfte unterschritten, wodurch eine Einstufung in „sehr gut“ erfolgt. Weiterhin konnte die LAWA-ZV, die für den TOC als 90-Perzentil maximal 5 mg/l vorschreibt, mit 4,0 mg/l sicher eingehalten werden.

Adsorbierbare Organisch Gebundene Halogene

Die verschiedenen organischen Halogenverbindungen, die durch die Einleitung gereinigter kommunaler Abwässer und über diffuse Quellen in die Fließgewässer gelangen, werden durch den Summenparameter Adsorbierbare Organisch Gebundene Halogene erfasst. In der Ruhr bei Essen wurde Anfang Dezember ein Jahresmaximum von 19 µg/l ermittelt. Die mittleren Konzentrationen (7 µg/l) lagen auf dem gleichen niedrigen Niveau wie in den vergangenen Jahren. Das 90-Perzentil von 10 µg/l hält die LAWA-ZV von 25 µg/l sicher ein.

Sauerstoffhaushalt

In Bild 2.4 sind für die sechs Messstationen zwischen Fröndenberg und Duisburg die monatlichen Mittelwerte und die Bandbreiten der Tagesmittelwerte der Sauerstoffkonzentrationen abgebildet. In den Wintermonaten zwischen November und Februar gab es kaum Schwankungen bei den Tagesmittelwerten. Die monatlichen Durchschnittsgehalte bewegten sich in einem engen Bereich zwischen 9,7 und 12,2 mg/l O₂. Durch die im Frühjahr (März bis Mai) einsetzende schwache Algenentwicklung nahmen die Bandbreiten der Tagesmittelwerte, insbesondere bei den drei letzten Messstationen unterhalb des Baldeneysees, deutlich zu. Die Werte schwankten in einem Messbereich zwischen 6,1 und 19,2 mg/l O₂. Dabei wurde sowohl das Maximum als auch das Minimum an der letzten Messstelle in Duisburg registriert. Anders als an den übrigen Messstellen trat in Essen-Werden das Maximum der Tagesmittelwerte im Juli auf. Im weiteren Jahresverlauf und mit dem Rückgang der Algenentwicklung nahmen dort die Bandbreiten ab. An den Probenahmestellen Fröndenberg, Hattingen und Essen-

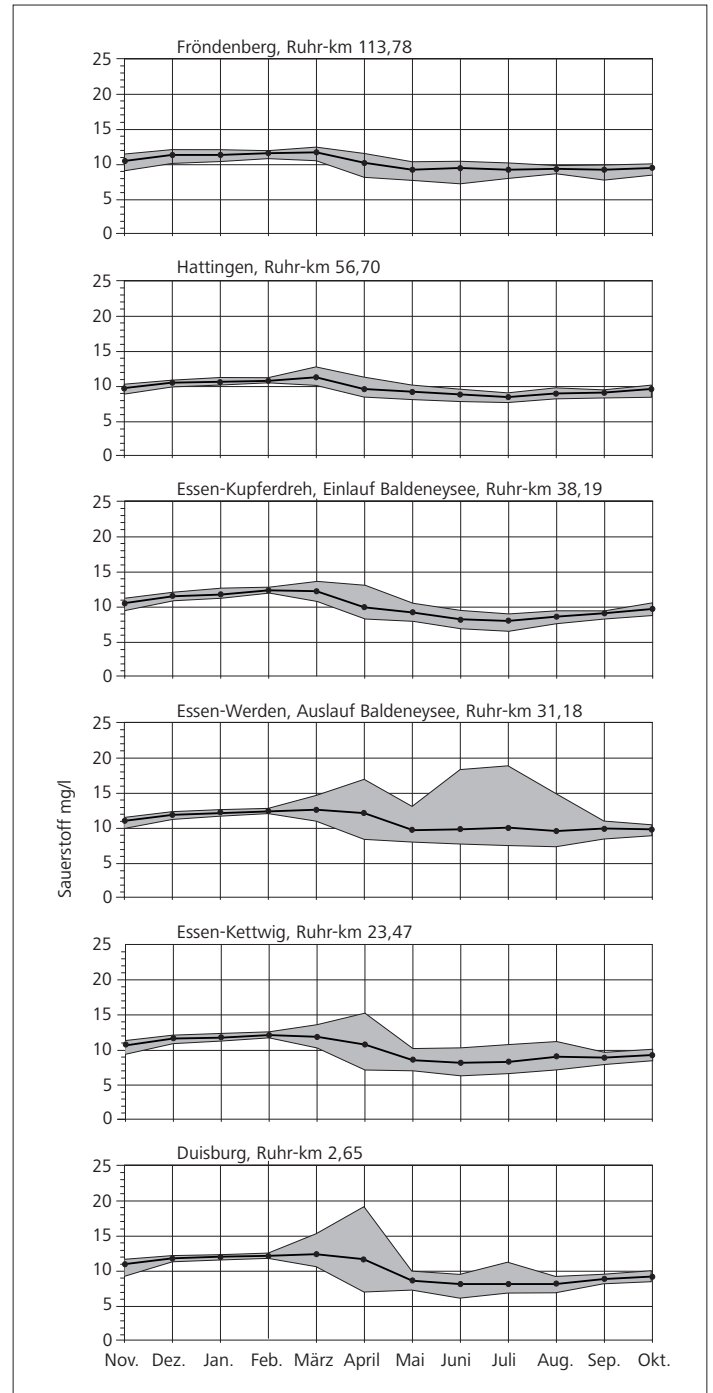


Bild 2.4: Sauerstoffgehalte in der Ruhr, monatliche Durchschnittswerte und Bandbreite der Tagesdurchschnittswerte, Abflussjahr 2014
 Fig. 2.4: Oxygen in the Ruhr, monthly means and spread of daily means, water year 2014

Kupferdreh traten für das gesamte Abflussjahr ähnliche Konzentrationen mit schmalen Bandbreiten zwischen 7,8 und 12,2 mg/l O₂ auf.

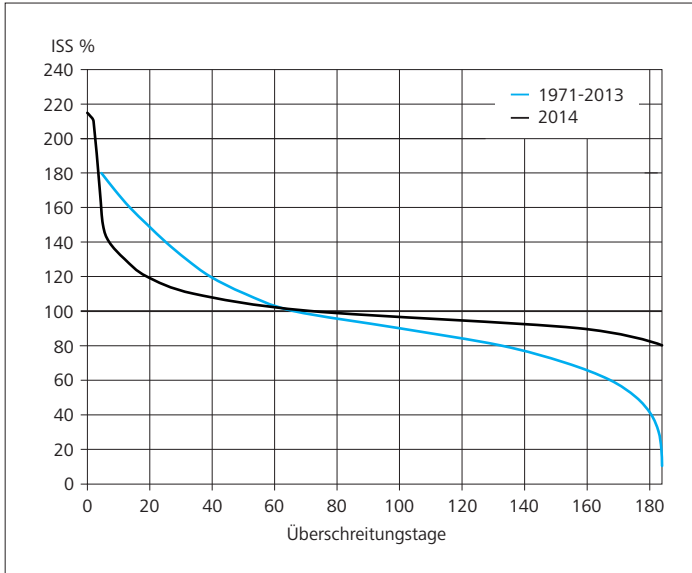


Bild 2.5: Sauerstoffdauerlinie der Tagesmittelwerte im Sommerhalbjahr 2014 und Vergleich mit den langjährigen Werten an der Gewässergüte-Überwachungsstation Essen-Werden (Baldeneysee Auslauf)

Fig. 2.5: Oxygen duration curve of daily means during the six summer months in 2014 and comparison with the long-term results of the water quality monitoring station Essen-Werden (outflow Lake Baldeney)

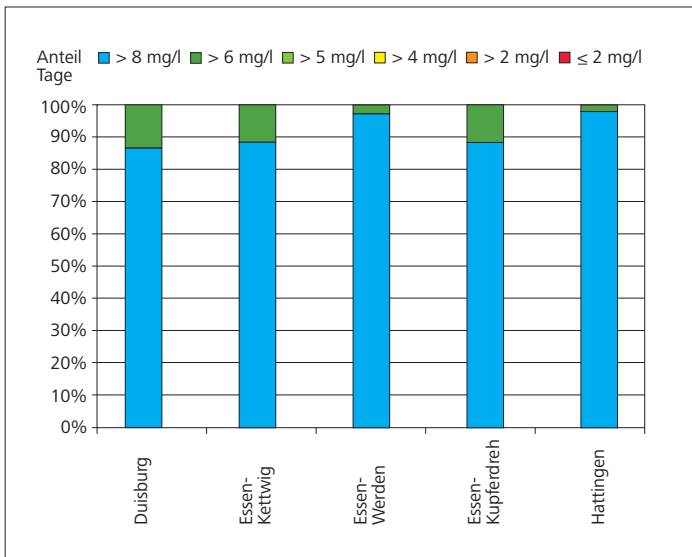


Bild 2.6: Zeitliche Verteilung der Sauerstoffgehalte in der unteren Ruhr, Abflussjahr 2014

Fig. 2.6: Temporal distribution of oxygen levels in the lower Ruhr, water year 2014

Bild 2.5 stellt die Sauerstoffsättigung im Sommerhalbjahr 2014 im Vergleich zu den langjährigen Werten der Jahre 1971 bis 2013 an der Gewässerüberwachungsstation Essen-Werden dar. In diesem Jahr wurde die Sauerstoffsättigung von 90 % nur an 27 Tagen unterschritten. Der Durchschnittswert lag bei 101,8 % und das

Minimum während der Vegetationsperiode (April bis Oktober) bei 80 % O₂. Dadurch wurde am Kettwiger Stausee im Jahr 2014 keine Wehrbelüftung benötigt.

Die prozentuale Verteilung der Sauerstofftagesmittelwerte in der unteren Ruhr zwischen den Gütemessstationen Hattingen und Duisburg zeigt Bild 2.6. Der Sauerstoffgehalt lag an allen fünf Probenahmestellen über 6 mg/l. Es wurden sogar Konzentrationen von größer 8 mg/l O₂ an mindestens 86 % der Tage gemessen. Somit können alle fünf Messstellen in die Güteklasse II gemäß LAWA eingestuft werden.

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 zurückgegangen. Dies wurde vor allem durch den Ausbau der Kläranlagen mit einer Phosphor- und Stickstoffelimination erreicht.

Phosphor

In Essen-Rellinghausen bewegte sich der Jahresdurchschnittswert des Gesamtphosphors mit 0,1 mg/l auf dem gleichem Niveau wie in den Vorjahren. Die Konzentrationsspitze von 0,19 mg/l trat bei erhöhtem Abfluss am 8. November 2013 auf. Während der Vegetationsperiode sanken die Gehalte auf ein Minimum von 0,05 mg/l. Der Anteil an direkt pflanzenverfügbarem ortho-Phosphat-Phosphor lag im Durchschnitt bei 70 %. Somit wurden die Orientierungswerte für Gesamtphosphor von 0,1 mg/l und für ortho-Phosphat-Phosphor von 0,07 mg/l eingehalten, und beide Stoffe können mit „gut“ bewertet werden.

Nitrat-Stickstoff

Der mittlere Nitrat-Stickstoff-Gehalt betrug wie im Vorjahr 2,8 mg/l. Das Minimum trat in den Sommermonaten aufgrund erhöhter Denitrifikation vor allem im Gewässersediment auf. Spitzenwerte von 3,5 mg/l wurden in den Wintermonaten bei Wassertemperaturen um die 6 °C gemessen. Trotz der niedrigen Gehalte an Nitrat-Stickstoff wurde auch in diesem Jahr der strenge Wert von 2,5 mg/l NO₃-N für das 90-Perzentil der LAWA-ZV verfehlt. Im Gegensatz dazu konnte der Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 11,3 mg/l Nitrat-Stickstoff (50 mg/l Nitrat) sicher eingehalten werden.

Ammonium-Stickstoff

Wie im Abflussjahr 2008 wurde auch im diesjährigen Berichtszeitraum mit 0,04 mg/l NH₄-N das Minimum der Durchschnittswerte zum zweiten Mal registriert. Aufgrund des milden Winters stiegen die Maximalwerte in den kälteren Monaten lediglich auf 0,08 mg/l NH₄-N. Die höchsten Werte wurden in Folge von starken Niederschlägen im Juli verursacht, als die Konzentrationen bis auf 0,12 mg/l NH₄-N anstiegen. Mit einem Messwertbereich für das Abflussjahr 2014 zwischen < 0,01 und 0,12 mg/l NH₄-N wird der

Orientierungswert von 0,3 mg/l NH₄-N weit unterschritten. Der Durchschnittswert von 0,04 mg/l NH₄-N lässt eine Bewertung mit „sehr gut“ zu.

Schwermetalle

Die Schwermetallbelastungen der Gewässer haben unterschiedliche Ursachen, wie unter anderem Auswaschungen oder Abtrag natürlich vorkommender Gesteine und Böden sowie industrielle und kommunale Abwässer. In der Ruhr ist seit Jahren ein Rückgang der Schwermetallkonzentrationen zu erkennen. Die Messwerte liegen inzwischen auf einem sehr niedrigen Niveau. Im Folgenden wird über die prioritären Stoffe Blei und Nickel sowie das prioritär gefährliche Cadmium berichtet. Diese werden nach den Vorgaben der WRRL im gelösten Zustand gemessen. Weiterhin wurde auf Chrom, Kupfer und Zink sowie auf den prioritär gefährlichen Stoff Quecksilber (nicht grafisch dargestellt) in der unfiltrierten Probe untersucht. Die Bewertung dieser Stoffe erfolgt entsprechend den LAWA-Zielvorgaben (LAWA-ZV) und ggf. der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) sowie nach der Fischgewässerverordnung (FischgewV).

Blei

Die Bleikonzentrationen sind stark vom Abflussgeschehen abhängig. Die Spitzenwerte von 6 µg/l in der unfiltrierten und 0,7 µg/l in der filtrierten Probe wurden bei kurzzeitig erhöhten Abflüssen festgestellt. Die Jahresdurchschnittswerte lagen bei 0,9 µg/l in der unfiltrierten und bei 0,16 µg/l in der filtrierten Probe. Dies sind die niedrigsten Bleigehalte im Betrachtungszeitraum von 2000 bis 2014. Damit konnte die noch gültige UQN der prioritären Stoffe von 7,2 µg/l für die filtrierte Probe problemlos eingehalten werden, ebenso wie der verschärfte Wert der novellierten Liste der prioritären Stoffe ab dem 22. Dezember 2015 von 1,2 µg/l. Dies entspricht einer Bewertung mit „sehr gut“. Gleiches gilt auch für die TrinkwV mit einem Grenzwert von 10 µg/l Pb_{ges.} und das 90-Perzentil der LAWA-ZV von 3,4 µg/l Pb_{ges.}

Cadmium

Cadmium zählt zu den eher selteneren Elementen der Erdkruste. Der Höchstgehalt für Cadmium wurde mit 0,30 µg/l Cd_{ges.} am 16. Juni Abflüssen registriert. Die Durchschnittskonzentration für die unfiltrierte Probe lag mit 0,06 µg/l auf einem sehr niedrigen Niveau. Das arithmetische Mittel für die filtrierte Probe wurde für das Winter- und Sommerhalbjahr mit < 0,05 µg/l bestimmt.

Cadmium und seine Verbindungen haben eine hohe Toxizität gegenüber aquatischen Organismen. Diese wird durch höhere Calciumgehalte verringert. Aus diesem Grund steigt die UQN für dieses Element mit zunehmender Wasserhärteklasse, hier durch den Gehalt an Calciumcarbonat angegeben. Die Wasserhärte für die Ruhr bei Essen-Rellinghausen wird mit 7,3 °dH als weich eingestuft. Der UQN-Wert für die filtrierte Probe liegt bei 0,09 µg/l Cd_{filtr.}, somit erfüllt Cadmium bei einem Gehalt von < 0,05 µg/l die Anforderung für einen „guten“ chemischen Zustand.

Nickel

Die Belastung der Ruhr mit Nickel wird wesentlich durch Emissionen aus metallbe- und verarbeitenden Betrieben beeinflusst. Mit 2 µg/l Ni_{ges.} lag die mittlere Winterkonzentration auf dem niedrigsten Niveau der letzten 15 Jahre. Auch die Jahresdurchschnittskonzentration 2014 erreichte in diesem Zeitraum mit 2,2 µg/l den niedrigsten Wert. Der Maximalwert von 8,8 µg/l Ni_{ges.} wurden im Mai gemessen. Der UQN-Wert für Nickel in der filtrierten Probe beträgt 20 µg/l und konnte mit der diesjährigen mittleren Konzentration von 1,8 µg/l Ni_{filtr.} sicher eingehalten werden. Auch die Absenkung auf 4 µg/l ab dem 22. Dezember 2015 wird voraussichtlich nicht zu Überschreitungen führen.

Chrom

Der Chromgehalt (nicht grafisch dargestellt) spielt in der Ruhr seit mehreren Jahren keine große Rolle mehr. Es lagen lediglich knapp 30 % der 119 Messungen über der Bestimmungsgrenze von 1 µg/l. Die höchste Konzentration wurde in den Sommermonaten mit 3,8 µg/l Cr_{ges.} gemessen. Der Jahresdurchschnittswert betrug wie auch im Vorjahr < 1 µg/l. Die LAWA-ZV (10 µg/l als Median) wird sicher eingehalten. Daraus ergibt sich für Chrom ein „sehr guter“ Zustand in der Ruhr bei Essen.

Kupfer

Kupfer kann auf sehr unterschiedliche Art in die Gewässer gelangen. Für die Kupferbelastung der Ruhr sind gewerblich-industrielle Emissionen ebenso zu betrachten wie Einträge z. B. durch Kupferrohrleitungen. Im Abflussjahr 2014 nahmen die Kupferkonzentrationen weiter ab. Der mittlere Gehalt betrug 3,4 µg/l und erreichte damit im langjährigen Vergleich (2000 bis 2014) den niedrigsten Wert. Der Orientierungswert (LAWA-ZV) für Kupfer liegt bei 4 µg/l (Median) und wird zum ersten Mal unterschritten. Kupfer wird dadurch mit „gut“ bewertet.

Quecksilber

Das Quecksilber (nicht grafisch dargestellt) spielt im Einzugsgebiet der Ruhr in der Wasserphase keine bedeutende Rolle. Mit einem Maximalwert von 0,02 µg/l wurde die zulässige Höchstkonzentrationen (ZHK) der UQN von 0,07 µg/l nicht überschritten. Der Durchschnittswert liegt bei < 0,005 µg/l Hg und erfüllt damit die Anforderungen (0,05 µg/l Hg) der EG-WRRL.

Zink

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 Zink aus verzinkten Rohren und Regenrinnen herausgelöst werden. Im Oberlauf der Ruhr spielen auch geogene Belastungen aus Grubenwässern eine wichtige Rolle. Die Zinkbelastungen lassen eine Einstufung in „mäßig“ zu, wobei der Median von 15 µg/l nur knapp die LAWA-ZV von 14 µg/l verfehlt.

Zusammenfassende Bewertung

Die Tabelle 2.4 zeigt einige statistische Daten ausgewählter Kenngrößen und vergleicht diese mit den UQN der EG-WRRL und den Orientierungswerten weiterer Richtlinien. Die Farbgebung der Orientierungswerte in der ersten Spalte erfolgt gemäß der Einstufung des chemischen Monitorings nach der EG-WRRL. Der pH-Wert wird bei Einhaltung blau und bei Nichteinhaltung rot gekennzeichnet. Auch für die Anforderungen in den darauf folgenden vier Spalten erfolgt bei Unterschreitung eine blaue und bei Überschreitung eine rote Markierung.

Die Kenngrößen BSB₅ (ohne ATH), TOC, AOX, Sauerstoff sowie Ammonium-Stickstoff erreichen im diesjährigen Berichtszeitraum den „sehr guten“ Zustand. Wassertemperatur, pH-Wert, Chlorid, Gesamtphosphor und o-Phosphat-Phosphor werden mit „gut“ bewertet. Die prioritären und prioritär gefährlichen Schwermetalle Blei, Nickel, Cadmium und Quecksilber erreichen nach den Umweltqualitätsnormen den guten chemischen Zustand.

Zum ersten Mal werden beim Kupfer die Anforderungen der LAWA-ZV eingehalten, so dass daraus die Einstufung in „gut“ resultiert. Aufgrund erhöhter geogener Grundbelastung und anthropogener Einträge aus dem häuslichen und gewerblichen sowie industriellen Bereich verfehlen Zink die LAWA-ZV und Nitrat-Stickstoff die UQN der Oberflächenverordnung, Anlage 7, knapp. Die Anforderungen aus der FischgewV und aus der TrinkwV werden für alle untersuchten Parameter eingehalten.

Erläuterung der verwendeten Abkürzungen und Farbgebungen

ACP-OW	Orientierungswerte zur Beurteilung des ökologischen Zustandes
OW	Orientierungswerte des Leitfadens Monitorings Anlage D4 und D5
■ sehr gut	Wert \leq ½ OW
■ gut	½ OW < Wert \leq OW
■ mäßig	OW < Wert \leq 2 x OW
■ unbefriedigend	2 x OW < Wert \leq 4 x OW
■ schlecht	Wert > 4 x OW

* gesetzlich nicht verbindlicher Orientierungswert

UQN	Umweltqualitätsnormen gem. Oberflächengewässerverordnung
FischgewV / G bzw. I	Anforderungen der Fischgewässerverordnung
LAWA ZV	LAWA-Zielvorgaben bzw. Güteklassifikation für Güteklasse II
TrinkwV	Trinkwasserverordnung

■ eingehalten ■ nicht eingehalten □ keine Vorgaben

Tabelle 2.4: Statistische Daten ausgewählter Kenngrößen und Vergleich mit gesetzlichen Anforderungen, Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Abflussjahr 2014
 Table 2.4: Statistical data on selected parameters and comparison with legal requirements, Ruhr at Essen-Rellinghausen in the runoff year 2014

Parameter	Einheit	Anzahl Messungen	Minimum	Mittelwert	Maximum	50-Perzentil	90-Perzentil	95-Perzentil	OW/ACP-OW	UQN (prioritäre Stoffe)	FischgewW / G bzw. I	LAWA ZV	TrinkwW
Wassertemperatur	°C	131	4,2	12,8	22,7	13,8	19,7	21,2	■		■	■	
pH-Wert		131	7,6	7,9	8,5	7,9	8,1	8,2	■		■	■	■
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	131	0,4	3,9	33	2,6	6,4	11,2			■		
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	131	298	448	581	441	543	553					■
Chlorid	mg/l	131	25	48	79	46	66	69	■			■	■
Sulfat	mg/l	131	26	36	46	37	43	44				■	■
Fluorid	mg/l	131	0,05	0,09	0,12	0,10	0,11	0,11					■
Natrium	mg/l	140	16	35	60	34	48	50					■
BSB ₅ ohne ATH	mg/l	127	0,7	1,5	2,8	1,4	2,0	2,2	■		■		
TOC	mg/l	131	1,9	3,1	5,4	3,0	4,0	4,5	■			■	
AOX*	µg/l	130	5	7	19	7	10	11				■	
Sauerstoff	mg/l	131	7,1	10,2	13,5	9,8	12,2	12,5	■		■	■	
Gesamtposphor	mg/l	119	0,05	0,10	0,19	0,09	0,13	0,15	■			■	
o-Phosphat-Phosphor	mg/l	131	0,03	0,07	0,12	0,07	0,09	0,10	■			■	
Nitrat-Stickstoff	mg/l	130	2,0	2,8	3,5	2,6	3,4	3,4				■	■
Nitrit-Stickstoff	mg/l	131	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05				■	■
Ammonium-Stickstoff	mg/l	131	<0,01	0,04	0,12	0,03	0,07	0,08	■			■	■
Blei	µg/l	119	0,20	0,9	6,0	0,73	1,6	2,1				■	■
Blei (filtriert)	µg/l	118	<0,10	0,16	0,70	0,15	0,27	0,32		■			
Cadmium	µg/l	119	<0,05	0,06	0,30	0,05	0,09	0,12				■	■
Cadmium (filtriert)	µg/l	119	<0,05	<0,05	0,07	<0,05	0,06	0,06		■			
Nickel	µg/l	119	<1,0	2,2	8,8	2,1	2,9	3,2				■	■
Nickel (filtriert)	µg/l	106	<1,0	1,8	2,6	1,8	2,4	2,4		■			
Quecksilber	µg/l	47	<0,005	<0,005	0,02	<0,005	0,01	0,02		■		■	■
Chrom	µg/l	119	<1,0	<1,0	3,8	<1,0	1,5	1,6	■			■	■
Kupfer	µg/l	119	2,1	3,4	8,1	3,1	4,5	5,8	■			■	■
Kupfer, (filtriert)	µg/l	119	1,5	2,5	4,0	2,5	3,4	3,5			■		
Zink	µg/l	119	5,7	16	51	15	22	27	■		■	■	
NTA*	µg/l	129	<1	<1	2	<1	<1	1	■				
EDTA*	µg/l	129	2	6	17	6	10	11	■				
DTPA*	µg/l	129	<1	3	8	3	6	7	■				
Borat-Bor	mg/l	117	0,03	0,07	0,12	0,07	0,09	0,10	■				■

3 Zeitlich dichte physikalisch-chemische Überwachungen der Ruhr

Die Ruhr und ihre Nebengewässer werden seit vielen Jahren regelmäßig hinsichtlich ihrer physikalisch-chemischen Beschaffenheit überwacht. Um eine repräsentative Aussage über räumliche und zeitliche Aspekte treffen zu können, wird die Ruhr an zwölf Messstellen von der Quelle bis zur Mündung alle vier Wochen untersucht. Des Weiteren erfolgen quartalsweise Ruhrlängsuntersuchungen gemäß den Vereinbarungen mit der AWWR und in Zusammenarbeit mit dem Hygieneinstitut des Ruhrgebiets. Dieses Untersuchungsprogramm berücksichtigt in erster Linie die Entnahmestellen von Rohwasser zur Trinkwassergewinnung. Die Ergebnisse werden im Berichtsteil der AWWR vorgestellt.

Die Ruhr im Längsverlauf

Die geographische Lage der zwölf Probenahmestellen ist in Bild 3.1 dargestellt. Die ersten fünf Probenahmeorte befinden sich zwischen der Ruhrquelle und der Mündung der Möhne. Drei weitere Messstellen liegen auf der Strecke von der Möhнемündung

bis zur Wehranlage des Harkortsees. Im Abschnitt bis zur Mündung in den Rhein befinden sich die restlichen vier Probenahmestellen. Die Flusskilometerangaben basieren auf der 3. Auflage der Gewässerstationierung des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) [3.1].

In Bild 3.2 sind die Abflusstagesmittelwerte der Ruhrpegel Meschede 1, Bachum und Hattingen an den 13 Untersuchungsterminen im Abflussjahr 2014 abgebildet. Vergleicht man den Abflussmittelwert an den Untersuchungstagen am Pegel Hattingen mit dem Mittel des Abflussjahres 2014 von 49 m³/s, liegt dieser mit 53 m³/s nur knapp darüber. Vergleicht man einzelne Untersuchungstage mit dem Monatsmittel, ist allerdings nicht immer eine Übereinstimmung der Abflüsse vorhanden. Zum Beispiel lag der Abfluss am Pegel Hattingen im November 2013 mit 127 m³/s am Untersuchungstag fast doppelt so hoch wie der mittlere Monatsabfluss von 72 m³/s. Ähnliche Verhältnisse gelten auch für die Monate Februar und Mai. Demgegenüber lagen die Tagesabflüsse im Januar und Juli weit unter dem jeweiligen Monatsmittelwert. Die übrigen Monate zeigen hingegen nur geringe Abweichungen.

In Bild 3.3 sind die statistischen Daten der untersuchten Kenngrößen für das Abflussjahr 2014 und die Jahre 2002 bis 2013 im so genannten „Box-Whisker-Diagramm“ dargestellt. Die grau hinter-

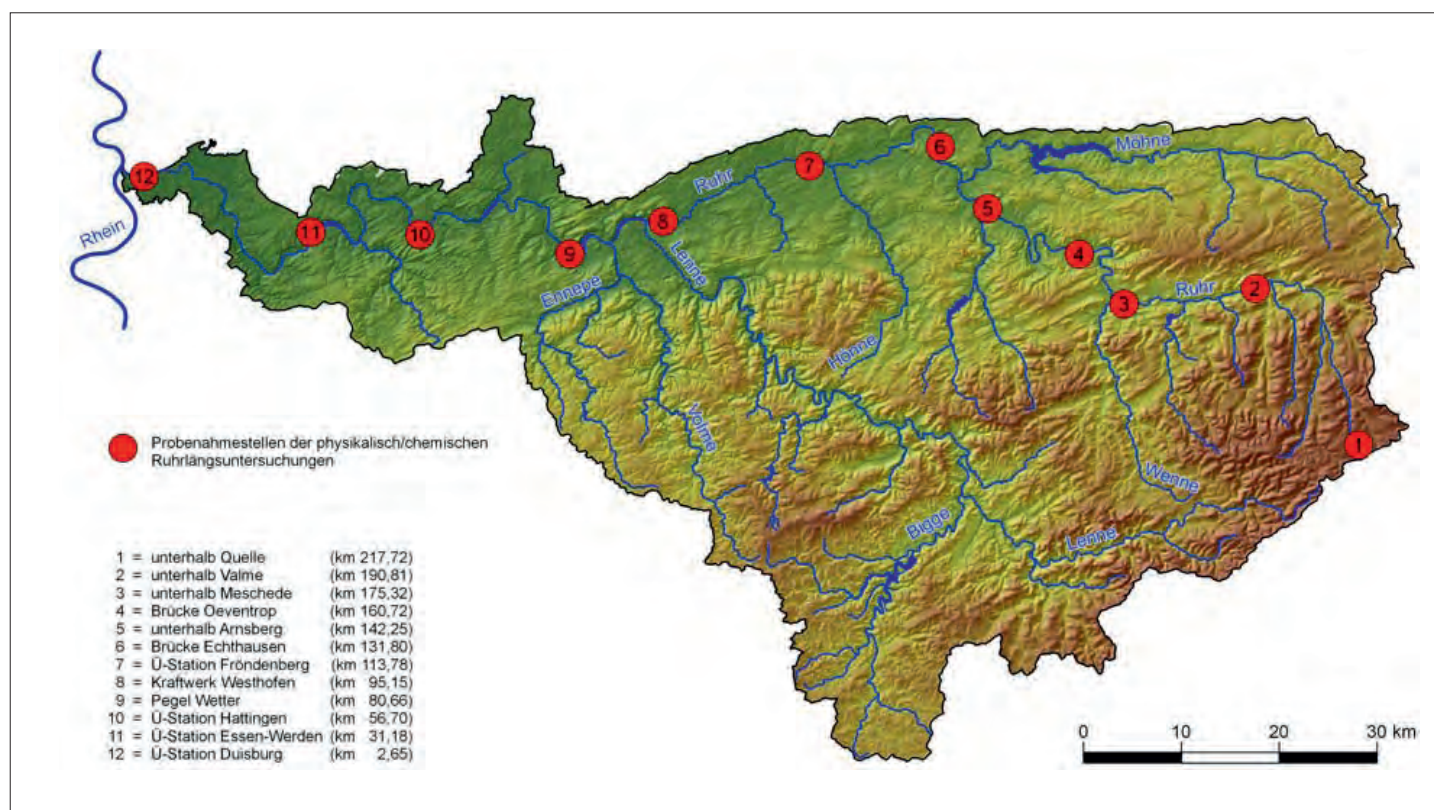


Bild 3.1: Geografische Lage der zwölf Probenahmestellen der Ruhrlängsuntersuchungen.

Quelle (Karte): Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2008

Fig. 3.1: Location of the 12 sampling points for quality monitoring along the Ruhr.

Source of map: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2008

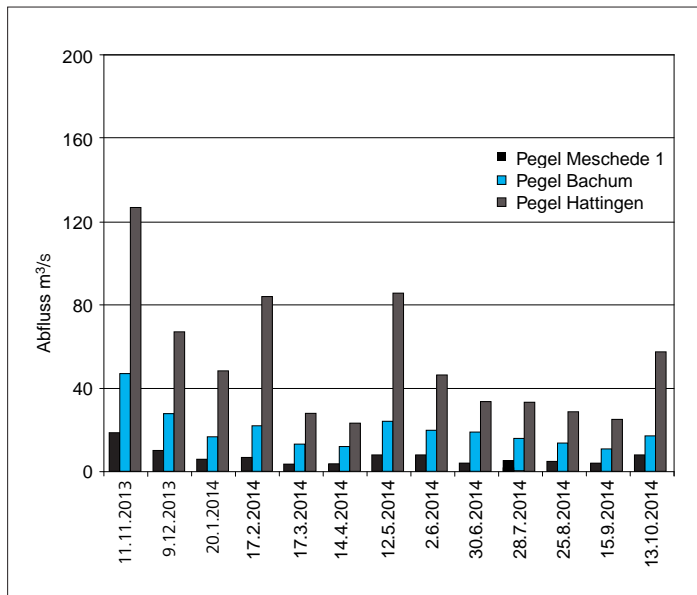


Bild 3.2: Abflüsse an den Pegeln Meschede 1, Bachum und Hattingen an den Probenahmestellen des Abflussjahres 2014 (Tagesmittelwerte)
 Fig. 3.2: Ruhr runoff at the gauging stations Meschede 1, Bachum and Hattingen at the sampling points of 2014 (daily means)

legte Fläche entspricht den 10- und 90-Perzentilen, die rote Linie den arithmetischen Mittelwerten der langjährigen Betrachtung. Die Minima und Maxima für das Jahr 2014 entsprechen den Eckpunkten der Linien. Die grauen Balken repräsentieren den Bereich zwischen den 10- und 90-Perzentilen des Jahres 2014. Das arithmetische Mittel wird durch den schwarzen Punkt abgebildet. Im Folgenden werden einige ausgewählte Parameter erläutert. Die Bewertung erfolgt an Hand von Umweltqualitätsnormen und Orientierungswerten, die sich aus den Vorgaben der EG-WRRL, der Oberflächengewässerverordnung sowie des Monitoringleitfadens für Oberflächengewässer des Landes NRW ergeben.

Allgemeine physikalisch-chemische Kenngrößen

pH-Wert

Wie üblich nahm der pH-Wert im Oberlauf mit zunehmender Fließstrecke zu. Die Bandbreite lag zwischen pH 5,4 und 8,6 und war damit größer als im Vorjahr. Der untere Orientierungswert von pH 6,5 der LAWA-ZV wurde wie in der Vergangenheit unterhalb der Quelle unterschritten. Das einmalig im Januar gemessene Maximum von pH 8,6 trat nicht im gestauten Bereich der Ruhr, sondern oberhalb Arnsberg im Bereich Brücke Oeventrop auf. Im weiteren Verlauf der Ruhr gab es ansonsten keine Auffälligkeiten. Die pH-Werte bewegten sich hier in einem schmalen Bereich zwischen 7,3 und 8,4 und überschritten zu keinem Zeitpunkt die Vorgaben der LAWA-ZV. Die Mittelwerte lagen an den letzten drei Probenahmestellen in diesem Jahr oberhalb der Mittelwerte der langjährigen Betrachtung von 2002 bis 2013.

Elektrische Leitfähigkeit

Die Elektrische Leitfähigkeit stellt eine Abschätzung des Gesamtgehalts an gelösten Salzen in Gewässern dar. Sie ist stark vom Abflussgeschehen abhängig. In der Ruhr nimmt die Elektrische Leitfähigkeit auf Grund anthropogener und geogener Einflüsse von der Quelle bis zur Mündung zu. Unterhalb der Quelle wurde ein Mittelwert von 133 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ermittelt. Als Maximum wurde ein Wert von 620 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in den niederschlagsarmen Monaten des Sommerhalbjahres an der Probenahmestelle Überwachungsstation Hattingen erreicht. Hier spielen insbesondere die Einträge der salzhaltigen Grubenwässer des Bergwerks „Robert Müser“ eine entscheidende Rolle. Dennoch resultiert aus den Bewertungen der Messstellen von Hattingen bis Duisburg gegenüber den langjährigen Vergleichswerten ein unterdurchschnittlicher Mittelwert von 443 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Mineralische Inhaltsstoffe

Die wesentlichen mineralischen Bestandteile der Ruhr sind die Kationen Calcium, Magnesium, Natrium und Kalium sowie die Anionen Chlorid, Sulfat, Nitrat und Hydrogenkarbonat. Die Gehalte sowohl der Anionen als auch der Kationen werden stark vom Abfluss geprägt und nehmen im Laufe der Fließstrecke zu.

Im Abflussjahr 2014 lagen die mittleren Sulfatgehalte zwischen den Probestellen unterhalb Quelle und Pegel Wetter sehr nahe an den Mittelwerten der Vorjahre. Ab Pegel Wetter bis Überwachungsstation Duisburg traten im langjährigen Vergleich unterdurchschnittliche Werte auf. So unterschreitet der Mittelwert (38 mg/l Sulfat) bei Duisburg um 5 mg/l den langjährigen Mittelwert von 43 mg/l. Die jeweiligen Mittelwerte der einzelnen Stationen für Chlorid lagen auf dem Konzentrationsniveau der letzten Jahre. Somit hatte die Niedrigwassersituation keinen so großen Einfluss wie zunächst erwartet. Selbst das Maximum von 86 mg/l Chlorid unterschreitet die Vorgabe der Trinkwasserverordnung (200 mg/l) weit.

Die Konzentrationen der Anionen Fluorid und Bromid überschritten zu keinem Zeitpunkt von der Quelle bis zur Mündung einen Wert von 0,2 mg/l. Die Maximalwerte lagen für Bromid bei 0,18 mg/l und für Fluorid bei 0,11 mg/l. Die Gehalte der Kationen Calcium, Magnesium, Natrium und Kalium bewegten sich auf dem Niveau der Vorjahre.

Organische Summenparameter (CSB, BSB₅, TOC)

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

[3.1] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV): Gewässerstationierungskarte des Landes Nordrhein-Westfalen (GSK3B, 3. Auflage, 31. Juli 2006)

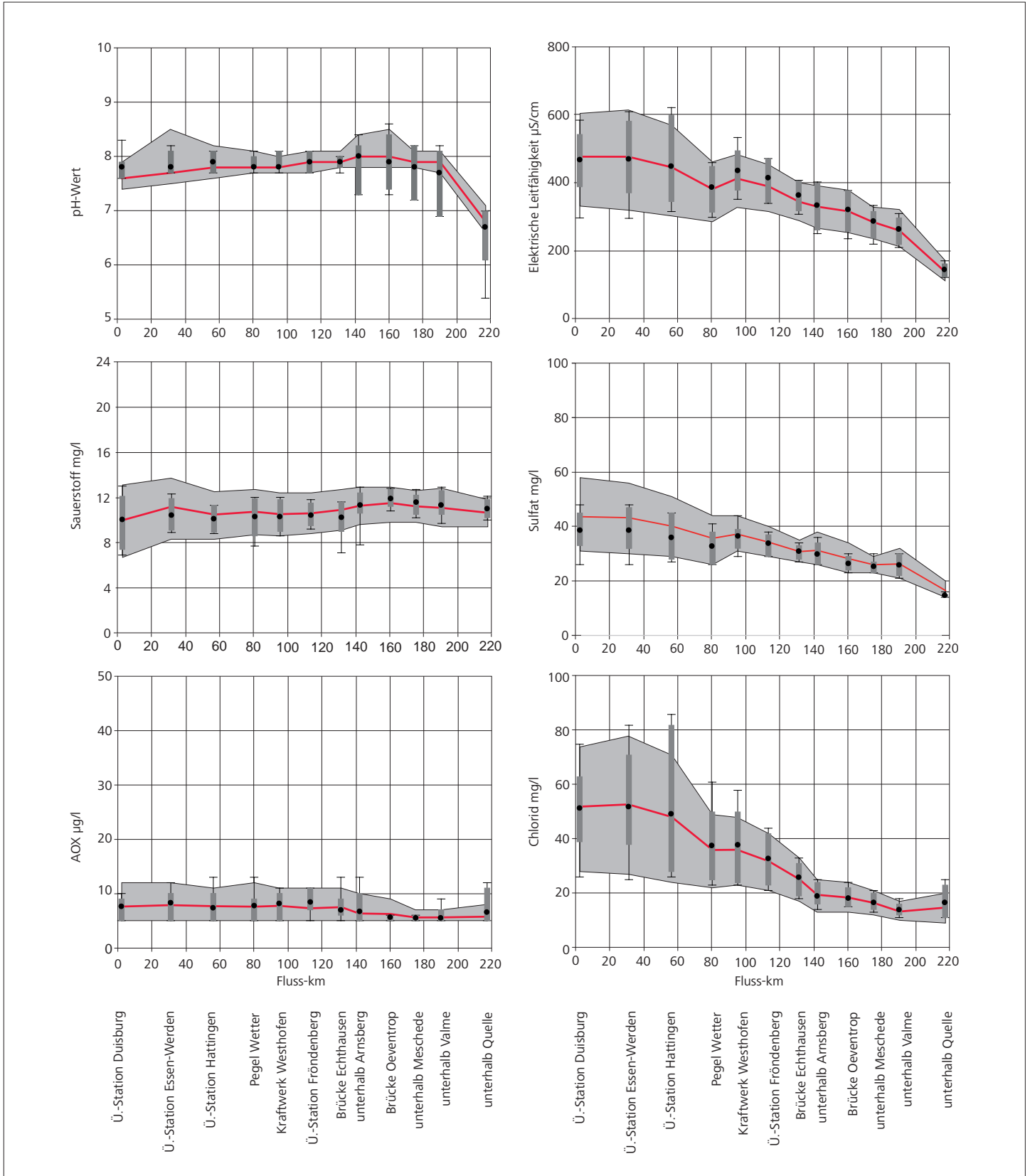


Bild 3.3: Ruhrlängsuntersuchungen im Abflussjahr 2014, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen
 Fig. 3.3: Examinations along the Ruhr during the runoff year 2014, statistical data of selected parameters

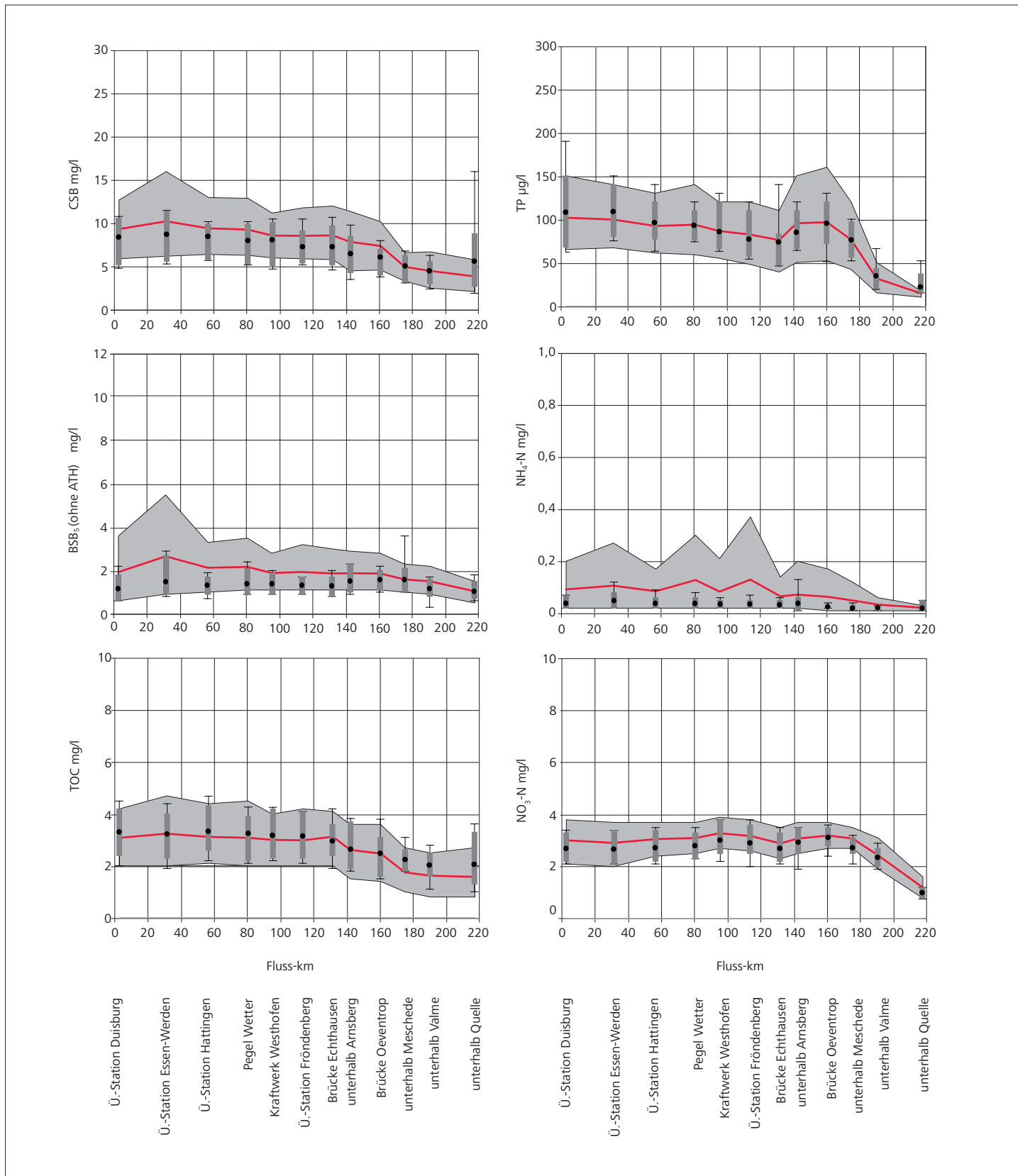


Bild 3.3: Ruhrlängsuntersuchungen im Abflussjahr 2014, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen
 Fig. 3.3: Examinations along the Ruhr during the runoff year 2014, statistical data of selected parameters

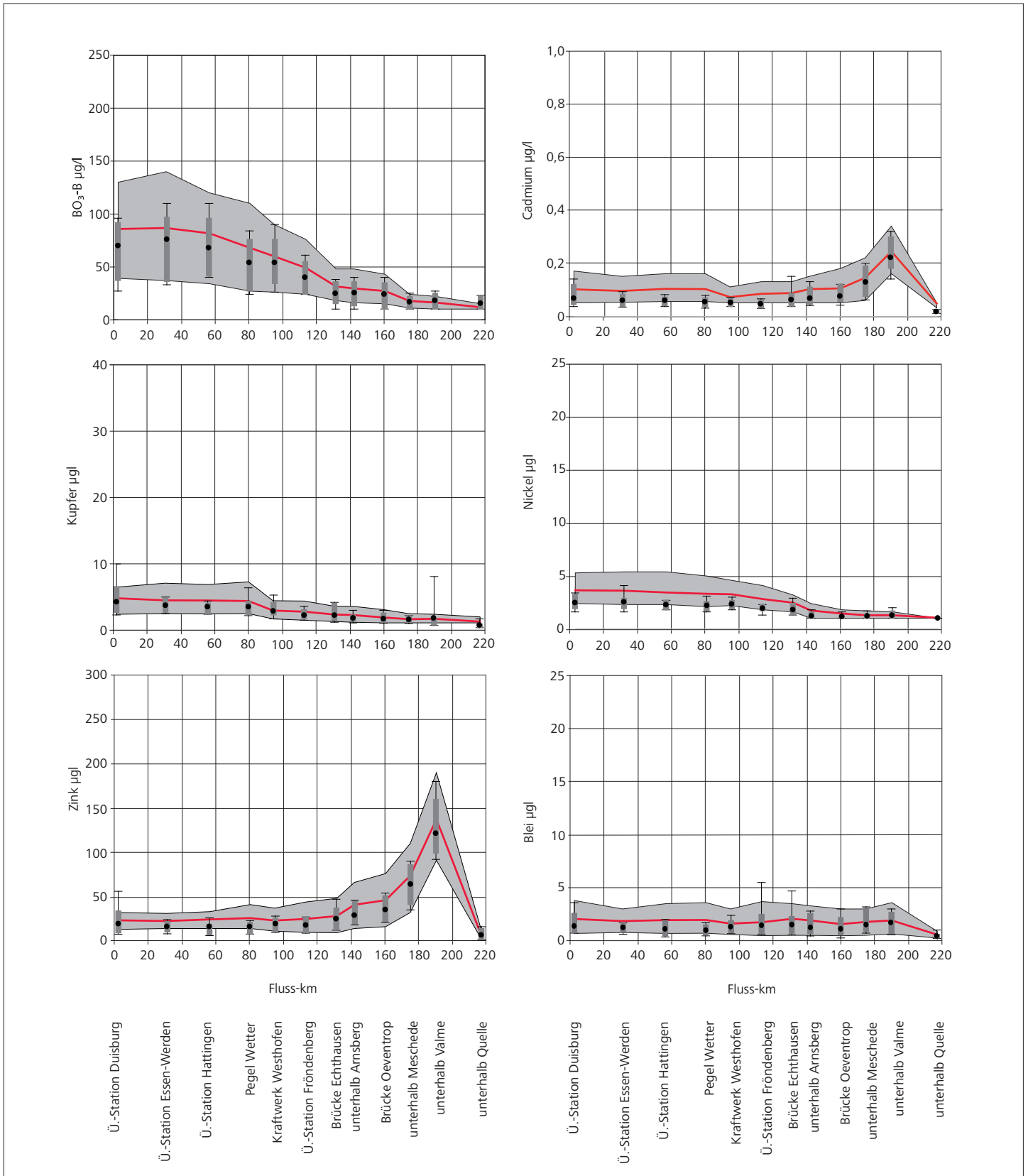


Bild 3.3: Ruhrlängsuntersuchungen im Abflussjahr 2014, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen
 Fig. 3.3: Examinations along the Ruhr during the runoff year 2014, statistical data of selected parameters

An den Probenahmestellen unterhalb Quelle und unterhalb Valme lagen die mittleren Konzentrationen für BSB₅ (ohne ATH) bei 1,0 bzw. 1,1 mg/l. An den darauffolgenden zwei Messstellen unterhalb Meschede und Brücke Oeventrop stiegen die mittleren Gehalte auf jeweils 1,6 mg/l BSB₅ (ohne ATH) an. Im weiteren Fließverlauf gingen die Durchschnittswerte auf ein Niveau zwischen 1,5 und 1,2 mg/l zurück. Weiterhin lagen die Mittelwerte an den jeweiligen Probestellen immer unter den Werten des Zeitraums 2002 bis 2013. Ein Spitzenwert von 3,6 mg/l wurde für den BSB₅ (ohne ATH) am 17. Februar unterhalb Meschede registriert. Der CSB wies einen ähnlichen Konzentrationsverlauf wie der BSB₅ auf. Auffällig hoch war jedoch ein Einzelwert von 16 mg/l unterhalb der Quelle, der auch in 2013 bereits vorkam und durch Huminstoffe verursacht ist. Der jeweilige mittlere TOC-Gehalt lag bis auf die Messstelle Brücke Echthausen auf bzw. leicht über dem Niveau der Vorjahre. Auch das Maximum von 4,7 und das Minimum von 1,0 mg/l waren in der üblichen Konzentrationsbandbreite zu finden.

Somit halten die beiden Kenngrößen BSB₅ (ohne ATH) und TOC die ACP-OW des Leitfadens NRW auf der gesamten Fließstrecke sicher ein. Dies bedeutet für beide Parameter eine Bewertung mit „sehr gut“. Zugleich wird auch die Anforderung der Fischgewässerverordnung für BSB₅ (ohne ATH) an allen Probenahmestellen erfüllt.

Adsorbierbare Organisch Gebundene Halogene (AOX)

Die AOX-Konzentrationen im Fließverlauf der Ruhr bewegten sich im Abflussjahr 2014 zwischen < 5 und 13 µg/l. An einigen wenigen Messstellen lagen die mittleren Konzentrationen leicht über den Durchschnittswerten der Vorjahre. Trotz der langandauernden Trockenphase sowohl im Winter als auch im Sommerhalbjahr wird mit 7 µg/l AOX die LAWA-ZV von 25 µg/l (90-Perzentil) sicher eingehalten.

Sauerstoffhaushalt

Im Oberlauf bis unterhalb Arnsberg lagen die mittleren Konzentrationen für Sauerstoff etwas oberhalb der letzten Jahre, gaben aber den üblichen Verlauf wieder. In der mittleren und unteren Ruhr bewegten sich die Gehalte an allen Probenahmestellen unter den langjährigen Daten. Die niedrigeren Werte wurden in den Sommermonaten gemessen. Dann stirbt vor allem in den Stauseen pflanzliche und tierische Biomasse ab und wird unter Sauerstoffverbrauch abgebaut. Mit einem Minimum von 6,9 mg/l O₂ an der Überwachungsstation Duisburg bestand jedoch zu keinem Zeitpunkt eine Gefahr für Fische. Auch die Ausreißer unterhalb der 10-Perzentile der Vorjahre an den Stationen Pegel Wetter, Brücke Echthausen und unterhalb Arnsberg hielten mit Sauerstoffgehalten zwischen 7,1 und 7,7 mg/l den „guten“ Zustand ein.

Die Spannweite der Sauerstoffgehalte im Fließverlauf nahm nicht so stark zu wie in der Vergangenheit. Die 10- und 90-Perzentile blieben stets in dem Bereich der vergangenen Jahre. An allen zwölf Probenahmestellen wurden die Anforderungen der Fischgewässerverordnung eingehalten. Im Kapitel „Zeitlich dichte physikalisch-chemische Überwachung der Ruhr“ wird das Thema Sauerstoffhaushalt für das Sommerhalbjahr ausführlicher behandelt.

Nährstoffe

Neben den Komponenten Licht, Kohlenstoff, Aufenthaltszeit und gegebenenfalls Silicium sind für die Produktion der pflanzlichen 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 in der Regel den limitierenden Faktor dar. Im Folgenden wird auf die langjährige Entwicklung der Kenngrößen Gesamtphosphor, Nitrat- und Ammonium-Stickstoff eingegangen. In dem Kapitel „Trophische Situation in der Ruhr“ werden die Auswirkungen von biotischen und abiotischen Komponenten auf die Belastungssituation ausführlich diskutiert.

Der Trend der vergangenen Jahre zu niedrigeren Phosphorkonzentrationen setzt sich im Abflussjahr 2014 nicht fort. An jeder der zwölf Messstellen wurden im Mittel leicht höhere Konzentrationen als im langjährigen Vergleich registriert, die auf die Abflussverhältnisse in diesem sehr niederschlagsarmen Jahr zurückzuführen sind. Die 10- und 90-Perzentile blieben aber in den üblichen Spannbreiten der letzten Jahre. Die höher gemessenen Gehalte im Februar und Mai wurden durch erhöhte Niederschläge nach langandauernden Trockenwetterphasen und den damit verbundenen Abschwemmungen verursacht. Dabei wurde der Maximalwert von 190 µg/l an der Station Duisburg ermittelt. An den Überwachungsstationen Essen-Werden und Duisburg wurden Durchschnittswerte über 100 µg/l ermittelt. Aufgrund von Mineralisierungsprozessen lag der Anteil des gelösten Phosphors im Sommerhalbjahr stets über 50 %. Während der Algenentwicklung im Frühjahr betrug dieser Anteil dagegen höchstens 19 %. Die LAWA-ZV von 0,07 mg/l wurden für den ortho-Phosphat-Phosphor an allen Probenahmestellen eingehalten. Der Gehalt für Gesamtphosphor betrug an den beiden Messstellen unterhalb Quelle und unterhalb Valme weniger als 50 µg/l und wird daher mit „sehr gut“ bewertet. Auf den folgenden Kilometern der Ruhr (Fluss-km 180 bis 60) bis zur Überwachungsstation Hattingen wird der Orientierungswert der LAWA-ZV von 0,1 mg/l nicht überschritten, wodurch der „gute“ Zustand erreicht wird. Nur an den letzten beiden Messstellen wird dieser mit je 0,11 mg/l leicht überschritten. Die Bewertung für den Phosphorgehalt erfolgt hier in „mäßig“.

Auch im Jahr 2014 bestätigte sich das niedrige Niveau für den Ammonium-Stickstoffgehalt. Insgesamt wurde der Wert von 0,1 mg/l nur zweimal knapp überschritten, damit liegen alle Messergebnisse deutlich unter dem LAWA-Orientierungswert für den guten Zustand von 0,3 mg/l NH₄-N. An allen zwölf Probenahmeorten bleiben die mittleren Konzentrationen unter den Durchschnittskonzentrationen der langjährigen Betrachtung. Des Weiteren ist die Bandbreite zwischen den 10- und 90-Perzentilen viel schmaler geworden, so dass an vielen Stellen das 90-Perzentil unter dem Mittelwert der Vorjahre lag. Der Orientierungswert von 0,04 mg/l NH₄-N für den „sehr guten“ Zustand wird ausschließlich an der Überwachungsstation Essen-Werden mit einer Konzentration von 0,05 mg/l knapp verfehlt. Die Bewertung an dieser Stelle erfolgt mit „gut“.

In der gesamten Ruhr blieben die mittleren Nitrat-Stickstoff-Konzentrationen unter den Messwerten der Jahresreihe 2002 bis 2013. Zwischen den Fluss-Kilometern 180 und 0 lagen die Jahresmittelwerte zwischen 2,7 und 3,1 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ und damit sehr nahe beieinander. Mit Ausnahme der Probenahmestelle unterhalb Quelle überschreiten alle 90-Perzentile die sehr strenge LAWA-ZV von 2,5 mg/l. Jedoch können die Anforderungen der Oberflächen-gewässerverordnung sowie der Trinkwasserverordnung als Mittelwert von 11,3 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ mit großem Abstand sicher eingehalten werden.

Schwermetalle

Die Konzentrationen der human- und ökotoxikologisch bedeutsamen Schwermetalle Blei, Cadmium, Nickel, Kupfer und Zink werden in Bild 3.3. dargestellt. Zu dieser Gruppe zählen auch die Metalle Chrom und Quecksilber, die jedoch aufgrund der inzwischen niedrigen Gehalte in der Ruhr hier nicht mehr abgebildet werden. In den letzten 15 Jahren hat die Schwermetallbelastung mit Ausnahme des östlichen Teils des Einzugsgebiets der Ruhr (geogener Hintergrund für Cadmium und Zink) weiter abgenommen.

Für die Metalle Cadmium, Zink und Nickel lagen die Durchschnittswerte an den meisten Probenahmestellen unterhalb der letzten Jahre. An einigen Stellen unterschreitet sogar das 90-Perzentil für diese Metalle den Mittelwert der Vorjahre. In dem oberen Abschnitt der Ruhr ergaben sich, bedingt durch den Eintrag der Valme, die durch ein ehemaliges Erzbergbaugebiet fließt, hohe Konzentrationen an Cadmium und Zink. Unterhalb der Valmemündung wurden für Cadmium und Zink die Maximalkonzentrationen von 0,32 bzw. 180 $\mu\text{g/l}$ in der unfiltrierten Probe erreicht. Im weiteren Fließverlauf nehmen die Konzentrationen aufgrund des Verdünnungseffektes wieder ab. Auch für Blei lag der höchste Durchschnittswert von 2,0 $\mu\text{g/l}$ in diesem Abschnitt. Die mittleren Gehalte an Kupfer und Nickel nahmen von der Quelle bis zu Mündung kontinuierlich zu. Die Kupferkonzentrationen lagen an vielen Stellen im Bereich der Vorjahre, mit wenigen Ausnahmen auch etwas darunter. Dies liegt zum Teil an vergleichbaren Abflussverhältnissen. Die Kupfergehalte von 9,9 bzw. 8,0 $\mu\text{g/l}$ waren am 28. Juli 2014 an der Überwachungsstation Duisburg und unterhalb der Valme auffällig.

In dem noch stark durch den ehemaligen Erzbergbau vorbelasteten Ruhrabschnitt und unterhalb Meschede führt die Einstufung nach der LAWA-ZV für Zink nur zu einer „schlechten“ Bewertung. Auch an den beiden darauf folgenden Stellen wurde nur der „unbefriedigende“ Zustand erreicht. Ab der Brücke Echthausen verfehlten die Mediane zwischen 15 und 25 $\mu\text{g/l}$ zum Teil sehr knapp den „guten“ Zustand. Ausgenommen davon war die Probenahmestelle Fröndenberg mit einem Wert von 14 $\mu\text{g/l}$, hier führt die Einstufung in „gut“. Weiterhin gilt nach den Vorgaben des Landes NRW der Orientierungswert für Kupfer von 4 $\mu\text{g/l}$ (Median) für eine „gute“ Bewertung. Somit erreicht Kupfer auf den ersten 100 Kilometern mit einem Median von $\leq 2 \mu\text{g/l}$ eine „sehr gute“ Einstufung. Im weiteren Fließverlauf erfolgt für die einzelnen Probenahmestellen eine „gute“ Bewertung. Cadmium, Nickel und Blei werden nach der UQN für prioritäre Stoffe im gelösten

Zustand bewertet. Nickel und Blei überschreiten zu keinem Zeitpunkt und an keiner Messstelle die jeweiligen UQN von 20 $\mu\text{g/l}$ Nickel bzw. 7,2 $\mu\text{g/l}$ Blei. Die Grenzwerte wurden sogar von den grafisch dargestellten unfiltrierten Messergebnissen eingehalten. Cadmium überschreitet in der maßgeblichen filtrierten Probe nur unterhalb des Valme-Zuflusses den Grenzwert von 0,09 $\mu\text{g/l Cd}_{\text{filtr.}}$ der EG-WRRL.

Monitoring gemäß EG-WRRL

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 36 Gewässer mit Einzugsgebieten $> 10 \text{ km}^2$ untersucht. Der Ruhrverband beteiligte sich dabei an 14 Gewässern mit insgesamt 27 Probenahmestellen. In Bild 3.4 sind die Fließgewässer und die jeweiligen Messstellen in den Planungseinheiten kartografisch dargestellt. Dazugehörige Stammdaten sowie die entsprechenden Untersuchungshäufigkeiten sind Tabelle 3.1 zu entnehmen. Ausgewählte Parameter werden gemäß den Anlagen 5, 6 und 7 der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) vom 20. Juli 2011 [3.2] und auf der Grundlage des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer des Landes NRW“, Anlagen D4 und D5 [3.3], beurteilt. Tabelle 3.2 gibt einen Überblick über die untersuchten Parameter und ihre Immissionsanforderungen bezogen auf die Wasserphase, die jeweils als arithmetischer Mittelwert definiert wird (Ausnahme: pH-Wert, Wassertemperatur).

Die Ergebnisse werden nach einer von den NRW-Behörden getroffenen Regelung in fünf Stufen von blau über grün, gelb, orange nach rot differenziert (blau = „sehr gut“, rot = „schlecht“). Ausgenommen von dieser farblichen Darstellung sind die Parameter pH-Wert, Temperatur und Sauerstoff. Die Einhaltung des pH-Bereichs zwischen 6,5 und 8,5 beschreibt die Farbe Blau. Mit Rot wird die Unter- bzw. Überschreitung dargestellt. Für die Temperatur und den Sauerstoff charakterisiert die Farbe Blau den „sehr guten“, die Farbe Grün den „guten“ und Gelb den „mäßigen“ Zustand. Die Bewertung für die entsprechenden Parameter nach dem oben beschriebenen Farbprinzip ist in Tabelle 3.3 zusammengefasst. Weitere Stoffe aus der Anlage 5 der OGewV sowie gesetzlich nicht verbindlich geregelte Stoffe mit einer „mäßigen“ und schlechteren Einstufung sind in der rechten Spalte der Tabelle 3.3 zu finden.

Planungseinheit Möhne

Neben der Möhne selbst wurden zwei weitere Nebengewässer, die Große Schmalenau und die Lörmecke, an insgesamt fünf Probenahmestellen untersucht. Die zulässige Bandbreite des pH-Werts von 6,5 bis 8,5 wurde in der Möhne vor der Mündung in die Ruhr mit pH 8,6 im April und Mai knapp überschritten. Die Untersuchung an der Probenahmestelle unterhalb Heidberg (Möhne) fand nur drei statt viermal statt, somit ist für die Beurteilung nicht der Mittelwert sondern das Maximum der Messwerte heranzuziehen. Dadurch wurde Ammonium-Stickstoff in „mäßig“, Gesamtphosphor in „unbefriedigend“ und TOC in „schlecht“ eingestuft. Die „schlechte“ Einstufung für den TOC erfolgte auch für die

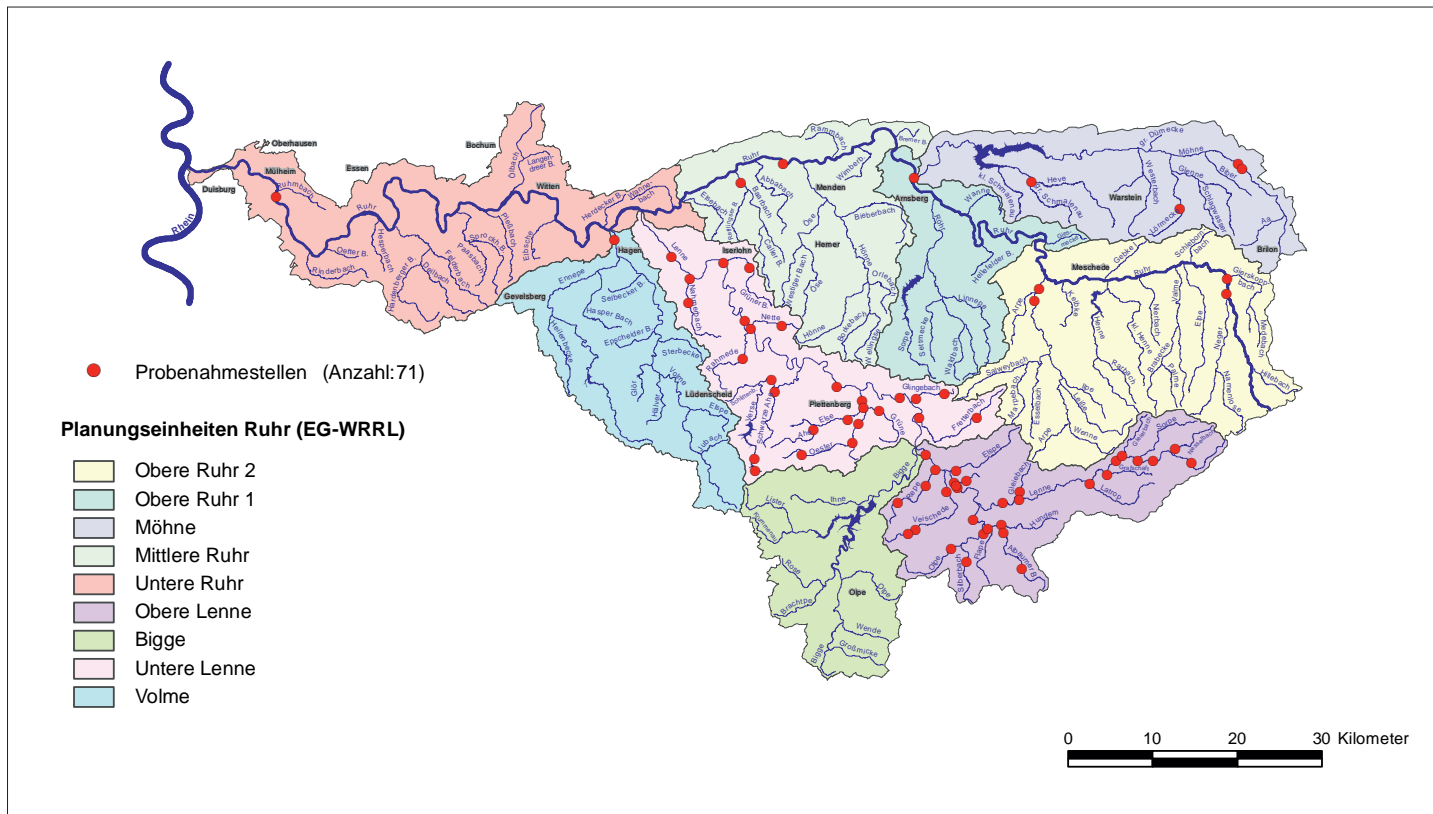


Bild 3.4: Lage der im Jahr 2014 untersuchten Fließgewässer einschließlich der jeweiligen Probenahmestellen. Quelle (Karte): Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014
 Fig. 3.4: Location of the flowing waters monitored in 2014 including the respective sampling points. Source of map: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014

Lörmecke. In der Möhne unterhalb Heidberg wird Kupfer mit „mäßig“ und Zink sogar mit „unbefriedigend“ bewertet. Weiterhin wird Silber an dieser Stelle und oberhalb Hohler Stein in der Lörmecke mit „mäßig“ gekennzeichnet. Mit einem Mittelwert von 0,17 µg/l hält auch Cadmium in der Lörmecke den „guten“ Zustand nicht ein.

Planungseinheit Obere Ruhr 2

Die Planungseinheit Obere Ruhr 2 wird überwiegend durch Wald und Forst sowie landwirtschaftliche Flächen geprägt. Die Untersuchungen fanden an zwei Stellen in der Ruhr und an zwei weiteren in der Wenne statt. An allen vier Messstellen wurde für den pH-Wert der obere Orientierungswert von pH 8,5 überschritten. Während der Ammoniumgehalt sich durchweg in einem „sehr guten“ bzw. „guten“ Bereich bewegte, wies der Pflanzennährstoff Gesamtphosphor in der Wenne erhöhte Konzentrationen auf und erfuhr an beiden Probenahmestellen eine „mäßige“ Bewertung. In der Ruhr wurde dieser Parameter dagegen mit „sehr gut“ bewertet. Beide Gewässer zeigten eine geringe organische Belastung an. Mit mittleren Konzentrationen unterhalb 3,0 mg/l wurde der „sehr gute“ Zustand für den TOC erreicht. Erhöhte Zinkkonzentrationen von 47 µg/l und 21 µg/l führten in der Ruhr unterhalb der

Einmündung der Neger zu einer „unbefriedigenden“ und am Pegel Olsberg zu einer „mäßigen“ Einstufung. Des Weiteren überschritt Silber in der Wenne unterhalb Berge die UQN von 0,02 µg/l und wurde mit „unbefriedigend“ beurteilt. Alle weiteren Schwermetalle wiesen sehr geringe Gehalte auf und erreichten den „sehr guten“ bzw. „guten“ Zustand.

[3.2] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGWV), Bundesgesetzblatt Jahrgang 2011 Teil I Nr. 37, Bonn 20. Juli 2011

[3.3] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes NRW (Hrsg.): Leitfaden Monitoring Oberflächengewässer, http://www.wiki.flussgebiete.nrw.de/index.php?title=Datei:A_Version1_LeitMoniOberflaech.pdf, Stand: August 2009 (Zugriff 08. April 2015). Anhang D4: http://www.wiki.flussgebiete.nrw.de/index.php?title=Datei:D4_Version2_2012_neu.pdf, Stand April 2014 (Zugriff 08. April 2015). Anhang D5: http://www.wiki.flussgebiete.nrw.de/index.php?title=Datei:D5_Version2_ACP_Okt11.pdf, Stand: Oktober 2011 (Zugriff: 08. April 2015)

Tabelle 3.1: Ausgewählte Stammdaten der im Jahr 2014 durch LANUV und Ruhrverband physikalisch-chemisch untersuchten Gewässer
 Table 3.1: Selected master data for the waters physico-chemically examined in the year 2014 by LANUV and Ruhrverband

Gewässer	Gewässerkennzahl	AEO km ²	Länge km	Anzahl Messstellen	Anzahl Untersuchungen
Planungseinheit 1000: Untere Ruhr					
Ruhr	276	651,0	99,0	1	18
Planungseinheit 1100: Volme					
Volme	2768	427,8	50,5	1	13
Planungseinheit 1300: Untere Lenne					
Lenne	2766	528,7	73,6	4	16
Else	27666	96,2	12,9	2	8
Verse	27668	79,8	24,6	3	12
Oester	276664	56,3	15,6	3	12
Fretterbach	276652	44,7	16,7	2	8
Rahmede	276692	29,8	11,7	1	4
Nahmerbach	276698	25,9	11,2	2	8
Grüner Bach	276696	25,1	11,6	2	8
Schwarze Ahe	276686	20,1	9,0	1	4
Nette	276694	14,7	8,0	2	8
Grüne	2766644	14,5	9,2	1	4
Ahe	276662	12,6	7,99	1	4
Glingebach	276654	12,6	6,6	2	8
Nuttmecke	2766642	11,9	3,4	1	4
Planungseinheit 1400: Obere Lenne					
Lenne	2766	457,0	55,5	8	32
Hundem	27662	128,7	14,5	2	8
Veischede	276636	42,7	16,6	3	12
Elspe	276634	42,5	12,1	1	4
Olpe	276642	35,9	10,3	2	8
Albaumer Bach	276624	32,3	13,2	2	2
Latrop	2766192	30,0	11,0	1	4
Repe	276638	26,3	11,4	2	8
Silberbach	2766286	18,1	9,8	1	4
Sorpe	276614	16,7	10,3	1	4
Grafschaft	276618	12,3	6,4	1	4
Flape	276626	11,8	8,8	1	4
Gleiderbach	276616	10,9	7,1	1	4
Nesselbach	276612	10,7	7,4	1	4
Gleiebach	2766198	10,1	5,0	2	8
Hachener Bach	276632	2,8	3,7	2	8
Planungseinheit 1500: Mittlere Ruhr					
Ruhr	276	338,0	34,5	1	14
Baarbach	27654	53,1	17,6	1	4
Planungseinheit 1700: Obere Ruhr 2					
Ruhr	276	740,0	53,0	2	8
Wenne	27616	218,0	31,1	2	8
Planungseinheit 1800: Möhne					
Möhne	2762	468,6	65,1	3	15
Große Schmalenau	276266	18,8	12,4	1	4
Lörmecke	276226	17,9	12,5	1	4

Tabelle 3.2: Probenahmestellenbezogene Bewertungskriterien für ausgewählte Parameter gemäß der Oberflächengewässerverordnung (OGewV 20. Juli 2011) bzw. Anlage D4 und D5 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW für Gew. Typen 5, 9, 9.2 und 18
 Table 3.2: Sampling point-specific evaluation criteria for selected parameters according to the Surface Water Regulation (OGewV July 20, 2011) and the appendices D4 and D5 of the “Guidelines on monitoring surface waters” for surface water types 5, 9, 9.2, and 18, issued by the State of North Rhine-Westphalia

Bewertung		sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
OGewV Anlage 6 – ACP – bzw. Leitfaden Anlage D5						
Wassertemperatur	°C	18 - 20 ¹	20 - 25 ²	> 20 bzw. > 25		
pH-Wert		-	6,5 - 8,5 ³	-	-	-
Ammonium-Stickstoff	mg/l	0,04	0,3	0,6	1,2	> 1,2
Gesamtposphor	mg/l	0,05	0,1	0,2	0,4	> 0,4
Sauerstoff	mg/l	≥ 8 ⁵ bzw. ≥ 9 ⁴	≥ 6 ⁵ bzw. ≥ 7 ⁴	< 6 bzw. < 7	-	-
Chlorid	mg/l	50	200	400	800	> 800
TOC	mg/l	5	7	14	28	> 28
OGewV Anlage 7 – Umweltqualitätsnormen für prioritäre Stoffe und Nitrat						
Blei gelöst	µg/l	3,6	7,2	14,4	28,8	> 28,8
Cadmium ⁶ gelöst	µg/l	0,04 - 0,125	0,08 - 0,25	0,16 - 0,50	0,32 - 1,0	> 0,32 - > 1,0
Nickel gelöst	µg/l	10	20	40	80	> 80
Quecksilber	µg/l	0,025	0,05	0,1	0,2	> 0,2
Nitrat	mg/l	25	50	100	200	> 200
Benzo(ghi)-perylen	µg/l	0,001	0,002	0,004	0,008	> 0,008
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	0,001	0,002	0,004	0,008	> 0,008
Tributylzinn-Kation	µg/l	0,0001	0,0002	0,0004	0,0008	> 0,0008
OGewV Anlage 5 – Umweltqualitätsnormen für flussgebietspezifische Schadstoffe						
Selen	µg/l	1,5	3	6	12	> 12
Silber	µg/l	0,01	0,02	0,04	0,08	> 0,08
Thallium	µg/l	0,1	0,2	0,4	0,8	> 0,8
MCPA	µg/l	0,05	0,1	0,2	0,4	> 0,4
Gesetzlich nicht verbindliche Orientierungswerte – Leitfaden Anlage D4						
Arsen	µg/l	25	50	100	200	> 200
Chrom	µg/l	5	10	20	40	> 40
Kupfer	µg/l	2	4	8	16	> 16
Zink	µg/l	7	14	28	56	> 56
Vanadium	µg/l	1,2	2,4	4,8	9,6	> 9,6
Kobalt	µg/l	0,45	0,9	1,8	3,6	> 3,6
Molybdän	µg/l	3,5	7	14	28	> 28
Uran	µg/l	1	2	4	8	> 8
Beryllium	µg/l	0,05	0,1	0,2	0,4	> 0,4
Barium	µg/l	30	60	120	240	> 240
Bor	µg/l	50	100	200	400	> 400
Summe PAK	µg/l	0,05	0,1	0,2	0,4	> 0,4
Pyren	µg/l	0,00115	0,0023	0,0046	0,0092	> 0,0092
Benzo(a)anthracen	µg/l	0,001	0,002	0,004	0,008	> 0,008
Ibuprofen	µg/l	0,005	0,01	0,02	0,04	> 0,04
Diclofenac	µg/l	0,05	0,1	0,2	0,4	> 0,4
Erythromycin	µg/l	0,01	0,02	0,04	0,08	> 0,08
Clarithromycin	µg/l	0,01	0,02	0,04	0,08	> 0,08
Sotalol	µg/l	0,05	0,1	0,2	0,4	> 0,4
Iopamidol	µg/l	0,05	0,1	0,2	0,4	> 0,4
Bisphenol A	µg/l	0,05	0,1	0,2	0,4	> 0,4
Glyphosat	µg/l	0,05	0,1	0,2	0,4	> 0,4
Summe PFT	µg/l	0,05	0,1	0,2	0,4	> 0,4
Triclosan	µg/l	0,01	0,02	0,04	0,08	> 0,08
Methylparaben	µg/l	0,05	0,1	0,2	0,4	> 0,4
Monobutylzinn-Kation	µg/l	0,0003	0,0006	0,0012	0,0024	> 0,0024
Diocetylzinn-Kation	µg/l	0,002	0,004	0,008	0,015	> 0,016

¹ 18°C Salmoniden- und fischfreie Gew.
 20°C Epipotamal und Cyp. Gew. des Rhitrals
² 20°C Epi- und Metarhital und fischfr. Gew.
 21,5°C Sal. Gew. d. Hyporhitrals und Cyp. Gew. d. Rhitrals
 25°C Epipotamal

³ pH-Werte innerhalb der Spanne gelten als eingehalten (blau),
 außerhalb als nicht eingehalten (rot)
⁴ Gew. Typ 5, 7, 9, 18
⁵ Gew. Typ 9.2
⁶ Abhängig von der Wasserhärte

Tabelle 3.3: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2014 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV 20. Juli 2011) bzw. der Anlagen D4 und D5 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW
 Table 3.3: Evaluation of water examinations in 2014 based on the Surface Water Regulation (OGewV July 20, 2011) and the appendices D4 and D5 of the "Guidelines on monitoring surface waters" issued by the State of North Rhine-Westphalia

Probenahmestelle – Nummer –	Gewässer	Probenahmestelle – Bezeichnung –	Fluss-km	ACP OGewV Anlage 6						UQN OGewV Anl. 7				UQN OGewV Anlage 5					Weitere Stoffe aus den Anl. 5 und 7 der OGewV sowie gesetzlich nicht verbindliche Stoffe mit Bewertungen von mäßig und schlechter * gesetzlich nicht verbindliche Stoffe-Leitfaden Anlage D4
				Wassertemperatur	pH-Wert	Ammonium-Stickstoff	Gesamtposphor	Sauerstoff	Chlorid	TOC	Blei gelöst	Cadmium gelöst	Nickel gelöst	Quecksilber	Nitrat-Stickstoff	Kupfer*	Zink*	Selen	
Planungseinheit 1800 – Möhne																			
687777	Möhne	uh Heidberg	51,06	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Beryllium, Kobalt, Vanadium
627604	Möhne	Haltepunkt Kneblinghausen	50,14	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Kobalt
688009	Lörmecke	oh Hohler Stein, im Wald	5,63	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
632200	Große Schmalenau	vor Mdg. in die Heve	0,18	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
416204	Möhne	vor Mdg. in die Ruhr	0,15	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Planungseinheit 1700 – Obere Ruhr 2																			
400300	Ruhr	uh Einmdg. Neger	201,82	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
400403	Ruhr	am Pegel Olsberg	199,80	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
413770	Wenne	oh Berge	3,72	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
413800	Wenne	uh Berge	1,92	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Planungseinheit 1500 – Mittlere Ruhr																			
004108	Ruhr	Fröndenberg	113,76	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Iopamidol
418456	Baarbach	uh KA Baarbachtal	1,47	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Planungseinheit 1400 – Obere Lenne																			
420001	Lenne	oh Westfeld	122,40	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
420300	Lenne	uh Oberkirchen	116,19	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
420505	Lenne	oh Schmallenberg	110,53	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
420955	Lenne	I Langenei b Peugeot	91,02	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
421182	Lenne	oh Einmdg Hachener B	81,07	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
421200	Lenne	Bei Germaniahuette	80,86	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
421406	Lenne	oh Einmdg Repe	77,21	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
421509	Lenne	bei Bamenohl	75,40	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
431333	Veischede	uh KA Oberveischede	13,07	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
431321	Veischede	oh KA Oberveischede	12,79	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
430602	Albaumer Bach	uh Heinsberg	7,92	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
431655	Repe	uh Repe	7,79	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
430201	Hundem	oh Herrtrop	6,51	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
430900	Olpe	oh Einmdg Silberbach	5,51	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
431631	Repe	uh Niederhelden	2,60	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
431450	Veischede	uh Bonzel	2,59	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
431140	Silberbach	bei Breitenbruch	2,48	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
430456	Hundem	in Altenhundem	2,02	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
431138	Hachener Bach	uh Schlammteich	1,44	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
431023	Olpe	uh Hofolpe	1,30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
431163	Gleiebach	oh Fischteiche	1,19	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Barium
431254	Elspe	oh Lennegraben	1,06	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
430808	Albaumer Bach	oh Wuerdinghausen	1,06	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
420128	Nesselbach	uh KA Nordenau	0,97	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

Tabelle 3.3: Bewertung der Gewässeruntersuchungen des Jahres 2014 auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV 20. Juli 2011) bzw. der Anlagen D4 und D5 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW
 Table 3.3: Evaluation of water examinations in 2014 based on the Surface Water Regulation (OGewV July 20, 2011) and the appendices D4 and D5 of the “Guidelines on monitoring surface waters” issued by the State of North Rhine-Westphalia

Probenahmestelle – Nummer –	Gewässer	Probenahmestelle – Bezeichnung –	Fluss-km	ACP OGewV Anlage 6							UQN OGewV Anl. 7				UQN OGewV Anlage 5					Weitere Stoffe aus den Anl. 5 und 7 der OGewV sowie gesetzlich nicht verbindliche Stoffe mit Bewertungen von mäßig und schlechter * gesetzlich nicht verbindliche Stoffe-Leitfaden Anlage D4	
				Wassertemperatur	pH-Wert	Ammonium-Stickstoff	Gesamphosphor	Sauerstoff	Chlorid	TOC	Blei gelöst	Cadmium gelöst	Nickel gelöst	Quecksilber	Nitrat-Stickstoff	Kupfer*	Zink*	Selen	Silber		Thallium
430006	Latrop	vor Mdg. i.d. Lenne	0,11																		
431175	Gleibach	v Mdg i d Lenne	0,10																		Barium
430559	Flape	vor Mdg. i.d. Hundem	0,07																		
685770	Gleiderbach	vor Mdg. i.d. Lenne	0,06																		
420323	Sorpe II (Lenne)	vor Mdg. i.d. Lenne	0,05																		
685768	Grafschaft	vor Mdg. i.d. Lenne	0,05																		
431151	Hachener Bach	v Mdg i d Lenne	0,04																		
Planungseinheit 1300 – Untere Lenne																					
421856	Lenne	oh Pasel	64,27																		
442896	Lenne	in Ohle	53,59																		
422307	Lenne	oh Altena	30,83																		lopamidol
687297	Verse	oh Fürwiggetsp.	23,76																		
687303	Verse	uh Fürwiggetsp.	21,86																		
434358	Oester	oh Talsperre	12,49																		
433755	Fretterbach	uh Serkenrode	11,78																		
435156	Verse	bei Fischersverse	7,52																		
422800	Lenne	Pegel Hohenlimburg	6,90																		lopamidol, Pyren
435958	Nette	bei Busstelle Fuleck	5,80																		
431187	Glingebach	oh Talsperre	4,90																		
434024	Else	in Pl-Holthausen	4,50																		
436112	Grüner Bach	Bei Firma Stamm	3,97																		
435855	Rahmede	uh KA Rahmedetal	3,60																		Bor, Σ PFT
436409	Nahmerbach	Bei Lahmen-Hasen	3,27																		
442999	Oester	Oestertalstraße	2,39																		
434735	Grüne	Landemertweg	1,67																		
434085	Else	uh Einmdg. Oester	1,21																		
433937	Glingebach	oh Rönkhausen	1,08																		
434309	Ahe	v Mdg. i. d. Else	0,41																		
435600	Schwarze Ahe	v Mdg. i. d. Verse	0,35																		
433901	Fretterbach	v Mdg. i. d. Lenne	0,30																		Pyren
434700	Oester	v Mdg. i. d. Else	0,23																		
436008	Nette	v Mdg. i. d. Lenne	0,21																		
434711	Nuttmecke	v Mdg. i. d. Oester	0,12																		
436306	Grüner Bach	v Mdg. i. d. Lenne	0,10																		
436501	Nahmerbach	v Mdg. i. d. Lenne	0,05																		
Planungseinheit 1100 – Volme																					
441200	Volme	v Mdg i d Ruhr	1,30																		Indeno(1,2,3-cd)pyren, Benzo(ghi)perylen, lopamidol, Ibuprofen, Diclofenac
Planungseinheit 1000 – Untere Ruhr																					
22810	Ruhr	Mülheim-Kahlenberg	14,34																		Clarithromycin, lopamidol, Diclofenac

Planungseinheit Mittlere Ruhr

In dem 505 km² großen Einzugsgebiet der Mittleren Ruhr wurden zwei Gewässer an jeweils einer Messstelle untersucht. Dabei handelte es sich um die Ruhr bei Fröndenberg und um den Baarbach unterhalb der Kläranlage Iserlohn-Baarbachtal. Die Anforderung an den pH-Wert wurde an beiden Stellen eingehalten. Bei Fröndenberg erfolgte für die Nährstoffe Ammonium-Stickstoff und Gesamtphosphor in der Ruhr eine „gute“ Einstufung. Im Baarbach erreichte Ammonium-Stickstoff den „sehr guten“ Zustand. Mit einer mittleren Konzentration von 0,3 mg/l überschritt hier Gesamtphosphor den Orientierungswert von 0,1 mg/l, woraus eine Bewertung mit „unbefriedigend“ resultierte. Die Gehalte an organischen Inhaltsstoffen lagen auf einem niedrigen Niveau. Die Einstufung für TOC erfolgte dadurch in „sehr gut“ bzw. „gut“. Erhöhte Zinkkonzentrationen erforderten in der Ruhr eine „mäßige“ und im Baarbach eine „schlechte“ Bewertung. Die weiteren untersuchten Schwermetalle zeigten keine Auffälligkeiten. Weiterhin wird Iopamidol (nicht gesetzlich verbindlich) in der Ruhr bei Fröndenberg mit „schlecht“ bewertet.

Planungseinheit Obere Lenne

In dieser überwiegend durch Waldflächen geprägten Planungseinheit wurden insgesamt 16 Gewässer untersucht. An vier der 31 untersuchten Probenahmestellen überschritt der pH-Wert den vorgegebenen oberen Grenzwert von 8,5. In allen Gewässern lagen die Nährstoffkomponenten in geringen Konzentrationen vor. Lediglich im Gleibach vor der Mündung in die Lenne wurde Ammonium-Stickstoff und in der Veischede unterhalb der Kläranlage Olpe-Oberveischede Phosphor mit „mäßig“ eingestuft. Im Jahr 2014 waren die Gehalte an Chlorid und organischen Inhaltsstoffen sehr gering. So war jede Messstelle für Chlorid und TOC mit „sehr gut“ zu bewerten. Die Sauerstoffgehalte entsprachen an den untersuchten Probenahmestellen in dieser Planungseinheit dem „guten“ Zustand. Im Silberbach, in der Olpe und im Hachener Bach verfehlte Cadmium den „guten“ Zustand. An diesen und zwei weiteren Messstellen erfolgte für Zink eine „schlechte“ Bewertung. Auch in der Lenne erreichte Zink in diesem Abschnitt nur den „mäßigen“ und „unbefriedigenden“ Zustand. Im Hachener Bach unterhalb der Schlammteiche wurden zudem Silber und Thallium und vor der Mündung in die Lenne Thallium in „mäßig“ eingestuft. Weiterhin erfolgte für Silber eine „unbefriedigende“ Bewertung im Bach Grafschaft vor der Mündung in die Lenne.

Planungseinheit Untere Lenne

Das Einzugsgebiet der Unteren Lenne beträgt ca. 529 km² und ist durch Waldflächen geprägt. Die Wasserführung der Lenne wird hier durch die Biggetalsperre beeinflusst. Es wurden neben der Lenne 13 weitere Gewässer an insgesamt 27 Probenahmestellen untersucht. Während an allen Stellen die Anforderungen an die Wassertemperatur erfüllt wurden und ein „sehr guter“ Zustand herrschte, wurde der vorgegebene pH-Wert von maximal 8,5 in der Else an zwei Messstellen überschritten.

Des Weiteren wurde der untere Grenzwert von pH 6,5 in der Verse und der Oester aufgrund geologischer Verhältnisse und des hohen Anteils an Nadelwäldern und Mooren, die zur Versauerung führen, unterschritten. Organische Inhaltsstoffe und Nährstoffe wurden in sehr geringen Konzentrationen gemessen. Für beide Gruppen erfolgte überwiegend eine „sehr gute“ und an einigen Stellen eine „gute“ Bewertung. Lediglich in der Rahmede unterhalb der Kläranlage Rahmedetal und in der Verse an der Stelle bei „Fischersverse“ wurden höhere Werte für Gesamtphosphor gemessen. Die Einstufung erfolgte dort in „unbefriedigend“ bzw. in „mäßig“.

In den Gewässern Fretterbach, Lenne und Verse wurde jeweils an einer Messstelle auf die Metalle Blei, Nickel und Cadmium untersucht. Dabei ergab sich der „gute“ Zustand. Die Metalle Selen und Thallium werden für alle Gewässer in „sehr gut“ eingestuft. Silber wurde an vier Stellen mit „mäßig“ und an einer Stelle mit „schlecht“ bewertet. Einige Gewässer zeigten erhöhte Konzentrationen der beiden nicht gesetzlich verbindlich geregelten Schwermetalle Kupfer und Zink. Gehalte zwischen 4,1 und 6,4 µg/l führten für Kupfer zu einer „mäßigen“ Einstufung. Zink wurde gleichermaßen an vier Probenahmestellen mit „mäßig“ bewertet. Weiterhin wurden Iopamidol in der Lenne sowie Pyren in der Lenne und im Fretterbach mit „mäßig“ und schlechter bewertet. Für Bor und die Summe der PFT erfolgte in der Rahmede eine „unbefriedigende“ Einstufung.

Planungseinheit Volme

In der Planungseinheit Volme wurde lediglich die Volme selbst an der Messstelle vor der Mündung in die Ruhr untersucht. Mit mittleren Gehalten von 0,12 mg/l an Gesamtphosphor erfolgte für diesen Parameter eine „mäßige“ Einstufung. Die mineralischen und organischen Inhaltsstoffe konnten auf Grund niedriger Konzentrationen mit „sehr gut“ bewertet werden. Silber wurde mit erhöhten Gehalten gemessen und erfährt eine Bewertung mit „mäßig“. Die Einstufung für Zink erfolgte mit einer Konzentration von 12 µg/l in „gut“. Aus der Gruppe der Spurenstoffe konnten Indeno(1,2,3-cd)pyren, Benzo(ghi)perylen, Iopamidol, Ibuprofen und Diclofenac nachgewiesen werden. Diese wurden mit „mäßig“ und schlechter bewertet.

Planungseinheit Untere Ruhr

Die in der Planungseinheit Untere Ruhr untersuchte Probenahmestelle Mülheim-Kahlenberg ist stark durch den industriellen und städtischen Raum geprägt. Durch die maximal gemessene Temperatur von 23,2 °C wurde der „gute“ Zustand für diese Kenngröße knapp verfehlt. Die Konzentrationen für die Nährstoffe und für die organische Belastung lagen auf einem sehr niedrigen Niveau und erfuhren somit eine „gute“ oder „sehr gute“ Beurteilung. Aus der Gruppe der Schwermetalle überschritt die Zinkkonzentration mit 16,5 µg/l leicht den Orientierungswert von 14 µg/l und wird in „mäßig“ eingestuft. Kupfer erreichte mit einem Median von 3,2 µg/l den „guten“ Zustand. Des Weiteren wurden die Spurenstoffe Clarithromycin, Diclofenac und Iopamidol mit „mäßig“ oder schlechter bewertet.

Zusammenfassung

Nach den Bewertungsgrundlagen, die sich aus dem Leitfaden des Landes NRW ergeben, wurden im Abflussjahr 2014 fast für alle physikalisch-chemischen Kenngrößen in allen Ruhrlängsuntersuchungen „sehr gute“ und „gute“ Zustände erreicht. Die gemessenen organischen Parameter können alle mit „sehr gut“ bewertet werden. Ammonium-Stickstoff und Gesamtphosphor erreichten, bis auf die unteren beiden Probenahmestellen für Gesamtphosphor, den „sehr guten“ bzw. den „guten“ Zustand. Nitrat-Stickstoff verfehlte auch in diesem Jahr knapp die strenge LAWA-ZV, erfüllte aber mit großem Abstand die Vorgaben der Oberflächen-gewässerverordnung entsprechend der Trinkwasserverordnung. Die Schwermetalle Blei, Nickel und Quecksilber hielten die Grenzwerte der EG-WRRL (prioritäre Stoffe) sicher ein. Kupfer wurde gemäß der LAWA-ZV mit „sehr gut“ bzw. „gut“ bewertet. Cadmium und Zink wiesen erhöhte Gehalte auf Grund der geogenen Vorbelastung im Oberlauf der Ruhr auf. Im Fließverlauf verbesserte sich die Einstufung für Zink von „schlecht“ auf „mäßig“ bzw. bei Fröndenberg auf „gut“. Cadmium konnte bis zur Mündung in den Rhein die UQN mit Ausnahme einer Probenahmestelle dagegen sicher einhalten.

Neben den Ruhrlängsuntersuchungen wurden sieben Planungseinheiten mit insgesamt 36 Gewässern untersucht. Bild 3.5 zeigt die Verteilung der Bewertung der im Jahr 2014 untersuchten Kenngrößen auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung [3.2] sowie dem Leitfaden des Landes NRW. Nur an einer der beprobten Stellen lag die Wassertemperatur über der für die Probenahmestelle vorgegebenen Anforderung von 21,5 °C. Während der Vegetationsperiode im Frühjahr lagen an 20 % der Messstellen geringfügig erhöhte pH-Werte vor. Aus der Gruppe der Nährstoffe verfehlten Ammonium-Stickstoff an zwei und Phosphor an neun Stellen den „guten“ Zustand. Aufgrund fehlender Messungen wurde an zwei Stellen in der Planungseinheit Möhne für die Beurteilung des TOC das Maximum statt des Durchschnittswerts herangezogen. Daraus resultierte an beiden Stellen für diesen Parameter eine „schlechte“ Einstufung. Sauerstoff, Chlorid und Nitrat-Stickstoff erfuhren durchgehend eine „sehr gute“ bzw. „gute“ Bewertung. Bei den Schwermetallen lagen die Konzentrationen für Blei, Nickel, Quecksilber und Selen weiterhin im „sehr guten“ Bereich. Ausgenommen hiervon waren die Ergebnisse der durch geogene und siedlungsbedingte Einflüsse geprägten Probenahmestellen für die Schwermetalle Cadmium und Zink. So erreichten die Cadmiumgehalte nur zu 85 % und die Zinkgehalte zu 72 % den „guten“ Zustand. Des Weiteren wurden die Metalle Kupfer und Silber an einigen Probenahmestellen mit „mäßig“ und schlechter charakterisiert.

Zusätzlich wurden an ausgewählten Probenahmestellen flussgebietsspezifische und gesetzlich nicht geregelte Stoffe untersucht. Hierbei handelte es sich um weitere Schwermetalle, Arzneimittel, Diagnostika, PBSM, PAK, PFT, LHKW und PCB. In der rechten Spalte der Tabelle 3.3 sind diejenigen mit einer „mäßigen“ und schlechteren Bewertung aufgeführt. Dabei war das Röntgenkontrastmittel Iopamidol am häufigsten vertreten.

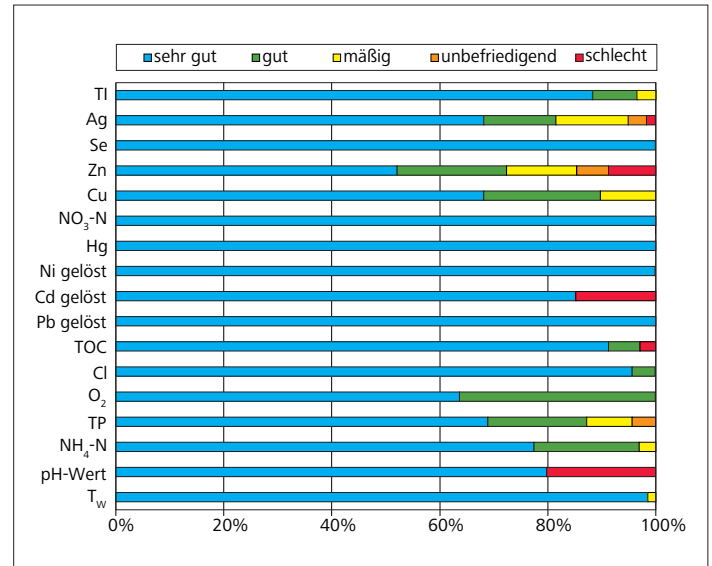


Bild 3.5: Relative Verteilung der Bewertungen ausgewählter Kenngrößen auf der Basis der Oberflächenwasserverordnung (OGewV Juli 2011)
 Fig. 3.5: Relative distribution of evaluations for selected parameters on the basis of the Surface Water Regulation (OGewV July 2011)

4 Hydrobiologische Untersuchungen der Ruhr und ihrer Nebengewässer

Untersuchungen des Makrozoobenthos

Der ökologische Gewässerzustand nach EG-WRRRL wird an Hand der gewässertypspezifischen Bewertung verschiedener biologischer Qualitätskomponenten (Makrozoobenthos, Makrophyten, Phyto-benthos und Fischfauna) beurteilt. Hierbei stellt das Makrozoobenthos (wirbellose Kleintiere) eine wichtige Komponente der Beurteilung dar. Diese im Gewässer und auf dem Gewässergrund lebenden Insektenlarven, Strudelwürmer, Krebstiere, Muscheln und Schnecken, spielen im Ökosystem eines Fließgewässers eine große Rolle, da sie als Futter organisches Material aufnehmen und selbst als Nahrungsgrundlage u.a. für Fische dienen. Das Auftreten oder Fehlen bestimmter Arten ermöglicht Aussagen zur saprobiologischen Wasserqualität (Saprobie), zum strukturellen Zustand (Allgemeine Degradation) und zur Versauerung eines Fließgewässers.

Die hier dargestellten Ergebnisse der hydrobiologischen Untersuchungen des Makrozoobenthos beruhen auf dem PERLODES-Verfahren mit der Auswertesoftware ASTERICS in der zum jeweiligen Untersuchungszeitraum gültigen Version (für die Ergebnisse 2007 bis 2011 Version 3.1.1, ab 2012 Version 3.3.1) [4.1]. 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 auf Basis des Makrozoobenthos bestimmt.

Im Modul Saprobie werden die Auswirkungen organischer Verschmutzungen auf das Makrozoobenthos als Saprobienindex nach DIN 38410 berechnet und in einem weiteren Schritt gewässertypbezogen bewertet [4.2]. Eine Übersicht über die Qualitätsklassen des Moduls Saprobie mit den zugehörigen Orientierungswerten für die Allgemeinen Chemischen und Physikalischen Komponenten (ACP) der im Ruhreinzugsgebiet vorkommenden Gewässertypen ist in Tabelle 4.1 dargestellt. Hier sind die bisherigen sowie die nach neu überarbeiteter Gewässertypenkarte hinzugekommenen Fließgewässertypen berücksichtigt (vgl. Kap 9). Die Orientierungswerte dienen bei der Bewertung des ökologischen Zustands (ÖZ), hier auf der Basis des Makrozoobenthos, zur Ergänzung bzw. Unterstützung der Zustandsermittlung besonders zwischen den Klassengrenzen „gut“ und „mäßig“.

Innerhalb des Moduls Allgemeine Degradation erfolgt die Berechnung mittels Core-Metrics (wie z.B. Artenzusammensetzung, Auftreten oder Fehlen bestimmter funktionaler Gruppen), die sich je nach Gewässertyp unterscheiden. Diese Einzelmetrics werden zu einem Gesamtwert - dem Multimetric Index - verrechnet, aus dem sich die Qualitätsklasse ergibt. Die zur Beurteilung dieses Moduls festgelegten Klassengrenzen des Multimetric Indexes sind in Tabelle 4.2 dargestellt.

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.

Ein Teil der Wasserkörper ist aufgrund ihrer Nutzungen als erheblich verändert (HMWB – Heavily Modified Water Body) eingestuft. Für diese Gewässer ist dementsprechend das gute ökologische Potenzial zu bestimmen. Da sich 2014 die endgültige Ausweisung der Wasserkörper als HMWB mit den entsprechenden Fallgruppen in NRW noch im Bearbeitungsstand befand, erfolgt in diesem Bericht – und damit einheitlich für alle dargestellten Daten - noch keine Differenzierung zwischen ökologischem Zustand und ökologischem Potenzial (vgl. Kapitel 9).

Im Folgenden werden zunächst die hydrobiologischen Untersuchungsergebnisse an der Ruhr dargestellt. Daran schließen sich die Befunde des operativen Monitorings an den Nebengewässern an, wozu aufgrund des Monitoringkonzepts auch einzelne Probenahmestellen in der Ruhr gehören. Ergänzt werden die Ergebnisse des Monitorings noch durch weitergehende Untersuchungen für spezifische Fragestellungen des Ruhrverbands, z.B. im Rahmen der „Integralen Entwässerungsplanung“ (IEP).

Untersuchungen an der Ruhr

Gewässertypen der Ruhr

Die Ruhr entspringt nordöstlich von Winterberg auf einer Höhe von 674 m als „Grobmaterialreicher silikatischer Mittelgebirgsbach“ (LAWA-Gewässertyp 5). Ab Olsberg-Bigge (km 198,1) wird sie zum Mittelgebirgsfluss (LAWA-Gewässertyp 9 „Silikatischer Mittelgebirgsfluss“), der sich ab dem Zufluss der Röhr (km 141,8) bis zur Mündung in den Rhein als „Großer Fluss des Mittelgebirges“ (LAWA-Gewässertyp 9.2) darstellt.

Von den 219 km der Ruhr sind knapp 60 % des Flusslaufs als erheblich verändert HMWB ausgewiesen. Dies betrifft im Wesentlichen die untere Ruhr, in der nutzungsbedingt langsam fließende gestaute Bereiche überwiegen. In diesen Ruhrabschnitten ist das gute ökologische Potenzial das Entwicklungsziel und nicht die Erreichung des guten ökologischen Zustands.

In Bild 4.1 sind die Ergebnisse der biologischen Untersuchungen des Gewässerzustands der Ruhr messstellenbezogen für die Module Saprobie und Allgemeine Degradation der Qualitätskomponente Makrozoobenthos dargestellt. Diese Abbildung ist ein Ausschnitt aus dem Gesamtuntersuchungsumfang und gibt einen Überblick über den ökologischen Zustand der Ruhr im Untersuchungszeitraum 2009 bis 2014. Von den 50 dargestellten Probenahmestellen wurden im Jahr 2014 lediglich drei Stellen untersucht.

Die Ruhr zeigt saprobiell fast durchgängig einen „guten“ bzw. an einer Stelle unterhalb des Möhnezufusses einen „sehr guten“ Zustand. Zwei Stellen im unteren Bereich der Ruhr in Herdecke an der Ruhrbrücke (2013: SI = 2,26) und an der Mendener Brücke

Tabelle 4.1: Qualitätsklassen des Moduls Saprobie nach PERLODES für die im Ruhreinzugsgebiet vorkommenden Gewässertypen mit den zugehörigen Orientierungswerten

Table 4.1: Quality classes of the module saprobic index according to the evaluation system PERLODES and respective benchmarks for all types of waters found in the Ruhr catchment area

LAWA-Gewässertyp	Qualitätsklassen „Saprobie“ [4.1]					Orientierungswerte für allgemeine chemische und physikalische Komponenten (ACP) [2.2]								
	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht	Temp* (°C)	O ₂ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l) Mittelwert	pH-Wert	P _{ges} (mg/l) Mittelwert	o-PO ₄ -P (mg/l) Mittelwert	NH ₄ -N (mg/l) Mittelwert	TOC (mg/l) Mittelwert	BSB ₅ ** (mg/l) Mittelwert
Typ 5 „Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche“	≤ 1,45	1,46 – 2,00	2,01 – 2,65	2,66 – 3,35	3,36 – 4,00	< 20 – < 21,5	> 7	200	6,5 – 8,5	0,1	0,07	0,3	7	4
Typ 5.1 „Feinmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche“	≤ 1,60	1,61 – 2,10	2,11 – 2,75	2,76 – 3,35	3,36 – 4,00	< 20 – < 21,5	> 7	200	6,5 – 8,5	0,1	0,07	0,3	7	4
Typ 6 „Feinmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche“	≤ 1,70	1,71 – 2,20	2,21 – 2,80	2,81 – 3,40	3,41 – 4,00	< 20 – < 25	> 7	200	6,5 – 8,5	0,1	0,07	0,3	7	4
Typ 7 „Grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche“	≤ 1,60	1,61 – 2,10	2,11 – 2,75	2,76 – 3,35	3,36 – 4,00	< 20 – < 21,5	> 7	200	6,5 – 8,5	0,1	0,07	0,3	7	4
Typ 9 „Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse“	≤ 1,60	1,61 – 2,10	2,11 – 2,75	2,76 – 3,35	3,36 – 4,00	< 20 – < 25	> 7	200	6,5 – 8,5	0,1	0,07	0,3	7	4
Typ 9.1 „Karbonatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse“	≤ 1,70	1,71 – 2,20	2,21 – 2,80	2,81 – 3,40	3,41 – 4,00	< 21,5 – < 28	> 7	200	6,5 – 8,5	0,1	0,07	0,3	7	4
Typ 9.2 „Große Flüsse des Mittelgebirges“	≤ 1,80	1,81 – 2,25	2,26 – 2,85	2,86 – 3,40	3,41 – 4,00	< 21,5 – < 28	> 6	200	6,5 – 8,5	0,1	0,07	0,3	7	6
Typ 18*** „Lösslehmgeprägte Tieflandbäche“	≤ 1,80	1,81 – 2,25	2,26 – 2,85	2,85 – 3,40	3,41 – 4,00	< 20 – < 21,5	> 7	200	6,5 – 8,5	0,1	0,07	0,3	7	4
Typ 19 „Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern“	≤ 1,90	1,91 – 2,35	2,36 – 2,90	2,91 – 3,45	3,46 – 4,00	< 21,5 – < 28	> 6	200	5,0 – 8,0	0,15	0,1	0,3	10	6

* = Temperatur abhängig von der Ausprägung der Fischgemeinschaft

** = ohne Nitrifikationshemmung

*** = nach Überarbeitung der Gewässertypisierung im REG nicht mehr vorhanden

Tabelle 4.2: Qualitätsklassen des Moduls Allgemeine Degradation nach PERLODES [4.1]

Table 4.2: Quality classes of the module general degradation according to the evaluation system PERLODES [4.1]

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

[4.1] <http://www.fliessgewaesserbewertung.de> (Zugriff: Dezember 2012)

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

(2010: SI = 2,30) überschritten knapp die gewässertypische Klassengrenze für den „guten“ saprobiellen Zustand von 2,25.

Die Bewertung im Modul Allgemeine Degradation zeigt dagegen vielfach ein defizitäres Bild. Dies beruht in den meisten Fällen auf strukturellen Defiziten. Dazu zählen fehlende oder unzureichende Habitatstrukturen, vor allem durch Querbauwerke verursachte Staueffekte und eine damit mögliche Erwärmung des Gewässers.

Der Aspekt der Versauerung wäre nur im oberen Ruhrabschnitt, in dem sie dem Typ eines silikatischen Mittelgebirgsbachs (LAWA-Typ 5) entspricht, relevant. Die Ruhr unterliegt keinem nachweisbaren Versauerungseinfluss und weist für dieses Modul einen „sehr guten“ Zustand auf.

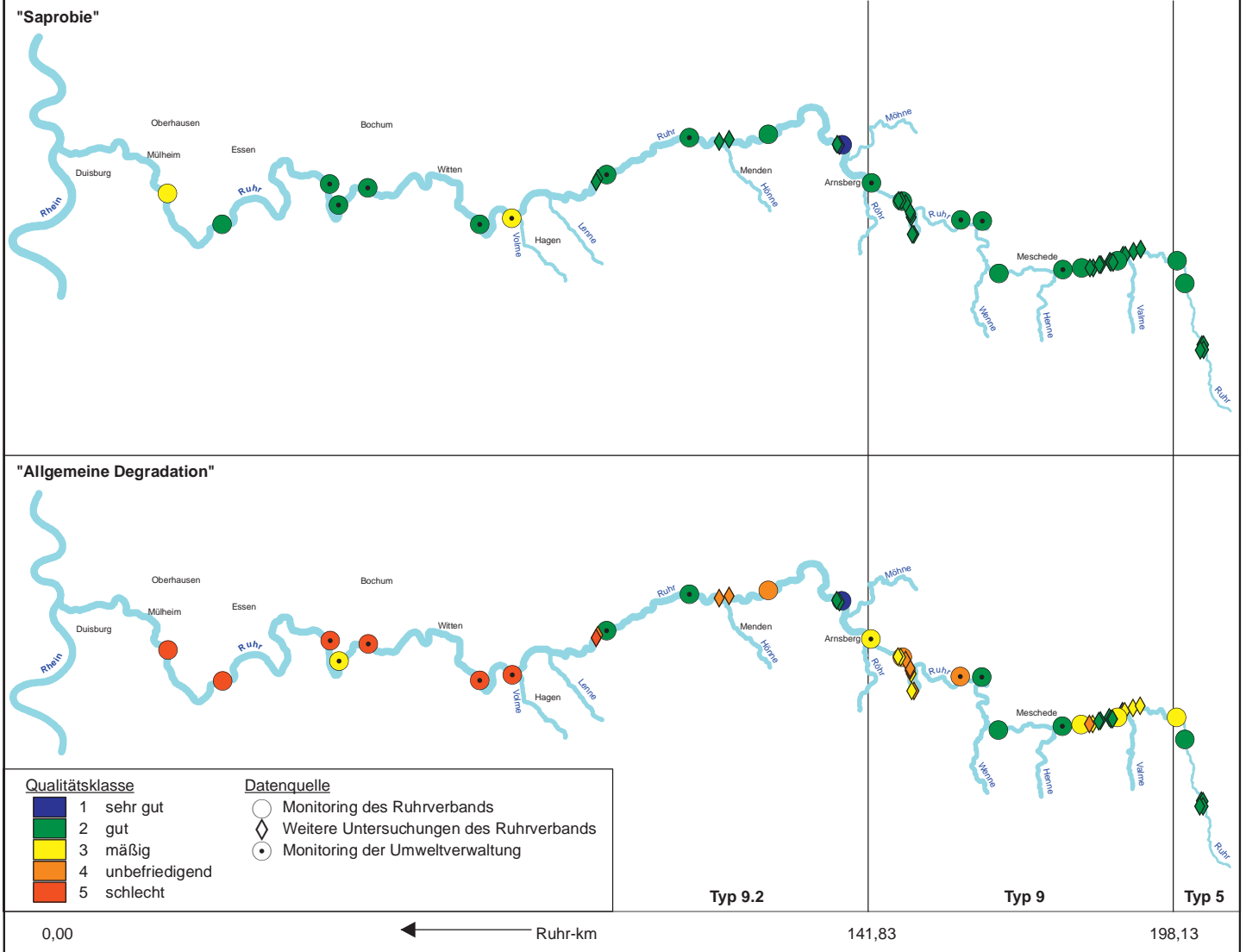


Bild 4.1: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos (Module Saprobie und Allgemeine Degradation) im Fließverlauf der Ruhr 2009 bis 2014. Ergebnisse „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de>. Quelle (Karte): Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014

Fig. 4.1: Ecological status – macrozoobenthos (modules saprobic index and general degradation) along the course of the Ruhr, 2009 to 2014. Results „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de>. Source of map: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014

Die drei Probenahmestellen, die in 2014 im Rahmen der Integralen Entwässerungsplanung (IEP) in Bestwig-Velmede untersucht wurden, zeigen einen „guten“ saprobiellen Zustand. Im Modul Allgemeine Degradation ergeben sich an zwei Probenahmestellen „gute“ Befunde und an einer eine „unbefriedigende“ Bewertung. Dieser Wechsel in der Bewertung bei kleinräumiger Betrachtung von Probenahmestellen trat schon bei früheren Untersuchungen in diesem Bereich auf. Dies zeigt, dass es hier kleinere Gewässerabschnitte mit zum Teil gutem Wiederbesiedlungspotenzial gibt.

Hydrobiologische Untersuchungen gemäß EG-WRRL in den Gewässern der Planungseinheiten

Seit 2007 wird der Gewässerzustand im Einzugsgebiet der Ruhr vor dem Hintergrund der kooperativen Mitwirkung des Ruhrverbands beim operativen Gewässermonitoring gemäß EG-WRRL in Form von ökologischen Gewässerzustandskarten dargestellt. Als Datenquellen dienen die Untersuchungsergebnisse aus dem vom Ruhrverband und vom LANUV NRW gemeinsam durchgeführten Gewässermonitoring. Daneben werden Daten berücksichtigt, die im Rahmen der „Integralen Entwässerungsplanung“ (IEP) beim Ruhrverband erhoben wurden („Weitere Untersuchungen des Ruhrverbands“) [4.3]. Diese in räumlich eng begrenzten Gebieten mit hoher Dichte gewonnenen Daten sollen unter Berücksichtigung der Ziele der EG-WRRL helfen, notwendige Maßnahmen im Bereich der Siedlungsentwässerung hinsichtlich Zielerreichung und Aufwand zu optimieren.

Im Rahmen des kooperativen Gewässermonitorings lag im Jahr 2014 seitens des Ruhrverbands der Schwerpunkt der hydrobiologischen Untersuchungen auf der Planungseinheit Untere Lenne, während das LANUV NRW in der Planungseinheit Obere Lenne untersucht hat. Darüber hinaus fanden 2014 im Rahmen des IEP-Programms des Ruhrverbands schwerpunktmäßig Untersuchungen in den Planungseinheiten Möhne, Mittlere Ruhr, Obere Lenne, Bigge, Volme und Untere Ruhr statt.

Die Bilder 4.2 und 4.3 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. Diese Karten basieren auf Untersuchungen, die in den Jahren 2009 bis 2014 durchgeführt wurden. Alle Daten aus Untersuchungen vor 2009 wurden entfernt bzw. durch neuere Ergebnisse ersetzt. Die Karten repräsentieren daher den Gewässerzustand der letzten sechs Jahre und umfassen 661 Probenahmestellen. Im Jahr 2014 wurden vom Ruhrverband 122 Probenahmestellen hydrobiologisch untersucht. Diese Ergebnisse sowie die Daten von 27 Probenahmestellen des operativen Monitorings durch das LANUV NRW aus den Jahren 2013/14 wurden bei der Aktualisierung der vorliegenden Gewässerzustandskarten berücksichtigt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse aus 2014 im Vergleich zu den Ergebnissen aus den zurückliegenden Jahren 2009 bis 2013 in Ausschnittskarten dargestellt und diskutiert.

Planungseinheit Obere Ruhr 2 (Bild 4.4)

In dieser Planungseinheit fanden 2014 lediglich drei Untersuchungen im Rahmen der „Integralen Entwässerungsplanung“ in Bestwig-Velmede in der Ruhr statt. An fast allen Probenahmestellen (97 %) weist diese Planungseinheit einen „sehr guten“ bzw. „guten“ saprobiellen Zustand auf. Auch mit Blick auf die Allgemeine Degradation ist eine Vielzahl der hier untersuchten Gewässer (67 %) in einem „guten“ oder sogar „sehr guten“ Zustand.

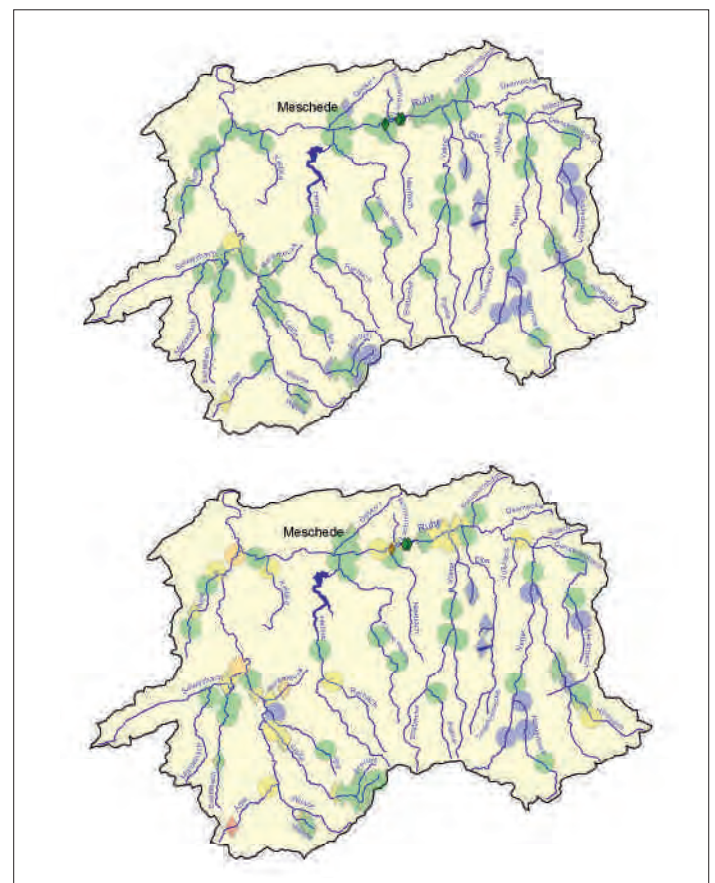


Bild 4.4: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Obere Ruhr 2 (PE 1700). Oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2014, große, schwach gefärbte Symbole = 2009 bis 2013. Quelle (Karte): Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014

Fig. 4.4: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Upper Ruhr 2 (PE 1700). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2014, large, lightly coloured symbols = 2009 to 2013. Source of map: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014

[4.3] 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

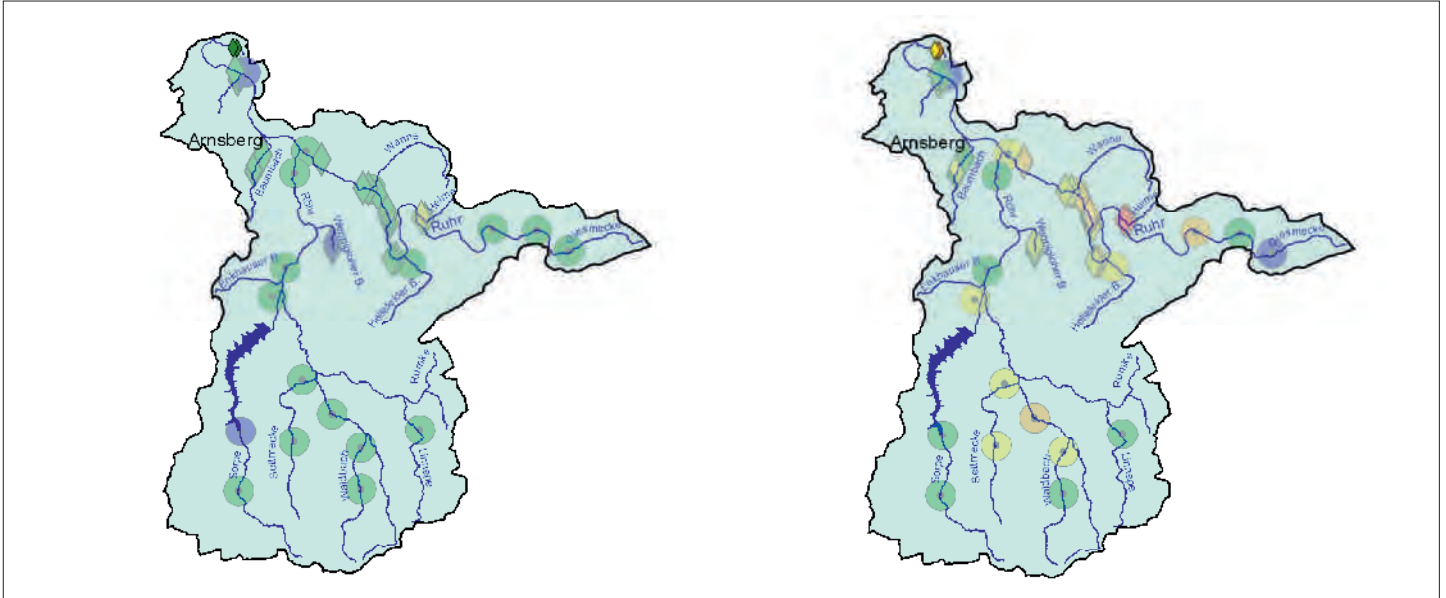


Bild 4.5: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Obere Ruhr 1 (PE 1600). Links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2014, große, schwach gefärbte Symbole = 2009 bis 2013.

Quelle (Karte): Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014

Fig. 4.5: 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 = 2014, large, lightly coloured symbols = 2009 to 2013.

Source of map: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014

Planungseinheit Obere Ruhr 1 (Bild 4.5)

Mit einer Ausnahme weisen alle Probenahmestellen einen „guten“ bzw. fünf Stellen sogar einen „sehr guten“ saprobiellen Zustand auf. Die vom Ruhrverband im Rahmen der „Integralen Entwässerungsplanung“ der Kläranlage Ense-Bremen in 2014 erhobenen zwei Ergebnisse an der Füchtenbecke zeigen einen „guten“ saprobiellen Zustand. Damit entsprechen aktuell 98 % der 40 Probenahmestellen dem „guten“ oder „sehr guten“ saprobiellen Zustand.

Hinsichtlich der Allgemeinen Degradation zeigen viele Probenahmestellen der Planungseinheit Obere Ruhr 1 einen „mäßigen“ (38 %), einen „unbefriedigenden“ (20 %) und einige auch einen „schlechten“ Zustand (8 %). Als Ursache für die defizitäre Bewertung sind hier zumeist die unbefriedigenden Strukturen der siedlungsbedingt ausgebauten Gewässer erkennbar.

Planungseinheit Möhne (Bild 4.6)

Im Jahr 2014 wurden 12 Probenahmestellen im Rahmen der Integralen Entwässerungsplanung der Kläranlage Rütten an der Möhne und in einigen dort zufließenden kleinen Nebengewässern untersucht. Die Befunde bestätigen den überwiegend „guten“ saprobiellen Zustand der Fließgewässer in diesem Einzugsgebiet.

An der Glenne, einem Nebenbach der Möhne, wurde an einer Probenahmestelle ein Saprobienindex von 1,45 ermittelt. Dies führt für den hier vorliegenden „grobmaterialreichen, silikatischen Mittelgebirgsbach“ (LAWA-Typ 5) zur Einstufung in einen „sehr guten“ saprobiellen Zustand. Die Makrozoobenthos-Lebensge-

meinschaft ist hier sehr artenreich. Es konnten zahlreiche anspruchsvolle Reinwasserarten, wie z.B. die Eintagsfliege *Baetis melanonyx*, die Köcherfliege *Agapetus ochripes* und Steinfliegen der Gattungen *Protonemura* und *Amphinemura* nachgewiesen werden. Eine Besonderheit ist der Fund der Köcherfliege *Ecclisopteryx madida* (Bild 4.7). Diese anspruchsvolle Art ist aufgrund ihrer Seltenheit in NRW potenziell vom Aussterben bedroht [4.4]. Des Weiteren wurden als typische Bewohner des Interstitials z.B. die Steinfliege *Leuctra nigra* und Wasserkäfer der Gattung *Esolus* gefunden. Die Qualitätskomponente Allgemeine Degradation erlaubt an dieser Stelle die Bewertung „gut“.

Hinsichtlich der Allgemeinen Degradation zeigen insgesamt lediglich 27 % aller Probenahmestellen der Planungseinheit Möhne einen „guten“ oder „sehr guten“ Zustand.

Planungseinheit Mittlere Ruhr (Bild 4.8)

In dieser Planungseinheit fanden im Jahr 2014 im Rahmen der „Integralen Entwässerungsplanung“ des Ruhrverbands an 13 Probenahmestellen Untersuchungen statt.

Mit dem Mühlenstrang befindet sich hier das bisher einzige untersuchte Gewässer des LAWA-Typs 19 „Kleine Niedergewässer in Fluss- und Stromtälern“ im Ruhreinzugsgebiet.

[4.4] Wichard, W., Robert, B.: Rote Liste der gefährdeten Köcherfliegen (Trichoptera) in Nordrhein-Westfalen; <http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/loebf/schriftenreihe/roteliste/pdfs/s627.pdf> (Zugriff: April 2015)

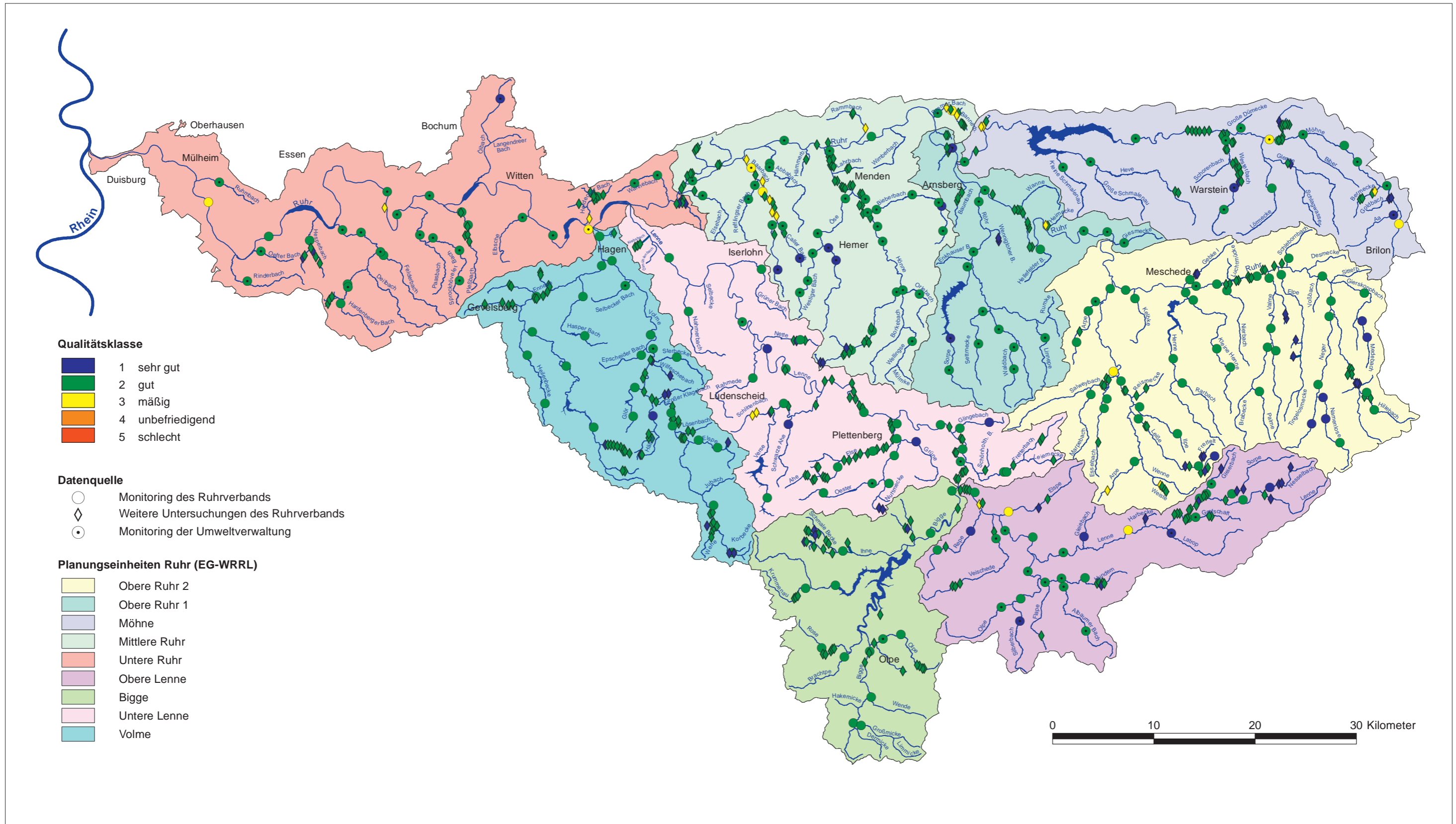


Bild 4.2: Ökologischer Gewässerzustand im Ruhrinzugsgebiet – Makrozoobenthos (Modul Saprobie), 2009 bis 2014. Ergebnisse „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de>.
 Quelle (Karte): Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014
 Fig. 4.2: Ecological status in the Ruhr catchment area – macrozoobenthos (module saprobic index), 2009 to 2014. Results „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de>.
 Source of map: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014

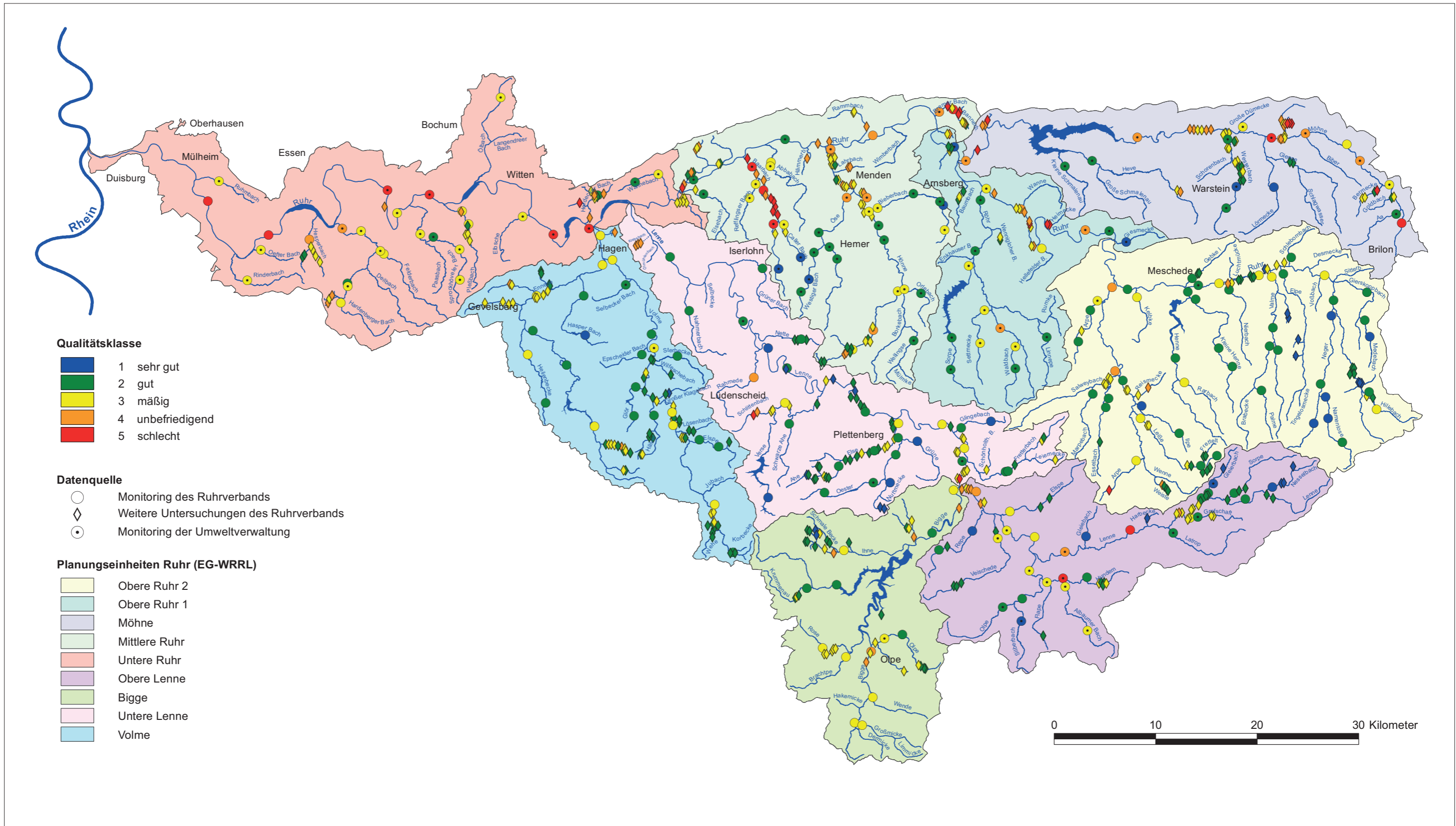


Bild 4.3: Ökologischer Gewässerzustand im Ruhrinzugsgebiet – Makrozoobenthos (Modul Allgemeine Degradation), 2009 bis 2014. Ergebnisse „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de>.
 Quelle (Karte): Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014
 Fig. 4.3: Ecological status in the Ruhr catchment area – macrozoobenthos (module general degradation), 2009 to 2014. Results „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de>.
 Source of map: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014

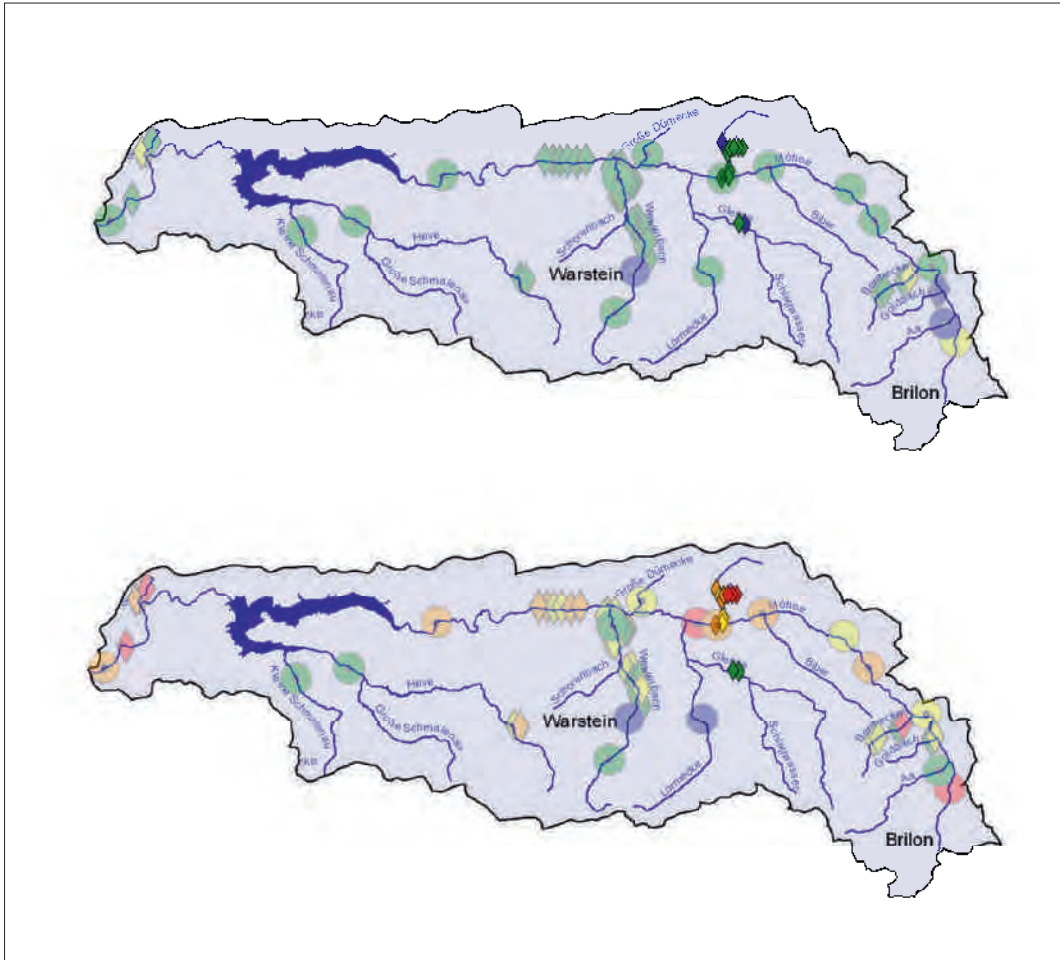


Bild 4.6: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Möhne (PE 1800). Oben: Modul Saprobienindex, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2014, große, schwach gefärbte Symbole = 2009 bis 2013. Quelle (Karte): Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014

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 = 2014, large, lightly coloured symbols = 2009 to 2013. Source of map: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014

Dieser Gewässertyp hat geringere Anforderungen an den Saprobienindex (Tabelle 4.1). So führen die ermittelten Saprobienindices von 2,09 bis 2,29 an allen Probenahmestellen sicher zu einer Einstufung in „gut“. Zwei Probenahmestellen im Bremerbach (LAWA-Typ 5) wurden im Jahr 2014 hinsichtlich ihres saprobiellen Zustands mit „mäßig“, alle anderen mit „gut“ beurteilt.

Von den insgesamt 109 Probenahmestellen befinden sich 90 % in einem „guten“ oder „sehr guten“ saprobiellen Zustand. Dagegen weisen lediglich knapp 28 % der Probenahmestellen in dieser Planungseinheit hinsichtlich der Allgemeinen Degradation eine „gute“ oder „sehr gute“ Bewertung auf.

Planungseinheit Untere Ruhr (Bild 4.9)

Von den 58 Probenahmestellen in dieser Planungseinheit sind 14 Stellen im Jahr 2014 im Rahmen der „Integralen Entwässerungsplanung“ bewertet worden. An zwei Nebengewässern, der Barbecke und dem Herdecker Bach, wurden Saprobienindizes von 2,09 bzw. 2,02 bestimmt. Beide Gewässer entsprechen dem LAWA-Gewässertyp 5, so dass die Einstufung „gut“ knapp verfehlt wird. Alle anderen Nebengewässer der Ruhr in diesem Abschnitt zeigen einen „guten“ saprobiellen Zustand. Die zwei weiteren mit „mä-

äßig“ bewerteten Probenahmestellen betreffen gestaute Abschnitte in der Ruhr selbst (vgl. Abschnitt „Untersuchungen an der Ruhr“). Diese Planungseinheit weist an 93 % der Probenahmestellen einen „guten“ saprobiellen Zustand auf.

Die Mehrzahl der Nebengewässer (86 %) in dieser Planungseinheit befindet sich hinsichtlich der Allgemeinen Degradation in einem „mäßigen“, „unbefriedigenden“ oder „schlechten“ Zustand. Ursache für diese Befunde sind vor allem veränderte Gewässerstrukturen. Die Gewässer sind durch bestehende Nutzungsansprüche (Siedlungstätigkeiten, Hochwasserschutz, Schifffahrt, Wasserkraftnutzung, etc.) so überprägt, dass ein natürlicher oder naturnaher Zustand selten vorliegt. Zudem führen aufgrund der anzuwendenden Bewertungssystematik auch die aus dem Rhein eingewanderten Neozoen zu einer schlechten Bewertung. Dies gilt insbesondere für Probenahmestellen in Nebengewässern, die nahe an der Mündung in die Ruhr liegen. Beispielsweise betrug im Herdecker Bach im Jahr 2014 der Neozoenanteil an der Mündung 14 %. Nachgewiesen wurden hier die Neuseeländische Deckelschnecke (*Potamopyrgus antipodarum*) sowie der Igel-Flohkrebs (*Echinogammarus berilloni*). Beachtenswert ist, dass ein Großteil der Nebengewässer und der Ruhr in diesem Bereich als HMWB ausgewiesen ist.



Bild 4.7: Larve von *Ecclisopteryx madida* (Köcherfliege)
 Fig. 4.7: *Ecclisopteryx madida* (caddis fly) larva

Planungseinheit Obere Lenne (Bild 4.10)

In dieser Planungseinheit lag ein Schwerpunkt der Untersuchungen. Knapp 41 % der hier dargestellten 69 Probenahmestellen wurden im Jahr 2014 untersucht. Das LANUV untersuchte im Rahmen des operativen Monitorings (Wiederholungsmessungen) 12 und der Ruhrverband im Rahmen der „Integralen Entwässerungsplanung“ 16 Probenahmestellen.

Die Lenne, der größte Nebenfluss der Ruhr, zeichnet sich in dieser Planungseinheit durch eine durchgehend „gute“ saprobielle Qualität aus. Dagegen ist die Allgemeine Degradation heterogen zu beurteilen. Sowohl bei den engräumigen Untersuchungen der Integralen Entwässerungsplanung der Kläranlage Schmallenberg als auch an den Messstellen des operativen Monitorings treten in 2014 „gute“ und „mäßige“ Zustände sowie an der Probenahmestelle im Ortsteil Langenei bei Lennestadt ein „unbefriedigender“ Zustand auf.

Am Silberbach, einem kleinen Nebenbach der Olpe, wurde ein Saprobienindex von 1,43 nachgewiesen, was entsprechend dem hier vorliegenden Gewässertyp 5 einem „sehr guten“ Zustand entspricht. Der naturnahe Zustand des Bachs spiegelt sich bei einem Index von 0,83 auch in der „sehr guten“ Bewertung zur Allgemeinen Degradation wider (Bild 4.11). Dies stellt gegenüber 2011 für beide Module eine Verbesserung um eine Bewertungsklasse dar (in 2011: SI = 1,48 und Score-Index für die Allgemeine Degradation = 0,74, entsprechend einer Einstufung für beide Komponenten in „gut“). Es fanden sich zahlreiche gewässertypspezifische Arten wie z.B. die Köcherfliegenlarven *Glossosoma conformis*, *Hydropsyche dinarica*, *Rhyacophila tristis*, Steinfliegenlarven der Gattungen *Amphinemura*, *Leuctra*, *Protonemura* und *Siphonoperla*, die Eintagsfliegenlarven *Baetis muticus* und Wasserkäfer der Gat-

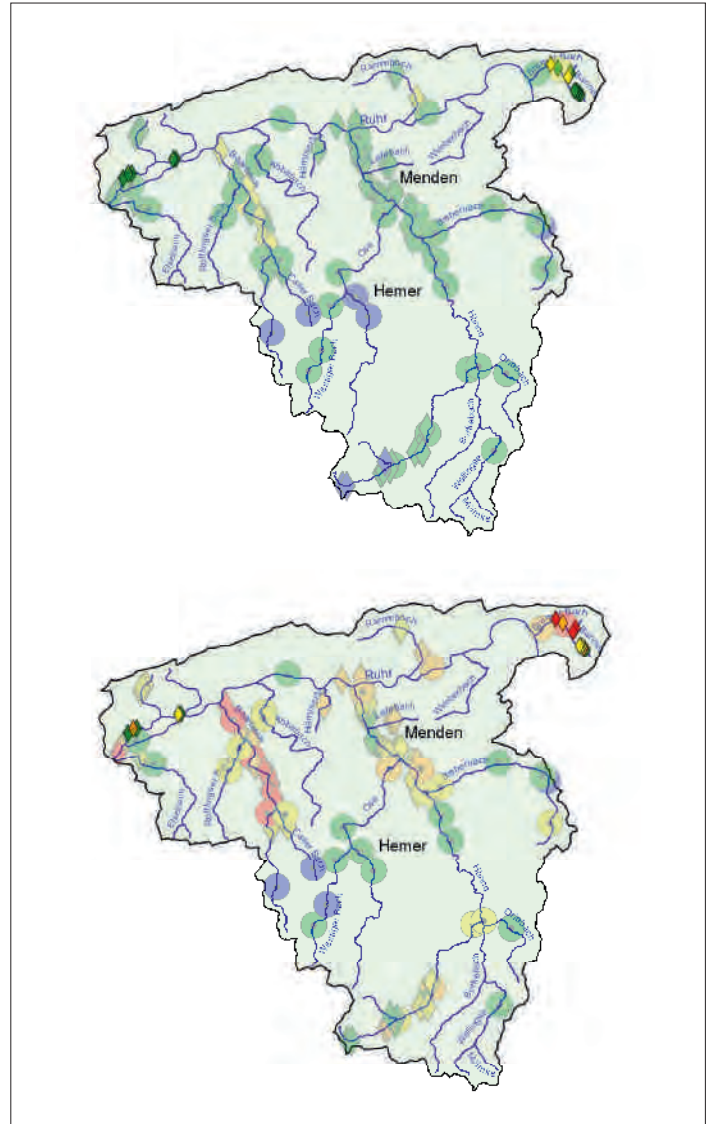


Bild 4.8: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Mittlere Ruhr (PE 1500). Oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2014, große, schwach gefärbte Symbole = 2009 bis 2013. Quelle (Karte): Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014

Fig. 4.8: 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 = 2014, large, lightly coloured symbols = 2009 to 2013. Source of map: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014

tung *Esolus* und *Limnius*. Das Vorkommen der Gattungen *Leuctra* und *Esolus* als typische Interstitialarten weist auf eine intakte Gewässersohle mit guter Sauerstoffversorgung hin.

Insgesamt weisen 96 % der Probenahmestellen in dieser Planungseinheit einen „guten“ bzw. „sehr guten“ saprobiellen Zustand auf. Hinsichtlich der Allgemeinen Degradation erreichen 44 % noch keinen „guten“ Zustand.

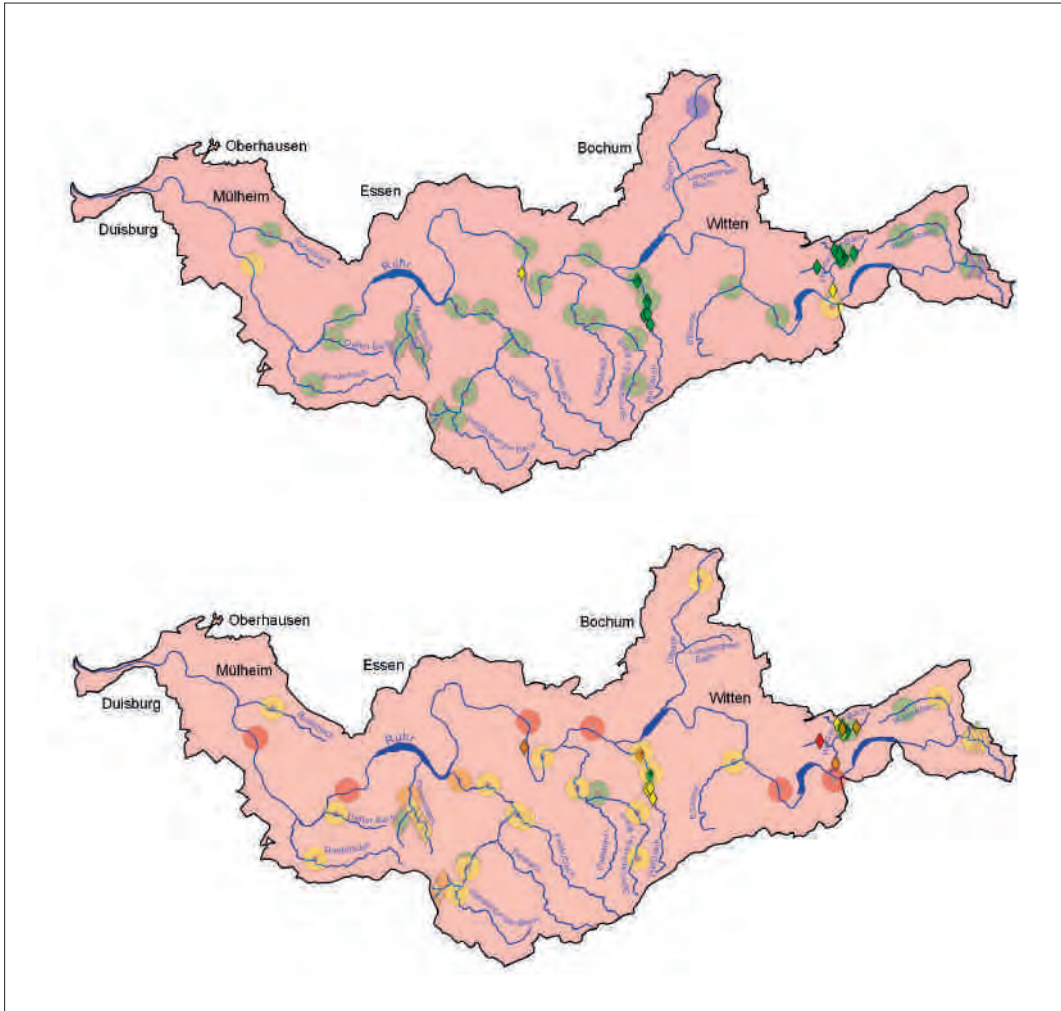


Bild 4.9: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Untere Ruhr (PE 1000). Oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2014, große, schwach gefärbte Symbole = 2009 bis 2013. Quelle (Karte): Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014

Fig. 4.9: 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 = 2014, large, lightly coloured symbols = 2009 to 2013. Source of map: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014

Planungseinheit Untere Lenne (Bild 4.12)

Diese Planungseinheit wurde im Jahr 2014 schwerpunktmäßig vom Ruhrverband (28 Probenahmestellen) untersucht. Die Befunde zeigen für fast die Hälfte (45 %) der im Rahmen des 3. Operativen Monitoringzyklus getätigten Wiederholungsmessungen eine Verbesserung der Bewertungsergebnisse. An zwei Probenahmestellen wurde eine Verschlechterung festgestellt. In einigen Fällen sind die Veränderungen auf die Umstellung im Bewertungssystem - ASTERICS Software von 3.1.1 auf 3.3.1 - zurückzuführen (vgl. Kap. 9).

98 % der 88 Probenahmestellen zeigen einen „guten“ oder „sehr guten“ saprobiellen Zustand. Eine erfreuliche Verbesserung konnte an der Monitoringstelle in der Rahmede (LAWA-Gewässertyp 5) unterhalb der Kläranlage Rahmedetal festgestellt werden. Hier betrug im Jahr 2014 der Saprobienindex 1,84, dies entspricht einem sicheren „guten“ saprobiellen Zustand (in 2011: 2,18 und damit „mäßig“). Ebenfalls eine Verbesserung in der Saprobie zeigt die Probenahmestelle in der Schwarzen Ahe vor der Mündung in die Verse – hier von „gut“ auf „sehr gut“.

Verbesserungen in der Allgemeinen Degradation betreffen die Probenahmestellen an der Verse und der Nuttmecke von „gut“ nach „sehr gut“, sowie an der Oester, der Ahe und der Else von „mäßig“ nach „gut“ und an der Rahmede von „schlecht“ nach „unbefriedigend“.

Hervorzuheben ist der Oberlauf des Glingebachs (Bild 4.13). Der kleine Mittelgebirgsbach, der hier am Rand eines Naturschutzgebiets fließt, zeigte sich schon als naturnahes Gewässer. Damals ergab die Bewertung eine „sehr gute“ saprobielle Qualität und eine „gute“ Bewertung hinsichtlich der Allgemeinen Degradation. Aktuell – im Jahr 2014 – ergibt sich für den Glingebach eine dem Referenzzustand des LAWA-Typs 5 „Grobmaterialreicher, silikatischer Mittelgebirgsbach“ entsprechende Bewertung mit einem Saprobienindex von 1,34 und einem Index von 0,93 für die Allgemeine Degradation. Dies entspricht für beide Qualitätskomponenten dem „sehr guten“ Zustand. Die Besiedlung war sehr artenreich. Es kamen Arten mit hohem Anspruch an ausreichende Strömung, hohe Sauerstoffgehalte und niedrige Wassertemperaturen vor. Hierzu zählten z.B. die Steinfliegen *Perla marginata* und *Leuctra braueri*, die Köcherfliegen *Philopotamus ludificatus* und

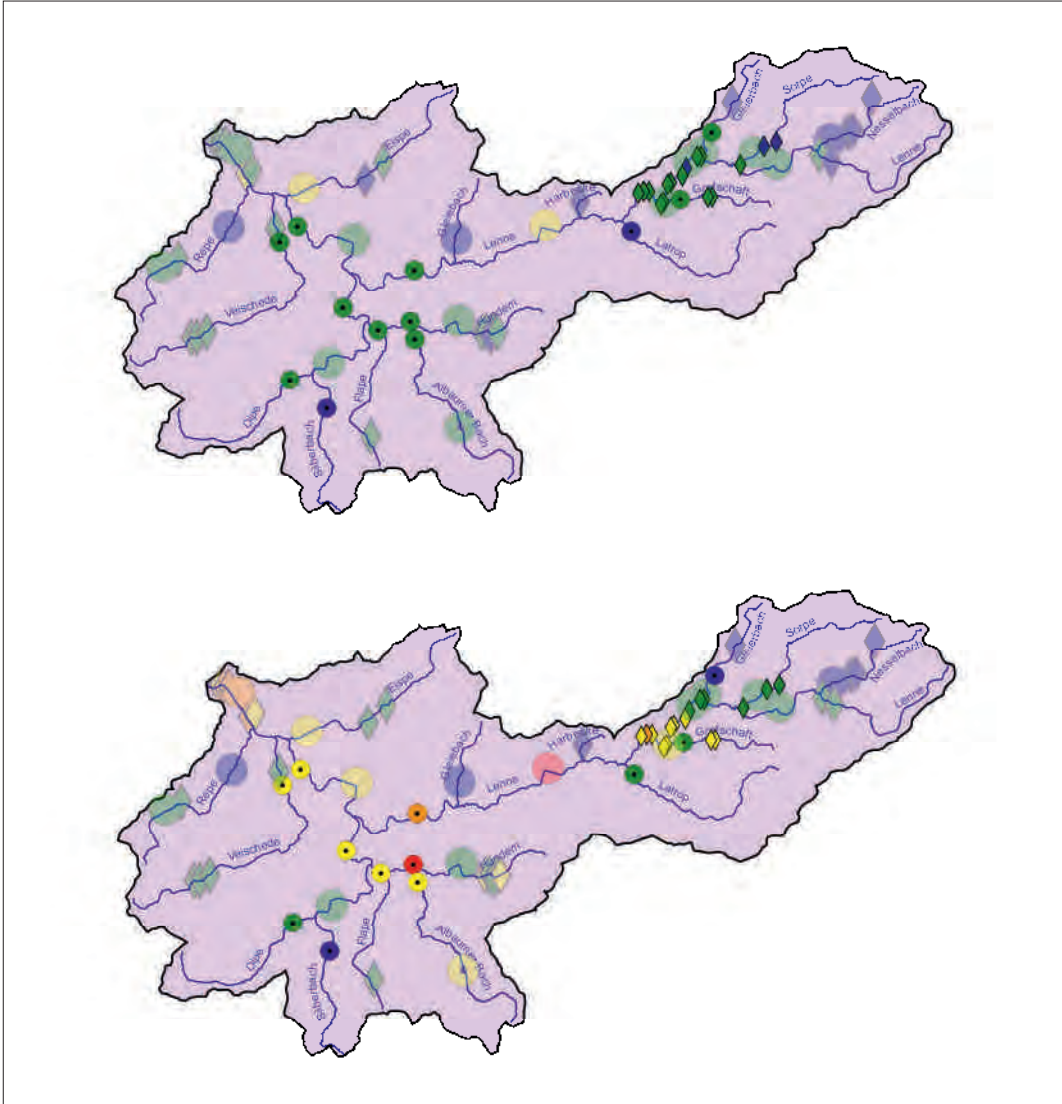


Bild 4.10: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Obere Lenne (PE 1400). Oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2014, große, schwach gefärbte Symbole = 2009 bis 2013. Quelle (Karte): Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014

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 = 2014, large, lightly coloured symbols = 2009 to 2013. Source of map: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014

Rhyacophila tristis, die Eintagsfliegen *Habroleptoides confusa* und auch Lidmücken der Gattung *Liponeura*. Der hohe Anteil der EPT-Arten (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) von 62 % indiziert eine große Strukturvielfalt und eine natürliche Habitatvielfalt, geprägt durch den hohen Waldanteil im Einzugsgebiet.

Besonders erwähnenswert ist eine Probenahmestelle in der Lenne oberhalb von Altena (Bild 4.14). Hier ist die Lenne dem LAWA-Gewässertyp 9.2 zugeordnet. Mit einem Saprobienindex von 1,77 und einem Index von 0,82 hinsichtlich der Allgemeinen Degradation ist das die einzige Probenahmestelle in der Lenne, die für beide Qualitätskriterien einen „sehr guten“ Zustand und damit einen „sehr guten“ ökologischen Zustand bezüglich des Makrozoobenthos aufweist. Dies zeigt sich im Vorkommen einer großen Zahl anspruchsvoller Makrozoobenthosarten mit einem hohen Anteil strömungsliebender Tiere.

Insgesamt zeigen 64 % der Probenahmestellen in dieser Planungseinheit einen „guten“ oder „sehr guten“ Zustand bezogen auf die Allgemeine Degradation.

Planungseinheit Volme (Bild 4.15)

In dieser Planungseinheit fanden 2014 im Rahmen der „Integralen Entwässerungsplanung“ intensive gewässerökologische Untersuchungen im Einzugsgebiet der Kläranlage Gevelsberg statt. Hierbei wurden 14 Probenahmestellen in der Ennepe und ihren Nebenbächen Berger Bach, Krabbenheider Bach und Stefansbecke untersucht, die alle hinsichtlich der Saprobie einen „guten“ Zustand aufweisen.

Insgesamt zeigen alle Probenahmestellen dieser Planungseinheit einen „guten“ oder „sehr guten“ saprobiellen Zustand. Allerdings erreichen erst 57 % der Probenahmestellen bezüglich der Allgemeinen Degradation einen „guten“ oder „sehr guten“ Zustand.



Bild 4.11: Silberbach, Nebenbach der Olpe bei Kirchhundem
Fig. 4.11: The Silberbach, a tributary to the Olpe near Kirchhundem

Planungseinheit Bigge (Bild 4.16)

In dieser Planungseinheit fanden Untersuchungen im Rahmen der „Integralen Entwässerungsplanung“ der Kläranlage Biggetal statt. Die hierbei untersuchten 15 Probenahmestellen in der Bigge und ihren Nebengewässern Olpe, Rose, Fürstmicke und weiteren kleinen Nebenbächen weisen alle hinsichtlich der Saprobie einen „guten“ oder „sehr guten“ Zustand auf.

Schon im Jahr 2013, ein Jahr nach dem Umbau und der Erweiterung der Kläranlage Wenden, konnte die Verbesserung des saprobiellen Gewässerzustands der Bigge unterhalb der Kläranlage verzeichnet werden. Die erneute Probenahme im Rahmen der „Integralen Entwässerungsplanung“ der Kläranlage Biggetal zeigte nunmehr an derselben Probenahmestelle am Pegel Rüblinghausen einen Saprobienindex von 1,75 (2013: SI = 1,96) und spiegelt damit nicht nur einen sicheren „guten“ saprobiellen Zustand sondern auch die weitere positive Entwicklung des Gewässers wider. Bezüglich der Allgemeinen Degradation wird die Bigge, deren Sohle an dieser Stelle mit Wasserbausteinen ausgebaut ist, weiterhin mit „unbefriedigend“ bewertet.

In der Planungseinheit Bigge weisen alle 48 Probenahmestellen einen „guten“ oder „sehr guten“ saprobiellen Zustand auf. Hinsichtlich der Allgemeinen Degradation kann an weniger als der Hälfte (44 %) der Probenahmestellen ein „guter“ oder „sehr guter“ Zustand festgestellt werden.

Zusammenfassung

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

Der Ruhr ist fast durchgängig ein „guter“ saprobieller Gewässerzustand zu bescheinigen. Auch die einzigen 2014 neu untersuchten Probenahmestellen im Stadtbereich von Bestwig-Velmede zeigen einen guten saprobiellen Zustand. Lediglich zwei Ergebnisse aus den Jahren 2011 bzw. 2013 im Unterlauf der Ruhr an

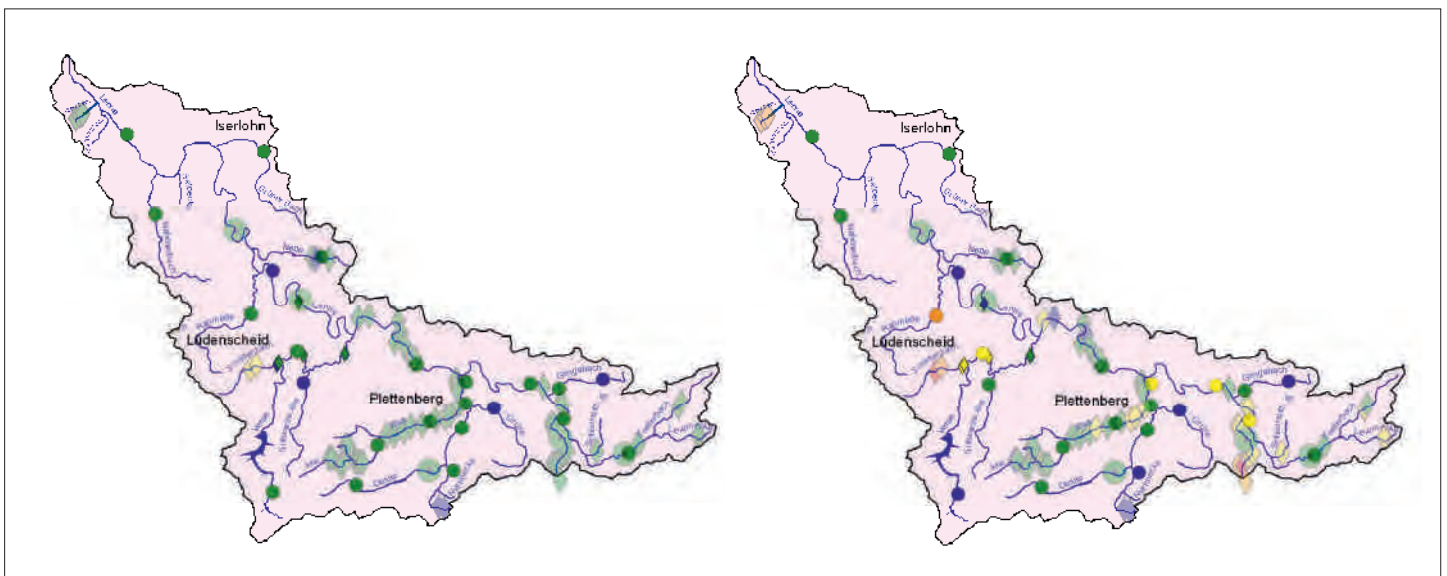


Bild 4.12: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Untere Lenne (PE 1300). Links: Modul Saprobie, rechts: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2014, große, schwach gefärbte Symbole = 2009 bis 2013.

Quelle (Karte): Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014
Fig. 4.12: 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 = 2014, large, lightly coloured symbols = 2009 to 2013.
Source of map: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014



Bild 4.13 Oberlauf des Glingebachs
Fig. 4.13: Upper reaches of the Glingebach stream



Bild 4.14 Lenne bei Altena
Fig. 4.14: The Lenne River at Altena

der Mendener Brücke und an der Ruhrbrücke in Herdecke weisen eine knappe Überschreitung der gewässertypischen Klassengrenze für den „guten“ saprobiellen Zustand auf.

Die Bewertung im Modul Allgemeine Degradation zeigt dagegen vielfach ein defizitäres Bild. Von den 50 betrachteten Probenahmestellen an der Ruhr aus den Jahren 2009 bis 2014 erreichen lediglich 38 % einen „guten“ oder „sehr guten“ Zustand hinsichtlich der Allgemeinen Degradation. Die Bewertung mit „mäßig“, „unbefriedigend“ und „schlecht“ ist zumeist durch strukturelle De-

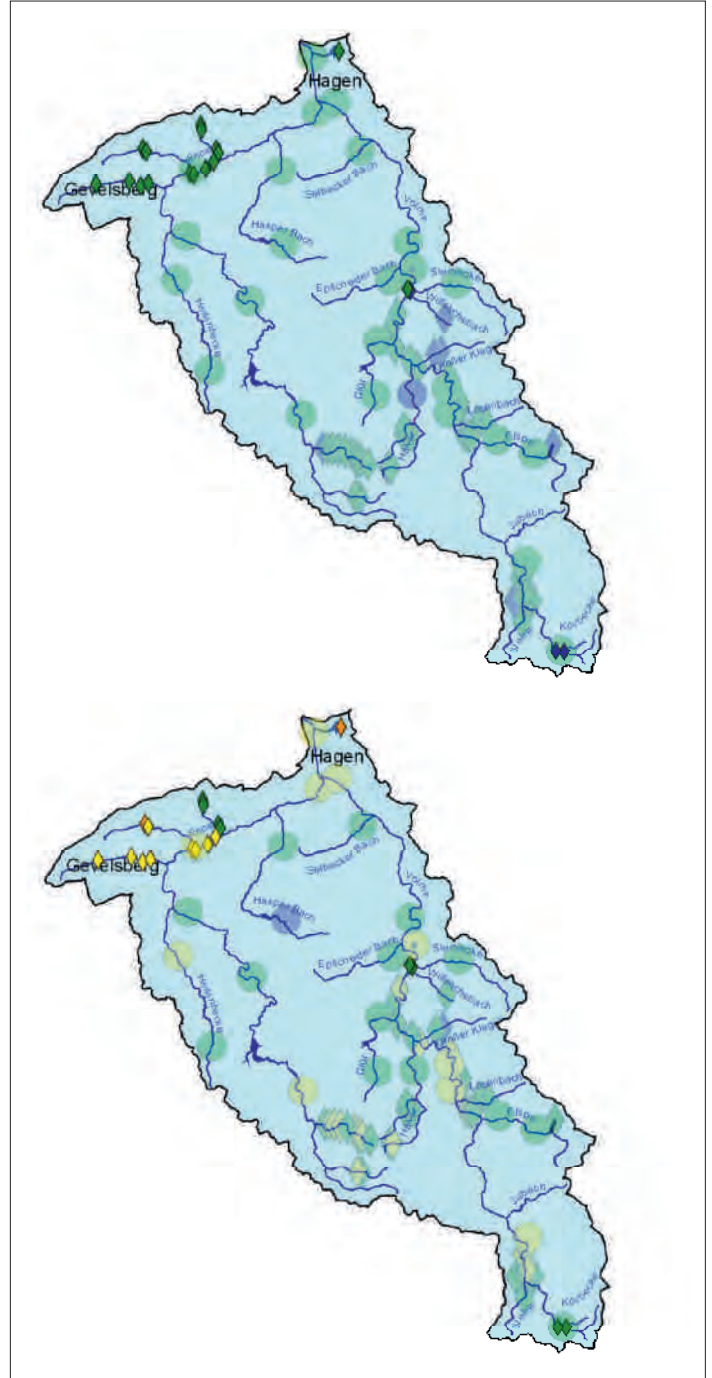


Bild 4.15: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Volme (PE 1100). Oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2014, große, schwach gefärbte Symbole = 2009 bis 2013. Quelle (Karte): Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014

Fig. 4.15: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Volme (PE 1100). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2014, large, lightly coloured symbols = 2009 to 2013. Source of map: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014

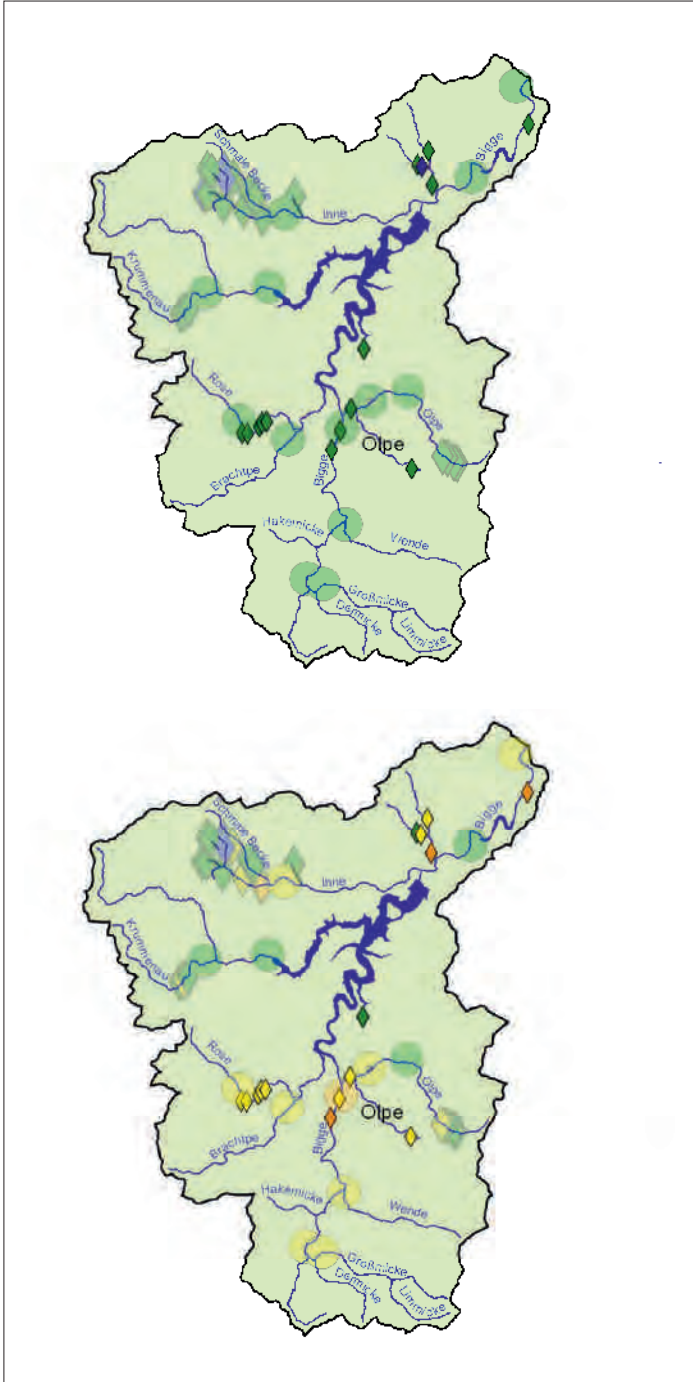


Bild 4.16: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos, Ausschnittskarten der Planungseinheit Bigge (PE 1200). Oben: Modul Saprobie, unten: Modul Allgemeine Degradation. Kleine, intensiv gefärbte Symbole = 2014, große, schwach gefärbte Symbole = 2009 bis 2013 Quelle (Karte): Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014

Fig. 4.16: Ecological status – macrozoobenthos, section maps of the planning unit Bigge (PE 1200). Above: module saprobic index; below: module general degradation. Small, deeply coloured symbols = 2014, large, lightly coloured symbols = 2009 to 2013. Source of map: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2014

fizite wie fehlende und unzureichende Habitatstrukturen oder durch von Querbauwerken verursachte Stauwirkungen begründet.

Im Rahmen der gewässerökologischen Untersuchungen an der Ruhr und ihren Nebengewässern im Jahr 2014 können 130 von 134 Stellen im Hinblick auf den saprobiellen Zustand mit „gut“ oder „sehr gut“ bewertet werden. Mit „mäßig“ bewertet sind zwei Messstellen im Bremer Bach im Oberlauf in Bremen sowie unterhalb der Kläranlage Ense-Bremen und je eine im Mündungsbereich des Herdecker Bachs und der Barbecke. Unterhalb der Kläranlage Rahmede konnte eine Verbesserung des saprobiellen Zustands von „mäßig“ auf „gut“ verzeichnet werden. Im zweiten Jahr nach Inbetriebnahme der erweiterten Kläranlage Wenden spiegelt sich der Erfolg hier in einem stabilen „guten“ saprobiellen Zustand wider. Von den insgesamt zwischen 2009 und 2014 untersuchten 661 hydrobiologischen Probenahmestellen in der Ruhr und ihren Nebengewässern zeigen rund 96 % einen „guten“ oder „sehr guten“ saprobiellen Zustand.

Hinsichtlich der Allgemeinen Degradation weisen 302, das sind 46 % der im Zeitraum 2009 bis 2014 untersuchten Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Ruhr, einen „guten“ bzw. „sehr guten“ Zustand auf. Dies ist im Vergleich zum Zeitraum 2008 bis 2013 eine geringe Verschlechterung der Bilanz. Ursache für den defizitären Zustand an mehr als der Hälfte der Probenahmestellen sind vielfach die nutzungsbedingt veränderten Gewässerstrukturen.

Trophie in der Ruhr

Neben physikalischen, chemischen und hydrobiologischen Verhältnissen spielen Prozesse wie die planktische Primär- und Sekundärproduktion sowie die Entwicklung von Makrophyten für die trophische Situation der unteren Ruhr mit ihren Flusstauseen eine bedeutende Rolle.

Phytoplankton

Zur Bewertung der planktischen Primärproduktion (Algenwachstum) wird routinemäßig der Chlorophyllgehalt herangezogen. Ergänzt werden diese Ergebnisse durch quantitative Bestimmungen des Phytoplanktons (Primärproduzenten) und des Zooplanktons (v.a. Primärkonsumenten). In den folgenden Abschnitten werden die Untersuchungsergebnisse aus dem Jahr 2014 mit den Daten von 1999, dem Jahr vor dem Beginn des massenhaften Auftretens von Makrophyten, verglichen [4.5]. Die aktuellen Ergebnisse werden gemeinsam mit den langjährigen Untersuchungen diskutiert, um den Einfluss verschiedener abiotischer (Globalstrahlung und Abfluss) und biotischer Faktoren (algenkonsumierende Zooplankter bzw. Muscheln sowie Makrophyten) auf die Algenentwicklung und damit auf die trophische Situation der Ruhr zu interpretieren.

[4.5] Ruhrverband: Untersuchungen zur Massenentwicklung von Wasserpflanzen in den Ruhrtauseen und Gegenmaßnahmen. Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes NRW, Essen 2008, 364 S.

Tabelle 4.3: Gesamtübersicht über die messstellenbezogene Verteilung der Ergebnisse der hydrobiologischen Untersuchungen zum ökologischen Gewässerzustand in den jeweiligen Planungseinheiten im Ruhreinzugsgebiet – Makrozoobenthos, 2009 bis 2014. Ergebnisse: „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de>
 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, 2009 to 2014. Results „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de>

		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 Summe	○ Monitoring des Ruhrverbands ◇ Weitere Untersuchungen RV ◎ Monitoring der Umweltverwaltung Summe	○ Monitoring des Ruhrverbands ◇ Weitere Untersuchungen RV ◎ Monitoring der Umweltverwaltung Summe	○ Monitoring des Ruhrverbands ◇ Weitere Untersuchungen RV ◎ Monitoring der Umweltverwaltung Summe	○ Monitoring des Ruhrverbands ◇ Weitere Untersuchungen RV ◎ Monitoring der Umweltverwaltung Summe	○ Monitoring des Ruhrverbands ◇ Weitere Untersuchungen RV ◎ Monitoring der Umweltverwaltung Summe	○ Monitoring des Ruhrverbands ◇ Weitere Untersuchungen RV ◎ Monitoring der Umweltverwaltung Summe	○ Monitoring des Ruhrverbands ◇ Weitere Untersuchungen RV ◎ Monitoring der Umweltverwaltung Summe	○ Monitoring des Ruhrverbands ◇ Weitere Untersuchungen RV ◎ Monitoring der Umweltverwaltung Summe	○ Monitoring des Ruhrverbands ◇ Weitere Untersuchungen RV ◎ Monitoring der Umweltverwaltung Summe																												
Saprobie	sehr gut	5	1	6	1	10	11	4	4	4	4	4	4	4	8	3	11	2	16	3	5	8	3	2	5	6	13	19	6	2	8	85							
	gut	4	22	22	48	22	54	2	78	12	31	1	44	19	54	5	78	10	29	11	50	2	59	29	90	1	18	15	34	39	35	2	76	2	36	11	49	547	
	mäßig	1	2	1	4									2	2	2	2	1	3	2	8	1	11	1	1	1	2	3	1	3	1	5					29		
	unbefriedigend																																						
	schlecht																																						
Summe				58			89		48			48			88			69			109			40			98			62							661		
Allgemeine Degradation	sehr gut				1	1	2	2	2	5	6	11	3	5	2	10			4	4		2	2	6	8	14	1		1	2						47			
	gut		4	4	8	13	35	1	49	4	15	19	13	27	5	45	7	19	3	29		12	14	26	5	7	12	29	22	1	52	10	5	15			255		
	mäßig	2	16	15	33	9	25	1	35	7	14	1	22	4	20	24	3	13	6	22	1	27	10	38	1	9	5	15	9	16	1	26	1	18	2	21		236	
	unbefriedigend	1	8	1	10		3		3	1	4		5	1	5	6	1	4	1	6	1	21	5	27		5	3	8	2	3	5	11	5	16			86		
	schlecht	2	1	4	7						2		2	1		2	1		1	2	2	10	2	14		3		3	1	1	1	6	1	8			37		
Summe				58			89		48			88			69			109			40			98			62			661							661		
Saprobie	sehr gut																																						
	gut																																						
	mäßig																																						
	unbefriedigend																																						
	schlecht																																						
Allgemeine Degradation	sehr gut																																						
	gut																																						
	mäßig																																						
	unbefriedigend																																						
	schlecht																																						

Die Globalstrahlung im Jahr 2014 lag fast ganzjährig leicht über den langjährigen Monatsmittelwerten (Bild 4.17). Allerdings wieder anders als in den vergangenen 15 Jahren, in denen meist im Sommer mehrere besonders strahlungsintensive Monate auftraten, das Jahr 2014 keine Sommermonate mit herausragend hoher Strahlungsintensität auf. Im Mai, einem traditionell eher strahlungsreichen Monat, lagen die Strahlungswerte im Jahr 2014 sogar leicht unter dem langjährigen Monatsdurchschnitt. Im März waren mit einem Monatsmittelwert von 1,02 kJ/(cm² • d) dagegen außergewöhnlich hohe mittlere Strahlungswerte zu verzeichnen. Zudem stellte sich der März als überdurchschnittlich warmer und

trockener Frühjahrsmonat dar. Laut Deutschem Wetterdienst (DWD) war das Jahr 2014 insgesamt das wärmste Jahr seit dem Beginn regelmäßiger Temperaturmessungen und gehörte wie das Jahr 1999 zu den zehn wärmsten Jahren in Deutschland seit 1881 mit einer leicht überdurchschnittlichen Sonnenscheindauer [4.6].

Trotz der eigentlich günstigen abiotischen Bedingungen – sehr geringer Abfluss, leicht überdurchschnittliche Strahlungsintensität und warme Temperaturen – führten diese nicht zu einer hohen Algenentwicklung. Damit lagen die Chlorophyll-a-Gehalte deutlich unterhalb der bisher bekannten Mittelwerte (Bild 4.18). Der Mit-

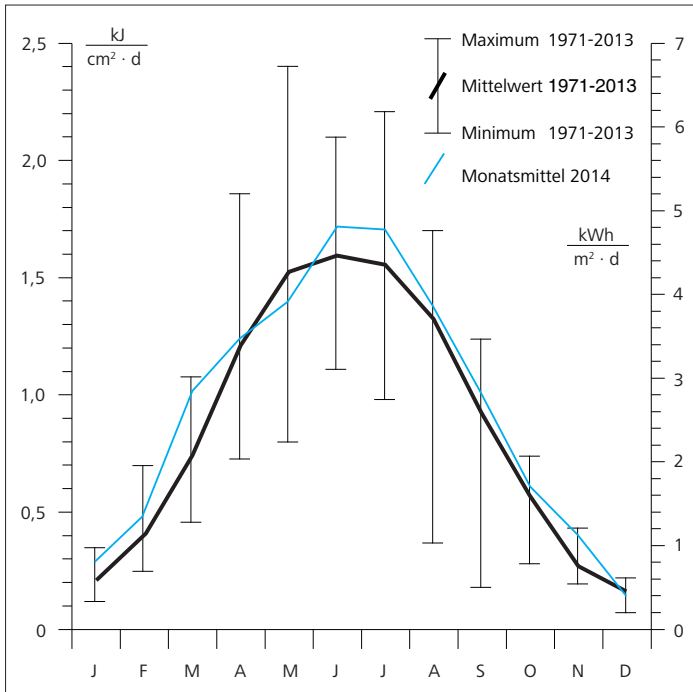


Bild 4.17: Monatsmittelwerte der Globalstrahlung bei Essen 2014 und Spannweite der Mittelwerte von 1971 bis 2013

Fig. 4.17: Monthly means of global radiation at Essen 2014 and spectrum of mean values from 1971 to 2013

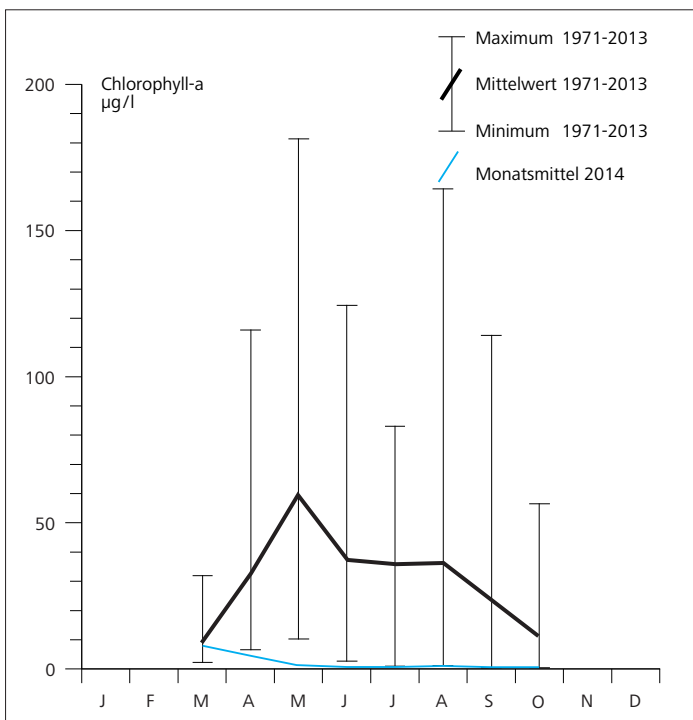


Bild 4.18: Monatsmittelwerte des Chlorophyll-a-Gehalts in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen 2014 und Spannweite der Mittelwerte von 1971 bis 2013

Fig. 4.18: Monthly means of the chlorophyll a concentration in the Ruhr at Essen-Rellinghausen 2014 and spectrum of mean values from 1971 to 2013

telwert des Chlorophyll-a-Gehalts in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen erreichte im März den höchsten Wert des Jahres 2014, mit 8 µg/l lag er aber um eine Zehnerpotenz unter dem Wert des Vorjahrs. Schon ab Mai erreichte der Chlorophyll-Wert kaum noch Monatsmittel von 1 µg/l, eine nennenswerte planktische Primärproduktion war also nicht vorhanden. Dies zeigt deutlich, dass weitere, insbesondere biotische, Faktoren einen entscheidenden Einfluss auf die Algenentwicklung haben müssen. Zu diskutieren sind hier zum einen das in den oberen Stauseen verstärkte Auftreten von Makrophyten mit ihrem konkurrierenden Nährstoff- und Lichtbedarf bzw. der zunehmende Einfluss von algivoren Muscheln.

Die sehr schwache Algenentwicklung in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen findet sich auch in der Darstellung der jahreszeitlichen Sukzession der Planktonalgen wieder (Bild 4.19). Die Abbildung beruht auf der mikroskopischen Zählung der Algenarten. Hierzu wurden aus den dreimal wöchentlich entnommenen Proben Mischproben hergestellt und ausgezählt. Die Querstriche symbolisieren die Größenordnung der Zellzahl der entsprechenden Algenart oder -gruppe. Die vertikal blauulinierten Säulen geben die Gesamtzellzahl an. Die Algentaxa sind entsprechend ihrer Zugehörigkeit zu den Algenklassen eingefärbt (z.B. Cyanobacteria – Blaualgen, blau; Chrysophyceae, Haptophyceae – Goldalgen, gelb etc; vgl. Bild 4.23).

Erwähnenswerte Algenentwicklungen, wenn auch absolut betrachtet sehr geringe, traten 2014 in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen nur in den Monaten Januar bis Mai auf, wobei das maximale Monatsmittel der Gesamtzellzahl mit rund 4.000 Zellen/ml im Januar ermittelt wurde. Damit lagen die Zellzahlen im Jahr 2014 deutlich unter denen der ebenfalls planktonarmen Jahre 2008 bis 2013 (einzige Ausnahme 2011: mit 63.000 Zellen/ml im Mai). Sie waren weit entfernt von in den 1990er Jahren gemessenen Größenordnungen, in denen Mittelwerte von 100.000 Zellen/ml über mehrere Monate im Jahr überschritten wurden.

Im planktonreichsten Monat Januar dominierten Cyanobakterien die Algengemeinschaft. Sie machten rund die Hälfte der Zellen aus. Hierbei handelte es sich fast ausschließlich um die Gattung Planktothrix, deren Zellen lange, unverzweigte Fäden ausbilden. Aufgrund ihres geringen Zellvolumens tragen diese aber kaum zum Gesamtbiovolumen bzw. zur Produktivität des Gewässers bei. Im März, dem im Jahr 2014 produktivsten Monat, wurde das Plankton von radiären Kieselalgen (Diatomeae centrales) dominiert, die knapp 39 % der Phytoplanktonzellen ausmachten. Die Goldalgen (Chrysophyceae, Haptophyceae), die in der Regel ihren Verbreitungsschwerpunkt in trophisch gering belasteten Gewässern haben, erreichten zu dieser Zeit einen Anteil von knapp 9 %. In höheren Zellzahlen mit einem Anteil von 26 % kamen die sehr kleinen und daher nicht näher bestimmbareren µ-Algen (Picoplank-

[4.6] DWD: Pressemitteilung vom 30.12.2014 Deutschlandwetter im Jahr 2014; www.dwd.de/presse, Zugriff: 30.03.2015

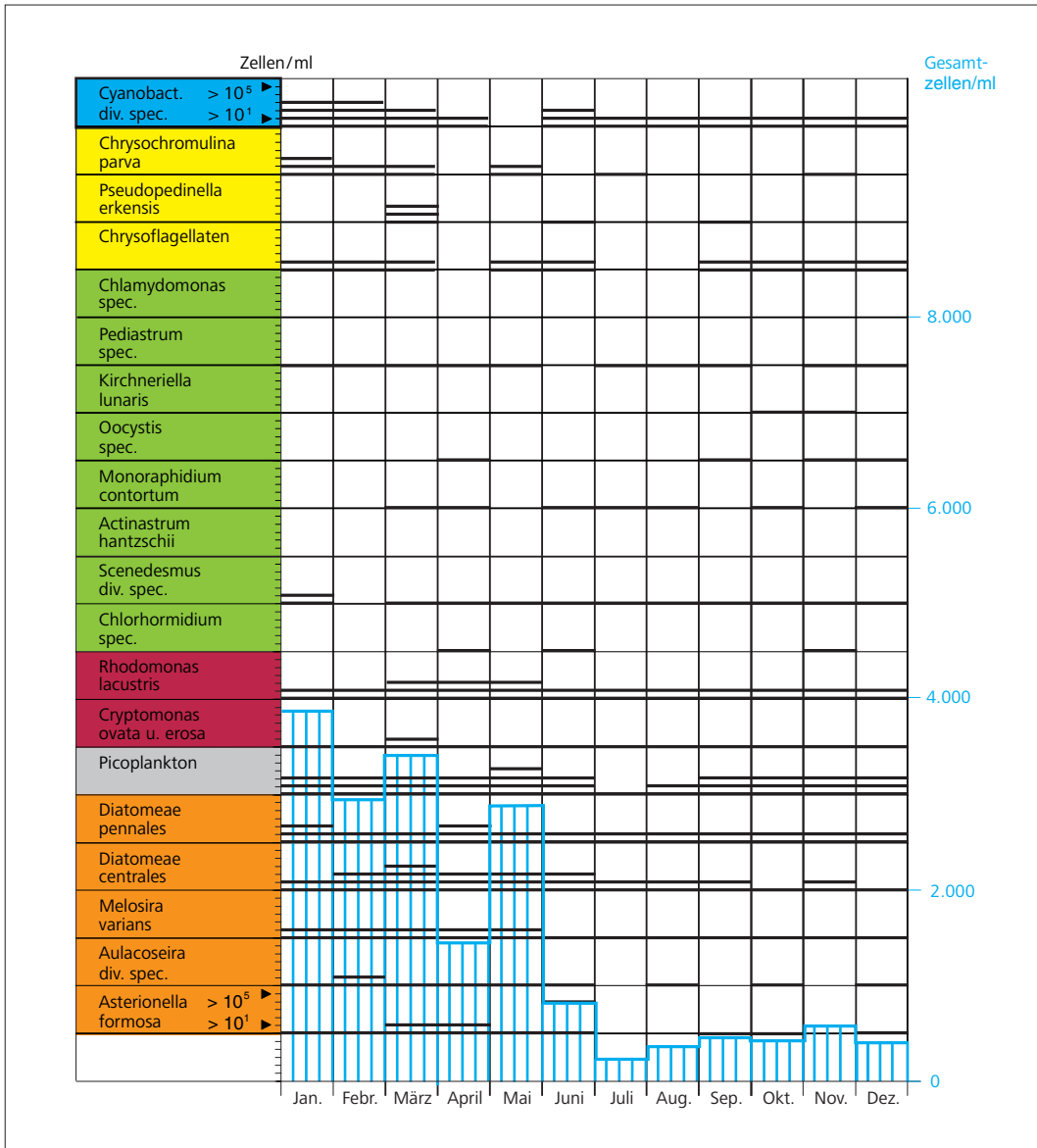


Bild 4.19: Jahreszeitliche Sukzession der Planktonalgen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen 2014

Fig. 4.19: Seasonal succession of phytoplankton in the Ruhr River at Essen-Rellinghausen 2014

ton) vor. Diese Gruppe trägt aufgrund ihrer geringen Zellgröße ($< 2 \mu\text{m}$) ebenso wie die Blaualgen nur sehr wenig zur Produktivität des Gewässers bei. Das Gegenteil trifft für die ganzjährig auftretende großzellige, fadenförmig wachsende Kieselalge *Melosira varians* (Bild 4.20), einer Indikatorart für Fließgewässer, zu [4.7]. Als weitere Indikatorarten wurden Flagellaten (Chrytophyceae), wie *Rhodomonas lacustris* und verschiedene *Cryptomonas*-Arten, beobachtet. Vergleicht man das Artenspektrum des Jahres 2014 mit dem von 1999, so war neben den sehr geringen Zellzahlen auch die Zusammensetzung der Planktongemeinschaft sehr unterschiedlich. Die Grünalgen des Sommerplanktons fehlten, wie schon in den vergangenen 15 Jahren, auch im Jahr 2014 fast völlig. Dagegen kam mit *Suriella*, *Cocconeis*, *Navicula* und *Diatoma vulgare* eine große Vielfalt gewässertypspezifischer pennaler Diatomeen (Kieselalgen) vor.

Gemäß Monitoringleitfaden NRW werden Fließgewässer nur dann als „planktonführende Fließgewässer“ bezeichnet, wenn sie in der Vegetationsperiode von April bis Oktober eine Chlorophyll-a-Konzentration von $20 \mu\text{g/l}$ als Saisonmittel überschreiten. In der Ruhr bei Essen-Rellinghausen liegt das Saisonmittel der Chlorophyll-a-Konzentration – mit einer Ausnahme in 2011 – seit 11 Jahren deutlich unter diesem Wert, wobei 2014 mit $1 \mu\text{g/l}$ der niedrigste Wert seit Beginn der Aufzeichnungen gemessen wurde (Bild 4.21).

Führt man trotzdem eine Bewertung des Phytoplanktons mit Hilfe des deutschlandweit gültigen Bewertungsverfahrens PhytoFluss [4.7] – das eigentlich nur für die Bewertung ausgewählter planktonführender Fließgewässer nach EG-WRRL Anwendung findet – durch, ergibt sich für die Ruhr bei Essen-Rellinghausen als „Großer



Bild 4.20: *Melosira varians*, eine fadenförmige Kieselalge (Diatomee) mit langen Ketten aus charakteristischen trommelförmigen Zellen
 Fig. 4.20: *Melosira varians*, a filamentous diatom with long chains of the characteristic cylindrical cells

Fluss des Mittelgebirges, Typ 9.2“ ein Index von 1,84 und damit eine Bewertung „gut“. Im Vergleich hierzu betrug im Jahr 1999 der Index 3,17, was einer Bewertung von „mäßig“ entspricht.

Das Ausmaß des Rückgangs der planktischen Produktivität wird besonders deutlich beim direkten Vergleich der Monatsmittelwerte der Biovolumina und des Chlorophyllgehalts (Bild 4.22) des Jahres 2014 mit 1999, dem Jahr vor Einsetzen der massiven Makrophytenentwicklung [4.5]. Während bis April in beiden Jahren noch Biovolumina bzw. Chlorophyll-Gehalte in vergleichbarer

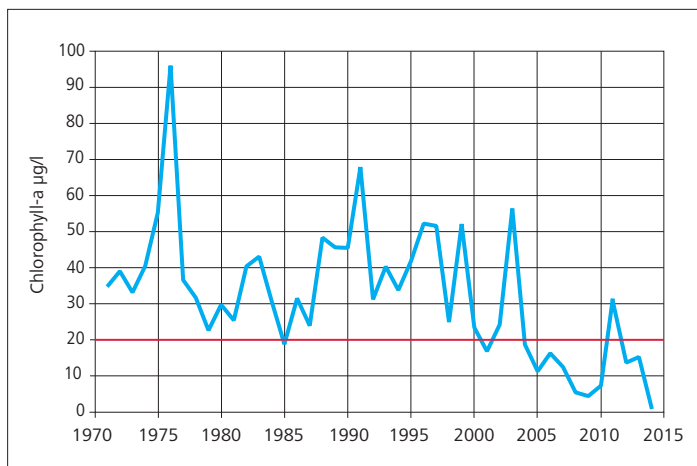


Bild 4.21: Jahresmittelwerte des Chlorophyll-a-Gehalts in der Ruhr bei Essen Rellinghausen in der Vegetationsperiode April bis Oktober der Jahre 1971 bis 2014

Fig. 4.21: Annual means of the chlorophyll a concentration in the Ruhr at Essen-Rellinghausen during vegetation period (April to October), 1971 to 2014

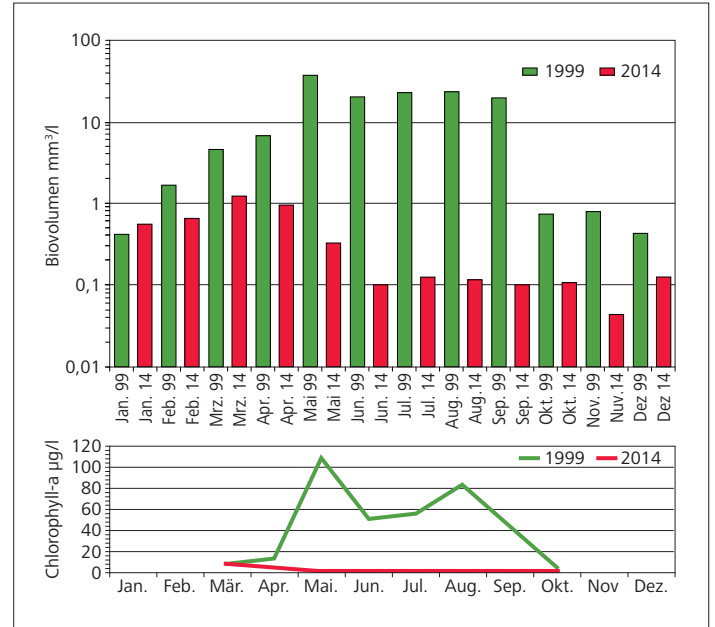


Bild 4.22: Phytoplanktonaufkommen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen – Vergleich der Monatsmittelwerte 1999 und 2014
 Fig. 4.22: Phytoplankton occurrence in the Ruhr at Essen-Rellinghausen – comparison of monthly means 1999 to 2014)

Größenordnung ermittelt wurden, lagen die Werte ab Mai 2014 um mehr als zwei Zehnerpotenzen niedriger. Ab Juni bei Monatsmittelwerten um 0,1 mm³/l Biovolumen ist die Ruhr in 2014 als planktonfreies, klares Gewässer zu bezeichnen.

Die Darstellung der Jahresmittelwerte der Biovolumina der vergangenen 20 Jahre verdeutlicht den Verlauf der Algenentwicklung (Bild 4.23). Mit einem Jahresmittelwert von 0,37 mm³/l Biovolumen wurde im Jahr 2014 die geringste planktische Primärproduktion seit Beginn der Aufzeichnungen 1979 gemessen. Trotz einzelner Jahre mit höherer planktischer Produktivität ist die Tendenz insgesamt stark abnehmend. Nachdem in den 1990er Jahren durch Ausbau der Kläranlagen und damit verbundener Phosphorelimination das Algenwachstum deutlich reduziert wurde, verhindern die seit dem Jahr 2000 massiv auftretenden Makrophytenentwicklungen in den oberen Ruhrstauseen ein stärkeres Wachstum von Planktonalgen. Als mögliche Ursache für die weitere Reduzierung des Phytoplanktons ist das seit 2008 beobachtete vermehrte Vorkommen der algenfiltrierenden Korbchenmuschel *Corbicula fluminea* (Bild 4.24) denkbar. So wurden im Jahr 2008 an mehreren Stellen in der unteren Ruhr (Mendener Brücke, Brücke Dahlhausen und unterhalb des Kernnader Sees) *Corbicula*-Dichten von 10 bis 70 Individuen pro Quadratmeter nachgewiesen. Weitere detaillierte Untersuchungen sollen hierzu Klärung bringen.

[4.7] Mischke, U. ; Behrendt, H.: Handbuch zum Bewertungsverfahren von Fließgewässern mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-WRRL in Deutschland. Berlin 2007, 88 S., ISBN 978-89998-105-6. <http://www.igb-berlin.de/mitarbeitende-igb>

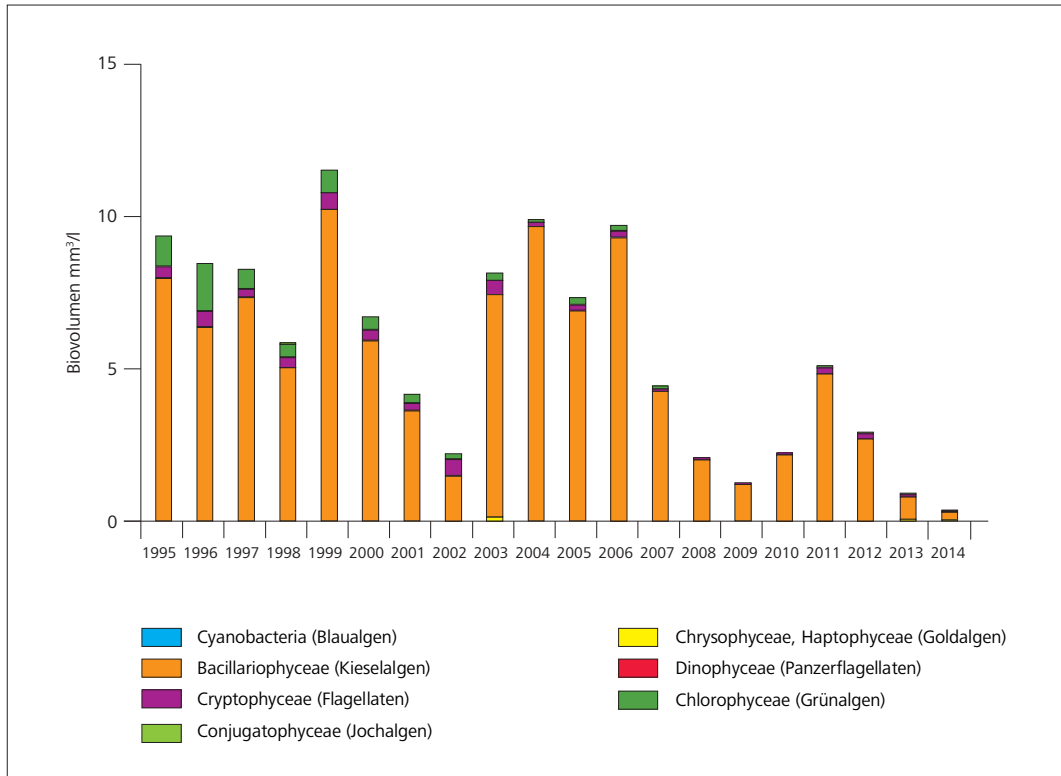


Bild 4.23: Phytoplankton in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (Jahresmittelwerte des Biovolumens 1995 bis 2014)

Fig. 4.23: Phytoplankton in the Ruhr River at Essen-Rellinghausen (yearly means of biovolume 1995 to 2014)

Neben der Strahlungsintensität und dem Nährstoffangebot bestimmen in Fließgewässern die Aufenthaltszeit des Wassers und damit das Abflussgeschehen maßgeblich die Entwicklung des Phytoplanktons, da hierdurch die für das Wachstum und die Vermehrung zur Verfügung stehende Zeit vorgegeben wird. In der mittleren und unteren Ruhr von Echthausen bis zur Mündung in den Rhein beträgt die Aufenthaltszeit bei Trockenwetter in der Regel etwa 20 Tage. Die räumliche und zeitliche Entwicklung des Algen-

vorkommens auf dieser Fließstrecke von März bis Oktober 2014 ist am Beispiel der an neun Probenahmestellen gemessenen Chlorophyll-a-Gehalte in Bild 4.25 dargestellt. Für die Probenahmestelle Echthausen (Wehr WWW, Oberwasser) wurden die Chlorophyllwerte von der Westfälischen Wasser- und Umweltanalytik GmbH, die im Auftrag der Wasserwerke Westfalen GmbH (WWW) die Analysen durchgeführt hat, zur Verfügung gestellt.



Bild 4.24: Grobgestreifte Körbchenmuschel (*Corbicula fluminea*), eine ursprünglich in Asien beheimatete Muschelart, aus dem Kemnader See
Fig. 4.24: *Corbicula fluminea*, a clam native to Asia and therefore also called Asian clam, taken from Lake Kemnade

Die in der Regel einmal wöchentlich gemessenen Chlorophyll-a-Gehalte zeigten über die Fließstrecke bis Essen-Rellinghausen durchgehend ein sehr niedriges Niveau. Selbst am Auslauf der Stauhaltungen Hengstey und Kemnade wurden nie Werte von 20 µg/l Chlorophyll-a erreicht. Erst im Baldeneysee und weiter flussabwärts trat im Frühjahr eine geringe Primärproduktion auf. Trotz deutlich höherer Verweilzeit als in den oberen Stauseen wurde aber auch im Baldeneysee nur ein Tageshöchstwert von 57 µg/l Chlorophyll-a gemessen (1999: 180 µg/l). Eine leichte Zunahme erfolgte noch in den unterhalb liegenden Wasserkörpern. In dieser Zeit wurden im Kettwiger Stausee und an der Messstelle in Duisburg (Aakerfähre) Werte um 100 µg/l Chlorophyll-a ermittelt. Im weiteren Jahresverlauf traten dann nur noch im Baldeneysee weitere kleine Chlorophyll-Anstiege bis 34 µg/l Chlorophyll-a auf, die sich jedoch in der unterhalb gelegenen Fließstrecke nicht wiederfanden.

In der Ruhr, einem mehrfach gestauten Gewässer, hängen die biologischen Prozesse, wie Photosynthese, Atmung und Biomasseauf- bzw. -abbau, eng mit abiotischen Faktoren, wie Abfluss und Strahlung, zusammen. Diese Faktoren und ihre Auswirkungen

auf den Sauerstoffhaushalt zeigt Bild 4.26 am Beispiel des Baldeneysees. Für die Wasserführung und den Chlorophyll-a-Gehalt, der aus der kontinuierlich gemessenen In-vivo-Fluoreszenz errechnet wurde, werden die Wochenmittel und für den Sauerstoffgehalt die Wochenmittelwerte der Tagesminima und -maxima des

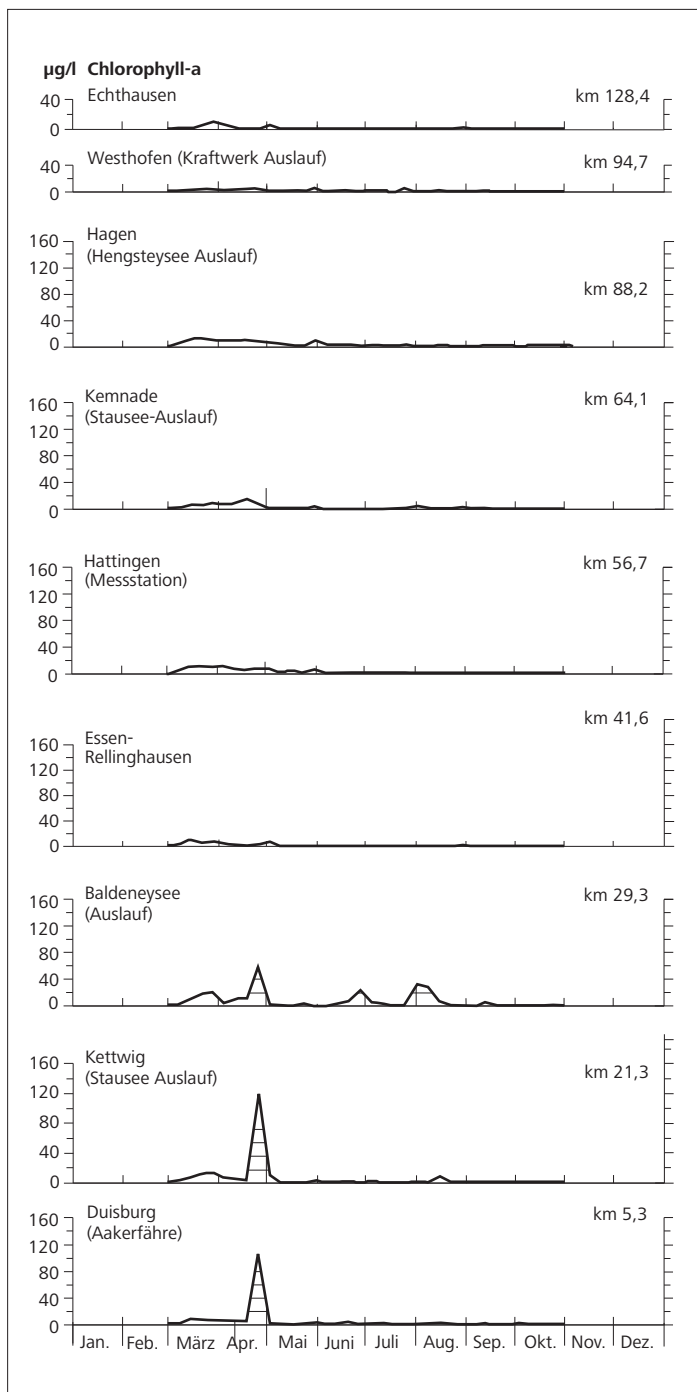


Bild 4.25: Algenentwicklung (als Chlorophyll-a-Gehalt) an verschiedenen Stellen der Ruhr im Verlauf des Jahres 2014
 Fig. 4.25: Development of phytoplankton (as chlorophyll a concentration) determined in various cross-sections of the Ruhr River in 2014

Sättigungsindex herangezogen. Die Globalstrahlung wird als Wochensumme dargestellt. Aufgrund einer Störung der Messeinrichtung konnten in der vierten Juniwoche keine Werte ermittelt werden.

Auch hier zeigte sich deutlich, wie gering die Primärproduktion trotz der gleichbleibend niedrigen Abflüsse (mit entsprechend langen Aufenthaltszeiten im Stausee) und hoher Globalstrahlung war. Dies führte zu relativ ausgeglichenen Sauerstoffverhältnissen. So lagen im Jahr 2014 bis April und ab August die Sauerstoffsättigungsindizes im Bereich der Sättigung. Lediglich in der Zeit von Mitte April bis Mitte August traten wenige kleine Spitzen mit maximalen Sättigungsindizes von knapp über 150 % aufgrund photosynthetischer Sauerstoffproduktion auf. Ein Absinken der Sauerstoffsättigungsindizes durch den Abbau der pflanzlichen und tierischen Biomasse auf Werte unter 75 %, wie in früheren Jahren beobachtet, wurde nie verzeichnet. Für die Fischfauna bedrohliche Werte von unter 40 % Sauerstoffsättigung wurden somit bei Weitem nicht erreicht. Die maximale Amplitude zwischen den Sauerstoffminima und -maxima, also der Tag- und Nachtrhythmus, bedingt durch Photosynthese und Atmung, erreichte höchstens Werte von 4 mg/l und stellte ebenfalls keine Belastung für die Fische und das Makrozoobenthos dar.

Zooplankton

In der Vergangenheit (bis 2004) hatte das Vorkommen und die Fraßaktivität („Grazing“) des Zooplanktons neben abiotischen Faktoren, wie Abfluss und Globalstrahlung, einen wesentlichen Einfluss auf die zeitliche Abfolge und das Ausmaß der Phytoplanktonentwicklung im Baldeneysee. Da algivores Zooplankton für die Entwicklung einer Population ausreichend Phytoplankton als Futter zur Verfügung haben muss, konnte sich im Jahr 2014 keine nennenswerte *Brachionus/Synchaetiden*-Population entwickeln. Die Individuenzahl erreichte nur knapp 20 Individuen pro Liter. Damit lag sie deutlich unter der Größenordnung der vergangenen zehn Jahre als Dichten von 1.000 Individuen pro Liter bzw. im Jahr 1999 sogar 2.000 Individuen pro Liter auftraten.

Folglich zeigte im Jahr 2014 auch die Sekundärproduktion mit einem Biovolumen des Zooplanktons von 0,23 mm³/l ein sehr niedriges Niveau (Bild 4.27). Dies belegt die insgesamt deutlich verminderte planktische Produktivität des Baldeneysees. Während in den 1990er Jahren für das Zooplankton noch zumeist ein mittleres Gesamtbiovolumen um die 3 mm³/l (im Vergleichsjahr 1999 waren es 2,1 mm³/l) bestimmt wurde, hat die Sekundärproduktion seit dem Jahr 2002 (mit Ausnahme 2011) auf rund 0,5 mm³/l abgenommen. Im Jahr 2014 erreichte sie nur die Hälfte dieses Wertes. Mögliche Auswirkungen dieses deutlichen Rückgangs des als Fischnahrung dienenden Zooplanktons auf die Fischbestände im Baldeneysee sind derzeit noch nicht abschätzbar.

Makrophyten

Aquatische Makrophyten, d.h. mit bloßem Auge sichtbare Wasserpflanzen, sind in der Ruhr in drei verschiedenen Wuchsformen vertreten. Im Uferbereich finden sich verschiedene Arten von Röh-

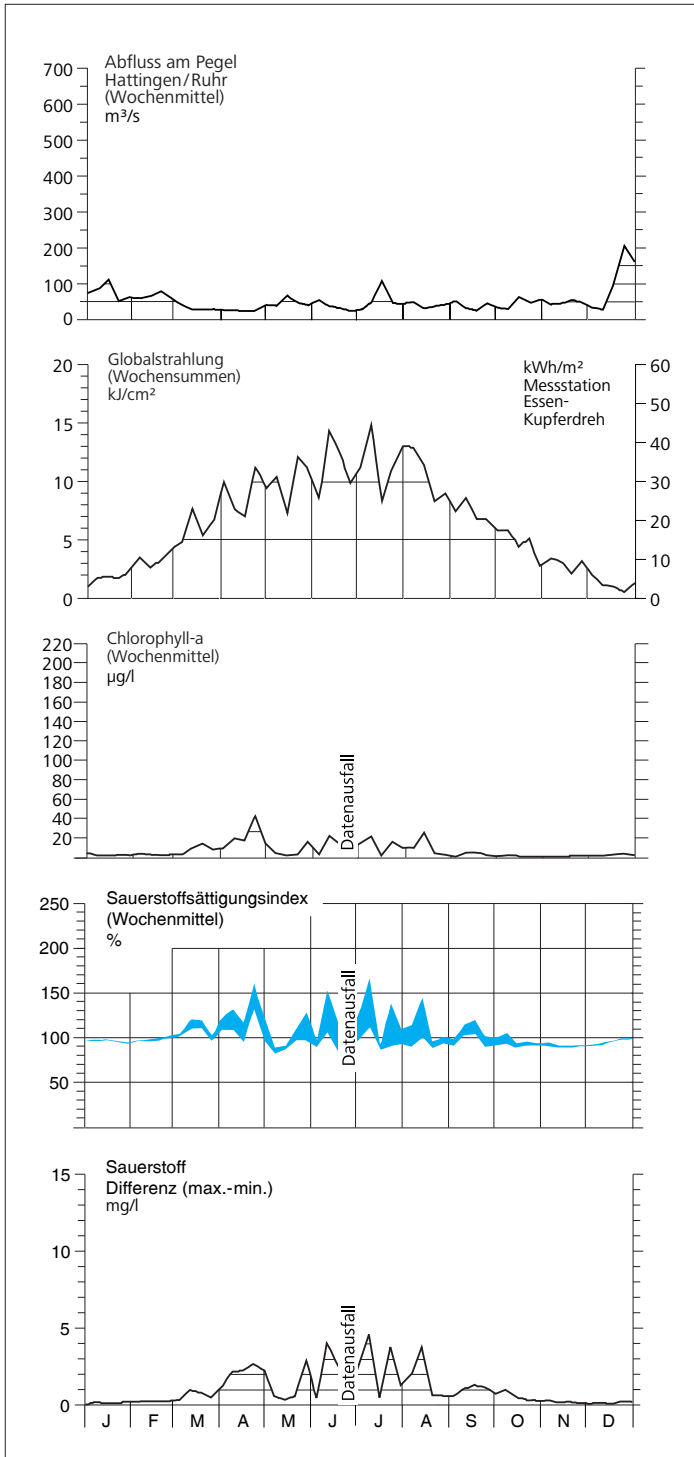


Bild 4.26: Einfluss der Wasserführung und der Globalstrahlung auf die Algenentwicklung im Baldeneysee und deren Auswirkung auf den Sauerstoffgehalt 2014

Fig. 4.26: Influence of river flow and total radiation on phytoplankton growth in Lake Baldeney and the resulting impact on the oxygen balance in 2014

richtpflanzen, die zwar im Wasser wurzeln, deren größter Teil des Pflanzkörpers aber aus dem Wasser herausragt. Typische Vertreter sind Schilf (*Phragmites communis*), die gelb blühende Sumpfschwertlilie (*Iris pseudacorus*) und auch die emerse Wuchsform des Igelkolbens (*Sparganium emersum*). Eine weitere Gruppe umfasst die Schwimmblattpflanzen, die entweder am Gewässergrund verwurzelt sind, wie z.B. die Gelbe Teichrose (*Nuphar lutea*), oder aber Arten, die völlig frei schweben, wie z.B. die verschiedenen Wasserlinsen-Arten. Die dritte Gruppe umfasst die untergetaucht, d.h. submers wachsenden Arten. Während viele Wasserpflanzenarten nur in einer Wuchsform auftreten, gibt es auch Arten, die verschiedene Wuchsformen in Abhängigkeit von der Jahreszeit oder den Standortbedingungen annehmen können (Bild 4.28). So finden sich bei den Teichrosen im Winter nur submerse Blätter, und erst im weiteren Verlauf des Jahres werden Schwimmblätter und die ebenfalls schwimmenden Blüten gebildet. Der Einfache Igelkolben *Sparganium emersum*, der in den oberen drei Ruhrstauseen in seinen Beständen seit mehreren Jahren zunimmt und der im Baldeneysee im Bereich des Stauseebogens bereits zur dominierenden Wasserpflanzenart wurde, bildet in größeren Wassertiefen untergetaucht lange bandförmige Blätter. Im Uferbereich jedoch wächst er als aufrechte Röhrichtpflanze. Die seit dem Jahr 2000 in den Ruhrstauseen in ausgedehnten Beständen vorkommende *Elodea nuttallii* gehört zu den submers wachsenden Pflanzen. Auch im Herbst, wenn sie brüchig wird und abtreibt, bildet sie hierfür keine speziellen Schwimmblätter, anders als z.B. die ebenfalls in der Ruhr vorkommende Wasserstern-Art *Callitriche obtusangula* oder der Wasserhahnenfuß *Ranunculus fluitans*, die im Gewässergrund verwurzelt sowohl submerse Blätter als auch Schwimmblätter ausbilden können.

Seit dem ersten Auftreten von Makrophytenmassenbeständen in den Ruhrstauseen im Jahr 2000 verfolgt der Ruhrverband nicht nur die Entwicklung der *Elodea*-Bestände, sondern auch die Verbreitung der anderen Wasserpflanzenarten mit ihren verschiedenen Wuchsformen sehr genau [4.5], [4.8]. Ziel ist es, die Entwicklung der Pflanzenbestände in Abhängigkeit von der Wasserqualität über einen längeren Zeitraum zu dokumentieren und Zusammenhänge zu den abiotischen Faktoren aufzuzeigen. Hierdurch kann der Erfolg wasserwirtschaftlicher Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserqualität an Hand einer Zunahme der Arten- und Wuchsformdiversität, der ökologischen Ansprüche der einzelnen Arten und der Ähnlichkeiten zu den potenziell natürlichen Pflanzengesellschaften des Gewässer- und Habitattyps abgelesen werden. 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 zeigt sich in den Ruhrstauseen in den letzten Jahren eine ökologisch positive Entwicklung. Neben *Elodea nuttallii* besiedeln nun weitere heimische Wasserpflanzenarten in zunehmenden Abundanzen die Ruhrstauseen und treten damit in Raumkonkurrenz zu den dominierenden *Elodea*-Beständen.

Um das Ausmaß der Makrophytenentwicklung in den jeweiligen Jahren beschreiben und mit möglichst hoher Wahrscheinlichkeit auch bereits zu Beginn der Vegetationsperiode prognostizieren zu

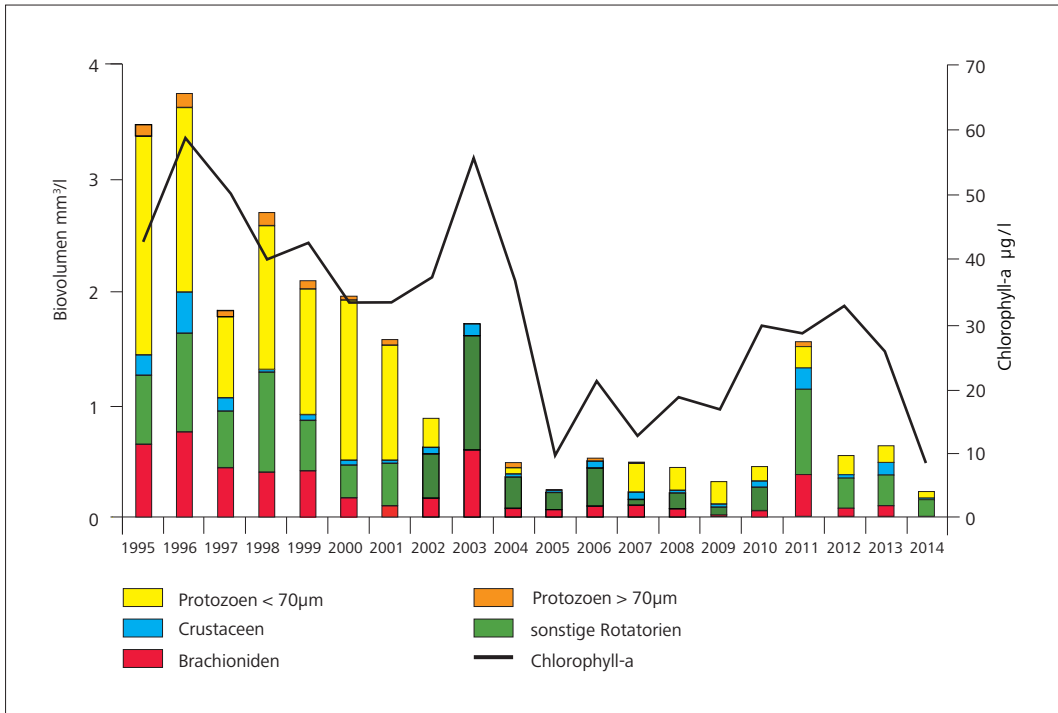


Bild 4.27: Zooplankton und Chlorophyll-a im Baldeneysee (Saisonnittel März bis Oktober)
 Fig. 4.27: Zooplankton and chlorophyll-a in Lake Baldeney (seasonal means March to October)



Bild 4.28: Beispiele für Wuchsform-Dimorphismus bei Wasserpflanzen (von links oben nach rechts unten): Einfacher Igelkolben (*Sparganium emersum*), emerse Wuchsform; Einfacher Igelkolben (*Sparganium emersum*), submerse Wuchsform; Teichrose (*Nuphar lutea*), Schwimmblätter und Blüten; submerse Blätter der Teichrose (*Nuphar lutea*)
 Fig. 4.28: Examples of habitus dimorphism in aquatic plant species

können, wendet der Ruhrverband bereits seit 2010 ein Verfahren der bivariaten Kausalanalyse an, das auf den dominierenden bestandsbestimmenden abiotischen Faktoren Strömung, Wassertemperatur und Trübung beruht (vgl. [4.9], [4.10], [4.11], [4.12]).

Bild 4.29 zeigt am Beispiel des Kemnader Sees die maximale Ausdehnung der Makrophytenbestände im Jahr 2014. Diese wurden anhand von Luftbildern einer Überfliegung am 2. Oktober 2014 ermittelt, digitalisiert und über ein geographisches Informationssystem ausgewertet. Die aus der digitalen Karte ermittelten Makrophytenflächen zeigt Bild 4.30 in ihrer zeitlichen Entwicklung von 2001 bis 2014. Das Jahr 2014 weist dabei mit 60,4 ha die dritthöchste Flächenbedeckung seit Beginn der Flächenerfassung auf. Dies entspricht einem relativen Flächenanteil von rund 49 %. Besonders stark bewachsen ist, wie in den Jahren zuvor, das linke Ufer des Sees. Das alte Ruhrbett mit seinen höheren Wassertiefen ist aus der Luftbildperspektive frei von Pflanzenbewuchs.

- [4.8] Ruhrverband: Untersuchungen zur Massenentwicklung von Wasserpflanzen in den Ruhrstauseen und Gegenmaßnahmen. Broschüre der Kurzfassung des Forschungsvorhabens im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW 2009, 32 S.
- [4.9] Ruhrverband: Elodea-Vorkommen in den Ruhrstauseen. Ruhrgütebericht 2010, S. 93 – 98.
- [4.10] Ruhrverband: Elodea-Vorkommen in den Ruhrstauseen. In: Ruhrgütebericht 2011, S. 54 – 68.
- [4.11] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2012, S. 58 – 70
- [4.12] Ruhrverband: Die Ruhr und ihre Nebengewässer – Trophische Situation der Ruhr. Ruhrgütebericht 2013, S. 60 – 75.



Makrophyten Kemnader See
02.10.2014

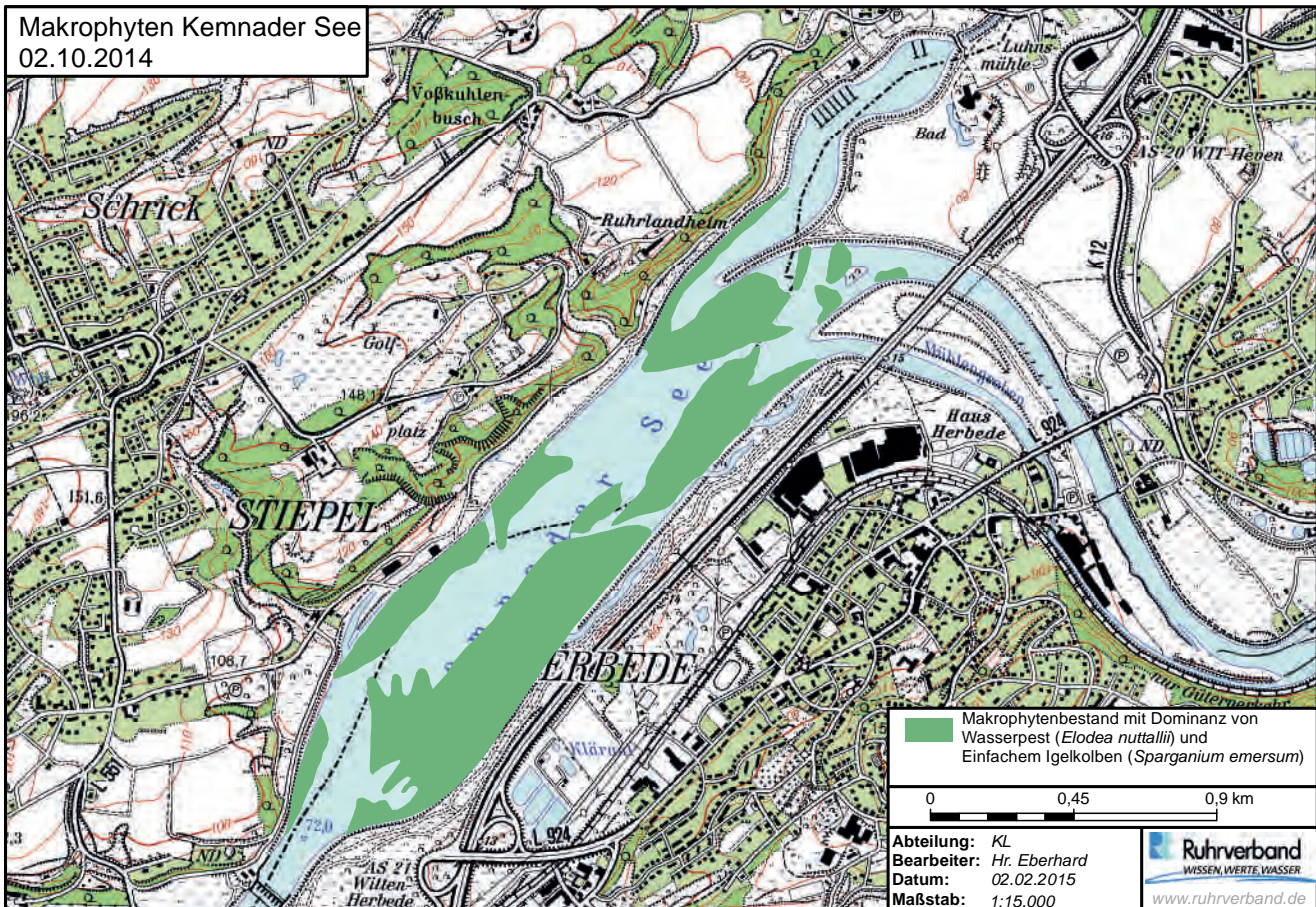


Bild 4.29: Luftbildaufnahme des Kemnader Sees am 2. Oktober 2014 und die daraus abgeleitete Karte mit Ausdehnung der Makrophytenbestände
Fig. 4.29: Aerial view of Lake Kemnade on October 2nd, 2014 and corresponding map of macrophyte cover

Tauchuntersuchungen und hydroakustische Untersuchungen aus dem Jahr 2013 [4.13] haben jedoch gezeigt, dass auch diese Bereiche von *Elodea* besiedelt werden. Die Pflanzen sind dort jedoch kurz im Wuchs und stehen in schütterten Dichten, so dass sie im Luftbild nicht erkannt werden können. Die reale Flächenausdehnung der Makrophytenbestände dürfte daher auch im Jahr 2014 noch deutlich höher sein, jedoch geht von den vereinzelt, niederwüchsigen Pflanzen in Bereichen höherer Wassertiefe auch keine Beeinträchtigung der Wassersportnutzung aus, und auch ihr Anteil an der Biomasse abtreibender Pflanzen im Herbst ist vernachlässigbar gering.

Seit dem Jahr 2010 nimmt im Kemnader See die durch Makrophyten besiedelte Fläche fast kontinuierlich zu. Harkort- und der Baldeneysee zeigen in den letzten beiden Jahren eine vergleichbar deutliche Zunahme der Makrophytenflächen, während in den anderen Ruhrstauseen diese Tendenz weniger ausgeprägt ist (Tabelle 4.4).

Eine der relevanten Ursachen für die Zunahme der Makrophytenflächen zeigt Bild 4.31 mit den mittleren Trübungswerten in den Frühjahrsmonaten März und April im Bereich des Kemnader Sees. Hier wird deutlich, dass seit dem Jahr 2010 die Trübung in diesen

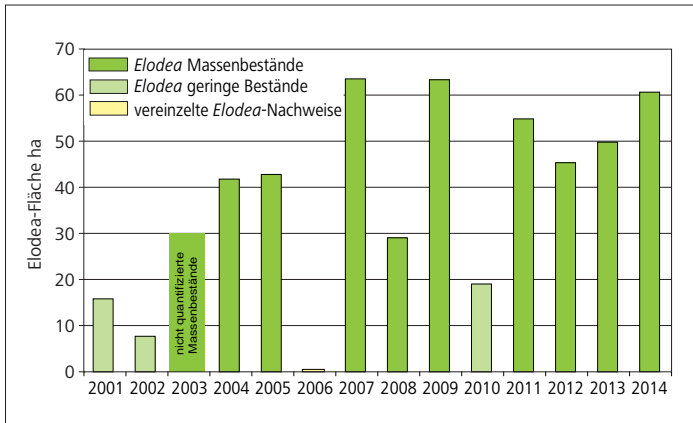


Bild 4.30: Bestandsflächen von *Elodea nuttallii* im Kemnader See in den Jahren 2001 bis 2014 (Daten auf Basis von Satelliten- und Luftbildauswertungen sowie Vor-Ort-Kartierung, 2008, 2012 und 2014 Bestände durch Mahd reduziert)

Fig. 4.30: Vegetation cover of *Elodea nuttallii* in Lake Kemnade from 2001 to 2014 (data based on satellite and aerial view pictures as well as field mapping, occurrence reduced in 2008, 2012 and 2014 through mowing)

Monaten kontinuierlich zurückgegangen ist und im Jahr 2014 mit einem Mittelwert von 2,53 FNU den geringsten Wert seit Beginn des ersten Auftretens einer Makrophytendominanz in der Vegetationsperiode im Jahr 2001 zeigt. Erklärbar wird dies durch das Fehlen der Frühjahrshochwässer, die durch Remobilisierung der Feinsedimente erhöhte Trübungswerte hervorgerufen würden. Deutlich relevanter als Ursache für den Rückgang der Trübung sind jedoch die immer geringer werdenden Phytoplanktondichten, was 2014 zu den geringsten Chlorophyll-a Gehalten seit Beginn der Aufzeichnung führte (Bild 4.18). Da dieses Phänomen der immer geringer werdenden Trübung mit immer geringeren Phytoplanktondichten bereits im Frühjahr zu Beginn der Vegetationsperiode auftritt, kann ein direkter Einfluss der zu diesem Zeitpunkt noch sehr niederwüchsigen *Elodea*-Pflanzen oder sonstiger Makrophytenarten durch Beschattung der Wassersäule ausgeschlossen werden. Auch die Freisetzung allelopathischer Substanzen, mit denen verschiedene Wasserpflanzenarten das Aufkommen von

Tabelle 4.4: Vergleich der Makrophytenbestandsflächen [ha] in den oberen vier Ruhrstauseen in den Jahren 2009 bis 2014

Table 4.4: Vegetation cover [ha] in the upper four impounded lakes of the River Ruhr in the time period 2009 to 2014.

	Makrophyten-Flächen [ha]			
	Hengsteysee	Harkortsee	Kemnader See	Baldeneysee
2009	136	137	63,2	66,9
2010	22	n.b.	19	5
2011	58,4	50,2	55	9,3
2012	29	56,4	45,2	3,6
2013	45	54,2	49,6	13,1
2014	34,2	73,3	60,4	28,6

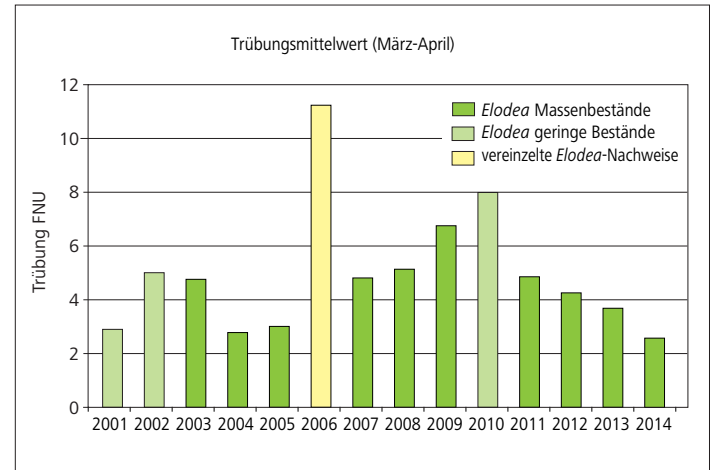


Bild 4.31: Trübungsmittelwerte des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2014 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestands-situation.

Fig. 4.31: Mean turbidity in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2014 in relation to *Elodea* abundance.

Phytoplankton und Aufwuchsalgen unterdrücken können [4.14, 4.15], kann bei den in den Monaten März und April noch vereinzelt stehenden kleinen Pflanzen keinen nennenswerten Einfluss auf die Phytoplanktondichte haben.

Ein fortschreitender Rückgang der Nährstoffkonzentrationen kann als Ursache für die ungewöhnlich geringe Phytoplanktondichte im Jahr 2014 ebenfalls ausgeschlossen werden. Aus Bild 4.32 wird deutlich, dass der Gesamt-Phosphat-Phosphor-Gehalt in den letzten 10 Jahren in den Frühjahrsmonaten weitgehend stabil im Bereich zwischen ungefähr 0,06 und 0,08 mg/l liegt, ohne dass eine generelle Tendenz zu erkennen ist.

Anders zeigt sich in der Vegetationsperiode die Situation für den partikulären Phosphat-Phosphor-Gehalt, der zu der Zeit vor allem in Algenzellen gespeichert ist. Der partikuläre Phosphat-Phosphor nahm von 2011 bis 2014 von 0,058 auf nur noch 0,026 mg/l P kontinuierlich um mehr als die Hälfte ab. Auffällig war die Situation im Jahr 2014, da hier erstmals seit 2001 der Gehalt an pflanzenverfügbarem gelöstem ortho-Phosphat-Phosphor höher war als der des partikulären Phosphat-Phosphors. Dies belegt, dass die geringen Phytoplanktondichten nicht auf Nährstoffmangel zurückzuführen sind. Im Gegenteil war im Jahr 2014 erstmals die Situation gegeben, dass zwar das Angebot an ortho-Phosphat-Phosphor

[4.13] Ruhrverband: Hydroakustische Erfassung von Wasserpflanzenbeständen im Kemnader See. Ruhrgütebericht 2013, S. 113 – 119.

[4.14] Hilt, S.; Groß, E.M.: Can allelopathically active submerged macrophytes stabilize clear-water states in shallow lakes? *Basic and Applied Ecology* 2008, 9, S. 422 – 432.

[4.15] Erhard, D.; Groß, E.M.: Allelopathic activity of *Elodea canadensis* and *Elodea nuttallii* against epiphytes and phytoplankton. *Aquatic Botany* 2006, 85, S. 203 – 211.

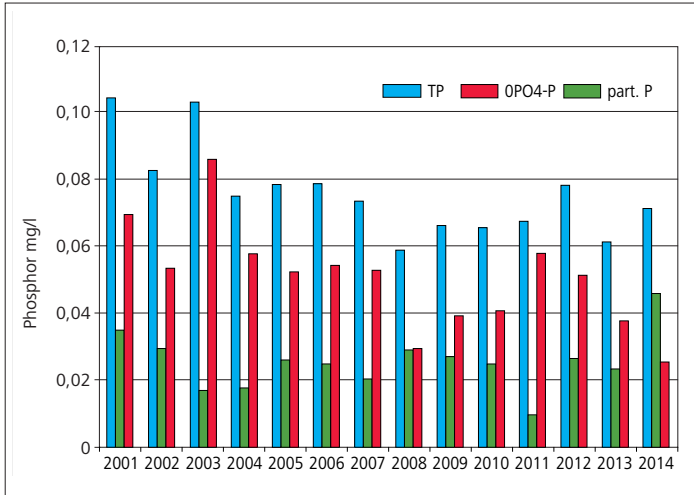


Bild 4.32: Mittelwerte der drei Phosphor-Fractionen ortho-Phosphat-Phosphor, partikulärer Phosphat-Phosphor und Gesamt-Phosphor in Essen-Rellinghausen in den Monaten März und April der Jahre 2001 bis 2014

Fig. 4.32: Mean concentrations of ortho-phosphate-phosphorous, particulate phosphate-phosphorous, and total phosphorous in March and April in Essen-Rellinghausen from 2001 to 2014

eine höhere Phytoplanktonbiomasse und damit höhere Konzentrationen an partikulären Phosphat-Phosphor ermöglicht hätte, dieses jedoch nicht für eine vergleichbare Primärproduktion wie in den Vorjahren genutzt wurde. Erklärbar ist dies nur durch verstärktes Grazing des Phytoplanktons, wobei das Zooplankton als ursächlicher Primärkonsument auf Grund seiner ebenfalls nur sehr geringen Dichten (siehe oben) hierfür nicht in Frage kommt. Daher liegt die Vermutung nahe, dass Körbchenmuscheln der Gattung *Corbicula* als weitere relevante Phytoplankton-filtrierende Organismengruppe für den Rückgang der Algendichten verantwortlich waren. Durch deren Fraßleistung fehlten planktische Algen, die den daher im Frühjahr in leicht erhöhten Konzentrationen nachgewiesenen ortho-Phosphat-Phosphor für ihr Wachstum hätten nutzen können. Auffällig ist dabei, dass gerade Algengruppen mit fädiger Wuchsform, wie z.B. das Cyanobakterium *Planktothrix* sowie die sehr kleinen μ -Algen, die beide von *Corbicula* nicht als Nahrung genutzt werden können, im Jahr 2014 in ihren Zellzahlen das Phytoplankton dominierten (siehe oben). Dieser selektive Fraßdruck der Körbchenmuscheln auf das Phytoplankton schaffte für die Makrophyten ein besseres Lichtklima, so dass bereits im Frühjahr mehr Licht bis zum Gewässergrund fiel und damit einen frühen Start des Pflanzenwachstums ermöglichte. Die ungewöhnlich geringen Phytoplanktondichten im Jahr 2014 sind damit ein Grund dafür, dass die Makrophytenbestände wieder ausgedehnte Bereiche der Ruhrstauseen bewachsen konnten.

Aber auch die sonstigen abiotischen Bedingungen im Frühjahr 2014 waren für das Wachstum der Makrophyten, und hier vor allem für *Elodea nuttallii*, förderlich. Mit einem maximalen Abfluss von $57,1 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Hattingen in den Monaten März und April wurden die zweitgeringsten Abflüsse zu Beginn der Vegetationsperiode seit 2001 dokumentiert (Bild 4.33). Bei solch

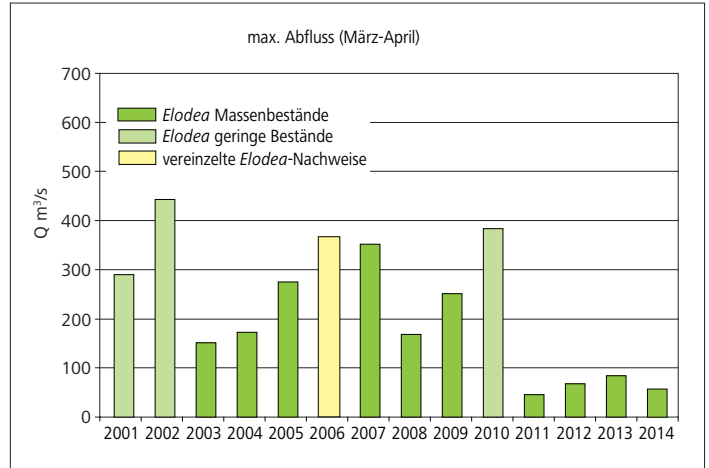


Bild 4.33: Maximaler Abfluss (Tagesmittelwerte) im Zeitraum März bis April am Pegel Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2014 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation

Fig. 4.33: Maximum discharge (daily means) in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2014 in relation to Elodea abundance

geringen Abflüssen kommt es nicht zu großflächigen Sedimentumlagerungen, durch die die jungen *Elodea*-Pflanzen überschattet und in ihrem Wachstumsstart gebremst würden. Damit konnten 2014 bereits früh im Frühjahr aus den Restbeständen der Makrophyten des Vorjahrs durch Wiederaustreiben schnell ausgedehnte Bestände gebildet werden.

Während das Frühjahr des Jahres 2013 mit in Summe $482,9$ Tagesgraden der Wassertemperatur ungewöhnlich kalt war, wurde im Jahr 2014 mit in Summe $707,7$ °C nach 2011 die zweithöchste Tagesgradsumme im Betrachtungszeitraum gemessen (Bild 4.34). Da Stoffwechselprozesse mit zunehmender Temperatur entsprechend schneller verlaufen, sind nicht nur die fehlenden Hochwässer und die geringe Trübung, sondern auch die ungewöhnlich warme Wassertemperatur Ursache für das besonders schnelle Wachstum von *Elodea nuttallii* und der anderen Makrophyten bereits zum Anfang der Vegetationsperiode.

Die bivariate Analyse, die den maximalen Abfluss in den Monaten März und April zu der Summe der Wassertemperatur-Tagesgrade bzw. zur Trübung in Relation setzt, erklärt den vor Ort und über Luftbildauswertung dokumentierten Makrophyten-dominierten Zustand für das Jahr 2014 (Bilder 4.35, 4.36).

Die Ergebnisse der aktuellen bivariaten Analyse unterstützen zudem die Schwellenwerte für den Wechsel von Phytoplankton-Dominanz zu Makrophyten-Dominanz: bei einem Quotient kleiner $0,55 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{°C})$ wirken sich die hydraulischen Bedingungen und die Wassertemperaturen in ihrer synergistischen Wirkung in der anfänglichen Wachstumsphase günstig für die Bildung dichter ausgedehnter Wasserpflanzenbestände aus, so dass sich ein Makrophyten-dominiertes Zustand einstellen kann [4.11]. Zudem sind

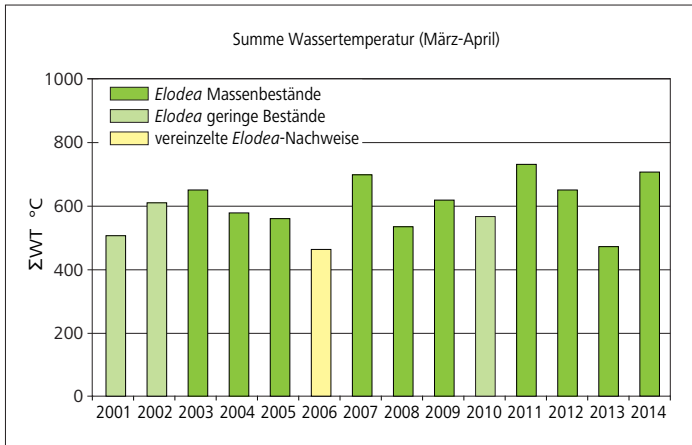


Bild 4.34: Summe der Tageswassermitteltemperaturen des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2014 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.

Fig. 4.34: Sum of daily mean water temperatures during March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2014 in relation to Elodea abundance.

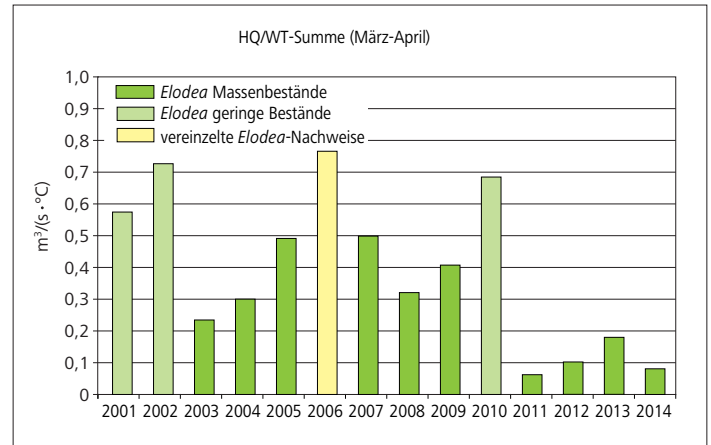


Bild 4.35: Verhältnis des maximalen Tagesabflusses zu der Summe der Tagesmittelwassermitteltemperaturen des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2014 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation.

Fig. 4.35: 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 2014 in relation to Elodea abundance

bei einem Produkt kleiner $2.000 \text{ FNU} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ die Lichtbedingungen und Abflusssituationen für *Elodea nuttallii* und die anderen Wasserpflanzenarten ebenfalls sehr günstig und fördern damit die Bildung ausgedehnter Makrophytenmassenbestände im Laufe des Sommers. Für das Jahr 2014 war an Hand der relevanten abiotischen Frühjahrsbedingungen mit einem Quotienten von $0,08 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot ^\circ\text{C})$ und einem Produkt von $144 \text{ FNU} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ bereits frühzeitig eine Entwicklung in Richtung einer Makrophyten-Dominanz zu prognostizieren.

Diese Prognose bestätigte sich, als bereits Ende Mai, so früh wie in keinem Jahr zuvor, die ersten ausgedehnten *Elodea*-Bestände im Kemnader See die Wasseroberfläche erreichten. Um trotz der sich abzeichnenden starken Makrophytenentwicklung eine gewisse Wassersportnutzung im Kemnader See aufrechterhalten zu können, wurde in der Zeit vom 16. Juli bis 5. September 2014 das Mähboot zur Reduzierung der verkrauteten Flächen v.a. entlang des rechten Uferbereichs mit den dortigen Anlegern und Liegeplätzen eingesetzt. Insgesamt wurden in dieser Zeit 986 m^3 Pflanzenmaterial gemäht, entnommen und entsorgt.

Auch in den beiden oberen Ruhrstauseen Hengstey- und Harkortsee bildeten sich ausdehnte Pflanzenbestände. Da hier nicht in größerem Maßstab gemäht werden konnte, wurden die Pflanzenmassen nicht nur durch erhebliche Einschränkung der Wassersportnutzung, sondern auch als Treibgutmenge bei ihrem herbstlichen Abtreiben auffällig. Bild 4.37 zeigt den mittleren Treibgutanteil an der Rechenanlage des Wehrs am Hengsteysee der letzten acht Jahre und die Sondersituation im Jahr 2014. Durch das Fehlen eines Hochwassers im Winter 2013/2014 wurden die *Elodea*-Bestände nicht, wie in den Jahren zuvor, bereits zum Ende der Vegetationsperiode zum größten Teil abgerissen

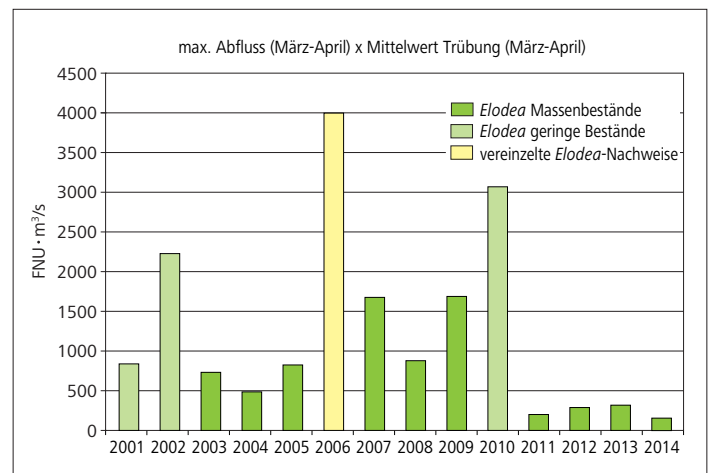


Bild 4.36: Produkt aus maximalem Abfluss und dem Mittelwert der Trübung des Zeitraums März bis April an der Messstation Hattingen (= unterhalb Kemnader See) in den Jahren 2001 bis 2014 mit Zuordnung zu der entsprechenden Elodea-Bestandssituation

Fig. 4.36: Product of the maximum discharge and mean turbidity in March and April at Hattingen gauging station (downstream of Lake Kemnade) from 2001 to 2014 in relation to Elodea abundance

und ausgespült. Das zunehmende Brüchigwerden der Pflanzen bei nur geringen Schwankungen im Abfluss der Ruhr führte dazu, dass Pflanzenfragmente fast kontinuierlich über den gesamten Winter 2013/2014 abtrieben. Deutlich zeigt sich dies am Beispiel des Hengsteysees in Bild 4.37 für die Monate Januar und Februar, in denen das kontinuierliche Abtreiben der Pflanzen zum stärksten Frühjahrstreibgutanteil der letzten acht Jahre führte. An den Rechenanlagen am Wehr Hengsteysee, Wehr Stiftsmühle und am Wehr Harkortsee wurden in der Zeit 2.568 m^3 Treibgut entnom-

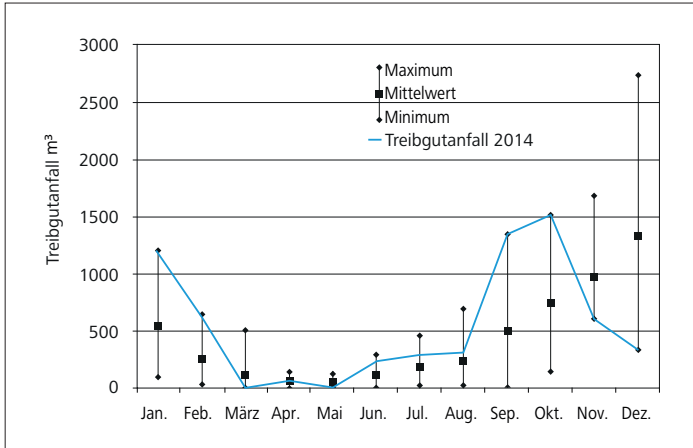


Bild 4.37: Mittelwert des monatlichen Treibgut anfalls [m³] mit Minimum- und Maximum-Werten an der Rechenanlage des Wasserkraftwerks am Hengsteysee im Zeitraum 2007 bis 2014, sowie der zeitliche Verlauf der Treibgutmengen für das Jahr 2014
 Fig. 4.37: Minimum, maximum, and mean amount of floating debris [m³] per month at the screening unit of the Hengsteysee hydropower plant from 2007 to 2014 and this amount in 2014.

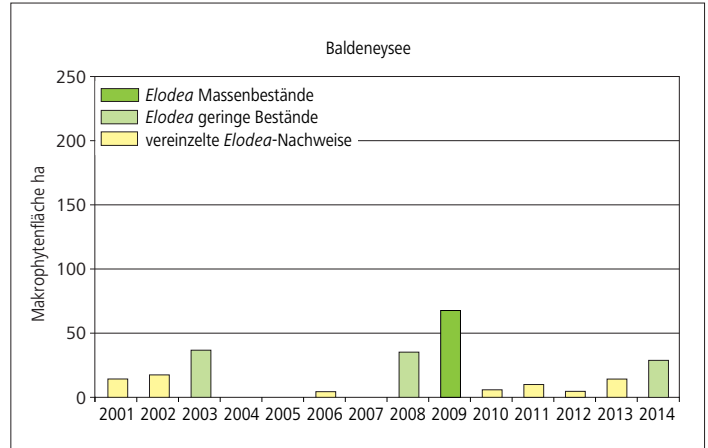


Bild 4.38: Makrophytenflächen im Baldeneysee in den Jahren 2000 bis 2014 (Daten auf Basis von Satelliten- und Luftbildauswertungen sowie Vor-Ort-Kartierung)
 Fig. 4.38: Macrophyte cover in Lake Baldeneysee from 2000 to 2014 (data based on satellite and aerial view pictures as well as field mapping)

men, deren Entsorgung Kosten von 15.225 € verursachten. Das durch die wachstumsfördernden Umweltbedingungen begünstigte Makrophytenwachstum verursachte zudem, dass auch mit dem Beginn des Brüchigwerdens und Abtreibens im Herbst 2014 durch die große Bestandsbiomasse auch der Austrag absterbender Pflanzenteile erhöht war und zu dem bis jetzt dokumentierten stärksten Treibgut anfall der Monate September und Oktober führte. Auf Grund von Wartungsarbeiten an der Wehranlage am Hengsteysee war in den Monaten November und Dezember 2014 die dortige Wasserkraftanlage zeitweise außer Betrieb, so dass abtreibende *Elodea*-Massen nicht an den Rechenanlagen

entnommen und quantifiziert werden konnten. Daher weisen diese beiden Monate in Bild 4.37 eine unterdurchschnittliche Menge an Treibgut auf.

An den Kraftwerksstandorten von Harkortsee, Hengsteysee und Stiftsmühle wurden zu Beginn des Jahres 2014 2.568 m³, von August bis Dezember 10.016 m³ Wasserpflanzenmaterial entnommen. Die Kosten für Entnahme und Entsorgung beliefen sich auf in Summe 77.608 €. Des Weiteren musste im Frühjahr das abgelagerte *Elodea*-Material aus dem Vorjahr von der Kompostierungsanlage abtransportiert und extern entsorgt werden. Diese

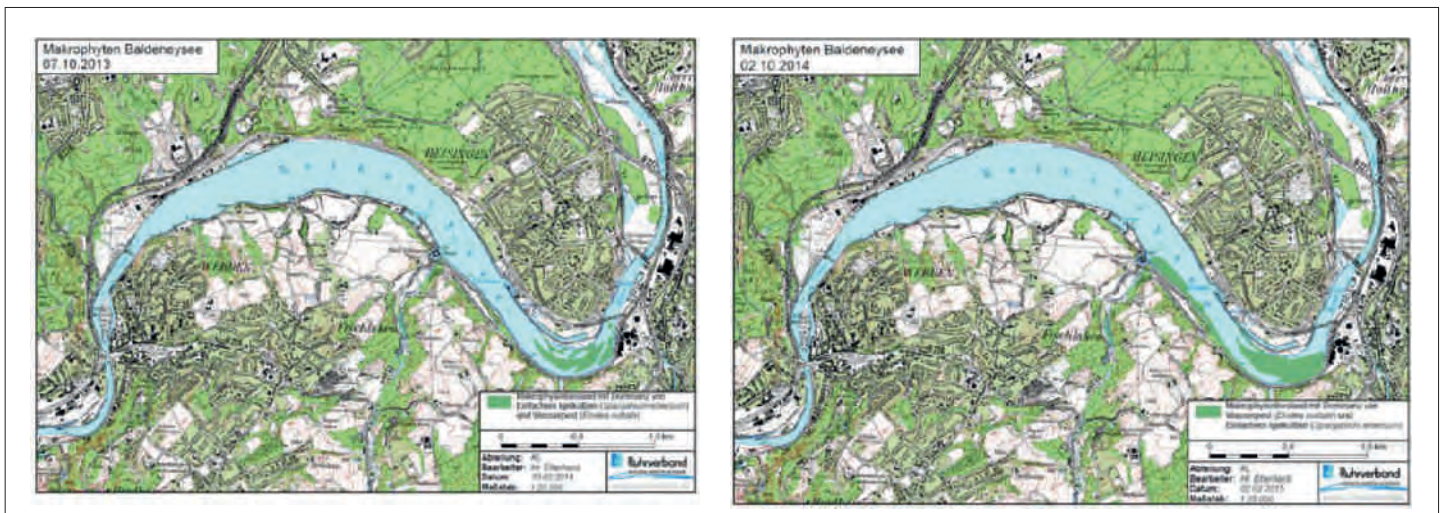


Bild 4.39: Makrophytenflächen im Baldeneysee (Auswertung auf Basis der Überfliegungen am 7. Oktober 2013 und 2. Oktober 2014). Gut erkennbar ist die fortschreitende Ausdehnung der Makrophytenflächen seeabwärts bis in den mittleren Bereich des Baldeneysees.
 Fig. 4.39: Macrophyte cover in Lake Baldeney (maps basing on aerial view pictures taken on October 7th, 2013 and October 2nd, 2014). Macrophytes are progressively extending their cover range river downwards.

Maßnahme wurde erforderlich, da sich *Elodea* schlecht kompostieren lässt bzw. dazu eine aufwendige Aufbereitungstechnik (vgl. [4.5]) erforderlich ist. Die Kosten dafür beliefen sich auf 42.329 €. Damit ergaben sich für das Jahr 2014 Gesamtkosten in Höhe von knapp 120.000 € allein für die Entsorgung von *Elodea*-Treibgut im Betriebsbereich der beiden oberen Stauseen.

Baldeneysee

Während die oberen drei Ruhrstauseen Hengsteysee, Harkortsee und Kernader See seit dem Jahr 2000 nur noch selten vom Phytoplankton dominiert, sondern in den letzten Jahren zumeist von *Elodea nuttallii* und in geringerem Maße auch von anderen Makrophytenarten bewachsen wurden, stellte sich die Situation im Baldeneysee anders dar. Hier herrschte in den letzten Jahren fast immer ein Phytoplankton-dominiertes Zustand (Bild 4.38). Nur im Jahr 2009 hatten sich im Bereich der Regattastrecke ausgedehnte *Elodea*-Bestände gebildet, so dass eine partielle Mahd zur Aufrechterhaltung der Wassersportnutzung notwendig wurde.

Bild 4.38 zeigt die mit Makrophyten bewachsenen Flächen im Baldeneysee der letzten 14 Jahre. Deutlich wird, dass eine solche Wuchsdichte wie 2009 bis heute nicht wieder aufgetreten ist. Jedoch erfolgt in den letzten drei Jahren eine zunehmende Ausdehnung der Makrophytenflächen. Betroffen hiervon ist vor allem der obere Abschnitt des Baldeneysees im Bereich des Stauseebogens auf Höhe des Vogelschutzgebiets. Im Jahr 2013 war dieser Bereich zum ersten Mal über den gesamten Querschnitt mit Makrophyten bewachsen [4.12]. Im Jahr 2014 verdichteten sich diese Bestände und dehnten sich weiter seeabwärts aus (Bild 4.39). Zudem konnten im Jahr 2014 fast entlang der gesamten Uferlinie Wasserpflanzen, wenn auch in geringer Dichte und Ausdehnung, nachgewiesen werden. Trotz deutlichem Rückgang von Phyto- und Zooplanktondichten und Ausdehnung der Makrophytenbestände war der Baldeneysee jedoch auch im Jahr 2014 immer noch als weitgehend Phytoplankton-dominiert einzustufen, da die Wasserpflanzen mit 11 % nur einen vergleichsweise geringen Anteil der Seefläche einnahmen. Die Absenkung des Wasserspiegels des Baldeneysees vom 24. November bis 14. Dezember 2014 um 75 cm lag bereits außerhalb der Vegetationsperiode und hatte für die Verbreitung der Makrophyten nach Wiedereinstau keine erkennbaren Auswirkungen.

Anders als in den drei oberen Stauseen ist im Baldeneysee die Veränderung in den Dominanzen der Makrophytenarten bereits weiter fortgeschritten. Die oberen drei Ruhrstauseen sind weiterhin durch *Elodea nuttallii* dominiert, wenn auch zunehmend andere Arten, v.a. der Einfache Igelkolben (*Sparganium emersum*), sich weiter ausdehnen. Im Baldeneysee hingegen war im Jahr 2014 *Sparganium emersum* im Stauseebogen die dominierende Wasserpflanzenart, durchsetzt vor allem mit Ährigem Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*) und *Elodea nuttallii*. Die Ursachen für diesen Aspektwechsel können vielfältig sein. So kann der Rückgang der Trübung (siehe oben) das verstärkte Wachstum von in der Raumkonkurrenz stärkeren Wasserpflanzenarten, die jedoch im Vergleich zu *Elodea nuttallii* höhere Anforderungen an die Durchlichtung des Wasserkörpers stellen, begünstigen. Möglicher-

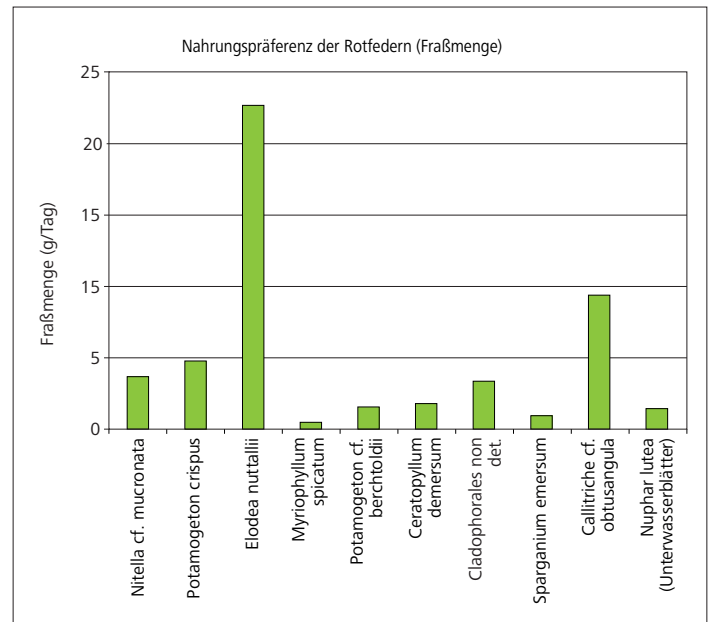


Abb. 4.40: Nahrungspräferenz (als aufgenommene Biomasse [g/Tag]) von Rotfedern (*Scardinius erythrophthalmus*) bei gleichzeitig als Nahrung angebotenen Wasserpflanzenarten (aus: [4.5])

Fig. 4.40: Food preference (consumed biomass [g/d]) in rudds (*Scardinius erythrophthalmus*), when offering a mixture of different aquatic macrophyte species (from: [4.5])

weise wird jedoch dieser Wechsel in den Dominanzverhältnissen auch durch den Besatz mit Rotfedern begünstigt. Rotfedern präferieren *Elodea nuttallii* als Nahrungspflanze, meiden jedoch *Sparganium emersum* und *Myriophyllum spicatum* (Bild 4.40) wegen deren hartlaubigen Blättern und dem v.a. bei *Myriophyllum spicatum* hohen Gehalt an Oxalaten. Dieses Ergebnis des *Elodea*-Forschungsvorhabens des Ruhrverbands [4.5] wurde aktuell in einer groß angelegten Untersuchung in den USA bestätigt [4.16]. Der Fraßdruck der Rotfedern auf *Elodea* bei gleichzeitiger Meidung von Igelkolben und Tausendblatt als Nahrung kann damit ebenfalls eine Verschiebung in den Dominanzen der Makrophytenarten begünstigen.

Unter dem Aspekt der Wassersportnutzung ist jedoch dieser Wechsel in den Dominanzverhältnissen der Wasserpflanzenarten von nur geringer Bedeutung. Der obere Bereich des Baldeneysees wird v.a. von Kanufahrern und Ruderern genutzt. Für diese sind vor allem die langen bandförmig flutenden Blätter des Einfachen Igelkobens, die sich um die Ruderblätter wickeln, eine erhebliche Behinderung.

[4.16] Kapuscinski, K. L.; Farrell, J. M.; Stehman, S. V.; Boyer, G. L.; Fernando, D. D.; Teece, M. A.; Tschaplinski, T. J.: Selective herbivory by an invasive cyprinid, the rudd *Scardinius erythrophthalmus*. - *Freshwater Biology* 2014, 59 (11), S. 2315–2327

Zusammenfassung

Trotz günstiger abiotischer Bedingungen – gleichbleibend niedrige Abflüsse, leicht überdurchschnittliche Strahlungsintensität und warme Temperaturen – zeichnete sich das Jahr 2014 durch auffallend geringe Algenkonzentrationen in der unteren Ruhr aus. Da algivores (algenfressendes) Zooplankton stets eine vorangegangene Phytoplanktonentwicklung benötigt, führte dies zu keiner nennenswerten Zooplanktonentwicklung. Als Ursache werden das in den oberen Ruhrstauseen verstärkte Auftreten von Makrophyten mit ihrem konkurrierenden Nährstoff- und Lichtbedarf bzw. der zunehmende Einfluss von algenfressenden Muscheln diskutiert. Während der durch diese Entwicklung zu verzeichnende ausgeglichene Sauerstoffhaushalt als positiv für die gesamte Fauna angesehen werden kann, ist eine nachteilige Auswirkung auf die Fische – bedingt durch den Rückgang des Zooplanktons als Fischfutter – nicht auszuschließen.

Die Makrophytenentwicklung profitierte v.a. von der geringen Trübung des Wassers auf Grund der reduzierten Phytoplanktondichte, aber auch von den fehlenden Winter- und Frühjahrshochwässern und den zudem relativ warmen Wassertemperaturen im Frühjahr. Die oberen drei Ruhrstauseen wiesen daher im Jahr 2014, wie auch die letzten Jahre zuvor, eine Dominanz der Makrophyten bei der Primärproduktion auf. Das Abtreiben der Restbestände des Vorjahrs wie auch die abtreibenden Pflanzenbestände im Herbst führten im Jahr 2014 allein im Bereich der oberen beiden Ruhrstauseen zum höchsten Treibgutanteil seit sieben Jahren, was zusätzliche Beseitigungskosten von fast 120.000 € hervorrief.

Im Baldeneysee setzte sich im Jahr 2014 die bereits im Vorjahr beobachtete Ausdehnung der Makrophytenbestände vom Stauseebogen auf Höhe des Vogelschutzgebiets weiter seeabwärts fort. Auch der sich seit wenigen Jahren im Baldeneysee abzeichnende Wechsel der dominierenden Wasserpflanzenarten von *Elodea nuttallii* hin zum Einfachen Igelkolben (*Sparganium emersum*) setzte sich im Jahr 2014 weiter fort.

5 Talsperrenuntersuchungen – Sorpetalsperre

Der Ruhrverband besitzt und bewirtschaftet im Sauerland insgesamt acht Talsperren mit einem Gesamtstauinhalt von 463 Mio. m³. Diese 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 und Folgeschäden in einem deutlich 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.

Dem vor etwa 40 Jahren postulierten Ziel der Gewässergütekulturschaft, durch geeignete Maßnahmen auch im Einzugsgebiet von Talsperren die Ursachen der Eutrophierung zu begrenzen und zumindest mesotrophe oder, wenn es die Beckenmorphologie zulässt, oligotrophe Verhältnisse zu erhalten oder wieder herzustellen, ist der Ruhrverband inzwischen nahe gekommen. Erreicht wurde dieses Ziel u.a. durch die Modernisierung oder den Neubau von Kläranlagen und der Errichtung von Ringkanalisationen, um in vielen Fällen im direkten Einzugsgebiet von Talsperren anfallende Abwässer um diese herumzuleiten. Auch die Umsetzung der Phosphathöchstmengenverordnung und die zunehmende Niederschlagswasserbehandlung gehören dazu. Diese Bottom-up-Maßnahmen führten zu einer Minimierung des Nährstoffeintrags in die Talsperrensysteme. Als typische Top-down-Maßnahme ist die seit über 20 Jahren durchgeführte fischereiliche Bewirtschaftung unter ökologischen Gesichtspunkten an allen Talsperren zu nennen. Da Talsperren aufgrund ihrer wassermengenwirtschaftlichen Funktion der Abflussregulierung der unterliegenden Gewässer im Jahresverlauf erhebliche Wasserstandsschwankungen aufweisen, fehlt hier meist ein Makrophytengürtel (Litoral), wie er sich in Seen ausbilden kann. Dadurch wird die natürliche Reproduktion von Krautlaichern, wie z.B. dem Hecht, eingeschränkt. Mit gezielten Besatzmaßnahmen und Befischungen wird der Fraßdruck auf die planktischen Algen verstärkt, so dass das Auftreten von Eutrophierungserscheinungen, wie Algenmassenentwicklungen oder hypolimnische Sauerstoffdefizite, erheblich minimiert werden konnte.

Talsperren werden nicht als Seen klassifiziert, sondern es handelt sich bei diesen vielmehr um durch Aufstau von Fließgewässern geschaffene Wasserspeicher, die entsprechend den jeweiligen Nutzungsanforderungen betrieben werden. Die unterschiedlichen Nutzungen und Aufgaben stellen einen hohen Anspruch an den Erhalt und Betrieb der verschiedenen Talsperren dar. Dazu gehören Maßnahmen zur Gewährleistung der Standsicherung, zur Ufersicherung, zur Betriebssicherheit, zur Erfüllung der Verkehrssicherungspflichten und zur Pflege der Randwege. Darüber hinaus

kommt den limnologischen Untersuchungen des Wasserkörpers sowie der Zuflüsse und des Auslaufs eine besondere Bedeutung zu. Diese blicken auf eine nunmehr fast 45-jährige Geschichte zurück, in der das ihnen zu Grunde liegende Konzept regelmäßig einer Kosten-/Nutzen-Analyse unterzogen wurde. Der heutige Aufwand, mit dem die acht Talsperren des Ruhrverbands untersucht werden, beträgt nur noch etwa 60 % des Aufwands von vor 15 Jahren.

Die Haupt- und Vorbecken der Ruhrverbandstalsperren werden im Winter zweimal an der Oberfläche und in der Vegetationsperiode siebenmal an der Oberfläche oder in mehreren Tiefen an ausgewählten Stellen physikalisch-chemisch und biologisch untersucht. Der jahreszeitlichen Veränderung der limnischen Gegebenheiten im Staukörper, die sowohl im Längs- als auch im Tiefenprofil in physikalischen (Temperaturschichtung) und biologischen (Planktonentwicklung) Einflüssen begründet liegen, wird durch die Wahl der Probenahmestellen und die Festlegung der jeweiligen Probenahmetiefen vor Ort durch Onlinemessverfahren bei jeder Untersuchung Rechnung getragen. Darüber hinaus werden die Nährstoffeinträge über die Zuflüsse und durch den auf die Talsperre fallenden Niederschlag bestimmt. Die Ergebnisse dieser limnologischen Untersuchungen dienen sowohl einer adäquaten fischereilichen Bewirtschaftung, dem frühzeitigen Handeln bei Gefährdungen des Ökosystems oder der Gewässernutzungen als auch der Überwachung und Bewertung entsprechend den Vorgaben der EG-WRRL bzw. des Landes NRW.

Die Bestimmung des Trophiegrads, der aussagekräftigsten Bewertung für stehende Gewässer, erfolgt auf der Grundlage des LAWA-Abschlussberichts 2013 [5.1] mit den Anpassungen zur „Vorläufigen Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren“ [5.2]. Dazu werden jährlich Berechnungen des Gesamttrophieindex sowie der Einzelindizes für den Chlorophyll-a-Gehalt (Saisonmittel), die Phosphorkonzentration (Volldurchmischung, Saisonmittel) und die Sichttiefe (Saisonmittel) durchgeführt. Bild 5.1 zeigt die Entwicklung der Trophie in den Ruhrverbandstalsperren für den Zeitraum der letzten 30 Jahre. Während sich die Trophie der Henne-, Möhne- und Biggetalsperre im mittleren mesotrophen Bereich zu stabilisieren scheint, ist in der Sorpetalsperre ein andauernder, allerdings nur noch geringfügiger Trend in Richtung Oligotrophie zu erkennen. In einem ähnlichen Zustand befindet sich auch die Listertalsperre, die jedoch hinsichtlich ihrer Nährstoffentwicklung eine andere Geschichte aufweist als die Sorpetalsperre. So gehörte die Listertalsperre schon in den 1980er Jahren zu den nährstoffärmeren und wenig produktiven Talsperren des Ruhrverbands, während die Sorpetalsperre in der Vergangenheit hocheutrophe Verhältnisse, auch mit regelmäßig auftretenden Algenmassenentwicklungen, aufwies. Die Ennepetalsperre ist im unteren Bereich der Mesotrophie einzuordnen. Zu den oligotrophen Talsperren gehören die Verse- und Fürwiggetalsperre, wobei letztere nach dem Wiedereinstau im Anschluss an einen zweijährigen Leerstand ähnlich wie Anfang der 1980er Jahre einen Zustand im oberen oligotrophen Bereich aufweist. Hier werden noch Jahre vergehen, bis in dieser Talsperre wieder ultraoligotrophe Verhältnisse vorhanden sind, wie diese sich vor dem Talsperrenabstau eingestellt hatten.

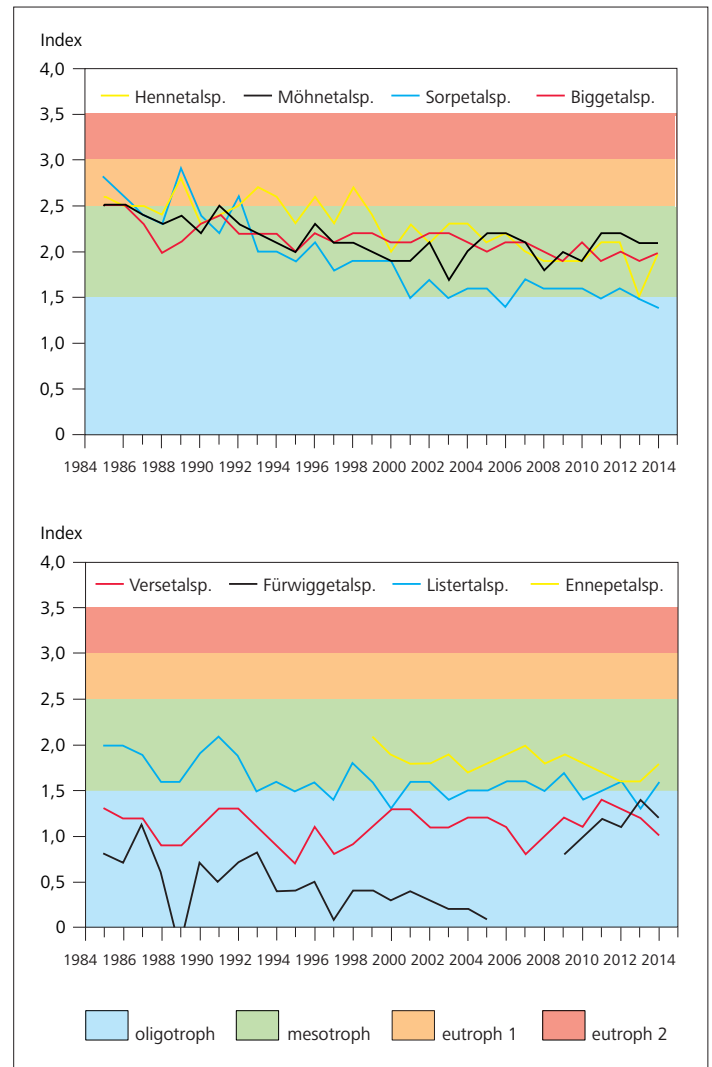


Bild 5.1: Entwicklung der Trophie in den letzten 30 Jahren in den Ruhrverbandstalsperren entsprechend der überarbeiteten Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren (LAWA 2013)
 Fig. 5.1: Development of the trophic status in the Ruhrverband's reservoirs during the last 30 years according to the revised directive for the trophic classification of reservoirs (LAWA 2013)

Nachdem im Vorjahr die Möhnetalsperre aufgrund kritischer Verhältnisse für die Fischfauna mit Sauerstoff begast werden musste, waren auch 2014 am 16. August einige tote Fische im Mauerbereich festzustellen. Dieses erschien ungewöhnlich, da sich in der Möhnetalsperre die zu dieser Jahreszeit üblichen Sauerstoffver-

[5.1] 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
 [5.2] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) 2001 (Hrsg.): Gewässerbewertung – stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren, Schwerin: Kulturbuch Verlag Berlin GmbH 2001. ISBN 3889612377

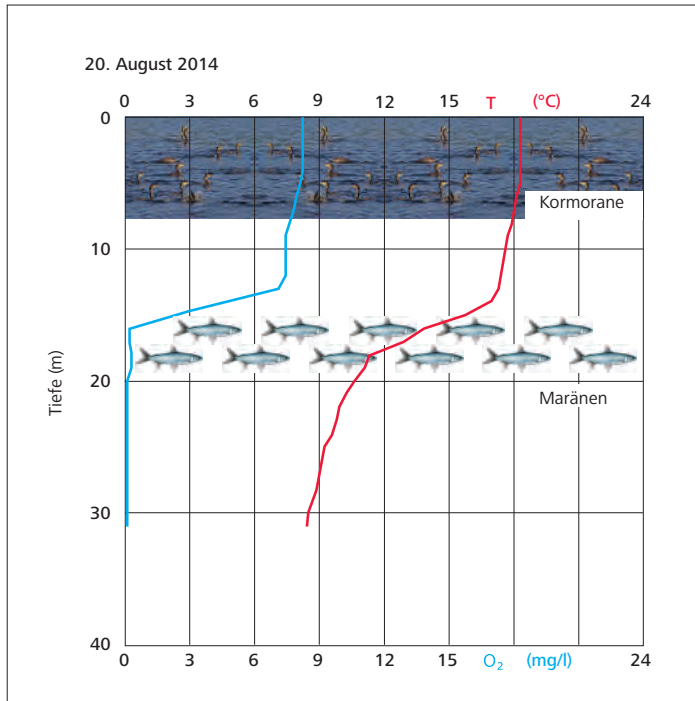


Bild 5.2: Temperatur- und Sauerstoffprofile an der Probenahmestelle „Möhnetalsperre vor Mauer“ mit schematischer Darstellung des Maränen-Horizonts im August 2014

Fig. 5.2: Temperature and oxygen profiles at the sampling point "Möhne Reservoir before the dam" indicating the cisco layer in August 2014

hältnisse eingestellt hatten. Im Gegensatz zum Vorjahr setzte die Sauerstoffzehrung jedoch wieder vom Grund aus ein und führte so im Hypolimnion zu einer nahezu gleichmäßigen Abnahme der O₂-Konzentrationen. Das sich 2013 gebildete metalimnische Sauerstoffminimum war 2014 mit einer Differenz von 0,1 mg/l O₂ nur leicht angedeutet zu erkennen (Bild 5.2).

In Zusammenarbeit des Kooperationslabors mit den Bereichen Fischwirtschaft/Fischökologie und Talsperrenbetrieb wurde eine Ursachenforschung betrieben, um dieses Phänomen zu erklären. Die im Staumauerbecken durchgeführten Echolotaufzeichnungen zeigten, dass sich die kälteliebenden Maränen in hoher Anzahl möglichst tief, also im kälteren Wasser, bei noch gerade tolerablen Sauerstoffkonzentrationen aufhielten. Diese betragen erstaunliche 0,5 mg/l O₂ oder zeitweise sogar noch weniger. Das sind Konzentrationswerte, die für viele andere Fischarten lebensbedrohlich wären. Zusammen mit den Temperatursprüngen, die durch den Tag-/Nachtrhythmus und die damit verbundenen Wechsel der Tiefenhorizonte verursacht werden, führte dies zu einem erheblichen Stress auch für diese Fischart. Diese Stresssituation führt üblicherweise jedoch zu keinem „Fischsterben“. Ausschlaggebend war, dass sich Kormorane, die auch an der Möhnetalsperre in großer Anzahl (ca. 200 Brutpaare) brüten, mit ihrem speziellen Jagdverhalten sehr gut an diese Situation angepasst haben. Vor allem am Morgen treiben diese Vögel, die bis zu 30 m tief tauchen können, im Verband die in etwa 16 bis 18 m Tiefe gedrängt stehenden

Maränen von unten Richtung Wasseroberfläche. Bei dem Weg zur Wasseroberfläche bekommen die Fische Probleme mit dem Gasaustausch bzw. dem Druckausgleich, so dass diese mit den gefüllten Schwimmblasen nicht mehr abtauchen können und an die Oberfläche auftreiben. Hier werden die Fische von den Kormoranen und den zahlreichen Möwen gefressen. Bei starkem Wind oder Wellengang – diese Verhältnisse waren in diesem Zeitraum vorhanden – werden einige Fische, werden ans Ufer getrieben und als „Fischsterben“ wahrgenommen. Ab dem 23. August 2014 waren keine toten Fische mehr in der Möhnetalsperre festzustellen.

Diese durch Kormorane verursachten Ereignisse werden schon seit mehreren Jahren im Spätsommer beobachtet, wenn sich durch die Sauerstoff-/Schichtungsverhältnisse eine gute Situation zur Bejagung der Kleinen Maräne einstellt. Dies zeigt, dass tote Fische in einer Talsperre nicht zwangsläufig auf mangelnde O₂-Konzentrationen oder sogar Giftstoffe zurückzuführen sind, sondern auch eine Verschiebung des Räuber-Beute-Zusammenspiels durch das massenhafte Auftreten eines Fischräubers, der in diesen Regionen ursprünglich nicht heimisch ist, die Ursache sein kann.

Die nachhaltig verbesserte Nährstoffsituation und die ökologisch orientierte Bewirtschaftung der Talsperren des Ruhrverbands spiegeln sich schon seit Jahren in attraktiven Gewässern mit einem ausgewogenen Nahrungsnetz wider. Der gute trophische Zustand ist die Grundlage dafür, dass sich eine vielfältige Freizeitnutzung, wie z.B. Segeln, Surfen, Baden und Angeln, an den Talsperren nicht nur etabliert hat, sondern diese sogar zum Teil noch erweitert wird. Inzwischen verlieren die Nährstoffverhältnisse in der Talsperre als gütebestimmendes Merkmal an Bedeutung. Vielmehr führen seit einiger Zeit meteorologische Bedingungen oder biologische Einflussgrößen zu (temporären) Beeinträchtigungen des Lebensraums „Talsperre“. Durch die guten ökologischen Verhältnisse der Gewässer ist allerdings die Fähigkeit der Selbstregulierung in den Ruhrverbandstalsperren stark ausgeprägt.

Sorpetalsperre

Die Sorpetalsperre wurde in den Jahren 1926 bis 1935 gebaut und hat als Überjahresspeicher vor allem die Aufgabe, die anderen Ruhrverbandstalsperren bei der Sicherung der Wasserversorgung zu ergänzen (Bild 5.3). Sie dient zudem auch der lokalen Trinkwasser- und Energiegewinnung. Um die jährliche Leistungsfähigkeit der Sorpetalsperre zu erhöhen, wird über ein Beileitungssystem Wasser aus benachbarten Einzugsgebieten in die Talsperre geleitet.

Mit einer maximalen Tiefe von 57 m ist die Sorpetalsperre die tiefste Talsperre des Ruhrverbands bei einem Gesamtstauraum von 70,0 Mio. m³ und einer Speicheroberfläche von 3,30 km². Die gesamte Wasserfläche der Sorpetalsperre ist für den Wassersport, wie Segeln, Surfen, Baden, Rudern und Tauchen, freigegeben. Während sich am Westufer sowie am Amecker Vorbecken zahlreiche Campingplätze und Ferienhaussiedlungen befinden, ist das Ostufer vorwiegend der stillen Erholung vorbehalten. Die Sorpetalsperre gilt als ein attraktives Fischgewässer mit jährlichen Fangenerträgen über 50 kg/ha.

Das oberirdische Einzugsgebiet (inkl. Beileitungen) beträgt etwa 100 km². Es wird zu fast einem Drittel landwirtschaftlich, meist als Grünland, und zu zwei Dritteln forstwirtschaftlich, hier überwiegend Nadelwald, genutzt. Durch die günstige Form des Hauptbeckens als tiefes U-Tal, bei dem der Produktionszone (trophogene Schicht) ein großes Volumen der tropholytischen Schicht gegenübersteht, werden im Tiefenwasser auch gegen Ende der Vegetations- bzw. Stagnationsperiode keine kritischen Sauerstoffverhältnisse erreicht. Die Lage der Probenahmestellen zusammen mit den jeweiligen Phosphor- und Chlorophyll-a-Konzentrationen zeigt Bild 5.4.

Im nunmehr dritten Jahr in Folge blieben die zugeflossenen Wassermengen unterdurchschnittlich (Bild 5.5). Vom Jahr 1985 bis zum Jahr 2011 lag der mittlere Zulauf zur Sorpetalsperre bei knapp 46 Mio. m³/a. In den Jahren 2012 bis 2014 betrug dieser nur noch mittlere 31 Mio. m³/a bei einem Maximum von



Bild 5.3: Luftaufnahme der Sorpetalsperre
Fig. 4.3: Aerial view picture of the Sorpe Reservoir

32,7 Mio. m³/a. Trotz des geringen Zulaufs und der Tatsache, dass die Sorpetalsperre ein Überjahresspeicher mit einer Aufenthaltszeit von ca. 1,5 Jahren ist, traten Wassermengenprobleme auch in diesen Jahren nicht auf.

Nachdem im Vorjahr aufgrund anhaltender Starkregenfälle im Winter der Phosphoreintrag über die Zuflüsse mit durchschnittlich 56 µg/l TP überproportional hoch war, waren im Abflussjahr 2014 mit 38 µg/l wieder die Verhältnisse der Jahre 2010 bis 2012 zu verzeichnen. Der Anstieg im Jahr zuvor war auch bei den Zulaufkonzentrationen von Gesamtstickstoff (TN) und dem Chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) zu erkennen, allerdings nicht so ausgeprägt wie beim Phosphor. Beim Phosphor spielte vor allem der überproportionale Eintrag der oberflächennahen Abschwemmungen aus landwirtschaftlich genutzten Flächen eine große Rolle, die nach dem sehr trockenen Herbst 2012 mit den mineralisierten Pflanzenresten einen hohen Phosphoranteil hatten. Im Vergleich zu früheren Jahren sind diese Anstiege allerdings zu relativieren. Vor der Außerbetriebnahme der Kläranlage Sundern-Amecke im Dezember 2005, deren hier angefallene Abwässer ab diesem Zeitpunkt zu der neuen Kläranlage Sundern unterhalb der Talsperre

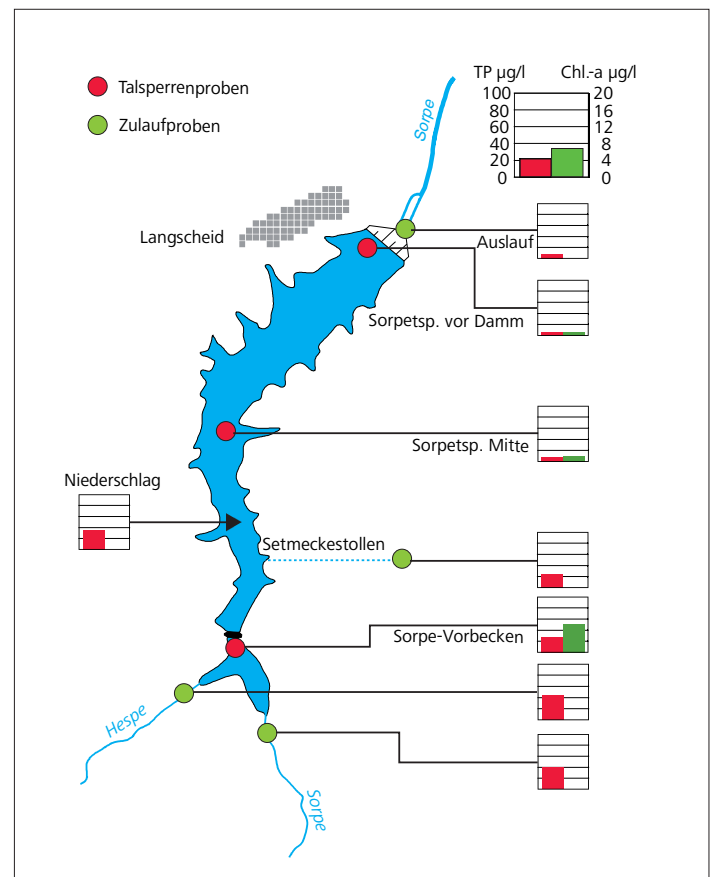


Bild 5.4: Probenahmestellen an der Sorpetalsperre und Gradienten der Phosphor- und Chlorophyll-a-Konzentrationen im Talsperrensystem 2014
Fig. 5.4: Sampling points at the Sorpe Reservoir and phosphorus and chlorophyll a concentrations in the reservoir system in 2014

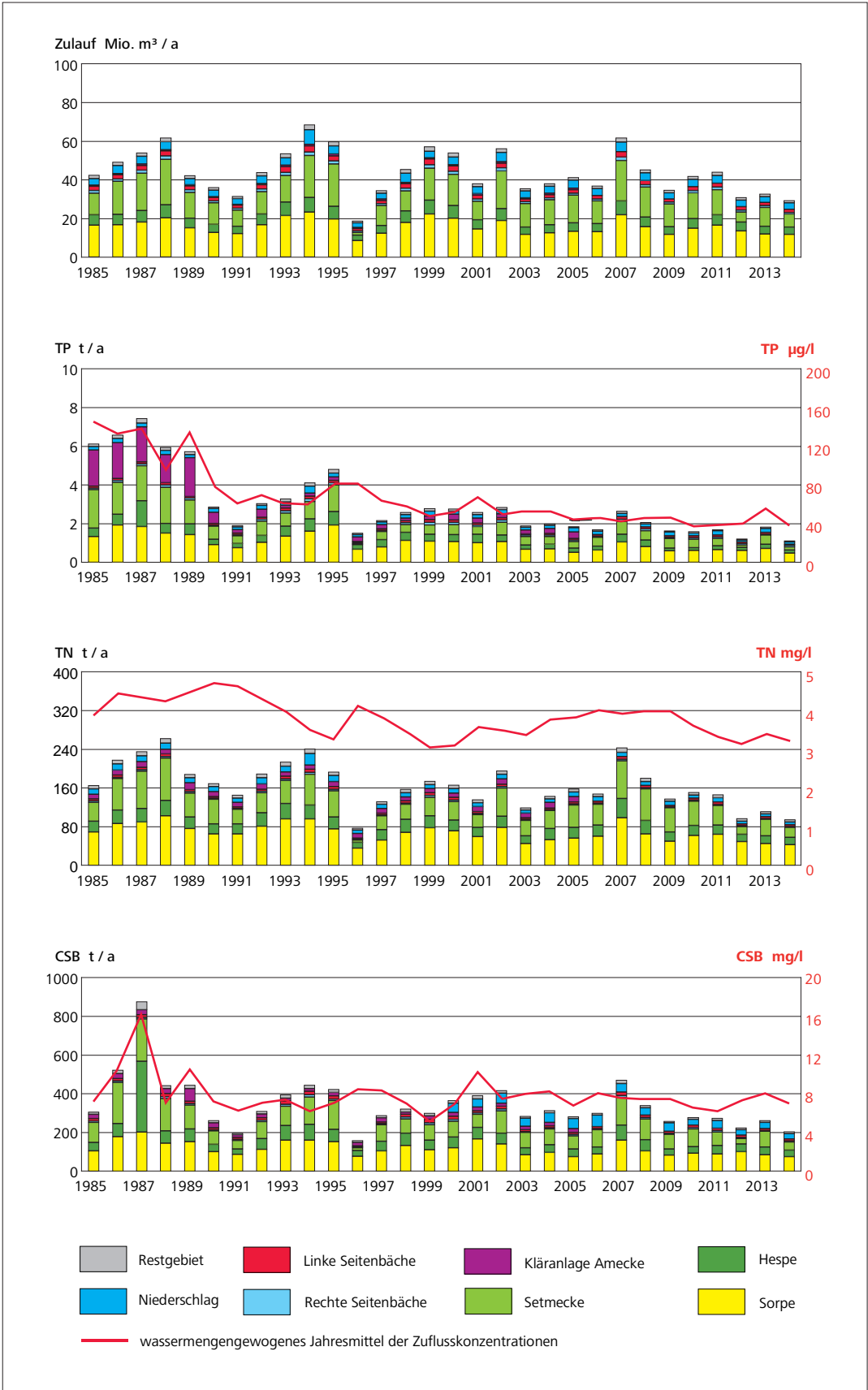


Bild 5.5: Zulauffrachten und wasser-mengengewichtete Jahresmittel aller untersuchten Zuflusskonzentrationen an der Sorpetalsperre in den letzten 30 Jahren

Fig. 5.5: Input loads and flow-weighted annual means of analysed inflow concentrations at the Sorpe Reservoir during the last 30 years



Bild 5.6: Waldschäden durch den Wintersturm „Kyrill“ an der Sorpetalsperre im Januar 2007
 Fig. 5.6: Damage caused to forests at the Sorpe Reservoir by the windstorm „Kyrill“ in January 2007

überführt werden, hatte allein der Phosphoreintrag aus dieser Kläranlage beispielsweise in den 1980er Jahren einen Anteil von 35 % an der Gesamtfracht. Dadurch befand sich die jährliche durchschnittliche Phosphorfracht auf einem ganz anderen, höheren Niveau.

Die Folgen des Wintersturms „Kyrill“ im Jahr 2007, der aufgrund geschädigter Waldflächen im Einzugsgebiet (Bild 5.6) zu erhöhten Stickstoffeinträgen führte, sind seit drei Jahren in der Talsperre nicht mehr erkennbar. Vielmehr sind die Konzentrationen in der Sorpetalsperre von 2,60 mg/l TIN (Gesamter anorganischer Stickstoff) im Jahr 2008, dem Maximum der letzten 20 Jahre, kontinuierlich auf inzwischen für das zu einem Drittel landwirtschaftlich genutzte Einzugsgebiet sehr niedrige 1,62 mg/l TIN zurückgegangen. Dieser Wert stellt gleichzeitig das Minimum seit Beginn der limnologischen Untersuchungen an der Sorpetalsperre dar.

Aufgrund des in diesem Jahr „üblichen“ geringen Eintrags von Phosphorverbindungen blieben die Konzentrationen in der Talsperre auf dem bekannten niedrigen Niveau. Sie erreichten sogar nunmehr das zweite Mal nach 2006 einen Durchschnittswert unter 10 µg/l TP. Dies spiegelt auch der durchschnittliche Chlorophyll-a-Gehalt, das Maß für die Primärproduktion, wider, der mit einem Jahresmittel von 1,6 µg/l für dieses Gewässer sehr niedrig war. Der Längsverlauf der Phosphor- und Chlorophyllkonzentrationen im Talsperrensystem in Bild 5.4 zeigt, wie in der tiefen Sorpetalsperre vom Vorbecken bis zum Auslauf der Wasserphase durch Bioproduktion und Sedimentation Phosphorverbindungen entzogen werden. Die Folge ist, dass der Reaktor „Talsperre“ über die Wassermengenerwirtschaftlichen Aufgaben hinaus auch eine wassergütererwirtschaftliche Funktion hat, in dem dieser Nähr- und Trübstoffe im Vor- und Hauptbecken zurückhält.

Die geringen Phosphoreinträge in das Talsperrensystem limitieren auch die Primärproduktion durch Planktonalgen seit etwa acht Jahren auf einem sehr niedrigen Niveau (Bild 5.7). Im dritten Jahr in Folge wird beim Phytoplankton sogar ein Gesamtbiovolumen von 1 mm³/l nicht mehr überschritten. Vor 30 bis 40 Jahren führten zeitweise Algenmassenentwicklungen zu durchschnittlichen Biovolumina von über 10 mm³/l. Heute spielen Blaualgen, die in den Zeiten einer guten Nährstoffversorgung sehr präsent waren, keine Rolle mehr. Auch die Grünalgen, die üblicherweise das Sommerplankton dominierten, tauchen nur noch vereinzelt auf. Hier ist inzwischen lediglich noch die kleine, kugelige Art *Chlorella vulgaris* zu nennen, die aber selbst in der Vegetationsperiode 2014 nur ein maximales Biovolumen von 0,01 mm³/l aufwies. Dominiert wurde das Phytoplankton in diesem Jahr von Algen der Gruppen Bacillariophyceae (Kieselalgen) und Cryptophyceae (Flagellaten), die jeweils etwas mehr als 30 % der gesamten Biomasse ausmachten. Hinzu kamen noch mit einem

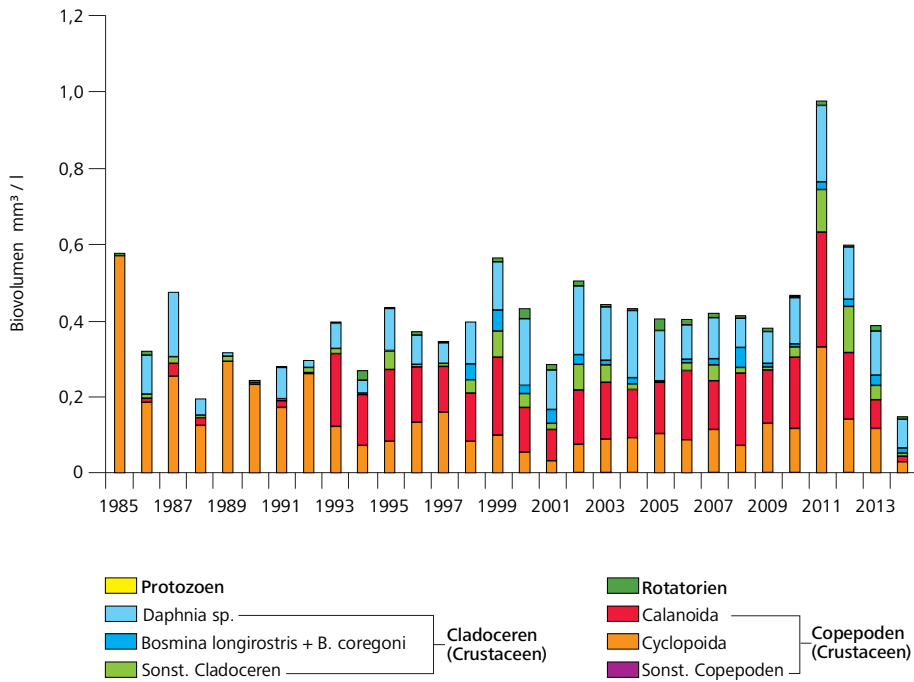
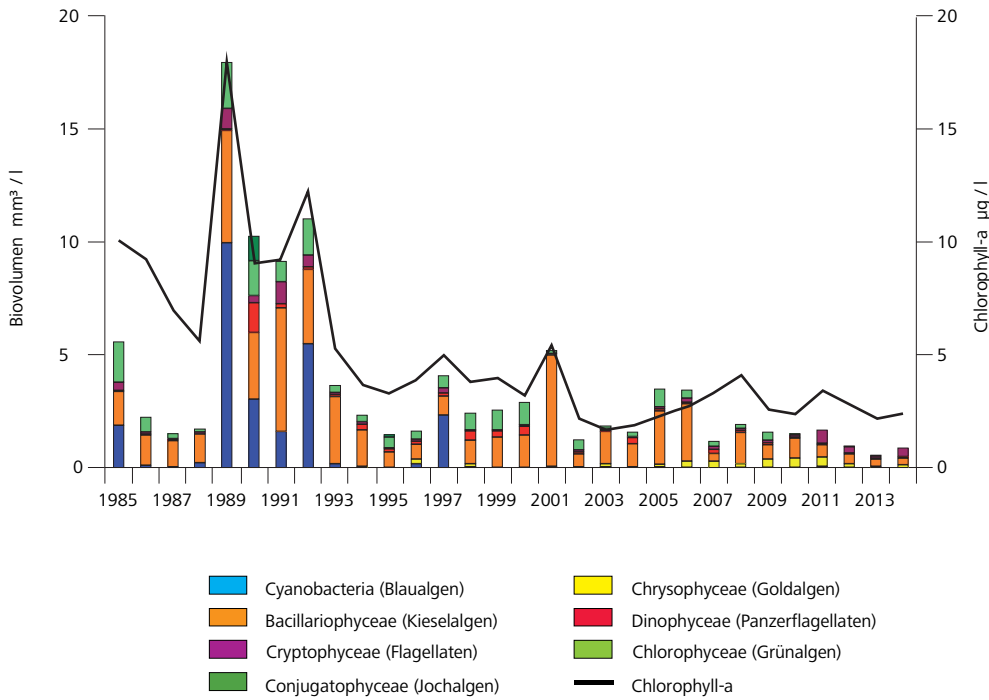


Bild 5.7: Phyto- und Zooplankton an der Probenahmestelle „Sorpe-talsperre vor Damm“ in den letzten 30 Jahren (Jahresmittel)

Fig. 5.7: Phytoplankton and zooplankton at the sampling point "Sorpe Reservoir before the dam" during the last 30 years (annual means)

insgesamt 25-%igen Anteil Vertreter der Gruppen Chrysophyceae (Goldalgen) und Dinophyceae (Panzerflagellaten) mit zum Teil großen Individuen, wie z.B. die Art *Ceratium hirundinella*. Die heutige Zusammensetzung des Phytoplanktons ist typisch für nährstoffarme Seen oder Talsperren, die ökologisch intakt sind. Eine auch in den Ruhrstauseen vorhandene Begleiterscheinung der Reoligotrophierung bzw. der besseren Durchsicht ist der zum Teil dichte Bewuchs mit der Wasserpest *Elodea nuttallii* im Stauwurzelbereich des Hauptbeckens. Hier ist vor allem der linke Uferbereich betroffen.

Aufgrund der geringen (planktischen) Primärproduktivität in der Sorpetalsperre hat die Nahrungsgrundlage für das Zooplankton in den letzten drei Jahren deutlich abgenommen. Im Jahr 2014 wurde für diese Primärkonsumenten mit einem Gesamtbiovolumen von 0,15 mm³/l nur noch die Hälfte des bisherigen Minimums erreicht. Vor allem die Copepoden, eine Gruppe der Kleinkrebse, waren im Zooplankton kaum noch vorhanden. Erfreulicherweise waren die großen Daphnien, die aufgrund ihrer Filtrationsleistung zu den wirksamsten Gegenspielern planktischer Algen gehören, noch mit einer nennenswerten Individuendichte präsent. Auch spielen diese Kleinkrebse eine wichtige Rolle im Ökosystem, da sie zooplanktivoren Fischen als Nahrungsgrundlage dienen und so über das Nahrungsnetz einen entsprechenden Fischbestand gewährleisten. Dieser wird schon seit mehreren Jahren durch eine gezielte fischereiliche Bewirtschaftung an die sich verändernden trophischen Verhältnisse (z.B. weniger, aber große Zooplankter, größere Durchsicht) entsprechend angepasst.

Der Gesamttrophieindex für die Sorpetalsperre bewegt sich schon seit mehr als einem Jahrzehnt im oberen Grenzbereich von Meso/Oligotrophie (Bild 5.8). Betrachtet man die Einzelindizes, fällt der seit 2001 relativ konstante Verlauf des Sichttiefenindex auf, der sich sicher im oligotrophen Bereich bewegt. In den beiden letzten Jahren kam erstmalig ein sehr niedriger Phosphorindex im Frühjahr zur Zeit der Volldurchmischung hinzu, der ebenfalls oligotrophe Verhältnisse anzeigt. Während das Saisonmittel für die Primärproduktion mit dem Maß der epilimnischen Chlorophyll-a-Konzentration in der Vegetationsperiode den Bereich der Oligotrophie streift, liegt der Index für das Saisonmittel des Gesamt-Phosphorgehalts um 0,1 Punkte oberhalb dieser Grenze, also noch im mesotrophen Bereich. Allerdings beruht dieser Wert auf einer mittleren Konzentration von 11 µg/l TP in der Vegetationsperiode, ein für Talsperren in Mittelgebirgen ausgezeichneter Wert. Unter Berücksichtigung des in weiten Teilen landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebiets und der sich ausweitenden (Freizeit)Nutzung der Talsperre bleibt festzuhalten, dass die ehemals hocheutrophe Sorpetalsperre heute ein Gewässer darstellt, das den Weg zur Oligotrophie fortsetzt und bei einigen Parametern schon annähernd erreicht hat. Diese Einschätzung zeigt sich auch in der Dichte und der Zusammensetzung des Phyto- und Zooplanktons.

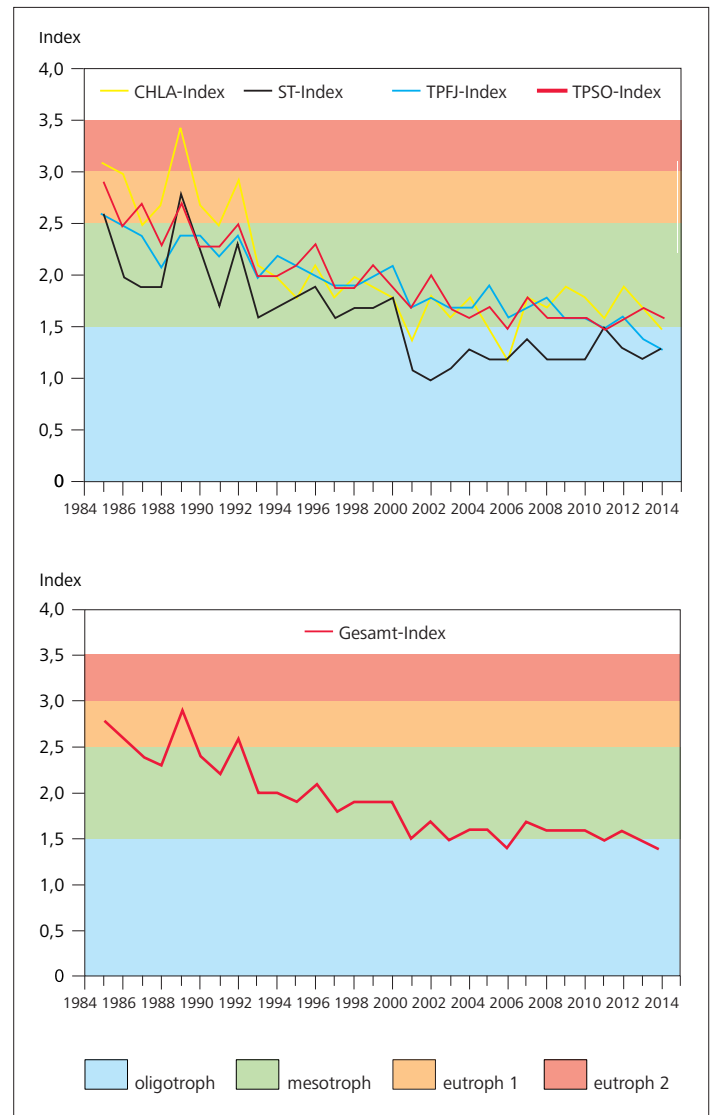


Bild 5.8: Entwicklung der Trophie in den letzten 30 Jahren in der Sorpetalsperre entsprechend der überarbeiteten Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren (LAWA 2013) [CHLA: Chlorophyll-a; ST: Sichttiefe; TP: Gesamtphosphor; FJ: Frühjahr; SO: Sommer]
 Fig. 5.8: Development of the trophic status during the last 30 years in the Sorpe Reservoir according to the revised directive for the trophic classification of reservoirs (LAWA 2013) [CHLA: chlorophyll a; ST: Secchi depth; TP: total phosphorus; FJ: spring; SO: summer]

6 Organische Mikroverunreinigungen in der Ruhr

Anthropogene Mikroverunreinigungen sind künstlich hergestellte Stoffe, die in Gewässern teilweise in geringsten Konzentrationen nachgewiesen werden. Es können unterschiedliche Substanzen, wie z. B. Industriechemikalien, Röntgenkontrastmittel, Arzneistoffe, Biozide oder Pflanzenschutzmittel inklusive ihrer Metabolite, sein. Obwohl sie meist schon lange bekannt und im Einsatz sind, werden sie häufig „nur“ wegen der Erfassung durch modernste Analysentechniken auch in Kleinstmengen immer wieder als „neue“ Stoffe im Oberflächen- und Trinkwasser diskutiert. Welche Auswirkungen Mikroverunreinigungen auf Mensch und Ökosystem haben können, ist vielfach noch nicht vollständig erforscht. Auf europäischer und nationaler Ebene laufen Bestrebungen, durch Immissions- und Emissionsgrenzwerte in Gewässern die Einträge einiger dieser Stoffe zu limitieren. Die gemessenen Wirkstoffkonzentrationen liegen oft im Nanogramm pro Liter-Bereich. Auch für diesen Konzentrationsbereich sind Studien zu ökotoxikologischen Effekten Gegenstand aktueller Forschung.

Tabelle 6.1 zeigt eine Auswahl der 2014 im Ruhrwasser analysierten Stoffe. Darunter finden sich beispielsweise Röntgenkontrastmittel, Arzneimittelmrückstände und Metabolite, Industriechemikalien sowie Pestizide.

Kurzkettige Chloralkane

Kurzkettige Chloralkane, welche auch als kurzkettige polychlorierte Paraffine (engl. short chain chlorinated paraffins, SCCP) bezeichnet werden, wurden vor allem als Schmierstoffe in der Metallverarbeitung aber auch als Flammschutzmittel, Weichmacher und Additive in Farben, Dichtungsmassen und Gummis eingesetzt. Seit 2002 ist, insbesondere in der Metall- und Lederindustrie, die Verwendung und das Inverkehrbringen von SCCP in der EU stark eingeschränkt [6.1]. Bei der Verbindungsklasse der SCCP, welche ca. 8.000 Einzelverbindungen umfasst, handelt es sich um chlorierte Kohlenstoffketten aus zehn bis dreizehn Kohlenstoffatomen, deren Chlorgehalt in der Regel zwischen 30 und 70 Massenprozent liegt [6.2]. Auf Grund ihrer Persistenz, Toxizität und Bioakkumulation werden die SCCP in der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) als prioritär gefährliche Stoffe eingestuft und eine Immissionsanforderung von 0,4 µg/l im Jahresmittel und 1,4 µg/l als Höchstkonzentration in Oberflächengewässern gestellt [6.3].

In der Ruhr wurde die SCCP-Konzentration im Rahmen der Ruhr-längsuntersuchung sowie wöchentlich an der Messstelle Essen-Rellinghausen ermittelt. In allen untersuchten Proben (n = 203) lag die Konzentration der SCCP unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/l. Damit werden die Umweltqualitätsnormen (UQN) der Wasserrahmenrichtlinie [6.3], wie bereits seit Beginn der Untersuchungen im Jahre 2010, unterschritten.

Polybromierte Diphenylether

Polybromierte Diphenylether (PBDE) werden u.a. im Elektro-, Textil- und Baubereich als Flammschutzmittel eingesetzt. PBDE können während des Produktions- und Verarbeitungsprozesses, aber auch beim Gebrauch und der Entsorgung PBDE-haltiger Produkte, insbesondere beim Zerkleinern von Kunststoffen, in die Umwelt gelangen [6.4]. Auf Grund ihrer Persistenz, Toxizität und Bioakkumulation werden PBDE als prioritär gefährliche Stoffe eingestuft, deren Einleitung, Emission oder Verlust bis 2028 eingestellt werden müssen („phasing out“) [6.3, 6.5]. Daher dürfen u.a. auch wegen der REACH-Verordnung (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) und der Stockholmer Konvention PBDE seit 2004 in der EU nicht mehr hergestellt und in Verkehr gebracht werden [6.4]. Die deutsche Industrie verzichtet bereits seit 1986 freiwillig auf ihre Verwendung.

Im Rahmen der Ruhr-längsuntersuchungen wurden auch 2014 wieder die PBDE-Konzentrationen in der Ruhr ermittelt. Bei allen Untersuchungen lagen wie bereits in den Vorjahren die Konzentrationen der sieben untersuchten PBDE (BDE 28, BDE 47, BDE 99, BDE 100, BDE 153, BDE 154 und BDE 183) in der Wasserphase unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze von 0,0002 µg/l (für den Einzelstoff). Der noch gültige Jahresdurchschnittswert der Umweltqualitätsnorm (JD-UQN) der EG-WRRL von 0,0005 µg/l für die Summe der sechs PBDE (siehe oben, ohne BDE 183) [6.3], wurde unter Berücksichtigung der Berechnungskriterien [6.6], wieder unterschritten.

- [6.1] Richtlinie 2002/45/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 zur 20. Änderung der Richtlinie 76/769/EWG des Rates hinsichtlich der Beschränkungen des Inverkehrbringens und der Verwendung gewisser gefährlicher Stoffe und Zubereitungen (kurzkettige Chlorparaffine), ausgegeben am 6.7.2002
- [6.2] Krogseth I. S., Breivik K., Arnot J. A., Wania F., Borgen A. R., Schlabach M.: Evaluating the environmental fate of short-chain chlorinated paraffins (SCCPs) in the Nordic environment using a dynamic multimedia model. In: *Environmental Science Processes & Impacts*, 15, 2013, S. 2240-2251
- [6.3] 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, ausgegeben am 24.12.2008
- [6.4] Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.): Stoffinformationen zu besonders besorgniserregenden Stoffen: Bromierte Diphenylether, Ausgabe März 2014
- [6.5] 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, ausgegeben am 22.12.2000
- [6.6] Richtlinie 2009/90/EG der Kommission vom 31. Juli 2009 zur Festlegung technischer Spezifikationen für die chemische Analyse und die Überwachung des Gewässerzustands gemäß der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, ausgegeben am 1.8.2009

Tabelle 6.1: Ausgewählte organische Verbindungen des Untersuchungsprogramms 2014
 Table 6.1: Selected organic compounds of the examination programme 2014

Flüchtige org. Stoffe	Bromoxynil **	Ethofumesat	Perfluorhexansulfonsäure (g-PFHxS)
1,1,1-Trichlorethan **	Clodinafop	Isoproturon *,**	Perfluornonsäure (g-PFNA)
1,1,2-Trichlorethan **	Clopyralid	Linuron **	Perfluoroctansäure (g-PFOA)
1,1,2-Trichlortrifluorethan **	Dichlorprop **	Metobromuron	Perfluoroctansulfons. (g-PFOS) *,**
1,1-Dichlorethan **	Fenoprop	Metoxuron	Perfluorpentansäure (PFPeA)
1,2-Dichlorethan *,**	Fenoxaprop	Monolinuron **	1H,1H,2H,2H-PFOS
1,2-Dichlorpropan **	Fluazifop	Flammschutzmittel, Weichmacher	Arzneimittelwirkstoffe und Metabolite
1,3-Dichlorpropan	Fluroxypyr	Tributylphosphat, TBP **	4-Acetamidoantipyrin
2,2-Dichlorpropan	Haloxyfop	Triethylphosphat, TEP	N-Acetyl-4-aminoantipyrin
Benzol *,**	Ioxynil	Triphenylphosphat, TPP	N-Formyl-4-aminoantipyrin
cis-Dichlorethen **	MCPA **	Tripropylphosphat	4-Aminophenazon
cis-Dichlorpropen **	MCPB	Tris(butoxyethyl)phosphat, TBEP	4-Formylaminoantipyrin
Dibromchlormethan	Mecoprop **	Tris(chlorethyl)phosphat, TCEP	Atenolol
Dichlorbrommethan	Quinmerac	Tris(chlorisopropyl)phosphat, TCCP	Bezafibrat
Dichlormethan *,**	PSM, Biozide, Triazine, Metabolite und weitere	Tris(dichlorisopropyl)phosphat, TDCP	Carbamazepin
ETBE (Ethyl-tert-butylether)		Tritolylphosphat	Carbamazepinopoxid
Ethylbenzol **	Atrazin *,**	kurzkettige Chloralkane *,**	10,11-Dihydro-10,11-Dihydroxycarbamazepin
Hexachlorbutadien *,**	Azoxystrobin	BDE (28,47,99,100,153,154) *,**	Carprofen
Isopropylbenzol **	Bifenox	Dimethylphthalat	Clenbuterol
m/p-Xylol **	Bromacil **	Diethylphthalat	Clofibrinsäure
MTBE (Methyl-tert-Butylether)	Carbetamid	Di-n-butylphthalat	Diclofenac
o-Xylol **	Carfentrazon-ethyl	Butylbenzylphthalat	Fenoprofen
Styrol	Carflutrazon-ethyl	Di(2-ethylhexyl)phthalat *,**	Flurbiprofen
TAME (tert-Amyl-butylether)	Chloridazon **	Di-n-octylphthalat	Gabapentin
Tetrachlorethen **	Desphenylchloridazon	Süßstoffe	Gemfibrozil
Tetrachlormethan **	Chlorpropham	Acesulfam	Guanylarnstoff
Toluol **	Chlorthalonil	Aspartam	Hydroxydiclofenac
trans-Dichlorethen **	Cyanazin	Cyclamat	Hydroxymetoprolol
trans-Dichlorpropen **	Desethylatrazin	Neohesperidin	Ibuprofen
Tribrommethan	Desethylterbuthylazin	Neotam	Indometazin
Trichlorethen **	Desisopropylatrazin	Saccharin	Indoprofen
Trichlormethan *,**	Desmedipham	Sucralose	Ketoprofen
Vinylchlorid **	Diflufenican **	Synthetische Komplexbildner	Metamizol
PSM, Biozide, Organochlorverbindungen	Dinoterb	NTA	Metformin
Alachlor *,**	DNOC	EDTA	Metoprolol
Aldrin **	Epoxiconazol **	DTPA	Naproxen
alpha-Endosulfan *,**	Fenpropimorph	EGTA	Niclosamid
beta-Endosulfan *,**	Flufenacet	CDTA	Oxazepam
Bromocyclen	Flurtamone	1,3-PDTA	Paracetamol
cis-Heptachlorepid *,**	Hexazinon **	β-ADA	Phenazon
Dieldrin **	Mesotrion	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe	Propyphenazon
Endrin **	Metamitron	Acenaphthen	Phenylethylmalonamid
HCH (α-,β-,δ-,ε-, und γ-) *,**	Metazachlor **	Acenaphthylen	Primidon
Heptachlor *,**	Methabenzthiazuron **	Anthracen *,**	Propranolol
Isodrin **	Metolachlor **	Benzo(a)anthracen	Ramipril
Methoxychlor	Metribuzin **	Benzo(a)pyren *,**	Salbutamol
Mirex	Nicosulfuron	Benzo(b)fluoranthren *,**	Sotalol
o-p'-DDD **	Pendimethalin	Benzo(ghi)perylen *,**	Sulfamethoxazol
o-p'-DDE	Phenmedipham	Benzo(k)fluoranthren *,**	Sulfamethoxazol-Glucuronid
o-p'-DDT	Prometryn **	Chrysen	Acetyl-Sulfametaxazol
Oxychlordan	Propazin	Dibenz(ah)anthracen	Temazepam
PCB (28,52,101,118,138,153,180) **	Propiconazol **	Fluoranthren*,**	Timolol
p-p'-DDD **	Prosulfocarb	Fluoren	Tolbutamid
p-p'-DDE **	Sebuthylazin	Indeno(1,2,3cd)pyren *,**	Tolfenaminsäure
p-p'-DDT **	Simazin *,**	Naphthalin *,**	Valsartan
Quintocen	Sulcotrion	Phenanthren **	Röntgenkontrastmittel
trans-Heptachlorepid *,**	Tebuconazol	Pyren	Amidotrizeosäure
Trifluralin *,**	Terbutylazin **	Alkylphenole, -ethoxylate	Iohexol
Vinclozolin	Terbutryn *,**	PSM, Neonicotinoide	Iopamidol
PSM, Biozide, Organophosphorverbindungen	PSM, Neonicotinoide	Nonylphenol *,**	Iopromid
Azinphos-ethyl **	Acetamidrid	Octylphenol *,**	Ioversol
Azinphos-methyl **	Clothianidin	4-tert-OP *,**	Iomeprol
Chlorfenvinphos *,**	Imidacloprid	4-OP-1-EO	Industriechemikalien und weitere
Chlorpyrifos *,**	Thiacloprid	4-NP-1-EO	1H-Benzotriazol
PSM, Biozide, Phenoxyalkancarbonsäuren	Thiamethoxam	4-OP-2-EO	4-Methyl-1H-Benzotriazol
2,4,5-T **	PSM, Biozide, Phenylharnstoffverbindungen, Urone	4-NP-2-EO	5-Methyl-1H-Benzotriazol
2,4,5-TP	Chloroxuron	Perfluorierte Verbindungen	Bisphenol A
2,4-D **	Chlortaluron **	Perfluorbutansäure (PFBA)	Tetraoxaspirodecane
2,4-DB	Dimefuron	Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)	TMDD (2,4,7,9-Tetramethyl-5-decyn-4,7-diol)
Bentazon **	Diuron *,**	Perfluordecansäure (g-PFDA)	Triclosan
	Ethidimeron	Perfluorheptansäure (g-PFHpA)	
		Perfluorhexansäure (g-PFHxA)	

* prioritärer Stoff der EG-WRRL

** Substanz besitzt eine UQN gemäß EG-WRRL und/oder OGewV

Phosphororganische Flammschutzmittel und Weichmacher

Phosphorsäuretriester werden als Flammschutzmittel, Weichmacher und Schmiermittel in den verschiedensten Produkten, wie beispielsweise Baumaterialien, Elektroartikeln, Textilien oder Möbeln, eingesetzt. Nach Aluminiumhydroxiden sind die Organophosphate die zweitbedeutendste Gruppe der Flammschutzmittelprodukte. Einige der Phosphorsäuretriester stehen im Verdacht krebserzeugend und fortpflanzungsschädigend zu sein [6.7]. Durch Verdampfung, Auswaschung oder Entsorgung von organophosphathaltigen Produkten können sie freigesetzt werden und aufgrund ihrer hohen Stabilität im Wasser besonders die aquatische Umwelt belasten [6.8]. Beispielsweise weist Tributylphosphat (TBP) eine akute und chronische Toxizität für aquatische Organismen auf und sorbiert an die im Oberflächenwasser befindlichen Schwebstoffe. TBP ist u.a. Bestandteil der Hydraulikflüssigkeit von Flugzeugen und wird bei der Gewinnung von Seltenerden Elementen verwendet. Tris(chlorisopropyl)phosphat (TCPP), welches u.a. als Flammschutzmittel in Polyurethanschaum verwendet wird, hat im Vergleich zu TBP nur ein geringes Potenzial zur Bioakkumulation [6.9].

Das Wasser der Ruhr wird wöchentlich an der Dauermessstelle Essen-Rellinghausen und im Rahmen der Ruhrlängsuntersuchung auf die in Tabelle 6.1 genannten neun Phosphorsäuretriester untersucht. Für einen Teil der Substanzen wurden regelmäßig Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 bzw. 0,025 µg/l ermittelt. Die Häufigkeiten, Mittelwerte und Maximalkonzentrationen der sechs am häufigsten nachgewiesenen Phosphorsäuretriester in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen sind in Bild 6.1 dargestellt. Für TCPP konnte mit einer mittleren Konzentration von 0,17 µg/l, welche im Mittel der letzten drei Jahre liegt, der höchste Wert in der Gruppe der Phosphorsäuretriester in der Ruhr nachgewiesen werden. Neben dem TCPP überschreiten die Konzentrationen von

Tris(butoxyethyl)phosphat (TBEP) und Triethylphosphat (TEP) nur in zwei bzw. vier von insgesamt 48 Proben den allgemeinen Vorsorgewert von 0,1 µg/l. Die Umweltqualitätsnorm der Oberflächen-gewässerverordnung (OGewV) für TBP von 10 µg/l wird in der Ruhr mit einer maximalen Konzentration von 0,04 µg/l sehr sicher eingehalten [6.10].

Im Forschungsprogramm „Reine Ruhr“ des Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen [6.11] wurden, mit Ausnahme von TCPP, welches nicht untersucht wurde, alle in Bild 6.1 erwähnten Substanzen nachgewiesen. Die Höchstkonzentration der sieben untersuchten Flammschutzmittel in der Ruhr, einschließlich Triphenylphosphat (TPP) und Triisobutylphosphat lag im Zeitraum von 2010 bis 2012 bei 0,13 µg/l [6.11]. Die Ergebnisse des Forschungsprogrammes und der von uns 2014 in der Ruhr durchgeführten Untersuchungen liegen somit für die Phosphorsäuretriester in der gleichen Größenordnung.

Phthalate

Da die Phthalate zu den Substanzen mit hormonähnlicher Wirkung gehören, ist eine Überwachung des Hauptvertreter dieser Stoffgruppe, des Bis(2-ethylhexyl)phthalats (DEHP), in der OGewV mit einer JD-UQN von 1,3 µg/l vorgesehen [6.10]. DEHP war mit 460.000 Tonnen Verbrauch in 1999 in Westeuropa der am meisten produzierte und eingesetzte Weichmacher [6.12]. Die breite Verwendung beispielsweise in Kabeln, Folien, Bodenbelägen, Kunstleder, Dichtungsmitteln sowie in Farben und Lacken erklärt das Vorkommen von Phthalaten in großen Mengen in der Umwelt [6.13, 6.14]. Der teilweise Ersatz von DEHP, der wegen der fortpflanzungsgefährdenden Eigenschaften notwendig wurde, ließ den Anteil für dieses Phthalat zwischen 1999 und 2004 von 42 auf 22 % fallen [6.12].

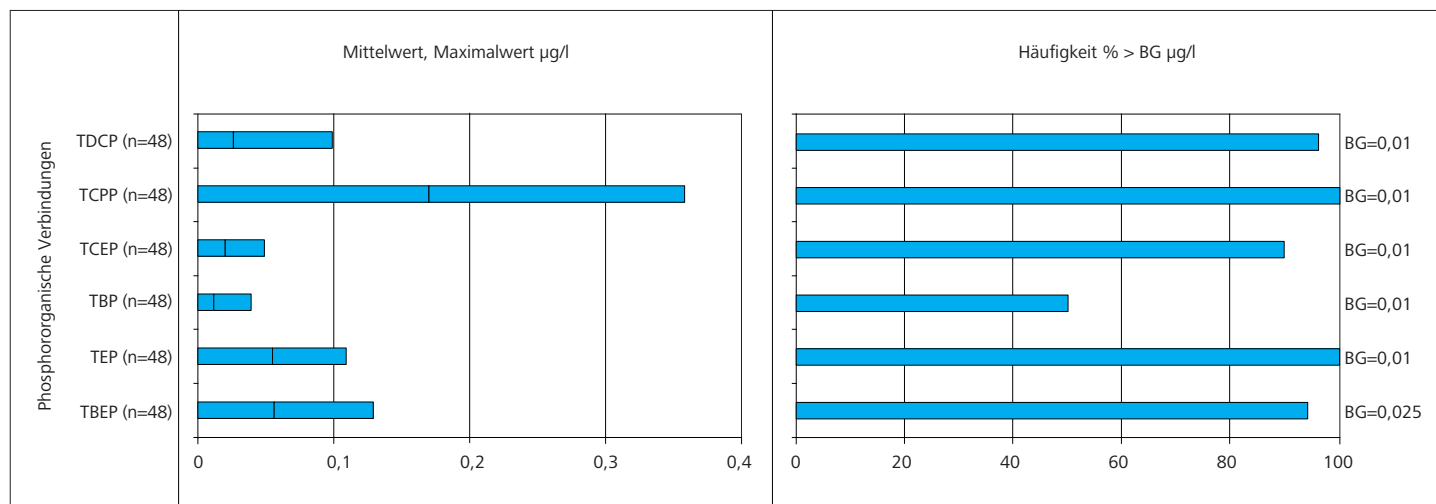


Bild 6.1: Häufigkeiten, Mittelwerte und Maximalkonzentrationen ausgewählter Phosphororganischer Verbindungen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (BG = Bestimmungsgrenze)

Fig. 6.1: Frequencies, means and maximum concentrations of selected organic phosphorus trace substances in the Ruhr at Essen-Rellinghausen (BG = quantification limit)

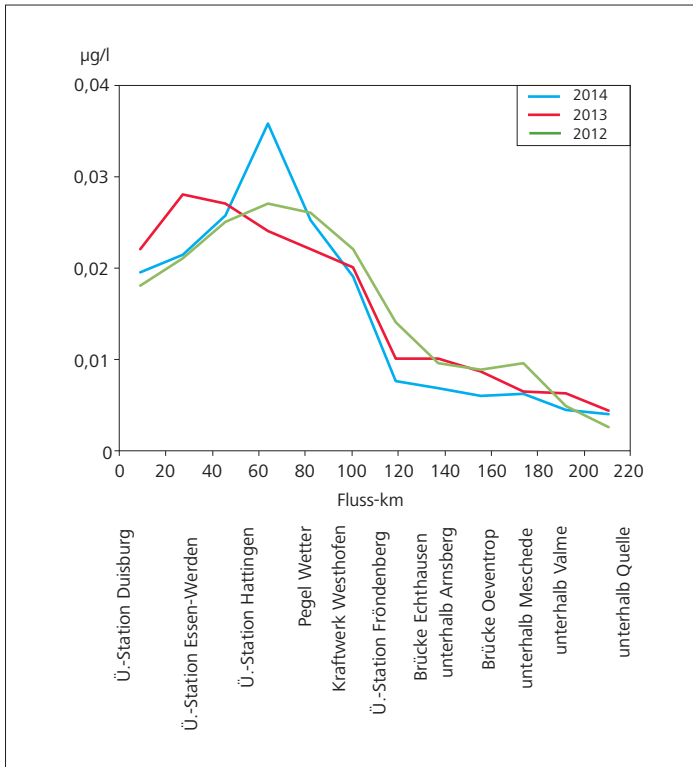


Bild 6.2: Mittlere Konzentrationen von Bisphenol A im Ruhrlängsverlauf
Fig. 6.2: Mean concentrations of bisphenol A along the Ruhr

Für die Ruhr wurde an der Probenahmestelle bei Essen-Rellinghausen für das DEHP ein Mittelwert von 0,1 µg/l ermittelt (die meisten Messwerte lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/l).

Auch im Ruhrlängsverlauf liegen die gemessenen Konzentrationen meist unterhalb von 0,1 µg/l. Der JD-UQN-Wert der OGewV von 1,3 µg/l wird damit an allen Probenahmestellen aus der Ruhr weit unterschritten.

Bisphenol A

Bisphenol A (BPA) ist Bestandteil von Verpackungen, Plastikflaschen, Getränke- und Konservendosen sowie Thermopapier für Kassenzettel, jedoch seit 2011 zur Herstellung von Babyflaschen in der Europäischen Union verboten. Die weltweite Produktionsmenge von BPA wurde für 2010 auf zwei Millionen Tonnen geschätzt [6.15]. Bisphenol A stellt bei der derzeitigen Verbraucherexposition (zwischen 1 und 1,5 µg/kg Körpergewicht am Tag) für keine Altersgruppe ein Gesundheitsrisiko dar, kann jedoch möglicherweise in hohen Dosen negativ auf Leber und Nieren wirken, wie eine Neubewertung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) vom Januar 2015 und daraus resultierende Grenzwertabsenkung von 50 auf 4 µg/kg Körpergewicht am Tag für BPA ergab [6.16].

Im Längsverlauf der Ruhr wurden für etwa 90 % der Proben (n = 156) für BPA Konzentrationen oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze von 0,003 µg/l ermittelt. Bereits im Bereich der oberen Ruhr traten vereinzelt darüber liegende Gehalte auf, der höchste Mittelwert von 0,036 µg/l wurde in der unteren Ruhr am Pegel Wetter (Fluss-km 80,66) gemessen (Bild 6.2). Da für BPA keine UQN vorliegt, kann die Bewertung auf Basis des allgemeinen Vorsorgewertes von 0,1 µg/l [6.17] vorgenommen werden, der im Mittel an der Ruhr sicher eingehalten wird.

Aus Untersuchungen von Fließgewässern in Baden-Württemberg zwischen Mai 2012 und April 2013 liegen für BPA mit den in der Ruhr gemessenen Konzentrationen vergleichbare Werte zwischen 0,007 und 0,063 µg/l [6.18] vor.

Triclosan

Triclosan findet sich in zahlreichen Personal-Care-Produkten, wird zur Flächendesinfektion und als antimikrobiell wirkende Substanz in Textilien verwendet. Neben der Eigenschaft, reizend auf Haut und Augen beim Menschen zu wirken, ist die Substanz als chronisch giftig für die aquatische Umwelt eingestuft, wird aber in Kläranlagen gut zurückgehalten [6.19]. Im Entwurf der novellierten Oberflächengewässerverordnung vom Januar 2015 ist

- [6.7] Bayrisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (Hrsg.): Endbericht zum Forschungsvorhaben Untersuchung der Belastung von Erwachsenen und Kindern mit Organophosphat-Flammenschutzmitteln, Ausgabe November 2012
- [6.8] http://www.lgl.bayern.de/gesundheitsarbeitsplatz_umwelt/projekte_a_z/hbm_organophosphat_flammschutzmittel.htm, Zugriff März 2015
- [6.9] <http://webnet.oecd.org/HPV/UI/Search.aspx>, Zugriff März 2015
- [6.10] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau- und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGewV), Bundesgesetzblatt Jahrgang 2011, Teil I Nr. 37, ausgegeben zu Bonn am 20.7.2011
- [6.11] Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Programm Reine Ruhr – zur Strategie einer nachhaltigen Verbesserung der Gewässer- und Trinkwasserqualität in Nordrhein-Westfalen, Ausgabe März 2014
- [6.12] Umweltbundesamt (Hrsg.): Phthalate – Die nützlichen Weichmacher mit den unerwünschten Eigenschaften, Ausgabe Februar 2007
- [6.13] <http://www.ceresana.com/de/marktstudien>, Zugriff März 2015
- [6.14] Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.): Stoffinformationen zu besonders besorgniserregenden Stoffen – Phthalate, Ausgabe Mai 2013
- [6.15] <http://www.labo.de/chromatographie/gc-ms-system-gcmsqp2010/bisphenol-a.htm>, Zugriff März 2015
- [6.16] <http://www.efsa.europa.eu/de/press/news/150121.htm>, Zugriff März 2015
- [6.17] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes NRW (Hrsg.): Leitfaden Monitoring Oberflächengewässer, Anhang D4: http://www.flussgebiete.nrw.de/img_auth.php/c3/WIKI_D4-Gesamt_April_2014.xlsx, Stand April 2014, Zugriff März 2015
- [6.18] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hrsg.): Spurenstoffinventar der Fließgewässer in Baden-Württemberg, Ausgabe August 2014
- [6.19] Rüdell, H., Böhmer, W., Müller, M., Fliedner, A., Ricking, M., Teubner, D., Schröter-Kermani, C.: Retrospective study of triclosan and methyltriclosan residues in fish and suspended particulate matter: Results from the German Environmental Specimen Bank. In: Chemosphere 91, 2013, S.1517-1524

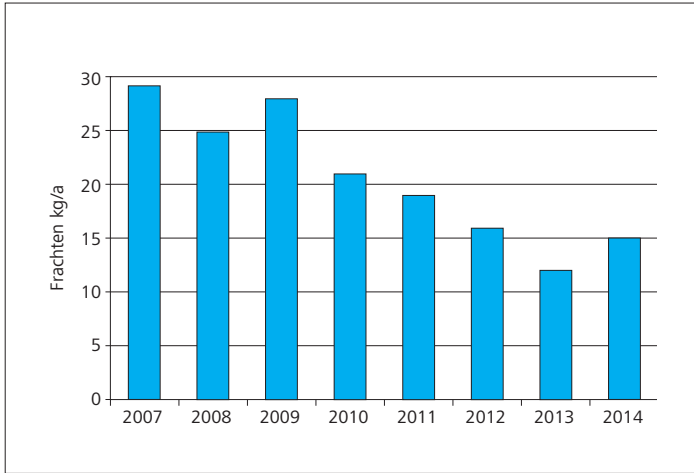


Bild 6.3: Entwicklung der Jahresfrachten von Triclosan in der Ruhr
 Fig. 6.3: Development of annual loads of triclosan in the Ruhr

Triclosan als flussgebietspezifischer Schadstoff mit einer JD-UQN von 0,02 µg/l neu aufgenommen worden.

Frachten und Konzentrationen von Triclosan im Ruhrwasser stiegen im Jahr 2014 im Vergleich zum Vorjahr leicht an. Die jährliche Fracht nahm damit zum ersten Mal nach 2009 wieder leicht zu (Bild 6.3). Ansonsten ist seit Beginn der Analytik dieser Substanz im Labor im Jahr 2007 ein Rückgang der Frachten auf etwa die Hälfte zu verzeichnen, was Folge der Bekanntgabe eines freiwilli-

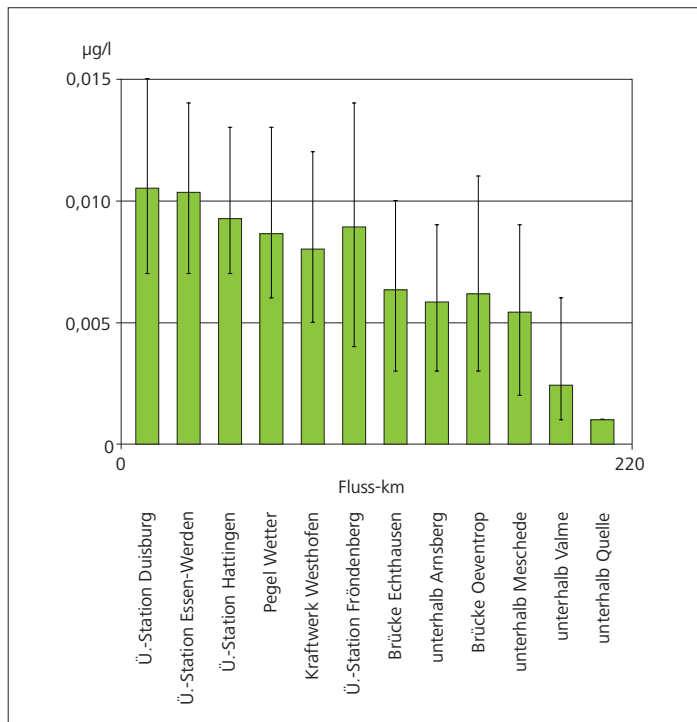


Bild 6.4: Mittlere Konzentrationen von Triclosan im Ruhr längsverlauf
 Fig. 6.4: Mean concentrations of triclosan along the Ruhr

gen Verzichts auf den Einsatz von Triclosan seitens des Industrieverbandes Körperpflege- und Waschmittel e. V. im Jahr 2001 sein könnte [6.20].

An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen wurde Triclosan in 47 von 48 Proben oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,001 µg/l nachgewiesen. Der Maximalwert betrug 0,016 µg/l, der Jahresmittelwert lag bei 0,0096 µg/l.

Im Längsverlauf der Ruhr ist ein nahezu kontinuierliches Anwachsen der Konzentration mit zunehmender Fließstrecke zu beobachten (Bild 6.4). Im Mündungsbereich der Ruhr bei Duisburg wurde mit 0,011 µg/l der höchste Jahresmittelwert aller 13 untersuchten Probenahmestellen gemessen.

Leichtflüchtige organische Verbindungen (VOC)

Im vergangenen Jahr sind rund 190 Proben der Ruhr auf 65 verschiedene leichtflüchtige organische Verbindungen (englisch: Volatile Organic Compounds, VOC) untersucht worden. Das Spektrum umfasste halogenierte Substanzen, wie Vinylchlorid, Trichlormethan (Chloroform), Tribrommethan (Bromoform) und Tetrachlorethen (Per), aromatische Kohlenwasserstoffe, wie Benzol oder Toluol und einige weitere Verbindungsklassen. Ähnlich umfangreich wie die Zahl der Substanzen ist auch das Spektrum ihrer Anwendung und damit die möglichen Eintragspfade ins Gewässer. Die Substanzen finden u. a. als Lösungs- und Reinigungsmittel bei industriellen Prozessen und als Zusätze in Treibstoffen Anwendung. Sie können aber auch bei Abbauprozessen (z.B. Dechlorierung zu Vinylchlorid) freigesetzt werden.

Signifikante Befunde lassen sich nur bei wenigen der Substanzen beobachten. In 26 der 33 untersuchten Proben der Ruhr bei Essen-Rellinghausen fand sich Tetrachlorethen, das hauptsächlich zu Reinigungszwecken eingesetzt wird, mit dem höchsten Befund von 0,02 µg/l. Höhere Konzentrationen der Substanz lassen sich

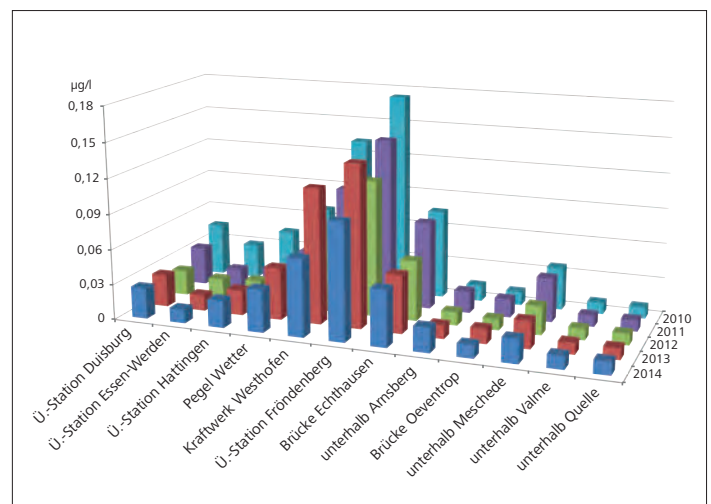


Bild 6.5: Mittlere Konzentrationen von Tetrachlorethen im Ruhr längsverlauf
 Fig. 6.5: Mean concentrations of tetrachlorethene along the Ruhr

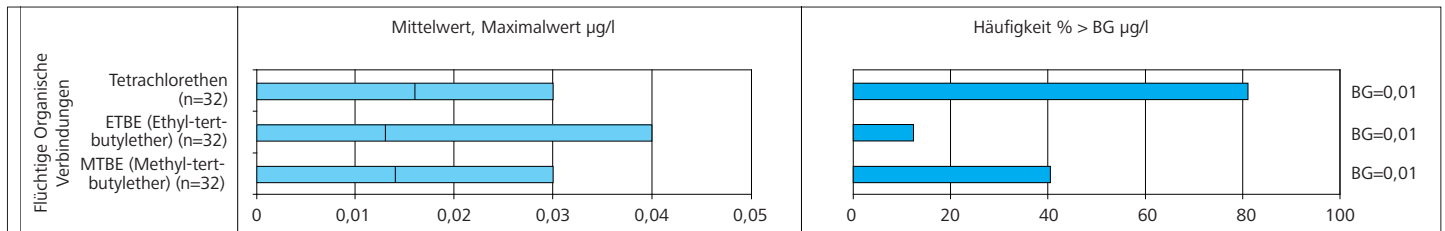


Bild 6.6: Häufigkeiten, Mittelwerte und Maximalkonzentrationen ausgewählter Flüchtiger Organischer Verbindungen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (BG = Bestimmungsgrenze)

Fig. 6.6: Frequencies, means and maximum concentrations of selected volatile organic trace substances in the Ruhr at Essen-Rellinghausen (BG = quantification limit)

dagegen, möglicherweise aufgrund der dort ansässigen gewerblichen Betriebe, im Bereich der mittleren Ruhr finden. An der Überwachungsstation der Ruhr in Fröndenberg (Fluss-km 113,78) wurde mit 0,099 µg/l, wie in den letzten Jahren auch, der höchste Jahresmittelwert im Längsverlauf gemessen. Die JD-UQN laut Oberflächengewässerverordnung [6.10] beträgt 10 µg/l und wird auch hier sicher eingehalten (Bild 6.5).

An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen konnte in etwa 40 % aller auf leichtflüchtige organische Stoffe analysierten Proben (n = 32) Methyl-tert.-butylether (MTBE), ein Klopfschutzmittel für Ottokraftstoffe, gefunden werden. Ethyl-tert.-butylether (ETBE), ein mit Bioethanol herstellbarer Ersatzstoff des MTBE, fand sich in vier Proben (Bild 6.6). Bei beiden Substanzen ist seit einigen Jahren ein rückläufiger Trend zu beobachten.

Insgesamt betrachtet blieben alle Jahresdurchschnittswerte der relevanten Substanzen aus der Gruppe der VOC an allen untersuchten Probenahmestellen der Ruhr deutlich unter den jeweiligen UQN aus der Oberflächengewässerverordnung [6.10].

TMDD (2,4,7,9-Tetramethyl-5-decin-4,7-diol)

TMDD ist ein nicht ionisches Tensid. Es wird auf Grund seiner Fähigkeit, die Oberflächenspannung von wässrigen Lösungen und Dispersionen zu senken, in verschiedenen Produkten eingesetzt und erlaubt eine Substitution organischer Lösungsmittel. TMDD findet sich in Druckertinten, Farben, Klebstoffen, Zementadditiven und auch Pflanzenschutzmittelformulierungen [6.21].

Im Längsverlauf der Ruhr ist die Substanz ab der Probenahmestelle unterhalb Meschede bei Fluss-km 175,32 in allen untersuchten Proben oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l nachweisbar und erreicht in Höhe der Überwachungsstation Fröndenberg den höchsten Jahresmittelwert mit 0,99 µg/l.

An der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen lag die Konzentration in der Regel in einem Bereich zwischen 0,3 bis 0,8 µg/l. Die Fracht an TMDD in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen ist mit Ausnahme eines hohen Wertes 2012 in den letzten Jahren weitestgehend konstant und für das Jahr 2014 mit 0,77 t identisch mit dem Vorjahr. Ein beträchtlicher Teil der Emissionen ist gewerblich-industriellen Ursprungs.

Benzotriazole

Hauptvertreter dieser Stoffgruppe sind 1H-Benzotriazol und die beiden Tolyltriazole 4-Methyl- und 5-Methyl-1H-Benzotriazol. Die Substanzen dienen hauptsächlich als Korrosionsschutzmittel für Metalle in Haushalt und Industrie. Enthalten sind die gut wasserlöslichen und recht persistenten Verbindungen z. B. in Farben und Lacken, Frostschutz- und Kühlschmierflüssigkeiten sowie in Geschirrspülmitteln [6.22].

Beginnend mit dem Jahr 2010 werden die Substanzen in der Ruhr an insgesamt 13 Stellen regelmäßig untersucht. Seitdem ist festzustellen, dass die Frachten der drei Substanzen, wöchentlich untersucht in Proben der Ruhr bei Essen-Rellinghausen, sich unterschiedlich entwickeln. Während die Frachten von 1H-Benzotriazol von Jahr zu Jahr leicht ansteigen, sind die der beiden Tolyltriazole seit 2010 rückläufig und stagnieren in den letzten beiden Jahren.

Der Quellbereich der Ruhr ist nahezu unbelastet. 1H-Benzotriazol kann ab der zweiten Probenahmestelle bei Fluss-km 190,81 (unterhalb Valme) der monatlich durchgeführten Ruhrlängsuntersuchungen in fast allen Proben nachgewiesen werden. Ab der dritten Probenahmestelle, unterhalb Meschede, bei Kilometer 175,32 bis zur Mündung in den Rhein gilt dies für alle drei Substanzen. Die Konzentrationen nehmen bis zum Mündungsbereich zu. Die höchsten Jahresmittelwerte mit 1,1 µg/l für 1H-Benzotriazol, 0,32 µg/l für 4-Methyl-1H-Benzotriazol und 0,15 µg/l für 5-Methyl-1H-Benzotriazol waren 2014 an der Überwachungsstation Essen-Werden festzustellen (Bild 6.7).

- [6.20] www.ikw.org/fileadmin/content/downloads/Sch%25C3%25B6nheitspflege/SP_HP_Freiwillige-Selbstverpflichtungen.pdf, Zugriff März 2015
- [6.21] Guedez, A., Frömmel, S., Diehl, P., Püttmann, W.: Occurrence and temporal variations of TMDD in the river Rhine, Germany. In: *Environmental Science and Pollution Research*, 17, 2010, S. 321-330
- [6.22] Weber, W. H., Seitz, W., Schulz, W.: Eintragspfade von Benzotriazolen in das Grundwasser des Donaurieds. Im: *Tagungsband, Wasser 2009 - Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft, Stralsund*, 18. - 20. Mai 2009

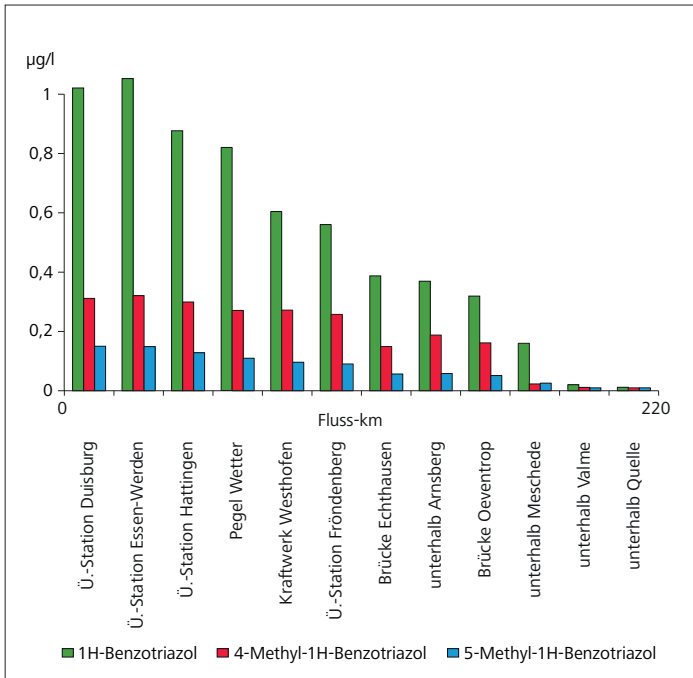


Bild 6.7: Mittlere Konzentrationen von Benzotriazolen im Ruhrlängsverlauf
 Fig. 6.7: Mean concentrations of benzotriazoles along the Ruhr

Komplexbildner

Komplexbildner können im Wasser Metallionen binden und maskieren, so dass die quantitativ bedeutendsten Anwendungsgebiete die Wasserenthärtung bei Wasch- und Reinigungsvorgängen sowie die Zellstoffindustrie sind. Hierfür wird ein Anstieg des weltweiten Absatzes auf mehr als 5 Millionen Tonnen bis 2018 geschätzt [6.23]. Darunter bilden die Komplexbildner Ethylendiaminetetraessigsäure (EDTA), Nitritotriessigsäure (NTA) und Diethylentriaminpentaessigsäure (DTPA) die Hauptvertreter dieser Stoffgruppe. Obwohl diese Substanzen sowohl bezüglich der akuten als auch der chronischen Toxizität als unkritisch gelten, stehen besonders EDTA und DTPA wegen ihrer schlechten biologischen Abbaubarkeit im Fokus. EDTA zeigt mit Abbauraten zwischen 2 und 30 % eine schlechte Entfernbarkeit in den Kläranlagen und wird auch mit Pulveraktivkohle nur schwach zurückgehalten [6.24, 6.18].

Für NTA liegen die Befunde in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze von 1 µg/l in nur 5 % der Messungen vor, so dass die gute Abbaubarkeit dieses Komplexbildners bestätigt wird. NTA wird bei der konventionellen Abwasserreinigung mit Eliminationsraten über 95 % sehr gut im Vergleich zu EDTA entfernt [6.18].

In der Ruhr stellen gerade die starken Komplexbildner EDTA und DTPA die mengenmäßig relevantesten Mikroverunreinigungen dar. Die mittleren Konzentrationen lagen in 2014 für EDTA bei 6,3 µg/l und für DTPA bei 2,8 µg/l (Bild 6.8). Die schon im Ruhrgütebericht 2013 dargestellte Abnahme der DTPA-Konzentrationen setzte sich

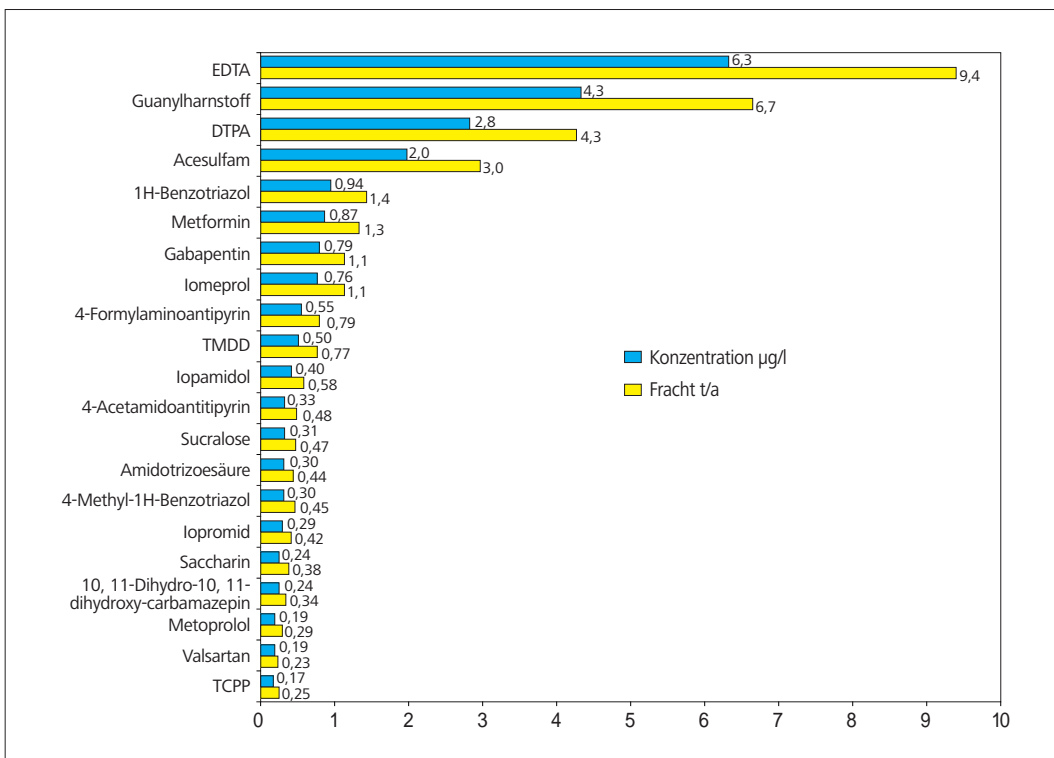


Bild 6.8: Jahresfrachten und Mittelwerte ausgewählter organischer Mikroverunreinigungen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen 2014
 Fig. 6.8: Annual loads and mean concentrations of selected organic micropollutants in the Ruhr at Essen-Rellinghausen 2014

in 2014 fort. Sowohl die Jahresfracht als auch die mittlere Konzentration haben sich in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen beinahe halbiert. Bei DTPA lagen an dieser Messstelle aber immer noch über 80 % und bei EDTA 100 % der Befunde oberhalb von 1 µg/l. Im Längsverlauf der Ruhr ist für beide Komplexbildner zu beobachten, dass die Konzentrationen ab Fluss-km 80,66 (bei Wetter) stark ansteigen, was auf eine bedeutende industrielle Eintragsquelle hindeutet. Von der Ruhrquelle bis zum Pegel Wetter wurden keine DTPA-Gehalte oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze von 1 µg/l ermittelt. Bei Wetter liegen für beide Substanzen die höchsten Jahresmittelwerte von 3,5 µg/l für DTPA und 6,6 µg/l für EDTA (Bild 6.9).

Medikamente und Metabolite

Arzneimittelrückstände in der Umwelt sind zwar mittlerweile ein bekanntes Phänomen, ein sorgsamer Umgang beispielsweise bei der Entsorgung von Human- und Veterinärarzneimitteln kann aber dafür sorgen, dass die Restwirkstoffe in verringertem Umfang in Oberflächengewässer, Grund- und Trinkwasser, Böden und Gülle gelangen. Arzneimittel für den Menschen gelangen aus Haushalten und über Krankenhäuser über die Kanalisation und Kläranlagen in Oberflächengewässer. Die meisten Tierarzneimittel erreichen mit Gülle und Mist aus der intensiven Tierhaltung landwirtschaftliche Flächen und werden bei Regenereignissen in Gewässer gespült. In der Humanmedizin werden in Deutschland pro Jahr etwa 8.100 Tonnen potenziell umweltrelevanter Arzneimittel-Wirkstoffe verwendet, die insgesamt etwa 1.500 verschiedene Wirkstoffe repräsentieren [6.25]. Einige Arzneimittelwirkstoffe werden vom menschlichen Körper unverändert wieder ausgeschieden und sind in Kläranlagen schlecht abbaubar, so dass sie in die aquatische Umwelt gelangen [6.26]. Arzneimittel gehören zwar zu den humantoxikologisch am besten untersuchten Stoffen, die ökotoxikologischen Folgen der vergleichsweise geringen, dafür jedoch permanenten Belastung der Gewässer mit Arzneimittelrückständen sind jedoch weitgehend unerforscht.

Arzneimittelrückstände und eine Reihe von Metaboliten nehmen seit einigen Jahren einen festen Platz im Routineuntersuchungsprogramm des Ruhrwassers ein. Die Substanzliste ist in 2014 um neue Arzneistoffe erweitert worden, die zum Teil nachfolgend erwähnt werden (Tabelle 6.1).

Das Metformin mit einem Jahresverbrauch von über 1000 Tonnen gehört zur Gruppe der Antidiabetika, deren Verbrauch sich zwischen 1996 und 2013 nahezu verdoppelt hat [6.18, 6.27]. Da Metformin in kommunalen Kläranlagen zumeist zu mehr als 90 % entfernt wird, ist das Umweltvorkommen dieses Arzneimittelwirkstoffs auf die hohen Verbrauchsmengen zurückzuführen (2012 war es in Deutschland mit 20 % des Gesamtverbrauchs eines der meistverordneten Arzneimittelwirkstoffe) [6.25, 6.28]. Größere Flüsse, wie Rhein und Donau, weisen Metformin-Konzentrationen zwischen 0,22 und 1,2 µg/l auf, kleinere Gewässer mit hohem gereinigten Abwasseranteil auch mehr als 2 µg/l [6.29]. Das UBA empfiehlt für Metformin einen gesundheitlichen Orientierungswert (GOW) von 1,0 µg/l [6.17], der gelegentlich überschritten wird.

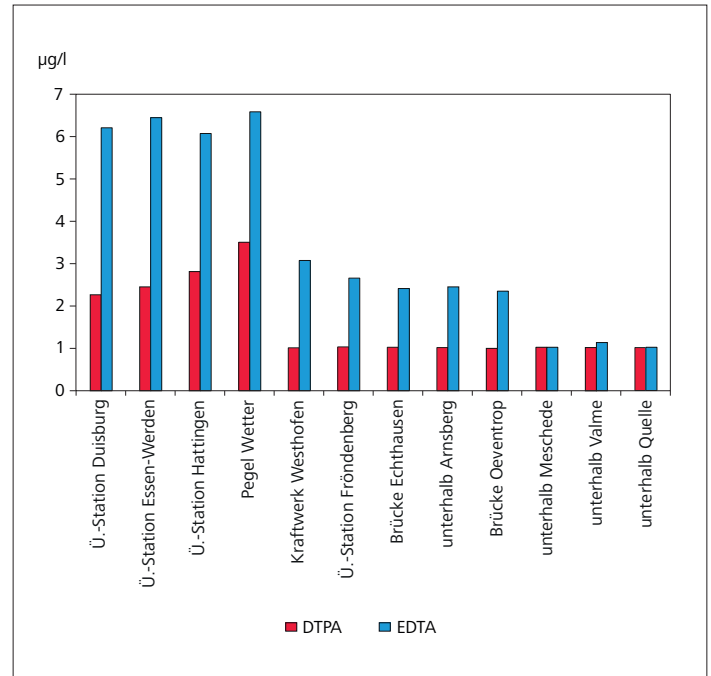


Bild 6.9: Mittlere Konzentrationen von EDTA und DTPA im Ruhr längsverlauf
Fig. 6.9: Mean concentrations of EDTA and DTPA along the Ruhr

Der Metabolit Guanylarnstoff bildet sich aus Metformin überwiegend bei der biologischen Abwasserreinigung in der Kläranlage [6.18]. Nach Erkenntnissen des Umweltbundesamtes (UBA) ist Guanylarnstoff von geringer akuter Humantoxizität. Gentoxizität und Mutagenität sind ebenfalls nicht zu erwarten [6.28].

Im Ruhrwasser zeigte sich ein signifikantes Vorkommen von Metformin, was sich in der mittleren Konzentration von 0,87 µg/l und einer Jahresfracht von 1,3 Tonnen bei Essen-Rellinghausen widerspiegelt. Die hohen Befunde für Guanylarnstoff, liegen in der

- [6.23] <http://www.ceresana.com/de/marktstudien>, Komplexbildner, 2. Auflage, Zugriff März 2015
- [6.24] Hillenbrand T., Tettenborn F., Menger-Krug E., Marscheider-Weidemann F., Fuchs S., Toshovski S., Kittlaus S., Metzger S., Tjoeng I., Wermter P., Kersting M., Abegglen C.: Maßnahmen zur Verminderung des Eintrages von Mikroschadstoffen in die Gewässer. In: Texte 85/2014, Umweltbundesamt (Hrsg.), Ausgabe Januar 2015
- [6.25] <http://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/arzneimittel>, Zugriff Februar 2015
- [6.26] <http://www.umweltbundesamt.de/presse/presseinformationen/arzneimittel-in-der-umwelt-sind-eine-globale>, Zugriff Februar 2015
- [6.27]: Häußler, B., Höer, A., Hempel, E.: Der Arzneimittelverbrauch in der GKV. In: Arzneimittel-Atlas, Ausgabe 2014
- [6.28] Kümmerer, K., Happel, O., Schneider, K., Gartiser, S.: Identifizierung und Bewertung ausgewählter Arzneimittel und ihrer Metaboliten (Ab- und Umbauprodukte) im Wasserkreislauf. In: Texte 46/2011, Umweltbundesamt (Hrsg.), Ausgabe August 2011
- [6.29] Scheurer, M., Sacher, F.: Das Antidiabetikum Metformin und sein Metabolit Guanylarnstoff – Vorkommen und Bedeutung für die Trinkwasserversorgung. In: 8. ARW-Jahresbericht 2011, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), 2012, Karlsruhe, S. 109-124

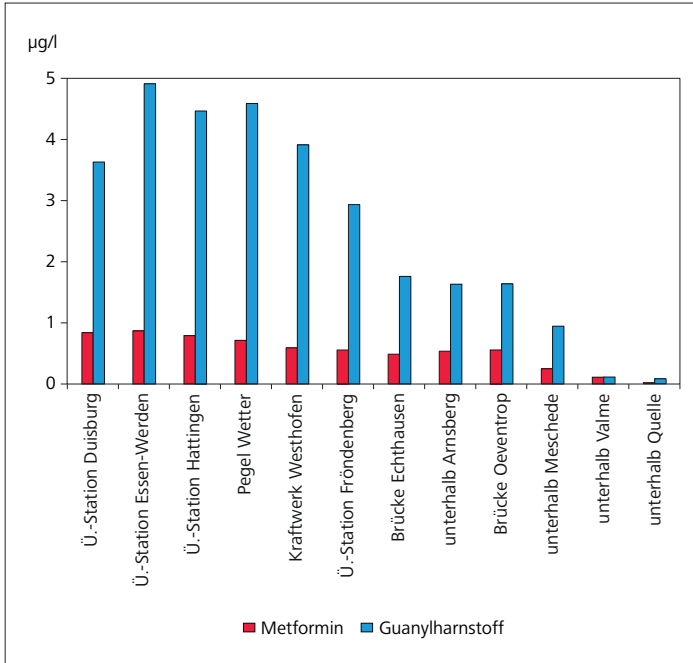


Bild 6.10: Mittlere Konzentrationen von Guanylurea und Metformin im Ruhr-Längsverlauf
 Fig. 6.10: Mean concentrations of Guanylurea and Metformin along the Ruhr

Größenordnung der Komplexbildner (Bild 6.8). Mit einer mittleren Konzentration von 4,3 µg/l gehört die Substanz zu den mengenmäßig relevantesten Mikroverunreinigungen in der Ruhr.

Auch im Ruhrwasser wird der UBA-Empfehlungswert gelegentlich überschritten.

Im Längsverlauf sind relevante Befunde sowohl für Metformin als auch für Guanylurea bereits in der oberen Ruhr zu verzeichnen (Bild 6.10).

Das verschreibungspflichtige Medikament Gabapentin gehört mit 83,6 Tonnen in 2012 zu den in Deutschland meistverabreichten Arzneimitteln zur Behandlung von Epilepsie. Der Wirkstoff ist frucht-schädigend und gemäß der Gefahrstoffverordnung als reproduktionstoxisch eingestuft. Für alle mutagenen, kanzerogenen und teratogenen Wirkstoffe im Trinkwasser gilt nach dem GOW-Konzept ein allgemeiner Vorsorgewert von 0,1 µg/l. Da der Wirkstoff von den Patienten nahezu unverändert ausgeschieden wird, gelangt er über den Kläranlagenablauf ins Oberflächenwasser [6.30].

Das Ruhrwasser wies 2014 bei Essen-Rellinghausen eine mittlere Konzentration von 0,79 µg/l Gabapentin auf (Bild 6.11) und ist mit der Jahresfracht von 1,1 Tonnen mengenmäßig vergleichbar mit dem Diagnostikum lomeprol (Bild 6.8).

Das Schmerzmittel Metamizol, welches früher sehr häufig verschrieben wurde, besitzt gute fiebersenkende und krampflösende Eigenschaften. Die Verordnungen beschränken sich inzwischen aufgrund bekannter Nebenwirkungen nur noch auf die Behandlung starker Schmerzen. Nach der Einnahme dieses Arzneimittels werden im Körper die Abbauprodukte 4-Acetylaminoantipyrin (AAA) und 4-Formylaminoantipyrin (FAA) gebildet und ausgeschieden [6.18]. Das Vorkommen dieser Substanzen in Oberflächengewässern weist darauf hin, dass Metamizol noch immer medizinisch relevant ist.

Beide Abbauprodukte des Schmerzmittels konnten auch im Ruhrwasser in allen Proben an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen (n = 41) oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l nachgewiesen werden (Bild 6.12). Die mittleren Konzen-

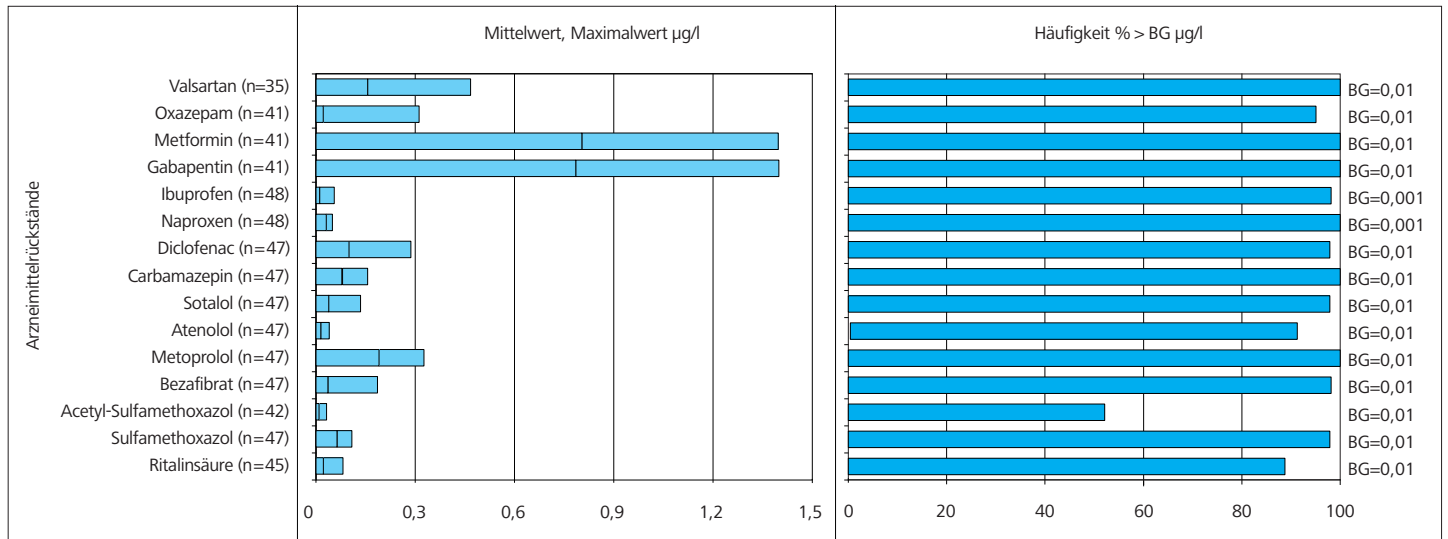


Bild 6.11: Häufigkeiten, Mittelwerte und Maximalkonzentrationen von Arzneimittelwirkstoffen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (BG = Bestimmungsgrenze)
 Fig. 6.11: Frequencies, means and maximum concentrations of pharmaceuticals in the Ruhr at Essen-Rellinghausen (BG = quantification limit)

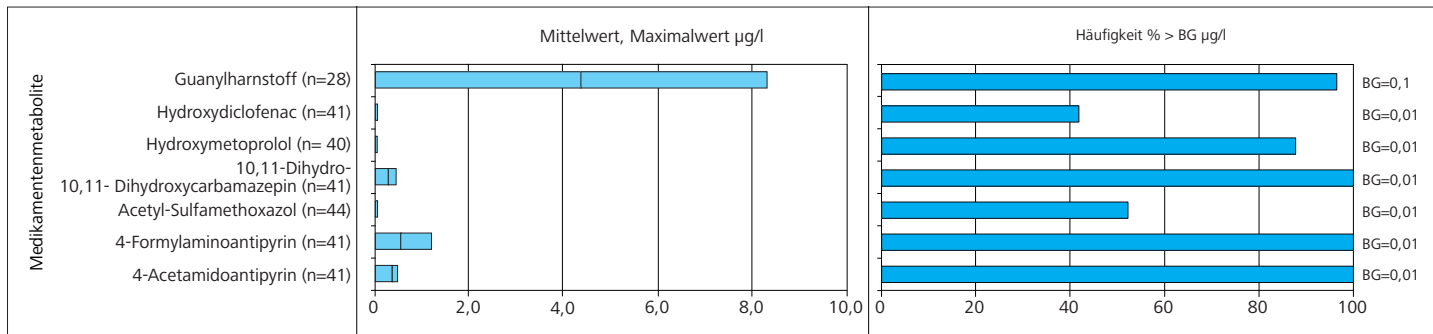


Bild 6.12: Häufigkeiten, Mittelwerte und Maximalkonzentrationen von Medikamentenmetaboliten in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (BG = Bestimmungsgrenze)

Fig. 6.12: Frequencies, means and maximum concentrations of pharmaceuticals metabolites in the Ruhr at Essen-Rellinghausen (BG = quantification limit)

trationen von 0,55 µg/l für das FAA und 0,33 µg/l für das AAA (Bild 6.8) übersteigen den jeweiligen allgemeinen Vorsorgewert von 0,1 µg/l deutlich [6.17].

Ein weit verbreitetes Mittel ist das schmerzlindernde und entzündungshemmende Diclofenac. Der Wirkstoff wurde bisher in Gewässern in insgesamt 50 Ländern nachgewiesen, davon übersteigen die Messwerte in relevanten Gewässern bei 35 dieser Länder 0,1 µg/l [6.25, 6.26]. Allein in Deutschland werden pro Jahr etwa 92 Tonnen verbraucht [6.24].

Im Ruhrwasser lag die Konzentration von Diclofenac an der Probenahmeestelle bei Essen-Rellinghausen bei beinahe allen der 47 Proben oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l (Bild 6.11). Der Mittelwert beträgt 0,1 µg/l, so dass der GOW des Umweltbundesamtes von 0,3 µg/l nicht überschritten wird. Der Vergleich der Konzentrationen und Frachten der letzten Jahre zeigt ein relativ konstantes Niveau.

Neben Diclofenac zählen auch das Antiepileptikum Carbamazepin, das Schmerzmittel Ibuprofen sowie das Antibiotikum Sulfamethoxazol zu den weltweit meist verbreiteten Wirkstoffen [6.26].

Das Carbamazepin wird biologisch weder in Kläranlagen noch im Gewässer signifikant abgebaut. Der Verbrauch lag 2001 in Deutschland bei 87 Tonnen. Nur etwa 10 bis 20 % der verabreichten Menge werden unverändert ausgeschieden. Der größte Teil wird zum nicht mehr therapeutisch wirksamen 10,11-Dihydro-10,11-Dihydroxy-Carbamazepin metabolisiert [6.31].

Die regelmäßige Analyse der Proben bei Essen-Rellinghausen zeigt keine signifikanten Veränderungen der Konzentrationen und Frachten in den letzten fünf Jahren. Zwar wird das Carbamazepin hier in allen Proben oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l detektiert, bleibt aber mit einem Mittelwert von 0,09 µg/l für 2014 unterhalb des GOW von 0,3 µg/l und auch unterhalb des allgemeinen Vorsorgewertes von 0,1 µg/l [6.17].

Ein weiteres Medikament, welches im Ruhrwasser seit einigen Jahren bezüglich seines Vorkommens im Gewässer beobachtet

wird, ist der Betablocker Metoprolol. In dieser Wirkstoffgruppe war es 2012 mit 157 Tonnen das meisteingesetzte Mittel [6.24]. In der Ruhr bei Essen-Rellinghausen wurden eine mittlere Konzentration von 0,19 µg/l sowie die Jahresfracht von 0,29 Tonnen festgestellt (Bild 6.8).

Unter den 2014 neu ins Messprogramm aufgenommenen Arzneien ist auch Valsartan, ein weiteres Mittel gegen Bluthochdruck. Mit einer mittleren Konzentration von 0,19 µg/l bei Essen-Rellinghausen und einer Jahresfracht von 0,23 Tonnen ist das Vorkommen in der Ruhr mit dem des Metoprolols vergleichbar.

Beide Blutdruckmittel übersteigen in der Ruhr wie auch in mehreren anderen Gewässern in Nordrhein-Westfalen [6.32] mit den gemessenen Befunden die allgemeinen Vorsorgewerte von jeweils 0,1 µg/l [6.17] um fast das Doppelte.

Röntgenkontrastmittel

Von den Röntgenkontrastmitteln Amidotrizoesäure und Iopamidol wurden 2001 60 bzw. 43 Tonnen an Krankenhäuser und lediglich etwa eine Tonne an Apotheken verkauft. Die verabreichten einmaligen Dosen an Röntgenkontrastmitteln können je nach Wirkstoff und Diagnoseverfahren zwischen 1 und über 200 g variieren. Diagnostika sind allgemein gut nierengängig und werden in kurzer Zeit wieder unverändert ausgeschieden. Während der Reinigung in der Kläranlage findet kein wesentlicher Abbau oder Rück-

[6.30] www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/twk_ergebnisprotokoll_02_sitzung_01-07-14.pdf, Zugriff März 2015

[6.31] *Gemeinsamer Bericht des Bayerischen Landesamtes für Umwelt und des Bayerischen Landesamtes für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LfU und LGL) (Hrsg.): Auftreten und Bewertung von Arzneimitteln, ausgewählten Metaboliten sowie weiterer polarer Spurenstoffe im Roh- und Trinkwasser aus oberflächenwasserbeeinflussten Gewinnungsanlagen Ausgabe 2010*

[6.32] *Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Ergebnisse der chemischen Überwachung der Oberflächengewässer 2014*

halt über Adsorption statt [6.33]. Für die iodierten Röntgenkontrastmittel hat das Umweltbundesamt einen gesundheitlichen Orientierungswert von 1,0 µg/l je Wirkstoff festgelegt.

Iomeprol und Iopamidol werden als Diagnostika beispielsweise in der Urographie, Amidotrizoesäure speziell in der Diagnostik des Magen-Darm-Traktes in Arztpraxen und Krankenhäusern eingesetzt. Nach der Verabreichung werden nach drei Stunden etwa 50 % der Amidotrizoesäure über die Niere wieder aus dem Körper ausgeschieden. Der Wirkstoff Iopromid wird ebenfalls in der Urographie sowie in der Darstellung von arteriellen und venösen Gefäßgebieten eingesetzt [6.33].

Das Ruhrwasser wird seit Jahren im Rahmen des Routineprogramms auf die oben genannten Röntgenkontrastmittel untersucht. Bei den vier mengenmäßig relevantesten Substanzen sind lediglich beim Iopromid signifikante Schwankungen bezüglich der Jahresfracht und mittleren Konzentration an der Probenahmestelle bei Essen-Rellinghausen zu verzeichnen (Bild 6.13).

Pflanzenschutzmittel und Biozide

Pflanzenschutzmittel sind chemische oder biologische Produkte, die Pflanzen vor einer Schädigung durch Tiere oder Krankheiten wie Pilzbefall schützen sollen. Vielfach wird anstatt Pflanzenschutzmittel häufig auch der übergeordnete Begriff Pestizide verwendet, wobei hierzu neben den Pflanzenschutzmitteln auch die Biozide gehören. Pflanzenschutzmittel werden in unterschiedlicher Form, zum Beispiel als Spritzmittel oder als Granulat, eingesetzt. Im Jahr 2011 waren in Deutschland laut Bundesamt für Verbrau-

cherschutz und Lebensmittelsicherheit 691 Pflanzenschutzmittel mit insgesamt 258 Wirkstoffen zugelassen, und es wurden 43.000 Tonnen verkauft. Pro Jahr werden auf einem Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche durchschnittlich etwa neun Kilogramm Pflanzenschutzmittel eingesetzt [6.34]. Pflanzenschutzmittel können als Abschwemmung nach Regen in Gewässer fließen oder durch Versickerung ins Grundwasser gelangen.

Biozide dienen dazu Schädigungen durch Mikro- oder andere Organismen abzuwenden. Im Gegensatz zu den Pflanzenschutzmitteln, welche nur in der Landwirtschaft genutzt werden, kommen Biozide somit als Anwendungen, wie Desinfektions-, Holzschutzmittel, in der Wasseraufbereitung sowie in vielen anderen Bereichen vor. Ihr Verbrauch steigt durch höhere Hygienestandards. Die Europäische Union (EU) teilt die Vielfalt an Bioziden mit der Biozidverordnung in 22 Produktarten ein. In der EU wurden insgesamt knapp 400.000 Tonnen an Biozidprodukten hergestellt bzw. importiert. In der rein mengenmäßig wichtigsten Produktart, die rund die Hälfte der Biozidwirkstoffe ausmacht, sind die Desinfektionsmittel und Algenbekämpfungsmittel zusammengefasst, die nicht für die direkte Anwendung bei Menschen und Tieren bestimmt sind [6.35].

Unter den Bioziden werden Organozinnverbindungen beispielsweise als Kunststoffadditive eingesetzt. Tributylzinnverbindungen, die hauptsächlich in Schiffsanstrichen als Foulingschutz dienen, sind toxische, bioakkumulierende Substanzen, die über eine hohe Ökotoxizität verfügen und endokrine Wirkungen in Muscheln und Schnecken auslösen können. Seit 2003 ist in der EU die Anwendung von organozinnbasierten Antifouling-Anstrichen verboten.

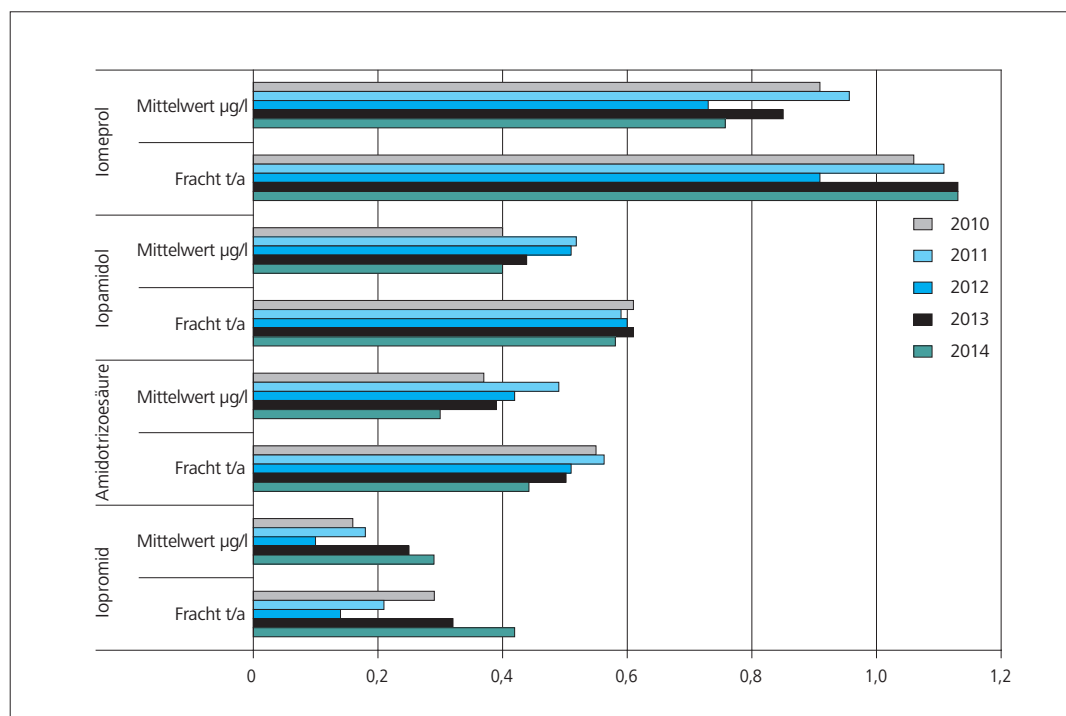


Bild 6.13: Frachten- und Mittelwertvergleich ausgewählter Röntgenkontrastmittel in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen
 Fig. 6.13: Annual loads and mean concentrations of selected radiocontrast agents in the Ruhr at Essen-Rellinghausen

Tabelle 6.2: PSM-Wirkstoffe und Metabolite in der Ruhr mit Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze der analytischen Verfahren von 0,01 µg/l
 Table 6.2: Crop protection ingredients and metabolites in the Ruhr with concentrations above the quantification limit in analytical processes of 0,01 µg/l

Wirkstoff	Substanzgruppe	2014		2013	
		% Befunde	max [µg/l]	% Befunde	max [µg/l]
Desphenylchloridazon	Pyridazin-Herbizid (Metabolit)	47	0,036	49	0,055
MCPA	Phenoxy-Herbizid	8,5	0,065	9,2	0,13
Diuron	Harnstoff-Herbizide	8,3	0,035	12	0,024
Mecoprop	Phenoxy-Herbizid	8,1	0,030	15	0,033
DNOC	Dinitrophenole-Herbizid	7,3	0,043	13	0,042
Isoproturon	Harnstoff-Herbizide	6,4	0,024	9,7	0,033
Carbendazim	Benzimidazol-Carbamate-Fungizid	6,4	0,023	12	0,016
Terbutylazin	Triazin-Herbizid	4,5	0,029	9,7	0,10
Terbutryn	Triazin-Herbizid	3,8	0,013	13	0,015
Desethylterbutylazin	Triazin-Herbizid (Metabolit)	1,9	0,020	4,9	0,059
Metolachlor	Chloracetanilid-Herbizid	1,3	0,013	8,3	0,13
Dichlorvos	Phosphorsäureester-Insektizid	1,3	0,012	0,8	0,059
Chloridazon	Pyridazin-Herbizid	0,64	0,013	–	–
Ethofumesat	Benzofuran-Herbizid	0,64	0,012	–	–
Metazachlor	Chloracetanilid-Herbizid	0,64	0,012	–	–
2,6-Dichlorbenzamid	Nitril-Herbizid (Metabolit)	0,64	0,011	–	–
Quinmerac	Chinolin-Herbizid	0,62	0,017	6,4	0,08

Mit Einführung der Richtlinie 2008/105/EG werden 0,0002 µg/l im Jahresdurchschnitt bzw. 0,0015 µg/l als zulässige Höchstkonzentration gefordert [6.24, 6.3].

Eine Auswahl der im Ruhrwasser bestimmten Pflanzenschutzmittel ist in Tabelle 6.1 aufgelistet. In Tabelle 6.2 sind die Substanzen zu finden, die mit Befunden oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l ermittelt wurden.

Am häufigsten konnte der Metabolit des Herbizids Chloridazon, das Desphenylchloridazon, mit Konzentrationen oberhalb von 0,01 µg/l nachgewiesen werden. Das Chloridazon, welches im Rübenanbau Verwendung findet, wird im Boden sehr schnell metabolisiert [6.33]. Das toxikologisch nicht relevante Desphenylchloridazon unterschreitet mit einem Maximalwert von 0,036 µg/l den GOW von 3,0 µg/l in allen untersuchten Proben deutlich.

Ein weiteres Herbizid, welches im Getreideanbau eingesetzt wird, das 2-Methyl-4-chlorphenoxyessigsäure (MCPA), wurde mit einem Maximalwert von 0,065 µg/l im Ruhrwasser („Brücke Echthausen“, Fluss-km 131,8) nachgewiesen. Damit wird der Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,1 µg/l unterschritten [6.33].

Neonicotinoide

Bei den Neonicotinoiden handelt es sich um die weltweit am häufigsten eingesetzten systemischen Insektizide mit Kontakt- und Fraßwirkung und Wirkung auf das zentrale Nervensystem der In-

sekten. Ihre bevorzugte Anwendung ist gegen beißende und saugende Insekten. Zu dieser Stoffgruppe gehören Acetamiprid, Clothianidin, Imidacloprid, Thiacloprid und Thiamethoxam. Aufgrund der hohen Toxizität speziell für Bienen wurde ab dem 1.10.2013 ein Ruhen der Zulassungen für die Stoffe Clothianidin, Imidacloprid und Thiamethoxam für die Anwendung in Raps-, Baumwoll-, Sonnenblumen- und Maiskulturen für zwei Jahre beschlossen [6.36]. Wie in akuten und chronischen Ökotoxizitätsstudien festgestellt, wirken Neonicotinoide besonders toxisch auf Wasserinsekten, teilweise schon in niedrigen µg/l-Konzentrationsbereichen. Aufgrund ihres Umwelhverhaltens besteht Grund zur Annahme, dass Neonicotinoide relevant für Oberflächengewässer sein könnten. Die fünf ausgewählten Neonicotinoide sind in der Wasserphase schwer biologisch abbaubar. Der mittlere Verbrauch wird für Deutschland mit 175 Tonnen pro Jahr für das Thiacloprid, mit 62,5 Tonnen pro Jahr für Clothianidin, Imidacloprid und Thiamethoxam und 17,5 Tonnen pro Jahr für Acetamiprid

[6.33] <https://www.dew21.de/de/Service-und-Kontakt/Info/Energie--und-Wasserlexikon>, Zugriff Februar 2015

[6.34] <http://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/pflanzenschutzmittel>, Zugriff Februar 2015

[6.35] <http://www.ceresana.com/de/marktstudien>, Biozide, Zugriff März 2015

[6.36] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): ECHO-Stoffbericht – Neonicotinoide, Ausgabe März 2015

angegeben. Aus den zwei Untersuchungen des LANUV an der Ruhr in 2013 liegt ein einmaliger Messwert von 0,010 µg/l für Imidacloprid in Mülheim-Kahlenberg vor [6.37].

Bei den monatlichen Längsuntersuchungen der Ruhr wurde im Kooperationslabor an keiner der zwölf Probenahmestellen für die fünf Substanzen ein Befund oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l ermittelt.

PCB

Polychlorierte Biphenyle (PCB) mit 209 möglichen Einzelkomponenten gelangten über ihren Einsatz als technische Mischungen zum Beispiel in Transformatoren, Hydraulikflüssigkeiten, Beschichtungen und Farbstoffen in die Umwelt. Zwölf der PCB zeigen dabei dioxin-ähnliche toxikologische Eigenschaften und können als unerwünschte Nebenprodukte bei thermischen und chemischen Prozessen gebildet werden. Zugleich dienen sie auch als Weichmacher und Brandverzögerer für Lacke, Farben, Klebstoffe, Dichtungsmassen, Kunststoffe und Verpackungsmittel. Weltweit wurden ca. 1,3 bis 2 Millionen Tonnen PCB hergestellt. Davon kamen in Deutschland ca. 84.000 Tonnen zur Anwendung [6.38].

Die Verbindungen sind für ein breites Spektrum von chronisch toxischen Wirkungen bekannt. Sie schädigen unter anderem das Immunsystem und das zentrale Nervensystem und wirken nachteilig auf endokrine (hormonale) Steuerungsmechanismen. PCB wurden bis zum Verbot im Jahr 1989 für zahlreiche technische Zwecke eingesetzt, wobei sie wegen ihrer hohen Stabilität teilweise bis heute nachgewiesen werden.

Bei den monatlichen Routineuntersuchungen des Ruhrwassers auf PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 und 194 sind in keiner Probe Konzentrationen oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze von 0,001 µg/l ermittelt worden und damit der trinkwasserspezifische Zielwert von 0,005 µg/l nicht überschritten [6.17].

Perfluorierte Tenside

Seitdem im Jahr 2006 eine Belastung mit Perfluorierten Tensiden (PFT) in der Ruhr und der Möhne festgestellt wurde, ist diese in den letzten acht Jahren mit der Sanierung von kontaminierten landwirtschaftlichen Flächen und dem Rückgang der Emission im gewerblich-industriellen Bereich auf Grund innerbetrieblicher Maßnahmen deutlich zurückgegangen. Selbst mit der 2014 erfolgten Verringerung der Bestimmungsgrenze von 10 auf 1 ng/l konnten in vielen Proben einige PFT-Komponenten nicht nachgewiesen werden.

Bild 6.14 zeigt den zeitlichen Verlauf der PFT-Belastung von 2007 bis 2013 an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen. Schon gut zwei Jahre nach dem Bekanntwerden der erhöhten PFT-Belastung wurde der Zielwert der Trinkwasserkommission von 100 ng/l für die Summe aus PFOA und PFOS nicht mehr überschritten. In den vergangenen Jahren waren darüber hinaus mit der Bestimmungsgrenze von 10 ng/l die Perfluorooctansäure (PFOA) in gut 90 % und die Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) in 40 % der genommenen Proben nicht mehr nachweisbar, so dass die Summe dieser beiden Komponenten meist nur mit 20 ng/l dargestellt wurde. Mit der um den Faktor 10 empfindlicheren Nachweismethode zeigen sich beim PFOA auch jetzt noch viele Befunde unter 1 ng/l. Der im Jahr 2014 gemessene Maximalwert lag mit 8,1 ng/l noch unter der alten Bestimmungsgrenze. Die analytisch noch nicht fassbare Umweltqualitätsnorm für PFOS von 0,65 ng/l (Jahresmittelwert) der ab dem 22. Dezember 2018 gültigen novellierten prioritären Stoffliste konnte allerdings mit einem Jahresmittel von 9,9 ng/l erwartungsgemäß nicht eingehalten werden. Die PFT-Belastung der Ruhr bei Essen ist mit mittleren 16 ng/l für die $\sum(PFOA/PFOS)$ für die Trinkwassergewinnung dagegen bei einem Zielwert von 100 ng/l ohne Belang.

Das überwiegend diffus in die Gewässer eingetragene PFOA führte 2014 im Einzugsgebiet der oberen Ruhr und Möhne noch

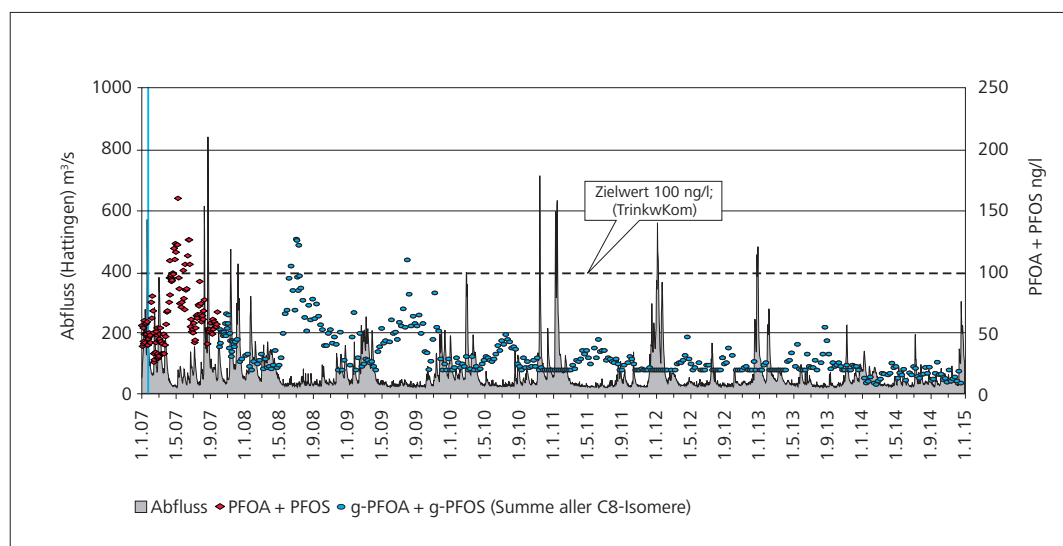


Bild 6.14: Konzentrationen an PFOA + PFOS und Abflüsse (Tagesmittel) der Ruhr bei Essen
Fig. 6.14: PFOA + PFOS concentrations and runoffs (daily means) in the Ruhr at Essen

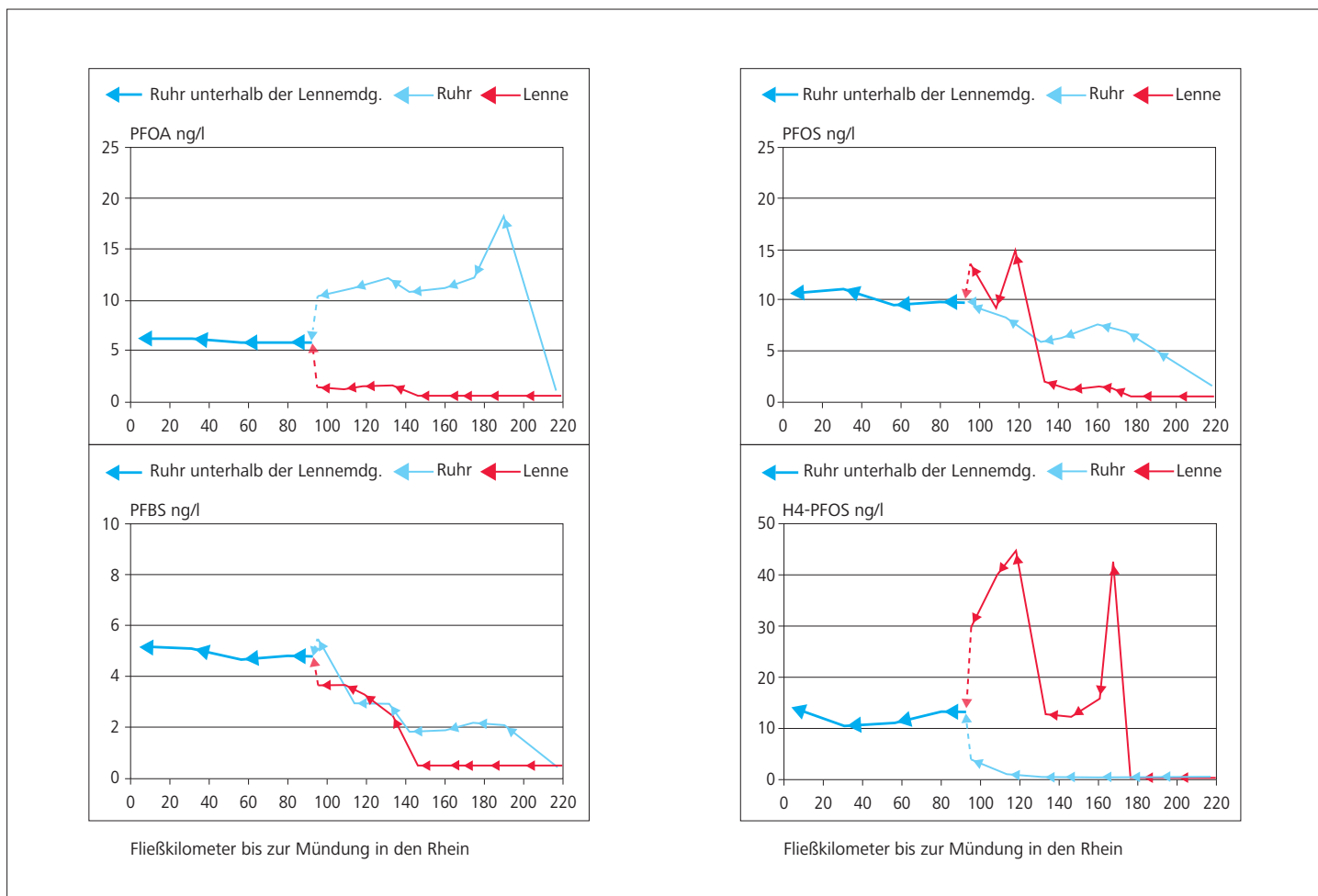


Bild 6.15: Konzentrationen relevanter PFT-Verbindungen (Mittelwerte) im Fließverlauf von Ruhr und Lenne 2014
 Fig. 6.15 Concentrations of relevant PFC compounds (means) along the course of the Ruhr and the Lenne in 2014

zu einem Anstieg der Konzentrationen in der Ruhr (Bild 6.15). Diese befanden sich allerdings weit unterhalb der Werte aus den Jahren 2006 bis 2007. Während in dieser Zeit die PFOA-Gehalte noch deutlich über 100 ng/l betragen, werden heute im Oberlauf 15 ng/l kaum noch überschritten. Aus der kontaminierten Ackerfläche in Brilon gelangt PFT-haltiges Sickerwasser noch über den Ablauf der Kläranlage Brilon-Scharfenberg in die Bermecke und nachfolgend in Möhne und Ruhr. In Bild 6.16 ist der zeitliche Verlauf der PFOA- und PFOS-Konzentrationen im Kläranlagenablauf dargestellt. Hier ist analog zu den Immissionsmessungen der deutliche Rückgang seit dem Jahr 2007 vor allem beim PFOA zu erkennen. Auch das PFOA-PFOS-Verhältnis unterliegt zeitlichen Änderungen. Im Jahr 2007 stellte PFOA eindeutig die Hauptkomponente dar, was durch ein PFOA-PFOS-Verhältnis von 2,50 verdeutlicht wird. In den Folgejahren verringerte sich der PFOA-Anteil stetig, und das Verhältnis lag dann in den Jahren 2010 bis 2012 konstant bei 0,66. In den letzten beiden Jahren ist aber wieder ein Anstieg des PFOA-Anteils festzustellen. Zeitgleich sind die mittleren Gehalte für beide Verbindungen angestiegen und betragen im Jahr 2014 461 ng/l PFOA und 506 ng/l PFOS. Dies zeigt den wei-

terhin bestehenden Einfluss der Ackerfläche auf die PFT-Konzentrationen in der Bermecke. Für die mittlere und untere Ruhr sind die PFOA-Einträge über kontaminierte Flächen im Bereich der oberen Ruhr von untergeordneter Bedeutung. Nach dem Zusammenfluss mit der hinsichtlich PFOA unbelasteten Lenne erreichen die Konzentrationen in der Ruhr Werte um 6 ng/l.

Für die als prioritär gefährlich eingestufte Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) gilt seit dem 27. Dezember 2006 EU weit ein Anwendungsverbot, das nur wenige Ausnahmen zulässt. Im Galvanikbereich beispielsweise können PFOS-haltige Mittel zur Sprühnebelunterdrückung und – zeitlich befristet bis 26. August 2015 – als Netzmittel eingesetzt werden. Herstellungsbedingt ist PFOS wie

[6.37] www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/fachberichte/fabe57/fabe57.pdf, Zugriff März 2015
 [6.38] <http://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/dioxine>, Zugriff März 2015

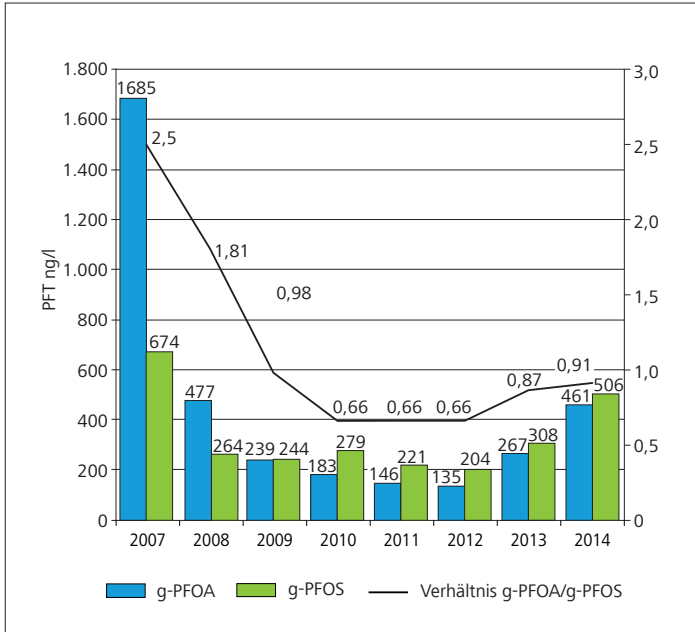


Bild 6.16: Zeitliche Entwicklung der PFT-Konzentrationen im Ablauf der Kläranlage Brilon-Scharfenberg
 Fig. 6.16: Chronological development of the PFC concentrations in the outlet of the Brilon-Scharfenberg sewage treatment plant

auch andere PFT als Verunreinigungen in Fluorpolymeren zu finden, so etwa bei der Beschichtung und Imprägnierung von Textilien, Papier und Teflonprodukten. Der bis dahin weit verbreitete Einsatz von PFOS in Feuerlöschschaummitteln ist seit dem 27. August 2011 verboten. In der metallbe- und -verarbeitenden Branche wird die Perfluorooctansulfonsäure zunehmend durch den polyfluorierten Ersatzstoff H4-Perfluorooctansulfonsäure (H4PFOS), der toxikologisch unbedenklicher ist, substituiert.

Während im Einzugsgebiet der Ruhr bis zur Lennemündung im Jahr 2014 wenig PFOS- und praktisch kein H4PFOS nachweisbar war, stellt sich die Situation im Lenneeinzugsgebiet anders dar. Hier findet bei Fluss-km 75,4 nach dem Zulauf der gereinigten Abwässer aus der Kläranlage Lennestadt-Grevenbrück ein Anstieg von H4PFOS bis auf mittlere 42 ng/l statt. PFOS war hier nur im Bereich der Bestimmungsgrenze nachweisbar. Durch Verdünnung mit der Bigge sanken die Werte für H4PFOS bis auf 12 ng/l, um mit der Einleitung des Ablaufwassers der Kläranlagen Werdohl und Rahmedetal wieder bis auf 44 ng/l anzusteigen. In diesem Bereich sind ebenfalls Anstiege des PFOS bis auf 15 ng/l vorhanden. Aufgrund von gewerblich bedingten Emissionen zählen die Kläranlagen Rahmedetal und Werdohl seit Beginn der Messungen zu den mit PFT am höchsten belasteten im Ruhreinzugsgebiet. Hierbei ist aber festzustellen, dass sich die Ablauffracht an PFOS dieser beiden Anlagen in Summe von 140,1 g/d im Jahr 2007 auf 5,6 g/d im Jahr 2014 und somit um 96 % reduziert hat. Die emittierte H4PFOS-Fracht der beiden Anlagen war im Jahr 2014 mit 37,5 g/d deutlich größer als die der perfluorierten Verbindungen. Diese Ergebnisse verdeutlichen einerseits die PFOS-Reduktion

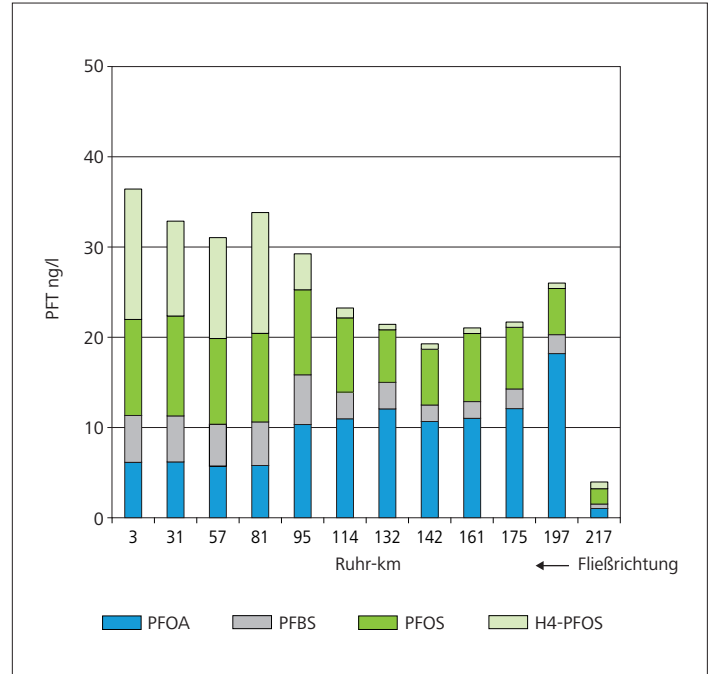


Bild 6.17: Konzentrationen relevanter PFT-Verbindungen (Mittelwerte) im Fließverlauf der Ruhr 2014
 Fig. 6.17: Concentrations of relevant PFC compounds (means) along the course of the Ruhr in 2014

durch eine gezielte betriebliche Abwasserreinigung und andererseits die Substitution von PFOS durch das polyfluorierte H4PFOS bei einigen Unternehmen. Nach dem Zusammenfluss von Ruhr und Lenne bewegen sich die Konzentrationen dieser beiden Stoffe im Bereich um 10 ng/l.

Die Konzentration der kurzkettigen PFT-Verbindung Perfluorbutansulfonsäure (PFBS) betrug in der unteren Ruhr noch vor sieben Jahren mittlere 33 ng/l. 2013 konnte dieser Stoff mit der Bestimmungsgrenze von 10 ng/l kaum noch nachgewiesen werden. Mit der nun empfindlicheren Analytik ist eine genauere Auflösung in dem niedrigeren Konzentrationsbereich möglich geworden. Hierbei wird deutlich, dass die Ruhr aber auch die Lenne einen leichten Anstieg auf den letzten 40 Fließkilometern bis zum Zusammenfluss dieser beiden Flüsse bis auf 5,5 bzw. 3,6 ng/l erfahren. Bis zur Mündung in den Rhein bleibt dann ein gleichmäßiges Niveau um 5 ng/l erhalten.

Im Fließverlauf der Ruhr von der Quelle bis zur Mündung werden Veränderungen der Anteile von den PFT-Komponenten PFOA, PFOS, H4PFOS und PFBS deutlich (Bild 6.17). So ist ab Ruhr-km 190,8 eine zunächst gleichbleibenden Verteilung der vier hier betrachteten Verbindungen zu erkennen. Die beiden Hauptkomponenten sind dabei PFOA und PFOS. Mit Zulauf der gereinigten Abwässer der Kläranlage Iserlohn-Baarbachtal erfährt das PFBS einen Anstieg von 3 auf 5,5 ng/l bei Ruhr-km 95,15. Mit dem Zufluss der Lenne erniedrigte sich durch Verdünnung der PFOA-Anteil deutlich, wogegen die beiden PFOS- Verbindungen nunmehr die Zusammensetzung bestimmen. Insgesamt machten diese im Jahr

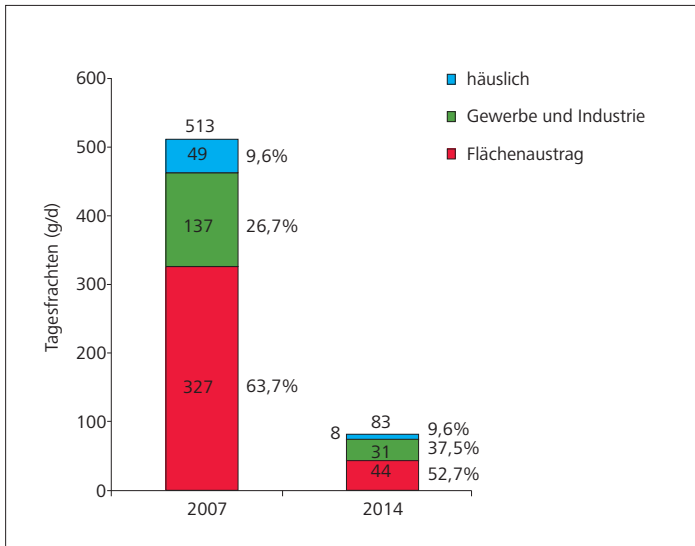


Bild 6.18: Herkunft der PFT-Frachten (PFOA + PFOS) an der Ruhrmündung, 2007 und 2014

Fig. 6.18: Origin of PFC loads (PFOA + PFOS) at the Ruhr's mouth, 2007 and 2014

2014 bis zur Mündung etwa zwei Drittel der gesamten, mit gut 30 ng/l als niedrig anzusehenden PFT-Belastung in der unteren Ruhr aus, wobei das H4PFOS mittlerweile die Hauptkomponente darstellt. Die Analytik der polyfluorierten Verbindung erfolgt seit dem Jahr 2010. Mit zunehmender Bedeutung dieses Stoffes als Ersatzmittel für perfluorierte Tenside wird seit 2011 nahezu eine Verdoppelung der Kläranlagen-Emissionen festgestellt.

Bild 6.18 zeigt die in der Ruhr transportierten Frachten von Perfluorierten Tensiden, hier als $\sum(PFOA/PFOS)$, als Vergleich der Jahre 2007 und 2014. Seit Bekanntwerden der PFT-Belastungen im Einzugsgebiet der Ruhr sind diese in den vergangenen sieben Jahren an der Mündung in den Rhein um 84 % zurückgegangen. Dies betrifft nahezu gleichermaßen den Flächenaustrag und die gewerblich bedingte Emission. Letztere hat im Vergleich zu 2007 um knapp 80 % abgenommen. Hier waren und sind vor allem die Substitution von PFT-haltigen Produkten durch polyfluorierte Tenside und die Optimierung der Prozessabläufe sowie der betrieblichen Abwasserbehandlung bei den PFT einsetzenden Betrieben der metallbe- und -verarbeitenden Branche ausschlaggebende Maßnahmen. Die in Bild 6.19 dargestellte zeitliche Entwicklung der Kläranlagenemissionen relevanter PFT-Verbindungen verdeutlicht den Erfolg dieser Maßnahmen.

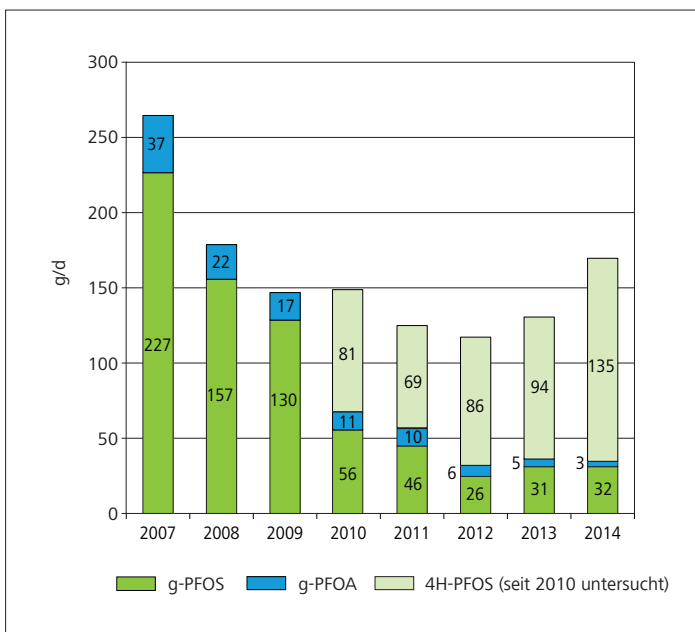


Bild 6.19: Zeitliche Entwicklung der Frachten relevanter PFT-Verbindungen in den Abläufen der Ruhrverbandskläranlagen

Fig. 6.19: Chronological development of the loads of relevant PFC compounds in the outlets of the Ruhrverband's sewage treatment plants

Sonderthemen

7 Ergebnisse der Lennelängsuntersuchungen und Vergleich mit der Ruhr

Der bedeutendste Nebenfluss der Ruhr ist aus wasserwirtschaftlicher Sicht die Lenne. Die Fließstrecke des Flusses, der bei Winterberg nur etwa 8 km südwestlich der Ruhrquelle entspringt, beträgt 129,15 km. Die Lenne ist damit um 2,5 km länger als die Ruhr bis zum Zusammenfluss. Die Einmündung der Lenne liegt bei Hagen-Boele am südlichen, linken Ruhrufer direkt oberhalb des Hengsteysees (Ruhr-km 92,7). Das oberirdische Einzugsgebiet (A_{EO}) der Lenne beträgt 1.353,2 km² und das der Ruhr bis zur Lennemündung 2.087,9 km². Dadurch ergibt sich ein Verhältnis dieser Einzugsgebiete von 1 : 1,54.

Hinsichtlich der Flächennutzung unterscheiden sich diese beiden Einzugsgebiete vor allem in den anteiligen bewaldeten bzw. landwirtschaftlich genutzten Flächen. Im Lenneneinzugsgebiet beträgt der Anteil der Landwirtschaft 33 %, der Waldflächen knapp 58 % und der Siedlungsflächen 8 %. Das verbleibende 1 % entfällt primär auf die Wasserflächen der Talsperren. Im entsprechenden Einzugsgebiet der Ruhr sind 41 % landwirtschaftlich genutzt, 50 % bewaldet und 8 % besiedelt, die Wasserflächen machen etwa 1 % der Gesamtläche aus.

Die Lenne überwindet von der Quelle bis zur Mündung eine Höhendifferenz von 730 m; dies entspricht einem mittleren Gefälle von 0,24 %. Der langjährige mittlere Abfluss (MQ) beträgt in der oberen Lenne (Pegel Bamenohl) 9,67 m³/s und im Unterlauf (Pegel Hagen-Hohenlimburg) 29,9 m³/s. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ab dem Zufluss der Bigge die Wasserführung durch Abgaben aus den Talsperren beeinflusst wird. Die insgesamt 53 Stauhaltungen in der Lenne beginnen schon im Oberlauf oberhalb von Schmallenberg. Diese dienen vor allem der Energiegewinnung und der Ableitung von Brauch- oder Kühlwasser.

Die Gewässer im Lenneneinzugsgebiet haben sich auf Grund der vorherrschenden Reliefierung zum Teil in die Landschaft eingeschnitten und weisen meist nur schmale Talauen auf. Die größten besiedelten Flächen finden sich entlang der Bigge (Wenden, Olpe, Attendorff) und der Lenne (Schmallenberg, Lennestadt, Finnentrop, Plettenberg, Werdohl, Alتنا, Hohenlimburg, Iserlohn, Hagen). Die Lage der elf Probenahmestellen der Lennelängsuntersuchungen im Fließverlauf, der relevanten Nebengewässer und der entwässernden Kläranlagen sind in Bild 7.1 dargestellt.

Zum Vergleich der Herkunft der Wassermengen in der Ruhr sind in Bild 7.2 die langjährigen gewässerkundlichen Hauptwerte des Lennepegels Hagen-Hohenlimburg (Jahresreihe 1978 bis 2011) und des Ruhrpegels Villigst (Jahresreihe 1975 bis 2011) als Säulendiagramm dargestellt. Zusätzlich sind die jeweiligen mittleren Abflüsse an den Probenahmetagen 2014 schraffiert kenntlich ge-

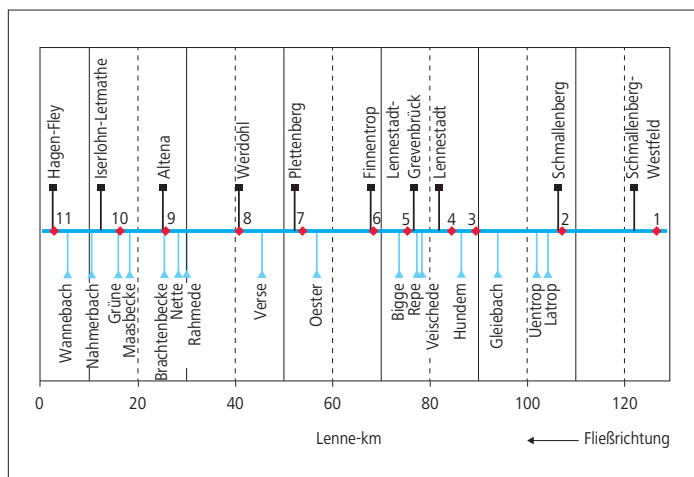


Bild 7.1: Schematische Darstellung der Kläranlagen und Nebengewässer sowie der elf Probenahmestellen der Lennelängsuntersuchungen 2014

Fig. 7.1: Illustration of the sewage treatment plants and tributaries as well as the eleven sampling points for the examinations along the Lenne in 2014

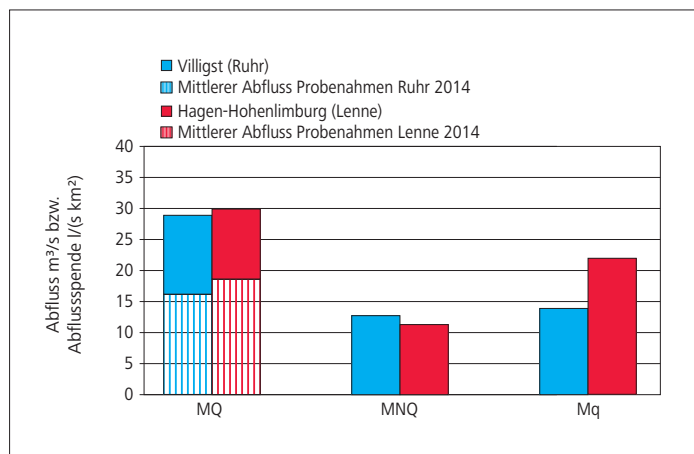


Bild 7.2: Vergleich ausgewählter gewässerkundlicher Hauptwerte der beiden Pegel Villigst (Ruhr) und Hagen-Hohenlimburg (Lenne), Zeitreihe 1978 bis 2013 und mittlerer Abfluss der Probenahmetermine 2014

Fig. 7.2: Comparison of selected hydrological key values at the two gauging stations Villigst (Ruhr) and Hagen-Hohenlimburg (Lenne), time series from 1978 to 2013 and mean runoff at the dates of sample-taking in 2014

macht. Der langjährige durchschnittliche Abfluss (MQ) der Lenne weist einen nur um 5 % höheren Wert auf als der entsprechende MQ der Ruhr. Vergleicht man die beiden mittleren Abflussspenden aus den jeweiligen Einzugsgebieten (Mq : MQ/A_{EO} in $l/(s \cdot km^2)$), beträgt der Unterschied allerdings 60 % zugunsten der Lenne. Hier spielt zum einen der etwa 15 % höhere jährliche Niederschlag im Einzugsgebiet der Lenne eine Rolle. Zum anderen wird der Wasserhaushalt der Ruhr bis zum Zusammenfluss mit der Lenne durch den Wassereport für die Trinkwasserversorgung des

nördlichen Ruhrgebiets beeinflusst. Die Lenne (MQ₂₀₁₄ 20,6 m³/s) und Ruhr (MQ₂₀₁₄ 19,4 m³/s) führten vor dem Zusammenfluss im Jahr 2014 im Mittel 35 % weniger Wasser als im langjährigen Durchschnitt. Mit mittleren 18,4 m³/s (Lenne) und 16,1 m³/s (Ruhr) an den Probenahmetagen können die hier dargestellten Verhältnisse als annähernd repräsentativ angesehen werden.

Hinsichtlich der Belastung mit Abwasser stellen sich die Verhältnisse für die Lenne und den betrachteten Ruhrabschnitt im Jahr 2014 folgendermaßen dar: Die Einleitung von 81,6 Mio. m³/a gereinigtem Abwasser in die Lenne (649,6 Mio. m³/a) bis zur Mündung entspricht einem Anteil von knapp 12,6 % (2,59 m³/s). In die Ruhr (611,8 Mio. m³/a) wurden 2014 bis zum Zusammenfluss 108,7 Mio. m³/a eingeleitet, was einem Anteil von 17,8 % (3,4 m³/s) entspricht.

Die vergleichende Betrachtung der Wasserbeschaffenheit beider Flüsse erfolgt auf der Basis der routinemäßigen Untersuchungen des Ruhrverbands. Zu Grunde liegen für die folgenden Auswertungen 13 Untersuchungen von der Ruhr an insgesamt zwölf Probenahmestellen und fünf Untersuchungen von der Lenne an elf Probenahmestellen. Die der Lennemündung nächstgelegene Probenahmestelle befindet sich in Höhe des Kraftwerks Westhofen bei Fluss-km 95,15 und somit etwa 2,3 km oberhalb der Lennemündung. Die nach dem Zusammenfluss bei wenigen Parametern rechnerisch nicht „passenden“ Konzentrationen, wie z.B. bei EDTA, sind darauf zurückzuführen, dass die Kläranlage Hagen-Boele noch unterhalb der Probenahmestelle Lenne vor Mündung ihre Abwässer einleitet. In den Bildern 7.3 bis 7.5 sind die mittleren Konzentrationen ausgewählter Kenngrößen im Längsverlauf von Ruhr und Lenne dargestellt.

Allgemeine physikalisch-chemische Kenngrößen

In dem abflussarmen Jahr 2014 erreichte der mittlere Abfluss (MQ) in der Lenne bei Hagen-Hohenlimburg lediglich zwei Drittel des langjährigen Vergleichswerts. Auch blieben ausgesprochene Hochwässer im Jahr 2014 aus. Diese Abflussverhältnisse hatten naturgemäß auf viele Wasserbeschaffenheitsmerkmale einen Einfluss.

Mit einer längeren Fließdauer und Aufenthaltszeit erfahren photosynthetische Prozesse (Algenentwicklungen) eine zunehmende Bedeutung, die vergleichbar ist mit der in der Ruhr bis zum Zusammenfluss beider Gewässer. So stiegen die pH-Werte im Fließverlauf allmählich von durchschnittlich pH 7,1 bis auf pH 7,9 an. Unterbrochen wurde dieser Anstieg durch den Zufluss der Bigge, der durch das abgegebene kalte Tiefenwasser der Biggetalsperre mit Werten um pH 7 geprägt ist. Auch die Wassertemperatur in der Lenne sinkt unterhalb des Biggezuflusses um durchschnittlich 2 °C und in den Sommermonaten (Stagnationsphase der Talsperre) um etwa 6 °C. Ein Einfluss des Tiefenwassers der Biggetalsperre ist darüber hinaus bei den Werten für die Elektrische Leitfähigkeit, die Sauerstoffsättigung, die Trübung und den Gehalt an Abfiltrierbaren Stoffen, die in der Lenne unterhalb der Biggemündung niedrigerer sind, zu erkennen. Im weiteren Fließverlauf steigen diese wieder allmählich an (O₂-Sättigung bis auf Werte um 100 %).

Mineralische Inhaltsstoffe

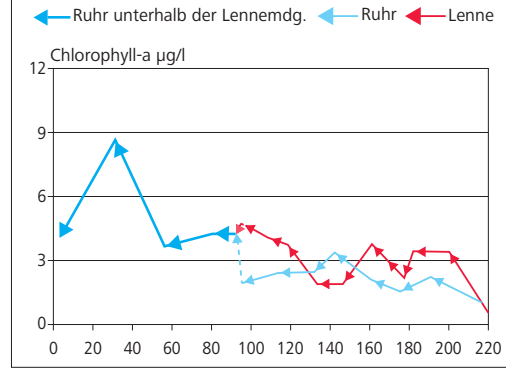
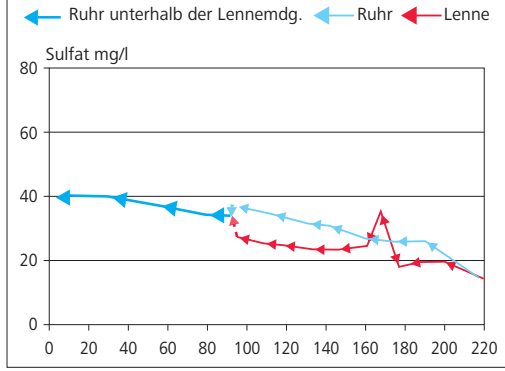
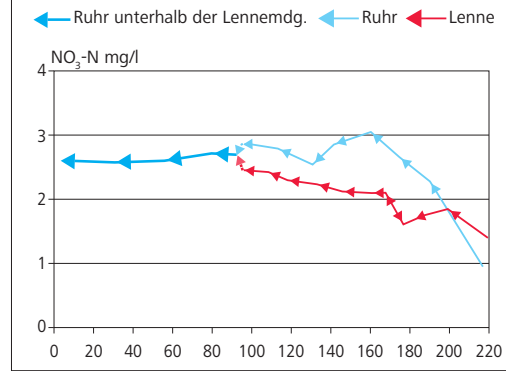
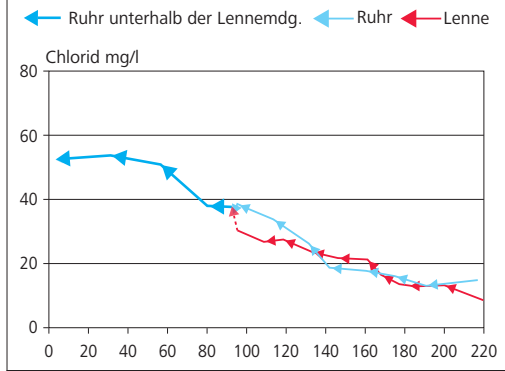
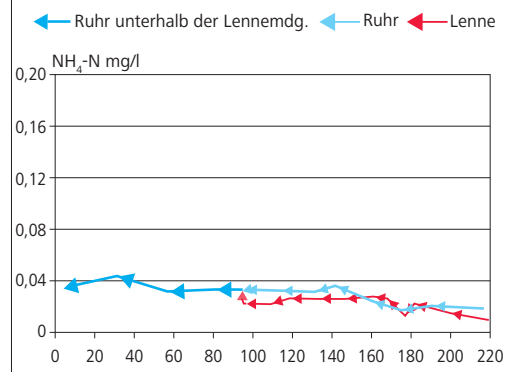
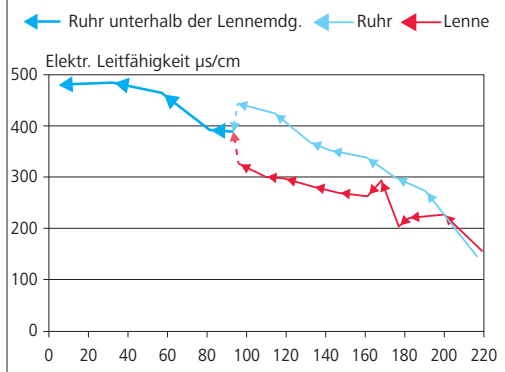
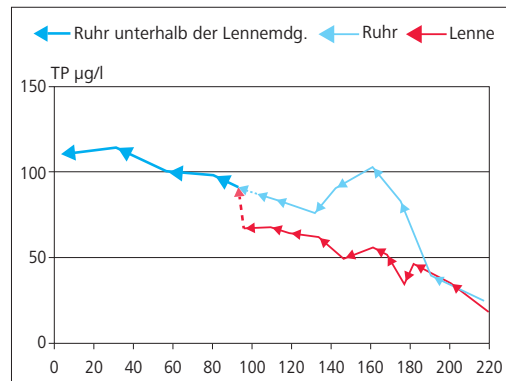
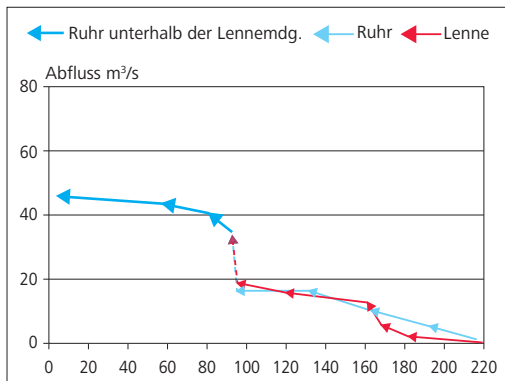
Insgesamt wies die Lenne für Gewässer im östlichen Teil des Ruhreinzugsgebiets mit regional vorkommendem Kalkstein im Längsverlauf typische Chlorid- und Sulfatkonzentrationen auf. Auffällig ist oberhalb des Biggezulaufs der peakartige Anstieg beim Sulfat auf das Doppelte der Ausgangskonzentration. Dieser ist auf ausgedehnte Kalksteinvorkommen und deren Verarbeitung unweit des Uferbereichs der Lenne zurückzuführen. Mit der Verdünnung durch die Bigge, die in diesem Jahr aufgrund der abflussarmen Situation mehr zum Abfluss der Lenne (Niedrigwasseraufhöhung) als in abflussreicheren Jahren beitrug, waren diese Verhältnisse wieder rückläufig. Beim Chlorid war ebenfalls ein Anstieg in der oberen Lenne festzustellen, der allerdings deutlich geringer ausfiel.

Ähnlich wie bei den genannten Anionen stiegen oberhalb der Biggemündung die Konzentrationen der Kationen Calcium und Magnesium um etwa 45 bis 60 % an. Unterhalb des Biggezuflusses sanken diese deutlich, um bis zur Mündung in die Ruhr allmählich wieder auf Werte von 31 mg/l (Ca) bzw. 6,3 mg/l (Mg) anzusteigen.

Organische Summenparameter (CSB, BSB₅, TOC, AOX)

Wie bei dem Beitrag der „Physikalisch-chemischen Ruhrlängsuntersuchungen“ werden für die organische Belastung der Lenne die Summenparameter BSB₅ (ohne ATH), CSB und TOC herangezogen. Der BSB₅ weist nach dem Zulauf der gereinigten Abwässer der ersten Kläranlage (Schmallenberg-Westfeld) im Fließverlauf mittlere Werte zwischen 1,4 und 1,5 mg/l auf, mit einer geringfügigen Erhöhung auf 1,6 mg/l unterhalb der Kläranlage Werdohl. Die beiden Parameter für die mit Kaliumdichromat oxidierbaren Inhaltsstoffe (CSB) bzw. den Gesamten Organischen Kohlenstoff zeigten hinsichtlich ihrer Konzentration, wie zu erwarten, einen ähnlichen Verlauf. Mit zunehmendem Anteil gereinigten Abwassers stiegen die mittleren Konzentrationen allmählich bis auf einen CSB von 6,2 mg/l bzw. einen TOC von 2,5 mg/l im Mündungsbereich an. Das Wasser der Bigge führte in der Lenne nur zu einem sehr geringen Konzentrationsrückgang, da dieses nicht nur durch die Biggetalsperre sondern auch durch die unterhalb der Talsperre gelegene Kläranlage Biggetal beeinflusst wird.

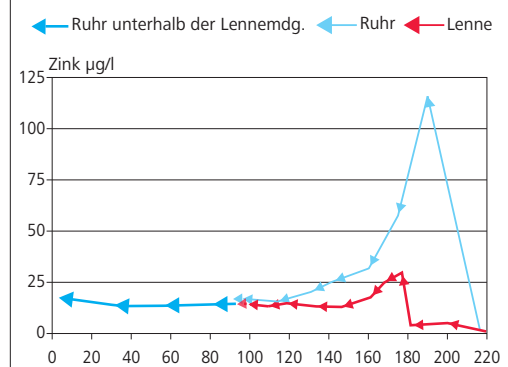
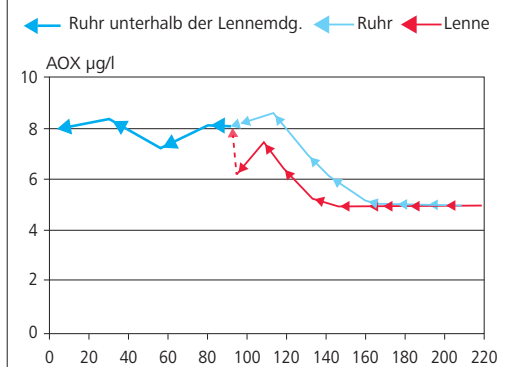
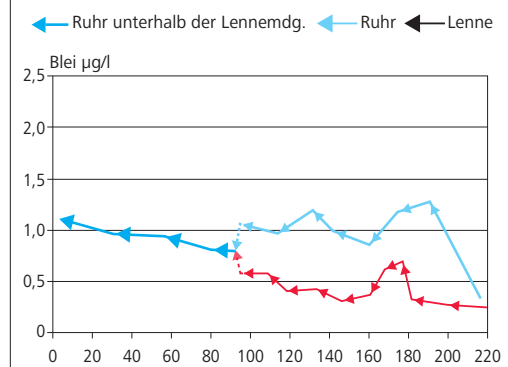
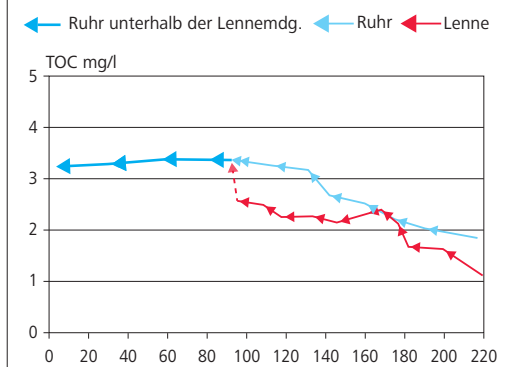
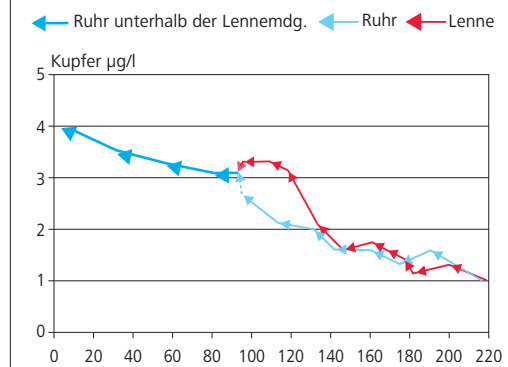
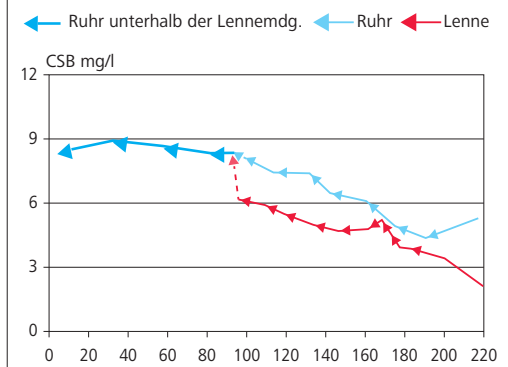
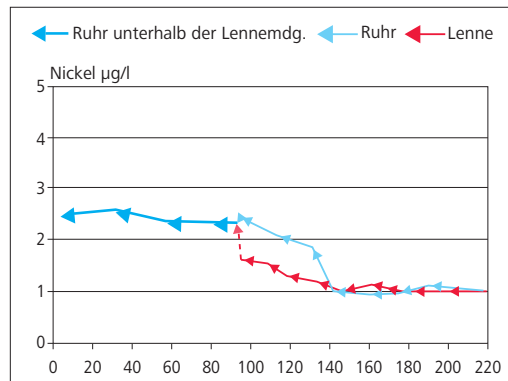
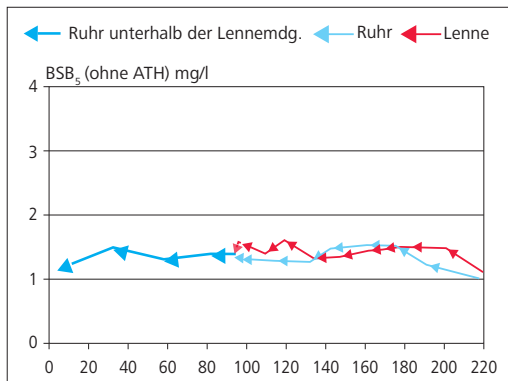
Durch die vorhandene Niedrigwassersituation im Jahr 2014 waren hinsichtlich der Adsorbierbaren Organisch Gebundenen Halogene (AOX) höhere Konzentrationen zu erwarten als bei durchschnittlichen Abflussverhältnissen. Dennoch konnten Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze von 5 µg/l nur in 50 % aller genommenen Proben gemessen werden, wobei die Befundhäufigkeit im Fließverlauf der Lenne zunahm. Das Maximum aller 55 Probenahmen betrug 10 µg/l AOX und trat insgesamt zweimal im Unterlauf auf.



Fließkilometer bis zur Mündung in den Rhein

Fließkilometer bis zur Mündung in den Rhein

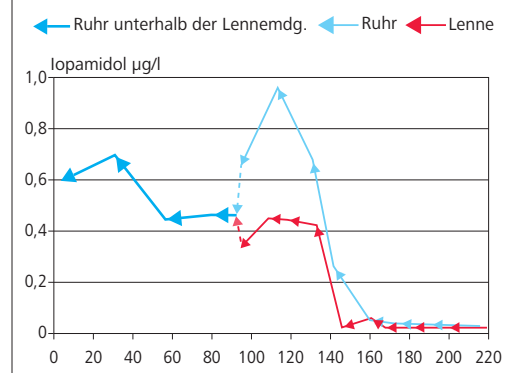
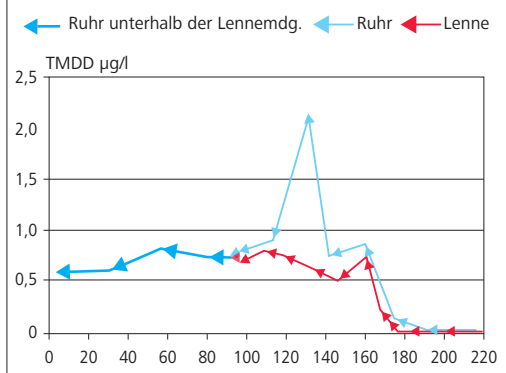
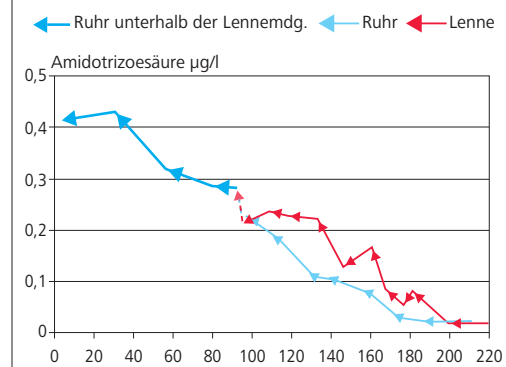
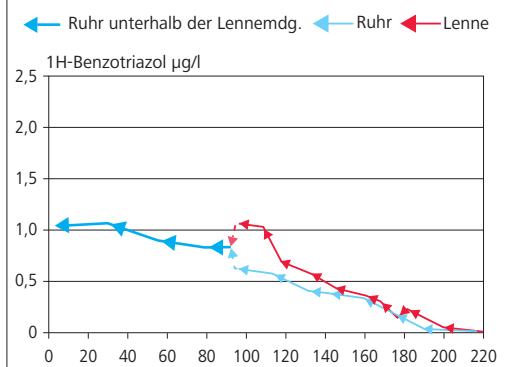
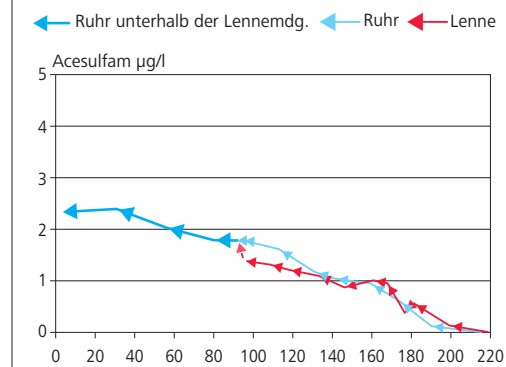
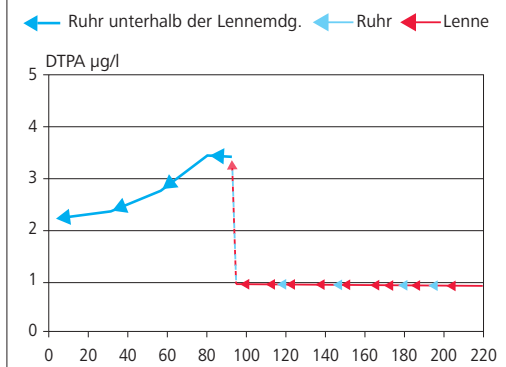
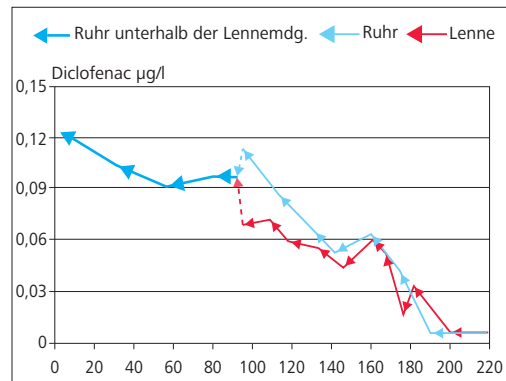
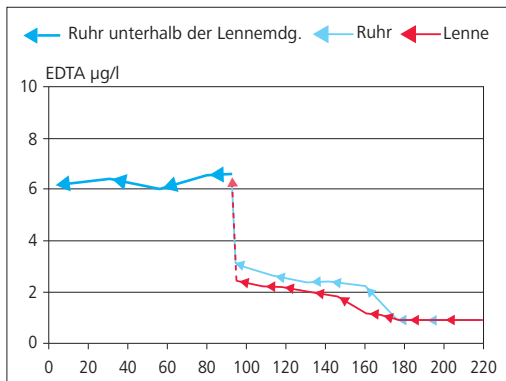
Bild 7.3: Konzentrationen ausgewählter Kenngrößen (Mittelwerte) im Fließverlauf von Ruhr und Lenne 2014
 Fig. 7.3: Concentrations of selected parameters (mean values) along the course of the Ruhr and the Lenne in 2014



Fließkilometer bis zur Mündung in den Rhein

Fließkilometer bis zur Mündung in den Rhein

Bild 7.4: Konzentrationen ausgewählter Kenngrößen (Mittelwerte) im Fließverlauf von Ruhr und Lenne 2014
 Fig. 7.4: Concentrations of selected parameters (mean values) along the course of the Ruhr and the Lenne in 2014



Fließkilometer bis zur Mündung in den Rhein

Fließkilometer bis zur Mündung in den Rhein

Bild 7.5: Konzentrationen ausgewählter Kenngrößen (Mittelwerte) im Fließverlauf von Ruhr und Lenne 2014
 Fig. 7.5: Concentrations of selected parameters (mean values) along the course of the Ruhr and the Lenne in 2014

Nährstoffe

Zu den für die Entwicklung von Algen und Makrophyten erforderlichen Nährstoffen gehören Stickstoff- und Phosphorverbindungen. Hier werden die Komponenten Ammonium-Stickstoff, Nitrat-Stickstoff und Gesamtphosphor behandelt. Phosphor hat für die Primärproduktion eine besondere Bedeutung, da dieser in der Regel den limitierenden Faktor für planktische Pflanzenentwicklungen darstellt.

Insgesamt weisen alle drei dargestellten Nährstoffkomponenten nahezu über die gesamte Fließstrecke geringere Konzentrationen als entsprechende Gewässerabschnitte in der Ruhr auf. Allerdings waren die Gesamtphosphor-Konzentrationen noch auf den ersten 40 Fließkilometern mit mittleren 30 bis 40 µg/l in beiden Flüssen vergleichbar. Mit dem Zulauf der Kläranlagen Bestwig-Velmede und Arnsberg-Wildshausen erfuhr die Ruhr dann aber eine deutliche Konzentrationssteigerung, die in der Lenne auch unterhalb der hier einleitenden Kläranlagen so nicht vorhanden war, weil der gereinigte Abwasseranteil entsprechend gering blieb. Im weiteren Verlauf bis zur Mündung in die Ruhr nahmen diese Werte jedoch kontinuierlich bis auf mittlere 68 µg/l TP zu, lediglich unterbrochen durch die Verdünnung mit dem Wasser der nährstoffarmen Hundem und Verse. Dieser Verlauf zeigte sich auch bei den untersuchten Stickstoffverbindungen.

Mit zunehmender Fließstrecke der Lenne und wachsenden anthropogenen Einflüssen (Abwasser, Landwirtschaft) nahm die Konzentration von Nitrat-Stickstoff zu. Diese erreichte bis zur Mündung eine durchschnittliche Konzentration von 2,5 mg/l NO₃-N. Bemerkenswert ist, dass die schon in der Ruhr niedrigen Ammoniumstickstoff-Konzentrationen in der Lenne noch unterschritten werden. So wurde an keiner Probenahmestelle ein Mittelwert von 0,03 mg/l NH₄-N überschritten. Als Maximalwert wurde 0,06 mg/l gemessen, der lediglich im Januar an mehreren Probenahmestellen auftrat.

Bis zum Zusammenfluss von Lenne und Ruhr wies im Jahr 2014, einem besonderen Jahr hinsichtlich der Algenentwicklungen (vgl. Kapitel „Trophische Situation in der Ruhr“), die Lenne trotz geringerem Nährstoffangebot nahezu durchgängig die höheren Chlorophyll-a-Konzentrationen auf. Hier spielt die Vielzahl von Stauhaltungen (Verlängerung der Aufenthaltszeit), die vor allem im Oberlauf der Lenne (Fluss-km 110 bis 80) und zwischen Werdohl und dem Zufluss der Grüne (Fluss-km 40 bis 15) vorhanden sind, eine entscheidende Rolle. Dies ist in dem Ruhrabschnitt bis zur Lennemündung in deutlich geringerem Maße der Fall.

Schwermetalle

In Bild 7.4 sind die Gesamtkonzentrationen der in der Lenne relevanten Schwermetalle Blei, Kupfer, Nickel und Zink dargestellt. Wie schon in den Kapiteln „Zeitlich dichte physikalisch-chemische Untersuchungen der Ruhr“ und „Physikalisch-chemische Ruhr-längsuntersuchungen“ berichtet, führten im Jahr 2014 die insgesamt unterdurchschnittlichen Abflüsse mit nur wenigen Abflussanstiegen bzw. -schwankungen zu außerordentlich niedrigen

Konzentrationen vor allem bei den feststoffgebundenen Schwermetallen.

Das in der Ruhr relevante Cadmium ließ sich bei den insgesamt 55 Probenahmen in der Lenne nur einmal oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,05 µg/l nachweisen. Eine ähnlich niedrige Befundhäufigkeit war beim Quecksilber vorhanden, das insgesamt zweimal oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,005 µg/l gemessen wurde. Die niedrigen Abflussverhältnisse in der Lenne führten zu einer nur geringen Sedimentverfrachtung, so dass hinsichtlich der feststoffgebundenen Schwermetalle niedrige Konzentrationen zu erwarten waren.

Die Konzentrationen der Schwermetalle Nickel, Zink und Blei wiesen vor dem Zusammenfluss in der Lenne niedrigere Befunde als in der Ruhr auf. Bei der höheren Konzentration des Kupfers in der Lenne spielt neben den Zuläufen von Rahmede und Nette der ehemalige Erzbergbau im Einzugsgebiet der unteren Lenne eine wesentliche Rolle. Mit mittleren Konzentrationen bis zu 3,3 µg/l Kupfer blieb die Belastung allerdings auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau.

Die Gehalte von Nickel bewegten sich über den gesamten Lenneverlauf im Bereich der Bestimmungsgrenze von 1 µg/l. Als Maximalwert wurde eine Konzentration von 2 µg/l an der Mündung in die Ruhr gemessen.

Einen großen Einfluss auf die Gehalte von Blei und vor allem von Zink hat der Zufluss der Hundem. Dieser führte für Zink zu einem Konzentrationsanstieg von mittleren 4,5 µg/l auf 30 µg/l. Im weiteren Fließverlauf, vor allem durch den Bigge-Zufluss, sanken die mittleren Zink-Gehalte und bewegten sich bis zur Mündung im Bereich um 14 µg/l. Dies sind ähnliche Verhältnisse wie in der Ruhr, deren Wasserbeschaffenheit im Oberlauf ebenfalls durch auslaugende Erzbergwerke geprägt ist. Bis zum Zufluss der Lenne ging auch in der Ruhr das Konzentrationsniveau auf etwa 14 µg/l Zink zurück. Die Blei-Gehalte blieben im gesamten Lenneverlauf bei jeder Probenahme stets unterhalb von 1 µg/l.

Organische Mikroverunreinigungen

In den genommenen Proben konnte eine Reihe von organischen Mikroverunreinigungen mit Konzentrationen oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenzen nachgewiesen werden. Das Bild 7.6 gibt eine Übersicht über die mengenmäßig relevanten organischen Substanzen bezüglich ihrer Konzentration und Fracht in der Lenne bei Hagen vor der Mündung in die Ruhr.

Dabei stellen wie in der Ruhr der Komplexbildner Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA) mit einer mittleren Konzentration von 2,4 µg/l und einer Jahresfracht von 1,2 Tonnen, gefolgt von Acesulfam (Durchschnittskonzentration 1,4 µg/l und Jahresfracht 0,84 Tonnen) und 1H-Benzotriazol (mittlere Konzentration 1,1 µg/l und Jahresfracht 0,56 Tonnen) die relevantesten Verbindungen dar (Vergleich Bild 6.8, Kapitel 6). Im Gegensatz zu den Befunden in der Ruhr ist in der Lenne von den bekanntesten und am

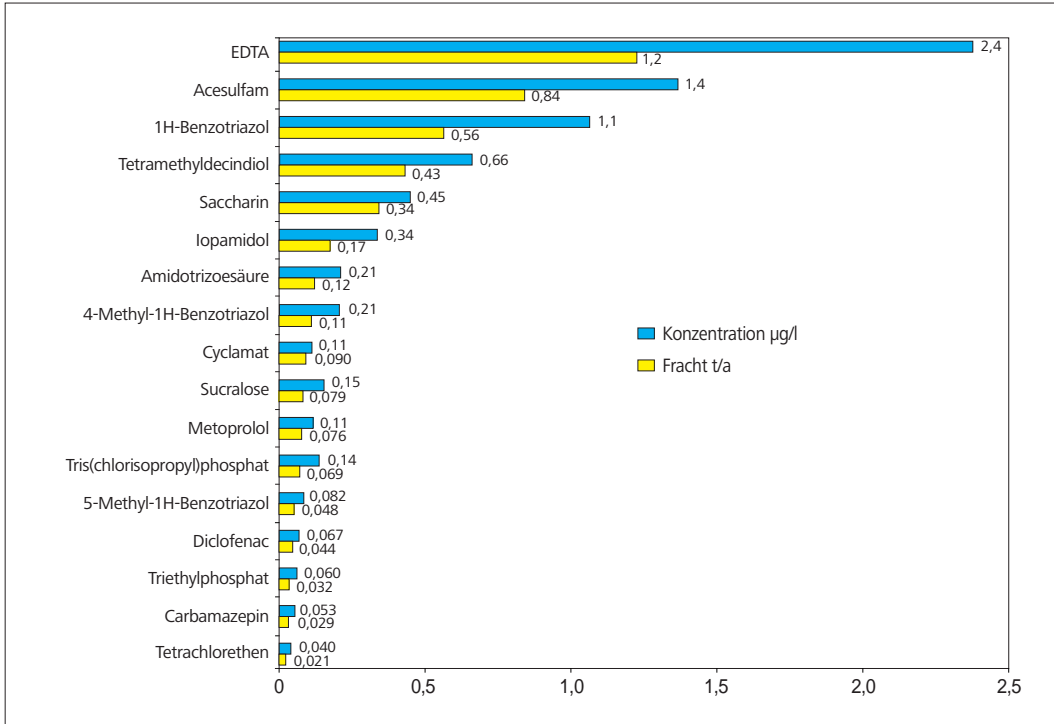


Bild 7.6: Jahresfrachten und Mittelwerte ausgewählter organischer Mikroverunreinigungen in der Lenne vor Mündung in die Ruhr 2014

Fig. 7.6: Annual loads and mean values of selected organic micro-pollutants in the Lenne upstream of its mouth into the Ruhr in 2014

meisten eingesetzten Komplexbildnern nur das EDTA mit Werten oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze von 1 µg/l nachweisbar (Bild 7.5). Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Komplexmittel enthaltenden Abwässer aus der Papierindustrie erst unterhalb der letzten Probenahmestelle in die Lenne eingeleitet werden. Der dadurch verursachte Konzentrationsanstieg ist so erst unterhalb des Zusammenflusses von Ruhr und Lenne erkennbar.

Die in vielen Spülmaschinenreinigungsmitteln zum Silberschutz eingesetzten Benzotriazole (1H-Benzotriazol, 4-Methyl-1H-Benzotriazol und 5-Methyl-1H-Benzotriazol) wurden im Quellbereich der Lenne nicht detektiert. Bereits ab Fluss-km 107,14 (oberhalb Kläranlage Schmallenberg) wurde der Hauptvertreter dieser Stoffgruppe, das 1H-Benzotriazol, mit Konzentrationen oberhalb von 0,01 µg/l ermittelt. Das gilt auch für die Industriechemikalie 2,4,7,9-Tetramethyl-5-decin-4,7-diol (TMDD), die sich als Tensid häufig in Druckertinte und Farben findet. Im weiteren Lenneverlauf wurden ab der Probenahmestelle oberhalb Altenhundem (Fluss-km 89,14) alle drei der oben genannten Korrosionsschutzmittel und das TMDD nachgewiesen.

Derzeit sind in der Europäischen Union (EU) 19 Süßungsmittel zugelassen, darunter die künstlichen Süßstoffe Acesulfam K (E 950), Aspartam (E 951), Cyclamat (E 952), Saccharin (E 954) und Sucralose (E 955) [7.1]. Auch das Lennewasser wurde auf diese Stoffe im Jahr 2014 untersucht. Wie in Bild 7.6 zu sehen ist, findet sich hier das Acesulfam mit einer mittleren Konzentration von 1,4 µg/l im Mündungsbereich unter den mengenmäßig bedeutendsten Mikroverunreinigungen. Relevante Befunde oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l treten für Acesulfam, Cyclamat und Saccharin bereits ab der Probenahmestelle oberhalb Kläranlage

Schmallenberg auf. Humantoxikologische Bewertungen der künstlichen Süßstoffe zeigen, dass bei einer Aufnahme der typischen Verwendungsmengen im Lebensmittelbereich keine negativen Wirkungen zu erwarten sind [7.1].

Die Stoffgruppe der Medikamente ist mit dem Schmerzmittel Diclofenac und dem Betablocker Metoprolol (nicht dargestellt) unter den Substanzen vertreten, die in der Lenne ab der Probenahmestelle oberhalb Altenhundem bis zur Mündung in die Ruhr durchgehend mit Konzentrationen über 0,01 µg/l ermittelt wurden (Bild 7.5). Der für Metoprolol geltende allgemeine Vorsorgewert von 0,1 µg/l wird mit einzelnen Messwerten schon im Bereich der mittleren Lenne und mit dem Maximalwert von 0,19 µg/l an der Mündung überschritten.

Aus der Gruppe der Röntgenkontrastmittel sind die im Ruhrwasser ermittelten Substanzen Iopamidol, Amidotrizoensäure, Iomeprol und Iopromid auch in der Lenne mit relevanten Befunden nachweisbar. Die Diagnostika gelangen hauptsächlich über die Ausscheidung direkt nach der Röntgenuntersuchung in die kommunalen Abwässer und Kläranlagen und von dort aus auf Grund ihrer hohen Stabilität und geringen Abbaubarkeit in die Oberflächengewässer. Für Röntgenkontrastmittel hat das Umweltbundesamt einen gesundheitlichen Orientierungswert von 1,0 µg/l je Wirkstoff festgesetzt [7.2].

[7.1] Bundesinstitut für Risikobewertung: Bewertung von Süßstoffen und Zuckeraustauschstoffen. In: Hintergrundinformation Nr. 025/2014 des BfR vom 1. Juli 2014

[7.2] <https://www.dew21.de/de/Service-und-Kontakt/Info/Energie-und-Wasserlexikon>, Zugriff März 2015

Tabelle 7.1: Bewertung der Lenneuntersuchungen des Jahres 2014 gemäß Oberflächengewässerverordnung (OGewV) bzw. Anlage D4 und D5 des „Leitfadens Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW (UQN: Umweltqualitätsnorm, OW: Orientierungswert)
 Table 7.1: Evaluation of water examinations from the Lenne in 2014 based respectively on the Surface Water Regulation (OGewV) and the appendices D4 and D5 of the “Guidelines on monitoring surface waters” issued by the State of North Rhine-Westphalia (UQN: Environmental Quality Standard, OW: Benchmark)

Probenahmestelle	unterhalb Quelle		oberhalb KA Schmallenberg		oberhalb Atenhundern		oberhalb Meggen		Pegel Bamenohl		oberhalb KA Finnentrop		oberhalb KA Plettenberg		ober KA Werdohl		oberhalb KA Altena		oberhalb Letmathe		vor Mündung	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11											
PNST-NR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11											
Lenne-km	126,62	107,14	89,14	84,51	75,41	68,39	53,65	40,66	25,6	16,1	2,74											
	UQN	OW	UQN	OW	UQN	OW	UQN	OW	UQN	OW	UQN	OW	UQN	OW	UQN	OW	UQN	OW	UQN	OW	UQN	OW
pH-Wert		Red		Blue		Red		Red		Blue		Blue		Blue		Blue		Red		Blue		Red
Sauerstoff mg/l		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue
BSB ₅ (ohne ATH) mg/l		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue
TOC mg/l		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue
AOX µg/l		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue
Ammonium-Stickstoff mg/l		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue
Nitrat-Stickstoff mg/l		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue
Nitrit-Stickstoff mg/l		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue
Gesamt-Phosphor µg/l		Blue		Blue		Blue		Blue		Green		Green		Blue		Green		Green		Blue		Green
o-Phosphat-Phosphor µg/l		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Green		Blue		Green
Chlorid mg/l		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue
Fluorid mg/l		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue
Sulfat mg/l		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue
Blei filtriert µg/l	Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue	
Cadmium filtriert µg/l	Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue	
Chrom filtriert µg/l	Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue	
Kupfer µg/l	Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Green		Blue		Green	
Nickel filtriert µg/l	Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue	
Quecksilber µg/l	Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue	
Silber µg/l	Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue	
Zink µg/l	Blue		Blue		Blue		Orange		Yellow		Yellow		Green		Green		Yellow		Green		Yellow	
EDTA µg/l	Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue	
NTA µg/l	Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue	
DTPA µg/l	Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue	
PFOS ng/l	Grey		Grey		Grey		Red		Red		Red		Red		Red		Red		Red		Red	
Amidotrizesäure µg/l	Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Yellow		Yellow		Orange		Orange		Orange		Orange	
Iomeprol µg/l	Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Green		Blue		Orange		Red		Orange		Yellow	
Iopamidol µg/l	Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Green		Blue		Red		Red		Red		Blue	
Iopromid µg/l	Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Yellow		Yellow		Yellow		Red		Orange		Yellow	
Carbamazepin µg/l	Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Green		Blue		Blue		Blue	
Diclofenac µg/l	Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Green		Blue		Green		Blue	
Ibuprofen µg/l	Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Blue		Yellow		Blue	

Von den untersuchten Pflanzenschutzmitteln wurde bei den fünf Untersuchungen des Lennewassers lediglich das toxikologisch nicht relevante Desphenylchloridazon (Metabolit des im Rübenanbau eingesetzten Herbizids Chloridazon) mit einem Maximalwert von 0,037 µg/l am Pegel Bamenohl nachgewiesen.

Zusammenfassende Bewertung

Die Bewertung der Analysenergebnisse erfolgt analog zum Beitrag „Physikalisch-chemische Untersuchungen gemäß EG-WRRRL“ auf Basis der in der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) festgelegten Umweltqualitätsnormen (UQN) und der Orientierungswerte (OW) gemäß des Leitfadens NRW, Anlagen 4 und 5 (Tabelle 7.1). Die Nichterreichung der Vorgaben für den pH-Wert ist bis auf den Quellbereich (Unterschreitung von pH 6,5) auf die Verletzung der oberen Grenze von pH 8,5 zurückzuführen, die jeweils einmal im März mit maximal pH 8,7 überschritten wurde. Für die Parameter

Sauerstoff, BSB₅, TOC, AOX, Ammonium, Nitrat und Nitrit wird die Lenne über die gesamte Fließlänge in „sehr gut“ eingestuft. Für die Nährstoffkomponenten Gesamtphosphor und o-Phosphat-Phosphor erfolgt bis zur Probenahmestelle oberhalb Meggen bzw. oberhalb KA Werdohl eine „sehr gute“ und im weiteren Fließverlauf bis zur Mündung eine „gute“ Einstufung.

Die Umweltqualitätsnormen für die prioritären bzw. prioritär gefährlichen Schwermetalle Blei, Cadmium, Nickel und Quecksilber wurden an allen Probenahmestellen eingehalten. Dies gilt auch für Silber gemäß der OGewV. Hinsichtlich der Orientierungswerte für Kupfer wird auf den ersten 85 Flusskilometern der „sehr gute“ und danach der „gute“ Zustand eingehalten. Für Zink verschlechtert sich nach dem Zufluss der Hundem die Bewertung lokal auf „unbefriedigend“. Auf der weiteren Fließstrecke bewegt sich die Lenne dann im Grenzbereich zwischen „mäßig“ und „gut“.

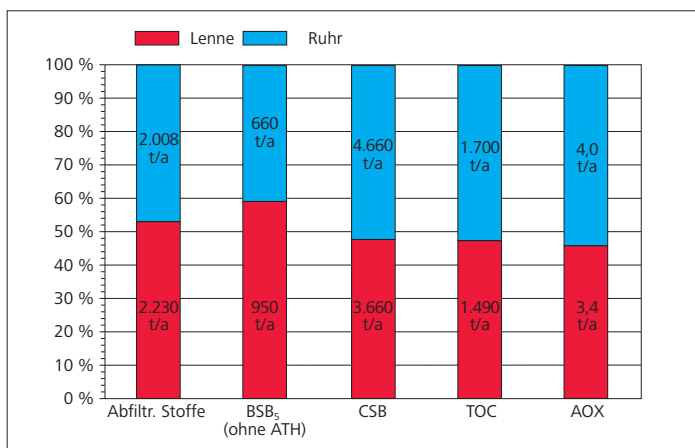


Bild 7.7: Frachtanteile organischer Summenparameter von Ruhr und Lenne 2014

Fig. 7.7: Load shares of organic composite parameters in the Ruhr and Lenne 2014

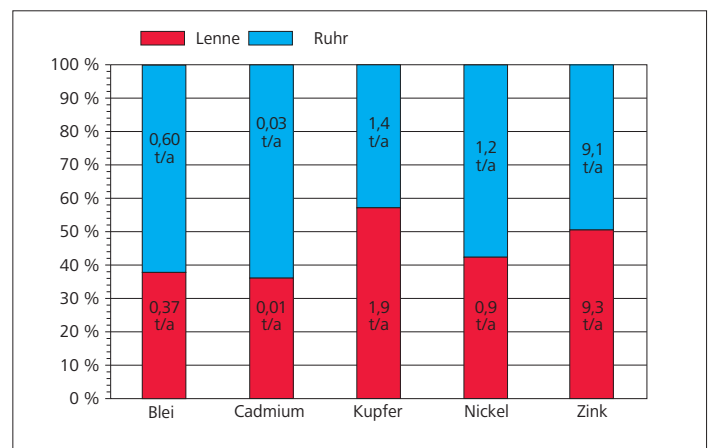


Bild 7.9: Frachtanteile ausgewählter Schwermetalle von Ruhr und Lenne 2014

Fig. 7.9: Load shares of selected heavy metals in the Ruhr and Lenne 2014

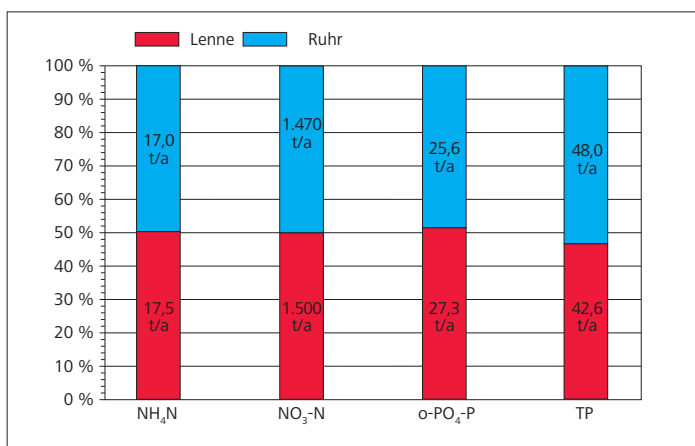


Bild 7.8: Frachtanteile ausgewählter Nährstoffe von Ruhr und Lenne 2014

Fig. 7.8: Load shares of selected nutrients in the Ruhr and Lenne 2014

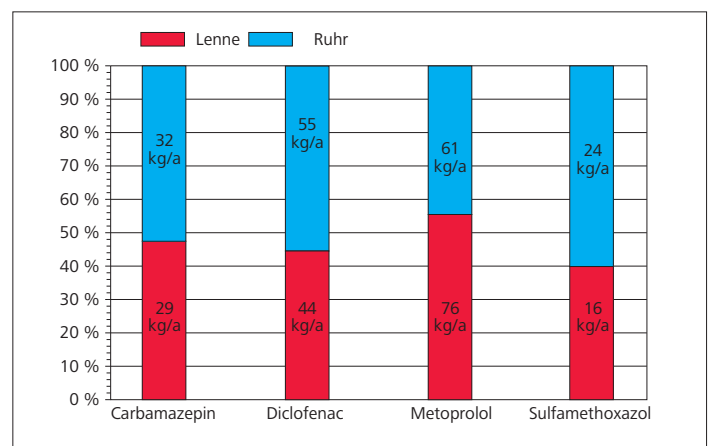


Bild 7.10: Frachtanteile ausgewählter Medikamente von Ruhr und Lenne 2014

Fig. 7.10: Load shares of selected drugs in the Ruhr and Lenne 2014

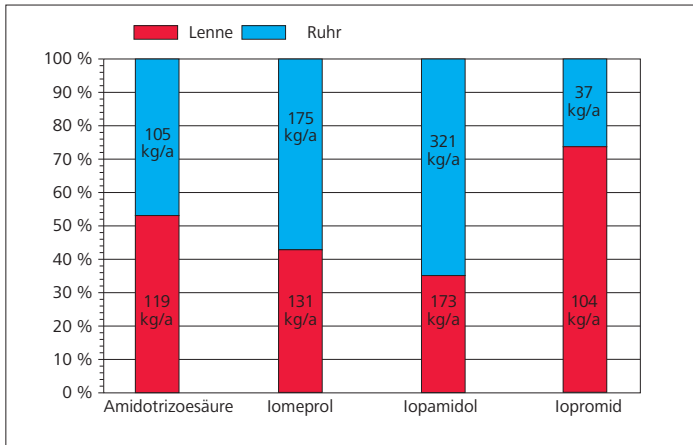


Bild 7.11: Frachtanteile ausgewählter Röntgenkontrastmittel von Ruhr und Lenne 2014

Fig. 7.11: Load shares of selected radiocontrast agents in the Ruhr and Lenne 2014

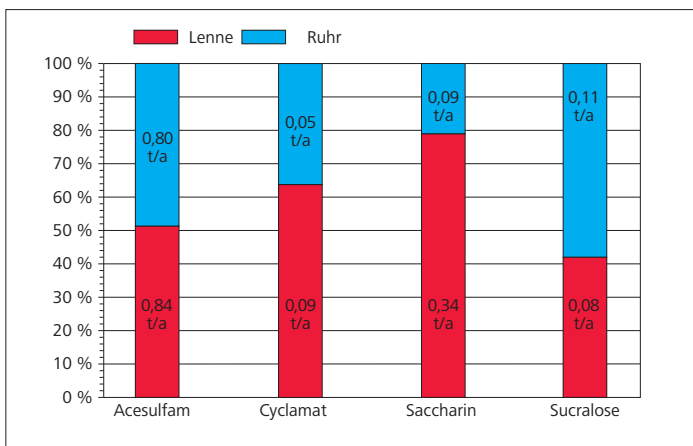


Bild 7.12: Frachtanteile ausgewählter Süßstoffe von Ruhr und Lenne 2014

Fig. 7.12: Load shares of selected sweeteners in the Ruhr and Lenne 2014

Bezüglich der organischen Mikroverunreinigungen stellen die gesetzlich nicht geregelten Substanzen EDTA, Acesulfam und 1H-Benzotriazol die mengenmäßig relevantesten Stoffe dar.

Frachtvergleich von Lenne und Ruhr am Zusammenfluss

Die beiden für diesen Vergleich herangezogenen Probenahmestellen befinden sich etwa 2,7 km oberhalb des Zusammenflusses von Ruhr und Lenne. Die Bilder 7.7 bis 7.13 zeigen die Frachtanteile in der Ruhr und in der Lenne in Prozent, wobei die jeweils zugehörigen absoluten Werte in den beiden entsprechenden Säulenabschnitten angegeben sind. Zur Frachtermittlung wurden die Tagesfrachten (Messwert x Tagesmittel des Abflusses) zu einem Jahresmittel verrechnet. Da die Mittelwerte der Abflüsse an den Probenahmeterminen um 15 % unterhalb der Jahresmittelwerte (MQ₂₀₁₄) der jeweiligen Pegel Villigst (Ruhr) und Hagen-Hohenlimburg (Lenne) lagen, sind die ermittelten Frachten als repräsentativ für das Jahr 2014 anzusehen.

Das Abflussverhältnis der zu Grunde gelegten Daten an den Probenahmetagen von Lenne zu Ruhr betrug im Berichtszeitraum 1 : 0,87. Während die Frachten der Abfiltrierbaren Stoffe und des BSB₅ (ohne ATH) den höheren Abfluss in der Lenne widerspiegeln, beim BSB₅ sogar etwas mehr wegen des höheren Algengehalts, sind für die organischen Summenparameter CSB, TOC und AOX aufgrund niedrigerer Konzentrationen geringere Frachten in der Lenne festzustellen.

Bei den Nährstofffrachten tragen die beiden Gewässer Ruhr und Lenne, von denen letztere die niedrigere Konzentration aber einen höheren Abfluss aufweist, gleichermaßen zu den jeweiligen Gesamtfrachten in der Ruhr unterhalb des Zusammenflusses bei. Lediglich für Gesamtphosphor war in der Ruhr eine um 13 % höhere Fracht als in der Lenne vorhanden, entsprechend einer um 34 % höheren Durchschnittskonzentration in der Ruhr. Der jeweilige Anteil des direkt pflanzenverfügbaren o-Phosphat-Phosphors lag in beiden Gewässern bei über 50 %.

Mit Ausnahme des überwiegend gelöst vorliegenden Kupfers blieben in der Lenne die Konzentrationen aber auch die Frachten unter denen in der Ruhr. Mit 1,9 t/a wurde in der Lenne etwa 35 % mehr Kupfer transportiert als in der Ruhr vor dem Zusammenfluss. Cadmium, Chrom und Quecksilber konnten dagegen bei keiner Probenahme an der Lennemündung oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden. Die Frachten von Blei und Nickel in der Lenne betragen nur 60 % (Blei) bzw. 73 % (Nickel) derjenigen in der Ruhr, die entsprechenden Anteile für die Konzentrationen waren 54 % bzw. 64 %.

Die jeweils errechneten Frachtanteile in Ruhr und Lenne unterscheiden sich bei Iopamidol und Iopromid wesentlich voneinander, während bei Iomeprol und bei der Amidotrizoesäure mit Anteilen um 50 % annähernd vergleichbare Verhältnisse vorherrschen.

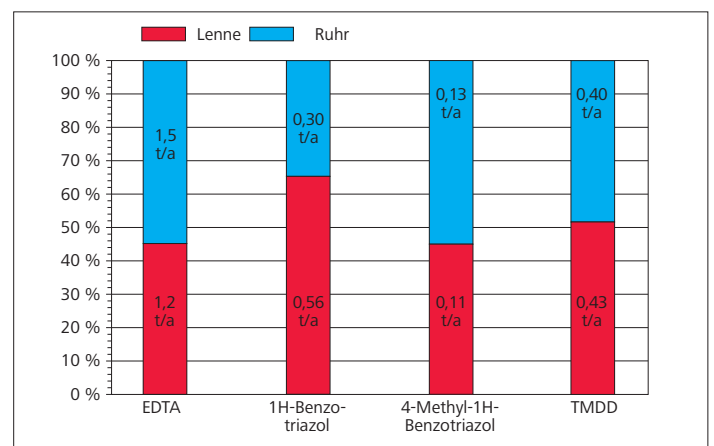


Bild 7.13: Frachtanteile ausgewählter organischer Mikroverunreinigungen von Ruhr und Lenne 2014

Fig. 7.13: Load shares of selected organic micropollutants in the Ruhr and Lenne 2014

8 Herkunft der Schwermetallbelastung der Ruhr

Schwermetalle spielen in der aquatischen Umwelt nach wie vor eine bedeutende Rolle. So sind für die prioritären Stoffe Blei und Nickel sowie die prioritär gefährlichen Stoffe Cadmium und Quecksilber in der Oberflächengewässerverordnung [8.1] Immissionsanforderungen formuliert. Bei der Novellierung der Liste prioritärer Stoffe gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie ist für Nickel nach derzeitigem Diskussionsstand eine Verschärfung der Umweltqualitätsnorm (UQN) von derzeit 20 µg/l auf 4 µg/l in der filtrierten Probe vorgesehen. Für die in der Wasserphase gesetzlich nicht verbindlich geregelten Schwermetalle Chrom, Kupfer und Zink finden sich darüber hinaus Orientierungswerte im Leitfaden „Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW [8.2]. Auch wenn sich die Gehalte an den genannten Stoffen in der Ruhr seit Jahren insgesamt auf niedrigem Niveau befinden, werden die Zielvorgaben nicht durchgehend eingehalten. Somit ist der Schwermetallbelastung der Gewässer im Ruhreinzugsgebiet weiterhin besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Die Analytik dieser Elemente ist daher auch fester Bestandteil der zeitlich dichten Überwachung und der regelmäßigen Längsuntersuchungen der Ruhr (Kapitel 2 und 3 des Ruhrgüteberichts).

Mit der Immissionssituation eng verknüpft ist die Frage nach der Herkunft der Schwermetalle. Dabei sind die Abläufe kommunaler Kläranlagen neben anderen Punktquellen wie Mischwasserentlastungen und neben diffusen Quellen wie geogen bedingter Eintrag, Flächenaustrag und Deposition als ein weiterer wesentlicher Eintragspfad zu nennen. In den wasserrechtlichen Genehmigungsbescheiden der Kläranlagen sind daher auch Grenzwerte für die Ablaufkonzentrationen relevanter Metalle festgelegt. Da Schwermetalle im Prozess der kommunalen Abwasserreinigung nicht vollständig zurückgehalten werden, hängt die Emission in die Gewässer stark von der Höhe der Belastung der Kläranlagenzuläufe ab, wobei die jeweilige Bindungsform dieser Stoffe ein zusätzlicher Einflussfaktor für die spezifische Retention ist. Schwermetalle können aufgrund ihrer Toxizität gegenüber Mikroorganismen schädigend auf die Belebtschlammbiozönose wirken, was negative Folgen für den Abbau von organischen Abwasserinhaltsstoffen und insbesondere von Stickstoffverbindungen haben kann.

Aus diesen Gründen ist das Interesse nicht nur auf die Höhe der Ablaufbelastung, sondern auch auf die Zulaufbeschaffenheit der Verbandskläranlagen und deren Retentionsleistung für Schwermetalle zu richten. Bei der Bewertung der Zulaufbelastung ist wiederum die Bedeutung der gewerblich-industriellen Indirekteinleitungen zu hinterfragen, welche neben dem häuslichen Schmutzwasser, dem Fremdwasser und dem Niederschlagsabfluss von befestigten Flächen als ein wesentlicher Herkunftsbereich für Schwermetalle im kommunalen Abwasser gelten. Über die Zulaufbelastung in Abhängigkeit von den Eintragspfaden wurde im Ruhrgütebericht letztmalig im Jahr 2002 berichtet [8.3].

Datengrundlage

Für die aktuelle Auswertung wurden die Ergebnisse der routinemäßig durchgeführten Analysen aus den Zulauf-, Ablauf- und Schlammuntersuchungen der Kläranlagen sowie der im Rahmen der Veranlagung durchgeführten Untersuchungen bei den gewerblichen und industriellen Mitgliedsunternehmen der Jahre 2010 bis 2014 herangezogen. Insgesamt wurden bei der Betrachtung rund 5.300 Zulaufproben, etwa 1.300 Ablaufproben und über 7.000 betriebliche Beprobungen berücksichtigt. Die Gewässerdaten stammen aus den in den Kapiteln 2 und 3 des Ruhrgüteberichts dargestellten Untersuchungsprogrammen. Dieses Datenkollektiv bildete die Grundlage für die Ermittlung der Höhe und Herkunft der Schwermetallbelastung in den Kläranlagenzuläufen, der spezifischen Retentionsleistungen der Verbandskläranlagen, der Ablaufbeschaffenheit und der Bedeutung der kläranlagenbürtigen Emissionen für die Gewässer im Ruhreinzugsgebiet.

Ausgewertet wurden die Daten der ökotoxikologisch relevanten Schwermetalle Kupfer, Nickel, Zink, Chrom, Blei und Cadmium, welche im Kläranlagenzufluss regelmäßig in relevanten Konzentrationen nachgewiesen werden. Quecksilber ist im Kläranlagenbereich schon seit langem von geringer Bedeutung. Bereits vor über zehn Jahren lagen dessen Gehalte sowohl im Kläranlagenzu- als auch im –ablauf durchgängig unterhalb der Bestimmungsgrenze, so dass dieses Element hier nicht weiter berücksichtigt wurde.

Bei der Berechnung der Jahresmittelwerte sowohl der einzelnen Kläranlagen als auch der hieraus berechneten Mittelwerte aller Verbandskläranlagen wurden die Konzentrationen im Zu- und Ablaufbereich wassermengengewichtet gemittelt. Da für die betrieblichen Abwässer ausschließlich Jahreswassermengen vorliegen, wurde hier das arithmetische Mittel verwendet. Bei den Klärschlammproben handelt es sich um Jahresmischproben, die sich aus wöchentlichen Klärschlammgaben zusammensetzen. Die Klärschlamm-trockenmassen stammen aus der Abfallbilanz des Ruhrverbands. In die Konzentrations- und Frachtberechnungen gingen Messwerte unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze analog zu den Vorgaben der Oberflächengewässerverordnung mit der halben Bestimmungsgrenze ein. Neben den Jahresmittelwerten wurden für den Betrachtungszeitraum Fünfjahresmittelwerte gebildet.

[8.1] Bundesministerium für Umwelt, Bau- und Reaktorsicherheit (Hrsg.): *Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung – (OGewV)*, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2011, Teil 1 Nr. 37, Bonn, 20. Juli 2011

[8.2] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes NRW (Hrsg.): *Leitfaden Monitoring Oberflächengewässer*, http://www.wiki.flussgebiete.nrw.de/index.php/Datei:A_Version1_LeitMoniOberflaech.pdf, Stand: August 2009 (Zugriff 09. April 2015)

[8.3] Ruhrverband: *Schwermetalle im Abwasser des Ruhreinzugsgebietes*, In: *Ruhrgütebericht 2002*; Essen S. 72-78

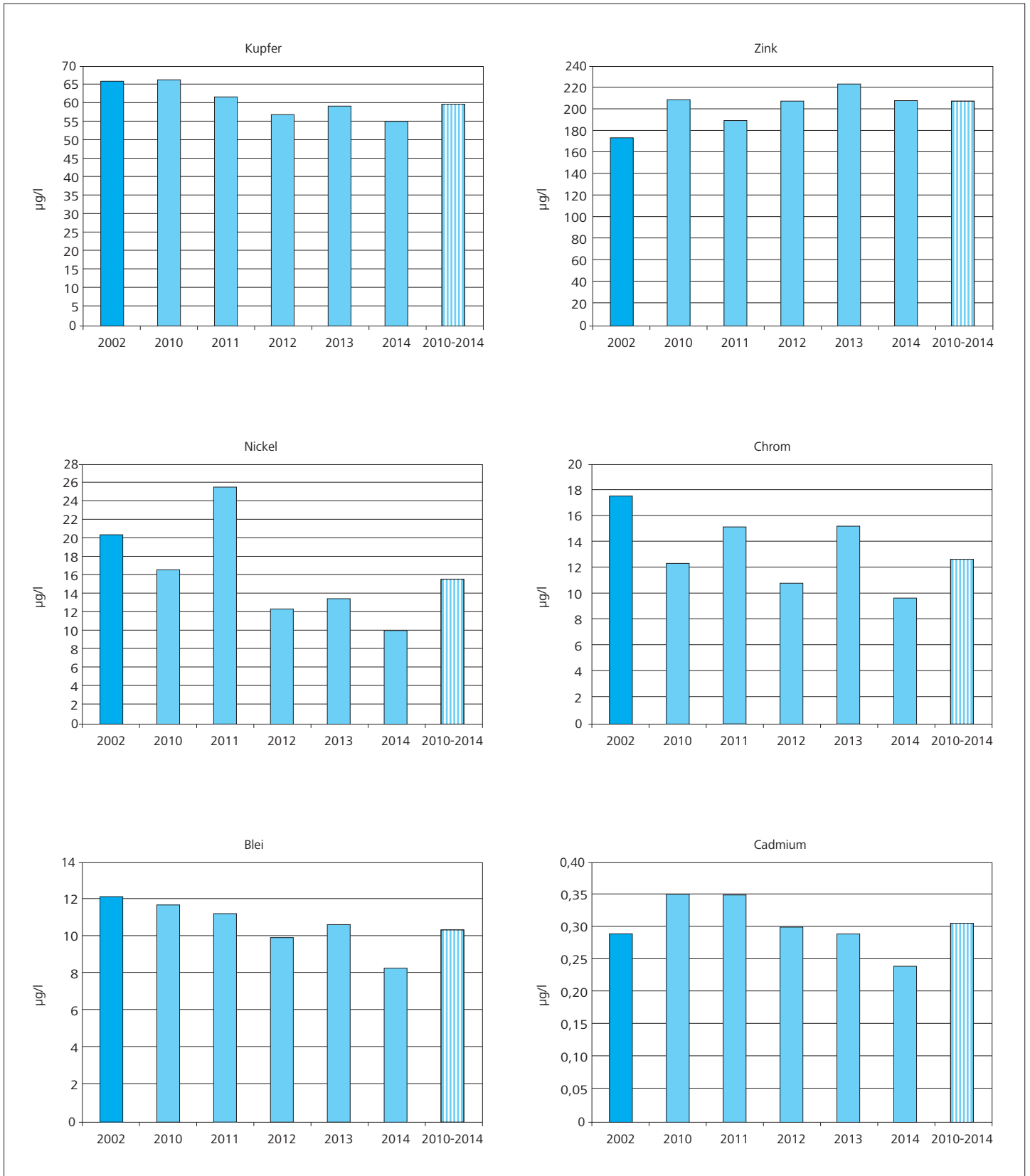


Bild 8.1: Zeitlicher Verlauf der mittleren gewichteten Schwermetallkonzentrationen in den Kläranlagenzuläufen
 Fig. 8.1: Chronological sequence of the weighted mean heavy metal concentrations in the sewage treatment plants' inlets

Zulaufbeschaffenheit

Der Zeitraum von 2010 bis 2014 ist hinsichtlich der den Kläranlagen zugeflossenen Jahreswassermengen mit Werten zwischen 339 und 388 Mio. m³/a als vergleichsweise trocken anzusehen. Dies gilt vor allem für die Jahre 2013 und 2014. Der Vergleich mit den auf der Basis der Probenahmetage hochgerechneten Jahreswassermengen weist darauf hin, dass durch die Zulaufuntersuchungen die Wassermengensituation insgesamt weitgehend repräsentativ abgebildet wurde.

In Bild 8.1 ist die zeitliche Entwicklung der Schwermetallkonzentrationen im Zulauf als gewichtete Jahresmittelwerte aller Kläranlagen dargestellt. Mit relativen Standardabweichungen zwischen 5 und 18 % fallen die Schwankungsbreiten der Jahresmittelwerte 2010 bis 2014 aller Kläranlagen bei den Schwermetallgehalten mit Ausnahme vom Nickel relativ gering aus. Für Kupfer und Zink wurden erwartungsgemäß die höchsten Konzentrationen gemessen. Die Mittelwerte des Fünfjahreszeitraums liegen bei 60 µg/l Kupfer und 208 µg/l Zink. Die Schwermetalle Nickel mit 16 µg/l, Chrom mit 13 µg/l und Blei mit 10 µg/l weisen vergleichbare Fünfjahresmittelwerte auf, wobei die Konzentrationen beim Nickel der größten Streuung unterliegen. Hier ist insbesondere das Jahr 2011 mit einem Jahresmittel von 26 µg/l Nickel zu nennen. Vergleicht man die einzelnen Kläranlagen miteinander, so unterliegen die mittleren Jahreskonzentrationen in Abhängigkeit vom jeweiligen Einzugsgebiet wesentlich größeren Streuungen. Hierbei erreichen die maximalen Jahresmittelwerte etwa das Fünf- bis 30-fache des Durchschnitts aller Kläranlagen.

Im Jahr 2014 waren an die Verbandskläranlagen rund 2,02 Millionen Einwohner angeschlossen. Mit Hilfe der jeweiligen Anschlusszahlen lässt sich aus den Zulaufkonzentrationen und Wassermengen die einwohnerspezifische Belastung für die betrachteten Schwermetalle berechnen. Demnach ergeben sich für den Betrachtungszeitraum Fünfjahresmittelwerte aller Kläranlagen von

79,54 mg/(E•d) Zink, 23,11 mg/(E•d) Kupfer, 6,22 mg/(E•d) Nickel, 4,91 mg/(E•d) Chrom, 3,88 mg/(E•d) Blei und 0,12 mg/(E•d) Cadmium, wobei sich die Spannweiten dabei tendenziell wie bei den Konzentrationen verhalten. Innerhalb eines Jahres fallen die Streubreiten der Mittelwerte zwischen den einzelnen Kläranlagen jedoch wesentlich deutlicher aus und liegen beispielsweise im Jahr 2014 zwischen Faktor sechs bei Kupfer und 90 bei Chrom. Bild 8.2 zeigt die Summenhäufigkeitskurven der einwohnerspezifischen Belastung für dieses Jahr. Erwartungsgemäß finden sich niedrigere Werte vorwiegend bei Kläranlagen ohne nennenswerten einschlägigen Industrieinfluss, während hohe Belastungen in Zuläufen von Kläranlagen mit signifikanten Anteilen von produktionsgebundenen Abwässern insbesondere aus dem Bereich der Metallbe- und -verarbeitung ermittelt werden.

In den Jahren 2010 bis 2014 lagen die Zulauffrachten für Kupfer zwischen 18,1 und 24,0 t/a und für Zink zwischen 68,5 und 76,2 t/a. Für Nickel wurden Werte von 3,3 bis 9,6 t/a, für Chrom von 3,2 bis 5,7 t/a und für Blei von 2,7 bis 4,4 t/a ermittelt. Die Cadmiumfracht lag im Bereich zwischen 0,08 und 0,13 t/a (Bild 8.3). Die höchsten Frachten wurden dabei für Kupfer und Zink im Jahr 2010 und für Nickel, Chrom und Blei im Jahr 2011 festgestellt, während das Jahr 2014 für alle fünf Schwermetalle die geringste Belastung des Betrachtungszeitraums aufwies. Vergleicht man die Fünfjahresmittelwerte der Zulauffrachten mit denen des Jahres 2002, so beträgt für Zink der Rückgang rund 16 % und für Kupfer ca. 30 %. Bei Nickel, Chrom und Blei fällt der Frachtrückgang mit 42 % bis 45 % stärker aus.

Eintragspfade im Kläranlagenzulauf

Für die Bilanzierung der den Kläranlagen zufließenden Schwermetallfrachten wurden die Fünfjahresmittelwerte der Zulaufuntersuchungen und der betrieblichen Emissionsmessungen der Jahre 2010 bis 2014 für die Schwermetalle Kupfer, Zink, Nickel und Chrom herangezogen. Cadmium und Blei blieben wegen des nahezu hundertprozentigen Anteils an Negativbefunden (Messwerte < Bestimmungsgrenze) in den Betriebsproben bei dieser Auswertung unberücksichtigt.

Für die Kläranlageneintragspfade häusliches Schmutzwasser, Fremdwasser und Niederschlagsabfluss von befestigten Flächen liegen keine aktuellen differenzierten Messdaten vor. Bei den 18 Ruhrverbandskläranlagen ohne relevanten Industrieabwassereinfluss sollte die Frachtsumme dieser drei Eintragspfade aber der jeweiligen Zulauffracht entsprechen. Daher wurde in erster Näherung für die betrachteten Schwermetalle jeweils der Median der einwohnerspezifischen Frachten dieser 18 Kläranlagen für die Summe aus häuslichem Schmutzwasser, Fremdwasser und Niederschlagsabfluss von befestigten Flächen auf alle Verbandskläranlagen übertragen. Daraus wurden zusammen mit der jeweiligen angeschlossenen Einwohnerzahl kläranlagenbezogen die mittleren Frachten und die Frachtsumme aller Zuläufe aus diesen Herkunftsbereichen berechnet.

Mit dieser Vorgabe ergibt die Bilanzierung der Zulauffracht für die 49 Kläranlagen mit relevantem und berücksichtigtem Gewerbe-

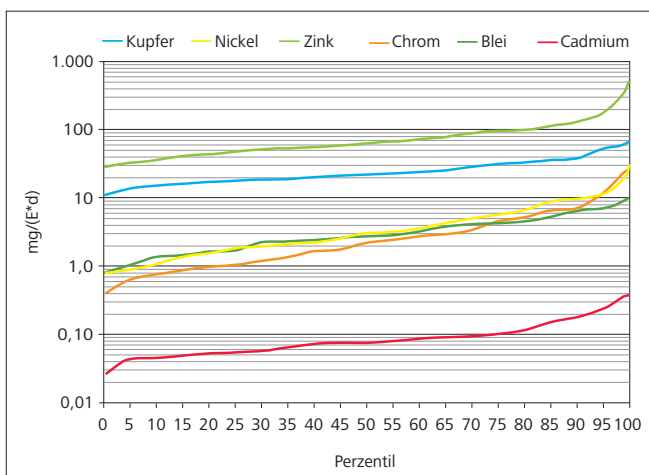


Bild 8.2: Häufigkeitsverteilung der einwohnerbezogenen Schwermetallfrachten im Zulauf der Verbandskläranlagen im Jahr 2014

Fig. 8.2: Frequency distribution of heavy metal loads per capita in the inlets of the Ruhrverband's sewage treatment plants in 2014

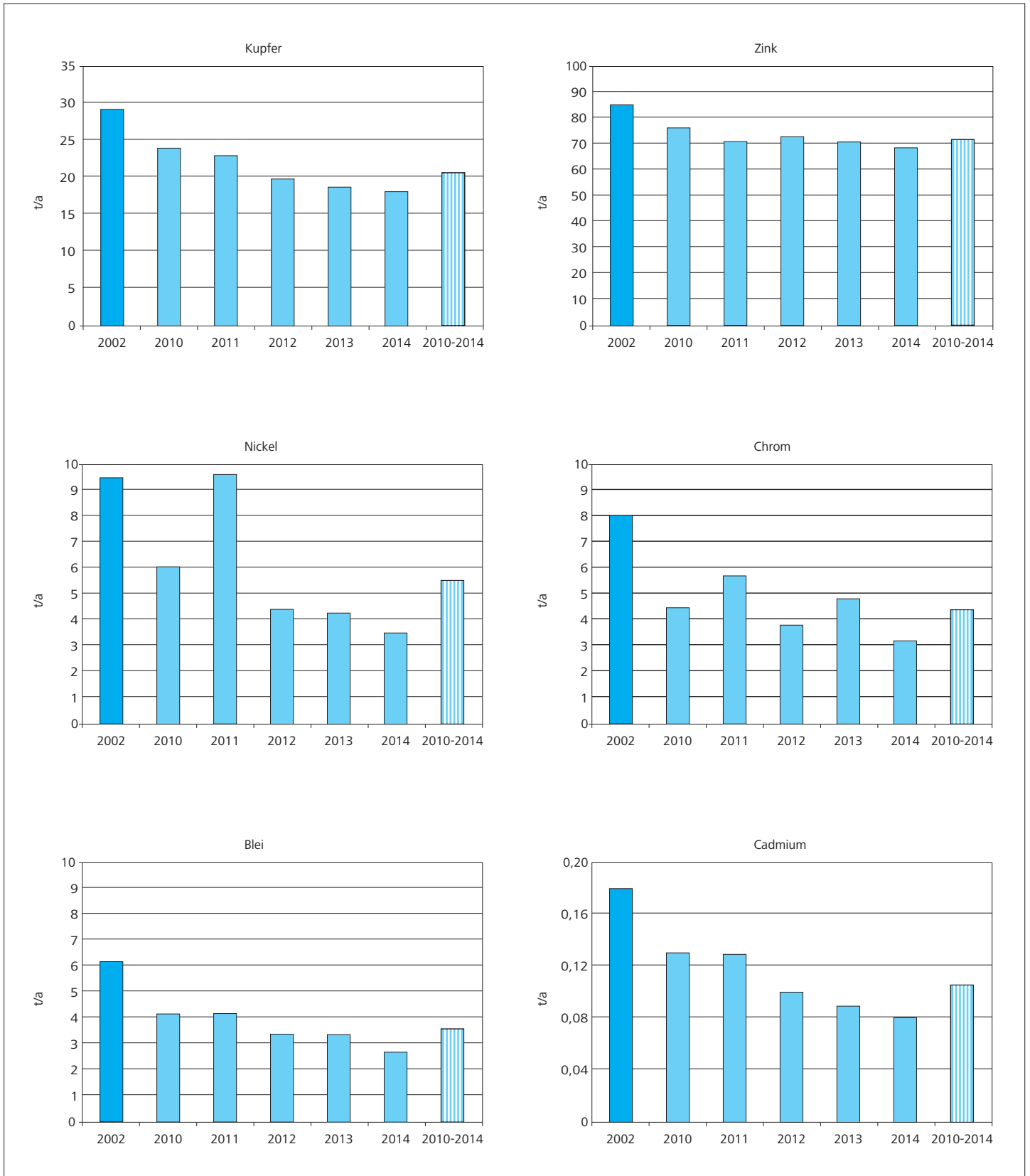


Bild 8.3: Zeitlicher Verlauf der Schwermetallfrachten in den Kläranlagenzuläufen
 Fig. 8.3: Chronological sequence of heavy metal loads in the sewage treatment plants' inlets

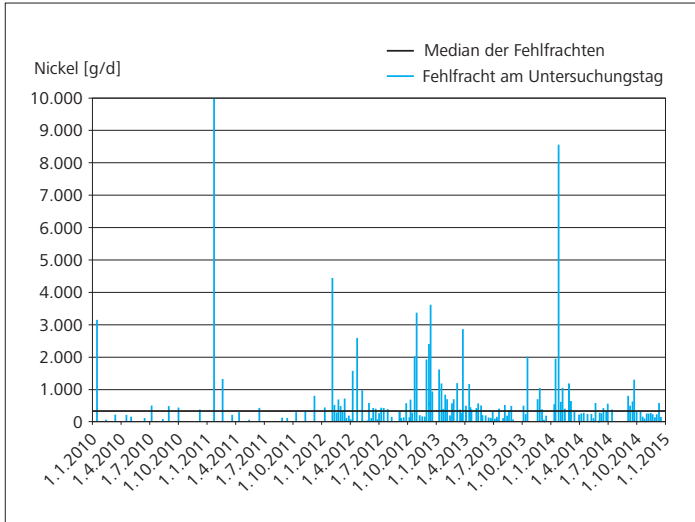


Bild 8.4: Zeitlicher Verlauf der Fehlfrachten für Nickel an den Untersuchungstagen am Beispiel der Kläranlage Mendon
 Fig. 8.4: Chronological sequence of the nickel loads unaccounted for on the days of sample-taking, using the sewage treatment plant in Mendon as an example

und Industrieinfluss für die betrachteten Schwermetalle signifikante Fehlbeträge. Diese können einerseits durch nicht erfasste gewerblich-industrielle Emissionen verursacht werden, andererseits ist zu beachten, dass sich die 18 Kläranlagen ohne Industrieinfluss überwiegend in ländlichen Gebieten befinden. In mehr städtisch geprägten Einzugsgebieten sind u.a. wegen einer dichteren Bebauung, eines größeren Anteils an Straßen- und Schienenverkehr sowie größerer und zahlreicherer Industrie- und Gewerbegebiete die Frachtanteile aus den drei anderen Eintragungspfaden insgesamt höher einzuschätzen. Diesem Umstand wurde durch eine differenzierte Betrachtung der Fehlfrachten für jede Kläranlage an den einzelnen Untersuchungstagen Rechnung getragen. Die in Bild 8.4 exemplarisch für die Kläranlage Mendon dargestellte zeitliche Entwicklung der Fehlfrachten an den Untersuchungstagen zeigt, dass hierbei zwischen einer häufiger auftretenden eher diffusen Grundbelastung und jeweils wenigen Belastungsspitzen unterschieden werden kann. Die Grundbelastung wird dabei mit hoher Wahrscheinlichkeit von den Eintragungspfaden häusliches Schmutzwasser, Fremdwasser und Niederschlagsabfluss verursacht und daher der Frachtsumme dieser Herkunftsbereiche zugeschlagen. Die Belastungsspitzen treten dahingegen in relevanter Höhe überwiegend bei nur wenigen Kläranlagen mit industriell-gewerblich geprägten Einzugsgebieten und dies an vergleichsweise wenigen Untersuchungstagen weitgehend unabhängig von der Zulaufwassermenge auf. Dies lässt den Schluss zu, dass diese Frachten im Wesentlichen auf mit Veranlagungsuntersuchungen nicht erfasste Emissionen der gewerblichen und industriellen Industrieleitungen zurückzuführen sind.

Bild 8.5 zeigt die Fünfjahresmittel 2010 bis 2014 der Zulauffrachten der Verbandskläranlagen für die Schwermetalle Kupfer, Nickel, Zink und Chrom unterteilt nach den Eintragungspfaden. Der Anteil aus häuslichem Schmutzwasser, Fremdwasser und Niederschlags-

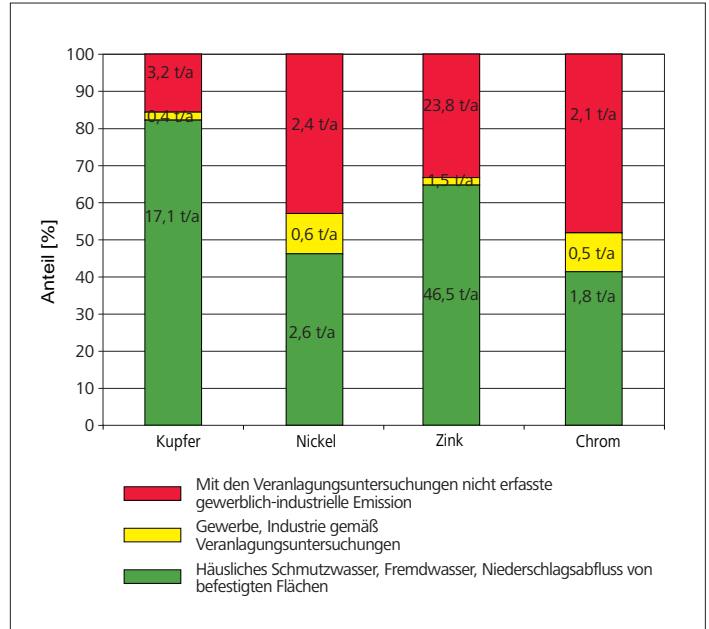


Bild 8.5: Herkunft der Schwermetallbelastung im Zulauf der Verbandskläranlagen (Fünfjahresmittel 2010 bis 2014)
 Fig. 8.5: Origin of heavy metal loads in the inlets of the Ruhrverband's sewage treatment plants (five-year average 2010 to 2014)

abfluss an den Frachten beträgt demnach zwischen 41 % beim Chrom und 82 % beim Kupfer. Aus den routinemäßigen Veranlagungsuntersuchungen von Gewerbe und Industrie ergeben sich Frachtanteile von 2 % bei Kupfer und Zink, 10 % beim Chrom und 11 % beim Nickel. Bezieht man allerdings die bei den Routineuntersuchungen offensichtlich nicht erfassten gewerblich-industriellen Emissionen als Fehlfrachten ein, so machen die Frachten aus diesem Herkunftsbereich bei Kupfer und Zink 18 % bzw. 35 % und bei Nickel und Chrom 54 % bzw. 59 % der Zulauffrachten aus. Die gewerblich-industriellen Emissionen haben somit insgesamt einen erheblichen Einfluss auf die Schwermetallbelastung der Kläranlagenzuläufe und in der Folge auch auf die Ablaufbeschaffenheit, wobei mit 80 % bis 94 % der größte Teil dieses Eintragungspfades auf nicht erfasste Emissionen zurückzuführen ist. Im Vergleich zum Jahr 2002 haben die gewerblich-industriellen Schwermetallfrachten zwischen 8 % und 53 % abgenommen, der in der Überwachung nicht erfasste Anteil dieser Fracht blieb dagegen auf vergleichbarem Niveau.

Auf Grund der bei den Zulaufuntersuchungen festgestellten Belastungsmuster ist davon auszugehen, dass die Abwasserbehandlung nach dem Stand der Technik bei den Betrieben in der Regel zwar hinreichend durchgeführt wird, teilweise aber unerlaubt nicht bzw. unzureichend behandeltes Abwasser, Dünnschlamm oder Badrückstände abgeleitet werden. Dies erfolgt möglicherweise unbeabsichtigt. Betroffen hiervon sind im Wesentlichen etwa 20 Verbandskläranlagen.

Retentionsleistung der Kläranlagen

Die Rückhaltung von Schwermetallen erfolgt in kommunalen Kläranlagen durch Sedimentation in der Vorklärung, durch stoffwechselgebundene Aufnahme gelöster Verbindungen in die mikrobielle Zellstruktur der Belebtschlammbiozönose und durch Fällungs- und Sedimentationsreaktionen im Zusammenhang mit der chemischen Phosphorelimination. Es erfolgt also eine partielle Verlagerung der Schwermetallfrachten aus der wässrigen Phase in den Klärschlamm. Die verbleibende Restfracht gelangt in der Folge mit dem gereinigten Abwasser voraussichtlich überwiegend in gelöster Form in die Gewässer. Neben der Zulauffracht können bei der Betrachtung der Reinigungsleistung auch Schwermetalleinträge z. B. aus Fällmitteln und Co-Substraten relevant sein und wurden daher in die Auswertung mit einbezogen. Bei einer geschlossenen Bilanz sollte die Summe der Frachten aus Kläranlagenzulauf, Fällmitteln und Co-Substraten der Summe aus Klärschlammfracht und Abauffracht entsprechen.

Bei bekannter Zulauffracht lässt sich die schwermetallspezifische Retentionsleistung einerseits mit Hilfe der Fracht im Klärschlamm und andererseits unter Berücksichtigung der Abauffracht berechnen. Bezogen auf die mittlere Reinigungsleistung aller Verbandskläranlagen in den Jahren 2010 bis 2014 liegen die auf diese beiden Weisen ermittelten Reinigungsleistungen für die betrachteten Schwermetalle jeweils auf gleichem Niveau und unterscheiden sich lediglich um zwei bis fünf Prozentpunkte, was die Plausibilität der Messdaten unterstützt. Die Schwermetalle werden dabei in unterschiedlichem Umfang aus dem Abwasserstrom entfernt. So beträgt die mittlere Retentionsleistung, berechnet aus Zulauf- und Abauffracht, für Blei 90 %, für Chrom 88 % und für Kupfer 83 % (Bild 8.6). Mit einem Fünfjahresmittel von 73 % liegt die Rückhaltung beim Zink und mit 50 % beim Cadmium deutlich niedriger. Die geringste Retention ergibt sich beim überwiegend gelöst vorliegenden Nickel mit im Mittel 43 %. Damit liegen die in den Klär-

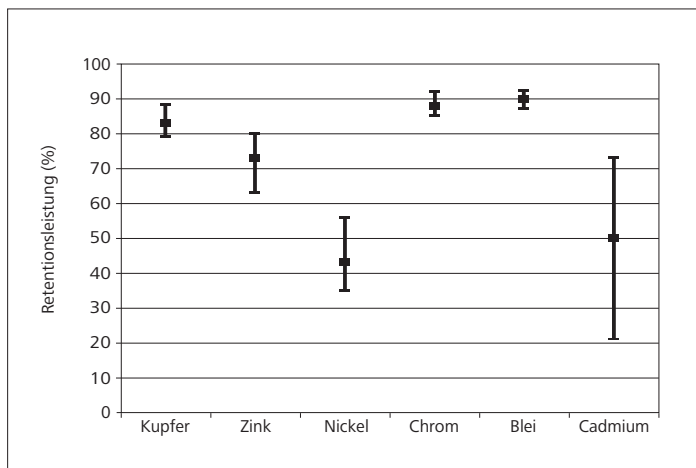


Bild 8.6: Minimale, mittlere und maximale jährliche Retentionsleistungen der Ruhrverbandskläranlagen für Schwermetalle 2010 bis 2014
 Fig. 8.6: Minimum, mean and maximum annual retention performance of the Ruhrverband's sewage treatment plants for heavy metals, 2010 to 2014

anlagen zurückgehaltenen Frachtanteile im Vergleich zum Jahr 2002 auf ähnlichem Niveau.

Die schwermetallbezogenen Retentionsraten in den einzelnen Jahren schwanken in einem gewissen Maße. Neben der Repräsentativität der Probenahmen kommen als Ursachen hierfür das Ausmaß und die Dauer der jeweiligen Zulaufbelastung und die unterschiedlichen Bindungsformen der Schwermetalle in Betracht. So wurde im Jahr 2011 in den Kläranlagenzulaufen die höchste Nickelfracht des Betrachtungszeitraumes festgestellt, wobei die nicht durch Veranlagungsuntersuchungen erfasste gewerblich-industrielle Emission mehr als doppelt so hoch wie im Fünfjahresmittel errechnet wurde. Diese Emissionen erfolgen erfahrungsgemäß an einer relativ geringen Zahl von Tagen und dann aber in beträchtlicher Höhe. Wenn das Nickel erschwerend zumindest teilweise komplexgebunden vorliegt, ist ein niedriger Rückhalt in der Kläranlage zu erwarten. Entsprechend lag die Retentionsleistung der Verbandskläranlagen für Nickel im Jahr 2011 bei unterdurchschnittlichen 35 %. Während bei einer weitgehend gleichmäßigen Zulaufbelastung durch Schwermetalle also keine grundsätzlichen Probleme für die gesicherte Einhaltung der Anforderungen an das gereinigte Abwasser zu erwarten sind, ist bei einer eher stoßartigen Belastung oder/und einer für den Schwermetallrückhalt ungünstigen Bindungsform die Möglichkeit von Überschreitungen der behördlich vorgegebenen Überwachungswerte wahrscheinlicher. Hier zeigt sich der nicht zu unterschätzende Einfluss der gewerblich-industriellen Emissionen nicht nur auf die Kläranlagenzulauffrachten, sondern auch auf die Ablaufbeschaffenheit und somit die Gewässerbelastung.

Ablaufbeschaffenheit

Mit den gereinigten Abwässern gelangten in den Jahren 2010 bis 2014 im Mittel rund 19,8 t/a Zink, 3,5 t/a Kupfer, 3,4 t/a Nickel, 0,6 t/a Chrom, 0,4 t/a Blei und 0,06 t/a Cadmium in die Gewässer des Ruhreinzugsgebiets. Im Vergleich zum Jahr 2002 bedeutet dies einen Rückgang der Emission von 23 % beim Zink bis zu 38 % beim Nickel.

In den wasserrechtlichen Erlaubnisbescheiden der Kläranlagen sind u.a. für Schwermetalle abwasserabgaberelevante Überwachungswerte festgelegt. Demnach dürfen grundsätzlich im gereinigten Abwasser maximal 5 µg/l Cadmium, 50 µg/l Chrom, Nickel und Blei sowie 100 µg/l Kupfer enthalten sein. Für Zink gibt es keinen festgelegten Wert. In den Jahren 2010 bis 2014 wurden bei den Ablaufuntersuchungen insgesamt niedrige Konzentrationen ermittelt, wobei für Cadmium, Chrom und Blei eine Vielzahl an Messwerten unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenzen lag. Lediglich bei elf Untersuchungen wurden Überschreitungen des Überwachungswerts für Nickel und einmal für Chrom festgestellt. Die Messwerte der übrigen Schwermetalle lagen durchgehend unter den Bescheidwerten. Hierbei ist aber zu beachten, dass die bei der Auswertung berücksichtigten Untersuchungen aus 24-Stunden-Mischproben erfolgten, während sich die Überwachungswerte auf die qualifizierte Stichprobe beziehen. Daher können auch schon deutlich niedrigere Konzentrationen in den Tagesmischproben für eine mögliche kurzzeitige Überschreitung

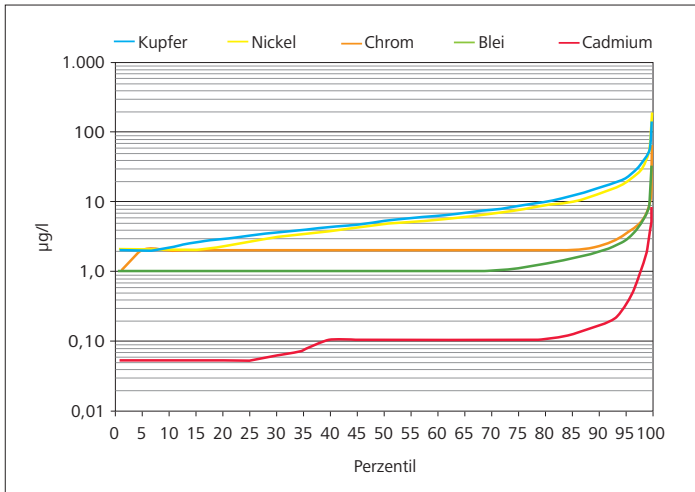


Bild 8.7: Häufigkeitsverteilung der Schwermetallkonzentrationen im Ablauf der Verbandskläranlagen in den Jahren 2010 bis 2014
 Fig. 8.7: Frequency distribution of heavy metal concentrations in the outlets of the Ruhrverband's sewage treatment plants, 2010 to 2014

der Bescheidwerte relevant sein. In Bild 8.7 ist die Häufigkeitsverteilung der Schwermetallkonzentrationen im Ablauf der Verbandskläranlagen in den Jahren 2010 bis 2014 dargestellt. In Relation zum jeweiligen Überwachungswert liegt das Konzentrationsniveau beim Nickel höher als bei den anderen Schwermetallen, so dass kurzzeitige Überschreitungen hier wahrscheinlicher sind. Im Auswertungszeitraum waren von überdurchschnittlichen Nickelkonzentrationen die Abläufe von etwa zehn Kläranlagen betroffen, welche wiederum einen hohen Industrieanteil im Abwasser aufweisen.

Vergleich der Emission mit der Immissionssituation

Für den Vergleich der Emission aus den Kläranlagen mit der Immissionssituation im Jahr 2014 wurden die Ergebnisse der zeitlich dichten physikalisch-chemischen Überwachung der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (Kapitel 2 des Ruhrgüteberichts) herangezogen und diese den Emissionen der Kläranlagen oberhalb dieser Messstelle gegenübergestellt (Bild 8.8.). Auf Basis dieser Untersuchungen betrug die mittlere transportierte Fracht an Zink in der Ruhr bei Essen 30,8 t/a und an Nickel 3,9 t/a. Die kläranlagenbürtige Emission hat rein rechnerisch hieran einen Anteil von jeweils etwa 45 %. Mit 40 % liegt der Anteil der Kläranlagen an der Immission beim Cadmium von 0,1 t/a in ähnlicher Höhe. Die von den Kläranlagenabläufen emittierten Kupfer- und Chromfrachten machen etwa 29 bzw. 22 % der an der Messstelle Essen-Rellinghausen ermittelten Frachten von 5,9 bzw. 1,6 t/a aus. Den geringsten Emissionsanteil der betrachteten Schwermetalle weist Blei mit rund 13 % der Immission von 2,3 t/a auf. Tatsächlich dürften die Frachtanteile aus den Kläranlagen aber geringer sein, da es auf dem Fließweg zu Retentionen im Sediment kommt, dessen Umfang für die verschiedenen Schwermetalle unterschiedlich und schwer abzuschätzen ist.

Die Schwermetallgehalte in der Ruhr liegen insgesamt seit Jahren in einem niedrigen Konzentrationsbereich. Aus den regelmäßigen Untersuchungen der Ruhr und ihrer Nebengewässer ergibt sich aber, dass die Zielvorgaben für Schwermetalle vereinzelt nicht eingehalten werden (Kapitel 3 des Ruhrgüteberichts). Welche Bedeutung dabei den Kläranlagenabläufen zukommt, müsste für den Einzelfall durch einen Vergleich der Ablauffrachten bzw. -konzentrationen mit der Immission des jeweiligen Gewässerabschnitts bzw. deren Veränderung durch die Einleitung erfolgen.

Zusammenfassung

Die Schwermetallbelastung der Kläranlagenzuläufe unterliegt in Abhängigkeit vom Einzugsgebiet zum Teil deutlichen Schwankungen. Hierbei finden sich niedrige Werte vor allem bei häuslich geprägten Kläranlagen, während überdurchschnittliche Gehalte in Zuläufen mit signifikantem gewerblich-industriellem Einfluss überwiegend aus der metallbe- und -verarbeitenden Branche festgestellt werden. Der Anteil dieses Eintragspfads in die Kläranlagen macht im Falle von Nickel und Chrom mehr als die Hälfte der gesamten Zulauffracht aus, wobei der Großteil dieser Emission bei den routinemäßigen Veranlagungsuntersuchungen offensichtlich nicht erfasst wird. Dies verdeutlicht die nach wie vor vorhandene Relevanz der Abwässer aus Gewerbe und Industrie für die Zulaufbelastung der Verbandskläranlagen und damit auch für die Ablaufbeschaffenheit. Durch die Kläranlagen erfolgt eine Schwermetallretention von ca. 40 % beim Nickel bis etwa 90 % bei Chrom und Blei. Der Anteil der Kläranlagenemission an der Immission in der Ruhr bei Essen liegt rechnerisch zwischen 13 und 45 %. Hierzu tragen erhöhte gewerblich-industrielle Emissionen wesentlich bei.

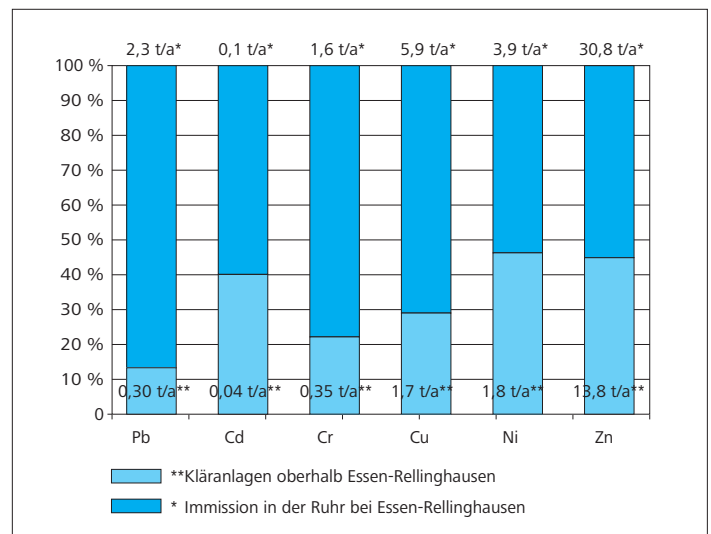


Bild 8.8: Vergleich der Schwermetallemission aus oberhalb gelegenen Kläranlagen mit der Immission in der Ruhr bei Essen
 Fig. 8.8: Comparison of the heavy metal emission at upstream sewage treatment plants to the immission in the Ruhr at Essen

9 Konsequenzen aus den Änderungen des Bewertungsverfahrens für das Makrozoobenthos

Der ökologische Zustand eines Wasserkörpers bzw. einer Probenahmestelle in einem Fließgewässer wird gemäß den Vorgaben der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) anhand der biologischen Qualitätskomponenten „Makrophyten und Phytobenthos“ (Wasserpflanzen und Algen der Gewässersohle), „Makrozoobenthos“ (Wirbellosenfauna 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.

Da dieser biologische Bewertungsansatz deutlich über die bis zum Jahr 2000 gebräuchliche Bewertung der saprobiellen Gewässergüte und der Strukturgüte hinausgeht, musste für die Umsetzung der EG-WRRL zum Einen eine Gewässertypologie mit Verbreitungskarte erstellt werden, um den naturräumlichen Unterschieden, z.B. zwischen Gewässern im Mittelgebirge und dem Tiefland, gerecht zu werden. Zum Anderen mussten für die biologischen Qualitätskomponenten spezielle Bewertungsverfahren entwickelt werden. Für das Makrozoobenthos ist dies das multimetrische Verfahren PERLODES (Bild 9.1) mit der Auswertungssoftware ASTERICS.

Die Auswertungssoftware ASTERICS stand im März 2002 in der Version 1.0 erstmals zur Verfügung. In den darauf folgenden Jahren wurde sie auf Basis von Anwendungserfahrungen und zur Anpassung an die Weiterentwicklung der Betriebssysteme und Datenbanken fortgeschrieben.

In den Ruhrgüteberichten erfolgt die Darstellung der Bewertung des ökologischen Zustands der untersuchten Probenahmestellen im Ruhreinzugsgebiet auf Basis der Makrozoobenthosuntersuchungen seit 2007. Die Auswirkungen der Weiterentwicklung der ASTERICS-Software von den Versionen 1.0 und 2.0 auf die Version 3.0 waren im Ruhreinzugsgebiet gering, da hier fast ausschließlich Gewässertypen der Mittelgebirgsregion vorhanden sind. Das Upgrade von Version 3.1.1 auf 3.3 betraf nur Änderungen der Einstufung weniger Arten bezüglich ihrer biozönotischen Region und der Salinitätspräferenz, sowie eine Änderung der Anforderungen an ein gesichertes Bewertungsergebnis. Sehr viel deutlicher wirkten sich die Änderungen der Versionen in den Gewässertypen des Tieflands aus. Mit der aktuellen Version 4 bzw. 4.0.4 wurde erstmals neben der Bewertung des ökologischen Zustands für die „natürlichen Wasserkörper“ nun auch die Bewertung des ökologischen Potenzials für die „erheblich veränderten Wasserkörper“ (heavily modified water bodies = HMWB) möglich. Wie das Land NRW implementiert auch der Ruhrverband die Software-updates in seine Auswertungen der Makrozoobenthosuntersuchungen. Um jedoch eine maximale Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse zu gewährleisten, wurde beim Ruhrverband vereinbart,

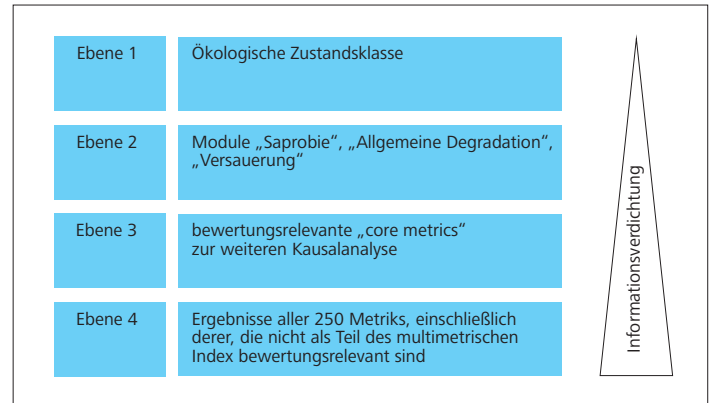


Bild 9.1: Bewertungsebenen des multimetrischen PERLODES-Verfahrens zur Bewertung des ökologischen Zustands auf Basis des Makrozoobenthos (verändert nach [9.1])

Fig. 9.1: Evaluation levels of the multi-metric PERLODES system for the evaluation of the ecological condition based on macrozoobenthos (changed from [9.1])

die Ergebnisse bis zum Ende des 2. Monitoringzyklus 2011 mit der ASTERICS-Version 3.1.1 zu berechnen. Für den 3. Monitoringzyklus von 2012 bis 2014 erfolgte die Berechnung auf Basis der Version 3.3.1. Ab dem Jahr 2015 (4. Monitoringzyklus) werden die Makrozoobenthos-Ergebnisse voraussichtlich mit der derzeit gültigen ASTERICS-Version 4.0.4 berechnet.

Neben der Fortschreibung der Bewertungssoftware ASTERICS hat das Land NRW auch eine Überarbeitung der Karte der Gewässertypen beauftragt und im Jahr 2014 umgesetzt [9.2]). Hierdurch ändert sich für einzelne Wasserkörper bzw. Probenahmestellen die Gewässertypzuordnung und damit der Referenzzustand als Vergleichsgröße zum gefundenen Ist-Zustand. Es kommt damit in einzelnen Fällen auch zu Änderungen der ökologischen Bewertungsklassen.

Für die Darstellung der Makrozoobenthosuntersuchungen wird es zusammenfassend daher 2015 beim Ruhrverband zu einer generellen Umstellung der Auswertung kommen. Diese betrifft:

- Übernahme der Änderungen in der Gewässertypzuordnung
- Umstellung auf die derzeit gültige Software ASTERICS 4.0.4
- Implementierung der Bewertung des ökologischen Potenzials für Probenahmestellen in als HMWB ausgewiesenen Wasserkörpern

Im Vorgriff auf diese anstehende Umstellung erfolgt nachstehend eine Erläuterung der Veränderungen mit Darstellung eines Vergleichs der Ergebnisse für ausgewählte Beispiele.

[9.1] Hering, D.; Moog, O.; Sandin, L.; Verdonschot, P.F.M.: Overview and application of the AQEM assessment system. – *Hydrobiologia* 2004, 516, S. 1-20

[9.2] LANUV NRW (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen), Fließgewässertypenkarten Nordrhein-Westfalens: LANUV-Arbeitsblatt 2014, Nr 25. Recklinghausen

Änderungen der Gewässertypenkarte

Als Referenz für die Bewertung des ökologischen Zustands wurden die sogenannten biozönotisch bedeutsamen Fließgewässertypen (LAWA-Typen) zur Umsetzung der EG-WRRL entwickelt ([9.3], [9.4]) und in der „Karte der biozönotisch bedeutsamen Fließgewässertypen Deutschlands“ [9.5] für alle berichtspflichtigen Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet von mehr als 10 km² kartographisch dargestellt. Die parallel dazu existierende regionale NRW-Fließgewässertypologie ([9.6]) enthält eine kleinräumigere Darstellung dieser Typologie in feiner differenzierten regionalen Typen und erfasst auch nicht-berichtspflichtige Gewässer mit Einzugsgebieten kleiner 10 km². Neben dem Monitoring der EG-WRRL untersucht der Ruhrverband, vor allem im Rahmen der Integralen Entwässerungsplanung (IEP), auch kleine nicht-berichtspflichtige Gewässer. Für die Bewertung der berichtspflichtigen Gewässer werden die LAWA-Typen, für die Gewässer mit kleineren Einzugsgebieten die NRW-Gewässertypen als Referenz herangezogen und diese dann gemäß LANUV-Arbeitsblatt 25 [9.2] den entsprechenden LAWA-Typen zugeordnet. Die Definitionen der LAWA-Typen sowie der regionalen NRW-Typen wurden bei der Überarbeitung im LANUV-Arbeitsblatt [9.2] nicht geändert, wohl aber - auf Basis von Erfahrungen bei der Anwendung in der Praxis - deren räumliche Zuordnung. Wesentliche Änderungen sind:

- Der Typwechsel im Längsverlauf, z.B. zwischen „Bach“ und „Fluss“, erfolgt nun nicht mehr ausschließlich auf Basis der Einzugsgebietsgröße, wie diese von der EG-WRRL vorgegeben wird, sondern es wurde zudem berücksichtigt, dass der Gewässersgrößenwechsel an der Mündung eines relevanten Zuflusses liegt und nicht im Gewässerverlauf.
- Die Abgrenzung der Gewässertypen des Mittelgebirges und des Tieflandes erfolgt nicht mehr ausschließlich auf Basis der Öko-regionen, sondern es wurde auch berücksichtigt, dass eine Strahlwirkung von Arten aus dem Mittelgebirge bis in das Tiefland hinein gegeben und für die Lage des Typwechsels in der Karte von Relevanz ist.
- Verschleppung abiotischer Faktoren, wie Temperatur und Substrate, in unterhalb gelegene Gewässerabschnitte können dort den Lebensraum und dessen Besiedlung - unabhängig vom lokalen Naturraum - prägen. Auch solche „Verschleppungen“ oberhalb gelegener Gewässertypen werden nun für die Gewässertypzuweisung mit berücksichtigt.
- Gewässer, die auf Grund der Geologie in einem Abschnitt als karbonatisch eingestuft sind, behalten i. d. R. im weiteren Verlauf diesen Geochemismus bei, auch wenn sie wieder über silikatische Gesteine fließen. Ein Zurückwechseln in einen silikatischen Gewässertyp erfolgt in diesen Fällen daher nicht. Diese Änderung führt in der Mittelgebirgsregion NRWs zu einer deutlichen Ausweitung der karbonatischen Gewässertypen.
- Einzelfallentscheidung: Nicht nur im Ruhreinzugsgebiet wurde auf Basis von Ortskenntnis und Experteneinschätzung die Typzuordnung lokal für Gewässer, z.B. begründet durch die dominierenden Sohlsubstrate, geändert. Hierdurch sind nun, im Vergleich zu [9.6], nach [9.2] im Ruhreinzugsgebiet auch die LAWA- Gewässertypen 5.1 „Feinmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche“, LAWA-Typ 6 „Feinmaterialreiche, karbona-

tische Mittelgebirgsbäche“ und LAWA-Typ 9.1 „Karbonatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse“ zu finden.

Von den 243 Oberflächenwasserkörpern im Ruhreinzugsgebiet [9.7] sind 24 von einer Gewässertypänderung betroffen. Die räumlichen Änderungen in der Gewässertypzuweisung können auch Änderungen in der räumlichen Ausdehnung einiger Wasserkörper zur Folge haben: erfolgt in einem vorher definierten Wasserkörper der Gewässertypwechsel in der Mitte des Wasserkörpers, so wurde der Wasserkörper geteilt. Liegen durch die Änderungen in der Typzuordnung nun zwei Wasserkörper gleichen Typs nebeneinander und unterscheiden sich diese nicht durch sonstige relevante Eigenschaften, so wurden diese beiden Wasserkörper zu einem vereinigt. 43 Wasserkörper wurden im Jahr 2014 in ihrer Lage bzw. Ausdehnung durch das Land NRW geändert (zusammengefügt bzw. geändert) und werden vom Ruhrverband für die Auswertungen ab 2015 übernommen.

Novellierung in der ASTERICS-Software

Relevante Änderungen betreffen vor allem das Update von der Version 3.1.1 auf die Version 3.3. Mit Bedeutung für das Ruhreinzugsgebiet wurden hier z.B. die Einstufungen einzelner Arten in ihrer längszonalen Präferenz und in ihrer Salinitätstoleranz geändert. Da es sich bei den längszonalen Präferenzen „Epirhithral-Besiedler“ (LAWA-Typ 07), „Hyporhithral-Besiedler“ (LAWA-Typ 05) und „Metarhithral-Besiedler“ (LAWA-Typ 09 und LAWA-Typ 9.2) um bewertungsrelevante „core metrics“ handelt, können Änderungen bei den Einstufungen einzelner Arten auch Auswirkungen auf die ökologische Zustandsklasse haben.

Zudem wurde bei diesem Update der Schwellenwert, ab dem ein Bewertungsergebnis für das Modul „Allgemeine Degradation“ als gesichert einzustufen ist, geändert. Galt für die Version 3.1.1 eine Mindestanforderung von 20 für die Abundanzsumme des Deutschen Fauna-Index, so wurde dies ab der Version 3.3 dynamisch von der Qualitätsklasse abhängig definiert. Bei einem Bewertungsergebnis von „sehr gut“, „gut“ oder „mäßig“ muss für eine gesicherte Angabe dieser Ergebnisse weiterhin eine Abundanzsumme von mindestens 20 erreicht werden, für die Qualitätsklassen „unbefriedigend“ und „schlecht“ ist für ein gesichertes Ergebnis jetzt aber eine Abundanzsumme von 15 bereits ausreichend.

Bewertung des ökologischen Potenzials von erheblich veränderten Wasserkörpern (HMWB)

Die EG-WRRL unterscheidet in ihrer Zieldefinition zwischen den natürlichen Wasserkörpern (NWB), die den „guten ökologischen Zustand“ erreichen sollen, sowie den künstlichen (AWB) und erheblich veränderten Wasserkörpern (HMWB), in denen die menschliche Nutzung das Erreichen eines guten Zustands ohne weitgehende, signifikante Einschränkungen unmöglich macht. Für diese Wasserkörper ist der Zielzustand das „gute ökologische Potenzial“, d.h. ein Zustand, der unter Beibehaltung der relevanten Nutzung erreicht werden kann. Um für diese Gewässer ein Bewertungsverfahren zu entwickeln, das zu vergleichbaren Bewertungsergebnissen führt, wurden so genannte HMWB-Fallgruppen ent-

wickelt, denen die Gewässer zuzuordnen sind (Tabelle 9.1). Aufbauend auf dem PERLODES-Verfahren wurde für jede HMWB-Fallgruppe ein neuer Bewertungsmaßstab definiert, der als „höchstes ökologisches Potenzial“ das maximal Erreichbare bei der bestehenden Nutzung beschreibt. Die im Vergleich zum ökologischen Zustand in Abhängigkeit von der jeweiligen HMWB-Fallgruppe unterschiedlich stark abgesenkten Anforderungen wurden im Rahmen zweier Forschungsprojekte entwickelt ([9.8], [9.9]) und in ihren Ergebnissen in die Software von ASTERICS als Version 4 bzw. aktuell Version 4.0.4 implementiert.

Alle Wasserkörper in NRW, die als HMWB ausgewiesen sind, wurden in der Zwischenzeit im Auftrag des Landes den HMWB-Fallgruppen bzw. in einigen Fällen auch dem Sonderfall der Einzelfallbetrachtung zugeordnet. Damit besteht nun auch im Ruhreinzugsgebiet die Möglichkeit die Probenahmestellen in natürlichen Wasserkörpern nach ihrem ökologischen Zustand, die Probenahmestellen in den HMWB jedoch nach ihrem ökologischen Potenzial zu bewerten. Im vorliegenden Ruhrgütebericht und in den Darstellungen in den Jahren zuvor wurden auch die Probenahmestellen, die in HMWB liegen, wie in natürlichen Wasserkörpern liegend nach ihrem ökologischen Zustand bewertet, d.h. die Einhaltung der abgesenkten Ziele des ökologischen Potenzials wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen der Vorjahre bis heute weder ermittelt noch dargestellt. Die Auswirkungen dieser abgesenkten Ziele des ökologischen Potenzials bei der Bewertung der Probenahmestellen im Vergleich zur Be-

wertung des natürlichen Zustands werden daher im Folgenden dargestellt. Ab dem Jahr 2015 werden grundsätzlich alle Probenahmestellen in HMWB im Ruhreinzugsgebiet in ihrem ökologischen Potenzial bewertet und kartographisch dargestellt. Die Darstellung der Bewertungsstufe für den ökologischen Zustand von Probenahmestellen in HMWB wird zukünftig entfallen und durch die Bewertungsstufe für das ökologische Potenzial ersetzt werden. Einschränkung ist jedoch anzumerken, dass für die wenigen Probenahmestellen in HMWB, für die eine Einzelfallbetrachtung notwendig wird, zum aktuellen Zeitpunkt noch keine harmonisch abgestimmte Vorgehensweise zur Ermittlung des ökologischen Potenzials vorliegt.

Vergleich der Bewertungsergebnisse für das Makrozoobenthos

Die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Änderungen haben einen unterschiedlich starken Einfluss auf das Bewertungsergebnis. In Bild 9.2 ist ein Entscheidungsbaum mit den möglichen Varianten dargestellt.

Die Auswirkungen dieser Änderungen im Bewertungsverfahren an Probenahmestellen im Ruhreinzugsgebiet aus dem 3. Operativen Monitoringzyklus (2012 bis 2014) sind in Bild 9.3 dargestellt. Nicht berücksichtigt sind hier z.B. Probenahmestellen, die keiner definierten HMWB-Fallgruppe zugeordnet werden können (Einzelfallbetrachtung) oder deren Bewertungsergebnis durch das PERLODES-Verfahren als nicht gesichert eingestuft wird.

Tabelle 9.1: Liste der für Mittelgebirgsgewässer relevanten HMWB-Fallgruppen (enthalten sind nur solche Kombinationen, die in nordrhein-westfälischen Gewässern tatsächlich auftreten, exklusive der Einzelfallbetrachtungen; (X): ggf. im Ruhr-EZG relevante HMWB-Nutzung); verändert aus [9.7].

Table 9.1: List of the HMWB categories relevant for the waters in low mountain ranges (lists only combinations that actually occur in the waters of North-Rhine Westphalia, excluding isolated cases; (X): relevant HMWB usage in the Ruhr catchment area if applicable); changed from [9.7].

Gewässertypgruppe	Nutzung	Mittelgebirgsbäche	Mittelgebirgsflüsse
BmV	Bebauung und Hochwasserschutz mit Vorland	X	X
BoV	Bebauung und Hochwasserschutz ohne Vorland	X	X
Gwr	Grundwasserregulierung	X	X
Hws	Hochwasserschutz		X
Kult	Landentwässerung und -bewässerung (Kulturstaue)	(X)	
LuH	Landentwässerung und Hochwasserschutz	X	X
Sff	Schifffahrt auf Flüssen (freifließend)		X
Ssg	Schifffahrt auf Flüssen (staureguliert)		X
Tsp	Talsperren	X	X
Wkr	Wasserkraft	(X)	X

[9.3] Pottgiesser, T.; Sommerhäuser, M.: Fließgewässertypologie Deutschlands: Die Gewässertypen und ihre Steckbriefe als Beitrag zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. In: STEINBERG, C.; CALMANO, W.; WILKEN, R.-D.; KLAPPER, H. (Hrsg.): Handbuch der Limnologie, 2004 19. Erg. Lfg. 7/04. VIII-2.1: S. 1-16 + Anhang

[9.4] Pottgiesser, T.; Sommerhäuser, M.: Aktualisierung der Steckbriefe der bundesdeutschen Fließgewässertypen. (Teil A). UBA-Projekt (Förderkennzeichen 36015007), 2008. – <http://www.wasserblick.net>

[9.5] Pottgiesser, T., Kall, J.; Seuter, S.; Halle, M.: Abschließende Arbeiten zur Typisierung entsprechend den Anforderungen der EU-WRRRL - Teil II, Endbericht. Forschungsprojekt im Auftrag der LAWA: 1-16 + „Karte der biozönotisch bedeutsamen Fließgewässertypen Deutschlands“ [Stand Dezember 2003]. – www.wasserblick.net

[9.6] LUA (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Hrsg.): Fließgewässertypenatlas Nordrhein-Westfalens. – LUA-Merkblätter 2002, Düsseldorf, Nr. 36: S. 1-60 + 3 Karten + 1 CD-ROM

[9.7] MKULNV: Bewirtschaftungsplan 2016-2021 für die nordrhein-westfälischen Anteile von Rhein, Weser, Ems und Maas – Entwurf: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Dezember 2014, <http://www.flussgebiete.nrw.de/index.php/WRRRL/Bewirtschaftungsplan/2015>

[9.8] Hering, H.; Rolauuffs, P.; Döbbelt-Grüne, S.; Koenzen, U.; Hartmann, CH.; ZINS, C.: Entwicklung und Erprobung eines Konzeptes zur Ableitung des guten ökologischen Potenzials zur Bewertung erheblich veränderter Gewässer. – Abschlussbericht zum F & E-Projekt im Auftrag des LANUV NRW, 2012

[9.9] Hering, D.; Birk, S.; Döbbelt-Grüne, S.; Koenzen, U.; Hartmann, CH.: Bewertung von HMWB / AWB - Fließgewässern und Ableitung des MÖP / GÖP – Endbericht 2013 zum Forschungsvorhaben im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

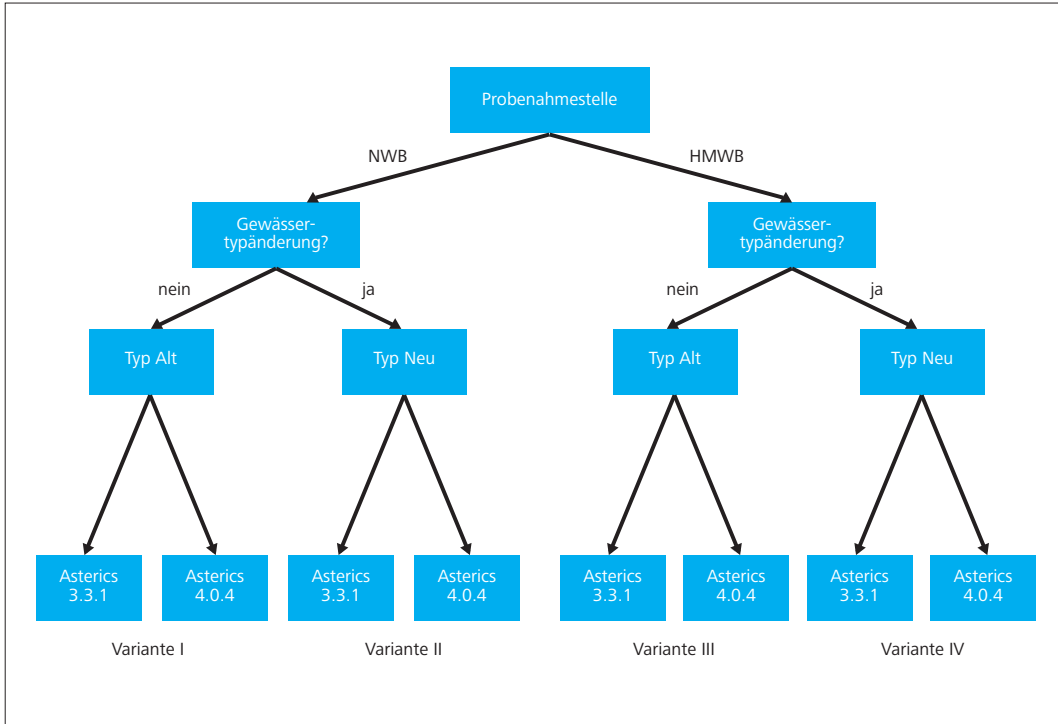


Bild 9.2: Varianten der Änderungen des Bewertungssystems MZB mit Einfluss auf das Bewertungsergebnis

Fig. 9.2: Variants of the revisions to the MZB evaluation system impacting the evaluation results

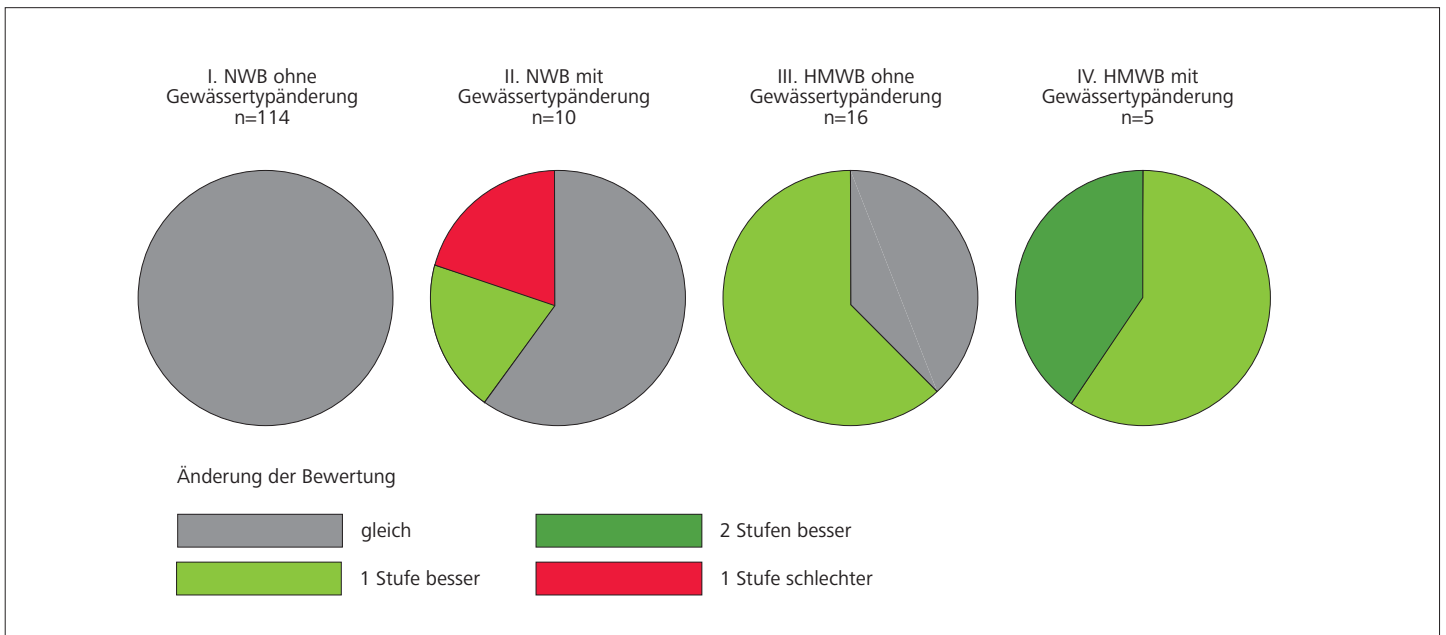


Bild 9.3: Änderungen der Bewertungsergebnisse des MZB (ökologischer Zustand bzw. Potenzial) am Beispiel von Daten des 3. Monitoringzyklus (2012 bis 2014) an den Probenahmestellen im Ruhrinzugsgebiet. Ergebnisse des Ruhrverbands und Ergebnisse „Monitoring der Umweltverwaltung“: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de>

Fig. 9.3: Changes in the evaluation results of the MZB (ecological status and potential respectively) taking as an example the data of the third monitoring cycle (2012 to 2014) at the sampling points within the Ruhr catchment area. Results from the Ruhrverband and results from the “Monitoring der Umweltverwaltung”: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz © Land NRW, Recklinghausen, <http://www.lanuv.nrw.de>

- An Probenahmestellen in NWBs ohne Gewässertypänderung (Variante I), d.h. nur durch Verwendung der neuen Softwareversion Asterics 4.0.4, treten keine Änderungen der Bewertung auf.
- An Probenahmestellen in NWBs mit Gewässertypänderung (Variante II), führt dies bei 2 von 10 Stellen zu einer Verbesserung und bei 2 Stellen zu einer Verschlechterung der Bewertung um eine Stufe.
- An Probenahmestellen in HMWBs ohne Gewässertypänderung (Variante III) resultieren hieraus bei 10 von 16 der Probenahmestellen Verbesserungen um eine Stufe.
- An HMWBs mit Gewässertypänderung (Variante IV) treten an allen Probenahmestellen Verbesserungen in der Bewertung auf, die ein oder zwei Stufen betragen. Bei der Verbesserung um zwei Stufen ist eine Stufe auf den Wechsel von NWB zu HMWB und eine weitere Stufe auf den Wechsel der Softwareversion von Asterics 3.3.1 auf 4.0.4 zurückzuführen.

Von den insgesamt 145 Probenahmestellen werden 17 Stellen bei der Anwendung der neuen Bewertungsgrundlagen besser bewertet. Dabei wechseln neun Stellen vom mäßigen oder unbefriedigenden Zustand zum guten Zustand bzw. guten ökologischen Potenzial. Bei zwei Stellen in NWBs führt die Anwendung – bei einer Gewässertypänderung von Typ 5 zu 7 (Wester) bzw. von Typ 9 zu 7 (Hönne) - zu einer Bewertung, die sich von gut nach mäßig um eine Stufe verschlechtert.

Fazit

Bei einer beispielhaften Anwendung der Änderungen des Bewertungsverfahrens für das Makrozoobenthos zeigen die hier dargestellten Ergebnisse des 3. Monitoringzyklus für 97 % der Stellen in NWB keine Auswirkungen. Dagegen bewirkt die Anwendung in HMWB bei 71 % der Probenahmestellen eine Verbesserung der Bewertung. Hierbei sind die noch nicht zu bewertenden Einzelfallbetrachtungen nicht berücksichtigt.

10 Legionellenproblematik auf der Kläranlage Warstein

Im August 2013 kam es in Warstein zu einem der bisher größten Legionellenausbrüche in Deutschland, bei dem 159 Menschen erkrankten, von denen zwei in Folge der Infektion verstarben. Legionellen sind mit zahlreichen verschiedenen Arten in niedrigen Konzentrationen ubiquitär nachzuweisen. Sie kommen in Oberflächengewässern, feuchten Böden, Biofilmen und Grundwasser vor und vermehren sich bevorzugt in einzelligen Wirtsorganismen, z.B. Amöben. Als Krankheitsverursacher ist die Gattung *Legionella* mit der Art *Legionella pneumophila* seit 1976 bekannt, als zahlreiche Gäste eines Hotels in Philadelphia an Lungenerkrankungen verstarben. Die Inhalation von *L. pneumophila* enthaltenden Aerosolen kann das grippeähnliche Pontiac-Fieber oder die lebensbedrohliche Legionellose verursachen. Neben *L. pneumophila* sind noch weitere Arten von *Legionella* pathogen. Als Erreger der Erkrankungen in Warstein wurden Bakterien der Art *Legionella pneumophila*, Serogruppe 1, nachgewiesen.

In umfangreichen Untersuchungen wurden hohe Legionellenbelastungen in der Werkskläranlage der Brauerei Warstein, der Ruhrverbandskläranlage Warstein und im Rückkühlwerk einer am Fließgewässer Wester ansässigen Firma sowie in der Wester selbst nachgewiesen. Nach dem jetzigen Kenntnisstand war, begünstigt durch die in der Brauereikläranlage vorherrschenden und für ein Legionellenwachstum förderlichen Bedingungen, über den Verbindungskanal der Brauerei Abwasser mit Legionellen in hohen Konzentrationen in die Ruhrverbandskläranlage geflossen. Auch wenn dort nach Auswertung der vorliegenden Daten vom Zulauf bis zum Ablauf der Nachklärbecken eine Verminderung dieser Konzentrationen stattfand, konnte die konventionelle kommunale Verfahrenstechnik bei solchen extremen Legionellenbelastungen keine ausreichende Elimination dieser Bakterien erreichen. So gelangten Legionellen in das Gewässer und von hier aus in die Kühlanlage des Industriebetriebs. Die Desinfektionsmaßnahmen in dieser Anlage reichten nicht aus, eine weitere Vermehrung an dieser Stelle zu unterbinden, so dass die emittierten Aerosole legionellenbehaftet und somit infektiös waren [10.1]. Nach Außerbetriebnahme dieses industriellen Rückkühlwerks konnte nach Ablauf der Inkubationszeit von zehn Tagen das Abklingen der Legionellenepidemie festgestellt werden.

Das massenhafte Auftreten von Legionellen in einer kommunalen Kläranlage war ein Novum im Bereich der biologischen Abwasserbehandlung und stellt wegen des hohen Anteils an Brauereiabwasser in der Kläranlage Warstein im Ruhrverbandsgebiet einen Einzelfall dar. Auf diese besondere Situation reagierte der Ruhrverband in enger Abstimmung und in Kooperation mit den zuständi-

[10.1] Evers, P., Grünebaum, T.: Legionellen auf Kläranlagen – Erfahrungen und Konsequenzen aus den Ereignissen in Warstein. In: Gewässerschutz Wasser Abwasser, Bd. 236/2015, S. 30/1-30/13

gen Behörden mit einem umfangreichen Untersuchungsprogramm, mit angepassten betrieblichen Maßnahmen auf der Kläranlage Warstein, mit konzeptionellen Planungen für eine gemeinsame Behandlung des Brauereiabwassers [10.2] und mit der Initiierung eines durch das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV) geförderten Forschungsprojekts über die „Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung von Legionellen in belebtem Schlamm“ [10.3]. Durch diese Maßnahmen sollten zum einen mögliche akute Gefährdungen der Bevölkerung und des Betriebspersonals ausgeschlossen und zum anderen die Legionellengehalte im Kläranlagenablauf in die Weste auf ein möglichst niedriges Niveau gebracht werden. Als weitere Herausforderung erwies sich die Bestimmung der Legionellenzahlen, da das bis dahin angewendete Analyseverfahren für die komplexe Abwassermatrix nur bedingt geeignet ist.

Der Legionellennachweis im Abwasser – eine methodische Herausforderung

Da die Vermehrung von Legionellen durch Temperaturen über 25° C begünstigt wird, konzentrieren sich hygienische Untersuchungen seit vielen Jahren auf den Nachweis von *L. pneumophila* in technischen Wassersystemen, bei denen entsprechende Temperaturbedingungen sowie Aerosolbildung vorkommen. Die Trinkwasserverordnung [10.4] regelt daher die Überwachung von Hausinstallationen zur Warmwasserversorgung. Zum hygienisch unbedenklichen Betrieb von Kühltürmen und Rückkühlwerken machen VDI-Richtlinien [10.5] und DVGW-Arbeitsblätter [10.6] Vorgaben.

Untersuchungen kommunaler Abwässers auf Legionellen wurden erstmals im Jahr 2013 anlässlich des gehäuften Auftretens von Legionelosen in Warstein zum Thema. Bei den vom Ruhrverband mit der mikrobiologischen Analytik beauftragten Laboren, dem Hygiene-Institut des Ruhrgebiets in Gelsenkirchen und dem IWW Rheinisch-Westfälischen Institut für Wasserforschung gGmbH in Mülheim an der Ruhr, liegen langjährige Erfahrungen mit dem Legionellennachweis in Trink-, Bade- und Kühlwasser vor. Mit der Untersuchung von Abwässern und Klärschlämmen waren beide Labore im Herbst 2013 vor neue Herausforderungen gestellt.

Die Untersuchungen von Abwässern und Klärschlämmen aus Warstein erfolgen nach der ISO-Norm 11731 [10.7] bzw. der DIN EN ISO 11731-2 [10.8]. Diese beschreiben ein Kulturverfahren, das sich für die Untersuchung von Trinkwasser eignet. Bei der Anwendung auf Abwasser und Klärschlamm gelingt die Unterdrückung der Begleitflora wegen der hohen bakteriellen Belastung dieser Proben nicht ausreichend, was die Untersuchung von Verdünnungen notwendig macht. Daraus folgen hohe Bestimmungsgrenzen bis 10⁶ Legionellen pro 100 ml und zahlreiche Ergebnisse unterhalb der Bestimmungsgrenze. Die Notwendigkeit, Verdünnungsreihen der Proben zu untersuchen, führt zu einer hohen statistischen Unsicherheit der Ergebnisse. Zusätzliche Probleme ergeben sich durch die Inhomogenität von mit Feststoffen belasteten Abwässern und Schlämmen sowie durch das analytisch nicht erfasste Vorkommen der Legionellen in Wirtsorganismen.

Die schwer vergleich- und interpretierbaren Legionellenergebnisse aus Warstein veranlassten das Hygiene-Institut des Ruhrgebiets und das IWW zu Vergleichsuntersuchungen und gemeinsamen Absprachen über die bestmögliche Anpassung des Kulturverfahrens an die Matrices Abwasser und Klärschlamm. Auch das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) hatte die Problematik des Kulturverfahrens für Abwasseruntersuchungen erkannt und die in Warstein involvierten Laboratorien im Januar 2014 zu einem Erfahrungsaustausch eingeladen. Im Februar 2014 unterbreitete das LANUV einen „Konzeptvorschlag zur Harmonisierung der Legionellenuntersuchung“, der in drei Kapiteln („Grundlagen“, „Probenahme“, „Laborarbeiten“) Ausführungen macht [10.9]. Es wird eine Einteilung der Proben nach ihrer Beschaffenheit und eine differenzierte Vorgehensweise bei den Laboruntersuchungen empfohlen. Im September 2014 folgte ein vom LANUV organisierter Ringversuch, an dem sich 37 Labore beteiligten. Das LANUV selbst richtete im Jahr 2014 ein neues mikrobiologisches Labor ein, um dort zukünftig Legionellenuntersuchungen durchführen zu können.

Die Identifikation von Legionellen kann auch auf molekularbiologischer Grundlage, d.h. über spezifische Sequenzen des Genoms erfolgen. Die qPCR (quantitative Polymerase Chain Reaction) hat den Vorteil, dass sie ohne Kultivierungsschritt auskommt. Sie erfasst allerdings - im Gegensatz zur Kultur - auch die nicht vermehrungsfähigen (toten) Bakterien. Diese Einschränkung entfällt bei der viel versprechenden Viability-PCR, von der im Abwasserbereich allerdings erst wenige Ergebnisse vorliegen. Eine hinreichende Korrelation zwischen Kolonie bildenden Einheiten (KBE) aus der Kultur und Genomic Units (GU) aus der qPCR konnte bei 20 vom Ruhrverband beauftragten Proben nicht gefunden werden. Ein Ersatz des Kulturverfahrens durch die qPCR ist derzeit noch nicht möglich, zumal auch behördlich vorgegebene Grenzwerte als KBE festgelegt sind.

Weitere Verfahren, z.B. die Durchflusszytometrie und der quantitative mikroskopische Nachweis von Legionellen mit Gensonden (Fluoreszenz-In-Situ-Hybridisierung, FISH), gibt es für die Untersuchung von Trinkwasser. Hier ist von den Entwicklern und Anbietern zunächst eine Anpassung an die Abwassermatrix vorzunehmen, bevor eine routinemäßige Anwendung im Kläranlagenbereich erprobt werden kann.

Sofortmaßnahmen des Ruhrverbands

Die vom Ruhrverband ab Anfang September 2013 auf der Kläranlage Warstein getroffenen Sofortmaßnahmen beinhalteten die Außerbetriebnahme des mit Legionellen belasteten Tropfkörpers, der im späteren Verlauf dann abgerissen wurde. Zur Vermeidung von Aerosolen wurden das Belebungs- und das so genannte Kombibecken abgedeckt sowie im Belebungsbecken die zur Belüftung eingesetzten Oberflächenkreisel außer Betrieb genommen und durch mit Reinsauerstoff beschickte Begasungsgitter ersetzt.

Später wurde durch Einbau einer Sauerstoffbegasung in das Kombibecken zusätzliches Reaktorvolumen geschaffen, um auf mögliche CSB-Frachterhöhungen aus dem Verbindungskanal reagieren

zu können. Zu diesem Zweck wurde auch die Vorfällung optimiert, was neben einer Verminderung der Zulauffracht einen teilweisen Rückhalt von feststoffgebundenen Legionellen in der Vorklärung zur Folge hatte.

Um die Legionellengehalte im Kläranlagenablauf schnellstmöglich auf ein niedriges Niveau zu bringen, wurde eine provisorische UV-Desinfektionsanlage in den Ablauf integriert und in Betrieb genommen. Zusätzlich wurde temporär als zweite Desinfektionsstufe eine chemische Behandlung mit Perameisensäure durchgeführt.

Neuordnung des Abwasserbeseitigungskonzepts

Um eine Wiederholung eines Legionellenausbruchs in Warstein zu verhindern, wurde von der Stadt Warstein, der Warsteiner Brauerei und dem Ruhrverband einvernehmlich ein zukunftsfähiges Sanierungskonzept entwickelt und mit den Behörden abgestimmt. Die Maßnahmen dieses Konzepts folgen dem Präventionsgedanken und zielen darauf ab, zukünftig ein massenhaftes Wachstum von Legionellen im Warsteiner Abwasserentsorgungssystem zu verhindern. Hierzu sollten die Randbedingungen bei der Behandlung des Brauereiabwassers so eingestellt werden, dass potenziell vorhandene Legionellen nur minimierte Wachstumsmöglichkeiten vorfinden. Zudem sollte die Ausbreitung potenziell legionellen-behafteter Aerosole aus den Abwasseranlagen sicher unterbunden werden. Der zweistufige Plan beinhaltet im Wesentlichen folgende Maßnahmen:

Warsteiner Brauerei

Die biologische Vorbehandlung des Abwassers auf dem Brauereigelände wird eingestellt. Das Betriebsabwasser wird künftig nur noch homogenisiert, d. h. hinsichtlich der Menge und der Schmutzfracht vergleichmäßig und der Kläranlage des Ruhrverbands zur Behandlung zugeleitet. Die Abwasserbecken werden dauerhaft abgedeckt, die Abluft unter den Hartkunststoffhauben abgezogen und in einer Biofilteranlage gereinigt.

Stadt Warstein

Der Verbindungskanal von der Brauerei zur Kläranlage wird zu einem geschlossenen System umgebaut. Hierzu werden die wenigen häuslichen Einleiter von diesem System abgekoppelt. Dies erfordert teilweise einen Neubau kurzer Kanalstrecken. Im Wesentlichen wird jedoch der vorhandene Kanal mit einem durchgehenden Inliner gedichtet. Ein Großteil der vorhandenen Schächte des Verbindungskanals zwischen der Warsteiner Brauerei und der Kläranlage des Ruhrverbands wird aufgegeben. Nur zu Reinigungszwecken werden einige Revisionsöffnungen vorgehalten.

Ruhrverband

Zunächst wird in einem ersten Bauabschnitt eine Hochlastbelebungsanlage errichtet, die der vorhandenen Belebungsanlage vorgeschaltet wird. Die Hochlastbelebungsanlage erhöht die Behandlungskapazität der Kläranlage deutlich und ermöglicht es somit, die biologische Vorbehandlung des Brauereiabwassers außer Betrieb zu nehmen. In die-

sem Zusammenhang werden die vorhandene Zwischenklärung grundlegend umgebaut, die Zulaufleitungen erneuert, Belüftungsanlagen installiert und eine Abluftreinigung errichtet.

Zudem wird die bisher betriebene provisorische UV-Anlage durch eine neue stationäre, dem vorhandenen Bedarf angepasste und leistungsfähigere UV-Anlage ersetzt. Dadurch wird gewährleistet, dass der Ablauf der Kläranlage weitestgehend frei von Legionellen ist und die Kläranlage die von den Behörden vorgegebenen Werte sicher einhält.

In einem zweiten Bauabschnitt wird dann eine anaerobe Behandlungsstufe errichtet. Vorteile dieser Verfahrenstechnik sind die für Legionellen wachstumshemmenden Bedingungen, der geringe Platzbedarf und die Gewinnung von Biogas. Dieses kann zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden. Hierzu werden ein zusätzlicher Gasbehälter und zwei neue Blockheizkraftwerke errichtet.

Umsetzung des Abwasserbeseitigungskonzepts

In Abstimmung mit dem NRW-Umweltministerium, der Bezirksregierung Arnsberg und dem Kreis Soest wurde die Umsetzung dieses Konzepts Anfang 2014 beschlossen und zügig mit den Arbeiten begonnen. Im August 2014 wurde die provisorische UV-Anlage zur Desinfektion des Kläranlagenablaufs durch eine den Anforderungen entsprechend dimensionierte stationäre Anlage ersetzt, so dass seitdem eine geregelte und damit auch energetisch optimierte Desinfektion betrieben wird. Im Sommer 2014 wurde die der vorhandenen Belebungsanlage vorgeschaltete Hochlastbelebungsanlage auf der Kläranlage Warstein errichtet und im September 2014 in Betrieb genommen. Somit waren die Voraussetzungen gegeben, dass die Vorreinigung der Brauereiabwässer auf dem Gelände der Warsteiner Brauerei im September 2014 vollständig

-
- [10.2] Ruhrverband: Legionellenproblematik auf der Kläranlage Warstein. In: Ruhrgütebericht 2013, Essen, S. 105-113
 - [10.3] Rosenwinkel et al.: Abschlussbericht Forschungsvorhaben „Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung von Legionellen in belebtem Schlamm“ (beauftragt vom Ruhrverband und gefördert vom Land Nordrhein-Westfalen) – unveröffentlicht
 - [10.4] Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2001) in der Fassung der Bekanntmachung vom 07. August 2013
 - [10.5] VDI 2047 Blatt 2, Rückkühlwerke – Sicherstellung des hygienerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen (VDI-Kühlturmregeln), Januar 2015
 - [10.6] DVGW Arbeitsblatt W 551- Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zu Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen, April 2004
 - [10.7] ISO 11731: Water quality – Detection and enumeration of Legionella, First edition, 1998-5-01
 - [10.8] DIN EN ISO 11731-2 Wasserbeschaffenheit – Nachweis und Zählung von Legionellen – Teil 2: Direktes Membranfiltrationsverfahren mit niedriger Bakterienzahl, Juni 2008
 - [10.9] Konzeptvorschlag zur Harmonisierung der Legionellenuntersuchung, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Februar 2014

aufgegeben werden konnte. Am Standort der Brauerei findet seitdem lediglich ein Frachtausgleich des biologisch unbehandelten Abwassers statt. Die Arbeiten zum Bau des geschlossenen Kanalsystems wurden von der Stadt Warstein beauftragt und haben im Herbst 2014 begonnen. Die Errichtung und Inbetriebnahme der anaeroben Behandlungsstufe erfolgt im Verlauf des Jahres 2015.

Untersuchungsprogramm und Ergebnisse der Legionellenanalytik

Die auf der Kläranlage getroffenen Maßnahmen und der weitere Anlagenbetrieb wurden durch ein umfangreiches Untersuchungsprogramm begleitet, das sowohl die Analytik abwasserrelevanter physikalisch-chemischer und bakteriologischer Kenngrößen als auch mikroskopische Untersuchungen des Belebtschlammes und vor allem die Bestimmung der Legionellenzahlen im Verlauf des Abwasserreinigungsprozesses beinhaltete.

Die Untersuchung der abwasserrelevanten Kenngrößen im Zulaufbereich sollte im Wesentlichen Erkenntnisse über die Höhe und die Schwankungsbreiten der Frachten aus dem Verbindungskanal liefern. Seit Außerbetriebnahme der biologischen Vorbehandlung auf dem Brauereigelände fließen der Kläranlage Warstein erheblich höhere organische Schmutzfrachten mit einem deutlich größeren gelösten Anteil zu. So stieg die durchschnittliche CSB-Fracht im Zulauf des Verbindungskanals von rund 2.200 kg/d bei Betrieb der Vorbehandlung auf etwa 4.400 kg/d bei Zufluss von biologisch unbehandeltem Brauereiabwasser. Durch die Ablaufuntersuchungen wurden vor allem die Überwachungswerte des Genehmigungsbescheids für den CSB, den anorganischen Stickstoff und

Phosphor überprüft. Hierbei wurden die Zahlenwerte der Grenzwerte trotz zeitweise schwieriger Betriebsbedingungen mit sehr wenigen Ausnahmen eingehalten.

Die Untersuchungen im Zulauf aus dem Verbindungskanal ergaben auch nach September 2013 weiterhin zeitweise Belastungen mit Legionellen im zwei- bis dreistelligen Millionenbereich (KBE/100 ml). Wie der in Bild 10.1 dargestellte zeitliche Verlauf erkennen lässt, lag die als Wochenmittelwerte berechnete Legionellenkonzentration im Gesamtzulauf bis zum Spätsommer 2014 um etwa zwei Log-Stufen über der Belastung im Ablauf der Nachklärung vor der UV-Anlage, so dass die Kläranlage Warstein auch ohne weitergehende Desinfektionsmaßnahmen in ihrer konventionellen Betriebsweise bereits als Legionellensenke zu betrachten ist. Seit der Außerbetriebnahme der biologischen Vorbehandlung auf dem Brauereigelände sind die Legionellenzahlen sowohl im Kläranlagenzulauf als auch im Zulauf zur UV-Anlage deutlich zurückgegangen. Im Zulauf Brauereikanal liegen die Werte seitdem in der Regel unter der Bestimmungsgrenze, die in Abhängigkeit von der Abwassermatrix schwankt und im Brauereikanal zwischen 500 und 50.000 KBE/100ml liegt.

Durch die UV-Desinfektion wird auf der Kläranlage Warstein eine Legionellenelimination von ein bis vier Log-Stufen erreicht, wobei Einflussfaktoren auf die Reduktion vor allem die Legionellenzahl im Zulauf der Behandlungsanlage, aber auch der Feststoffgehalt und die UV-Durchlässigkeit (Transmission) des Abwassers sind. Bereits durch den Betrieb der provisorischen UV-Anlage lag die Legionellenbelastung im Ablauf der Behandlungsanlage schon ab Oktober 2013 im 90-Perzentil unter 1.000 KBE/100 ml und an

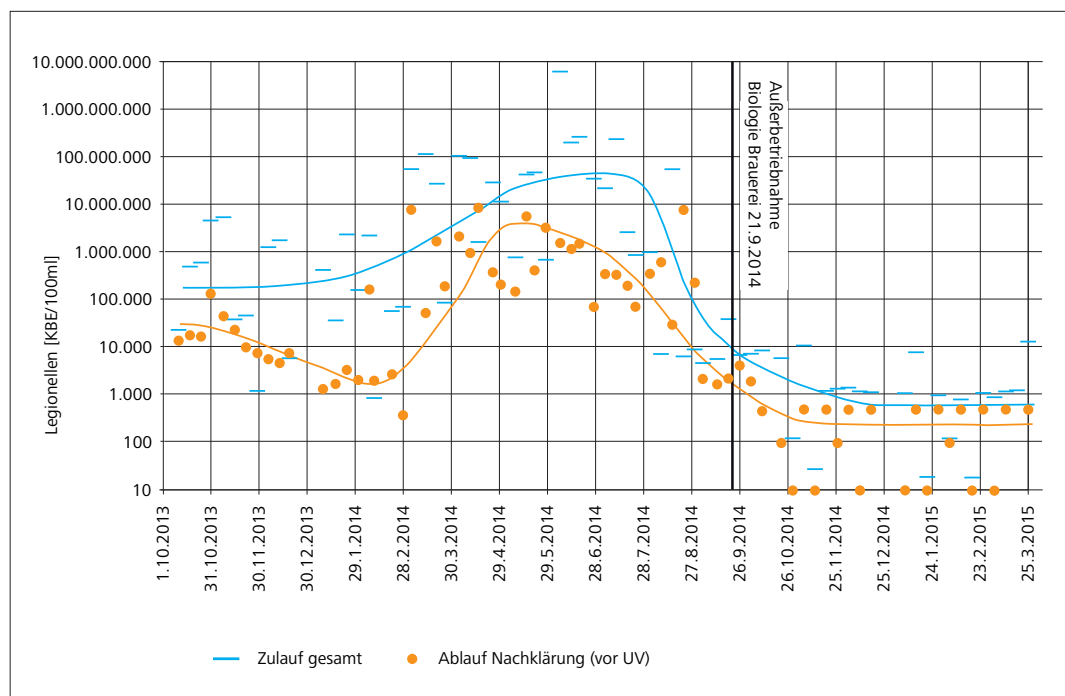


Bild 10.1: Kläranlage Warstein – Wochenmittelwerte der Legionellenkonzentrationen im Zulauf gesamt und im Ablauf Nachklärung (Messwerte < BG mit $f=1$ berücksichtigt)

Fig. 10.1: Warstein sewage treatment plant: Weekly averages of legionella concentrations in the combined inlet and the outlet of the secondary treatment (values measured < quantification limit considered with $f=1$)

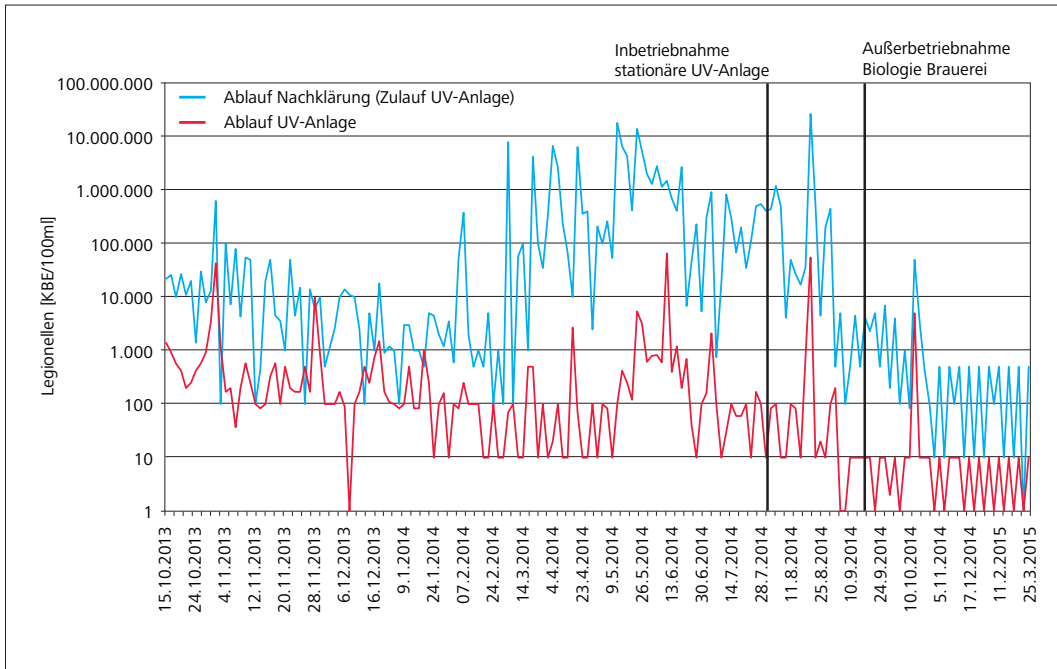


Bild 10.2: Kläranlage Warstein – Zeitliche Entwicklung der Legionellenanzahl im Zu- und Ablauf der UV-Behandlung
 Fig. 10.2: Warstein sewage treatment plant: chronological development of legionella occurrence in the inlet and outlet of the UV treatment facility

einer Vielzahl von Tagen auch unter 100 KBE/100 ml. Wie in Bild 10.2 ersichtlich ist, liegen spätestens seit Inbetriebnahme der stationären UV-Anlage und der Außerbetriebnahme der biologischen Vorbehandlung durch die Brauerei die Legionellenzahlen im Ablauf in die Wester nun auf einem konstant niedrigen Niveau. In der Regel liegt die Zahl der Legionellen unter dem im Genehmigungsbescheid für die UV-Behandlungsanlage vom 3. April 2014 genannten technischen Ablaufwert von <100 KBE/100 ml bzw. dem an die Behörde zu meldenden Informationswert von >1.000 KBE/100 ml.

Ergebnisse des Forschungsvorhabens „Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung von Legionellen in belebtem Schlamm“

Im Herbst 2013, als die Legionellenbelastung der Kläranlage Warstein bekannt wurde, konnte der Ruhrverband weder auf wissenschaftliche Erkenntnisse zum Legionellenvorkommen in kommunalen Kläranlagen noch auf betriebliche Erfahrungen anderer Kläranlagenbetreiber zurückgreifen. Die Entwicklung einer geeigneten Betriebsstrategie zur Sanierung der Kläranlage Warstein war daher mit Fragen verbunden, zu deren Klärung die Zusammenarbeit mit Universitäten initiiert wurde. Das vom Ruhrverband beauftragte und vom MKULNV anteilig finanziell geförderte Projekt „Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung von Legionellen in belebtem Schlamm“ wurde Ende des Jahres 2014 mit der Vorlage des Abschlussberichts [10.3] beendet. Beteiligt waren das Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik (ISAH) der Leibniz Universität Hannover (Projektleitung) zusammen mit dem Niedersächsischen Landesgesundheitsamt (NLGA), das Institut für Hygiene und öffentliche Gesundheit der Universität Bonn sowie die Fa. Avescom in Kooperation mit der Universität Gent/Belgien.

In Laborversuchen wurde die Minimierung von Legionellen in belebtem Schlamm durch Variation der betrieblichen Parameter Temperatur und Schlammalter sowie deren Inaktivierung durch chemische und physikalische Desinfektionsverfahren erprobt. Es wurden Erfahrungen mit dem Kulturverfahren zum Nachweis von Legionellen in der schwierigen Abwasser- und Schlammatrix gesammelt, methodische Anpassungen vorgenommen und molekularbiologische Nachweisverfahren angewandt.

Die Temperaturabhängigkeit des Wachstums von Legionellen im Belebtschlamm konnte mit den Projektergebnissen grundsätzlich bestätigt werden. Wachstumsvorteile für *L. pneumophila* waren bei Temperaturen über 22 °C zu verzeichnen, weshalb ab dieser Temperaturgrenze mit einer selektiven Anreicherung von *L. pneumophila* gegenüber anderen Legionellen (*Legionella spp.*) zu rechnen ist. Temperaturen unter 22 °C führten zu einer Abreicherung von *L. pneumophila*, sofern keine großen Schwankungen bei der Versorgung mit proteinreichem Substrat gegeben waren. Andere Legionellen als *L. pneumophila* konnten auch bei Temperaturen unter 20 °C wachsen. Die Art *Legionella londiniensis*, über die bisher wenig bekannt ist, wurde regelmäßig im Belebtschlamm aus Warstein identifiziert. Zum Temperatureinfluss sowie zur Bedeutung von Substratverfügbarkeit und -zusammensetzung auf das Wachstum von Legionellen in Belebtschlämmen wird weiterer Forschungsbedarf gesehen.

Eine Reduktion von Legionellen im Belebtschlamm durch Absenken des Schlammalters erwies sich in den Laborversuchen als nicht praktikabel, da die Wachstumsraten von Legionellen im Abwasser über denen von nitrifizierenden Bakterien lagen. Auch die chemischen Desinfektionsverfahren unter Einsatz von Mikrosilber, Ozon, Wasserstoffperoxid und Chlordioxid sowie die Alkalisierung

des Belebtschlammes hatten nicht den erhofften Erfolg. Sie wurden als nicht sinnvoll eingestuft, da gleichzeitig mit den Legionellen auch die Biozönose des Belebtschlammes geschädigt wurde.

Der kulturelle Nachweis von Legionellen wurde mit der Standardmethode ISO 11731 [10.7] erbracht, wobei das Niedersächsische Landesgesundheitsamt zur Unterdrückung der Begleitflora eine parallele Hitze- und Säurebehandlung optimierte. Ergänzend dazu wurde im ISAH die qPCR zur Identifikation von Legionellen eingesetzt, dessen Vorteil in ihrer hohen Spezifität liegt. Mit der Viability-PCR, die eine Unterscheidung zwischen lebenden und toten Legionellen erlaubt, wurden erste Ergebnisse erzielt. Aussagen zur Korrelation von Ergebnissen aus dem Kulturverfahren und der qPCR konnten nicht abgeleitet werden. Möglicherweise beeinflusst auch das Vorkommen von lebenden, aber nicht kultivierbaren Legionellen im so genannten VBNC-Stadium (Viable But Not Culturable) den Methodenvergleich. Erst eine größere Datenbasis könnte hier weitere Erkenntnisse liefern.

Ein Fokus des Projekts lag auf der Frage, welchen Einfluss die Besiedlung von Wirtsorganismen durch Legionellen auf deren Elimination aus dem Belebtschlamm hat. Nach bisherigen Erkenntnissen aus anderen Forschungen hat dieses parasitäre Stadium für die Vermehrung und die Pathogenität von Legionellen eine große Bedeutung. Im Belebtschlamm kommen Amöben, Ciliaten und Flagellaten als Wirtsorganismen für Legionellen in Frage. Versuche zur Teildesintegration des Belebtschlammes mit Ultraschall zeigten, dass eine Lyse von Amöben schon mit geringem Energieeintrag möglich ist. Dem ISAH gelang durch mikroskopische Analysen mit FISH auch die Visualisierung von Legionellen in Ciliaten (Bild 10.3)

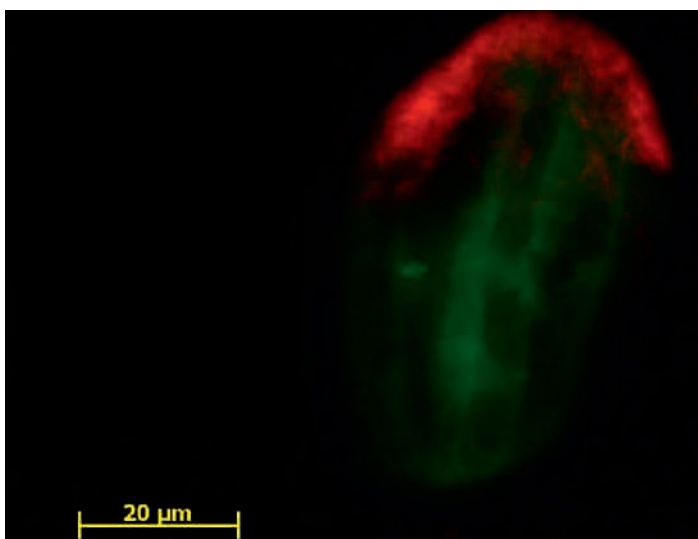


Bild 10.3: Infektion eines Ciliaten (*Euplotes* sp.) mit *Legionella* spp.

(rot markiert) im Belebtschlamm eines Versuchsreaktors.
Quelle: Dr. Corinna Lorey, ISAH, Leibniz-Universität Hannover

Fig. 10.3: Ciliate (*Euplotes* sp.) infected with *Legionella* spp. (marked in red) in the activated sludge of an experimental reactor.

Source: Dr. Corinna Lorey, ISAH, Leibniz University Hannover

Fazit

In Folge der Legionellenepidemie in Warstein im August 2013 und der positiven Legionellenbefunde sowohl in der Werkskläranlage der Warsteiner Brauerei als auch in der kommunalen Kläranlage Warstein und in der Wester wurden in enger Abstimmung mit den beteiligten Institutionen und Behörden durch den Ruhrverband umfangreiche Untersuchungen und Sofortmaßnahmen durchgeführt. Hierdurch konnten die Legionellenkonzentrationen im Ablauf der Kläranlage in die Wester deutlich gesenkt werden. Um zukünftig eine massive Vermehrung von Legionellen im Warsteiner Abwassersystem zu verhindern, wurde im Anschluss daran gemeinsam ein dauerhaft wirksames Sanierungskonzept entwickelt.

Nach derzeitigem Kenntnisstand sind die bisher umgesetzten Maßnahmen hinsichtlich der Legionellenthematik als erfolgreich zu bewerten. Im Ablauf der Kläranlage ist mittlerweile ein konstant niedriges Konzentrationsniveau erreicht und die von den Behörden vorgegebenen Zielwerte für Legionellen werden sicher eingehalten. Auch wenn nach Außerbetriebnahme der biologischen Vorbehandlung auf dem Gelände der Warsteiner Brauerei und Inbetriebnahme der ersten Ausbaustufe auf der Ruhrverbandskläranlage zu sehen ist, dass die Legionellenkonzentrationen auf ein niedriges Niveau zurückgegangen sind, wird die Errichtung der Anaerobstufe als weitere erfolgversprechende Maßnahme im Sinne der Vorsorge als notwendig erachtet. Die Fertigstellung ist für den Herbst 2015 geplant.

Amtliche Untersuchungen durch das Landesumweltamt NRW und Eigenuntersuchungen durch Kläranlagenbetreiber [10.10] zeigen, dass es kein generelles Legionellenproblem in kommunalen Kläranlagen gibt.

[10.10] Wiedenhöft, C.: Legionellenepidemie in Warstein – Auswirkungen für die Abwassereinleiter? – Teil 1, Vortrag anlässlich des 32. Bochumer Workshops 2014, Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft Bochum 67

11 Zweiter Bewirtschaftungszyklus zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie

Gemäß den zeitlichen Vorgaben der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) und des Wasserhaushaltsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland endet zum 21. Dezember 2015 der erste sechsjährige Bewirtschaftungszyklus. Die in diesem Zeitraum durchgeführten wasserwirtschaftlichen Aktivitäten basieren im Wesentlichen auf den Inhalten des ersten Bewirtschaftungsplans [11.1], den das Land Nordrhein-Westfalen mit Bekanntmachung vom 29.02.2010 im Ministerialblatt NRW in Kraft gesetzt hat. Auf Grundlage der zum damaligen Zeitpunkt vorliegenden Angaben zum Gewässerzustand und zu Gewässerbelastungen kam dieser erste Bewirtschaftungsplan zu dem Schluss, dass der Bereich der Siedlungsentwässerung nur in geringem Maß zur Verfehlung des von der EG-WRRL angestrebten guten Gewässerzustands bei den nordrhein-westfälischen Flüssen beiträgt. Daher konnte zum damaligen Zeitpunkt die klare Aussage getroffen werden, dass in Bezug auf die Wasserqualität keine Maßnahmen zu erwarten waren, die über die bereits in den Abwasserbeseitigungskonzepten enthaltenen Projekte hinausgehen. Mögliche Handlungserfordernisse, die gegebenenfalls im Bereich der Niederschlagswasserbehandlung bestehen könnten, sollten durch die vom Ruhrverband in Abstimmung mit seinen Mitgliedskommunen initiierten Integralen Entwässerungsplanungen (IEP) ermittelt und dargelegt werden. Dieser Aufgabe ist der Ruhrverband in den vergangenen Jahren mit gutem Erfolg nachgekommen.

Deutliche Defizite konstatierte der Bewirtschaftungsplan hingegen beim hydromorphologischen Zustand der Gewässer. Hierunter fallen zum Beispiel die fehlende Durchgängigkeit für wanderwillige Fisch- und Makrozoobenthosarten oder auch das oftmalige Antreffen begradigter und ausgebauter Gewässerstrecken. Daher stellte die Verbesserung dieser hydromorphologischen Verhältnisse den Schwerpunkt der damaligen Aktivitäten zur Umsetzung der EG-WRRL dar. Unter dem Programm „Lebendige Gewässer“ enthielt das dem Bewirtschaftungsplan zugehörige Maßnahmenprogramm die Vorgabe, in den nächsten Jahren rund 2.200 Gewässerkilometer – etwa 16 % aller berichtspflichtigen Gewässer – durch verschiedenartige Maßnahmen, die in den im Nachgang erarbeiteten sogenannten Umsetzungsfahrplänen gewässerabschnittsscharf konkretisiert sind, ökologisch zu entwickeln. Bezogen auf die Gesamtzahl aller Maßnahmen in Nordrhein-Westfalen machen diese Projekte etwa 80 % der gesamten Aktivitäten aus, wenn die konzeptionellen Maßnahmen, die einen eher investigativen Hintergrund haben, sowie Maßnahmen ohne direkte Zuordnung außen vorgelassen werden.

In einem gemäß Artikel 15 der EG-WRRL vorgeschriebenen Zwischenbericht hat das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW (MKULNV) Ende 2012 über den damals aktuellen Umsetzungsstand berichtet [11.2]. Auf Basis der darin dargelegten Fakten waren bis zu diesem Zeitpunkt allerdings nur rund 4 % aller Maßnahmen zur Ver-

besserung von Durchgängigkeit und Gewässerstruktur bereits abgeschlossen oder in der Umsetzung befindlich. Stellt man diesen Prozentsatz nun der Tatsache gegenüber, dass Ende 2012 bereits drei Jahre – und somit circa 17 % – des insgesamt zur Verfügung stehenden 18-jährigen Bewirtschaftungszeitraums vergangen sind, wird die Dimension des formulierten Anspruchs deutlich. Als Ursachen für diese zeitliche Verzögerung benennt der Zwischenbericht vor allem die fehlende Verfügbarkeit personeller und finanzieller Ressourcen sowie die unzureichende Bereitstellung von Flächen, um den Gewässern wieder mehr Raum für eine natürliche Ausprägung zu geben. Ebenfalls eine Rolle hierfür dürfte die Vorgabe spielen, die in den Umsetzungsfahrplänen dargestellten Maßnahmen auf kooperativ-freiwilliger Basis zu realisieren. Da die Behörden bislang auf die Nutzung und Ausschöpfung von möglichen Rechtsmitteln verzichteten, sind die Maßnahmenträger mit Blick auf die konkrete Maßnahmenumsetzung oftmals auf das Einverständnis und Mitwirken betroffener Grundstückseigentümer und Gewässernutzer angewiesen. Zudem ist die Bereitschaft zu freiwilligen Maßnahmen bei den Entscheidungsträgern oftmals nicht gegeben.

Vor diesem Hintergrund haben dann im Jahr 2013 die Vorbereitungen zur Erstellung des zweiten Bewirtschaftungsplans begonnen, der Ende 2015 in Kraft treten soll. Neben der Aufstellung eines Zeitplans und Arbeitsprogramms ist hier zunächst die Veröffentlichung der für eine Flussgebietseinheit wichtigen Wasserbewirtschaftungsfragen [11.3] von Bedeutung. Als diese werden zwar weiterhin die hydromorphologischen Defizite sowie die Nähr- und Schadstoffprobleme angeführt, von der Gewichtung her sind in diesem Dokument jedoch teilweise tendenzielle Verschiebungen zu erkennen, da nun mit Blick auf die prioritären Stoffe und sonstige Schadstoffe ein starker Fokus auch auf der abwassertechnischen Seite zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele liegt.

Im Jahr 2014 fanden erneut mehrere „Runde Tische“ statt, um in partizipativer Form und unter Einbeziehung aller Beteiligten und Betroffenen den Entwurf des zweiten Bewirtschaftungsplans zu erarbeiten [11.4]. Mit Blick auf die vorgenannte, etwas geänderte Ausrichtung der wichtigen Wasserbewirtschaftungsfragen waren diesmal auf Zuständigkeitsebene der Unteren Wasserbehörden

[11.2] MKULNV: Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie in NRW - Zwischenbericht 2012 und aktueller Umsetzungsstand. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Dezember 2012, http://www.flussgebiete.nrw.de/index.php/WRRL/Landtagsbericht_2013 (letzter Zugriff am 29. Mai 2015)

[11.3] MKULNV: Überblick über die wichtigen Wasserbewirtschaftungsfragen in Nordrhein-Westfalen. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Dezember 2013, http://www.flussgebiete.nrw.de/index.php/Meldungen/Wasserbewirtschaftungsfragen_2013 (letzter Zugriff am 29. Mai 2015)

[11.4] MKULNV: Bewirtschaftungsplan 2016-2021 für die nordrhein-westfälischen Anteile von Rhein, Weser, Ems und Maas – Entwurf: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Dezember 2014, <http://www.flussgebiete.nrw.de/index.php/WRRL/Bewirtschaftungsplan/2015> (letzter Zugriff am 29. Mai 2015)

auch separate Veranstaltungen („Runde Tische Abwasser“) eingerichtet, in denen Wasserbehörden mit den Abwasserbeseitigungspflichtigen (u.a. Ruhrverband, Kommunen, betroffene Industrieunternehmen, Straßen NRW) die stofflichen Defizite in den Gewässern erörterten.

Speziell zur inhaltlichen Ausgestaltung dieser „Runden Tische Abwasser“ hatten sich die Bezirksregierung Arnsberg und der Ruhrverband in einem separaten Termin zuvor bilateral ausgetauscht. Darin hat der Ruhrverband deutlich gemacht, mögliche Maßnahmen allein auf Basis einer vorhergehenden Kausalanalyse mit klarer Ursache-Wirkungs-Zuordnung angehen zu wollen. Auch für den Aspekt der Mikroverunreinigungen sieht er es als notwendig an, diesen vom Gewässer her anzugehen und potenzielle Maßnahmen immer mit Blick auf eine signifikante Wirkung im Gewässer zu betrachten. Aus diesem Gedankenansatz resultierte dann auch seine Bereitschaft, die für die einzelnen Kläranlageneinzugsgebiete aufzustellenden Integralen Entwässerungsplanungen (IEP) auf die Betrachtung relevanter stofflicher Parameter mit Darstellung der daraus resultierenden Belastungssituation im Gewässer auszuweiten. Insbesondere schließt dies auch eine Zustandsanalyse des Nährstoffs Phosphor ein. Erst diese ganzheitliche Form der Kausalanalyse unter Einbeziehung multipler Stressoren wie beispielsweise hydromorphologische Defizite, fehlende Längsdurchgängigkeit, diffuse Belastungen oder sonstige Gewässereinträge ermöglicht eine Einschätzung, welche Maßnahme bzw. Maßnahmenkombination mit welcher Wahrscheinlichkeit und zu welchen Kosten geeignet ist, den guten Zustand bzw. das gute Potenzial zu erreichen. Im Ergebnis werden dann in Übereinstimmung mit den Vorgaben der EG-WRRL die kosteneffizientesten Maßnahmenkombinationen abgeleitet. Diese können sich aus den hydromorphologischen Defiziten im Gewässer, im Indirekteinleiterbereich, bei diffusen Einleitungen, sonstigen Einflussgrößen und selbstverständlich auch (hinsichtlich weitergehender Maßnahmen) auf Kläranlagen ergeben. Auch eine vierte Reinigungsstufe auf Kläranlagen zur Reduzierung des Eintrags von Mikroverunreinigungen in die Gewässer muss unter dem Vorbehalt der tatsächlich erreichbaren Verbesserung des Gewässerzustands beurteilt werden. Ziel der Untersuchungen im Rahmen der IEP ist es daher abzuleiten, wie hoch die potenziellen Belastungen der Gewässer mit Mikroverunreinigungen tatsächlich sind, welche Eintragspfade für diese Belastungen zu betrachten sind, in welchem Maße sie zu einer Verfehlung des guten chemischen und ökologischen Zustands beitragen, und wie sich der ökologische Zustand bei entsprechenden Maßnahmen schließlich entwickeln würde.

Die übrigen „Runden Tische“, in denen zunächst die hydromorphologischen Aspekte im Vordergrund standen, orientierten sich erneut an den hydrologischen Grenzen der im Ruhreinzugsgebiet definierten neun Planungseinheiten. Aus zeitlichen und persönlichen Gründen hatte die Bezirksregierung hierzu teilweise mehrere Planungseinheiten zusammengefasst, so dass nur zweimal jeweils fünf Veranstaltungstermine anberaumt waren. Speziell die zweite Serie dieser allgemeinen „Runden Tische“ diente insbesondere der Aufbereitung und Zusammenführung sowohl von Maßnahmen aus dem hydromorphologischen als auch aus dem siedlungswasserwirtschaftlichen Bereich.

Trotz der erfolgten bilateralen inhaltlichen und fachlichen Abstimmung und dem darauf aufbauenden Ablauf der „Runden Tische Abwasser“ legte die Bezirksregierung im Rahmen dieser zweiten Veranstaltung zu den allgemeinen „Runden Tische“ dar, an verschiedenen Wasserkörpern die Maßnahme „Ausbau kommunaler Kläranlagen zur Reduzierung sonstiger Stoffeinträge“ mit in den Entwurf des Maßnahmenprogramms zum zweiten Bewirtschaftungsplan aufzunehmen. Dabei erweckt die Verteilung dieser insgesamt zwölf Maßnahmenvorschläge auf Kläranlagenstandorte und Planungseinheiten der Ruhr den Eindruck, dass deren Auswahl eher nach uneinheitlichen Kriterien und scheinbar durch jeweilige unterschiedliche fachliche Auffassungen geprägt ist.

Ein Blick in die Bewirtschaftungspläne anderer Flussgebietseinheiten und Bundesländer lässt erkennen, dass hinsichtlich des abwassertechnischen Sektors allein Nordrhein-Westfalen konkret Maßnahmen zur Behandlung von Mikroverunreinigungen in das Maßnahmenprogramm aufgenommen hat. Für viele der übrigen fünfzehn Bundesländer ist die Frage des Vorkommens von Spurenstoffen und Arzneimitteln in Gewässern ein Thema; allerdings begegnen sie diesem Gesichtspunkt derzeit eher abwartend und legen dar, vor der Anordnung von konkreten Maßnahmen zunächst weitergehende Untersuchungen sowie Erkenntnisse aus der Forschung abwarten zu wollen. Dieses Vorgehen deckt sich prinzipiell auch mit Aussagen der Flussgebietsgemeinschaft Rhein zu dieser Problematik. In deren Ausarbeitung zur Koordinierung und Abstimmung der Vorgehensweise zur Erstellung der Bewirtschaftungspläne im Rheineinzugsgebiet [11.5] ist im Kapitel Maßnahmenprogramme folgendes ausgeführt: „Für eine zielgerichtete Maßnahmenplanung zur Verbesserung des Gewässerzustands hinsichtlich neuer (Schad-)Stoffe, wie z. B. Pflanzenschutzmittel und Arzneimittelwirkstoffe, ist sicherzustellen, dass bei der Auswahl der Maßnahmen die Ursachen für Defizite im Gewässer bekannt und die Maßnahmen bestmöglich auf Behebung dieser Defizite ausgerichtet sind.“

Den gleichen Grundsatz der Klärung einer dezidierten Ursache-Wirkungs-Beziehung mit nachvollziehbarer Kausalanalyse fordert der Ruhrverband prinzipiell auch für eine etwaige weitergehende Reduzierung der Phosphorkonzentration in den Kläranlagen ein. Eine Zielverfehlung der Qualitätskomponente Diatomeen wird in diesem Kontext oftmals als Grund dafür herangezogen, die Notwendigkeit einer weiteren Reduzierung der Phosphoreinträge aus Kläranlagen zu formulieren. Technisch ist eine weitere Verringerung der Phosphat-Ablaufkonzentration von Kläranlagen durch eine entsprechende Anpassung der Fällmitteldosierung zwar möglich, deren Effekt und vor allem Effizienz für den jeweiligen Wasserkörper hinsichtlich der Erreichung des Ziels „guter ökologischer Zustand“ bzw. „gutes ökologisches Potenzial“, gemessen an den biologischen Qualitätskomponenten, ist aber vor einer tatsächlichen Umsetzung einer derartigen Maßnahme zu belegen oder zumindest sicher einzuschätzen. Auch für die Betrachtung dieser Fragestellung sieht der Ruhrverband die Integralen Entwässerungsplanungen (IEP) als ein geeignetes Instrument an und wird im Rahmen der Bearbeitung die Nährstoffverhältnisse insbesondere

re mit Blick auf Phosphor entsprechend analysieren. Die sich daraus ergebenden Erkenntnisse und mögliche Schlussfolgerungen sollen dann den zuständigen Behörden dargelegt werden.

Ein besonderes Augenmerk legt der Ruhrverband bei der Betrachtung des Parameters Phosphor auf den Bereich der Unteren Ruhr. Dieser Abschnitt der Ruhr ist durch eine weitgehende Stauregulierung und die darin integrierten fünf Ruhrstauseen geprägt. Deren heutige Nutzung als Naherholungsgebiet für das Ruhrgebiet ist allerdings durch die Massenentwicklung von Makrophyten, der Schmalblättrigen Wasserpest *Elodea nuttallii*, stark eingeschränkt [11.6, 11.7]. Ursächlich zu erklären ist das Auftreten dieser ausgedehnten *Elodea*-Bestände mit dem Rückgang der Phytoplanktondichten, zu dem die Reduzierung der Phosphorkonzentration in den Ruhrstauseen in einem nicht unerheblichen Maß beigetragen hat. Daher steht der Ruhrverband einer weiteren Verminderung des Phosphoraustrags aus den Kläranlagen, die unmittelbar in die Untere Ruhr einleiten, eher skeptisch gegenüber, um das Wachstum der Makrophyten nicht noch weiter zu unterstützen.

Die vorstehenden Ausführungen belegen, dass aus Sicht des Ruhrverbands am vorgelegten Entwurf des Bewirtschaftungsplans und Maßnahmenprogramms für den zweiten Bewirtschaftungszyklus noch Anpassungs- und Änderungsbedarf besteht. Dies betrifft nicht nur die konkrete Aufnahme von abwassertechnischen Maßnahmen in das vorgesehene neue Maßnahmenprogramm, sondern auch die derzeit vorgenommene Nennung von Umsetzungsfristen für diese Maßnahmen, die teilweise bereits seit langem bestehenden Absprachen mit den Aufsichtsbehörden widersprechen. Diese Aspekte wird die Stellungnahme des Ruhrverbands zum vorgenannten Entwurf im Detail aufgreifen.

Mit Blick auf die Mikroverunreinigungen ist auch dem Ruhrverband an einer grundlegenden Auseinandersetzung mit dieser Thematik gelegen. Dies belegen seine Mitarbeit in einem landesweiten Forschungsverbund wie auch die Errichtung und der erfolgreiche Betrieb einer großtechnischen Versuchsanlage zum Rückhalt derartiger Stoffe auf der Kläranlage Schwerte [11.8]. Für die Entscheidung zum weiteren Ausbau von Kläranlagen bedarf es jedoch der Analyse klarer Ursache/Wirkungsbeziehungen hinsichtlich dieser Mikroverunreinigungen. Dies sollte gemeinsam mit den Aufsichtsbehörden in einem konstruktiven und ergebnisoffenen Dialog erfolgen.

[11.5] Flussgebietsgemeinschaft Rhein: Chapeau-Kapitel der Flussgebietsgemeinschaft – Koordinierung und Abstimmung der Vorgehensweisen zur Erstellung der Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme nach Wasserrahmenrichtlinie, Worms, Dezember 2014, http://www.dk-rhein.de/servlet/is/87649/Chapeau-Kapitel_FGG-Rhein_Stand%2004.12.2014.pdf?command=downloadContent&filename=Chapeau-Kapitel_FGG-Rhein_Stand%2004.12.2014.pdf (letzter Zugriff am 29. Mai 2015)

[11.6] Ruhrverband: Hydroakustische Erfassung von Wasserpflanzenbeständen im Kemnader See. In: Ruhrgütebericht 2013, Essen, S. 113-119

[11.7] Ruhrverband: *Elodea*-Vorkommen in den Ruhrstauseen im Jahr 2010. In: Ruhrgütebericht 2010, Essen, S. 93-98

[11.8] Ruhrverband: Untersuchungen aus einem Verbundprojekt großtechnischer Untersuchungen zur weitergehenden Elimination von Mikroverunreinigungen. In: Ruhrgütebericht 2013, Essen, S. 123-128

12 Registrierte Gewässerverunreinigungen des Jahres 2014

Im Jahr 2014 wurden dem Ruhrverband bzw. den ansässigen Wasserwerken nur zwei als relevant einzustufende Gewässerverunreinigungen mit Auswirkungen auf die betroffenen Gewässer gemeldet. Wie in der Vergangenheit werden Bagatellfälle und Meldungen mit reinem Vorsorgecharakter nicht berücksichtigt. Die beiden Ereignisse des Kalenderjahrs 2014 waren:

1. Am 8. September trat im Siepenbach ein Fischsterben mit einigen wenigen Fischen auf. Der Bach mündet bei Ruhr-km 105,2 unterhalb der Wassergewinnungsanlage Hengsen in die Ruhr und hat eine Länge von 4,3 km. Eine Wasserprobe wies weder im Leuchtbakterien- noch im Fischeitoxizität auf. Ursache und Verursacher waren nicht ermittelbar. Die Wassergewinnung aus der Ruhr war schon aufgrund des Abflussverhältnisses von 1:150 (Bach- zu Ruhrwasser) nicht beeinträchtigt.
2. Am 28. November wurde im Neuenkleusheimer Bach, der bei Stachelau in die Olpe/Bigge mündet, eine weißliche Flüssigkeit festgestellt. Diese war auf die genehmigte Einleitung von steinmehlhaltigem Wasser zurückzuführen, das bei Geothermiebohrungen für ein Wohnhaus anfiel. Dieses Wasser wurde nach Durchfluss durch einen Absetzcontainer in einen Regenwasserkanal geleitet, der im Neuenkleusheimer Bach mündet. Auswirkungen auf die aquatische Biozönose wurden nicht beobachtet.

Die stofflichen Ursachen der Gewässerverunreinigungen und die Auswirkungen auf die Gewässer zeigt Tabelle 12.1. Unterschieden wird zwischen den Schutzgütern „Aquatische Lebensgemeinschaften“ und „Trinkwassergewinnung“. Die Ruhr oder die Trinkwassergewinnung waren nicht betroffen. Mit zwei relevanten Gewässerverunreinigungen lag 2014 deutlich unter dem Schnitt von fünf bis sechs Vorfällen pro Jahr.

Tabelle 12.1: Schutzgutbezogene Bewertung der besonderen Ereignisse im Ruhreinzugsgebiet 2014

Table 12.1: Evaluation of special incidents in the Ruhr catchment area in 2014 in relation to the subject of protection

Vorkommnis	Gewässer	Stoffgruppe	Schutzgutbezogene Bewertung	
			Aquatische Lebensgemeinschaften	Trinkwassergewinnung
Lfd. Nr.				
1	Siepenbach	unbekannt	2	1
2	Neuenkleusheimer Bach	Steinmehl	1	1

Der Bewertung liegt folgende Einstufung zugrunde:
 0 = Bewertung aufgrund fehlender Informationen nicht möglich
 1 = keine bis geringe Auswirkung
 2 = Mäßige Auswirkung
 3 = Deutliche Auswirkung

13 Leistungen der Kläranlagen des Ruhrverbands

Der Ruhrverband betreibt im Verbandsgebiet 67 Kläranlagen, um die anfallenden Haushalts- und Industrieabwässer sowie das Niederschlagswasser unter Einhaltung der gesetzlichen Regelungen und Grenzwerte zu behandeln und in den natürlichen Wasserkreislauf zurückzuführen. Unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte wird der Betrieb der Anlagen stets weiter verbessert – insbesondere hinsichtlich des Einsatzes an Energie, Hilfs- und Betriebsstoffen.

Bei einem Anschlussgrad von 99 % der Einwohner im Ruhrreinzugsgebiet wurden auf den Verbandskläranlagen im Jahr 2014 rund 350 Mio. m³ Abwasser gereinigt. Dies entspricht einem Jahresmittelwert von 11,1 m³/s und liegt ca. 3 % über dem Vorjahreswert. Ein Anteil von 73 % dieser Menge entfällt auf die Jahresschmutzwassermenge (einschließlich Fremdwasser) mit rd. 255 Mio. m³. Die Differenz zur Jahresabwassermenge in Höhe von 95 Mio. m³ ergibt sich durch das auf den Kläranlagen mitbehandelte Niederschlagswasser. Die behandelten Abwasser- und Jahresschmutzwassermengen der letzten fünf Jahre sind in Bild 13.1 dargestellt, dem auch der spezifische Abwasseranfall zu entnehmen ist. Die wichtigsten Kennzahlen für die Verbandskläranlagen sind der Tabelle 13.1 zu entnehmen.

Analog zu den Berechnungen der DWA, die einen bundesweiten Leistungsvergleich aller Kläranlagen veröffentlicht [13.1], wird alljährlich der aktuelle Stand der Reinigungsleistung der Verbands-

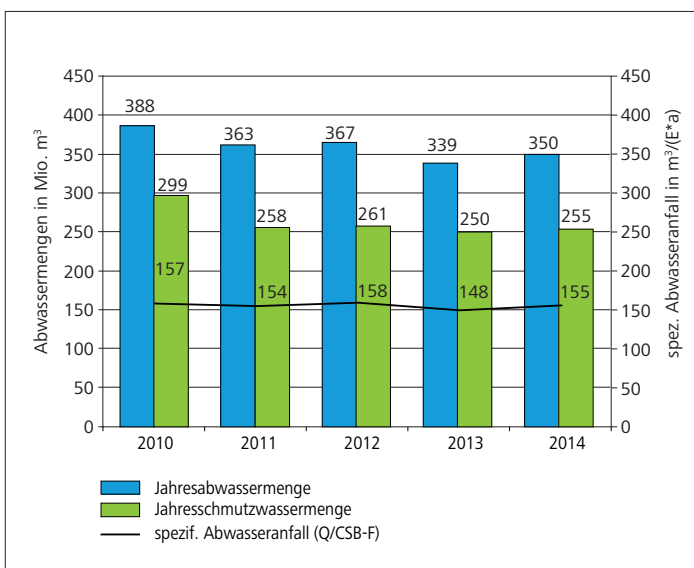


Bild 13.1: Abwassermengen und spezifischer Abwasseranfall der Ruhrverbandskläranlagen von 2010 bis 2014

Fig. 13.1: Sewage volumes and specific sewage loads at the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2010 to 2014

Tabelle 13.1: Kennzahlen der Ruhrverbandskläranlagen für das Jahr 2014
Table 13.1: Parameters of the Ruhrverband's sewage treatment plants in 2014

Anzahl Kläranlagen	67
Jahresabwassermenge	350 Mio. m ³
Jahresschmutzwassermenge	255 Mio. m ³
Gesamt-Ausbaugröße aller Anlagen	3,3 Mio. E
Angeschlossene Einwohner (Einwohnerzahl)	2,0 Mio. E
Anschlussgrad	rd. 99,0%
Mittlere Einwohnerbelastung (Bezug: 120 g CSB / (E*d))	2,3 Mio. E
Verhältnis Ausbaugröße / Mittlere CSB-Belastung	1,44
85-Perzentil der Einwohnerbelastung (Bezug: 120 g CSB / (E*d))	2,8 Mio. E
Spezifischer Abwasseranfall (Bezug: mittlere CSB-Belastung)	155 m ³ /(E-a)
Spezifischer Stromverbrauch (Bezug: mittlere CSB-Belastung)	36,1 kWh/(E-a)

kläranlagen ermittelt. Grundlage der Leistungszahlen bilden die mittleren Konzentrationen im Zulauf und Ablauf der Kläranlagen aus dem Jahr 2014 hinsichtlich der Kenngrößen Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB), Phosphor (TP) sowie Ammoniumstickstoff (NH₄-N) und Gesamtstickstoff (TN). Die Ergebnisse im Ablauf entstammen im Wesentlichen den laufenden Untersuchungen des Betriebspersonals im Rahmen der Selbstüberwachung (SüwV). Die Untersuchungsergebnisse aus den Zuläufen der Kläranlagen werden durch das Kooperationslaboratorium erhoben. In den zugehörigen Auswertungen wird die Kläranlage Hagen-Boele nicht berücksichtigt, deren kommunales Abwasser auf einer industriellen Anlage biologisch mitbehandelt wird. Tabelle 13.2 enthält die frachtgewichteten Zu- und Ablaufkonzentrationen im Abwasser für das Jahr 2014.

Die Ablaufqualität des gereinigten Abwassers ist weiterhin ausgezeichnet und zeigt nur geringfügige Veränderungen gegenüber dem Vorjahr. Insgesamt konnten in den letzten Jahren nur noch geringe Verbesserungen in der Reinigungsleistung erzielt werden. Dies zeigt deutlich, dass die Möglichkeiten der eingesetzten Reinigungsverfahren weitgehend ausgeschöpft sind.

Tabelle 13.2: Mittlere Konzentrationen im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen im Jahr 2014

Table 13.2: Average concentrations in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants in 2014

	Zulauf	Ablauf
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB ₅)	107 mg/l	3,4 mg/l
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	287 mg/l	20,1 mg/l
Ammonium-Stickstoff (NH ₄ -N)		0,9 mg/l
Anorganisch gebundener Stickstoff (TIN)		6,3 mg/l
Gesamtstickstoff (TN)	29,5 mg/l	7,3 mg/l
Gesamtphosphor (TP)	4,3 mg/l	0,53 mg/l

Die Zulaufkonzentrationen bei den Ruhrverbandskläranlagen sind teilweise bestimmt durch einen hohen Fremdwasseranteil, der für eine deutliche Verdünnung des Abwassers sorgt. Im Vergleich liegt der spezifische Abwasseranfall mit 155 m³ je Einwohnerwert (E) und Jahr beim Ruhrverband um 82 % über dem bundesweiten Wert (DWA) von 85 m³/(E*a) [13.1]. Der Ruhrverband bemüht sich in Zusammenarbeit mit den beteiligten Kommunen auf vielfältige Weise um eine Reduzierung der Fremdwasserbelastungen und hat dazu den „Fremdwasser-Preis Ruhr“ ausgelobt. Der Preis wird für herausragende Aktivitäten seiner Mitglieder im Bereich der Fremdwasserreduzierung vergeben und ist mit einem Preisgeld für wohltätige Zwecke dotiert.

Die nationale Abwasserverordnung regelt emissionsseitig die Mindestanforderungen an die Einleitung von behandeltem Abwasser. Die in den behördlichen Bescheiden geforderten Konzentrationen werden teilweise deutlich unterschritten. Die Darstellung dieser Unterschreitungen zeigt Bild 13.2 als Gesamtergebnis der Ruhrverbandskläranlagen. Als Vergleichswert wird der 80-Perzentilwert der jeweiligen Kenngröße zur Abbildung der sogenannten „4 aus 5“-Regelung verwendet. Für das Gesamtergebnis erfolgt eine Wichtung dieser Werte über die Wassermenge, die den ebenso gewichteten Überwachungswerten der einzelnen Kläranlagen gegenüber gestellt werden. Besonders beim Ammoniumstickstoff ist eine deutliche Unterschreitung der Bescheidwerte festzustellen, die in den Sommermonaten 88 % beträgt. Überwachungswerte für die Kläranlagen bzgl. Stickstoff bestehen wegen der erschwerten Bedingungen bei niedrigen Temperaturen lediglich für Abwassertemperaturen über 12 °C. Als überobligatorischer Aufwand für die Ruhrverbands-Mitgliedergruppe der Wasserentnehmer erfolgt auch in den Wintermonaten eine gezielte Nitrifikation und Denitrifikation auf den Kläranlagen. In dieser Zeit wird der Bescheidwert beim Ammoniumstickstoff noch um 82 % unterschritten.

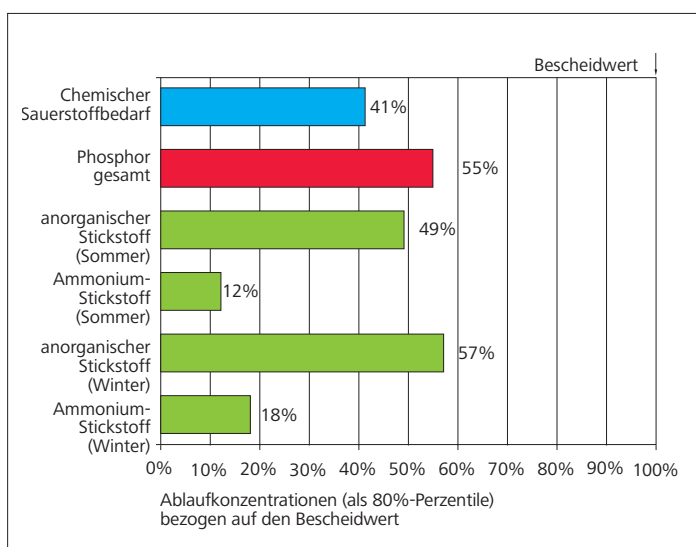


Bild 13.2 : Verbesserte Reinigungsleistung der Ruhrverbandskläranlagen gegenüber den behördlichen Bescheidwerten (100 %) im Jahr 2014
 Fig. 13.2: Improved treatment performance of the Ruhrverband's sewage treatment plants compared to the official requirements (100 %) in 2014

Tabelle 13.3: Jahresfrachten im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen im Jahr 2014

Table 13.3: Annual loads in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants in 2014

	spez. Zulauffracht	Zulauffracht	Ablauffracht	Abbaugrad
CSB	120 g/(E-d)	99,23 Mio. kg	6,98 Mio. kg	93,0 %
TN	13,0 g/(E-d)	10,19 Mio. kg	2,51 Mio. kg	75,4 %
TP	1,7 g/(E-d)	1,48 Mio. kg	0,18 Mio. kg	87,6 %

Den Verbandskläranlagen wurde im Jahr 2014 eine Gesamtzulauffracht von rd. 99,2 Mio. kg CSB zugeführt. Bei einem spezifischen Wert von 120 Gramm CSB je Einwohner und Tag lässt sich daraus die Bezugsgröße von rd. 2,3 Mio. Einwohnerwerten als mittlere Belastung berechnen. Der 85-Perzentilwert der CSB-Zulaufbelastung betrug im Jahr 2014 2,8 Mio. E, dem beim Ruhrverband eine Behandlungskapazität von rd. 3,3 Mio. E gegenüber steht. Im Mittel weist eine Ruhrverbandskläranlage eine Ausbaugröße von rd. 48.000 E auf. An die Ruhrverbandsanlagen angeschlossen sind rd. 2,0 Mio. Einwohner als Einwohnerzahl. Tabelle 13.3 enthält die summierten Jahresfrachten aller behandelten Abwässer im Zu- und Ablauf der Verbandskläranlagen für die Kenngrößen CSB, Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor. Ergänzend enthält diese Tabelle die Abbaugrade bei diesen Kenngrößen, die alle über 75 % liegen und damit die EU-Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser (91/271/EWG) einhalten. Die zeitliche Entwicklung dieser Gesamtfrachten zeigen die Bilder 13.3, 13.4 und 13.5.

Durch die Abwasserreinigung entstehen zwangsläufig Reststoffe in Form von Rechengut, Sandfanggut und Klärschlamm. Ziel unterschiedlicher Maßnahmen ist es, die Reststoffe in ihrer Menge zu minimieren und möglichst einer Verwertung zuzuführen bzw. schadlos zu beseitigen – dies auch unter besonderer Beachtung wirtschaftlicher Gesichtspunkte. Der anfallende Rohschlamm weist mengenmäßig den größten Anteil auf und muss zunächst stabilisiert werden, um Geruchsbelästigungen zu vermeiden und eine effektive Weiterbehandlung zu ermöglichen. Die Stabilisierung erfolgt für 97 % der Mengen anaerob in Faulbehältern, wodurch eine beträchtliche Reduzierung der Feststoffmenge erreicht wird. Die anschließende Entwässerung verbessert die Transportbedingungen und schafft die Voraussetzung für eine thermische Behandlung. Gegenüber dem Vorjahr ist die Menge an stabilisiertem Schlamm um rd. 3 % gefallen, sodass im Jahr 2014 insgesamt 38.014 t Trockenmasse in Verbrennungsanlagen entsorgt werden mussten.

Bild 13.6 zeigt die angefallenen Reststoffmengen der Jahre 2010 bis 2014 an stabilisiertem Schlamm, Rechen- und Sandfanggut. Daneben sind die angelieferten Mengen an Küchen- und Speiseabfällen sowie die Fettabscheiderinhalte für die Co-Vergärung dargestellt, durch die ein höherer Gasanfall für die Eigenenergieer-

[13.1] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) – Leistungsvergleich kommunaler Kläranlagen 2013

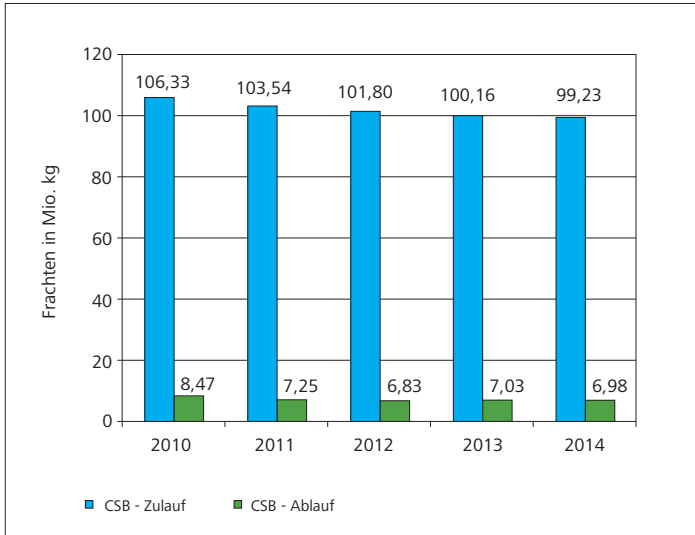


Bild 13.3: Jahresfrachten CSB im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen von 2010 bis 2014
 Fig. 13.3: Annual loads of COD in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2010 to 2014

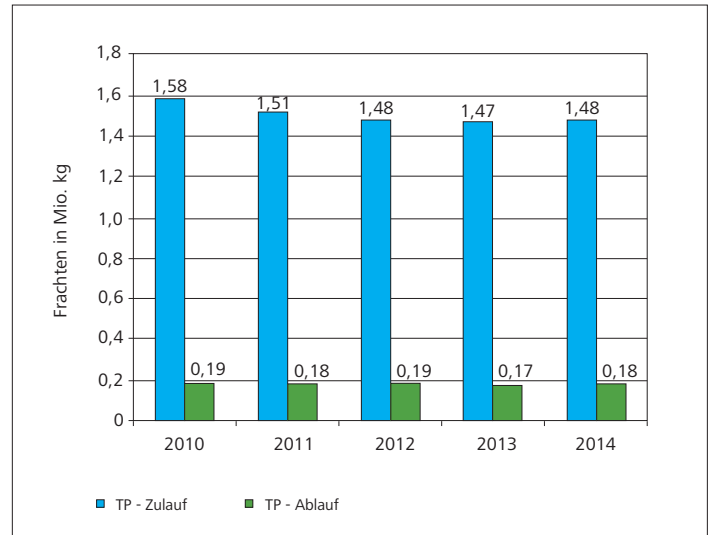


Bild 13.5: Jahresfrachten Gesamtphosphor im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen von 2010 bis 2014
 Fig. 13.5: Annual loads of total phosphorus in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2010 to 2014

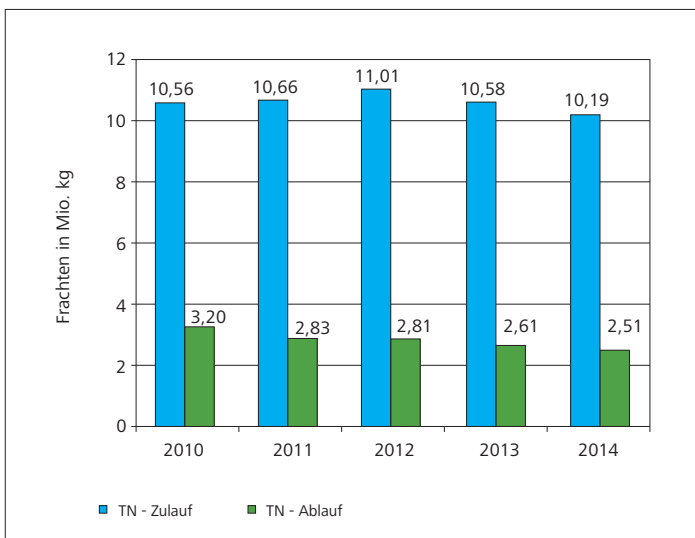


Bild 13.4: Jahresfrachten Gesamtstickstoff im Zu- und Ablauf der Ruhrverbandskläranlagen von 2010 bis 2014
 Fig. 13.4: Annual loads of total nitrogen in the inlet and outlet of the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2010 to 2014

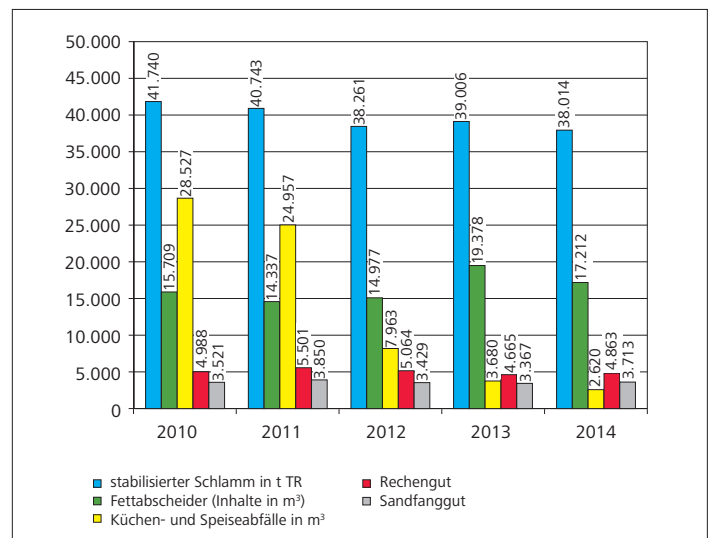


Bild 13.6: Reststoffmengen und angelieferte Co-Substrate der Jahre 2010 bis 2014
 Fig. 13.6: Residue volumes and supplied co-substrates from 2010 to 2014

zeugung ermöglicht wird. Wegen der Selbstverwertung durch die Abfallentsorger gehen diese Mengen in den letzten Jahren zurück und erreichen mit 19.832 t nur noch 45 % der Menge des Jahres 2010. Durch Pressen bzw. Waschpressen erfolgt beim Rechengut eine deutliche Massenreduktion, bevor es in der Verbrennung entsorgt wird. Beim Sandfanggut erfolgt seit 2014 die Verwertung zu 100 %.

Ein erheblicher Bestandteil der Betriebskosten sind die Energiekosten. Die zumeist elektrisch betriebenen Verdichter bzw. Oberflä-

chenbelüfter für die Sauerstoffversorgung der Mikroorganismen in den Belebungsbecken haben daran den größten Anteil. So sind Maßnahmen zur effizienteren Energienutzung in Kombination mit Eigenenergieerzeugung geeignet, die Energiekosten positiv zu beeinflussen. Beim Ruhrverband werden systematisch die Kläranlagen einer Energieanalyse unterzogen, um evtl. noch nicht gehobene Einsparpotenziale auszuloten und den Energieeinsatz zu optimieren.

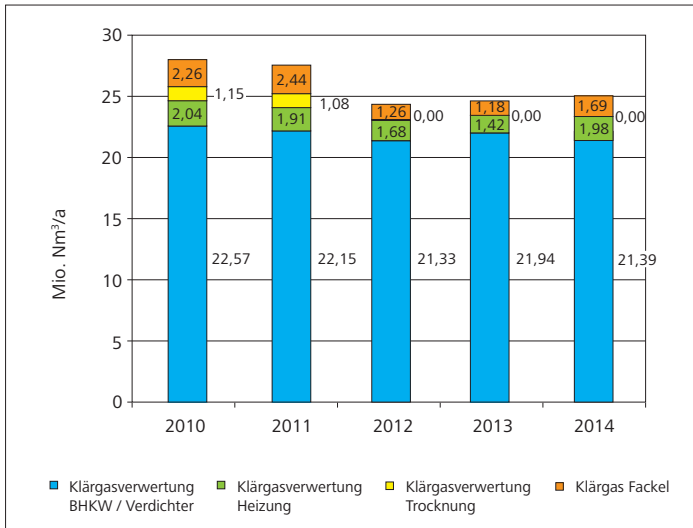


Bild 13.7: Klärgasverwertung auf den Ruhrverbandskläranlagen von 2010 bis 2014

Fig. 13.7: Sewage gas utilisation at the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2010 to 2014

Um den Energiebezug zu senken, werden auf 29 Kläranlagen insgesamt 49 Blockheizkraftwerke (BHKW) eingesetzt. Die durch das entstehende Faulgas angetriebenen Motoren erzeugen Strom und Wärme, die nahezu vollständig auf der Kläranlage genutzt werden. Der nicht auf der Anlage zu verwertende Strom wird entweder ins öffentliche Stromnetz eingespeist oder über eigene Kabelwege anderen Ruhrverbandsanlagen zugeführt. Um den Faulgasanfall zu erhöhen, betreibt der Ruhrverband auf acht Anlagen

eine Co-Vergärung. Dabei werden die zu entsorgenden Küchen- und Speiseabfälle sowie die Inhalte von Fettabseparatoren zusammen mit den angefallenen Klärschlämmen behandelt. Gegenüber dem Vorjahr hat sich der Gasertrag leicht erhöht auf 25,1 Mio. Nm³/a. Bild 13.7 zeigt die zeitliche Entwicklung der Klärgasverwertung über die vergangenen fünf Jahre.

Eine weitere Energiequelle wurde durch die Aufstellung von Solaranlagen erschlossen, deren Anzahl auf zwölf Anlagen gestiegen ist. Dadurch konnte im Jahr 2014 der Strombezug um 657.000 kWh gesenkt werden. Zur Fortsetzung des Ausbaus von Photovoltaikanlagen laufen zurzeit die Voruntersuchungen.

Durch diese Maßnahmen konnte in den letzten fünf Jahren der Strombezug um rd. 15 % gesenkt werden und der Gesamtstromverbrauch der Kläranlagen verringerte sich um 6,4 % auf 81,8 Mio. kWh/a. Einen relativ konstanten Anteil liefern dabei die BHKW mit rd. 40 Mio. kWh/a. Die zeitliche Entwicklung bei Verbrauch, Bezug und Erzeugung von Strom beim Ruhrverband zeigt Bild 13.8. Zusätzlich enthält diese Darstellung den Energieeinsatz bei den durch Faulgas direkt angetriebenen Verdichtern für Druckluft und den bezogenen Freistrom. Dieser durch Altverträge gesicherte Bezug an kostenfreiem bzw. kostenreduziertem Strom aus der Verpachtung einer Wasserkraftanlage betrug im letzten Jahr 6,3 Mio. kWh/a. Aus dem Gesamtstromverbrauch ergibt sich über die mittlere CSB-Belastung ein spezifischer Stromverbrauch für die Kläranlagen des Ruhrverbands von derzeit 36,1 kWh je Einwohner und Jahr.

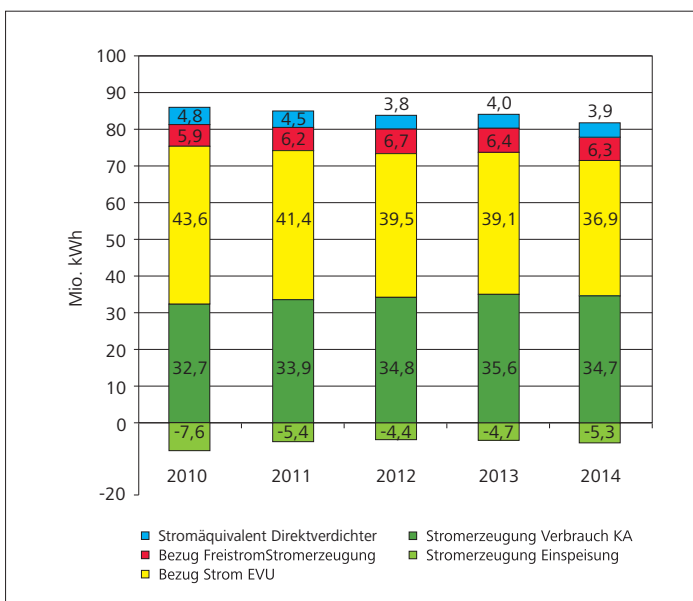
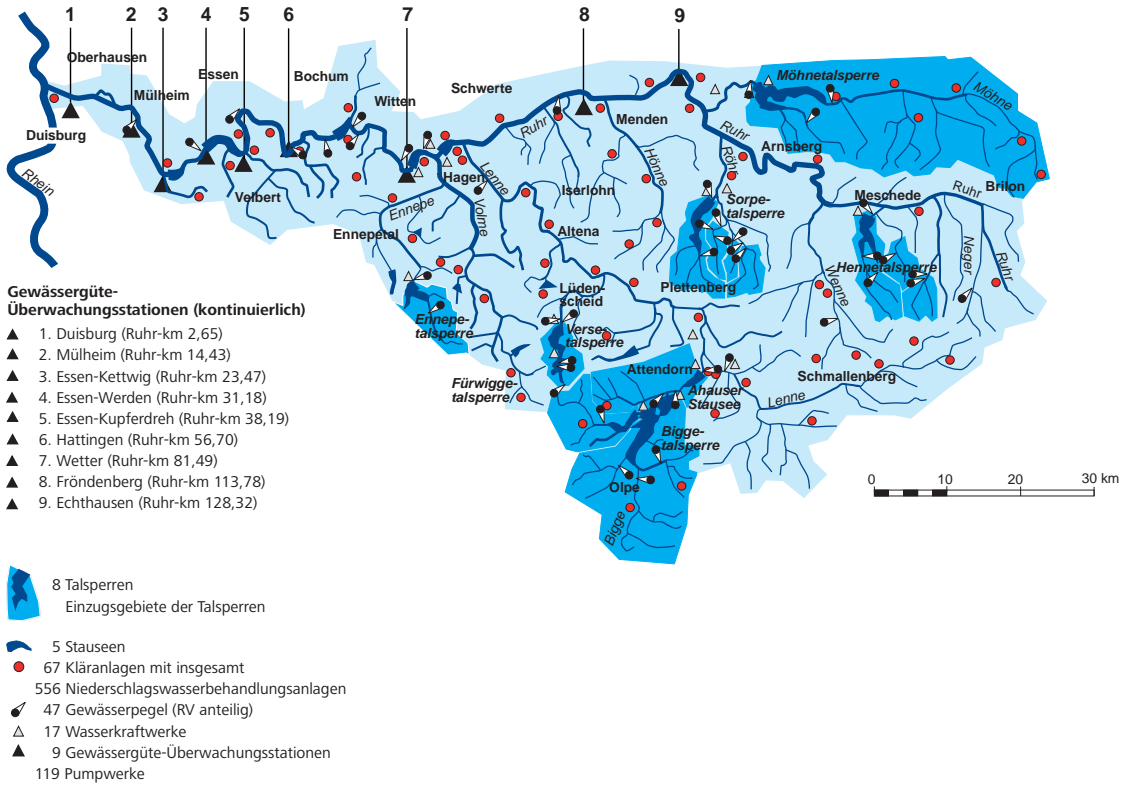


Bild 13.8: Energieeinsatz auf den Ruhrverbandskläranlagen von 2010 bis 2014

Fig. 13.8: Energy data from the Ruhrverband's sewage treatment plants from 2010 to 2014

Der Ruhrverband in Zahlen



Charakterisierung des Ruhreinzugsgebiets nach EG-WRRL

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

BETRIEBSANLAGEN

Bereich Wassergütewirtschaft

Kläranlagen	_____	67
Niederschlagswasserbehandlungsanlagen	_____	556
Stauseen	_____	5
Pumpwerke	_____	119
Wasserkraftwerke	_____	7

Bereich Wassermengenwirtschaft

Talsperren	_____	8
Gesamtstauraum (in Millionen m ³)	_____	462,9
Rückpumpwerke	_____	5
Wasserkraftwerke	_____	10

MITGLIEDER

Mitglieder insgesamt	_____	552
----------------------	-------	-----

BESCHÄFTIGTE

MitarbeiterInnen in Vollzeitäquivalenten	_____	954
--	-------	-----

FINANZEN JAHRESABSCHLUSS 2014

Anlagevermögen zu AHK	_____	3.086,2 Millionen Euro
Umsatz	_____	281,5 Millionen Euro
davon Verbandsbeiträge	_____	260,6 Millionen Euro
Eigenkapitalquote	_____	33,0 Prozent
Investitionen	_____	34,3 Millionen Euro

LEISTUNGEN DER WASSERGÜTEWIRTSCHAFT

Abwasserentsorgung eines Gebietes mit _____ 2,03 Millionen EinwohnerInnen *
Anschlussgrad _____ rd. 99,1 Prozent *
Gesamtkapazität der 68 Kläranlagen _____ 3,264 Millionen Einwohnerwerte (E)
Gesamtabwasservolumen
(einschließlich Niederschlagswasser) _____ 350 Millionen m³/Jahr

Ablaufwerte des gereinigten Abwassers (mengengewichtete Mittelwerte)

Biochemischer Sauerstoffbedarf (ATH-BSB₅) _____ 4,8 mg/l
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) _____ 20,1 mg/l
Ammonium-Stickstoff (NH₄-N) _____ 0,9 mg/l
Stickstoff (N_{anorganisch}) _____ 6,3 mg/l
Stickstoff (N_{gesamt}) _____ 7,3 mg/l
Phosphor (P_{gesamt}) _____ 0,5 mg/l

Klärschlammbehandlung
entsorgte Trockenmasse von _____ 38.014 t_{TR}/Jahr

* 30. Juni 2014

LEISTUNGEN DER WASSERMENGENWIRTSCHAFT

Sicherung der Wasserversorgung
eines Gebiets mit _____ 4,6 Millionen EinwohnerInnen
bei einer Entnahme für die Versorgung
innerhalb des Ruhreinzugsgebiets von _____ 208 Millionen m³ Wasser
bei einer Entnahme für die Versorgung
außerhalb des Ruhreinzugsgebiets
(einschließlich aller Wasserverluste) von _____ 211 Millionen m³ Wasser
Schutz vor Hochwasser und Wassermangel
(bezogen auf die Ruhrmündung)
durch Verringerung des Maximalabflusses von _____ 268 auf 230 m³/s
durch Erhöhung des Minimalabflusses von _____ 8,5 auf 22,7 m³/s

SONSTIGE LEISTUNGEN

Qualitätsüberwachung und Beratung

Probenahmen mit insgesamt _____ 240.000 Bestimmungen

Stromerzeugung

LLK-Biggegruppe _____ 23,9 Millionen kWh
LLK-Nordgruppe _____ 20,8 Millionen kWh
Ruhrverbands-Stauseen _____ 75,9 Millionen kWh
Blockheizkraftwerke auf Kläranlagen _____ 40,0 Millionen kWh
Stromerzeugung insgesamt _____ 161,3 Millionen kWh

Forstwirtschaft und Fischerei

Aufforstungsfläche _____ 6,0 Hektar
Fischereierlaubnisscheine _____ 5.500 Stück

Stand: 31. Dezember 2014

Die Arbeitsgemeinschaft
der Wasserwerke an der Ruhr e. V. (AWWR) im Jahr 2014



Wasserwerk Fröndenberg

Wasserwerk Fröndenberg-Märkischer GmbH

Wasserwerk Möhnebogen

STADTWERKE ARNSBERG

Wasserwerk Langel

WBV ARNSBERG

Wasserwerk Stockhausen

Hochsauerland Wasser

Wasserwerk Mengesohl

Hochsauerland Wasser

Wasserwerk Brilon

STADTWERKE BRILON

Wasserwerk Mülheim-Styrum

Neben der Sanierung der Flockungsstufe, werden Leitungen, Dosierstation zur Flockungsmittelzugabe, Sammelbrunnen und weitere Betriebsteile erneuert.

1

ERWW
WIR BEWEGEN WASSER

Wasserwerk Essen-Kettwig

Das Wasserwerk erhält eine komplett neue Förderanlage einschließlich einer Erweiterung, um zusätzlich in zwei neue Versorgungszonen zu liefern.

2

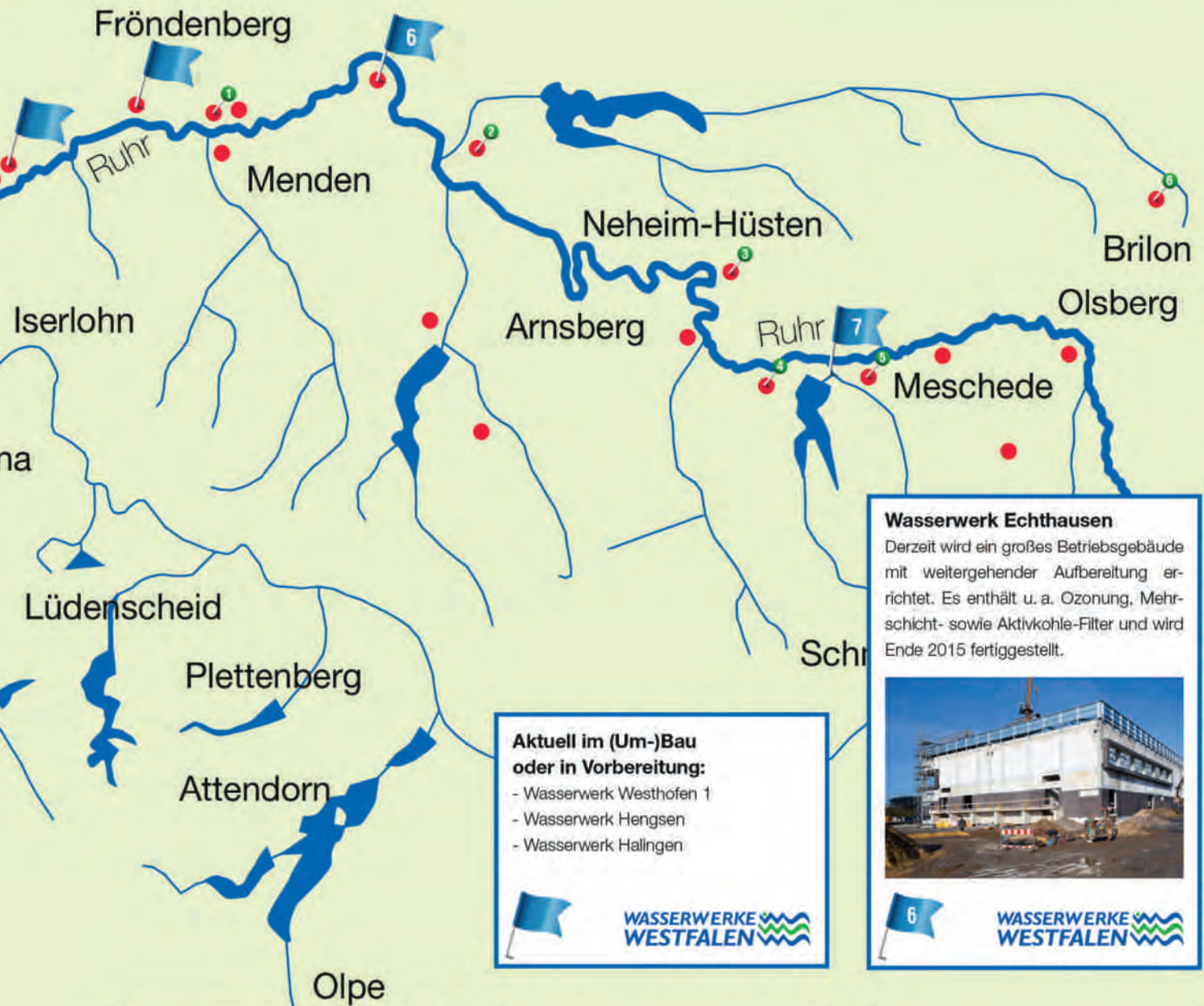
ERWW
WIR BEWEGEN WASSER

Wasserwerk Essen-Horst

Die Wasserwerke Essen Horst und Überruhr sind zu einem Verbundwasserwerk zusammengeschlossen und durch eine moderne Aufbereitungsanlage ergänzt worden.

3

WGE
Wassergewerkschaft Essen-Gerth



Aktuell im (Um-)Bau oder in Vorbereitung:

- Wasserwerk Westhofen 1
- Wasserwerk Hengsen
- Wasserwerk Hallingen



Wasserwerk Echthausen

Derzeit wird ein großes Betriebsgebäude mit weitergehender Aufbereitung errichtet. Es enthält u. a. Ozonung, Mehrschicht- sowie Aktivkohle-Filter und wird Ende 2015 fertiggestellt.



 **WASSERWERKE WESTFALEN**

Lottental-Leitung

Bau einer 4,2 Kilometer langen Leitung DN 800 vom Wasserwerk Witten nach Bochum sowie Bau einer Druckerhöhungsanlage.



 **WMR**

Wasserwerk Witten

Das Wasserwerk Witten verfügt bereits über eine weitgehende Wasseraufbereitung. Derzeit wird ein weiteres Werksgelände mit Aktivkohle-Filtern und physikalischer Entsäuerung erstellt.



 **WASSERWERKE WESTFALEN**

Wasserwerk Hennesee

Neubau des Wasserwerks mit Entnahme aus der Hennetalsperre und mehrstufiger Aufbereitung (u.a. Flockung, Membran- und Aktivkohlefiltration) als Ersatz für zwei Ruhrwasserwerke.



 **Hochsauerland**



Dr. Christoph Donner

„Ist unser Trinkwasser sicher?“ Wenn darauf die Antwort „nein“ lauten würde, könnte kein anderes Thema eine größere mediale Aufmerksamkeit erzeugen als die Trinkwasserqualität. Nur wenig Resonanz erzeugt dagegen eine Berichterstattung über jene Maßnahmen und Erfolge, die zur gewohnten Sorglosigkeit bei Trinkwassergebrauch und -verzehr beitragen. Dazu gehört auch die Vorstellung des Ruhrgüteberichtes 2014.

Einer langjährigen Tradition folgend liegt mit dem Ruhrgütebericht 2014 nun wieder ein Gemeinschaftswerk des Ruhrverbands und der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) vor. Dieses Sammelwerk wichtiger wasserwirtschaftlicher Daten und Informationen aus dem Flusseinzugsgebiet der Ruhr kommt den berechtigten Informations- und Transparenzerwartungen der Öffentlichkeit nach. Wieder einmal können wir über Erfolge und über die positive Entwicklung der Ruhrwasserqualität berichten. Im Rahmen des AWWR-Monitoringprogramms „Organische Spurenstoffen“ wurden 42 Substanzen untersucht. Bis auf die Gruppe der Röntgenkontrastmittel wurde von allen anderen untersuchten Substanzen der so genannte Gesundheitliche Orientierungswert (GOW) schon im Rohwasser unterschritten. Das Unterschreiten eines GOW-Wertes bedeutet für die Wassernutzer noch höhere Sicherheit als die Trinkwasserverordnung, weil diese Werte sogar noch einen Risikozuschlag enthalten.

Brauchen wir noch mehr Sicherheit?

„Jetzt ist also alles sicher, warum wird dann weiter investiert? Brauchen wir mehr Sicherheit und wollen wir dies bezahlen?“ Eine solche Frage wäre nachvollziehbar angesichts der Ankündigung der Wasserversorger an Ruhr, weitere 300 Millionen Euro in die Sicherung der Trinkwasserqualität investieren zu wollen.

Die Begründung hierfür ist vergleichsweise einfach: Die Anforderungen und die Unsicherheit nehmen angesichts der Komplexität der Rahmenbedingungen kontinuierlich zu. Wir nutzen für die Trinkwasseraufbereitung einen Rohstoff, der auf seinem Weg bis zum Wasserwerk schon anderweitig genutzt worden ist. Aus der Verantwortung für die Trinkwasserkunden, deren Ausgangsbasis das Ruhrwasser als Rohwasserquelle ist, verpflichten sich die Mitgliedsunternehmen der AWWR der konsequenten Sicherung der Trinkwasserversorgung. Ergänzend zur Anpassung der Aufbereitungsprozesse stellen aber auch die Vermeidung an der Quelle sowie die Minimierung von Emissionen (stofflich/mikrobiologisch) wichtige Handlungsalternativen dar. Die damit verbundenen gesellschaftlichen Änderungs- und Anpassungsbedarfe sind nicht populär, da die Auswirkungen „nicht sichtbar“ sind. Als Maßnahme zur Erreichung des Schutzzieles des aquatischen Lebens in der Ruhr sind sie aber alternativlos. Eine End-of-pipe-Lösung durch die Trinkwasserversorgung belastet die Falschen.

Wir alle müssen den Gewässerschutz fordern und fördern

Dies soll an einem Beispiel veranschaulicht werden: Allein am Beispiel der Vermeidung des Stoffeintrags von jodierten Röntgenkontrastmitteln in den Wasserkreislauf der Ruhr zeigt sich, wie viele Hürden es zu nehmen gilt. Diese Stoffe am Wasserwerkseingang zu vermeiden, bedeutet, sie am Eintrag in die Gewässer zu hindern. Das bedeutet einen anderen Umgang mit diesen auch für die natürlichen Gewässer bedrohlichen Stoffen. Und sie nehmen zu. Die mit dem demografischen Wandel einhergehende Alterung der Gesellschaft forciert den Einsatz von Arznei- und Röntgenkontrastmitteln. Schritt für Schritt kommen wir weiter auf dem Weg des gesellschaftlichen Wandels. Ein lösungsorientierter Modellansatz wurde entwickelt, den es nun gilt, auf verschiedenen Teststufen umzusetzen.

Grundsätzlich stellt sich die Frage, akzeptieren wir volkswirtschaftlich, dass Emissionen aus dem Einsatz von Produkten - auch wenn es sich um Arzneimittel handelt - in die Umwelt gelangen? Vielleicht ist es noch zu wenig bekannt, dass ein Flusssystem sich nicht selber reinigen kann. Wir sind Teil einer Wechselwirkungskette, die uns selbst wieder trifft. Das zeigt auch die aktuelle Diskussion um die Bewertung von Mikroplastik. Um nicht einen falschen Eindruck zu erwecken: Die Ruhr hat in den letzten Jahrzehnten hinsichtlich der Wasserinhaltsstoffe einen großen

Entwicklungsprozess vollzogen, allerdings gelangen immer noch bedeutende Stoffmengen in den Rhein und dann in die Nordsee. Hier besteht noch ein dringender Handlungsbedarf! Natürlich kommen sofort ökonomische Fragestellungen auf. Die mediale Aufmerksamkeit und Reaktion auf das Thema „Wasserpreise“ steht dem der „Wasserqualität“ nur wenig nach. Um Orientierung zu erhalten, haben wir unsere Kunden befragt. Über 95 Prozent der Befragten haben unmissverständlich erklärt, für geringe Wasserpreise weder auf Trinkwasserqualität noch auf Versorgungssicherheit verzichten zu wollen. Eindeutiger kann ein Auftrag nicht sein!

Auch wenn es anders einfacher wäre: Wir haben immer mehr Erkenntnisse, dass Änderungen benötigt werden! Die Diskussion über Pro und Contra der 4. Abwassereinigungsstufe an Kläranlagen ist geprägt durch die individuelle Betroffenheit. Die aktive Steuerung der Emissionen bei Einleitungsgenehmigungen und Maßnahmen direkt an der Quelle sollten intensiv weiter vorangebracht werden. Das Wasserwirtschaftliche Informationssystem ELWAS stellt schon grundsätzliche Daten zur Verfügung, in der Gesamtheit würde ein regionales Stoffflussmodell sehr deutlich zeigen, wo wir welche Einträge haben. Es wird vermutlich DIE zentrale Herausforderung für unsere Wasserwirtschaft sein, das Vertrauen der Trinkwasserkunden zu stärken, indem wir eine aktive Weiterentwicklung an der Schadstoffquelle partnerschaftlich und im Dialog mit den Verursachern gezielt voranzutreiben. Am Beispiel der jodierten Röntgenkontrastmittel hat sich gezeigt, dass es keine kurzfristigen Projektrealisierungen geben wird, dass aber immer mehr Beteiligte den Ansatz verstehen und mittragen. Wir sind auf dem richtigen Weg – aber wir müssen ihn gemeinsam gehen. Alles, was wir als Wasserversorger tun müssen, kann für den Gewässerschutz zu spät sein und für die Konsumenten zu teuer, da wir Abstriche an der Qualität nicht zulassen wollen und dürfen.

Am 8. August konnte ich dreieinhalb Kilometer schwimmend die Ruhr in Mülheim genießen. Anlass war das 50-jährige Bestehen der DRK-Wasserwacht Mülheim an der Ruhr. Noch ein einmaliger Vorgang und auch Bilder des ehemaligen Bundesumweltministers Klaus Töpfer mit seinem Kopfsprung in den Rhein wurden schnell als Beispiel herangezogen. Das ist nicht richtig, denn wir sind hier an der Ruhr schon sehr viel weiter. In dem vom BMBF geförderten Projekt „Sichere Ruhr“ wurde intensiv untersucht, ob und wann Baden in der Ruhr möglich ist. Das ist aufgrund der guten Wasserqualität (bis auf Ausnahmen nach Starkregen-Ereignissen) möglich. Somit wird in Zukunft auch das Freizeitvergnügen durch Schwimmen in der Ruhr unser Ruhrgebiet weiter attraktiver machen.

Am Ende meiner Amtszeit möchte ich allen AWWR-Mitgliedern für ihr – nicht selbstverständliches – Engagement danken. Dieser Ruhrgütebericht und auch die Aktivitäten der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) basieren auf dem Engagement der Wasserversorgungsunternehmen und dem persönlichen Einsatz der Mitglieder, der über die normale Arbeitszeit deutlich hinausgeht.

Ich wünsche Ihnen bei dem Studium des Ruhrgüteberichtes 2014 viel Spaß und hoffe, dass die Informationsdarbietung Ihnen einen guten Einblick in den Zustand der Ruhr gibt.



Dr. Christoph Donner
RWW Rheinisch-Westfälische
Wasserwerksgesellschaft mbH
Vorsitzender des Präsidiums der Arbeitsgemeinschaft
der Wasserwerke an der Ruhr e.V.

15 AWWR-Ausschusstätigkeit

Ausschuss Wassergüte

Obmann: Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Der Fachausschuss Wassergüte der AWWR traf sich 2014 zu zwei Sitzungen (93. und 94. Sitzung) in Meschede und Fröndenberg-Warmen zur Beratung aktueller Themen der Wassergüte in der Ruhr. Der Ausschuss setzt sich aus Fachleuten aus den Wasserversorgungsunternehmen und Untersuchungslaboren (Hygiene-Institut des Ruhrgebiets Gelsenkirchen, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH), sowie dem Forschungsinstitut IfW (Institut für Wasserforschung GmbH Dortmund) und dem Ruhrverband zusammen (siehe Mitglieder Ausschuss Wassergüte). Fachlich wird der Ausschuss durch die Arbeitskreise „Allgemeine und anorganische Analytik“, „Organische Spurenanalytik“ und „Mikrobiologie“ unterstützt. Als weiterer Arbeitsbereich ist die Kooperation Landwirtschaft / Wasserwirtschaft dem Ausschuss angegliedert.

Im Jahr 2014 hat sich Dr. Gudrun Preuß (IfW) von der Leitung des Arbeitskreises Mikrobiologie zurückgezogen, bleibt aber dem Arbeitskreis weiterhin als Mitglied erhalten. Als ihr Nachfolger hat seit dem Frühjahr 2014 Bernd Lange (IWW-Mülheim) die Obmannschaft des Arbeitskreises übernommen und wird den Arbeitskreis im Ausschuss vertreten. Als seine Vertreterin wurde Monika Rabe gewählt.

Für die langjährige Leitung des Arbeitskreises, ihr großes Engagement und die aktive, zuverlässige und kollegiale Mitarbeit im Ausschuss Wassergüte dankt der Ausschuss Frau Dr. Preuß sehr.

Als fortlaufende Aufgaben hat sich der Ausschuss Wassergüte im Jahr 2014 mit den folgenden Themen der Wasserwirtschaft an der Ruhr befasst:

- Beobachtung der chemisch-hygienischen Ruhrwasserqualitäten
- Beurteilung und Ursachenforschung bei aktuellen Beeinträchtigungen der Ruhrwasserqualität anhand eigener Informationen und derer des Ruhrverbands
- Erfassung und Auswertung der Ergebnisse aus den Ruhrlängsuntersuchungen und den zeitdichten Untersuchungen durch die Mitgliedsunternehmen
- Bewertung der Ergebnisse der gemeinsamen Ruhrlängsuntersuchungen und der zeitdichten freiwilligen Untersuchungen durch die Mitgliedsunternehmen im Rahmen des Ruhrgüteberichts
- Initiierung, fachliche Konzeptionierung, Begleitung, Auswertung und Präsentation von Sondermessprogrammen zu chemischen Qualitätsmerkmalen:
 - aktuelle Untersuchungsprogramme 2014: organische Spurenstoffe
- Initiierung neuer Analyseparameter, Qualitätssicherung und

- verbesserung von Analyseverfahren in den AWWR-Laboratorien durch Vergleichsuntersuchungen in den Arbeitskreisen
- 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 bei Behördenterminen
- Erarbeitung von Fachbeiträgen zur Ruhr- und Trinkwassergüte z.B. für den Ruhrgütebericht
- Inhaltliche Unterstützung bei der Verbesserung des Internet-Auftritts der AWWR
- Benennung und Präsentation vorhandener Kompetenzen

Unter den aktuellen Fragestellungen aus dem Wasserfach wurden 2014 im Ausschuss Wassergüte die folgenden Themen bearbeitet:

- Fachliche Auswertung des Sondermonitorings „Organische Spurenstoffe“ und Weiterentwicklung des Monitorings:
 - aktuell: Erweiterung des Untersuchungsumfanges um die Arzneistoffe Gabapentin, Metformin bzw. des Metaboliten Guanlylharnstoff
 - Weiterführung des Spurenstoffmonitorings über Mitte 2014 hinaus
- Erörterung und Bewertung der Publikationen und Nachweise zu Gadolinium in der Ruhr und Erstellung einer Sprachregelung für die AWWR Mitgliedsunternehmen
- Erörterung des vorgeschlagenen Leitwertes für Chrom-VI und Beteiligung am DVGW-Monitoring-Projekt zur flächendeckenden Erhebung des Chrom-VI-Vorkommens in Roh- und Trinkwässern
- Erörterung zu Einträgen und Bewertung der Belastungen durch das Tensid TMDD, das Lösemittel 1,4-Dioxan und die PCB-Altlasten in Sumpfungswässern aus dem Bergbau
- Erfahrungsberichte der Wasserversorger und Erörterung der bakterielle Belastungen von Wasserzählern mit *Pseudomonas aeruginosa*
- Informationen zur Eureau-Initiative zur Revision der EU-Wasser RL gemäß des WHO water-safety-plans
- Information über den Statusbericht zum Thema „Reine Ruhr“ und anderen für die Wasserversorgung relevanten Fragestellungen
- Informationen und Stellungnahmen zum Meldeplan Ruhr:
 - aktuell zum Übergang der Meldestelle an WGE in Essen
- Unterstützung beim Ausbau einer verbesserten Kommunikation bei Ausschuss übergreifenden Themen innerhalb der AWWR

Bei den chemischen Qualitätsmerkmalen stellte das Monitoring der Ruhr im Jahr 2014 erneut einen Arbeitsschwerpunkt des Ausschusses dar:

Neben den zeitdichten Messungen des Ruhrverbands an der Probenstelle Essen-Rellinghausen werden in den regelmäßigen Untersuchungen durch die Versorger allgemeine Parameter, aber auch die Pflanzenschutzmittel untersucht. Eine weitere Untersuchung erfolgt an 4 Terminen im Jahr über den gesamten Ruhrverlauf durch den Ruhrverband und das Hygiene Institut des Ruhrgebietes. Seit 2008 wird zusätzlich an 4 Terminen durch die AWWR die Analytik auf Spurenstoffe vorgenommen. Deren Auswertungen werden regelmäßig in den Ruhrgüteberichten publiziert.

Das AWWR-Monitoring der Spurenstoffe umfasst perfluorierte Verbindungen, Flammschutzmittel, Arzneiwirkstoffe und Diagnostika. In diesen vier Stoffgruppen werden regelmäßig Stoffe nachgewiesen, so dass eine weitere Beobachtung notwendig erscheint. Nach 2011 wurde deshalb das Programm 2014 erneut verlängert und umfasst nun eine Laufzeit bis Mitte 2017.

Die Ergebnisse aus den Analysen der Spurenstoffe werden in den Sitzungen des Ausschusses Wassergüte erörtert. Die Zusammenfassung der Ergebnisse und die Auswertung wird regelmäßig im Ruhrgütebericht veröffentlicht (s. Bericht C. Skark, Kap. 16).

Nach Voruntersuchungen und Diskussion im Ausschuss wurden 2014 der Mitgliederversammlung weitere Arzneimittel zur Aufnahme in das Untersuchungsprogramm der AWWR empfohlen und durch deren Beschluss in das Programm aufgenommen. Seit 2015 werden nun Gabapentin, Metformin und sein Metabolit Guanidylharnstoff bei dem Monitoring mit untersucht.

Nach Publikationen über das Lanthanoid Gadolinium, das aus Röntgenkontrastmitteln, aber auch aus natürlichen Quellen stammen kann, wurde dieses Element der seltenen Erden erneut als Spurenstoff und Arzneimittelindikator diskutiert. Als weitere Spurenstoffe wurden das Tensid TMDD (2,4,7,9-Tetramethyl-5-decin-4,7-diol) und das Lösemittel 1,4-Dioxan besprochen. Ein neues Thema im Ausschuss waren die möglichen Belastungen durch PCB-Altlasten aus Sumpfungswässern des Bergbaus, die sich aus der Änderung der Wasserhaltung der stillgelegten Bergwerke ergeben könnten.

Die Diskussionen über die bakteriologischen Qualitäten der Ruhr betrafen 2014 einen Rückblick auf die Problematik Legionellen, deren Relevanz nach dem Ausbruch in Warstein im Jahr 2013 für die Oberflächenwasser betrachtet wurde. Erstmals wurde 2014 eine Relevanz von *Pseudomonas aeruginosa* in der Wasserverteilung durch kontaminierte Wasserzähler publiziert. Die Mitglieder des Ausschusses tauschten ihre Erfahrungen aus dem Bereich der Wasserverteilung aus und besprachen die notwendigen Kontrollen und Möglichkeiten für Gegenmaßnahmen.

Arbeitskreis Allgemeine und anorganische Analytik

Obmann: Dr. Georg Böer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

2014 betrug die Zahl der Mitglieder des Arbeitskreises neun Personen, da seitens RWW ein Vertreter hinzukam (s. Mitgliederliste Ausschüsse und Arbeitskreise).

Erfahrungsaustausch

Der Erfahrungsaustausch wurde intensiv geführt. Angesprochene Themen waren: Automatisierung bei fotometrischen Systemen, Automationsprobleme bei der Kombination von Gerätemodulen verschiedener Hersteller in einem Analysesystem, Aufschlussysteme, bei denen die Probeflasche nach Aufschluss direkt im Messsystem verwendet werden können, Nutzung von Laborrobotern für pH- und Titrationsverfahren, Frage der Pipettenwartung im eigenen Haus oder durch einen Dienstleister, Erfahrungen mit den DAkS-Audits zur Überprüfung externer Probenehmer und Besonderheiten bei verschiedenen Begutachtern.

Vergleichsanalysen (VA)

Die VA 96 – 100 wurden besprochen. Sie zeigen, dass bei den Sonderproben auf Metalle mit Standards dotierte Lösungen grundsätzlich ohne Probleme analysiert werden können. Bei den realen Rohwasserproben (geflocktes Ruhrwasser), die bei jeder VA aus einem Becken entnommen werden, traten die früheren Schwankungen bei höheren Aluminium-, Eisen- und Mangangehalten nicht mehr so markant auf, d.h. es gibt immer wieder Außerreißerwerte, aber nicht mehr so weite Streuungen der Einzelwerte.

Die Chlorophyll-Sonderprobe wird auf Wunsch des Ruhrverbands, der die Proben zur Verfügung stellt, nur noch einmal jährlich verteilt. Mit der nächsten Vergleichsanalyse sollen dotierte Proben mit Orthophosphat bereit gestellt werden, ebenso eine zusätzliche Trübungsprobe (aus 5 l Wasser aus dem Sammelbecken, homogenisiert in Extraflasche bereitgestellt) und evtl. auch eine dotierte AOX-Probe.

Arbeitskreis Organische Spurenanalytik

Obfrau: Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen

Der Arbeitskreis mit seinen sieben Mitgliedern (s. Mitgliederliste Ausschüsse und Arbeitskreise) hat im Jahr 2014 insgesamt zweimal getagt.

Ein wesentlicher Schwerpunkt der Arbeit des Arbeitskreises ist der Austausch über Themen der Fortentwicklung in der Analytik organischer Spurenstoffe. Die Entwicklungen im Bereich der Analytik mit Hilfe von LC-MS (Flüssigchromatographie gekoppelt mit einem Massenspektrometer) spielen hierbei zurzeit immer wieder eine große Rolle. Gerade auf diesem Gebiet werden durch die geräte-technischen Weiterentwicklungen neue analytische Möglichkeiten eröffnet. Insbesondere die Möglichkeiten der hochauflösenden Massenspektrometrie werden hier zukünftig diskutiert werden.

Aber auch die Anforderungen der WRRL (Wasserrahmenrichtlinie) im Hinblick auf das Erreichen niedrige Bestimmungsgrenzen waren ein Thema des Arbeitskreises.

Der intensive Erfahrungs- und Informationsaustausch wird auch zukünftig ein wichtiger Teil der Arbeitskreissitzungen sein.

Die Ergebnisse der durchgeführten Vergleichsuntersuchungen zu den Parametern Pflanzenschutzmittel, Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe, Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe, Komplexbildner, Perfluorierte Verbindungen und Vinylchlorid zeigen regelmäßig gute Übereinstimmungen. Dies gilt auch für einen neu aufgenommenen Parameter, die Benzotriazole.

Im Jahr 2014 hat der Arbeitskreis Organische Spurenanalytik zwei langjährige Mitglieder verloren, die die Arbeit des Arbeitskreises über Jahre wesentlich mitgeprägt haben. Rolf Reupert (LANUV) und Dr. Friedrich Werres (IWW) wurden von den Mitgliedern des Arbeitskreises mit besten Wünschen für die Zukunft in den Ruhestand verabschiedet.

Arbeitskreis Mikrobiologie

Obmann: Bernd Lange, IWW

Auch im Jahr 2014 befasste sich der AWWR-Arbeitskreis Mikrobiologie wieder mit der Organisation von Vergleichsuntersuchungen zu neuen genormten Verfahren bei der mikrobiologischen Trink- und Rohwasseranalytik. Die Ergebnisse aus diesen Vergleichsuntersuchungen und der damit verbundene Erfahrungsaustausch dienen der Harmonisierung und der besseren Bewertung der analytischen Verfahren bei den mikrobiologischen Wasseruntersuchungen an der Ruhr.

Der Schwerpunkt lag im Jahr 2014 auf dem neu genormten Verfahren zur Zählung von *Clostridium perfringens*. Die ISO 14189 „Wasserbeschaffenheit – Zählung von *Clostridium perfringens* – Membranfiltrationsverfahren“ wurde im November 2013 veröffentlicht. Bis zum Vorliegen einer deutschen Fassung, die auch in der DEV-Sammlung veröffentlicht wird, muss dieses Verfahren jedoch in Deutschland nicht angewendet werden. Es kann derzeit als gleichwertiges Verfahren zum Nachweis von *Clostridium perfringens* nach Trinkwasserverordnung Anlage 5, Buchstabe e verwendet werden. Es wurden 2 Vergleichsuntersuchungen durchgeführt, bei denen die Proben jeweils mit dem alten und dem neuen Verfahren angesetzt wurden. Da der TSC-Agar des ISO-Verfahrens nicht so selektiv ist wie der mCP-Agar aus der Trinkwasserverordnung, waren die 100-ml-Ansätze beim ISO-Verfahren in den meisten Fällen nicht auswertbar. Zur Ergebnismittlung mussten in diesen Fällen die 10-ml-Ansätze hochgerechnet werden.

Die Abweichungen zwischen den neun teilnehmenden Laboratorien waren in beiden Vergleichsuntersuchungen gering. Bei Anwendung des genormten Verfahrens wurden im Mittel etwas höhere Werte für *Clostridium perfringens* ermittelt. Die Unterschiede zwischen den beiden Verfahren sind allerdings nicht so groß, dass mit einem spürbaren Anstieg der *Clostridium perfringens*-Befunde gerechnet werden muss.

Ein großes Problem stellt bei der Anwendung der ISO 14189 das Reagenz zum Nachweis der sauren Phosphatase dar, da dieses sehr giftig, aufwendig in der Herstellung und nicht sehr lange haltbar ist. Wahrscheinlich wird daher in dem Vorwort der deutschen Fassung der DIN EN ISO 14189 die Möglichkeit beschrieben werden, alternativ hierzu den Nachweis der sauren Phosphatase über eine Subkultur auf mCP-Agar mit anschließender Ammoniakbedampfung durchzuführen.

Ausschuss Wassergewinnung und -aufbereitung

Obmann: Andreas Lütz, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen

Im Berichtsjahr 2014 kam der Ausschuss Wassergewinnung und –aufbereitung zwei Mal zusammen: am 04. März bei der Energie- und Wasserversorgung Hamm und am 29. Oktober beim Verbundwasserwerk Witten. Jürgen Drees vertrat die Stadtwerke Fröndenberg nur bis zur Frühjahrssitzung, ein Nachfolger wurde in 2014 noch nicht benannt. Er war seit 1998 im Ausschuss und einige Jahre stellvertretender Obmann. Für das RWW war Angela Herzberg seit 2010 Mitglied des Ausschusses, sie wurde in der Herbstsitzung von Hartmut Insel abgelöst.

AWWR Meldeplan

Nachdem die Aufgabe der zentralen Verteilstelle seit 30 Jahren vom Leitstand des Wasserwerks Hengstey der Mark E erledigt worden war, wechselte der Meldekopf am 1. April 2014 zur Wassergewinnung Essen. Zukünftig werden alle Meldungen im zentralen Leitstand des Werkes Horst gemanagt. Zeitgleich mit dieser wichtigen Umstellung erfolgte eine inhaltliche und organisatorische Anpassung an den WIP Ruhr, zu dem eine definierte Schnittstelle geschaffen wurde. Über diese Schnittstelle werden Meldungen aus dem Bereich der Ruhrwasserwerke und des Ruhrverbandes „automatisch“ an das MKULNV, die Bezirksregierungen Düsseldorf und Arnsberg und das LANUV weitergeleitet. Im Gegenzug erhält der Meldekopf der AWWR alle Warnungen und Informationen, die über den WIP gemeldet werden und verteilt sie an die Mitgliedsunternehmen. Somit kommt formell innerhalb der AWWR weiterhin ausschließlich der AWWR Meldeplan zum Einsatz.

Nach dem Inkrafttreten des überarbeiteten Meldeplans stieß der Ausschuss im zweiten Halbjahr bereits eine weitere Optimierung an: zur besseren Einschätzung von Schadensfällen, die über Ruhrzuflüsse in das Gewässer eingeleitet werden, ist eine neue Anlage etabliert worden, in der alle Ruhrzuflüsse mit dem Mündungskilometer aufgeführt sind.

In mehreren Arbeitssitzungen bereiteten die Referenten der geplanten Schulung zum Meldeplan den Inhalt und die Organisation der Veranstaltung vor. Die Zielgruppe soll das im Bereitschaftsdienst tätige Betriebspersonal der Wasserwerke und Mitarbeiter der Leitstände sein.

Berichte aus den Mitgliedsunternehmen

Umfangreiche Maßnahmen zu weitergehenden Aufbereitungsverfahren realisierten in 2014 die Wasserwerke Westfalen: Die Planung und Projektierung einer UV Desinfektionsanlage für das Werk Halingen begannen, im WW Echthausen befand man sich beim Rohbau der neuen Aufbereitungsanlage bereits auf der Zielgeraden. Im Werk Westhofen 1 gingen die neu installierte UV-Anlage und die ebenfalls neu erstellte Vorkammer in Betrieb. In Hengsen lief der Anlagenbau der neuen UV Anlage für die Pumpenhäuser 1 und 2, die zu Beginn 2015 in Betrieb gehen. Das Werk Ergste ist dagegen im Jahr 2014 außer Betrieb genommen worden.

Die Aktivitäten bei der Hochsauerlandwasser im Bereich des Wasserwerks Hennesee wird an anderer Stelle dieses Ruhrgüteberichtes ausführlicher beschrieben, ebenso die Inbetriebnahme des Verbundwasserwerks Essen Überraubr Horst der Wassergewinnung Essen.

Das Wasserwerk Styrum West des RWW erhielt ebenfalls eine neue UV Desinfektionsanlage.

Die Stadtwerken Hamm führten in 2014 die Pilotierung für das WW Warmen weiter, zeitgleich wurde ein Wasserrechtsantrag über 12 Mio. m³/a angeschoben.

Die Stadtwerke Arnsberg realisierten umfangreiche Renaturierungsmaßnahmen, die im Zusammenhang mit den in den Vorjahren abgeschlossenen Deichbauarbeiten stehen.

Weitere Themenschwerpunkte

Traditionsgemäß beschäftigte sich der Ausschuss weiterhin mit der Abfluss- und Talsperrensituation an der Ruhr sowie relevanten Themen aus dem Bereich der Kläranlagen. Im Berichtsjahr haben keine relevanten Unfälle an der Ruhr stattgefunden, die einer weiteren Aufarbeitung bedürft hätten. Die Verfahren der weitergehenden Aufbereitung waren weiterhin Thema des Erfahrungsaustausches und der im Rahmen der Sitzung stattfindenden Werksbesichtigungen. Die Gründung des zunächst geplanten Arbeitskreises „Aktivkohle“ wurde auf einen späteren Zeitpunkt verschoben.

Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit

Obmann: Ramon Steggink, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr

Der Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit kam 2014 wieder zu drei Arbeitssitzungen zusammen (Februar, Mai, September). AWWR-Geschäftsführer Ulrich Peterwitz nahm im Berichtsjahr ebenfalls an allen drei Sitzungen teil, um die Mitglieder des Ausschusses wieder aus erster Hand über die Gremienarbeit - Präsidiumssitzungen und Mitgliederversammlungen - zu informieren.

Das Präsidium hat in seiner Oktober-Sitzung über das neue Logo und den neuen Claim für die AWWR befunden. „Aktiv für Ihr Wasser aus dem Ruhrtal“ wird nun künftig den Schriftzug „Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr“ im Logo ersetzen und auf Geschäftsbriefen sowie auf der Startseite der Vereins-Homepage zu finden sein. Eine Arbeitsgruppe des Ausschusses Öffentlichkeitsarbeit hatte den Vorschlag entwickelt, der letztlich für das steht, was die AWWR leistet.

AWWR und NABU NRW hatten sich darauf verständigt, die Lebensbedingungen des Eisvogels entlang der Ruhr zu verbessern. Am 17. Februar fand die Unterzeichnung einer entsprechenden Absichtserklärung zwischen NABU NRW und der AWWR im Beisein von NRW-Umweltminister und Schirmherr Rimmel in Düsseldorf statt. Diesen Startschuss hatte das AWWR-Mitglied RWW genutzt und mit der Lokalvertretung NABU Essen/Mülheim nach einem geeigneten Standort für eine Nistmöglichkeit in Mülheim zu suchen. Den fand man dann an der RWW-Hauptverwaltung. Nach erfolgreicher Projektumsetzung konnten der Presse Ende Mai die gemeinsame Aktion und erzielten Ergebnisse vorgestellt werden.

Auf der AWWR-Homepage wird der Fortschritt des Investitionsprogramms zur Ertüchtigung der Wasserwerke an der Ruhr kontinuierlich aktualisiert. In der Rubrik „Weitergehende Aufbereitung“ finden Interessierte auch die investierte Summe der avisierten rund 300 Millionen Euro.

Auch im vergangenen Jahr ist wieder gemeinsam mit dem Ruhrverband eine Pressemitteilung anlässlich der Pressekonferenz zur Vorstellung des Ruhrgüteberichtes über die wesentlichen Themen versendet worden. Die Pressekonferenz fand am 11. September traditionell beim Ruhrverband statt. Seitens AWWR nahmen der Vorsitzende des Präsidiums Dr. Christoph Donner, Geschäftsführer Ulrich Peterwitz sowie Ramon Steggink, Andreas Lütz und Dr. Henning Schünke als Obleute der Ausschüsse Öffentlichkeitsarbeit, Wassergewinnung und -aufbereitung und Wassergüte teil. Seitens der Presse folgten WAZ, dpa, WDR Hörfunk, Bild und WDR TV der Einladung.

Als AWWR-Präsentations-Themen wurden vorbereitet: Weitergehende Aufbereitung der Trinkwasserversorgung an der Ruhr, Stoffsituation der Ruhr – Schwerpunkt Röntgenkontrastmittel und die Eisvogel-Aktion. Vor und nach der Pressekonferenz fanden Interviews statt.

16 Organische Spurenstoffe in der Ruhr - Fortsetzung des Monitorings der AWWR

Christian Skark, Institut für Wasserforschung GmbH, Schwerte

Im Jahr 2014 wurde das Monitoring der AWWR auf organische Spurenstoffe im Oberflächenwasser der Ruhr mit 4 weiteren Probenahmen fortgeführt. In diese Auswertung werden alle 26 bisherigen Probenahmen einbezogen und der Vorbericht über den Zeitraum 2008 – 2013 (22 Probenahmen [16.1]) fortgeschrieben. Das Untersuchungsspektrum umfasst weiterhin 42 Substanzen, die als Humanpharmaka (HP), Röntgenkontrastmittel (RKM), perfluorierte Verbindungen (PFC) und Organophosphor-Flammschutzmittel (FSM) im Einzugsgebiet der Ruhr verbraucht werden und über gereinigtes Abwasser oder anderweitig ins Oberflächenwasser gelangen.

Probenahmeorte und Untersuchungsmethoden

An 9 Probenahmestellen längs der Ruhr werden alle 3 Monate Stichproben entnommen. Die Probenahmestellen an der Ruhr entsprechen den Rohwasserentnahmeorten der beteiligten Wasserwerke (WGA, Tabelle 16.1).

Die einzelnen Probenahmestellen repräsentieren unterschiedliche Anteile des ca. 4.500 km² großen Einzugsgebiets der Ruhr (zwischen 400 km² in Meschede und 4.400 km² in Mülheim). Insbesondere zwischen Schwerte (WGA Westhofen) und Hagen (WGA Hengstey) nimmt das oberstromige Einzugsgebiet und der Abfluss durch den Zufluss der Lenne stark zu.

Tabelle 16.2 gibt das Untersuchungsspektrum von 42 Substanzen sowie deren Bestimmungsgrenzen (BG) für eine sichere Quantifi-

zierung in den Wasserproben wieder. In den Jahren 2011 und 2012 erfolgte eine Erweiterung des Untersuchungsumfang um insgesamt 9 Verbindungen (Perfluorheptansulfonat, Tetrahydroperfluoroctansulfonat, Hydroperfluorheptanoat, Clofibrinsäure, Phenazon, Propyphenazon, Codein, Diazepam und Primidon). Für diese Substanzen liegt der Auswertung eine geringere Anzahl an Untersuchungen zugrunde.

Die Analytik der Wasserproben wird bei der Westfälischen Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen und Schwerte, nach einer stoffspezifischen Anreicherung (Festphasenextraktion, Ionenaustauscher) mittels LC-MS/MS oder GC-NPD durchgeführt.

Ergebnisse

Es wurden bislang 26 Beprobungen an den 9 Probenahmestellen durchgeführt. Aufgrund eines Hochwasser-bedingten Probenaus-

[16.1] Skark, C.: Organische Spurenstoffe in der Ruhr- Fortsetzung des Monitorings der AWWR.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2013.- Mülheim, Essen, 152-159 (2014).

Tabelle 16.1: Lage der Probenahmestellen für Oberflächenwasser der Ruhr MQ – durchschnittlicher Abfluss, Gewässerstationierung [16.2]
Table 16.1: Location of sampling sites for the surface water in the Ruhr MQ – mean run-of, water stationing [16.2]

Ort	Probenahme- stelle	Fluss-km Probenahme	Abflusspegel	Fluss-km Abfluss	Einzugsgebiet [km ²]	MQ langjährig [m ³ /s]	MQ (07/2008-12/2014) [m ³ /s]	MQ (2014) [m ³ /s]
Meschede	Mengesohl	183,7	Meschede 1	179,4	426	9,1	7,8	7,2
Arnsberg	Langel	163,8	Oeventrop	159,5	760	14,9	12,9	12,7
Wickede	Echthausen	128,3	Bachum	133,8	1.530	27,1	22,6	21,2
Menden	Warmen	121,2	Fröndenberg	109,3	1.914	–	–	–
Schwerte	Westhofen	95,2	Villigst	100,2	2.013	28,8	24,9	18,9
Hagen	Hengstey	88,8	Wetter	79,8	3.908	67,6	56,0	54,7
Bochum	Stiepel	62,7	Hattingen	56,0	4.118	70,6	59,7	57,9
Essen	Spiek	44,1	Werden	29,0	4.337	79,5	61,3	58,0
Mülheim	Styrum-Ost	11,3	Mülheim	13,2	4.420	76,3	64,7	59,6

Tabelle 16.2: Untersuchte Stoffe im AWWR-Monitoring „Organische Spurenstoffe in der Ruhr“. AB – Antibiotika, BG – Bestimmungsgrenze, CAS-RN – Chemical Abstract Service Registrierungsnummer, FSM – Flammschutzmittel, HP – Humanpharmaka, PFC – Perfluorierte Verbindungen, RKM – Röntgenkontrastmittel, VP – Veterinärpharmaka. Grün – Anteil der Untersuchungen über der BG < 10 %, gelb – Anteil der Untersuchungen mit Positivbefund ≥ 90 %, Anzahl aller Untersuchungen n = 233 (außer PFHpS und H4PFOS n = 125; HPFHA, Clofibrinsäure, Phenazon, Propyphenazon, Codein, Diazepam und Primidon n = 107)

Table 16.2: Analysed substances as part of the AWWR Monitoring „Trace organics in the river Ruhr“. AB – antibiotics, BG – limit of quantification, CAS-RN – Chemical Abstract Service registry number, FSM – flame retardants, HP – human pharmaceuticals, PFC – perfluorinated compounds, RKM – X-ray contrast media, VP – veterinary pharmaceuticals. Green: substances with less than 10 % results above BG, yellow – ratio of results ≥ BG equals or exceeds 90 % of all samples, number of samples n = 233 (except PFHpS and H4PFOS n = 125; HPFHA, Clofibrinsäure, Phenazon, Propyphenazon, Codein, Diazepam and Primidon n = 107)

Lfd. Nr.	Substanz	Kurzzeichen	Stoffgruppe	CAS-RN	Anteil Positivbefunde [%]	BG [µg/L]
1	Tributylphosphat	TBP	FSM	126-73-8	45	0,010
2	Trisphenylphosphat	TPP	FSM	115-86-6	5	0,010
3	Tris-(2-Chlorethyl)-phosphat	TCEP	FSM	115-96-8	88	0,010
4	Tris-(2-Chlorpropyl)-phosphat	TCPP	FSM	13674-84-5	97	0,010
5	Tris-(butoxyethyl)-phosphat	TBEP	FSM	78-51-3	85	0,010
6	Tris-(dichlorpropyl)-phosphat	TDCP	FSM	13674-87-8	91	0,010
7	Perfluoroctanoat	g-PFOA	PFC	335-67-1	74	0,010
8	Perfluoroctansulfonat	g-PFOS	PFC	1763-23-1	59	0,010
9	Perfluorbutanoat	PFBA	PFC	375-22-4	43	0,010
10	Perfluorpentanoat	PFPA	PFC	2706-30-3	30	0,010
11	Perfluorhexanoat	PFHxA	PFC	307-24-4	27	0,010
12	Perfluorheptanoat	PFHpA	PFC	375-85-9	1	0,010
13	Perfluoronanoat	PFNA	PFC	375-95-1	0	0,010
14	Perfluordecanoat	PFDA	PFC	335-76-2	0	0,010
15	Perfluorbutansulfonat	g-PFBS	PFC	29420-49-3	39	0,010
16	Perfluorhexansulfonat	g-PFHxS	PFC	432-50-7	0	0,010
17	Perfluorheptansulfonat	PFHpS	PFC	1763-23-1	0	0,010
18	H-Perfluorheptanoat	HPFHA	PFC	–	0	0,010
19	H ₄ -Perfluoroctansulfonat	H4PFOS	PFC	–	29	0,010
20	Atenolol		HP	29122-68-7	16	0,025
21	Bezafibrat		HP	41859-67-0	57	0,025
22	Carbamazepin		HP	298-46-4	88	0,025
23	Diclofenac		HP	15307-86-5	90	0,025
24	Ibuprofen		HP	15687-27-1	23	0,025
25	Metoprolol		HP	51384-51-1	97	0,025
26	Sotalol		HP	3930-20-9	82	0,025
27	Sulfamethizol		HP/VP-AB	144-82-1	0	0,025
28	Sulfamethoxazol		HP-AB	723-46-6	83	0,025
29	Sulfapyridin		HP-AB	144-83-2	56	0,025
30	Trimetoprim		HP/VP-AB	738-70-5	7	0,025
31	Clofibrinsäure		HP	882-09-7	0	0,025
32	Phenazon		HP	60-80-0	5	0,025
33	Propyphenazon		HP	479-92-5	0	0,025
34	Codein		HP	76-57-3	0	0,025
35	Diazepam		HP	439-14-5	0	0,025
36	Primidon		HP	125-33-7	43	0,025
37	Amidotrizoesäure		RKM	117-96-4	85	0,050
38	Iohexol		RKM	66108-95-0	50	0,050
39	Iomeprol		RKM	78649-41-9	72	0,050
40	Iopamidol		RKM	60166-93-0	78	0,050
41	Iopromid		RKM	73334-07-3	60	0,050
42	Ioxithalaminsäure		RKM	28179-44-4	8	0,050

falls im Januar 2012 summiert sich dies zu 233 Proben für den Zeitraum von 2008 bis 2014. In Tabelle 16. 2 werden für die verschiedenen Untersuchungsparameter die Anteile der Positivbefunde über den jeweiligen Bestimmungsgrenzen an der Gesamtzahl der jeweiligen Untersuchungen angegeben.

Bei 15 der 42 Substanzen werden in keiner oder nur bis zu 10 % der Untersuchungen Positivbefunde festgestellt. Hierzu gehören 6 PFC, 2 Antibiotika, 5 weitere Pharmaka, ein FSM sowie ein RKM. Zusätzlich werden für den Betablocker Atenolol und das Schmerzmittel Ibuprofen in weniger als 60 Untersuchungen ein Gehalt über der Bestimmungsgrenze gefunden. In über 90 % der Untersuchungen werden 4 Substanzen über der BG detektiert (in min-

destens 209 der 233 Untersuchungen). Darunter fallen 2 FSM und die Arzneimittel Diclofenac und Metoprolol.

Bei den Substanzen, die erst im 2. Halbjahr 2011 oder danach in die Untersuchung aufgenommen wurden, zeigen sich nur für Tetrahydroperfluorooctansulfonat (H4PFOS) und Primidon öfter Positivbefunde.

Konzentrationsbetrachtungen

In Tabelle 16.3 und Bild 16.1 wird ein Überblick zu Konzentrationsgrößen ausgewählter Substanzen gegeben. Dabei werden 24 Stoffe gezeigt, bei denen in mehr als 20 % der Analysen seit 2008

Tabelle 16.3: Ergebnisübersicht aller Analysen für Stoffe mit Anteilen von Positivbefunden über 20%. Q – Perzentil, sonstige Abkürzungen vgl. Tabelle 16.2. n = 233; H4PFOS n = 125; Primidon n = 107. Grau: 0,09 µg/L < Konzentration < 0,1 µg/L, gelb: 0,1 µg/L < Konzentration < 0,5 µg/L, orange: 0,5 µg/L < Konzentration. Werte < BG werden für die Berechnung mit 0,5 * BG angesetzt

Table 16.3: Overview of analytical results for substances where more than 20 % of results were above the quantification limit. Q – percentile, other abbreviations cf. table 16.2. n = 233; H4PFOS n = 125; Primidon n = 107. 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 < BG with 0,5 * BG

Lfd. Nr.	Substanz	Q25	arithm. Mittelwert	Median	Q75	Q90	Maximum
[µg/L]							
1	TBP	< BG	0,022	0,005	0,017	0,046	0,552
2	TCEP	0,017	0,045	0,029	0,052	0,089	0,415
3	TCPP	0,053	0,123	0,102	0,183	0,250	0,458
4	TBEP	0,024	0,055	0,049	0,073	0,109	0,258
5	TDCPP	0,015	0,024	0,023	0,030	0,042	0,157
6	g-PFOA	< BG	0,018	0,014	0,024	0,036	0,093
7	g-PFOS	< BG	0,015	0,011	0,017	0,033	0,091
8	PFBA	< BG	0,011	< BG	0,013	0,021	0,059
9	PFPA	< BG	< BG	< BG	0,011	0,014	0,046
10	PFHxA	< BG	< BG	< BG	0,010	0,013	0,040
11	g-PFBS	< BG	0,015	< BG	0,018	0,036	0,250
12	H4PFOS	< BG	< BG	< BG	0,010	0,017	0,032
13	Bezafibrat	< BG	0,033	0,029	0,049	0,066	0,089
14	Carbamazepin	0,037	0,070	0,066	0,094	0,130	0,190
15	Diclofenac	0,039	0,075	0,067	0,110	0,140	0,210
16	Ibuprofen	< BG	< BG	< BG	< BG	0,036	0,080
17	Metoprolol	0,074	0,138	0,120	0,190	0,250	0,430
18	Sotalol	0,030	0,053	0,052	0,072	0,091	0,150
19	Sulfamethoxazol	0,031	0,055	0,053	0,076	0,094	0,140
20	Sulfapyridin	< BG	0,029	0,028	0,043	0,053	0,110
21	Primidon	< BG	< BG	< BG	0,030	0,038	0,055
22	Amidotrizesäure	0,088	0,278	0,250	0,430	0,568	0,780
23	Iohexol	< BG	0,133	< BG	0,160	0,378	1,400
24	Iomeprol	< BG	0,364	0,200	0,560	1,000	1,800
25	Iopamidol	0,085	0,474	0,420	0,700	0,974	2,300
26	Iopromid	< BG	0,111	0,067	0,150	0,230	0,760

(n = 233) Befunde über der Bestimmungsgrenze (BG) festgestellt wurden. Zusätzlich sind Ergebnisse für Stoffe mit einer geringeren Analysenhäufigkeit, H4PFOS (n = 125) und Primidon (n = 107), wieder gegeben. Bei der Berechnung der statistischen Kennwerte gehen Gehalte unter der Bestimmungsgrenze (BG) mit der Hälfte der BG ein. Sollte das Ergebnis jedoch unter der entsprechenden BG liegen, erscheint dies in den Tabellen vermerkt.

Nur für den Betablocker Metoprolol und das FSM TCPP sowie 3 RKM liegen bereits die Medianwerte über 0,1 µg/L. Maximale Konzentrationen über 0,5 µg/L treten in der Regel nur für Röntgenkontrastmittel auf. Für 8 Substanzen liegen noch die Mediankonzentrationen unter der BG (5 PFC, 2 Pharmaka, 1 RKM). Für Ibuprofen ist dies auch für den 75-Perzentilwert der Fall.

Bezogen auf die Probenahmeorte werden in Tabelle 16.4 die Medianwerte von 23 Stoffen mit mehr als 20 % Positivbefunden wieder gegeben. Das Auftreten von Ibuprofen, PFHxA und PFPA ist örtlich und zeitlich so vereinzelt, dass für keine Probenahmestelle Mediangehalte > BG ermittelt werden können. Die Anzahl der Parameter, die Mediankonzentrationen über 0,1 µg/L zeigen, nimmt ruhrabwärts zu. In Wickede sind dies nur 2 RKM (Amidotrizoessäure, Iopamidol) und der Beta-Blocker Metoprolol, während in Fröndenberg TCPP dazu kommt. Weiter ruhrabwärts treten mit einem weiteren Pharmaka, Carbamazepin, und 3 weiteren RKM insgesamt 8 Verbindungen mit Medianwerten über 0,1 µg/L auf.

Bei den perfluorierten Verbindungen werden an keiner Probenahmestelle Mediangehalte über 0,03 µg/L gefunden. Während für Sulfonate (PFBS und PFOS) oberhalb von Schwerte Mediangehalte unter der Bestimmungsgrenze ermittelt werden, kann Perfluoroc-

noat (PFOA) und Perfluorbutanoat (PFBA) unterhalb der Lennemündung im Mittel nur unter der Bestimmungsgrenze detektiert werden (Tabelle 16.4). Die Befunde des Jahres 2014 senken die Median-Gehalte von PFOA in den Probenahmestellen von Hagen die Ruhr abwärts unter die Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/L, während diese Werte bis 2013 noch etwas oberhalb der BG lagen [16.1].

Wie bereits 2012 und 2013 unterschreitet in den 4 Untersuchungen des Jahres 2014 die maximale Summenkonzentration aller 13 analysierten PFC den Wert von 0,075 µg/L (Bild 16.2). In 4 der 36 Einzelproben des Jahres 2014 werden für alle analysierten PFC keine Positivbefunde > BG festgestellt. Wie bereits in den Vorjahren tragen die Verbindungen PFOA und PFOS auch 2014 im Mittel mit ca. 50 % zu den PFC-Summenkonzentrationen bei. Die maximale Summe der PFOA- und PFOS-Gehalte beträgt im Jahr 2014 0,025 µg/L.

Für 3 Pharmaka, Carbamazepin, Diclofenac und Metoprolol, werden an allen Probenahmestellen Mediangehalte über der Bestimmungsgrenze ermittelt (Tabelle 16.4). Mediangehalte über 0,1 µg/L treten für Arzneimittel jedoch außer für Metoprolol selten auf. Im Jahr 2014 zeigen die 3 vorgenannten Verbindungen die meisten Befunde > BG und Konzentrationen über 0,1 µg/L.

Bei den RKM sind Amidotrizoessäure und Iopamidol bereits ab Wickede mit Mediankonzentrationen über 0,1 µg/L zu finden. Ober-

[16.2] LANUV (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen): Gewässerstationierungskarte GSK3B.- Auflage 31.07.2006, 3. Auflage, (2006) <http://www.lanuv.nrw.de/wasser/gstat.htm>, Stand 01.07.08.

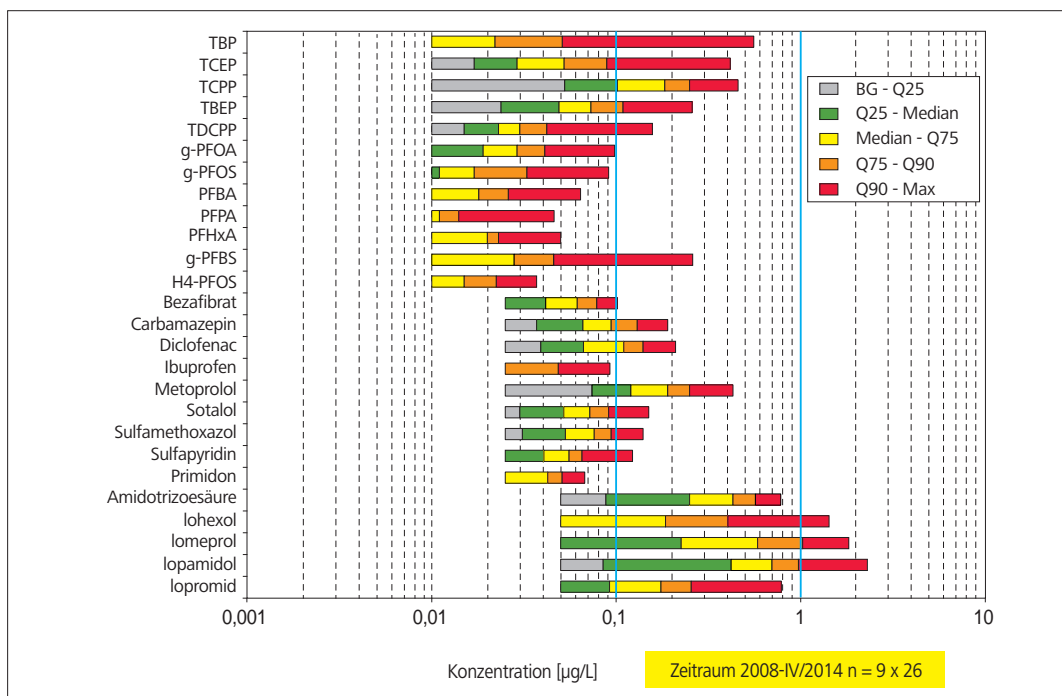


Bild 16.1: Analysen-Ergebnisse für ausgewählte Stoffe (Anteil Positivbefunde > 20 %)

Fig. 16.1: Analytical results for substances with over 20 % of results above the quantification limit

Table 16.4: Overview of median concentrations [$\mu\text{g/L}$] at every sampling point ($k = 26$, Essen $k = 25$). Abbreviations see table 16.2. Green: concentration $< \text{BG}$, grey: $0,09 \mu\text{g/L} < \text{concentration} \leq 0,1 \mu\text{g/L}$, yellow: $0,1 \mu\text{g/L} < \text{concentration} < 0,5 \mu\text{g/L}$, orange: $0,5 \mu\text{g/L} < \text{concentration}$. Values below quantification limit (BG) are calculated as $0,5 \cdot \text{BG}$

Median Konzentration [$\mu\text{g/L}$] $k = 26$ 07/2008 – 10/2014										
Lfd. Nr.	Stoff	Probenahmestelle								
		Meschede	Arnsberg	Wickede	Fröndenberg	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
1	TBP	<BG	<BG	0,013	0,016	0,011	<BG	<BG	<BG	<BG
2	TCEP	0,015	0,019	0,025	0,019	0,045	0,027	0,054	0,045	0,030
3	TCPP	0,032	0,027	0,081	0,170	0,117	0,118	0,162	0,170	0,191
4	TBEP	0,011	<BG	0,047	0,059	0,059	0,052	0,070	0,072	0,064
5	TDCPP	0,027	0,019	0,020	0,019	0,021	0,015	0,027	0,027	0,025
6	g-PFOA	0,029	0,019	0,018	0,020	0,018	<BG	<BG	<BG	<BG
7	g-PFOS	<BG	<BG	<BG	<BG	0,015	0,018	0,016	0,015	0,014
8	PFBA	<BG	<BG	0,015	0,014	0,013	<BG	<BG	<BG	<BG
9	g-PFBS	<BG	<BG	<BG	<BG	0,014	0,018	0,018	0,016	0,014
10	H4PFOS	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	0,014	<BG	<BG	0,011
11	Bezafibrat	<BG	<BG	<BG	<BG	0,042	0,037	0,054	0,056	0,050
12	Carbamazepin	0,034	0,028	0,060	0,057	0,077	0,074	0,095	0,100	0,120
13	Diclofenac	0,084	0,029	0,058	0,061	0,102	0,053	0,085	0,085	0,091
14	Metoprolol	0,073	0,044	0,110	0,110	0,160	0,110	0,185	0,220	0,235
15	Sotalol	0,038	<BG	0,051	0,052	0,058	0,048	0,064	0,070	0,074
16	Sulfamethoxazol	0,041	<BG	0,044	0,043	0,064	0,054	0,079	0,084	0,091
17	Sulfapyridin	<BG	<BG	<BG	<BG	0,048	0,028	0,041	0,039	0,030
18	Primidon	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	0,029	0,034	0,039
19	Amidotrizoensäure	<BG	<BG	0,185	0,200	0,310	0,330	0,460	0,470	0,525
20	Iohexol	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	0,078	0,175	0,190	0,450
21	Iomeprol	<BG	<BG	0,081	0,089	0,250	0,240	0,615	0,790	0,680
22	Iopamidol	<BG	<BG	0,685	0,625	0,580	0,350	0,420	0,430	0,625
23	Iopromid	<BG	<BG	<BG	0,056	0,063	0,140	0,160	0,180	0,160

halb von Wickede liegen mittlere RKM-Konzentrationen fast immer unter der Bestimmungsgrenze. Die Summe der Mediankonzentrationen für RKM wird im Ruhrverlauf in Bild 16.3 dargestellt (Zeitraum 07/2008-10/2014, $k = 26$). Iodierte Röntgenkontrastmittel nehmen im Ruhrverlauf in ihrer Konzentration zu. Im Jahr 2014 werden für die RKM Iomeprol und Iopamidol in der Ruhr vereinzelt Konzentrationen über $1 \mu\text{g/L}$ gefunden.

Für einige Pharmaka (z.B. Metoprolol) und Röntgenkontrastmittel (z.B. Iopamidol) wirkt der Lennezufuß zunächst konzentrationsmindernd. Der Wiederanstieg der mittleren Konzentrationen im weiteren Ruhrverlauf zeigt jedoch neue, zusätzliche Einträge an.

In den Jahren 2007 bis 2013 wurden viele der in diesem Monitoring-Programm auffälligen Substanzen mit ähnlichen Konzentrationen bei Untersuchungen der AWWR-Mitgliedsunternehmen, des

Ruhrverbands sowie des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW in der Ruhr gefunden [16.3 bis 16.7].

Diese Konzentrationsangaben beziehen sich auf Oberflächenwasser, das noch nicht zu Trinkwasser aufbereitet ist. Um die gefundenen Konzentrationen im Oberflächenwasser einzuordnen, werden aber sowohl allgemeine Vorsorgewerte für Trinkwasser ($0,1 \mu\text{g/L}$, VW) als auch gesundheitliche Orientierungswerte (GOW, oberer Vorsorgewert für einen lebenslangen unbedenklichen Trinkwassergenuss, Warnwert) sowie toxikologisch begründete Leitwerte (LW, lebenslanger unbedenklicher Trinkwassergenuss, Besorgniswert) herangezogen [16.8, 16.9]. Eine Zusammenstellung der entsprechenden Werte für die betrachteten Substanzen gibt Tabelle 16.5. Die gefundenen Konzentrationen werden durch die jeweiligen GOW, LW oder VW geteilt. Liegen die erhaltenen Bewertungsquotienten unter 1, deutet dies

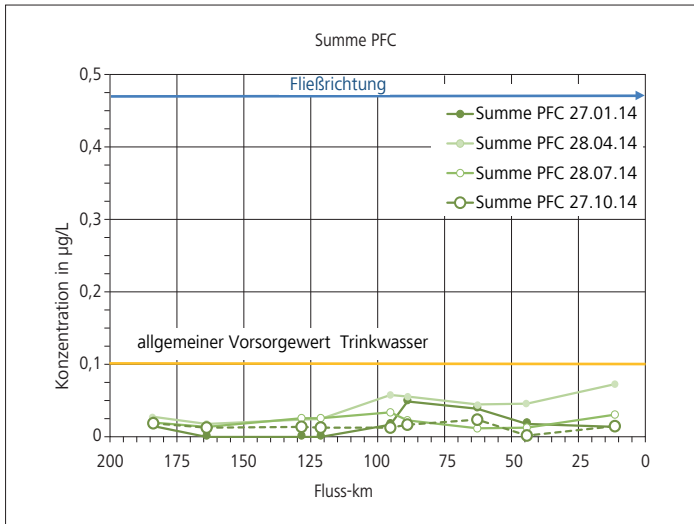


Bild 16.2: Summierte Konzentrationen perfluorierter Verbindungen in Untersuchungen des Oberflächenwassers im Jahr 2014 im Ruhrflängsverlauf

Fig. 16.2: Concentration sum of PFC in the 2014 analyses in the river Ruhr (surface water)

eine unbedenkliche Nutzung der Wasserressource auch für die Trinkwassergewinnung an. Im Jahr 2014 trifft dies für die GOW und LW bei allen Proben des Oberflächenwassers und allen benannten Parametern mit der Ausnahme von Iopamidol (2 Überschreitungen) zu. Die gesundheitlichen Orientierungs- und Leitwerte werden für perfluorierte Verbindungen im Oberflächenwasser maximal zu 12 % für eine Einzelsubstanz erreicht. Der maximale Bewertungsquotient für die Summe aller PFC liegt 2014 bei 0,16 (Summenbildung in Anlehnung an TRGS 402 [16.10]). Für

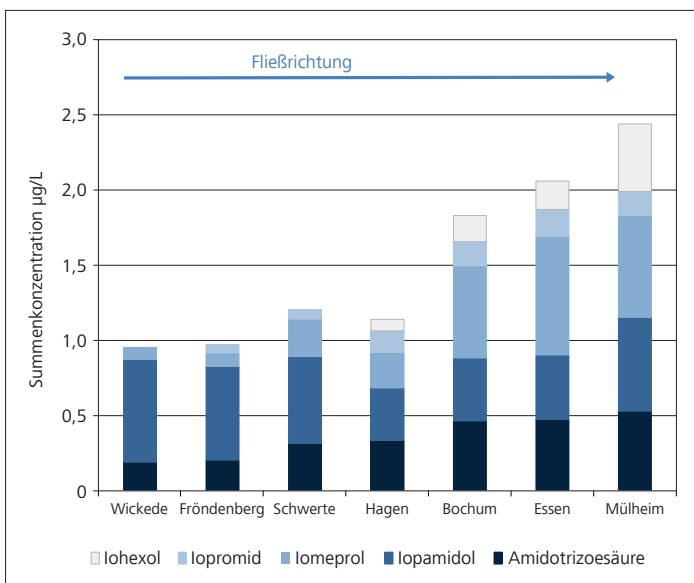


Bild 16.3: Kumulierte Mediankonzentrationen von Röntgenkontrastmitteln in der Ruhr (Untersuchungszeitraum 2008 – 2014)

Fig. 16.3: Cumulated median concentration of X-ray contrast media in the river Ruhr (2008 – 2014)

Tabelle 16.5: Zusammenstellung von Vorsorgewerten (VV), gesundheitlichen Orientierungswerten (GOW), Leitwerten (LW). Abkürzungen vgl. Tabelle 16.2, n.v. – nicht vorhanden

Table 16.5: Precautionary values (VV), health-oriented values (GOW), guidance values (LW). Abbreviations see table 16.2. n. v. – not available

Stoff	VV [µg/L]	GOW [µg/L]	LW [µg/L]
TCPP	< 0,1	1	20
PFOA	< 0,1	n.v.	0,3
PFOS	< 0,1	n.v.	0,3
PFBA	< 0,1	n.v.	7
PFBS	< 0,1	3	n.v.
PFPA	< 0,1	3	n.v.
PFPS	< 0,1	1	n.v.
PFHxA	< 0,1	1	n.v.
PFHxS	< 0,1	0,3	n.v.
PFHpA	< 0,1	0,3	n.v.
H4-PFOS	< 0,1	0,3	n.v.
PFHpS	< 0,1	0,3	n.v.
Carbamazepin	< 0,1	0,3	3
Clofibrat	< 0,1	3	n.v.
Diclofenac	< 0,1	0,3	1,75
Ibuprofen	< 0,1	1	n.v.
Primidon	< 0,1	3	n.v.
Amidotrizoesäure	< 0,1	1	n.v.
Iopamidol	< 0,1	1	n.v.

- [16.3] Zullei-Seibert, N.; Schöpel, M.; Strücker, G.: Stoffspuren in der Ruhr – Ergebnisse aus den Wasserversorgungsunternehmen zu Arzneimitteln und Flammschutzmitteln.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2007.- Gevelsberg, Essen, 148-159 (2008).
- [16.4] Ruhrverband: Organische in der Ruhr.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2012.- Schwerte, Essen, 80-98 (2013).
- [16.5] Ruhrverband: Organische Mikroverunreinigungen in der Ruhr.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2013.- Schwerte, Essen, 85-99 (2014).
- [16.6] Ruhrverband: Die PFT-Situation im Jahr 2009.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2009.- Schwerte, Essen, 91-98 (2010).
- [16.7] LANUV (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, 2011): Verbreitung von PFT in der Umwelt.- LANUV-Fachbericht 34, Recklinghausen, 115 S..
- [16.8] Dieter, H.H.: Grenzwerte, Leitwerte, Orientierungswerte, Maßnahmenwerte - Definitionen und Festlegungen mit Beispielen aus dem UBA.- Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Stand: 16.12.2011; http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwassertoxikologie/grenzwerte_leitwerte.pdf (2011)
- [16.9] Umweltbundesamt: Übersicht der GOW – Stand März 2015; http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/liste_der_nach_gow_bewerteten_stoffe_0.pdf

die Arzneimittel Carbamazepin und Diclofenac werden für die Oberflächenwasserkonzentrationen im Jahr 2014 Bewertungsquotienten (GOW) von 0,5 bzw. 0,63 erreicht. Der entsprechende Wert für das Flammschutzmittel TCPP liegt bei 0,29.

Abflussbetrachtung

Für die Betrachtung des Ruhrabflusses an den Probenahmestellen werden Abflusspegel einbezogen, die in der Nähe der Probenahmestellen liegen. Die Abflusspegel liegen zwischen 2 und 15 km von den Probenahmestellen entfernt (Tabelle 16.1). Als mittlerer Abstand lässt sich eine Entfernung von 6,5 km bestimmen. Die mittleren Abflüsse im gesamten Probenahmezeitraum zwischen Juli 2008 und Dezember 2014 fallen niedriger aus als die langjährigen Mittelwerte. Die mittleren Abflüsse des Jahres 2014 unterschreiten diesen 6,5-jährigen Mittelwert nochmals.

Die Tagesabflüsse an den Probenahmeterminen im Jahr 2014 betragen zwischen 44 und 119 % des langjährigen mittleren Ab-

flusses (MQ) an den berücksichtigten Pegeln. Bei niedrigen Abflüssen in der Ruhr wird die Beschaffenheit des Oberflächenwassers stärker durch den Zufluss gereinigten Abwassers geprägt als bei hohen. Da alle in diesem Monitoring betrachteten Spurenstoffe – mit Ausnahme von PFOA und PFOS – vor allem mit dem gereinigten Abwasser in das Fließgewässer eingetragen werden, ist eine sehr gute Korrelation zwischen Abfluss und Konzentration zu erwarten. Diese lässt sich jedoch nur ausnahmsweise bestätigen.

Frachtbetrachtung

Die mittleren Tagesfrachten für einzelne Parameter nehmen in der Regel von den oberstromigen Probenahmestellen zu den unterstromigen deutlich zu. Konzentrationsabnahmen, wie sie für einzelne Parameter nach dem Zufluss der Lennemündung festzustellen sind, werden in der Regel durch die stärkere Zunahme des Abflusses kompensiert (Tabelle 16.6). Bei der Berechnung der Tagesfrachten werden Konzentrations-Befunde < BG nicht berücksichtigt. Stoffen, die unterhalb der Lennemündung nicht oder nur

Tabelle 16.6: Ergebnisübersicht der Mediane von Tagesfrachten [g/d]. Abkürzungen vgl. Tabelle 16.2. Für die Frachtermittlung werden Konzentrationen unter der BG nicht berücksichtigt. Grau: 100 < Tagesfracht < 500, gelb: 500 < Tagesfracht < 1.000, orange: 1.000 < Tagesfracht, grün: Median Tagesfracht = 0

Table 16.6: Overview of median daily loads [g/d]. Abbreviations see table 16.2. Load calculation does not consider concentrations below the quantification limit. Grey: 100 < daily load < 500; yellow: 500 < daily load < 1.000; orange: 1.000 < daily load; green: median daily load = 0

Median Tagesfracht [g/d] k = 26 07/2008 – 10/2014									
Lfd. Nr.	Stoff	Probenahmestelle							
		Meschede	Arnsberg	Wickede	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
1	TBP			14	10				
2	TCEP	6	12	37	60	87	225	155	121
3	TCPP	11	20	101	142	399	511	536	621
4	TBEP	2		73	100	212	233	288	261
5	TDCPP	10	14	28	28	55	89	89	94
6	g-PFOA	11	12	28	24	11	17	23	
7	g-PFOS				24	60	68	49	59
8	PFBA			20	14				
9	g-PFBS				13	48	53	49	44
10	H4PFOS					55	45		26
11	Bezafibrat			14	39	91	160	153	173
12	Carbamazepin	15	16	73	84	221	315	319	394
13	Diclofenac	34	24	89	116	211	293	319	382
14	Metoprolol	29	29	152	167	379	628	723	857
15	Sotalol	19	6	63	70	129	217	228	252
16	Sulfamethoxazol	16		53	74	149	248	251	296
17	Sulfapyridin				49	76	117	114	98
18	Primidon				10	29	85	100	129
19	Amidotrizoesäure			261	335	1043	1509	1492	1804
20	Iohexol					208	573	631	1840
21	Iomeprol			97	234	897	2560	2772	3214
22	Iopamidol			856	611	1283	1523	1529	2365
23	Iopromid				64	456	669	707	719

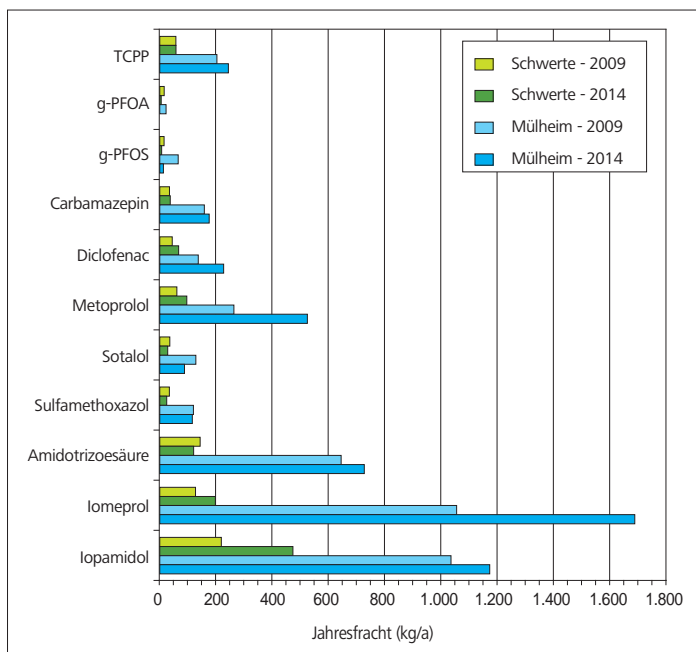


Bild 16.4: Geschätzte Jahresfrachten ausgewählter Verbindungen im Oberflächenwasser der Ruhr im Vergleich der Jahre 2009 und 2014 und der Probenahmestellen Schwerte und Mülheim

Fig. 16.4: Estimated annual loads for selected substances in comparison between 2009 and 2014 and between the sampling points Schwerte and Mülheim

sehr selten > BG gefunden werden (z.B. PFBA, TBP), kann deshalb keine mittlere Fracht mehr zugeordnet werden.

Im Mittel liegen die Tagesfrachten einzelner Verbindungen in den oberstromigen Messstellen - Meschede und Arnsberg - unter 40 g/d. Ab Wickede ruhrabwärts nehmen die Untersuchungsparameter zu, bei denen die mittlere Tagesfracht je Einzelstoff 100 g/d übersteigt. In Mülheim sind dies dann 15 von 23 relevanten Stoffen.

Mittlere Frachten über 1 kg/d werden für verschiedene RKM in Hagen und unterhalb gefunden. In Mülheim trifft dies auf 4 von 5 relevanten RKM zu (Tabelle 16.6). Mittlere Tagesfrachten für einzelne PFC liegen unter 70 g/d.

Aus den jährlichen 4 Probenahmen und den ermittelten Tagesfrachten kann der Transport während des gesamten Jahres geschätzt werden. In Bild 16.4 werden die geschätzten Jahresfrachten für ausgewählte Stoffe in Schwerte und Mülheim und die Jahre 2009 und 2014 miteinander verglichen. Bei den PFC werden niedrige Jahresfrachten teilweise deutlich unter 20 kg/a je Einzelsubstanz ermittelt. Im Jahr 2014 kann als höchste Jahresfracht bei den perfluorierten Verbindungen für H₄PFOS in Hagen ein Wert von ca. 33 kg/a abgeleitet werden. Für das Flammschutzmittel TCPP steigt die Jahresfracht von ca. 60 kg/a in Schwerte auf etwa 200 kg/a in Mülheim. Bei den relevanten Pharmaka ist ebenfalls eine Zunahme von etwa 20 bis 100 kg/a in Schwerte auf ca. 90 bis 500 kg/a in Mülheim zu verzeichnen. Einzelne RKM (lome-

prol, lopamidol) werden mit ca. 1.000 kg/a in der Ruhr bei Mülheim abgeschätzt.

Im Vergleich der Jahre 2009 und 2014 werden für einige Stoffe sowohl in Schwerte als auch in Mülheim Jahresfrachten in sehr ähnlichen Größenordnungen ermittelt (TCPP, Carbamazepin, Sotalol, Sulfamethoxazol und Amidotrizoesäure). Bei den PFC ist im Vergleich der Jahre 2009 und 2014 eine Abnahme der Jahresfracht zu verzeichnen, während bei Diclofenac, Metoprolol, lomeprol und lopamidol eine Zunahme der geschätzten Jahresfracht erscheint.

Zusammenfassung

Mit den Proben im Jahr 2014 wurde im Monitoring auf organische Spurenstoffe das Oberflächenwasser der Ruhr an 9 Probenahmestellen insgesamt 26 Mal (in Essen 25 Mal) untersucht. Das Untersuchungsspektrum umfasst 42 Substanzen aus den Stoffgruppen phosphororganische Flammschutzmittel, perfluorierte Kohlenstoffverbindungen, ausgewählte Humanpharmaka sowie Röntgenkontrastmittel.

Soweit gesundheitliche Orientierungswerte für einzelne Stoffe als Vorsorgewerte für den menschlichen Trinkwassergenuss formuliert wurden, werden diese zumeist bereits im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser eingehalten. Lediglich bei Röntgenkontrastmitteln werden diese Vorsorgewerte im Oberflächenwasser mehrfach überschritten.

Insgesamt 15 Verbindungen aus allen Stoffgruppen wurden bisher entweder gar nicht oder nur vereinzelt im Oberflächenwasser gefunden. Mittlere Konzentrationen übersteigen außer für RKM nur für Metoprolol und TCPP den Wert von 0,1 µg/L. Die Muster der Befunde in den verschiedenen Monitoringabschnitten zwischen 2008 und 2014 sind bei vielen Stoffgruppen sowohl hinsichtlich der Auftretenshäufigkeit als auch hinsichtlich der gefundenen Konzentrationshöhen einander ähnlich. Für PFC werden dagegen ab 2012 in immer geringerem Maße Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/L festgestellt.

Die mittleren Tagesfrachten der Einzelsubstanzen liegen in Meschede und Arnsberg noch unter 40 g/d. Ab Wickede werden ruhrabwärts zunehmend für mehrere Stoffe mittlere Tagesfrachten über 100 g/d ermittelt. Mittlere Frachten über 1 kg/d werden nur für RKM unterhalb der Lennemündung beobachtet. Die Schätzungen der Jahresfrachten ergeben für alle untersuchten PFC Summen-Werte zwischen 5 und 30 kg/a. Für alle Flammschutzmittel werden Jahresfrachten zwischen 15 und 700 kg/a ermittelt, während die Jahresfrachten für alle untersuchten Pharmaka mit Werten zwischen 30 und 1.500 kg/a abgeschätzt werden (jeweils als Summen-Werte für die Stoffgruppen).

[16.10] TRGS (technische Regeln für Gefahrstoffe): TRGS 402 – Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition.- GMBI. 2010 (12), 231-253 (2010).

17 AWWR Meldeplan Ruhr – Wie wird er gelebt? Bericht von der Schulung

Andreas Lütz, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen,
Ulrich Peterwitz, GELSENWASSER AG, Gelsenkirchen

Der „AWWR Meldeplan Ruhr“ dient der gegenseitigen Information von Mitgliedsunternehmen der AWWR, des Ruhrverbands, des Umweltministeriums und von Landesbehörden in NRW über Vorkommnisse an der Ruhr, die sich negativ auf die Wasserbeschaffenheit und das Abflussgeschehen der Ruhr auswirken können. Er geht zurück auf den 1986 in Kraft gesetzten „Öl- und Giftalarmplan der Ruhrwasserwerke“, den man seinerzeit aufgestellt hatte, um die nicht zufriedenstellenden Benachrichtigungen der Wasserwerke an der Ruhr bei Gewässerverschmutzungen abzustellen. Insbesondere die Schnelligkeit und Sicherheit des Meldeweges, die Qualität und Dokumentation der Meldungen sowie die Abschätzbarkeit des Zeitpunktes, ab dem sich ein Ereignis auf ein jeweils betroffenes Wasserwerk auswirken kann, wurden damals kritisiert und sollten durch den neuen Plan verbessert werden. Er bestand schon in seiner ersten Form aus einer Systembeschreibung, einem Übersichtplan mit den Standorten der maßgeblichen Betriebseinrichtungen, einem einheitlichen Meldeschema und zusätzlichen Anlagen wie einer Fließzeitgrafik sowie Adressen und Telefonnummern von Behörden und Fachfirmen zur Schadensabwehr. Im Jahr 2003 wurde der Plan umbenannt in „AWWR Alarmplan Ruhr“ und um zusätzliche Meldungen von Hochwässern an der Ruhr erweitert, um in den Ruhrwasserwerken rechtzeitig Maßnahmen zum Schutz der Anlagen und zur Betriebsweise der Wasserwerke einleiten zu können.

Mit Einführung der Umwetalarm-Richtlinie NRW am 9. September 2008 wurde nach einem intensiven Austausch zwischen dem Mi-

nisterium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV), der AWWR, dem Ruhrverband, der Bezirksregierung Arnsberg, dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) und weiteren eingebundenen Behörden ein übergreifender Warn- und Informationsplan Ruhr (WIP Ruhr) aufgestellt, der Regelungen zur gegenseitigen Information und Zusammenarbeit bei Gewässerverunreinigungen an der Ruhr enthält, insbesondere die behördlichen Belange stärker im Fokus hat und die bestehenden Meldesysteme wie zum Beispiel den AWWR Meldeplan Ruhr berücksichtigt. Wesentliche Bestandteile des WIP Ruhr sind die direkte Einbindung weiterer Umweltbehörden, die Einführung einer Meldeschwelle zum Auslösen einer „Warnung“ bei großen Schadstoffeinträgen in die Ruhr mit 50 µg/l und mehr für synthetische organische Stoffe, das Absetzen einer „Information“ bei Bioziden/Herbiziden (0,1 µg/l) oder PFT (0,3 µg/l) bzw. weiteren spezifischen Stoffkonzentrationen. Dieses sowie die Erweiterung der AWWR um die neuen Mitglieder Hochsauerlandwasser GmbH, Wasserbeschaffungsverband Arnsberg, die Stadtwerke Sundern und die Stadtwerke Brilon AöR und die Neuordnung der Behördenstruktur hatten zur Folge, dass auch der Plan der AWWR weiter entwickelt und im November 2009 umbenannt wurde in „AWWR Meldeplan Ruhr“. In diesem neuen Plan wird nunmehr eine Unterscheidung zwischen einer „Information“ und einem „Alarm“ vorgenommen und auf wesentliche Bestandteile des WIP Ruhr verwiesen. Zudem stehen die Meldeformulare nun auch digital zur Verfügung. Die Umbenennung des AWWR-Plans wurde vor allem auch mit Rücksicht auf eine bessere Unterscheidung zum übergreifenden WIP Ruhr gewählt.

Die neue Version des AWWR-Plans berücksichtigt nun alle Belange des WIP Ruhr und bedient ihn über eine definierte Schnittstelle, ebenso gelangen alle Meldungen des WIP Ruhr über den Meldekopf der AWWR zu den Mitgliedsunternehmen. Zudem ist durch den Abgleich mit dem WIP Ruhr gewährleistet, dass dem Betriebs-



Bild 17.1: Teilnehmer der Schulung zum AWWR Meldeplan Ruhr am 3. März 2015 im Wasserwerk Hengsen

Fig. 17.1: Participants of the seminar on the AWWR reporting plan Ruhr on 3 March 2015 at the waterworks Hengsen



Bild 17.2: Obmann Andreas Lütz erläutert die Grundzüge des AWWR Meldeplans Ruhr

Fig. 17.2: Chairman Andreas Lütz explains the basic principles of the AWWR reporting plan Ruhr

bzw. Bereitschafts- und Leitwartenpersonal der Wasserwerke im Schadensfall nicht zusätzlich zum AWWR Meldeplan ein weiterer Plan mit eigenen Besonderheiten und Anforderungen aufgelegt ist.

Im April 2014 ist der Meldekopf der AWWR zum zentralen Leitstand Horst der Wassergewinnung Essen GmbH gewechselt, nachdem diese Aufgabe seit den Anfängen des damaligen Öl- und Giftalarmpfandes, also seit rund 30 Jahren, vom Wasserwerk Hengstey der Mark E (damals Stadtwerke Hagen) erledigt worden war.

Um im Falle eines melderlevanten Ereignisses im Bereich des eigenen Wasserwerks eine gewisse Sicherheit zu erlangen und den geänderten AWWR Meldeplan korrekt bedienen zu können, wurde von den Mitgliedsunternehmen der Wunsch geäußert, eine Schulung für das Betriebs- und Bereitschaftspersonal der Wasserwerke zu organisieren. (Bild 17.1) Diese Veranstaltung fand auf Einladung der Wasserwerke Westfalen am 3. März 2015 im Wasserwerk Hengsen statt. Als Referenten führten die Herren Thomas Brenne (Mark E), Peter Lemmel (Ruhrverband) und Andreas Lütz (Wassergewinnung Essen) durch die einzelnen Tagesordnungspunkte. (Bild 17.2) Nach einer Einführung in die Aufgaben und die Struktur des Ruhrverbandes erläuterte Lemmel die Organisation der ruhrverbandsinternen Meldewege und die dortige Anknüpfung an den AWWR Meldeplan. Über die Historie und den Aufbau des AWWR Meldeplans referierte Lütz und Brenne schuf mit der Frage „Wie setze ich eine korrekte Meldung ab“ schließlich den von den rund 30 Teilnehmern gewünschten Praxisbezug. Anhand eines fiktiven Schadensereignisses mit Auswirkungen auf die Ruhrwasserqualität wurde das korrekte Ausfüllen des Meldeformulars exemplarisch vorgeführt sowie Anregungen und Fragen aus dem Kreis der Teilnehmer diskutiert. Mit dem abschließenden Vortrag, der die Frage „Wie gehe ich als Empfänger mit einer Meldung um?“ aufgriff, rundete Lütz die Schulung ab.

18 AWWR-Investitionsprogramm zur Ertüchtigung der Wasserwerke an der Ruhr schreitet voran – Statusberichte von drei Mitgliedsunternehmen

Trotz der deutlichen Verbesserungen der Ruhrwasserqualität in den letzten Jahren und anhaltender Anstrengungen beim vorsorgenden Gewässerschutz kann der Fluss nicht vollständig gegen Stoffeinträge geschützt werden. Daher sorgen zahlreiche Wasserwerksbetreiber an der Ruhr vor und erhöhen weiter die Sicherheit gegenüber nicht vorhersehbaren mikrobiologischen oder chemischen Verunreinigungen. Dafür setzen sie ein umfangreiches Investitionsprogramm in Höhe von rund 300 Millionen Euro um.

Die ersten Wasserwerke konnten bereits umgebaut und erweitert werden, einige sind noch dabei oder folgen in Kürze. Nachfolgend geben drei AWWR-Mitgliedsunternehmen einen kurzen Sachstandsbericht zu ihren wesentlichen Umbaumaßnahmen.

Inbetriebnahme des Verbundwasserwerks Essen Horst Überruhr der Wassergewinnung Essen GmbH

Gregor Langenberg, Andreas Lütz, Wassergewinnung Essen GmbH

Als im Jahr 2008 der Startschuss zu den Bauarbeiten am Verbundwasserwerk Essen Horst Überruhr fiel, zeichnete sich bereits ab, dass die Ein- und Anbindung aller neu erstellten Anlagenteile und Rohrleitungsverbindungen an die Altanlagen eine besondere Herausforderung bergen würde. Schließlich galt bzw. gilt es, für den gesamten Zeitraum den Betrieb der Werke aufrechtzuerhalten.

Eine der ersten Fragestellungen galt den insgesamt vier Kilometer langen Verbindungsleitungen DN 1400, welche die Standorte Horst mit den Wasseraufbereitungsanlagen WAA I (Bestand) und WAA II (Neubau) verbinden. Mit Fertigstellung der Rohrleitungen gegen Ende 2011 musste ein Zeitraum von rund drei Jahren überbrückt werden, bis durch die ersten Teilstücke Roh- und Trinkwasser hindurchströmen konnte. Ein dauerhafter Spülbetrieb hätte riesige Mengen Trinkwasser verschlungen, hinzu wäre das Problem gekommen, das Spülwasser auch abschlagen zu müssen. Die theoretische Überlegung, dass in einem geschlossenen, nährstoffarmen „Raum“ keine explosionsartige bzw. unendliche Vermehrung von Mikroorganismen stattfinden kann, führte letztlich zu der Lösung, die Leitungen im gefüllten und desinfizierten Zustand zu belassen und die Entwicklung durch regelmäßige Probenahmen zu beobachten. Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen bestätigten letztlich diese Annahme; es kam in den Leitungen zu keiner nennenswerten Entwicklung von Keimen, die eine über das normale Maß hinausgehende Spülung oder gar Reinigung notwendig gemacht hätten.

Die eigentlichen Schritte der Inbetriebnahme konzentrieren sich auf das Jahr 2015, beginnend mit der Aufnahme der Förderung von Bodenfiltrat aus Horst in die Wasseraufbereitungsanlage I in



Bild 18.1: Kontrolle des statischen Mixers zur Einmischung von Wasserstoffperoxid zur Restozonvernichtung in der Wasseraufbereitungsanlage I in Überraehr
 Fig. 18.1: Checking the static mixer for the blending of hydrogen peroxide to eliminate residual ozone at the water treatment facility I at Überraehr

Überraehr im Januar. Die Wassergewinnung Burgaltendorf, die im Verbundwasserwerk als mengenmäßig maßgeblicher Rohwasserlieferant für die nachfolgenden Aufbereitungsschritte fungiert ist zwar von größeren Umbaumaßnahmen verschont geblieben; jedoch musste die seit dem Jahr 2010 bestehende Praxis der Zweitversickerung alsbald auf die Einfachversickerung zurückgestellt werden. Die im Zuge der Versorgung Überraehr zusätzlich abgeforderte Menge von rund 4.000 bis 5.000 Kubikmetern pro Stunde brachte das System der Zweitversickerung rasch an seine Grenzen.

Besondere Anforderungen stellt die Aufrechterhaltung des normalen Förderbetriebes des Pumpwerks Horst parallel zur Förderung von Bodenfiltrat in Richtung Überraehr. Bis zur abschließenden Inbetriebnahme der neuen Wasseraufbereitungsanlage II in Überraehr wird die Netzförderung des Pumpwerks noch mit Bodenfiltrat aus der Wassergewinnung Burgaltendorf aufrechterhalten. Gleichzeitig wird die in Überraehr benötigte Rohwassermenge mittels des neu erstellten Rohwasserpumpwerks gefördert (Bild 18.1). Die gesamte aus der Wassergewinnung stammende Rohwassermenge wird somit in zwei Ströme aufgeteilt, wobei nur einer davon, die

Trinkwasserförderung ins Rohrnetz, mit Natronlauge neutralisiert und mit Chlordioxid desinfiziert werden muss. Es galt hier, strömungs- und regelungstechnische Probleme zu lösen.

Am Standort Überraehr sind im ersten und zweiten Quartal 2015 ebenfalls zwei Aufgaben parallel bearbeitet worden. Zum einen musste die bisher mit Ruhrwasser beaufschlagte WAA I gereinigt und teilweise instandgesetzt werden, was konstruktionsbedingt eine komplette Außerbetriebnahme notwendig machte. Die bereits im Laufe der 90er Jahre mit Epoxidharz sanierten Betonoberflächen ließen sich durch Einsatz der passenden Reinigungschemikalien gut von den Überresten und Ablagerungen des ungefilterten Ruhrwassers befreien.

Zum anderen galt es, die neue Aufbereitungsanlage II vor der Beaufschlagung mit Wasser ebenfalls zu reinigen und im Anschluss die sechs dort installierten Pumpen (Bild 18.2) in Betrieb zu nehmen. Im Vordergrund stand vor allem die Frage, auf welchem Wege die großen Wassermengen durch die neuen Anlagenteile geleitet und schließlich abgeschlagen werden konnten, um damit die Versickerung über die Langsamsandfilter in den Untergrund in Überraehr aufrecht zu erhalten. Im Endausbau des Verbundwasserwerks wird dieser Verfahrensschritt zwar wegfallen, für die Phase der Inbetriebnahme wird die Versorgung des Pumpwerks 1 und damit der Stadt Essen nach wie vor auf diesem Wege sicher gestellt. Zwei groß dimensionierte Entleerungsleitungen DN 600 sorgen schließlich dafür, dass der Spagat zwischen der Inbetriebnahme der WAA II und der Aufrechterhaltung der Versickerung gelingen konnte. Auch hier mussten eingefahrene Betriebspfade verlassen werden, um zum Ziel zu gelangen.

Ab dem Spätsommer 2015 erfolgt der Anschluss des Pumpwerks Horst und anschließend des Pumpwerks 1 an die WAA II. Um zu-



Bild 18.2: Einbringung einer der drei Rohwasserpumpen am Standort Horst
 Fig. 18.2: Installation of one of the three raw water pumps at the Horst site



Bild 18.3: Einbringung einer der sechs Schnellfiltratpumpen in den Rohrkeller der Wasseraufbereitungsanlage II in Überruhr
 Fig. 18.3: Installation of one of the six rapid filtration pumps in the pipe gallery at the water treatment facility II at Überruhr

nächst eine gewisse Betriebssicherheit zu erlangen, wird die Versorgung des Pumpwerks 1 im ersten Schritt zweigleisig erfolgen: Mittels einer Trennung des Saugsystems wird erreicht, dass sowohl über das Heberleitungssystem aus dem Untergrund in Überruhr gezogen werden kann als auch im freien Gefälle aus den Reinwasserbehältern.

Ende 2015 wird somit die hydraulische Inbetriebnahme abgeschlossen sein. Mit der Befüllung der Adsorptionsfilter in der WAA II mit Aktivkohle im ersten Quartal 2016 wird schließlich das neue Essener Verfahren in Gänze seinen Betrieb aufnehmen.

Statusbericht zum Neubau des Wasserwerks (WW) Hennesee, Meschede, der Hochsauerlandwasser GmbH

Robert Dietrich, Hochsauerlandwasser GmbH

Die Hochsauerlandwasser GmbH (HSW) als interkommunales Versorgungsunternehmen der Gemeinde Bestwig sowie der Städte Meschede und Olsberg betreibt insgesamt 20 Wassergewinnungsanlagen im Ruhreinzugsgebiet. Davon liegen vier direkt an der oberen Ruhr zwischen Bestwig-Velmede und Meschede-Freienohl.

Zwei dieser Anlagen sind ab dem Jahr 2005 nach und nach auf den Stand der Technik ertüchtigt worden. Die beiden anderen Anlagen sollen durch den Neubau einer Trinkwasseraufbereitungsanlage an der Hannelalsperre (Wasserwerk Hennesee), ersetzt und später rückgebaut werden. Erste Überlegungen zur Nutzung der Talsperre als Rohwasserlieferant wurden bereits infolge des relativ trockenen Sommers im Jahr 2003 angestellt, da in der Region in Trockenzeiten auch noch eine Wasserbedarfsunterdeckung besteht.

Das im Bau befindliche WW Hennesee wird in seiner ersten Ausbaustufe bis zu 6.800 Kubikmeter (m³) Trinkwasser täglich aufbereiten können. Da der Wasserverband Hochsauerland (WVH) sich die Option für eine zweite Ausbaustufe gesichert hat, wurden alle entscheidenden Komponenten wie die Entnahmeleitung, die Einspeiseleitung, der Stromanschluss usw. von Anfang an entsprechend größer ausgelegt, so dass im Bedarfsfall letztlich „nur“ eine Erweiterung des Gebäudes und der Verfahrenstechnik vorzunehmen wäre.

Aufbereitungskonzept

Da die Hannelalsperre des Ruhrverbands mit ihren drei - teils intensiv genutzten - Einzugsgebieten keine originäre Trinkwassertalsperre ist, bedarf das zukünftig aus ihr entnommene Rohwasser im Rahmen eines Multibarrierenkonzeptes sowohl eines intensiven Monitorings als auch einer mehrstufigen Aufbereitung nach dem Stand der Technik.

Das vom Ruhrverband gegen ein gesondertes Entgelt zur Verfügung gestellte Talsperrenwasser kann künftig über eine rund 200 Meter lange Entnahmeleitung (DN 400) wahlweise aus beiden Grundablässen der Hannelalsperre entnommen werden. Nach einer Flockung mittels Poly-Aluminium-Chlorid (PAC) und dem Durchströmen eines Verweilzeitbehälters passiert das Rohwasser zunächst Vorfilter (Trennweite: 300 µm), um anschließend eine Ultramembranfiltrationsstufe zur Entfernung von Partikeln und mikrobiologischen Beladungen, wie Keimen, Bakterien, Viren, Parasiten usw. zu durchlaufen. Im Anschluss erfolgt zur Verbesserung der Enteisenung und Nitrifikation in der nachgeschalteten Tiefenfiltration eine bedarfsweise Dosierung von technischem Sauerstoff sowie von Natronlauge, um den pH-Wert des Wassers anzuheben. In drei Mehrschichtfiltern (Zweischichtaufbau) vollzieht sich dann die zuvor beschriebene Tiefenfiltration über Hydroanthrasit H (Braunkohlekoks) und ein Manganmischoxid zur Enteisenung, Nitrifikation und Entmanganung.

Vor der abschließenden Sicherheitsdesinfektion mittels Chlordioxid durchläuft das Wasser noch eine Aktivkohlestufe aus zwei in Reihe geschalteten Aktivkohlefiltern zur Senkung des DOC (Dissolved Organic Carbon / gelöster organisch gebundener Kohlenstoff) und damit zur weiteren Herabsetzung des Wiederverkeimungspotenzials des Trinkwassers. Außerdem ist die Kornaktivkohle in der Lage, mögliche Spurenstoffe wie Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel oder Tierarzneimittelrückstände zurückzuhalten.

Am Ende der Aufbereitungskette, die als „geschlossenes System“ konzipiert ist, muss über Druckerhöhungspumpen lediglich der



Bild 18.4: Luftbild des im Bau befindlichen Wasserwerks Hennesee (Foto Kleinsorge Meschede)

Fig. 18.4: Aerial view of the waterworks Henneese under construction (Foto Kleinsorge Meschede)

Restdruck aufgebaut werden, der erforderlich ist, um das Trinkwasser über eine 720 Meter lange Transportleitung (DN 400) in das vorhandene Wasserversorgungssystem einzuspeisen. Durch die volle Nutzung des Talsperrenvordrucks ist hier eine äußerst energieeffiziente Lösung entstanden.

Baufortschritt

Im Vorfeld der Planung standen die Abgabe einer trinkwasserhygienischen Stellungnahme durch das Hygiene-Institut des Ruhrgebiets - Institut für Umwelthygiene und Toxikologie in Gelsenkirchen, die Erstellung mehrerer Studien und eine Pilotierung vor Ort an der Hennetalsperre durch das IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH aus Mülheim sowie eine intensive Abstimmung mit den zu beteiligenden Fachbehörden und dem Ruhrverband. Daran anschließend übernahm die H2U aqua.plan.Ing-GmbH aus Neukirchen-Vluyn die Planung der Gesamtanlage, so dass am 25. März 2014 der erste Spatenstich durch den seinerzeitigen Aufsichtsratsvorsitzenden der HSW, Bürgermeister Wolfgang Fischer (Olsberg), erfolgen konnte.

Bis zum Jahreswechsel 2014/2015 war es möglich, alle Filterkessel und sonstigen größeren Behälter in den Rohbau mit einem umbauten Raum von insgesamt ca. 8.000 m³ einzubringen, so dass vor dem Winter auch noch das Dach geschlossen werden konnte (Bild 18.4).

Die Inbetriebnahme der Anlage ist für den Jahreswechsel 2015/2016 vorgesehen und die zu erwartenden Gesamtkosten werden sich einschließlich roh- und trinkwasserseitiger Anbindung, Planungs- und Nebenkosten, Grunderwerb etc. voraussichtlich auf ca. sechs Millionen Euro belaufen.

Durch eine ausnahmslos konstruktive Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten, vor allem aber auch des Ruhrverbands, entsteht nunmehr an der Hennetalsperre eines der modernsten Wasserwerke im Einzugsgebiet der Ruhr.

Stilllegung des Wasserwerks Bochum-Stiepel und Neubau einer Transportleitung für Bochum

Dr. Frank Peper, Stadtwerke Bochum Holding GmbH, Stefan Sanft und Martin Böddeker, Gelsenwasser AG

Die Landesregierung Nordrhein-Westfalen hatte die Wasserwerke an der Ruhr im Jahr 2010 aufgefordert, zum vorbeugenden Gesundheitsschutz die Wasseraufbereitungen, soweit noch nicht vorhanden, um eine Flockungs-, Ozonungs- und Aktivkohleadsorptionsstufe sowie eine UV-Desinfektion zu ergänzen. Das Wasserwerk in Bochum-Stiepel (Bild 18.5) erfüllte zwar stets die strengen Grenzwerte der Trinkwasserverordnung, hätte aber aufgrund der behördlichen Anordnung um eine neue Ozonung und Aktivkohleadsorption ergänzt werden müssen. Hierzu wäre auch der Bau eines neuen Aufbereitungsgebäudes im Ruhrtal am Wasserwerk Bochum-Stiepel der Wasserbeschaffung Mittlere Ruhr GmbH (WMR) notwendig gewesen. Die deutlich wirtschaftlichere Alternative stellte die Anbindung des Bochumer Wassernetzes an das bereits in der Modernisierung befindliche Wasserwerk Witten der Wasserwerke Westfalen GmbH dar. Hierzu sind ein Leitungsbau mit einer Länge von 4,2 Kilometern (DN 800) von Witten nach Bochum sowie der Bau einer Druckerhöhungsanlage erforderlich. Die Baumaßnahme wurde im Juli 2014 begonnen und voraussichtlich Ende des dritten Quartals 2015 abgeschlossen sein.



Bild 18.5: Wasserwerk und Wasserkraftanlage Bochum-Stiepel
Fig. 18.5: Waterworks and hydropower plant Bochum-Stiepel

Bisher wurden im Wasserwerk in Bochum-Stiepel rund 14 Millionen Kubikmeter Wasser jährlich gewonnen. Zukünftig wird diese Menge zu einem Drittel durch zusätzliche Lieferungen des Wasserwerks Essen (Wassergewinnung Essen GmbH) und – nach Fertigstellung der geplanten Wassertransportleitung – zu zwei Dritteln durch Zulieferung des Wasserwerks Witten (Wasserwerke Westfalen GmbH) ersetzt.

Zur Umsetzung der beschriebenen Lösung wurden verschiedene Trassenalternativen im Rahmen der Vorplanung intensiv geprüft und kontinuierlich im Planungsprozess weiter optimiert. Dabei standen sowohl die technisch-wirtschaftliche Realisierbarkeit als auch die Eignung der Trasse hinsichtlich ökologischer Aspekte im Fokus. Die geplante Trasse liegt in Teilabschnitten in einem Umfeld, in dem seltene und besonders schützenswerte Amphibien leben. Daher war bereits in den frühen Planungsphasen ein Landschaftsarchitekt eingeschaltet, der die Belange des Umwelt- und Naturschutzes untersucht hat. Die Umweltverträglichkeit des Projektes wurde geprüft, unter anderem durch Kartierung der beheimateten Arten und Prüfung der Realisierung einer dauerhaften Amphibienschutzeinrichtung im Lottental. Die Untersuchungen mündeten schließlich in einen landschaftspflegerischen Begleitplan, der die Maßschnur für die spätere Bauausführung darstellte.

Die ausgewählte und genehmigte Trasse führt ausgehend von Wittener Stadtgebiet über die Wittener Universitätsstraße - inkl. Unterpressung der Autobahn A 43 (Bild 18.6) - über die Querenburger und die Hevener Straße zum Ölbach (unmittelbar nördlich des Kemnader Stausees). Auf Bochumer Stadtgebiet wird die Trasse dann über die Straße „Im Lottental“ (Bild 18.7) zum Anbin-



Bild 18.6: Unterpressung der Autobahn A 43
 Fig. 18.6: Pipe ramming underneath the A43 motorway

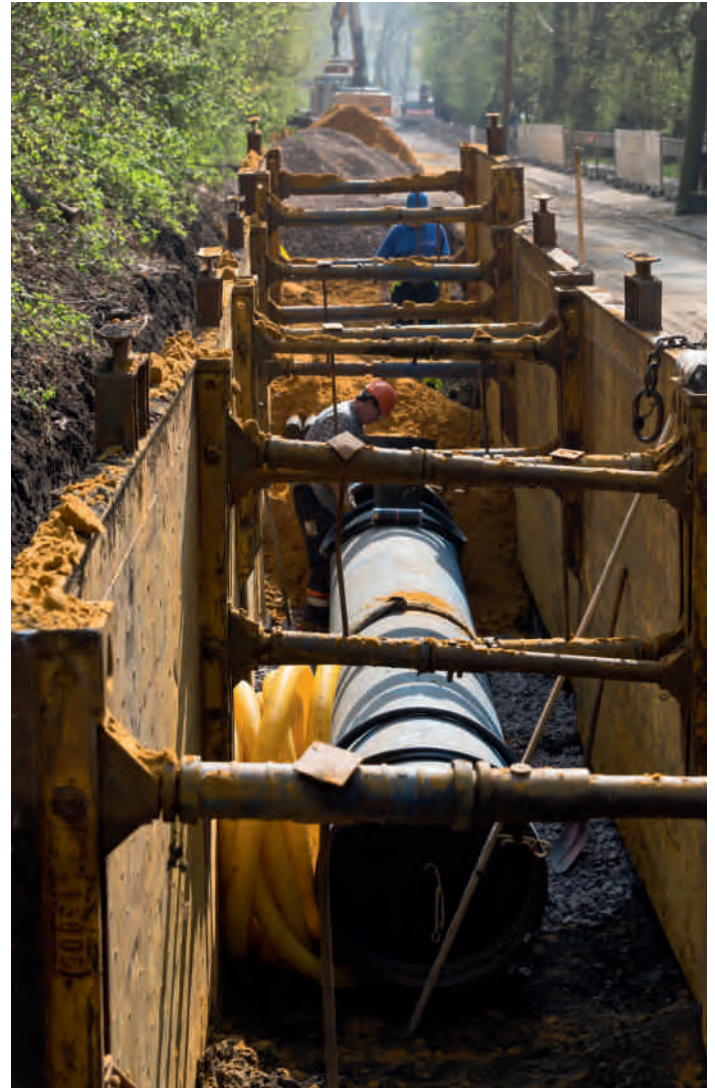


Bild 18.7: Rohrleitungsbau im Bochumer Lottental
 Fig. 18.7: Pipeline construction in the Lottental valley in Bochum

dungspunkt an das Wassernetz der Stadtwerke Bochum weitergeführt. Alle parallel laufenden Planungen, wie Radwegebau, Renaturierungsvorhaben, städtebauliche Aspekte, wurden frühzeitig in die Planungen zum Bau der Wasserleitung integriert. Beispielsweise wurden die Planungen zur Renaturierung des Lottenbaches und des Wasserleitungsbaus zwischen WMR und Stadt Bochum eingehend abgestimmt, um spätere Konfliktpunkte bereits im Vorfeld auszuschließen.

Die Arbeiten zur Erstellung der Leitung und der Druckerhöhungsanlage laufen bislang planmäßig, so dass die Wassergewinnung in Bochum-Stiepel voraussichtlich im Laufe des vierten Quartals 2015 eingestellt werden kann. Die ökologische Stromgewinnung aus Wasserkraft wird weiterbetrieben. Das Wasserschutzgebiet wird nach Stilllegung des Wasserwerks Bochum-Stiepel von Amts wegen aufgehoben.

19 Organisation der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR)

Stand 31. Dezember 2014

Mitglieder und ständige Gäste

Präsidium:

Robert Dietrich, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede
Dr. Christoph Donner, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr (Vorsitzender)
Roland Rütger, Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen
Hansjörg Sander, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH
Helmut Sommer, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte

Mitglieder:

Dieter ten Eikelder, AVU Aktiengesellschaft für Versorgungsunternehmen, Gevelsberg
Dietmar Bückemeyer, Stadtwerke Essen AG
Robert Dietrich, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede
Dr. Christoph Donner, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Bernd Heitmann, Stadtwerke Fröndenberg GmbH
Dr. Dirk Waider, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen
Dr. Ralf Karpowski, Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH
Thomas Kroll, Wasserbeschaffungsverband Arnberg
Gregor Langenberg, Wassergewinnung Essen GmbH
Axel Reuber, Stadtwerke Brilon AöR
Bernd Reichelt, Stadtwerke Menden
Roland Rütger, Mark-E AG, Hagen
Hansjörg Sander, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH
Dieter Schick, Stadtwerke Hamm GmbH
Helmut Sommer, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Jürgen Schwarberg, Stadtwerke Sundern
Dietmar Spohn, Stadtwerke Bochum GmbH

Ständige Gäste:

Prof. Dr. Harro Bode, Ruhrverband, Essen
Christine Elhaus, Bezirksregierung Arnberg
Heidmarie Ohlhoff, Bezirksregierung Düsseldorf
Gerhard Odenkirchen, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW, Düsseldorf
Dr. Wolfgang van Rienen, BDEW/DVGW Landesgruppe NRW, Bonn
Dr. Matthias Schmitt, ARW Arbeitsgemeinschaft Rhein-Wasserwerke e.V., Köln
Priv.Do. Dr. Georg Joachim Tuschewitzki, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen
Ninette Zullei-Seibert, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte (bis Mitte 2014)

Kontakte

Anschrift:

AWWR Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V.
Zum Kellerbach 52
58239 Schwerte

Geschäftsstelle:

AWWR Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V.
c/o Gelsenwasser AG
Geschäftsführer: Dipl.-Geol. Ulrich Peterwitz
Willy-Brandt-Allee 26
45891 Gelsenkirchen
Tel.: 0209 708-274
Fax.: 0209 708-708



Ausschuss Wassergüte

Obmann: Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

- Dr. Thomas Bals, Energie- und Wasserversorgung Hamm GmbH, Hamm
- Ingo Becker, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
- Dr. Georg Böer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte
- Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen
- Uwe Frost, Ruhrverband, Essen
- Prof. Dr. Ralf Klopp, Ruhrverband, Essen
- Thomas Kroll, Stadtwerke Arnsberg GmbH & Co KG, Arnsberg
- Bernd Lange, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung GmbH, Mülheim (ab Mai 2014)
- Thomas J. Lottes, VWW Verbund Wasserwerk Witten GmbH, Witten
- Dr. Gudrun Preuß, Institut für Wasserforschung GmbH Dortmund, Schwerte
- Ortwin Rodeck, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen
- Dr. Mathias Schöpel, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
- Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte
- Christian Skark, Institut für Wasserforschung GmbH Dortmund, Schwerte
- Gerhard Strücker, Mark-E AG, Hagen
- Dr. Georg Tuschewitzki, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen

Arbeitskreis Allgemeine und anorganische Analytik

Obmann: Dr. Georg Böer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

- Dr. Thomas Bals, Energie- und Wasserversorgung Hamm GmbH, Fröndenberg
- Dr. Georg Böer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte
- Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen
- Kay Jansen, Ruhrverband, Essen
- Guido Lens, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
- Thomas J. Lottes, VWW Verbundwasserwerk Witten GmbH, Witten
- Monika Raabe, Mark-E AG, Hagen
- Dr. Achim Rübel, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung Gemeinnützige GmbH, Mülheim
- Dr. Daniel Schunk, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim

Arbeitskreis Organische Spurenanalytik

Obfrau: Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen

Dr. Peter Baalsa, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, Mülheim (seit Oktober 2014)
Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen
Heinz-Jürgen Dibowski, Ruhrverband, Essen
Ulrich Gatzemann, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte
Guido Lens, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Monika Raabe, Mark-E Aktiengesellschaft, ENERVIE Gruppe, Labor
Regina Respondek, LANUV Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Recklinghausen, Außenstelle Düsseldorf
Dr. Friedrich Werres, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung GmbH, Mülheim (bis September 2014)

Arbeitskreis Mikrobiologie

Dr. Thomas Bals, Energie- und Wasserversorgung Hamm GmbH, Fröndenberg
Guido Geburtzky, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Dr. Anne Heyer, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Jörg Kriegsmann, Verbundwasserwerk Witten GmbH, Witten
Bettina Langer, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen
Dr. Gudrun Preuß, Institut für Wasserforschung GmbH Dortmund, Schwerte
Ute Stratmann, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte
Gisela Trope, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen
Dr. Jost Wingender, Universität Duisburg-Essen, Essen
Susanne Zander-Hauck, Ruhrverband, Essen

Ausschuss Wassergewinnung und -aufbereitung

Obmann: Andreas Lütz, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen

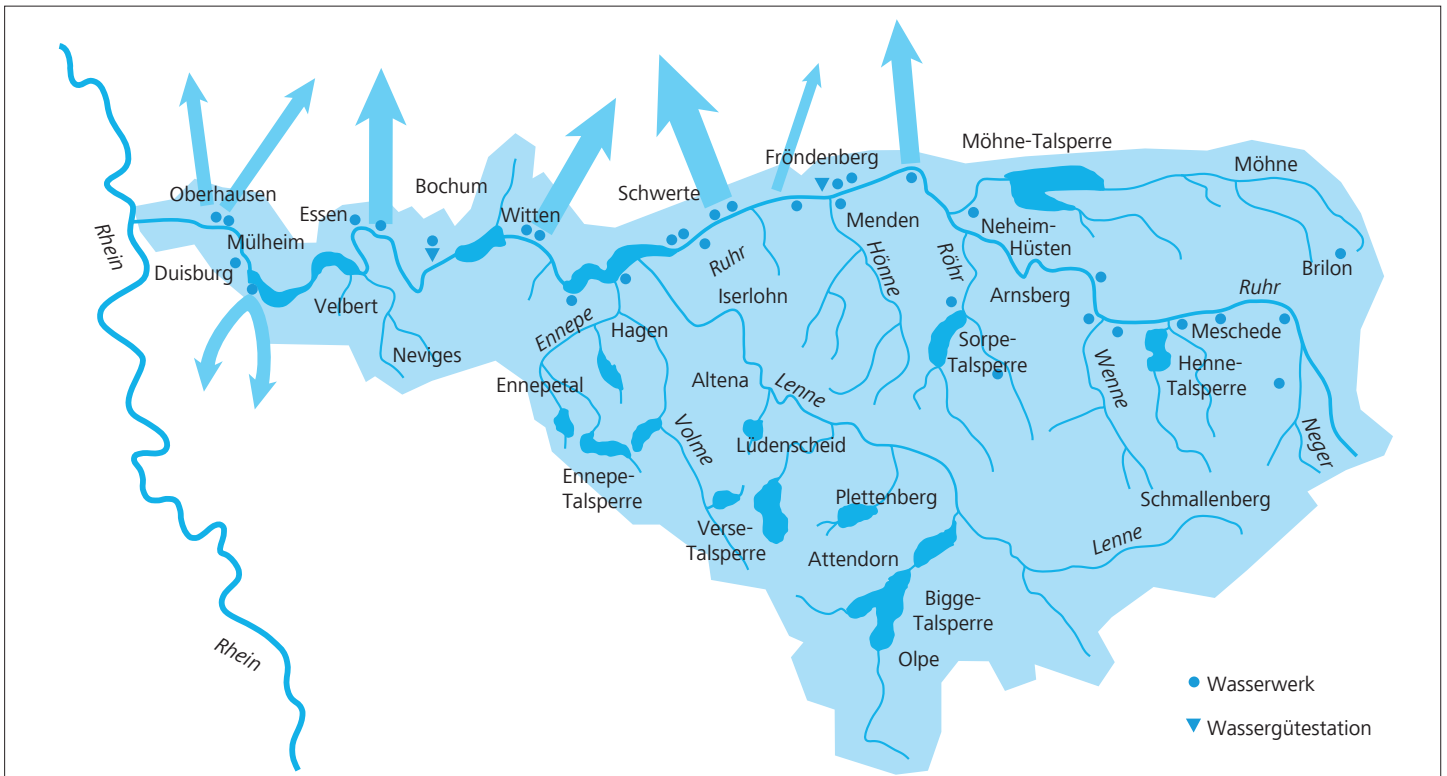
Thomas Bock, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Thomas Brenne, Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen
Robert Dietrich, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede
Klaus Döhmen, AVU Aktiengesellschaft für Versorgungsunternehmen, Gevelsberg
Jürgen Drees, Stadtwerke Fröndenberg GmbH, Fröndenberg (bis 4. März 2014)
Dr. Peter Evers, Ruhrverband, Essen
Christian Finger, Stadtwerke Brilon, Brilon
Angela Herzberg, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr (bis 29. Oktober 2014)
Hartmut Insel, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr (ab 29. Oktober 2014)
Dr. Peter Kappler, Stadtwerke Bochum GmbH, Bochum
Peter Klein, Ruhrverband, Essen
Thomas Kroll, Stadtwerke Arnsberg GmbH & Co KG, Arnsberg
Matthias Lürbke, Stadtwerke Menden GmbH, Menden
Andreas Lütz, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen
Magnus Meckelburg, GELSENWASSER AG, Gelsenkirchen
Dieter Schick, Stadtwerke Hamm GmbH, Hamm
Jürgen Schwarberg, Stadtwerke Sundern, Sundern
Priv. Doz. Dr. Georg-Joachim Tuschewitzki, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen

Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit

Obmann: Ramon Steggink, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr (ab 21. Februar 2013)

Jörg Fröhling, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede
Cornelia Helm, Stadtwerke Hamm GmbH, Hamm
Kai Krischnak, Stadtwerke Bochum GmbH (ab 21. Mai 2014)
Dirk Pomplun, Stadtwerke Essen AG, Essen
Jörg Prostka, AVU Aktiengesellschaft für Versorgungsunternehmen, Gevelsberg
Uwe Reuter, Mark-E-AG, Hagen
Markus Rüdell, Ruhrverband, Essen
Christian Skark, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Christian Seger, Stadtwerke Bochum GmbH, Bochum
Dr. Martina Sprotte, Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH, Dortmund
Ramon Steggink, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
Felix Wirtz, GELSENWASSER AG, Gelsenkirchen

20 Die AWWR in Zahlen



Mitglieder der AWWR	Anzahl der Wasserwerke	Gesamt-Wasserförderung
AVU Gevelsberg	1	ca. 245 Mio. m ³ /a
Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH	siehe WWW	
Gelsenwasser AG (s. auch WWW/WMR)	1	
Hochsauerlandwasser GmbH	6	
Mark-E Aktiengesellschaft	1	
RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH	4	
Stadtwerke Arnsberg GmbH	1	
Stadtwerke Bochum GmbH	siehe WMR	
Stadtwerke Brilon AöR	1	
Stadtwerke Essen AG	1	
Stadtwerke Fröndenberg GmbH	1	
Stadtwerke Hamm GmbH	1	
Stadtwerke Menden GmbH	1	
Stadtwerke Sundern	2	
VWW Verbund -Wasserwerk Witten GmbH	1	
Wasserbeschaffung Mittlere Ruhr (WMR)	1	
Wasserbeschaffungsverband Arnsberg	1	
Wassergewinnung Essen GmbH (WGE)	s. Stadtwerke Essen/Gelsenwasser AG	
Wasserwerke Westfalen GmbH (WWW)	7	

21 Analysergebnisse des Ausschusses Wassergüte

Einführung

von Dr. Volkmar Neitzel, Ruhrverband

Allgemeines

Die nachfolgend dokumentierten und ausgewerteten Analysergebnisse zur Ruhrwasserbeschaffenheit 2014 wurden von den folgenden Unternehmen bereitgestellt:

Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen
RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH,
Mülheim
Ruhrverband, Essen
Stadtwerke Hamm GmbH
Wassergewinnung Mittlere Ruhr GmbH
Wasserwerke Westfalen GmbH

Die Untersuchungen erfolgten in den unternehmenseigenen Laboratorien bzw. durch die Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH. Weiterhin wurden für einige Kenngrößen das Hygiene-Institut in Gelsenkirchen und das IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser GmbH beauftragt. Die einzelnen Institutionen übermittelten die Daten per E-Mail an den Ruhrverband, wo die Auswertung erfolgte.

Gemäß der seit 2006 geänderten Messstrategie wurden die Ruhr und ihre acht wichtigsten Nebenflüsse (diese jeweils im Mündungsbereich) quartalsweise hinsichtlich verschiedener physikalischer, chemischer und biologischer Größen in Form von Längsprofilen untersucht, um örtliche Veränderungen festzustellen. Darüber hinaus erfolgte an zehn vereinbarten Messstellen eine zeitlich dichte Überwachung mit möglichst wöchentlichen Messungen. Die bestimmten Pflanzenschutzmittel werden in den nachfolgenden Ausführungen gesondert betrachtet. Tabelle 21.1 gibt eine Übersicht über die Messstellen und die untersuchenden Laboratorien. Für die Nebenbäche ist in der Spalte Ruhr-km in Klammern die Kilometrierung aufgeführt, bei der der Nebenbach in die Ruhr mündet.

Seit 2006 gelten für die Ruhr überarbeitete Zielwerte, die als 90-Perzentile festgelegt wurden. Eine Ausnahme bilden die coliformen Bakterien, deren Zielwert als geometrisches Jahresmittel definiert ist. In Tabelle 21.2 sind für die 13 vereinbarten Stoffe bzw. Stoffgruppen die Zielwerte mit den in 2014 festgestellten Überschreitungen zusammengestellt. Tabelle 21.6 am Ende der Analysenstatistik enthält alle dokumentierten Messgrößen zur besseren Auffindbarkeit in alphabetischer Reihenfolge.

Ruhrlängsuntersuchungen

Die Auswertung und Dokumentation stützt sich auf rund 3600 Werte zu den Längsuntersuchungen. Der Ruhrverband entnahm und analysierte an 31 Probenahmestellen Wasserproben hinsicht-

lich maximal 41 Kenngrößen (ohne Pflanzenschutzmittel), während das Hygiene-Institut beauftragt wurde, dies an 14 Stellen vorzunehmen und das mit z. T. erheblich eingeschränktem Untersuchungsumfang. Während der vier Längsuntersuchungen konnten am Pegel in Hattingen die in Tabelle 21.3 zusammengestellten Abflüsse bestimmt werden.

Die Analysergebnisse von 41 Messgrößen sind nachfolgend in Form von Ganglinien dargestellt (Bild 21.1 bis 21.7). Es wurden jeweils sechs Kenngrößen zu einem Block zusammengefasst. Die 42. dargestellte Größe in Bild 21.7 ist der mittlere Abfluss am Pegel in Hattingen während der Längsuntersuchungen. Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden mit dem Betrag der Bestimmungsgrenze in den Grafiken berücksichtigt und sind durch das Symbol „*“ kenntlich gemacht. Die senkrecht verlaufenden gestrichelten Linien kennzeichnen die Probenahmestellen. Die Abkürzungen RV bzw. HYG stehen für Ruhrverband respektive Hygiene-Institut.

Die Grafiken enthalten nur die Analysergebnisse der Ruhr, da in den Nebenbachmündungen z. T. wesentlich höhere Messwerte vorlagen. In Tabelle 21.4 sind für 41 untersuchte Kenngrößen die Mittelwerte zu acht Nebenflüssen/-bächen der Ruhr aufgeführt. Sie werden durch sechs ausgesuchte Längsprofile ergänzt, deren Form derjenigen der Ruhrlängsuntersuchungen entsprechen (Bild 21.8). Die Grafiken enthalten jeweils den Mittelwert der angegebenen Kenngröße für die Ruhr als Ganglinie und für die Nebenflüsse/-bäche als Punkt.

Zeitlich dichte Ruhrüberwachung

Die zeitlich dichte Überwachung der Ruhr erfolgte an zehn Probenahmestellen hinsichtlich maximal 24 Messgrößen. Aufgrund der unterschiedlichen Kapazitäten oder Monitoringstrategien der beteiligten Laboratorien wurden je nach Kenngröße in der Regel wöchentliche oder monatliche Untersuchungen durchgeführt. In einzelnen Fällen betrug die jährliche Untersuchungshäufigkeit bis zu 160, teilweise konnten bestimmte Kenngrößen nicht bestimmt werden. Der Auswertung lagen insgesamt etwa 9000 Messwerte (ohne Pflanzenschutzmittel) zu der zeitlich dichten Ruhrüberwachung zugrunde.

Die Analysergebnisse wurden zu statistischen Parametern wie Mittel-, Extrem- und Perzentilwerten verdichtet und nachfolgend in einer kombinierten tabellarisch-grafischen Form dokumentiert (Bild 21.9 bis 21.32). Innerhalb der Rechenalgorithmen wurden Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze mit 30 % der Bestimmungsgrenze berücksichtigt. Bei den Mittelwerten und Perzentilen, deren errechneter Betrag unterhalb der Bestimmungsgrenze lag, wurde ersatzweise die Bestimmungsgrenze mit einem vorangestellten „<“ angegeben. Die Minimal- und Maximalwerte sind jeweils mit ihrem Messdatum angegeben. Sofern ein Extremwert mehrfach gemessen wurde, ist statt des Datums die Kennung „Mehrere“ gesetzt.

Tabelle 21.1: Übersicht über die Messstellen und die untersuchenden Laboratorien
 Table 21.1: 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 Aackerfähre

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

Tabelle 21.2: Zielwerte für die Qualität des Ruhrwassers mit Überschreitungen im Jahr 2014
 Table 21.2: Target values for the quality of Ruhr water and exceedings in 2014

Kenngröße		Überschreitungen der Zielwerte 2014	Einheit	Zielwert als 90 Perzentil	Trinkwasser-Grenzwert (Trinkw.-V. v. Mai 2001)
Cadmium	Cd	keine	µg/l	1	5
Nickel	Ni	keine	µg/l	10	20
Ammonium	NH ₄	keine	mg/l	0,6	0,5
Nitrat	NO ₃	keine	mg/l	25	50
Phosphat gesamt gelöst	PO ₄	keine	mg/l	0,5	
Gel. org. geb. Kohlenstoff	DOC	keine	mg/l	5	
Tetrachlorethen		keine	µg/l	1	10 für die Summe aus beiden
Trichlorethen		keine	µg/l	1	
Diethyltrinitrilopentaessigsäure	DTPA	an einer Stelle	µg/l	10	
Ethylendinitrilotetraessigsäure	EDTA	an drei Stellen	µg/l	10	
Nitritotriessigsäure	NTA	keine	µg/l	10	
PSM ¹⁾		keine	ng/l	50	100
Coliforme Bakterien		keine	100ml ⁻¹	15000 ²⁾	0

¹⁾ Organisch-chemische Stoffe zur Pflanzenbehandlung und Schädlingsbekämpfung.

²⁾ Zielwerte als geometrisches Jahresmittel.

Tabelle 21.3: Mittlere Abflüsse während der Längsuntersuchungen
 Table 21.3: 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)	17.2.2014	84,2
Frühjahr / Ruhrverband (RV)	04.03.2014 bis 06.03.2014	32,4
Sommer / Hygiene-Institut (HYG)	25.08.2014	28,7
Herbst / Ruhrverband (RV)	27.10.2014 bis 29.10.2014	46,2

Unterhalb der Tabellen sind die Messwerte der zeitlich dichten Untersuchung in ihrem zeitlichen Verlauf dargestellt. Die Grafiken enthalten die Messwerte von jeweils zwei benachbarten Probenahmestellen als schwarze bzw. blaue Linie unter den entsprechenden Spalten. Welche Ganglinie zu welcher Spalte gehört, ist mittels einer farbigen Linie unterhalb der Tabellenspalten kenntlich gemacht. Zur besseren Vergleichbarkeit sind alle Grafiken zu einer Kenngröße gleich skaliert. Als ergänzende Information ist jeweils links der zeitliche Verlauf des Abflusses der Ruhr am Pegel in Hattingen dargestellt. Liegen Zielwertüberschreitungen vor, sind diese bei den 90-Perzentilen bzw. beim geometrischen Jahresmittel (nur coliforme Bakterien) durch eine fette Schrift hervorgehoben.

Pflanzenschutzmittel

Pflanzenschutzmittel (PSM) sind chemische Substanzen, die in erster Linie Nutzpflanzen vor Schädlingsbefall (meist Insekten oder Pilze) schützen und den konkurrierenden Pflanzenwuchs unterbinden sollen. Diese hochwirksamen Verbindungen, die z. T. nur langsam abgebaut werden, dürfen in Lebensmitteln, wie dem Trinkwasser, nur in äußerst geringen Konzentrationen vorkommen. Der Gesetzgeber hat für Einzelsubstanzen im Trinkwasser einen Grenzwert von 100 ng/l festgelegt, für die Summe der Einzelsubstanzen, die über der Bestimmungsgrenze liegen, einen Wert von 500 ng/l.

Im Rahmen der Längsuntersuchungen und zeitlich dichten Ruhrüberwachung wurden 2014 rund 6650 Messungen zu den Pflanzenschutzmitteln durchgeführt. Von den 44 ausgewerteten PSM lagen bei drei Verbindungen Werte im Arbeitsbereich der Analysenverfahren vor, der Rest lag unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Bei keiner Substanz konnte ein Messwerte oberhalb des Trinkwassergrenzwertes von 100 ng/l gemessen werden. In Tabelle 21.5 ist die Überschreitungsstatistik zusammengestellt.

Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse zu Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln dienen gleichzeitig der Berichterstattung für das laufende Jahr der Kooperation Landwirtschaft/Wasserwirtschaft an der Ruhr. Die Ergebnisse flossen wie in den Vorjahren in die Tätigkeit der von den Wasserversorgungsunternehmen finanzierten Berater ein und wurden im Beirat der Kooperation diskutiert.

Kommentierung der Ergebnisse 2014

von Dr. Henning Schünke, Westfälische Wasser- und Umweltnalytik, Schwerte

Niederschläge und Abfluss: Auch im vergangenen Jahr lagen im Ruhreinzugsgebiet die Niederschläge erneut deutlich unter dem langjährigen Mittel: nach nur gut 70 % im Jahr 2013 fielen in 2014 nur knapp 75 % der sonst durchschnittlichen Niederschläge (DGJ-Ruhrverband). Die Niederschläge fielen über das gesamte Jahr 2014 verteilt, wobei im Vergleich zu vorangehenden Jahren im Sommer höhere Niederschläge auftraten (DWD-Daten).

Dies wirkte sich direkt auf den Abfluss der Ruhr aus: vor allem im ausklingenden Winter lagen auf Grund der geringeren Niederschläge die Abflüsse deutlich unterhalb der langjährigen Mittelwerte. Dagegen trat mit den Niederschlägen im Juli beim Abfluss der Ruhr der sommerliche Spitzenwert auf. Erst zum Jahresende stiegen die Abflüsse mit den zunehmenden Niederschlägen erneut an. Die Spitzen bei den Abflüssen im Juli und Dezember 2014 lagen im gesamten Ruhrverlauf deutlich unter der Hochwasserinformationsstufe (LANUV-NRW). Am zentralen Pegel in Hattingen wurden die maximalen Abflüsse im Juli mit 273 m³/s und Dezember mit 318 m³/s gemessen. Der Ruhrabfluss am Pegel Hattingen wird als ergänzende Information in Bild 21.9 bis 21.32 mit aufgeführt.

Temperaturen: Durch den milden Winter 2013/2014 und die folgenden moderaten Sommertemperaturen wurden auch bei den Wassertemperaturen in der Ruhr keine extremen Werte gemessen. Die Temperaturen folgten im Allgemeinen dem typischen Jahresgang mit dem Minimum am Ende des Winters im Februar und den maximalen Werten Ende Juli und Anfang August (Bild 21.9). Im Ruhrverlauf lagen auch die maximalen Temperaturen an den Probestellen Essen und Mülheim ganzjährig deutlich unter der 25 °C-Marke (Bild 21.9).

In den Längsuntersuchungen wurde im Ruhrverlauf in den vier Messreihen bei der Temperatur eine moderate Zunahme beobachtet (Bild 21.1).

Leitfähigkeit und Salze: Sowohl die Leitfähigkeit als auch die Salzfrachten zeigten 2014 in der Ruhr keine Auffälligkeiten. Sie variierten entsprechend der Abflusssituation gering und wiesen bei erhöhtem Abfluss die entsprechend geringsten Werte auf. In Essen traten durch eine zeitlich dichtere Kontrolle kurzfristige Schwankungen auf (Bild 21.10). Eine Zunahme der Leitfähigkeit über den Ruhrverlauf konnte in den Längsuntersuchungen nachgewiesen werden. Bei den zeitdichten Untersuchungen war dieser Trend auf Grund des geringen Anstiegs der Messwerte nicht so deutlich abzulesen (Bild 21.1).

Ein zur Leitfähigkeit vergleichbaren Verlauf wies bei den zeitdichten Messungen das Chlorid auf (Bild 21.26). Auch hier wurden die Schwankungen in Abhängigkeit der Abflüsse gefunden, blieben aber ganzjährig unauffällig. Die höheren Schwankungsfrequenzen und Amplituden wurden nur durch die häufigeren Messungen in Essen nachgewiesen.

Die Frachten der übrigen Ionen zeigten bei den Längsuntersuchungen einen dem Chlorid entsprechenden Konzentrationsverlauf (Bild 21.6).

Trübung: In der zeitdichten Überwachung durch die Wasserversorger korrelierte die Trübung erwartungsgemäß mit den Abflüssen: die Trübungsspitzen traten hier aber nur bei den Messstationen außerhalb der Stauhaltungen auf (Bild 21.12). Wie zuvor konnten auch hier mit häufigeren Probenahmen in Warmen und Essen die Schwankungen besser beobachtet werden, wobei die höchsten Amplituden im Oberlauf der Ruhr auftraten. Insgesamt lagen die Werte im Bereich der Vorjahre.

Bei den Längsuntersuchungen konnte eine weitgehend gleichbleibende Trübung nachgewiesen werden. Nur in der Messung im Frühjahr wurden an zwei Messstellen mäßige Spitzen erfasst (Bild 21.1).

Chlorophyll, Sauerstoff und pH-Werte: Der Gehalt an Chlorophyll a (Bild 21.13) stellt ein Maß für die Primär-Produzenten – also der Entwicklung der Algen – in der Ruhr dar. Entsprechend tritt ein jahreszeitlicher Verlauf mit einem Maximum im Frühjahr auf, der deutlich ab der Stauhaltung in Hagen-Hengstey nachzuweisen war und sich im weiteren Verlauf der Ruhr fortsetzte. Im Oberlauf wurden dagegen nur vereinzelt Chlorophyllgehalte bestimmt, denen aber keine eindeutige Entwicklung durch Algen zu Grunde liegen dürfte. Nach der Wachstumsphase im Frühjahr und Früh-Sommer nahmen in allen Probestellen die Gehalte an Chlorophyll a ab. Auch in der Ruhrlängsuntersuchung wurde im Frühjahr die starke Zunahme an Chlorophyll ab dem Hengsteysee nachgewiesen (Bild 21.1). Die höchsten Gehalte wurden im weiteren Verlauf der Ruhr zwischen Wetter und Essen gemessen.

Durch das Wachstum der Algen werden weitere Parameter beeinflusst: während des Wachstums wird durch den Stoffwechsel Sauerstoff freigesetzt (Bild 21.15). Aus der zeitdichten Untersuchung lässt sich der hohe Sauerstoffgehalt in der Wachstumsphase nur bedingt herauslesen, da sich die Sauerstoffbildung mit der guten physikalischen Löslichkeit des Gases im Wasser bei niedrigen Temperaturen überschneidet. Nach der Blüte der Algen wird dagegen durch Destruenten Sauerstoff bei dem Abbau der gebildeten Biomasse verbraucht. Auch hier kann eine Überlagerung des Effektes durch die Abnahme der Löslichkeit bei höheren Temperaturen in den Sommermonaten vorliegen. Größere Schwankungen im Sauerstoffgehalt waren ab dem Hensteysee festzustellen, die auf der höheren biologischen Aktivität in der Staustufe zurückzuführen sein dürfte. An dieser Messstelle wurde eine weitere deutliche Spitze in den Sommermonaten gemessen. Bei allen Untersuchungen des gelösten Sauerstoffs wurde an keiner Stelle eine für Fische kritische Konzentration (4 mg/L) erreicht oder unterschritten. Auch in den Längsuntersuchungen war in allen Probestellen für die Jahreszeiten hohe Sauerstoffgehalte nachweisbar (Bild 21.2).

Neben der Produktion des Sauerstoffs als Nebenprodukt des Algenwachstums wird durch das Wachstum auch Kohlendioxid gebunden. Da das Kohlendioxid mit der Kohlensäure im Gleichgewicht steht wird indirekt der pH-Wert in Gewässern angehoben (Bild 21.11). Dieser Effekt konnte für die untere Ruhr ab der Probenahmestelle Hengstey, besonders aber in Essen in der zeitdichten Überwachung beobachtet werden. An der oberen Ruhr waren diese Effekte analog zum Algenwachstum nicht feststellbar. Bei den zeitdichten Untersuchungen traten an den Messstellen Hengsteysee und Essen Ende August im pH-Wert Spitzen auf (Bild 21.11), deren Ursache unklar bleibt. In der Längsuntersuchung wurde im Herbst ab der mittleren Ruhr ein abgesenkter pH-Wert bestimmt, dessen Ursache aus anderen Werten ebenfalls nicht erklärbar ist (Bild 21.1).

Nährstoffe, UV-Absorption und gebundener Kohlenstoff: Zur Produktion von Biomasse werden durch Algen beim Wachstum Nährstoffe aus dem Gewässer entzogen. Zum Beispiel wurde der Phosphatgehalt in der Wachstumsphase in der Ruhr reduziert (Bild 21.21). Nach der Wachstumsphase in den Monaten März und April wurden in der mittleren Ruhr wieder höhere Phosphatkonzentrationen gemessen, die zum Teil deutliche Spitzen aufwiesen. Dieser Effekt trat vor allem hinter den größeren Ruhrstauseen auf und wurde auch bei der Längsuntersuchung im Frühjahr beobachtet (Bild 21.3), während in der Herbstuntersuchung eine Zunahme über den Ruhrverlauf auftrat.

Bei den Stickstoffen Nitrat und Nitrit wurde eine weitgehend ausgeglichene Konzentration über den gesamten Ruhrverlauf und den Jahresgang nachgewiesen. Nur in den Frühjahrsmonaten war eine leichte Abnahme festzustellen, sowie eine leichte Zunahme in den Herbstmonaten (Bild 21.20). Im Frühjahr dürften sich die biologische Zehrung und der Eintrag durch Düngemaßnahme überlagern. Ein entscheidender Eintrag aus der Düngung auf das Gewässer konnte allerdings auch nicht nachgewiesen werden. Der leichte Anstieg der Konzentrationen zum Winter beruht auf der Freisetzung aus der Biomasse nach der Wachstumszeit. Durch die Ruhrlängsuntersuchung wird dieser Jahresgang bestätigt. In den Sommermonaten lagen in der Ruhr die geringsten Konzentrationen an Nitrat und Nitrit vor (Bild 21.3).

Abweichend von den genannten Stickstoffen stellt sich der Jahresverlauf für Ammonium dar: Die Ammoniumkonzentrationen zeigen vor allem im Oberlauf deutliche Spitzen im Jahresgang, die auf kurzfristige punktuelle Einträge zurückzuführen sein dürften. Nach dem Winter verläuft die Konzentration an Ammonium in der Wachstumsphase parallel zu Nitrat, so dass im Frühjahr die geringsten Gehalte gemessen wurden (Bild 21.19). In der Sommeruntersuchung war wie in den Vorjahren in der mittleren Ruhr ein starker Anstieg von Ammonium festzustellen.

Bei den Längsuntersuchungen traten zwischen den Messkampagnen vergleichbare Verläufe auf (Bild 21.3). Im Winter können höhere Werte auf einer niedrigeren biologischen Aktivität in den Kläranlagen und im Gewässer beruhen, während in der Sommeruntersuchung auffällige Spitzenwerte auf einem Abbau biologischen Materials oder den Einträgen aus Punktquellen beruhen müssten.

Bei dem gelösten organischen Kohlenstoff lagen im Jahresgang in den Winter- und Frühjahrsmonaten die geringsten Konzentrationen vor (Bild 21.16). Höhere Gehalte mit stärkeren kurzzeitigen Schwankungen wurden in den Sommermonaten beobachtet. Einen ähnlichen Verlauf zeigte auch der Spektrale Adsorptionskoeffizient, mit dem ebenfalls organisches Material nachgewiesen wird (Bild 21.17). Auch diese Verläufe sind auf das Wachstum und den Abbau von Biomasse zurückzuführen. In den Längsuntersuchungen konnten verschiedene Konzentrationsniveaus im Sommer bzw. Herbst, Winter und Frühjahr bestimmt werden (Bild 21.2). In der Sommermessung wurde der Kohlenstoff parallel zu den Ammoniumgehalten in der mittleren Ruhr in höheren Konzentrationen nachgewiesen. Dies deutet auf den Abbau von Biomasse hin. Dem gegenüber wies die UV-Absorption keine signifikant höheren Werte in dieser Messreihe auf.

Metalle: Durch die unterschiedlichen Bestimmungsgrenzen bei den Metallbestimmungen in den beteiligten Laboren konnte nur für das Mangan an allen Messstellen ein durchgängiger Konzentrationsverlauf bestimmt werden (Bild 21.25). Für Nickel konnte an zwei Probestellen (Bild 21.24) und für Chrom und Cadmium nur in Essen ein Verlauf durch die Messungen nachvollzogen werden (Bilder 21.23, 21.22). Das gelöste Mangan wies vor allem in den Wintermonaten und im Frühjahr höhere Schwankungen und Maxima auf, während im Spätsommer nur geringe Konzentrationen zu messen waren (Bild 21.25). Die Maxima waren nicht mit den Abflüssen (Pegel Hattingen) korreliert. Bei der Längsuntersuchung wurde sowohl für das gelöste Mangan als auch für das Gesamt-Mangan ein leichter Anstieg über den Flussverlauf bestimmt (Bild 21.5). Bei dem gelösten Mangan war vor allem die Messstelle Hengstey auffällig, in der bei allen Längsmessungen eine Erhöhung der Konzentration nachweisbar war. Im weiteren Verlauf trat eine ähnliche Erhöhung im Bereich der Messstelle Einlauf Baldeysee in der Frühjahrs- und Herbstmessung auf. Diese Probestelle wird bei den Messungen im Winter und Sommer nicht untersucht, so dass hier kein allgemein gültiger Trend abgeleitet werden kann.

Für das Nickel (Bild 21.24) konnten an den Messstellen mit den höheren Bestimmungsgrenzen nur die maximalen Konzentrationen bestimmt werden. Insgesamt war mit dem Ruhrverlauf eine Zunahme des Metalls festzustellen, dass aber auch beim Maximalwert mit Abstand unterhalb des Zielwertes der AWWR blieb. Aus der Längsuntersuchung (Bild 21.4) wird erkennbar, dass die Zunahme des Metalls im Verlauf der Ruhr nicht diffus erfolgt, sondern punktuell am Ort des Zustroms aus der Möhne und/oder der Hönne auftritt.

Cadmium wurde nur an der Messstelle in Essen häufiger gemessen (Bild 21.22). Hier traten 2014 einzelne Messwerte auf, die unter der üblichen Bestimmungsgrenze lagen. Das 90er-Perzentil unterschritt den Zielwert der AWWR deutlich. Bei den Längsuntersuchungen wurden im Ruhrverlauf, wie in den vergangenen Jahren, erneut starke Schwankungen im mittleren Ruhrabschnitt bei der Winter- und Sommeruntersuchung gemessen. Gegenüber den früheren Jahren blieben die Maximalwerte jedoch im Jahr 2014 unter den Messungen der Vorjahre (Bild 21.4).

Vergleichbare Messergebnisse wurden auch für das Chrom gefunden. Chrom-Werte konnten nur an der Messstelle in Essen bestimmt werden (Bild 21.23). Neben drei Spitzenwerten lagen alle Werte im Bereich der Nachweisgrenze. Bei den Längsuntersuchungen wurde das Chrom nur im Frühjahr an vier Messstellen oberhalb der Nachweisgrenze gemessen (Bild 21.4). Alle Werte lagen unterhalb der angewendeten Bestimmungsgrenze.

Neben den hier beschriebenen Metallen wurden in den Längsuntersuchungen noch Kupfer, Blei, Zink und Eisen untersucht (Bilder 21.4, 21.5). Vor allem für das Zink wurde in der oberen Ruhr eine höhere Konzentration gemessen, die auf eine geogene Belastung hinweist. Die weiteren Metalle zeigten keine starken Veränderungen im Ruhrverlauf. Am Eisen konnte gezeigt werden, dass die Metalle v.a. nicht gelöst vorliegen, sondern partikulär gebunden sind (Bild 21.5). Für Mangan und Kupfer wurde eine leichte Zunahme über die Fließstrecke nachgewiesen, für Magnesium sogar eine deutliche Zunahme.

Anthropogene Spurenstoffe: Als Summenparameter für organische Halogenverbindungen wurde der AOX-Gehalt (adsorbierbare-organische-Halogene) untersucht. Bei der zeitdichten Untersuchung lagen die Werte mit wenigen Ausnahmen unter der Bestimmungsgrenze von 10 µg/L. Nur in Essen konnte mit der niedrigeren Bestimmungsgrenze (5 µg/L) ein Verlauf nachgewiesen werden. Auch hier lagen die Messwerte nur selten oberhalb von 10 µg/L (Bild 21.27), sondern schwankten um einen Wert von ca. 7,0 µg/L. Der im Maximum nachgewiesene Wert lag mit 12 µg/L etwas über der Nachweisgrenze der übrigen Probenahmestellen. In der Längsuntersuchung wurde dieser Verlauf weitestgehend bestätigt (Bild 21.7). Nur in der Frühjahrmessung traten in der oberen Ruhr und in der Wintermessung an der unteren Ruhr starke Schwankungen auf, wie sie in den Vorjahren nicht nachgewiesen wurden. Eine Ursache konnte hier nicht ermittelt werden.

Auch die kurzkettigen Chlorkohlenwasserstoffe Tetrachlorethen (Bild 21.28) und Trichlorethen (Bild 21.29) wurden mit unterschiedlichen Bestimmungsgrenzen gemessen, so dass nur an der Probestelle Essen Messwerte erhalten werden konnten. An den anderen Messorten lagen nur vereinzelte Werte im messbaren Bereich.

Bei den Komplexbildnern war wie in den Vorjahren eine deutliche Belastungssituation ab der Probenstelle Hagen-Hengsteysee nachweisbar. Bis zu dieser Probenahmestelle konnte nur für EDTA ein diffuser Eintrag nachgewiesen werden (Bild 21.31), mit Konzentrationen, die unterhalb der Zielwerte der AWWR und dem Fließgewässermemorandum lagen. Die beiden anderen Komplexbildner NTA bzw. DTPA wurden bis Hagen nur vereinzelt an der Nachweisgrenze bestimmt (Bild 21.32) bzw. waren nicht nachweisbar (Bild 21.30). Ab Hagen verändert sich die Situation durch die Punktquelle dramatisch: bei DTPA wurde der Zielwert der AWWR überschritten, für EDTA setzte sich die Überschreitung über die drei nächsten Probenahmestellen bis Essen fort. Die Maximalwerte des EDTA überschreiten sogar die 10 µg/L-Grenze der AWWR bis zur Mündung. Bei Anwendung der Zielwerte des internationalen Fließgewässermemorandums wurden für beide Stoffe die Zielwerte bis zur Mündung der Ruhr überschritten. Diese Stoffgruppe bleibt auf Grund der Punkteinleitung Ursache für die Überschreitung der AWWR-Zielwerte (Tabelle 21.2). Verglichen mit den vergangenen Jahren bedeutet dies trotzdem eine leichte Verbesserung der Situation, stellt aber auf Grund des punktuellen Eintrages weiterhin einen nicht akzeptablen Zustand dar.

Auch in den Längsuntersuchungen wurde dieser Konzentrationsprung an der Probenstelle Hagen bestätigt (Bild 21.7). Die Konzentration springt für EDTA auf etwa den 10-fachen Wert, für DTPA erfolgt ein Sprung von < 2,0 µg/L auf 13,7 µg/L (90-Perzentil). Diese hohen Konzentrationen an Komplexbildnern könnten zum einen die erhöhten Werte von gelöstem Mangan (s. Metalle) und zum anderen den Rückgang der Konzentration an Calcium an der Probenstelle Hagen-Hengsteysee erklären.

Bei der Untersuchung der Pflanzenschutzmittel wurden nur vereinzelt Nachweise erhalten, die alle unter der 0,1 µg/L-Grenze lagen (Tabelle 21.5). Von den 44 untersuchten Wirkstoffen und Metaboliten wurden 3 Wirkstoffe nachgewiesen: zwei dieser Wirkstoffe konnten nur in einer Probe und damit unter 1 % der Proben gefunden werden, wobei Diuron als Herbizid keine Zulassung mehr besitzt. Am häufigsten wurde in 2,7 % der Proben das MCPA gefunden, das gegen Unkräuter im Getreide- und Gartenbau eingesetzt wird.

Gewässerhygiene: Der hygienische Zustand der Ruhr wird anhand des Vorkommens von coliformen Bakterien bestimmt (Bild 21.14). Als Zielwert der AWWR wurde das geometrische Mittel auf 15.000 KBE/100mL festgelegt, da die Ruhr auch als Vorflut für Abwasser genutzt wird. Dieser Zielwert wurde an allen Messstellen deutlich unterschritten. In der zeitdichten Untersuchung wurden Spitzenbelastungen in der oberen und mittleren Ruhr gefunden. Eine Korrelation mit den Abflüssen konnte für diese Ereignisse allerdings nicht hergestellt werden. Hier wären Daten für lokale Niederschlagsereignisse notwendig. Wie im Vorjahr traten auch 2014 ab Bochum keine Spitzenbelastungen durch coliforme Bakterien in der unteren Ruhr auf.

In den beiden Längsuntersuchungen im Frühjahr und Herbst (Bild 21.1) wurden die benannten Spitzen nicht erreicht. Allerdings traten in der Herbstuntersuchung höhere Werte in der oberen aber auch unteren Ruhr auf, die zwischen 4.000 und 6.000 KBE/100 mL lagen.

Nebengewässer: Vom Ruhrverband werden neben der Ruhr in vier Untersuchungen auch die Nebengewässer analysiert. Die zusammengefassten Ergebnisse sind der Tabelle 21.4 zu entnehmen und werden in Bild 21.8 für einige Messwerte mit den Werten aus der Ruhr verglichen.

Bild 21.8 gibt einen ersten Eindruck für die Belastungen der Nebengewässer: neben Einzelwerten, die bei einigen Gewässern über dem Niveau der Ruhr liegen, sind vor allem der Baarbach und der Ölbach bei nahezu allen aufgeführten Werten deutlich über den Werten, die für die Ruhr an den Mündungsbereichen vorliegen. Für den Baarbach weisen hohe Werte bei dem Borat und den coliformen Bakterien auf einen deutlichen Einfluss eines häuslichen Abwassers hin. Die Konzentrationen an EDTA, Nickel und Sulfat weisen zusätzlich auf den Einfluss industrieller Abwässer hin. Beim Ölbach war ebenfalls der Einfluss von häuslichen



Die Ruhr und ihre wichtigsten Nebenflüsse werden gemäß der 2006 geänderten Messstrategie regelmäßig untersucht.
Examinations along the Ruhr and its main tributaries are being carried out according to the monitoring strategy changed in 2006.

(Borat) und industriellen Abwässern (Leitfähigkeit, Sulfat) nachweisbar. Der erste Eindruck aus der Abbildung wird durch die Tabelle noch verstärkt: Im Baarbach wurden hohe Salzfrachten, Metalle und Komplexbildner (Leitfähigkeit, Barium, Nickel, Zink, EDTA, AOX), aber auch hohe organische Lasten (SAK 254 nm, CSB, Nitrat, Kalium, coliforme Bakterien) nachgewiesen. Auch im Ölbach wurden entsprechende Belastungen gemessen: neben den Salzfrachten (Leitfähigkeit, Natrium, Chlorid, Borat, Barium) wurden hier auch hohe organische Lasten bestimmt (SAK 254 nm, CSB, Ammonium, EDTA).

Bei den weiteren untersuchten Nebengewässern stellte man teilweise ebenfalls auffällige einzelne Belastungen fest. So zeigte die Röhr hohe Zahlen an coliformen Bakterien, die Volme wies einen erhöhten Gehalt an Polycyclischen Aromaten auf und im Rinderbach wurden organische Lasten (Chlorophyll, Phosphat, Nitrat, EDTA) gemessen.

Der hauptsächliche Eintrag an Komplexbildnern wurde durch die Messstelle in der Lenne nicht erfasst. Der Eintrag, der durch die Lenne im Mündungsbereich erfolgt, liegt deutlich unterhalb der Lennemesstelle (2,74 km oberhalb der Mündung, Tabelle 21.1). Die Einleitung wird deshalb erst in der Ruhr erfasst.

Zusammenfassung

Erneut war das Jahr 2014 von einer niedrigen Wasserführung geprägt, so dass keine abflussbedingten hohen Schwankungen oder eine Remobilisierung aus Sedimenten gemessen wurden.

Für die überwiegende Anzahl der erfassten Parameter konnte die geringe Belastungshöhe der Ruhr ermittelt werden. Als Belastungsquelle für anthropogene Spurenstoffe fiel erneut der punktuelle Eintrag von Komplexbildnern in Hagen auf. Die punktuelle Immission in Hagen machte für das EDTA einen Anteil von mehr als 75 % der Gesamtkonzentration aus. Da bis Hagen kein DTPA nachgewiesen werden konnte liegt hier der Anteil der Belastung durch die Punktquelle zwischen 78 und 100 %. Die Zielwerte der AWWR wurden durch beide Stoffe überschritten. Ausgehend von dem internationalen Fließgewässermemorandum ist dieser Eintrag für eine Überschreitung bis zu Mündung ursächlich. Als Effekte lassen sich auch dieses Jahr eine Erhöhung der gelösten Mangan-Konzentration, aber auch erstmalig die Bindung von Calcium feststellen.

Durch die zufließenden Nebengewässer erfolgen weitere Einträge in die Ruhr, die eine deutliche zusätzliche Belastung darstellen. Die Zuflüsse wiesen Abwasserparameter auf, die aus Haushalten und Industrien stammen und die Gewässer Baarbach und Ölbach sowie in geringerem Maße auch den Rinderbach belasten. Die Röhr und der Baarbach zeigten zusätzlich eine hohe bakteriologische Belastung.





Bild 21.1: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 21.1: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee



Bild 21.2: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 21.2: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee



Bild 21.3: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 21.3: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

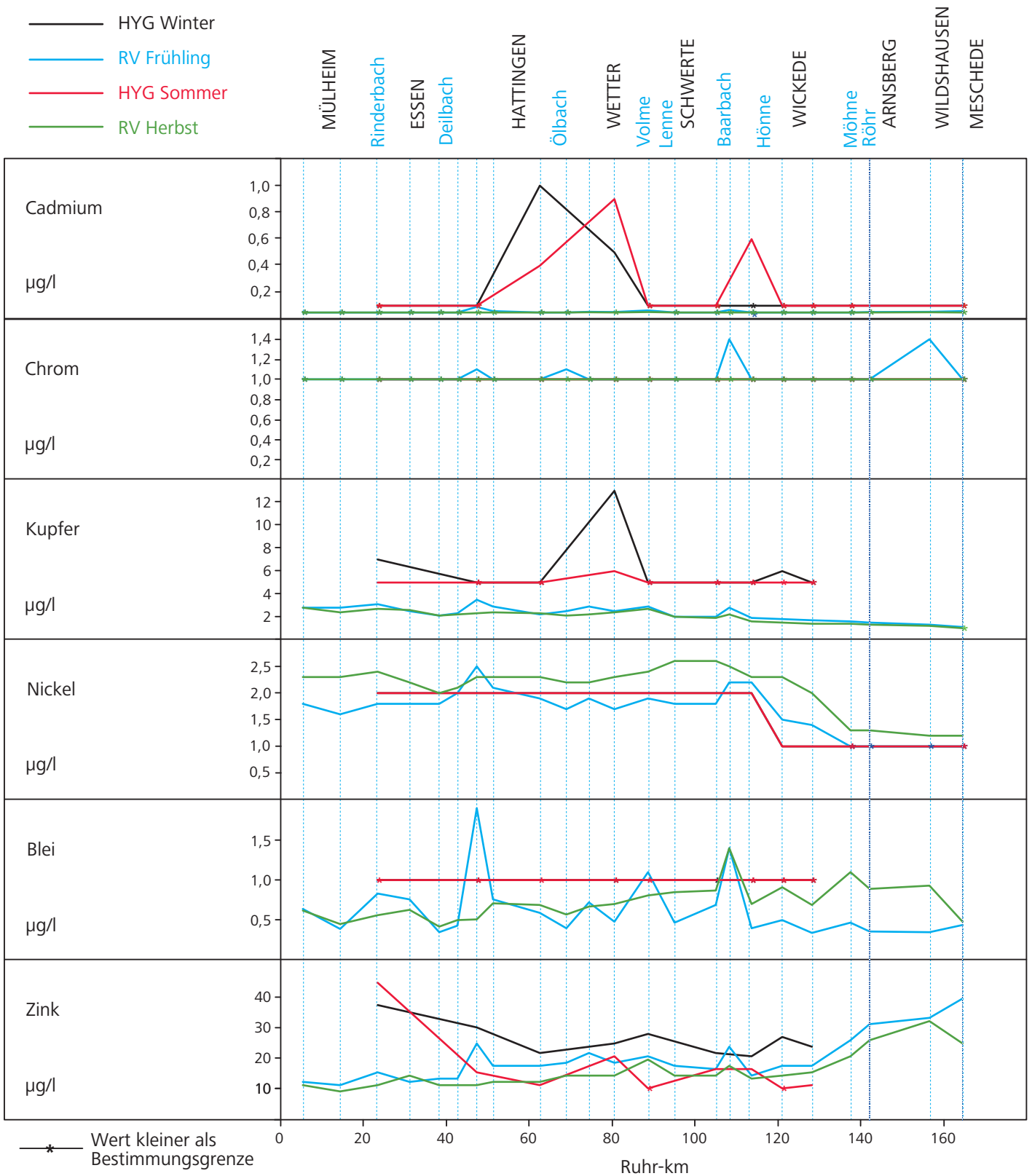


Bild 21.4: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 21.4: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee



Bild 21.5: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 21.5: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

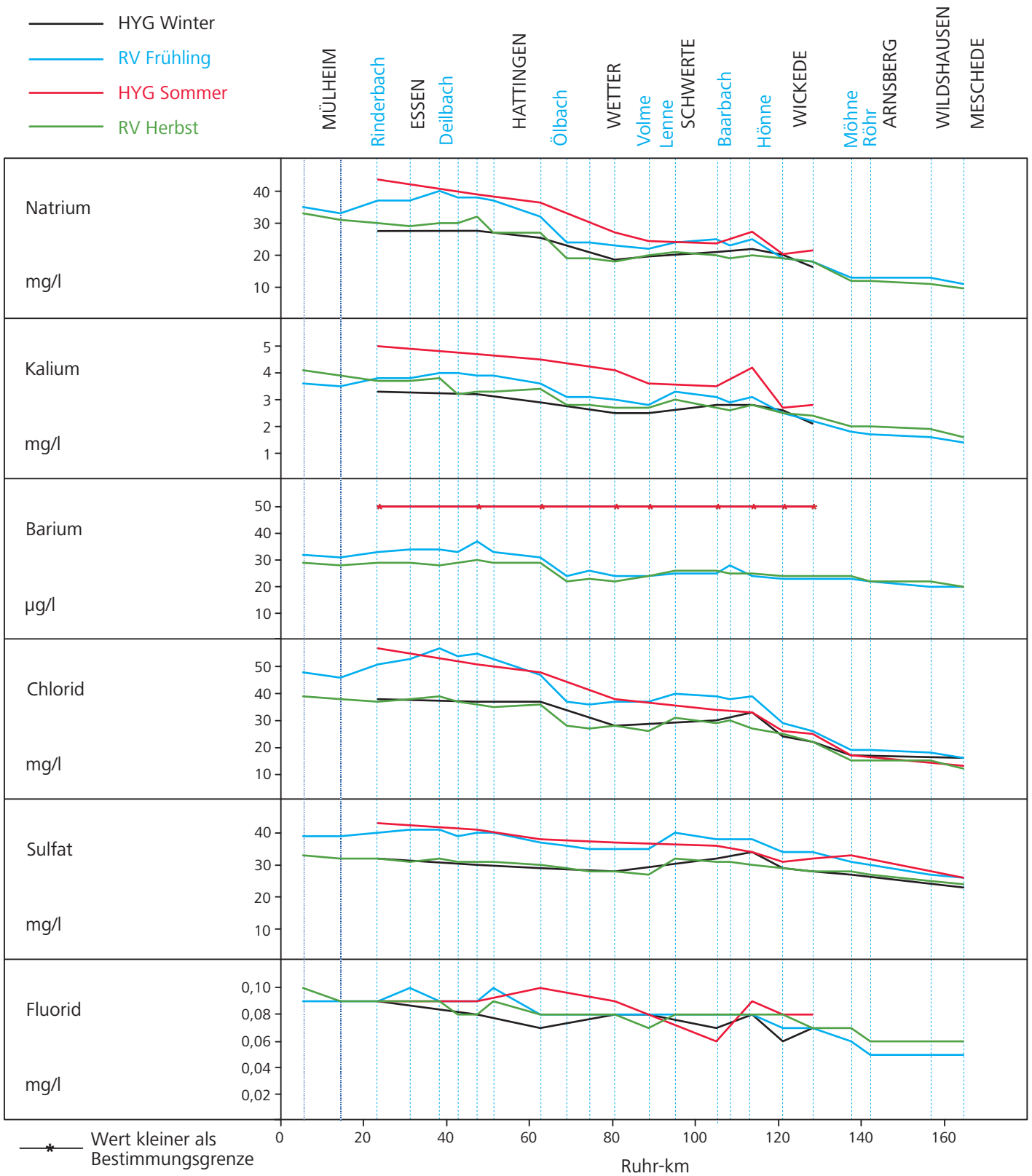


Bild 21.6: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 21.6: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee



Bild 21.7: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 21.7: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

Tabelle 21.4: Mittelwerte ausgewählter Gütemerkmale von acht Nebenflüssen der Ruhr
 Table 21.4: Means of selected quality parameters for eight tributaries of the Ruhr

Kenngröße	Einheit	Zufluss/Ruhr-km							
		Rinderbach 23,24	Ölbach 67,35	Volme 87,67	Lenne 92,72	Baarbach 106,96	Hönn 116,58	Möhne 137,35	Röhr 141,83
Wassertemperatur	° C	9,9	8,4	8,8	9,9	9,1	9,1	8,7	7,1
pH-Wert		8,05	7,70	8,05	7,80	7,65	8,50	7,95	7,75
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	673	3025	312	311	1081	593	397	340
Trübung	FNU	8,1	3,2	2,7	3,5	2,6	2,0	1,4	3,5
Spektr. Absorptionskoeff. bei 254 nm	1/m	5,6	11,7	3,8	2,9	11,0	4,7	9,7	3,8
Spektr. Absorptionskoeff. bei 436 nm	1/m	0,35	0,55	0,25	0,20	0,65	0,25	0,35	0,25
Biochem. Sauerstoffbedarf in 5 Tagen	mg/l	2,1	2,6	< 3,0	< 3,0	1,5	1,2	1,0	1,2
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	mg/l	10,5	31,0	5,2	5,2	15,9	5,7	8,7	5,5
Gelöster organ. gebund. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	2,4	4,8	1,9	1,4	4,8	1,9	3,6	1,6
Gelöster Sauerstoff	mg/l	13,5	9,0	12,5	11,7	11,0	37,1	11,7	11,9
Chlorophyll-a	µg/l	18,5	19,0	2,0	6,7	1,2	2,4	< 1,0	4,5
Gesamter gelöster Phosphor als PO ₄	mg/l	0,44	0,43	0,20	0,09	0,63	0,16	< 0,05	0,10
Borat-Bor	mg/l	0,08	0,48	0,06	< 0,05	0,23	0,10	0,02	0,02
Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)	µg/l	6,8	6,6	< 2,0	2,5	18,5	2,4	2,0	< 1,0
Nitritotriessigsäure (NTA)	µg/l	< 1,0	< 2,0	2,2	< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Diethyltrinitrilopentaessigsäure (DTPA)	µg/l	< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Ammonium	mg/l	0,12	1,18	< 0,01	< 0,01	0,10	< 0,01	0,02	0,17
Nitrat	mg/l	22,6	8,6	14,6	11,1	24,6	21,5	5,8	12,4
Nitrit	mg/l	< 0,20	0,61	< 0,20	< 0,20	0,46	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Organisch gebundener Stickstoff	mg/l	0,50	0,95	< 0,40	< 0,40	0,95	< 0,20	0,25	0,45
Mangan	µg/l	29	135	11	16	59	12	42	25
Gelöstes Mangan	µg/l	< 10	135	< 10	10	53	< 10	< 10	< 10
Eisen	mg/l	0,28	0,17	0,12	0,11	0,18	0,09	0,05	0,19
Gelöstes Eisen	mg/l	0,02	0,04	0,03	0,04	0,04	< 0,01	< 0,01	0,01
Natrium	mg/l	42	500	20	18	70	34	28	10
Kalium	mg/l	6,3	18,5	3,1	2,6	14,0	3,9	2,5	1,7
Magnesium	mg/l	11,0	27,5	5,3	6,2	11,5	6,8	5,3	5,7
Calcium	mg/l	64	73	28	31	115	72	40	46
Barium	µg/l	11	535	< 50	< 50	20	33	23	31
Kupfer	µg/l	2,1	2,1	< 5,0	< 5,0	5,3	2,4	1,6	1,9
Nickel	µg/l	3,1	4,9	2,1	1,6	9,1	2,0	2,3	2,0
Chrom	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Zink	µg/l	16	9	< 10	19	52	11	2	6
Blei	µg/l	2,5	0,4	< 1,0	< 1,0	0,4	0,3	0,1	1,3
Cadmium	µg/l	0,06	< 0,10	0,13	< 0,10	0,09	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Chlorid	mg/l	65	680	27	26	165	60	39	16
Sulfat	mg/l	60	87	29	28	92	41	25	37
Fluorid	mg/l	0,14	0,25	0,07	0,07	0,21	0,09	0,11	0,07
Polycyclische arom. Kohlenwasserstoffe	ng/l	6	0	9	5	0	0	0	3
Adsorb. org. geb. Halogene (AOX)	µg/l	8	17	< 10	< 10	17	< 10	11	< 5
Coliforme Bakterien	1/100 ml	2264	1881	3194	739	16702	1353	556	16180

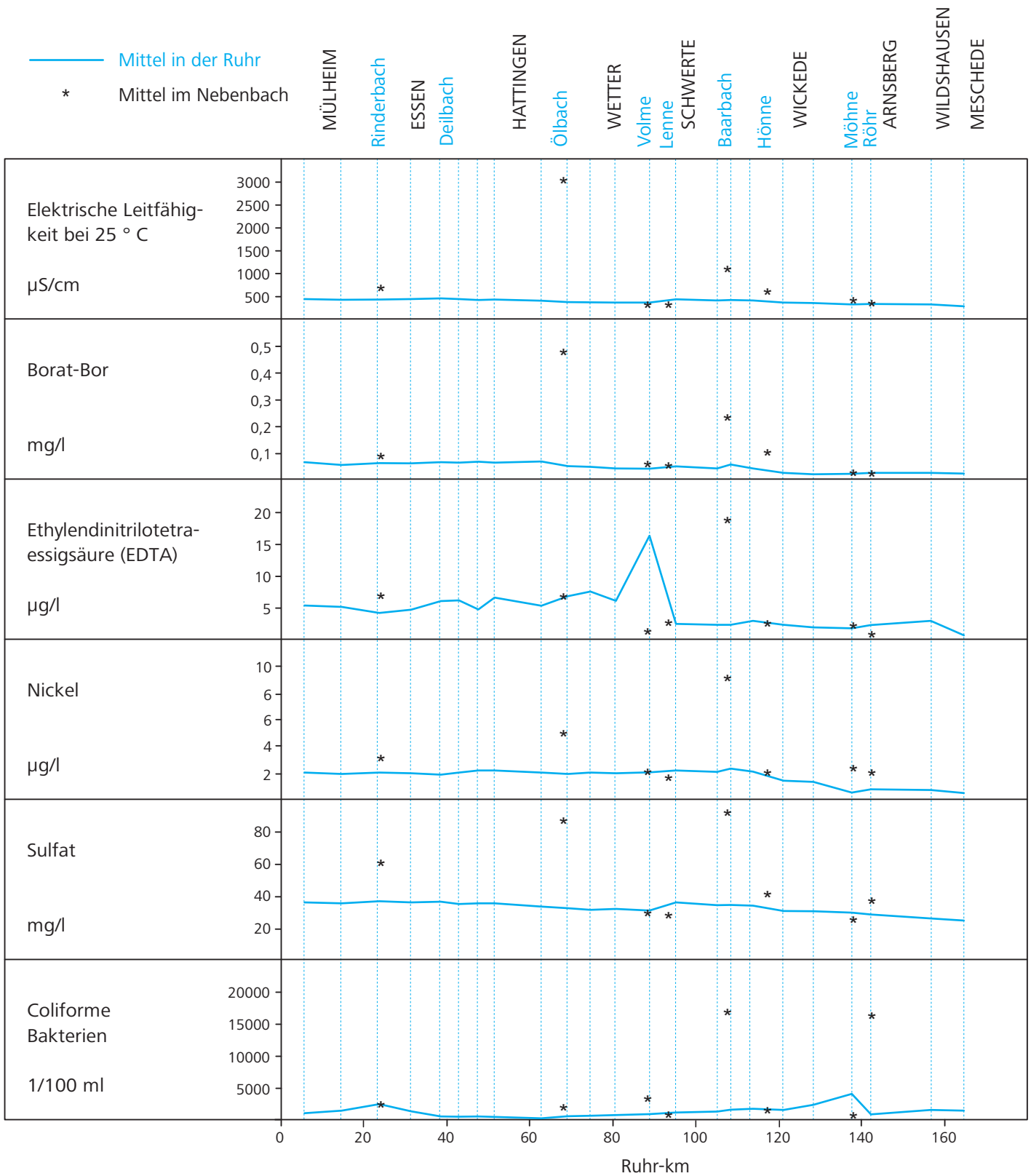


Bild 21.8: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr und ihrer Nebenbachmündungen anhand von sechs ausgesuchten Güteparametern
 Fig. 21.8: Water condition of the Ruhr and its tributaries at their inflows indicated by six selected parameters

Kenngröße: Wassertemperatur

Einheit: °C

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	11	160	58	60	52	52	60	70	69
Arith. Jahresmittel	13,1	13,0	14,0	13,4	13,0	12,6	12,1	11,8	11,0	12,0
Geom. Jahresmittel	11,5	11,8	12,8	12,3	11,8	11,5	11,0	10,9	10,0	11,1
Geom. Sommermittel	17,4	16,9	17,5	16,9	16,9	16,1	15,7	15,0	14,4	14,8
Geom. Wintermittel	7,6	8,7	8,0	8,5	8,3	8,0	7,7	7,7	7,4	8,2
Maximalwert	22,4	22,0	22,7	21,9	21,7	21,3	20,8	20,0	19,4	19,8
Datum des Max.	04.08	04.08	21.07	Mehrere	21.07	21.07	Mehrere	21.07	24.07	Mehrere
90-Perzentil	19,7	18,7	21,0	20,4	20,4	18,8	18,6	17,5	16,4	17,3
50-Perzentil	14,6	14,1	15,5	13,0	12,6	12,7	12,7	12,0	10,8	12,3
10-Perzentil	4,8	6,6	6,0	6,6	6,4	6,3	5,2	5,7	5,6	6,3
Minimalwert	4,6	4,8	4,2	5,0	4,0	4,2	4,0	4,6	3,7	4,0
Datum des Min.	Mehrere	03.02	Mehrere	Mehrere	29.12	03.02	03.02	03.02	30.01	29.12

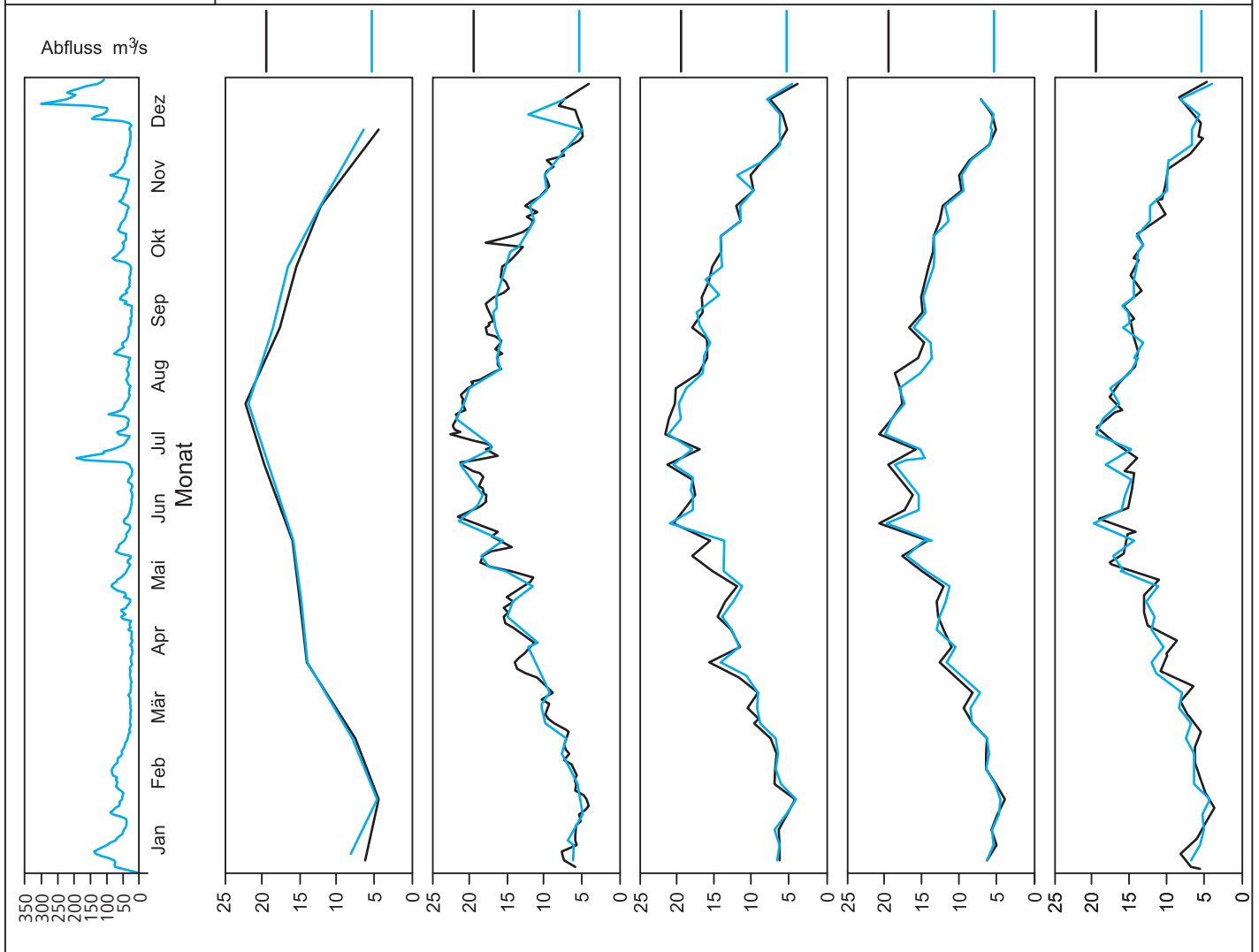


Bild 21.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 21.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Elektrische Leitfähigkeit bei 25 ° C

Einheit: $\mu\text{S}/\text{cm}$

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	11	160		49	52	48	49	70	49
Arith. Jahresmittel	469	457	448		379	380	435	415	365	363
Geom. Jahresmittel	465	452	442		376	376	433	413	364	361
Geom. Sommermittel	488	464	457		390	399	439	422	366	363
Geom. Wintermittel	442	443	414		362	354	428	405	362	360
Maximalwert	588	598	597		460	457	526	483	462	413
Datum des Max.	07.04	07.04	01.07		24.03	14.04	17.03	17.03	20.03	15.09
90-Perzentil	577	514	545		435	439	484	457	403	396
50-Perzentil	448	438	442		391	390	438	414	369	366
10-Perzentil	416	409	366		315	304	383	366	327	322
Minimalwert	368	354	259		246	230	315	309	277	291
Datum des Min.	06.01	09.01	22.12		22.12	22.12	22.12	22.12	10.07	22.12

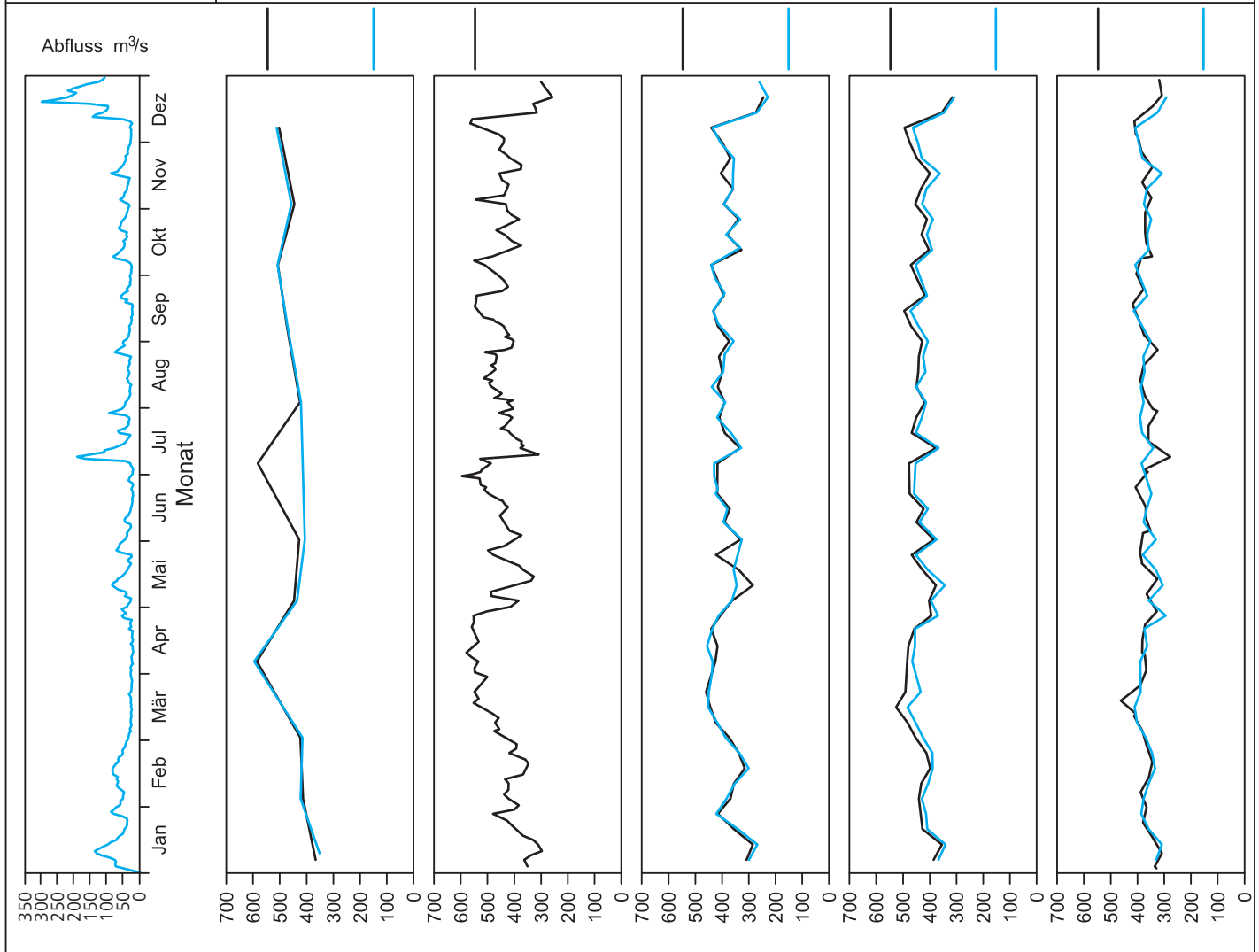


Bild 21.10: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 21.10: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: pH-Wert

Einheit:

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	11	160		49	52	48	49	70	49
Arith. Jahresmittel	7,68	7,65	7,96		7,84	7,98	7,83	7,88	7,90	7,89
Geom. Jahresmittel	7,68	7,65	7,96		7,84	7,98	7,83	7,88	7,90	7,89
Geom. Sommermittel	7,61	7,59	7,98		7,90	8,01	7,86	7,90	7,95	7,89
Geom. Wintermittel	7,74	7,69	7,92		7,79	7,94	7,80	7,87	7,87	7,89
Maximalwert	7,80	7,75	9,60		8,23	8,81	8,17	8,14	8,17	8,28
Datum des Max.	06.01	08.12	25.08		07.07	26.08	07.07	23.06	21.08	23.06
90-Perzentil	7,78	7,74	8,20		8,04	8,24	7,96	7,98	8,04	8,04
50-Perzentil	7,69	7,69	7,90		7,81	7,96	7,82	7,88	7,92	7,87
10-Perzentil	7,58	7,54	7,80		7,72	7,70	7,72	7,80	7,74	7,76
Minimalwert	7,51	7,41	7,60		7,65	7,58	7,68	7,69	7,56	7,67
Datum des Min.	05.05	05.05	30.05		06.10	04.08	Mehrere	28.04	Mehrere	21.07

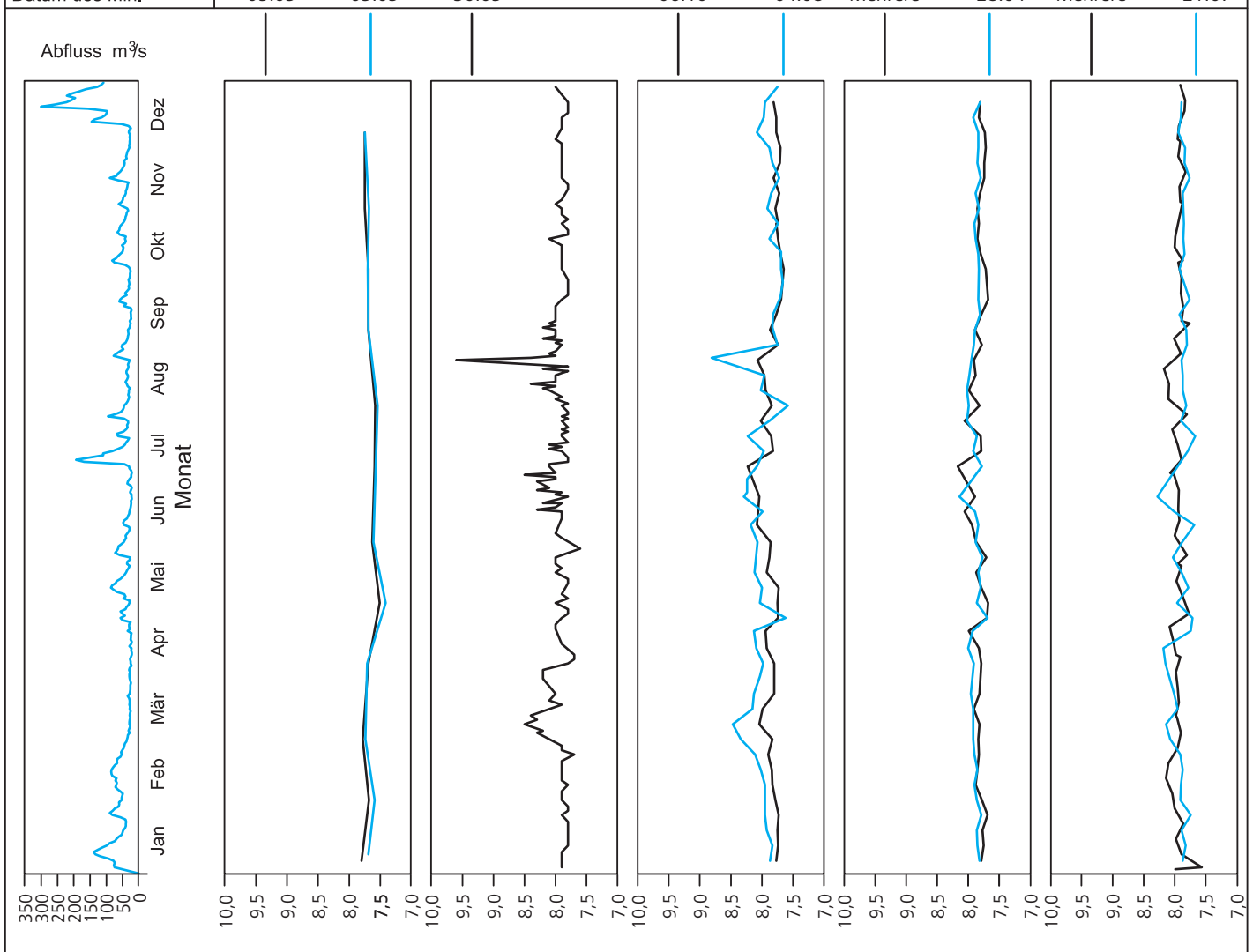


Bild 21.11: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 21.11: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Trübung

Einheit: FNU

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Stiepel	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
	11,35	23,47	42,76	62,65	71,91	88,75	95,15	108,39	121,17	128,31
Anzahl der Werte	12	11	159		24	52	24	24	70	24
Arith. Jahresmittel	2,5	3,4	4,5		2,9	3,1	5,4	6,4	5,4	3,1
Geom. Jahresmittel	2,1	3,2	3,4		2,3	2,7	4,0	4,8	3,9	2,4
Geom. Sommermittel	2,2	3,3	3,1		2,0	2,1	4,1	5,6	4,3	2,3
Geom. Wintermittel	1,9	3,0	3,9		2,7	3,4	3,9	4,1	3,6	2,4
Maximalwert	7,6	6,5	38,0		13,0	11,6	23,0	24,0	54,4	15,0
Datum des Max.	03.02	09.01	22.12		15.12	22.12	22.12	22.12	10.07	17.11
90-Perzentil	3,5	4,6	8,1		3,7	4,9	11,1	12,6	7,8	5,0
50-Perzentil	1,9	2,9	3,0		2,0	2,5	2,9	3,6	3,4	2,0
10-Perzentil	1,1	2,3	1,8		1,5	1,4	2,2	2,6	2,0	1,3
Minimalwert	1,0	1,8	0,8		0,8	0,7	1,9	2,3	1,2	1,2
Datum des Min.	03.11	08.12	10.09		15.09	26.08	08.09	10.11	14.03	Mehrere

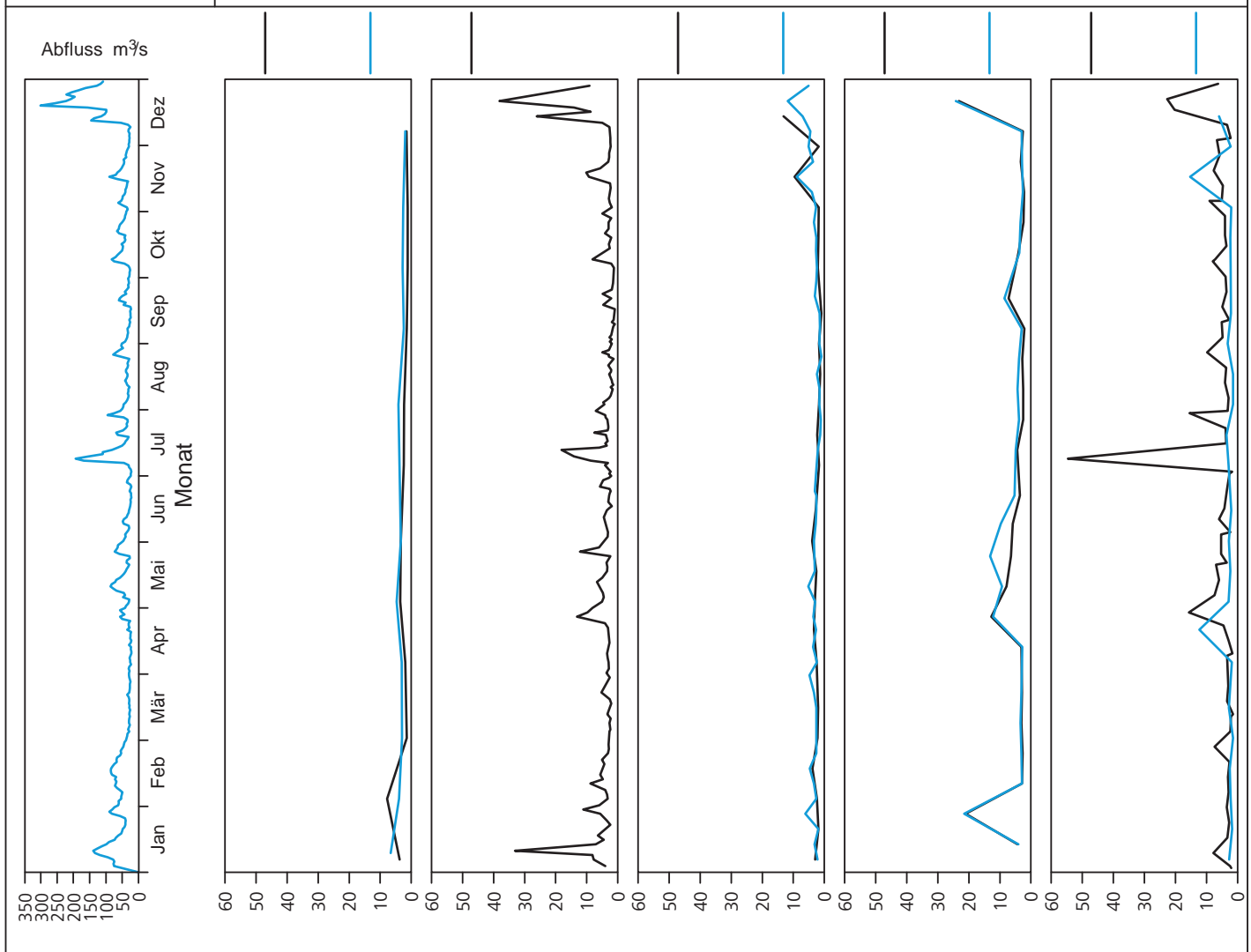


Bild 21.12: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 21.12: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Chlorophyll-a

Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte			87		24	52	22	22	28	36
Arith. Jahresmittel			2,0		< 5,0	6,0	< 5,0	< 5,0	3,1	< 5,0
Geom. Jahresmittel			< 1,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	2,3	< 5,0
Geom. Sommermittel			< 1,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	2,4	< 5,0
Geom. Wintermittel			1,2		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	2,2	< 5,0
Maximalwert			15,0		15,9	21,8	6,3	6,2	16,7	10,0
Datum des Max.			14.03		14.04	25.06	22.04	07.04	10.07	24.03
90-Perzentil			5,4		8,5	13,8	< 5,0	5,0	4,9	< 5,0
50-Perzentil			1,0		< 5,0	5,5	< 5,0	< 5,0	2,6	< 5,0
10-Perzentil			< 1,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	1,0	< 5,0
Minimalwert			< 1,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 1,0	< 5,0
Datum des Min.			Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

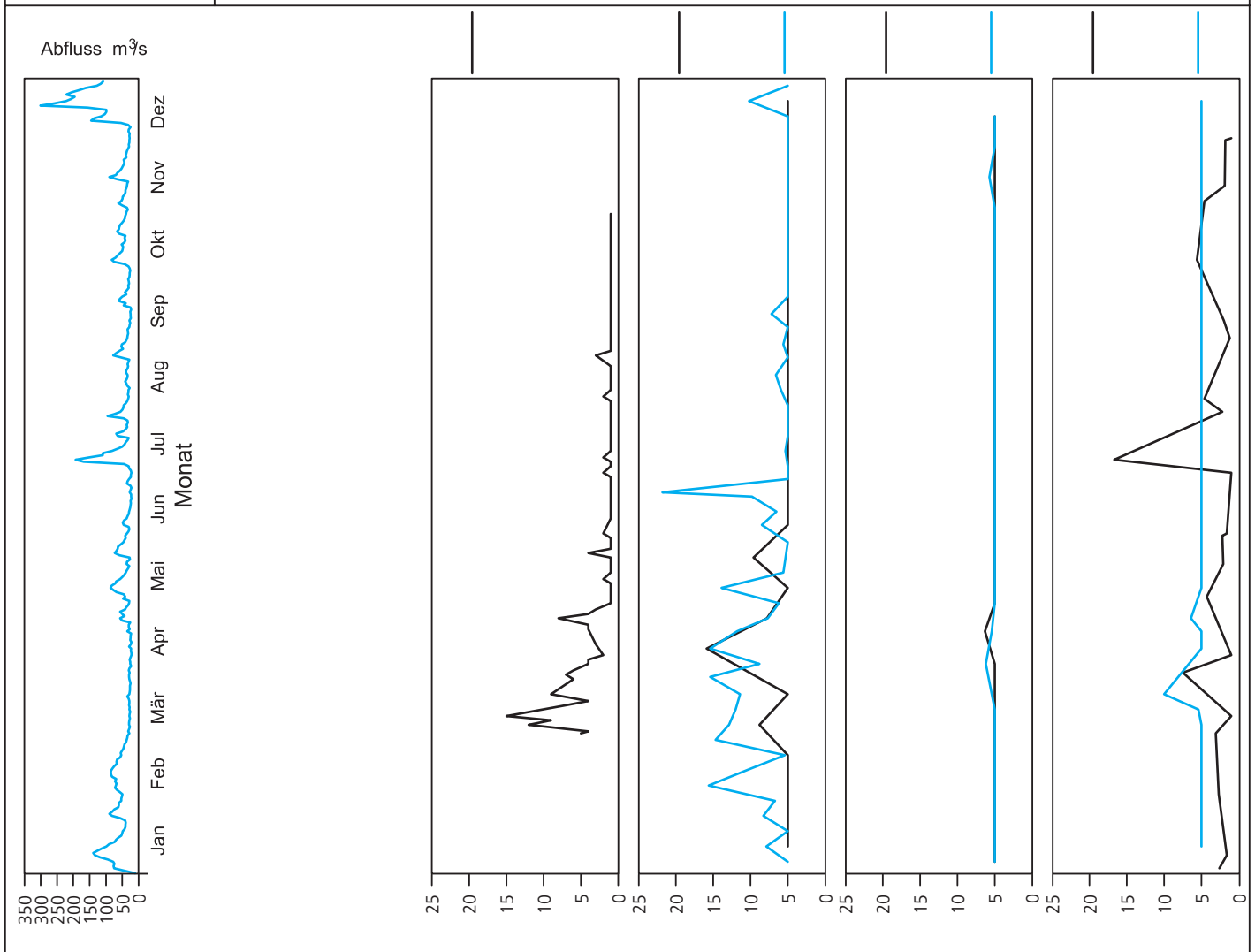


Bild 21.13: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 21.13: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Coliforme Bakterien

Einheit: 1/100 ml

Zielwert: 15000 1/100 ml

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Stiepel	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Anzahl der Werte	12	11	37	10	52	52	36	36	58	52
Arith. Jahresmittel	2200	1924	6864	2694	5425	11529	14482	21941	7192	8863
Geom. Jahresmittel	1673	1092	3927	1762	1621	4197	5658	7087	2255	3686
Geom. Sommermittel	1721	798	4820	1202	1627	3922	5945	7148	1907	4388
Geom. Wintermittel	1625	1417	3163	3126	1615	4515	5386	7026	2732	3097
Maximalwert	5794	8664	24196	12000	100000	241000	110000	240000	98500	110000
Datum des Max.	Mehrere	04.08	Mehrere	19.11	27.01	27.01	17.11	10.06	10.07	21.07
90-Perzentil	5476	2909	19863	4440	10000	17000	47500	37500	13249	17500
50-Perzentil	1532	1010	5475	1550	1700	4750	4550	5400	2146	4650
10-Perzentil	677	291	766	816	392	912	1350	1900	740	687
Minimalwert	420	269	435	510	0	230	410	780	0	110
Datum des Min.	03.03	02.06	01.12	16.04	31.03	07.04	10.11	10.03	01.08	22.12

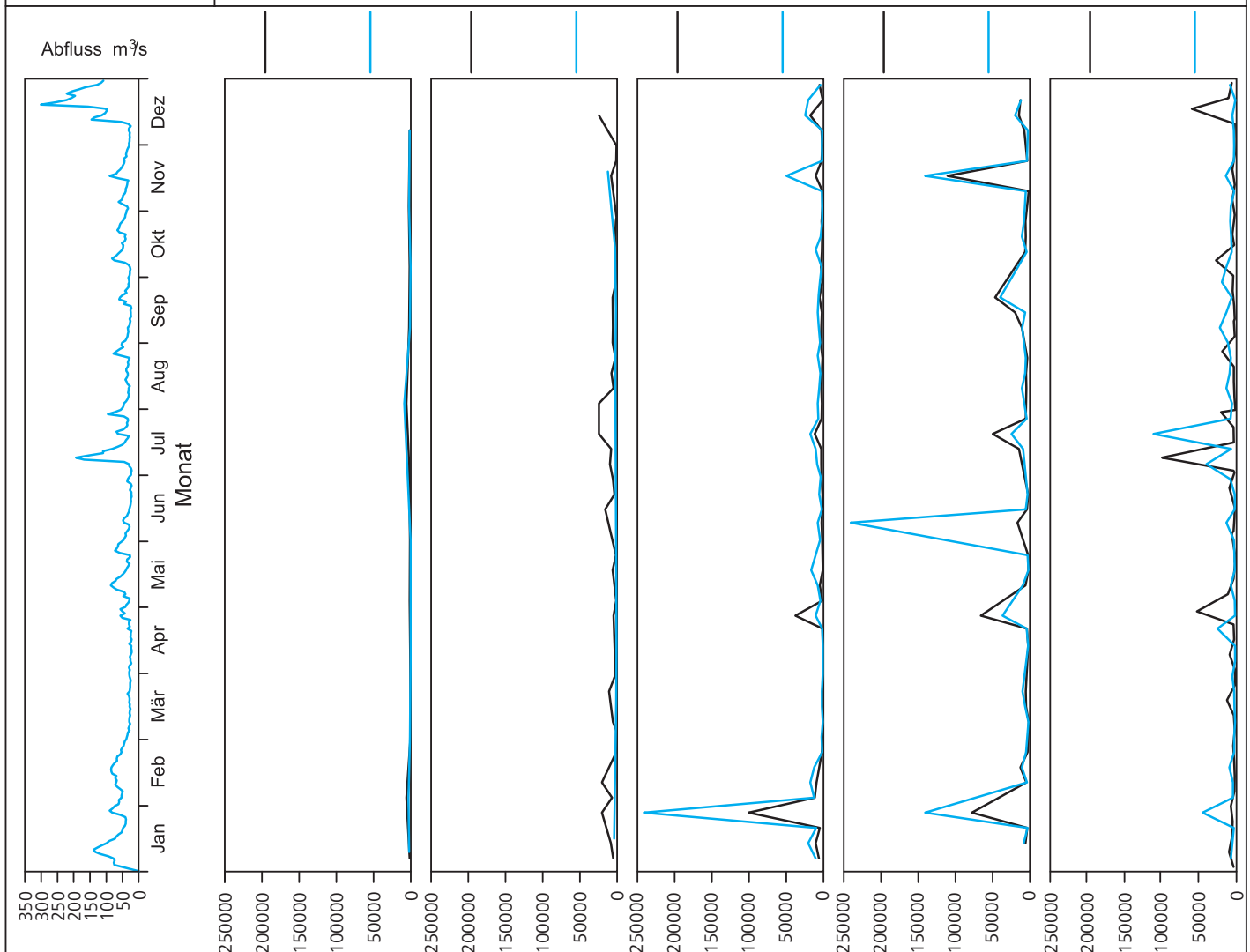


Bild 21.14: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 21.14: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gelöster Sauerstoff

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	10	9	159		48	52	48	48	70	48
Arith. Jahresmittel	8,9	8,8	9,9		9,9	10,0	9,9	9,8	10,0	9,5
Geom. Jahresmittel	8,7	8,6	9,8		9,8	9,8	9,8	9,7	9,9	9,4
Geom. Sommermittel	7,7	7,5	8,8		9,3	9,3	9,1	8,9	9,8	8,9
Geom. Wintermittel	10,4	10,3	11,4		10,2	10,5	10,6	10,5	10,0	10,0
Maximalwert	12,0	11,0	13,5		12,6	12,0	13,2	13,3	13,8	12,2
Datum des Max.	03.02	Mehrere	06.03		13.01	Mehrere	Mehrere	13.01	23.05	13.01
90-Perzentil	11,1	11,0	12,1		11,7	11,6	11,8	11,7	12,0	11,7
50-Perzentil	8,2	8,5	9,4		9,8	10,0	9,6	9,3	9,9	9,4
10-Perzentil	6,9	6,1	8,2		8,3	8,3	8,3	8,3	7,0	7,6
Minimalwert	6,3	6,1	7,0		7,5	6,4	7,7	7,0	6,7	5,6
Datum des Min.	04.08	Mehrere	17.07		06.10	04.08	Mehrere	07.07	14.03	24.03

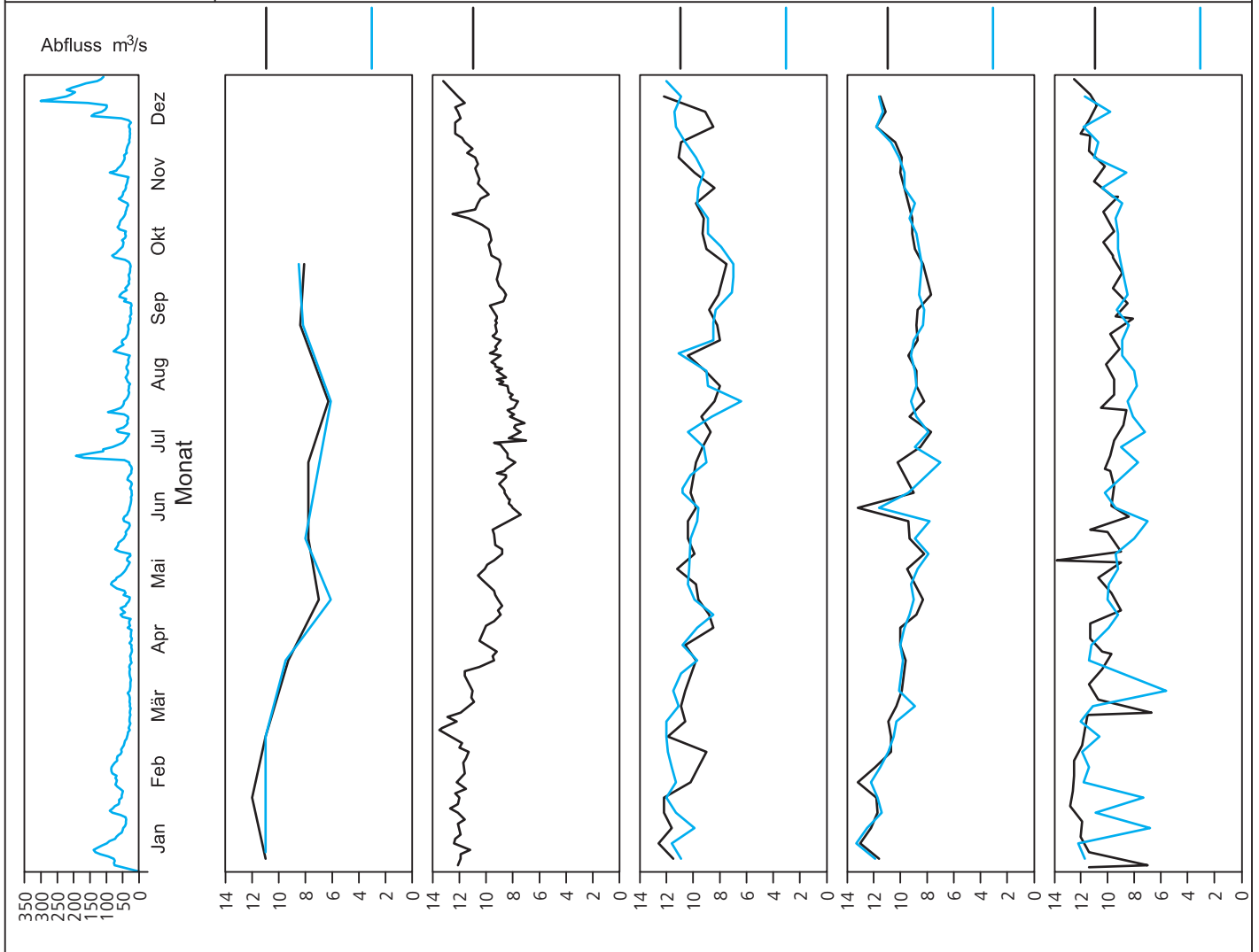


Bild 21.15: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 21.15: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gelöster organisch gebundener Kohlenstoff (DOC)

Einheit: mg/l

Zielwert: 5 mg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	11	132		49	52	48	49	70	49
Arith. Jahresmittel	2,4	2,4	2,7		2,5	2,4	2,5	2,5	2,4	2,6
Geom. Jahresmittel	2,4	2,4	2,6		2,5	2,4	2,5	2,4	2,3	2,5
Geom. Sommermittel	2,8	2,8	3,0		2,8	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7
Geom. Wintermittel	2,1	2,1	2,3		2,2	2,2	2,3	2,2	2,1	2,3
Maximalwert	3,7	3,8	4,6		3,4	3,6	4,5	4,9	5,5	5,1
Datum des Max.	04.08	04.08	01.09		17.11	04.08	17.11	17.11	10.07	17.11
90-Perzentil	3,1	3,2	3,5		3,1	2,8	3,0	3,0	3,1	3,3
50-Perzentil	2,4	2,2	2,7		2,6	2,4	2,5	2,4	2,3	2,5
10-Perzentil	1,9	1,9	1,9		1,7	1,9	1,8	1,7	1,6	1,7
Minimalwert	1,8	1,8	1,5		1,5	1,5	1,6	1,5	1,5	1,4
Datum des Min.	06.01	09.01	15.01		Mehrere	29.12	Mehrere	Mehrere	Mehrere	13.01

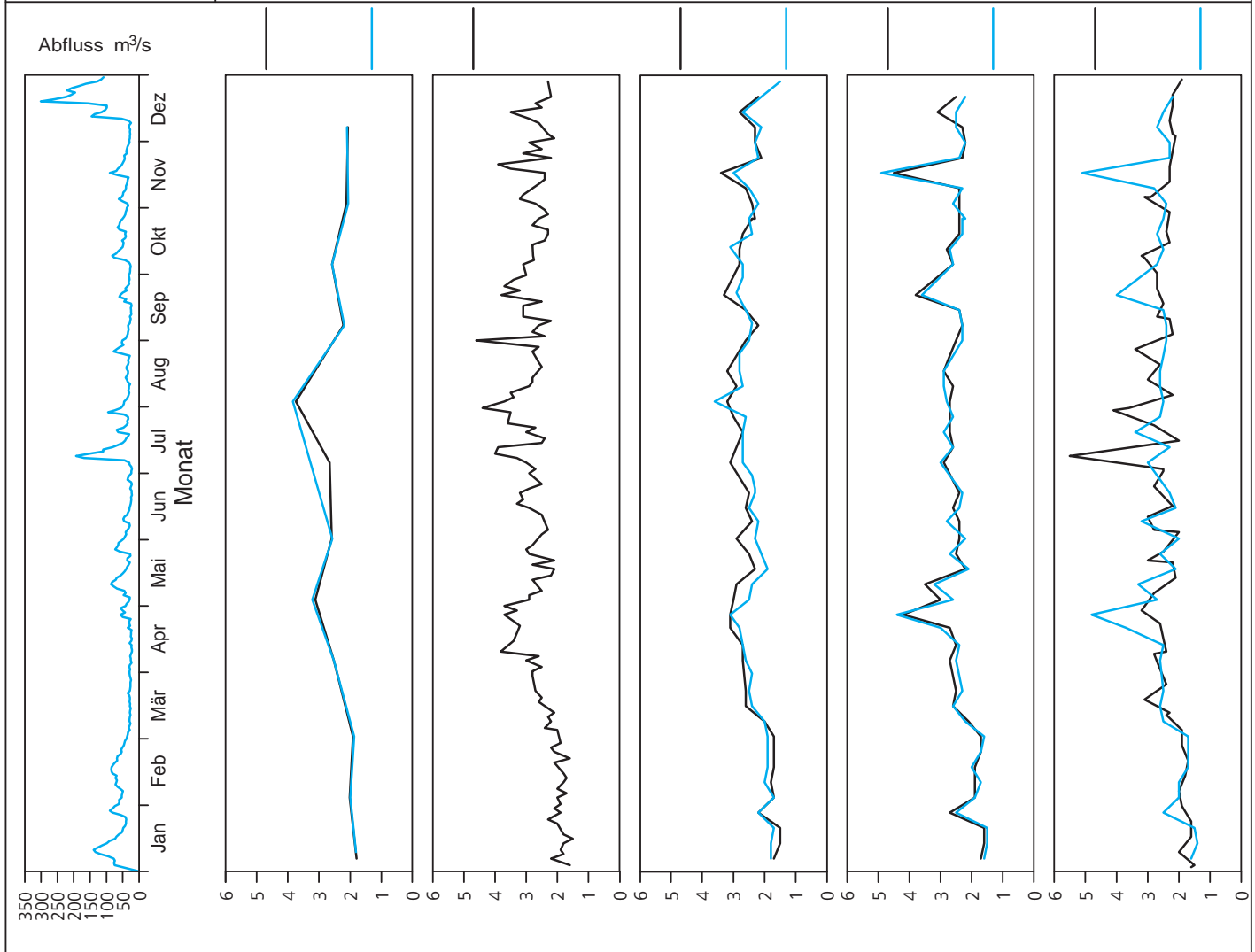


Bild 21.16: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 21.16: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	11	158		49	52	48	49	70	49
Arith. Jahresmittel	6,3	6,4	6,1		6,0	6,2	6,0	5,7	6,2	6,1
Geom. Jahresmittel	6,1	6,1	5,9		5,9	6,1	5,8	5,6	6,0	5,9
Geom. Sommermittel	7,2	7,5	6,5		6,4	6,6	6,1	5,9	6,7	6,2
Geom. Wintermittel	5,1	5,1	5,1		5,4	5,6	5,4	5,2	5,4	5,6
Maximalwert	11,7	12,1	12,7		8,5	9,4	12,9	13,5	19,3	14,7
Datum des Max.	04.08	04.08	11.07		17.11	14.10	17.11	17.11	10.07	17.11
90-Perzentil	7,8	8,3	7,5		7,6	7,9	7,4	6,7	8,3	7,4
50-Perzentil	5,9	5,7	6,0		6,0	6,2	5,7	5,6	5,9	5,9
10-Perzentil	4,3	4,4	4,1		4,1	4,6	4,1	4,0	4,6	4,3
Minimalwert	4,1	4,2	3,2		3,9	4,1	3,6	3,5	3,6	3,6
Datum des Min.	06.01	03.03	06.03		20.01	29.12	20.01	20.01	16.01	20.01

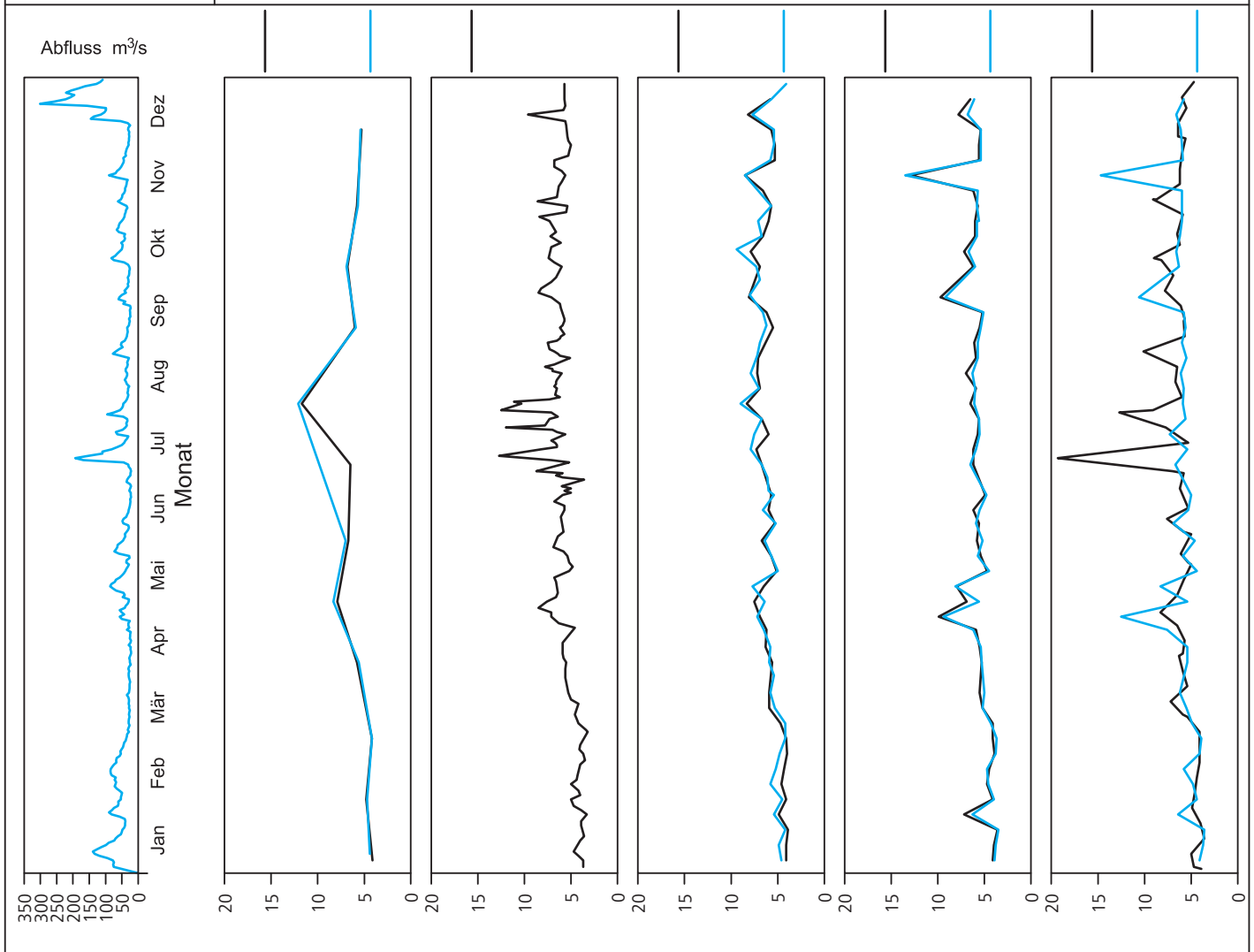


Bild 21.17: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 21.17: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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			158			52			53	
Arith. Jahresmittel			0,43			0,39			0,39	
Geom. Jahresmittel			0,36			0,36			0,36	
Geom. Sommermittel			0,42			0,41			0,43	
Geom. Wintermittel			0,28			0,32			0,31	
Maximalwert			3,50			0,80			1,40	
Datum des Max.			24.07			14.10			10.07	
90-Perzentil			0,60			0,50			0,58	
50-Perzentil			0,35			0,40			0,30	
10-Perzentil			0,20			0,30			0,30	
Minimalwert			< 0,10			< 0,10			0,20	
Datum des Min.			03.01			10.03			Mehrere	

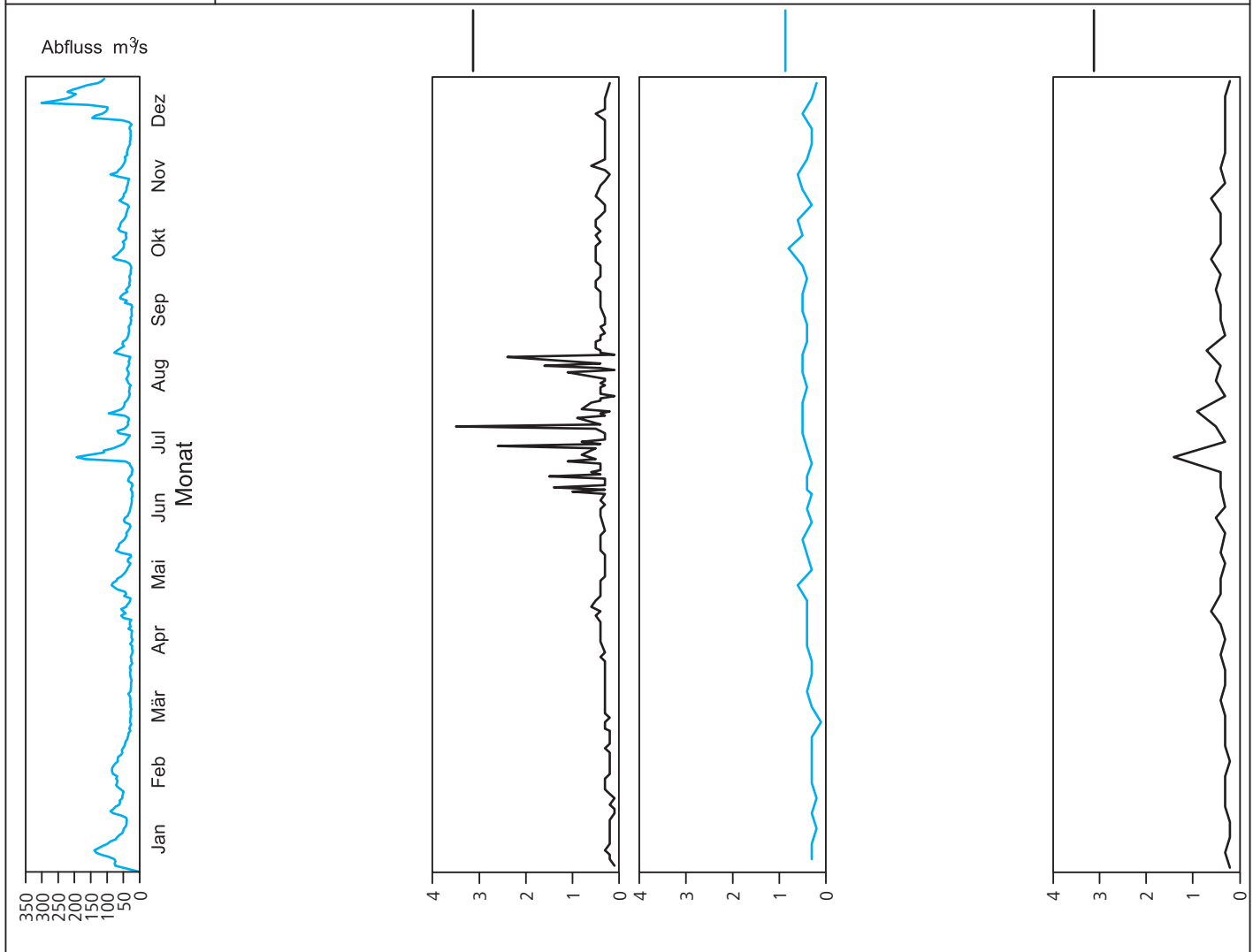


Bild 21.18: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 21.18: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Ammonium
Zielwert: 0.6 mg/l

Einheit: mg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	11	159		48	52	48	48	70	48
Arith. Jahresmittel	0,05	0,06	0,05		< 0,05	0,05	< 0,05	0,05	0,05	0,07
Geom. Jahresmittel	0,04	0,05	0,04		< 0,05	0,04	< 0,05	< 0,05	0,05	< 0,05
Geom. Sommermittel	0,07	0,07	0,05		< 0,05	0,04	< 0,05	< 0,05	0,04	0,05
Geom. Wintermittel	0,02	0,04	0,03		< 0,05	0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	< 0,05
Maximalwert	0,16	0,20	0,15		0,16	0,15	0,23	0,23	0,21	0,53
Datum des Max.	05.05	05.05	09.07		22.09	06.10	28.04	28.04	30.04	22.04
90-Perzentil	0,09	0,08	0,09		0,08	0,09	0,08	0,11	0,08	0,16
50-Perzentil	0,04	0,05	0,04		< 0,05	0,05	< 0,05	0,05	0,04	0,06
10-Perzentil	< 0,02	0,03	0,03		< 0,05	0,02	< 0,05	< 0,05	0,02	< 0,05
Minimalwert	< 0,02	0,03	< 0,01		< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,05	0,02	< 0,05
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

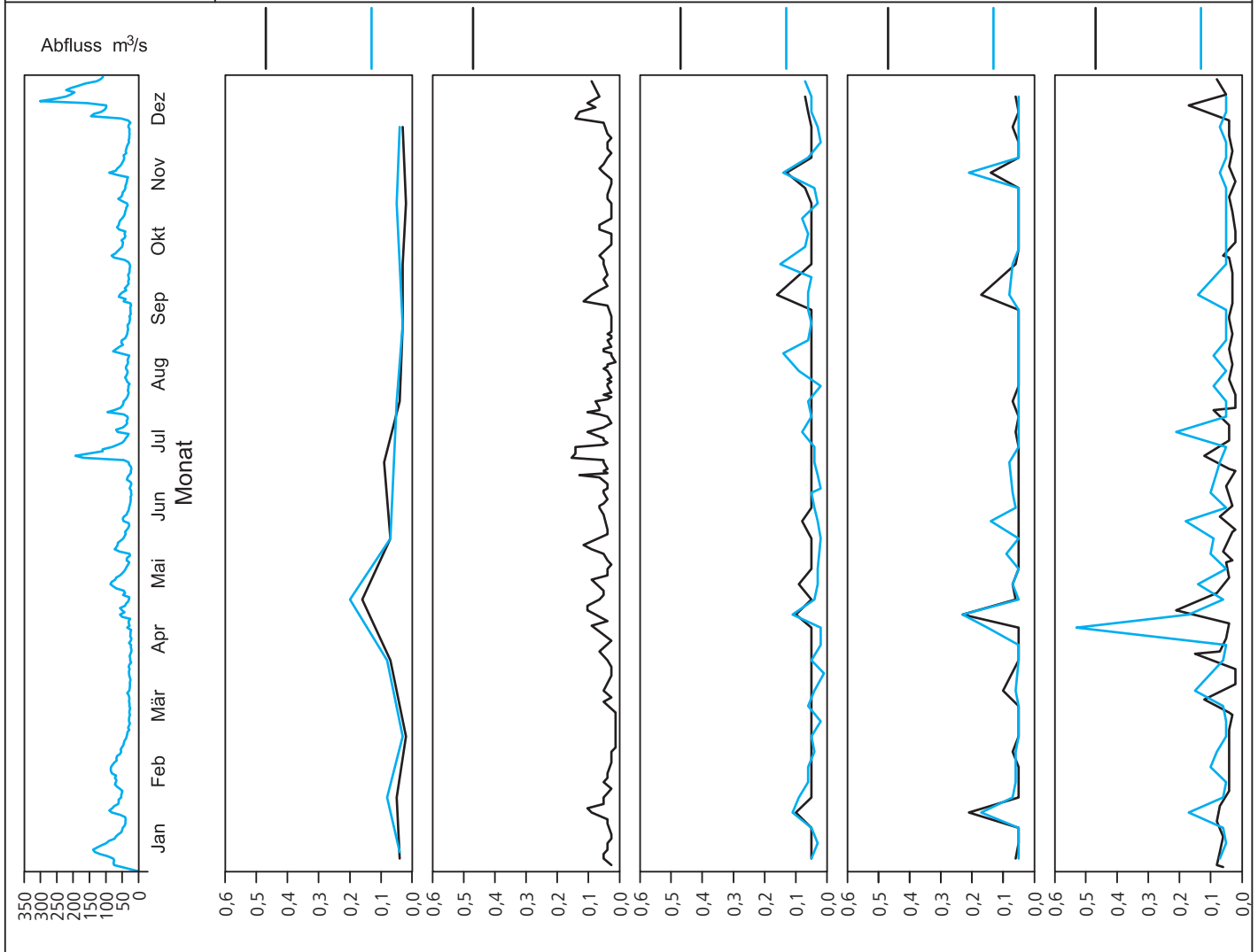


Bild 21.19: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.19: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	11	131		48	52	48	48	70	48
Arith. Jahresmittel	12	12	12		12	11	13	13	13	11
Geom. Jahresmittel	12	12	12		12	11	13	13	12	11
Geom. Sommermittel	11	11	11		11	10	12	12	10	9
Geom. Wintermittel	13	13	13		13	12	15	14	14	12
Maximalwert	16	16	15		15	16	18	17	30	15
Datum des Max.	03.02	03.02	Mehrere		27.01	10.03	06.01	13.01	Mehrere	13.01
90-Perzentil	15	14	14		14	13	17	16	17	14
50-Perzentil	12	12	12		11	11	13	13	11	10
10-Perzentil	11	10	10		10	9	11	11	9	9
Minimalwert	8	10	9		8	6	10	9	8	7
Datum des Min.	07.07	07.04	Mehrere		07.07	26.08	07.07	07.07	04.07	07.07

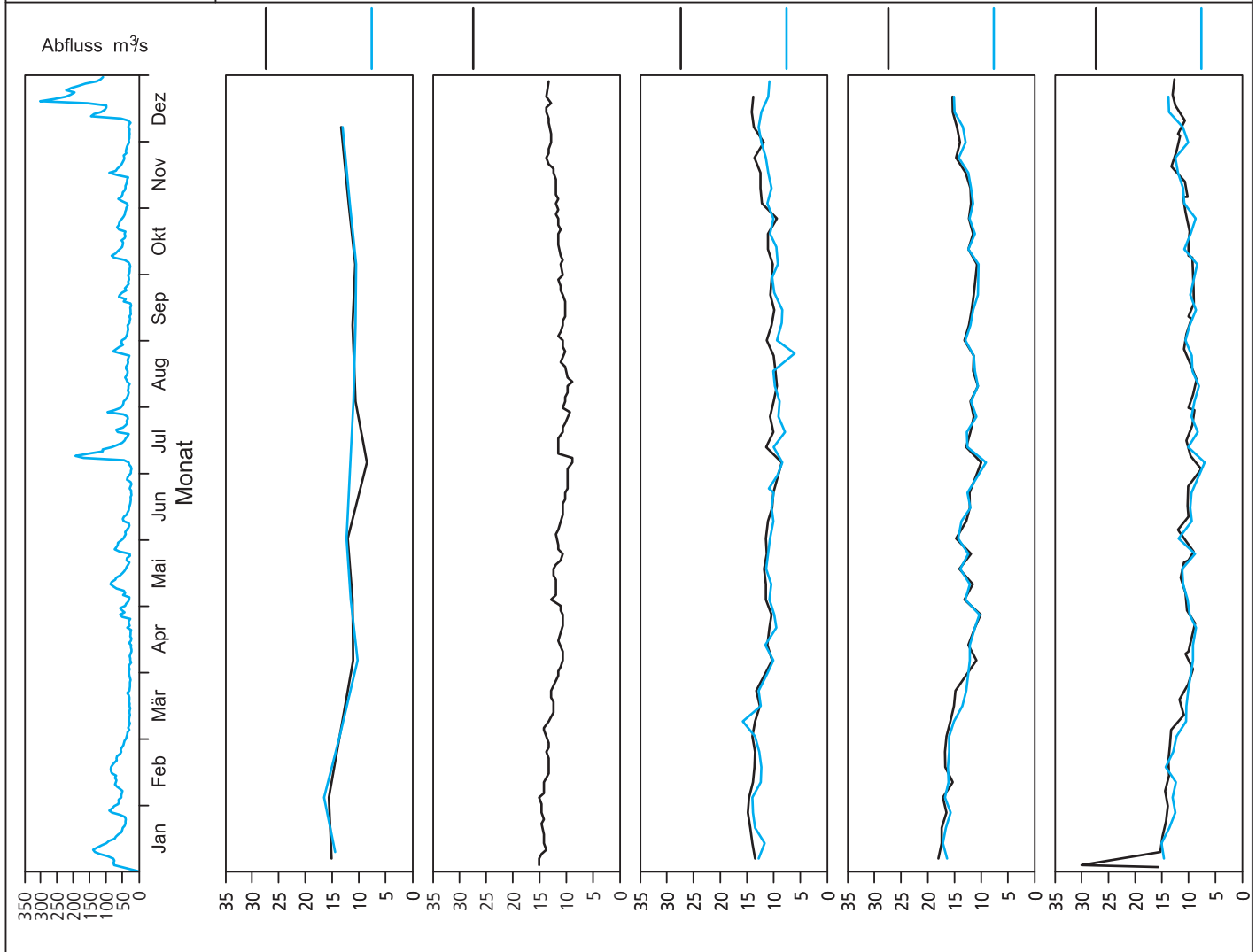


Bild 21.20: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.20: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gesamtes gelöstes Phosphat

Einheit: mg/l

Zielwert: 0.5 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	10	119		48	52	48	48		48
Arith. Jahresmittel	< 0,30	< 0,30	0,24		0,24	0,19	0,19	0,18		0,19
Geom. Jahresmittel	< 0,30	< 0,30	0,23		0,23	0,18	0,19	0,18		0,18
Geom. Sommermittel	< 0,30	< 0,30	0,27		0,26	0,20	0,19	0,19		0,20
Geom. Wintermittel	< 0,30	< 0,30	0,21		0,21	0,17	0,18	0,16		0,16
Maximalwert	0,40	0,40	0,43		0,52	0,29	0,37	0,31		0,55
Datum des Max.	Mehrere	Mehrere	30.05		02.06	23.06	27.10	17.11		06.01
90-Perzentil	0,40	0,40	0,31		0,28	0,25	0,25	0,25		0,28
50-Perzentil	< 0,30	< 0,30	0,25		0,25	0,20	0,18	0,18		0,18
10-Perzentil	< 0,30	< 0,30	0,15		0,15	0,13	0,15	0,15		0,12
Minimalwert	< 0,30	< 0,30	0,08		0,12	0,09	0,12	0,09		0,09
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere	10.03	Mehrere	17.03		Mehrere

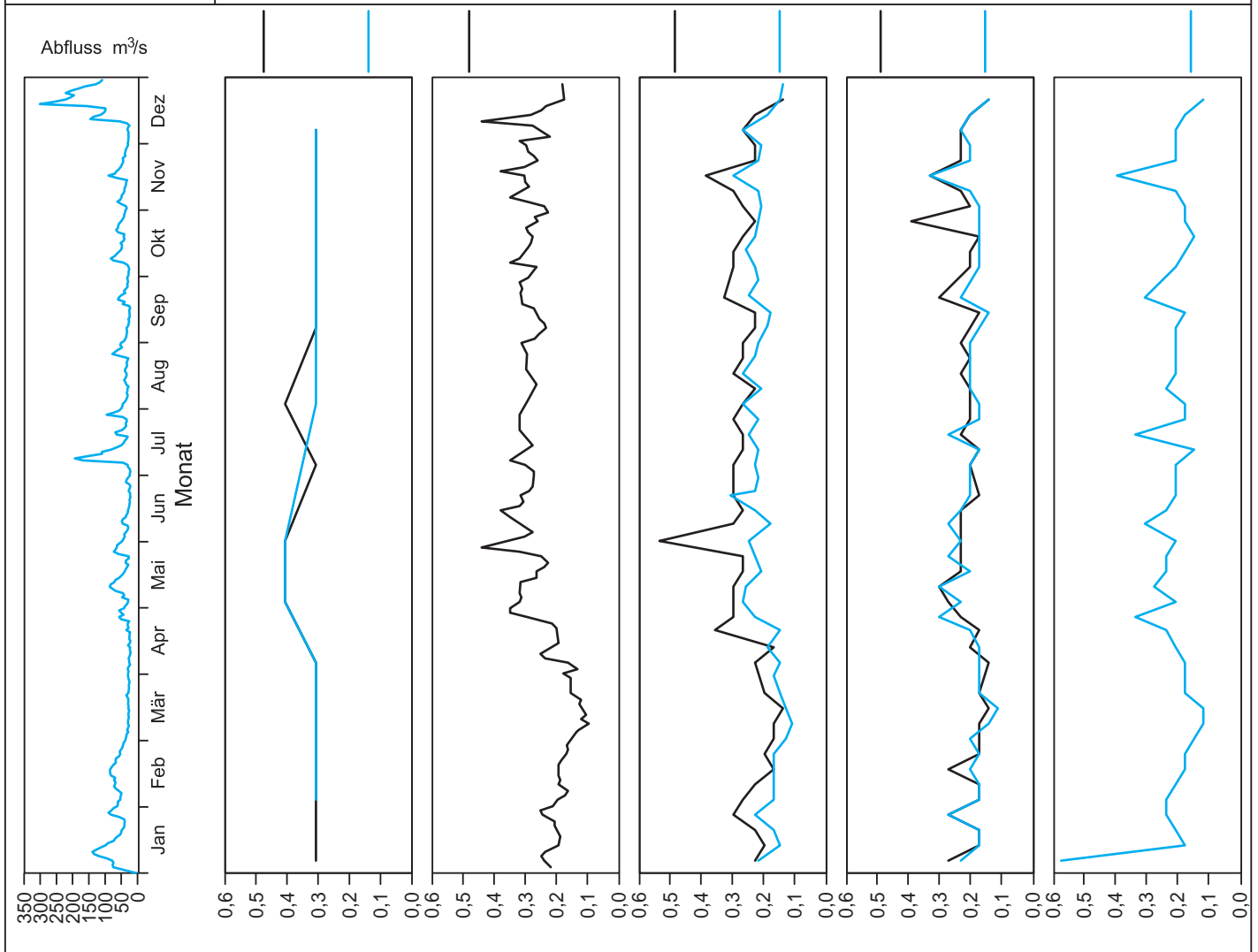


Bild 21.21: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 21.21: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

KenngroÙe: Cadmium

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	12	11	119		26	52	26	26	29	26
Arith. Jahresmittel	< 0,30	< 0,30	0,05		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Geom. Jahresmittel	< 0,30	< 0,30	< 0,05		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Geom. Sommermittel	< 0,30	< 0,30	< 0,05		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Geom. Wintermittel	< 0,30	< 0,30	< 0,05		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Maximalwert	< 0,30	< 0,30	0,30		< 0,30	0,20	< 0,30	< 0,30	0,20	< 0,30
Datum des Max.	Mehrere	Mehrere	16.06		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	10.07	Mehrere
90-Perzentil	< 0,30	< 0,30	0,09		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
50-Perzentil	< 0,30	< 0,30	0,05		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
10-Perzentil	< 0,30	< 0,30	< 0,05		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Minimalwert	< 0,30	< 0,30	< 0,05		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

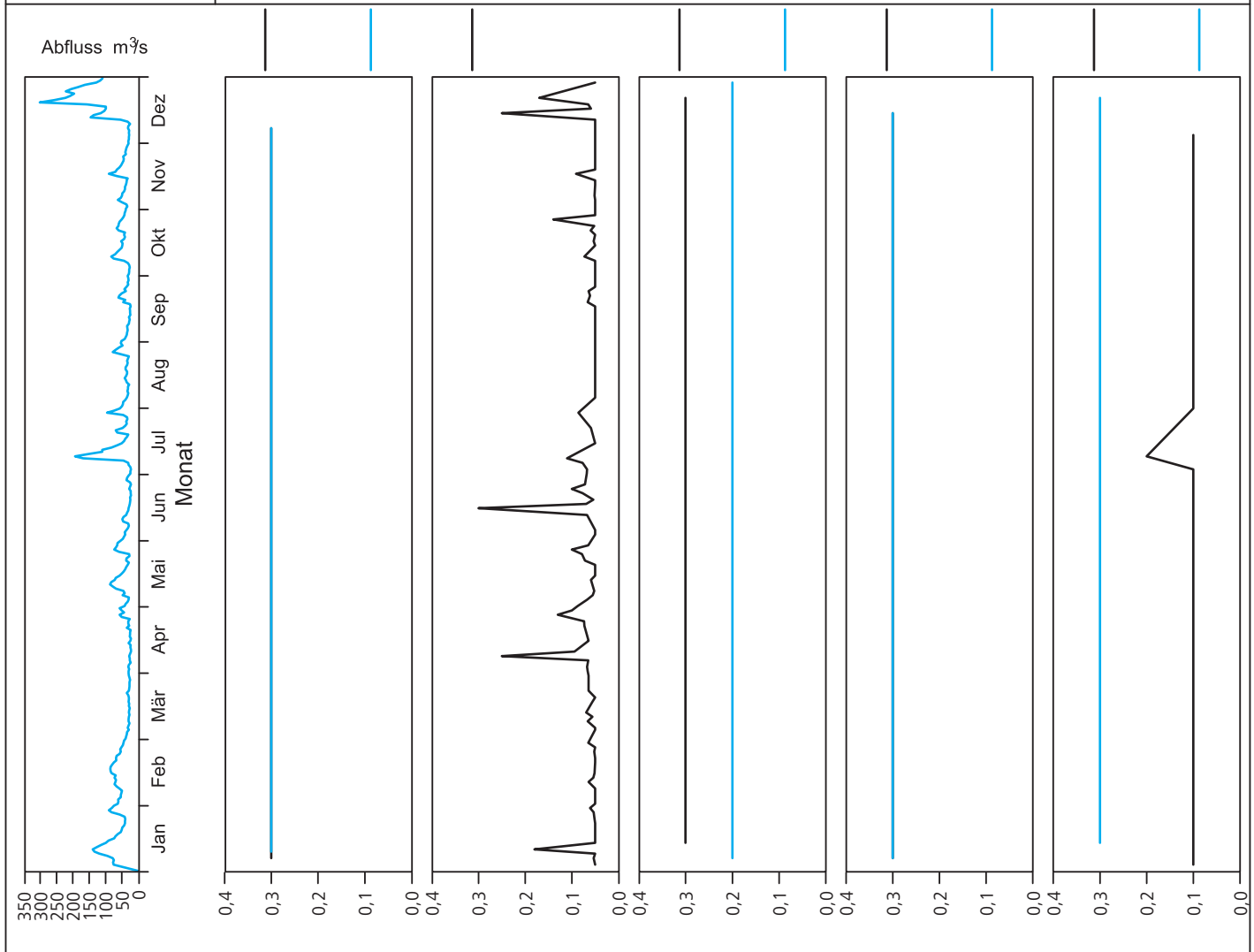


Bild 21.22: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 21.22: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Chrom

Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	11	119		26	52	26	26	20	26
Arith. Jahresmittel	< 1,0	< 1,0	< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Geom. Jahresmittel	< 1,0	< 1,0	< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Geom. Sommermittel	< 1,0	< 1,0	< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Geom. Wintermittel	< 1,0	< 1,0	< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Maximalwert	2,0	1,0	6,8		< 2,0	2,0	< 2,0	< 2,0	1,1	< 2,0
Datum des Max.	03.02	Mehrere	15.12		Mehrere	06.01	Mehrere	Mehrere	10.07	Mehrere
90-Perzentil	1,0	1,0	1,5		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
50-Perzentil	< 1,0	< 1,0	< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
10-Perzentil	< 1,0	< 1,0	< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Minimalwert	< 1,0	< 1,0	< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

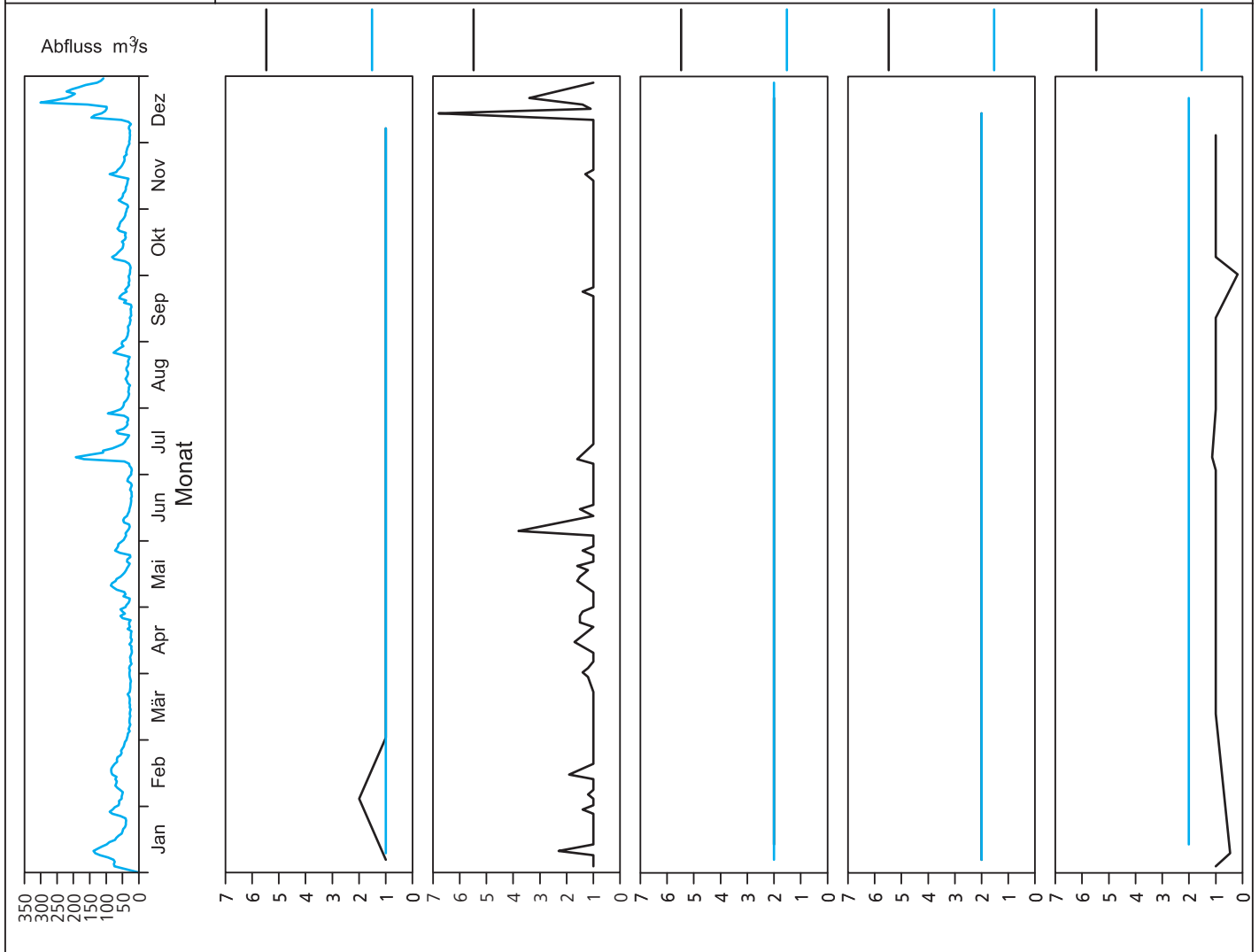


Bild 21.23: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 21.23: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Nickel
Zielwert: 10 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	12	11	119		26	52	26	26	29	26
Arith. Jahresmittel	2,5	2,4	2,3		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	1,3	< 2,0
Geom. Jahresmittel	2,4	2,3	2,1		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	1,2	< 2,0
Geom. Sommermittel	2,8	2,8	2,4		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	1,3	< 2,0
Geom. Wintermittel	2,1	2,0	1,9		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	1,1	< 2,0
Maximalwert	3,0	3,0	8,8		3,0	3,3	3,0	5,0	3,0	4,0
Datum des Max.	Mehrere	Mehrere	14.05		Mehrere	11.08	Mehrere	15.09	10.07	12.05
90-Perzentil	3,0	3,0	2,9		3,0	2,5	2,5	2,5	2,0	2,0
50-Perzentil	2,5	2,0	2,2		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	1,2	< 2,0
10-Perzentil	2,0	2,0	1,6		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Minimalwert	2,0	2,0	< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

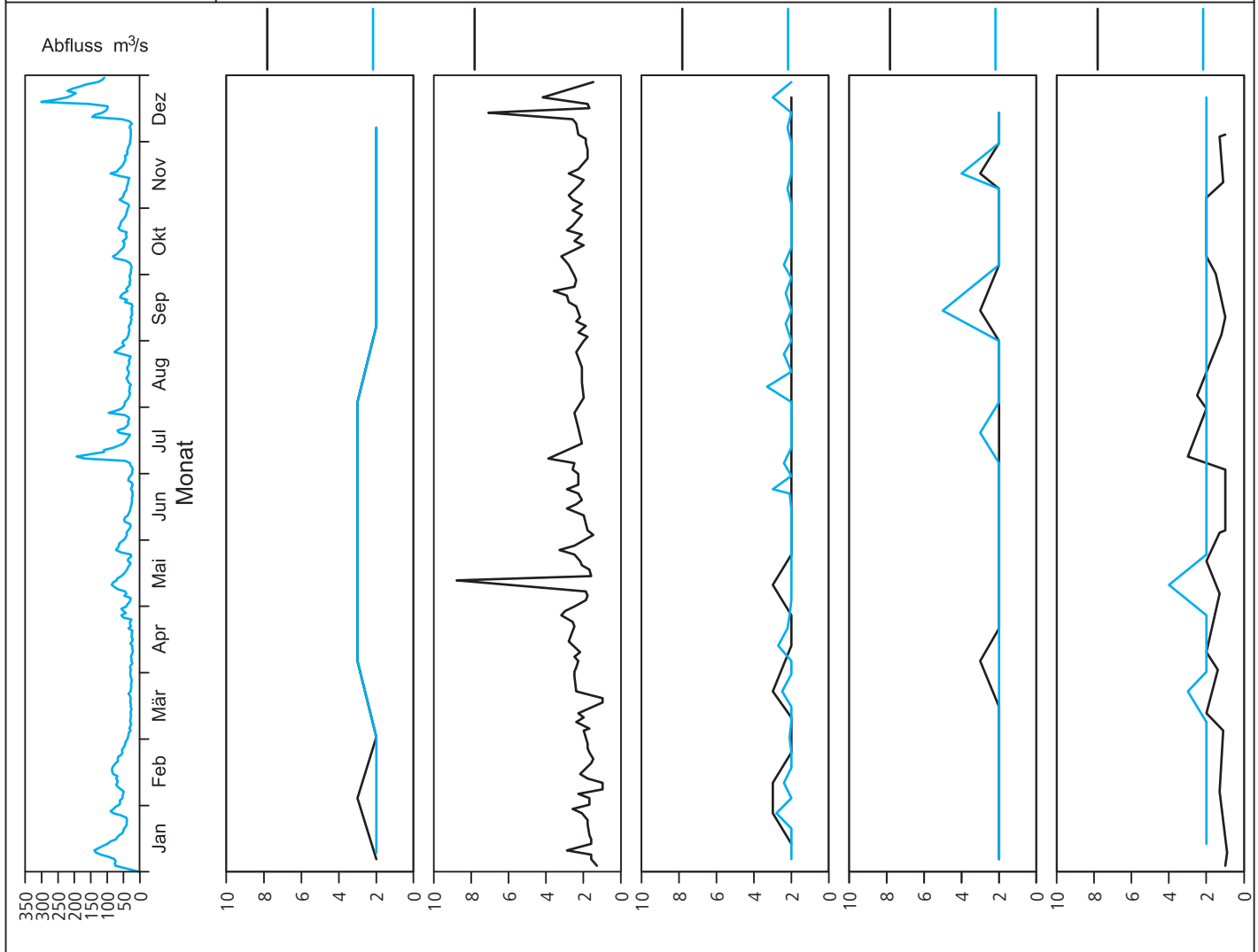


Bild 21.24: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 21.24: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: 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			119		48	52	48	48	26	47
Arith. Jahresmittel			13		10	23	13	13	19	16
Geom. Jahresmittel			10		7	18	11	11	18	12
Geom. Sommermittel			10		5	16	10	11	19	16
Geom. Wintermittel			11		10	19	13	11	18	9
Maximalwert			62		26	57	40	36	38	57
Datum des Max.			02.05		27.01	22.12	05.05	07.07	23.01	05.05
90-Perzentil			18		18	39	19	18	26	27
50-Perzentil			13		11	23	12	12	18	14
10-Perzentil			< 10		< 2	< 10	5	7	13	7
Minimalwert			< 10		< 2	< 10	3	4	11	< 2
Datum des Min.			Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	30.10	Mehrere

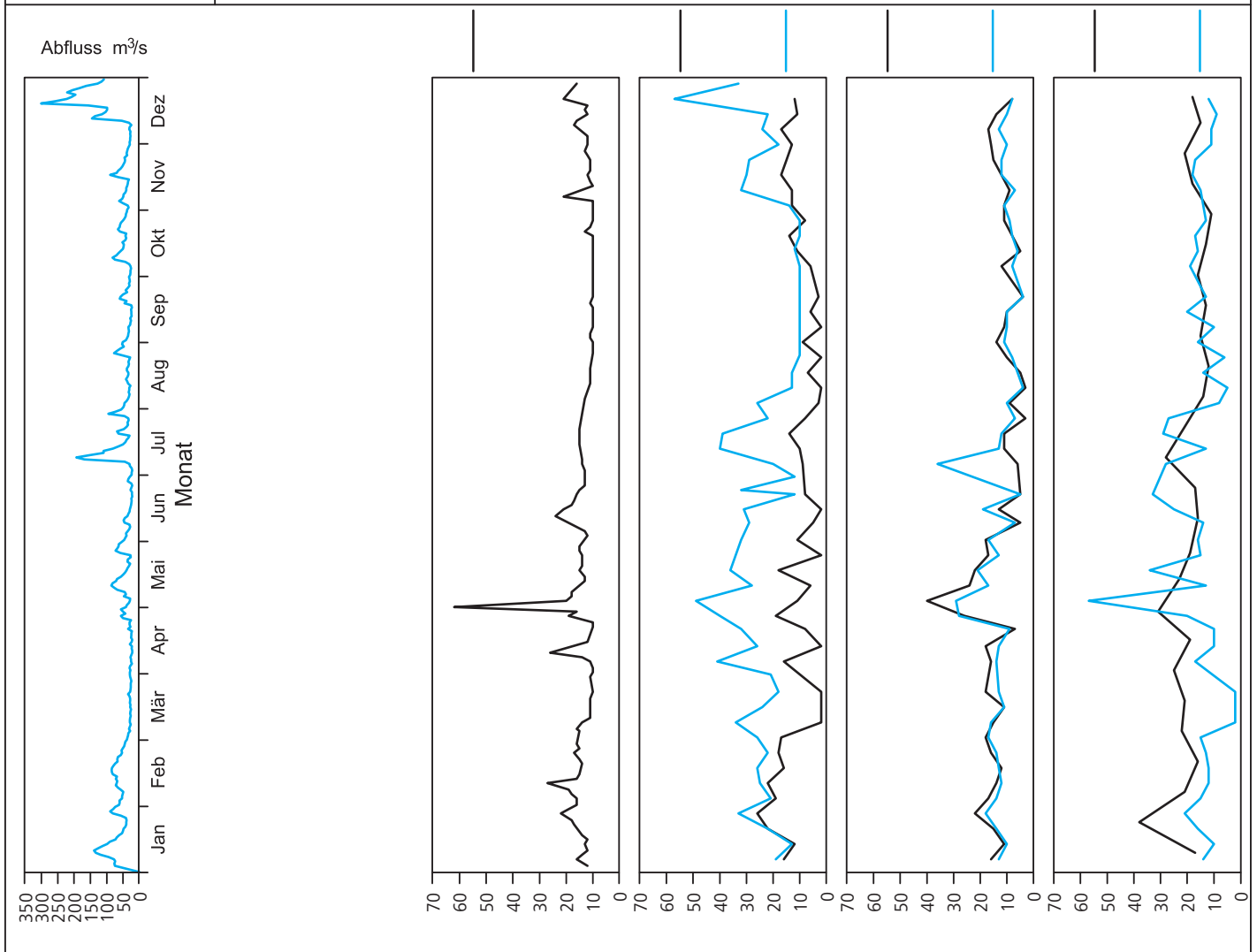


Bild 21.25: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 21.25: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Chlorid

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	11	131		48	52	48	48	70	48
Arith. Jahresmittel	52	49	47		36	35	38	34	25	27
Geom. Jahresmittel	51	48	45		36	34	37	33	25	27
Geom. Sommermittel	55	49	49		38	37	39	35	26	27
Geom. Wintermittel	46	47	43		33	31	36	31	23	26
Maximalwert	77	78	79		51	49	57	45	45	37
Datum des Max.	07.07	07.04	11.04		14.04	14.04	17.03	Mehrere	20.03	07.07
90-Perzentil	74	56	66		45	45	49	43	32	33
50-Perzentil	48	48	44		37	36	37	33	26	27
10-Perzentil	44	40	33		27	26	29	25	20	21
Minimalwert	35	35	19		17	16	19	18	3	17
Datum des Min.	06.01	09.01	22.12		22.12	22.12	22.12	22.12	06.02	22.12

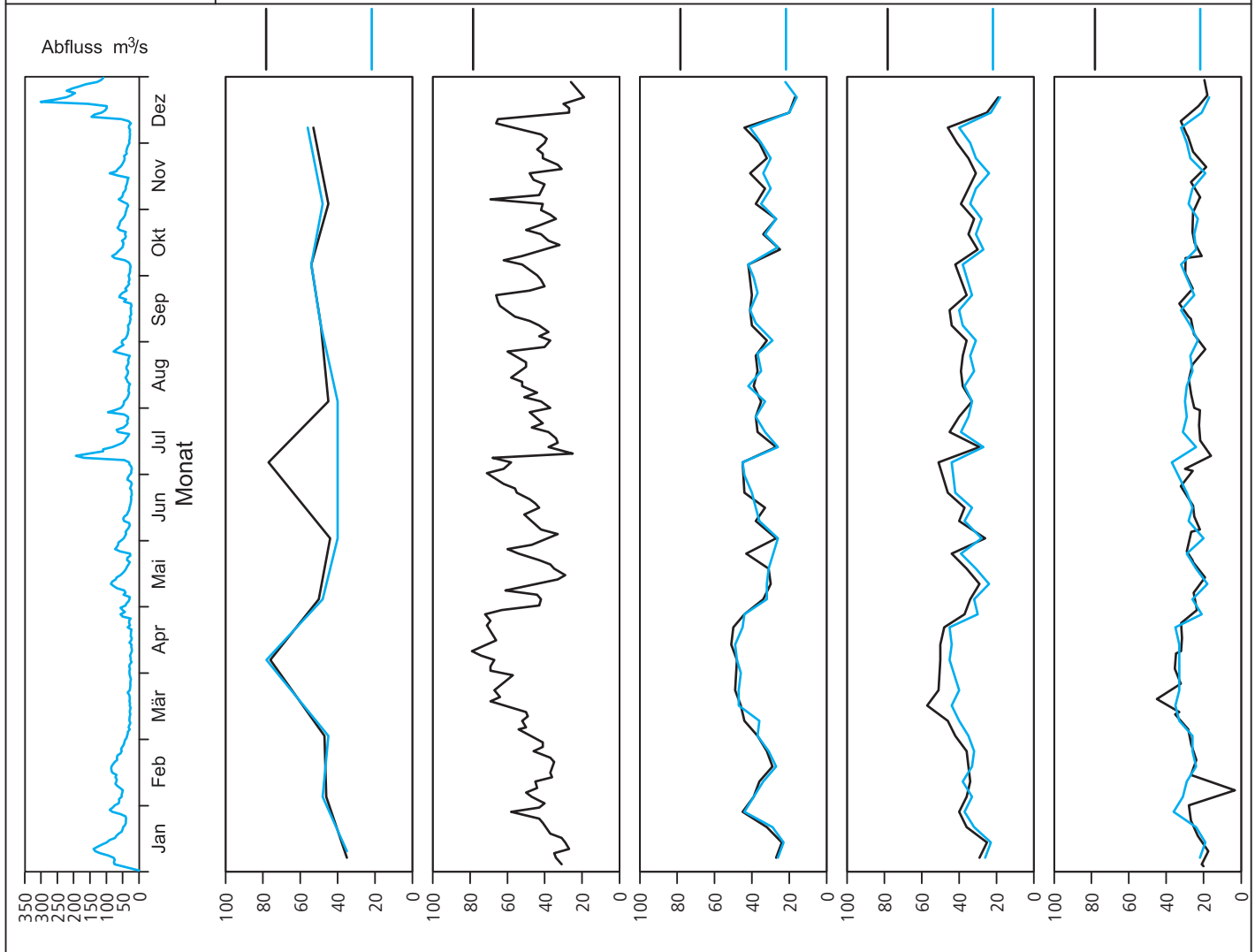


Bild 21.26: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 21.26: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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			131		26		26	26	17	25
Arith. Jahresmittel			7,0		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Geom. Jahresmittel			6,3		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Geom. Sommermittel			7,5		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Geom. Wintermittel			5,3		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Maximalwert			12,0		11,0		13,0	13,0	17,0	12,0
Datum des Max.			Mehrere		10.03		Mehrere	17.11	10.10	10.09
90-Perzentil			10,0		< 10,0		11,5	11,0	11,8	10,0
50-Perzentil			7,0		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
10-Perzentil			5,0		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Minimalwert			< 5,0		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Datum des Min.			Mehrere		Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

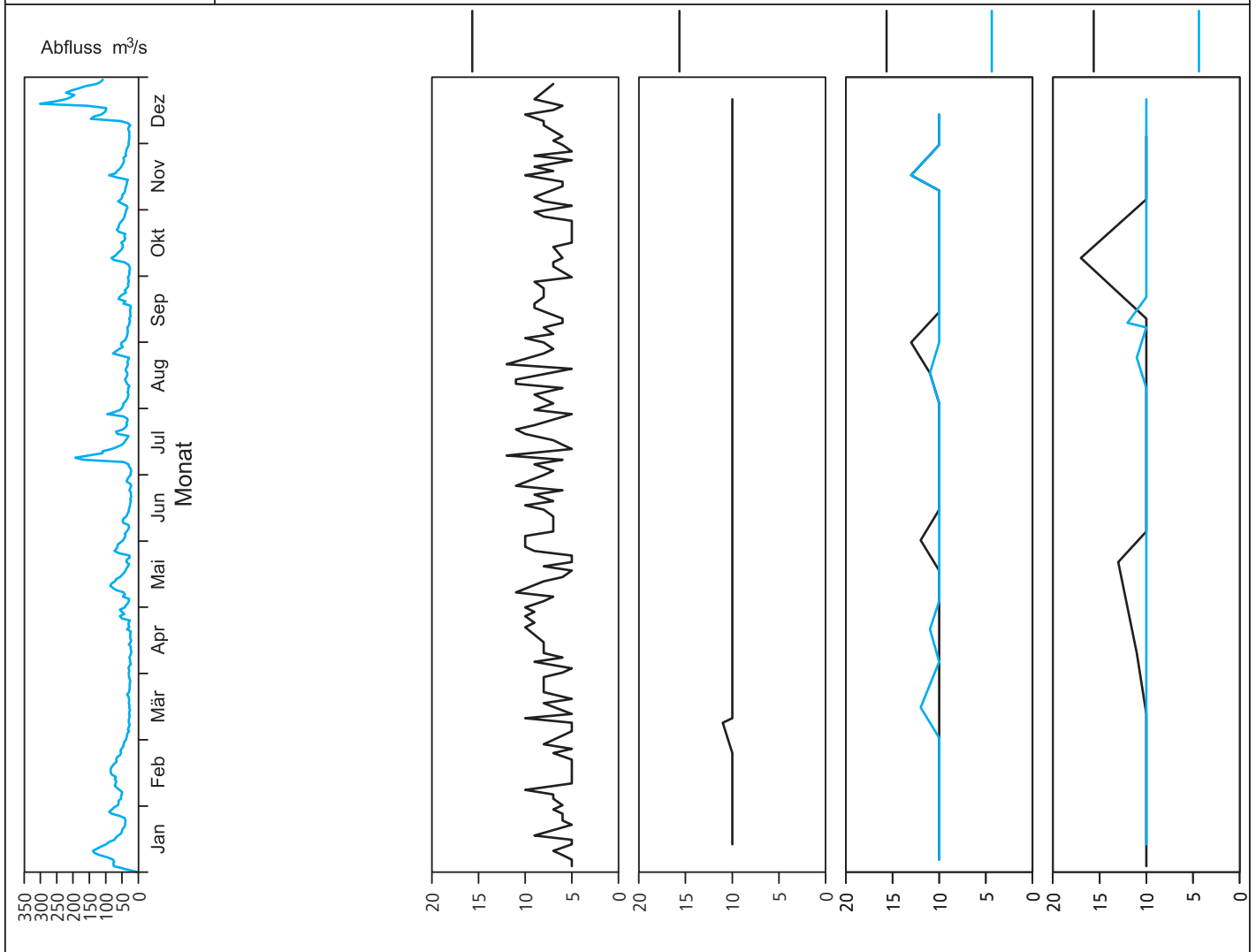


Bild 21.27: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 21.27: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Tetrachlorethen
 Zielwert: 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			32		26	52	26	26	17	26
Arith. Jahresmittel			< 0,03		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,10	< 0,10
Geom. Jahresmittel			< 0,03		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Sommermittel			< 0,03		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Wintermittel			< 0,03		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,10	< 0,10
Maximalwert			< 0,03		< 0,10	< 0,10	0,10	0,20	0,20	< 0,10
Datum des Max.			Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	06.10	Mehrere	Mehrere
90-Perzentil			< 0,03		< 0,10	< 0,10	0,10	0,10	0,20	< 0,10
50-Perzentil			< 0,03		< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,10	< 0,10	< 0,10
10-Perzentil			< 0,03		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Minimalwert			< 0,03		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Datum des Min.			Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

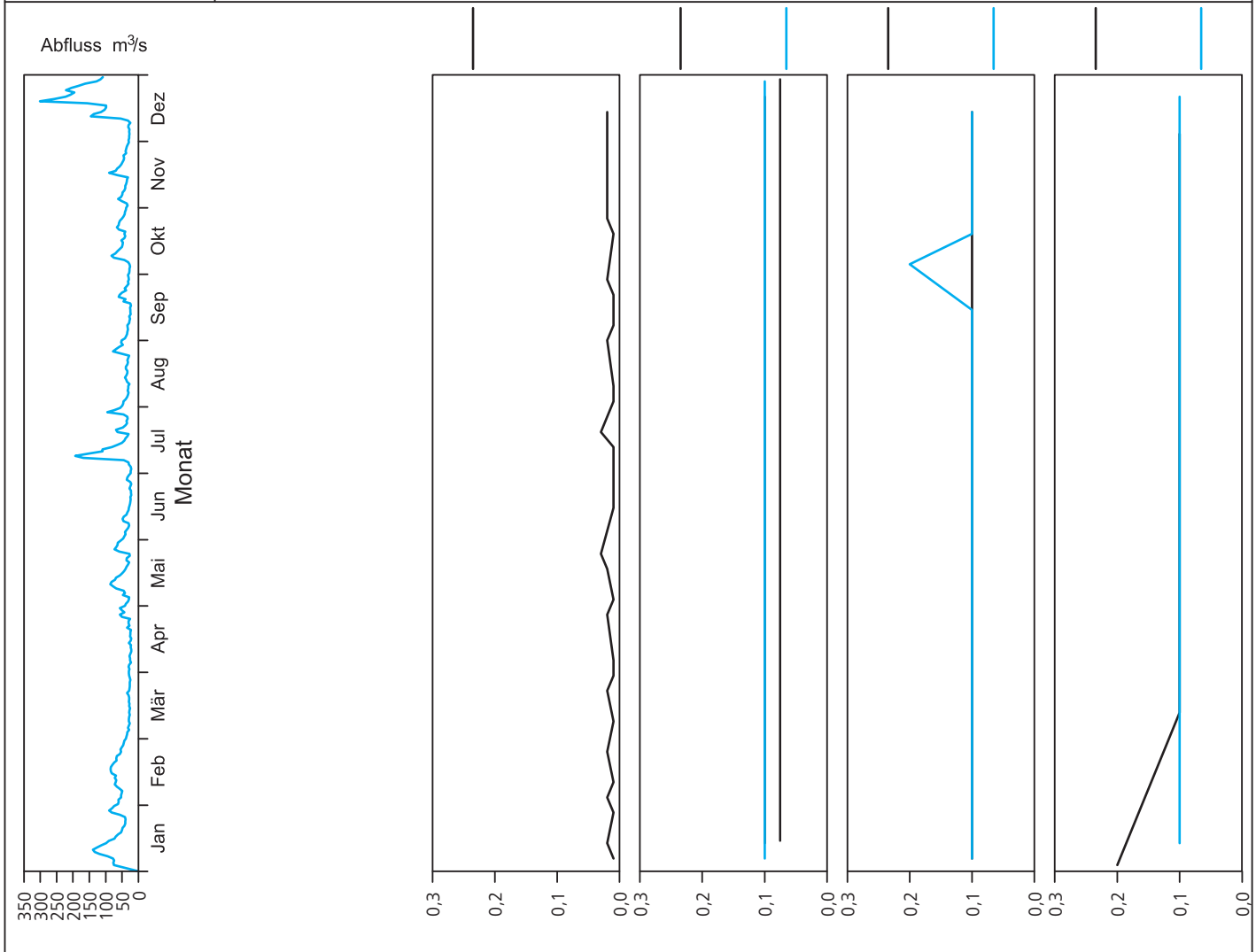


Bild 21.28: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 21.28: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Trichlorethen

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			32		26	52	26	26	17	26
Arith. Jahresmittel			< 0,03		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,10	< 0,10
Geom. Jahresmittel			< 0,03		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Sommermittel			< 0,03		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Wintermittel			< 0,03		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,10	< 0,10
Maximalwert			< 0,03		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,20	< 0,10
Datum des Max.			Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere
90-Perzentil			< 0,03		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,20	< 0,10
50-Perzentil			< 0,03		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
10-Perzentil			< 0,03		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Minimalwert			< 0,03		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Datum des Min.			Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

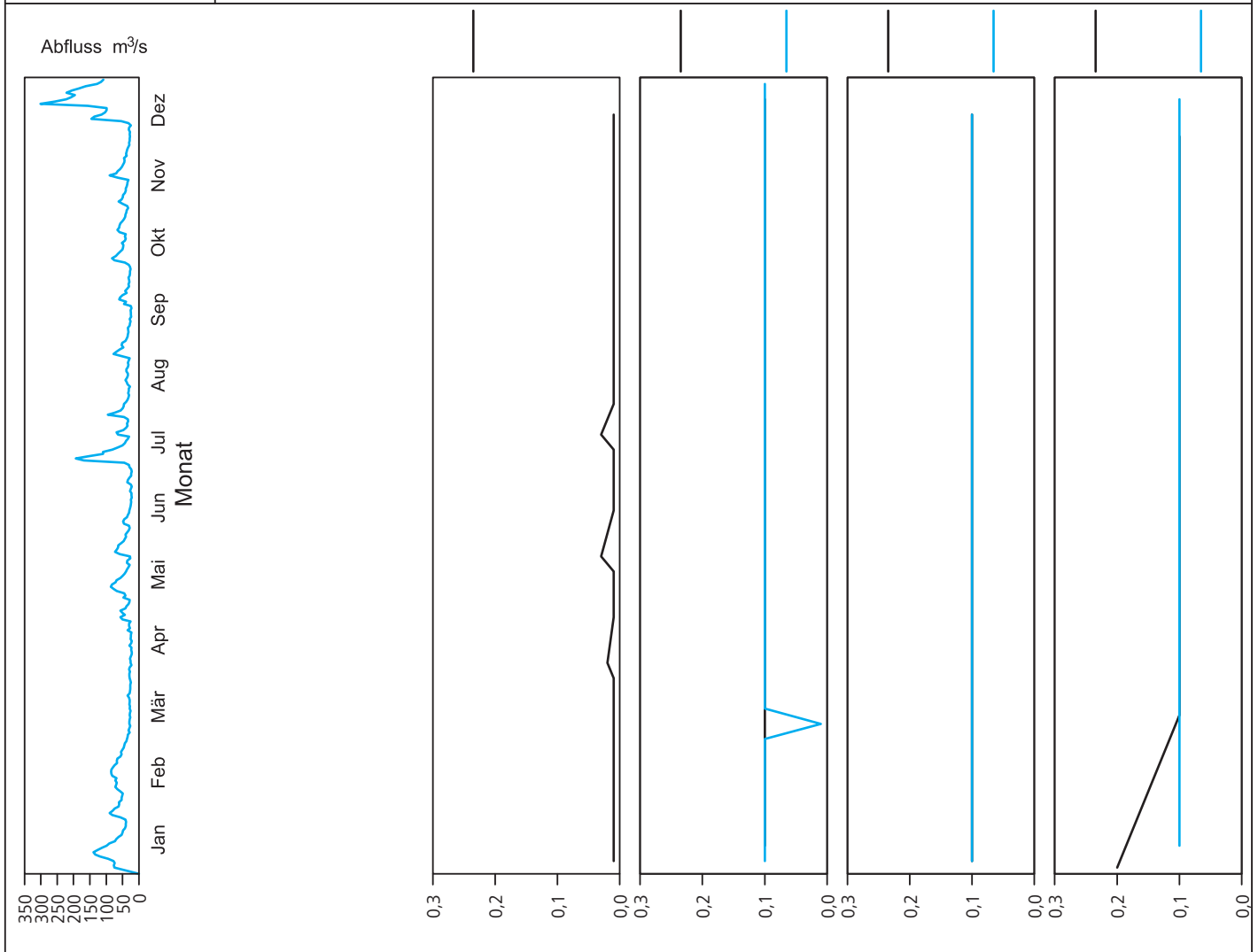


Bild 21.29: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 21.29: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Diethyltrinitrilopentaessigsäure (DTPA)

Einheit: µg/l

Zielwert: 10 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		131	24	24	12	24	24		24
Arith. Jahresmittel	3,4		2,7	3,8	4,2	8,7	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Geom. Jahresmittel	2,4		1,9	2,6	3,1	8,2	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Geom. Sommermittel	4,6		1,6	2,4	2,9	8,5	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Geom. Wintermittel	1,2		2,3	2,8	3,3	8,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Maximalwert	7,0		8,4	9,3	10,8	14,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Datum des Max.	07.04		27.01	10.03	27.01	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere
90-Perzentil	5,8		5,4	8,5	9,6	13,7	< 2,0	< 2,0		< 2,0
50-Perzentil	3,0		2,3	3,2	3,2	7,6	< 2,0	< 2,0		< 2,0
10-Perzentil	1,2		< 1,0	< 2,0	< 2,0	6,1	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Minimalwert	0,5		< 1,0	< 2,0	< 2,0	4,2	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Datum des Min.	06.01		Mehrere	Mehrere	Mehrere	28.03	Mehrere	Mehrere		Mehrere

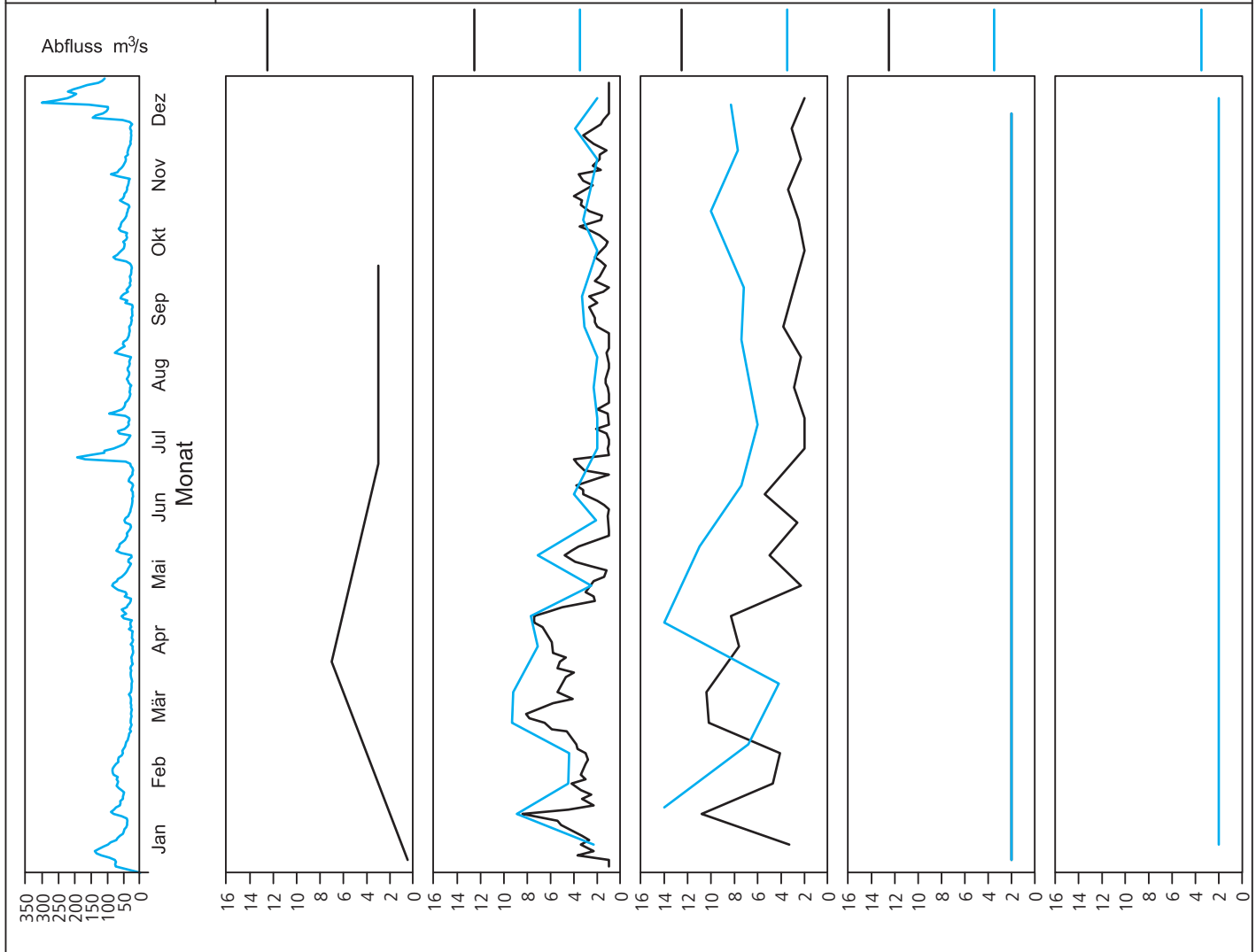


Bild 21.30: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 21.30: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)

Einheit: µg/l

Zielwert: 10 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		131	24	24	12	24	24		24
Arith. Jahresmittel	6,8		6,3	7,3	7,6	12,7	3,0	3,2		2,6
Geom. Jahresmittel	5,0		5,7	6,5	6,7	11,5	2,8	2,9		2,5
Geom. Sommermittel	8,9		5,7	6,5	6,5	12,9	3,0	3,1		2,7
Geom. Wintermittel	2,8		6,3	6,5	7,0	10,2	2,7	2,7		2,3
Maximalwert	10,0		17,0	17,8	19,6	24,0	4,3	11,3		4,3
Datum des Max.	07.07		25.06	23.06	23.06	30.05	07.04	22.04		Mehrere
90-Perzentil	9,4		9,7	11,5	11,2	19,0	3,8	4,0		4,1
50-Perzentil	8,0		5,6	5,9	6,4	11,5	3,1	2,8		2,7
10-Perzentil	3,1		3,4	4,0	4,3	8,5	1,9	2,0		1,6
Minimalwert	1,0		1,1	2,0	1,7	3,2	1,7	1,7		1,0
Datum des Min.	06.01		29.12	22.12	22.12	28.02	15.12	06.01		22.12

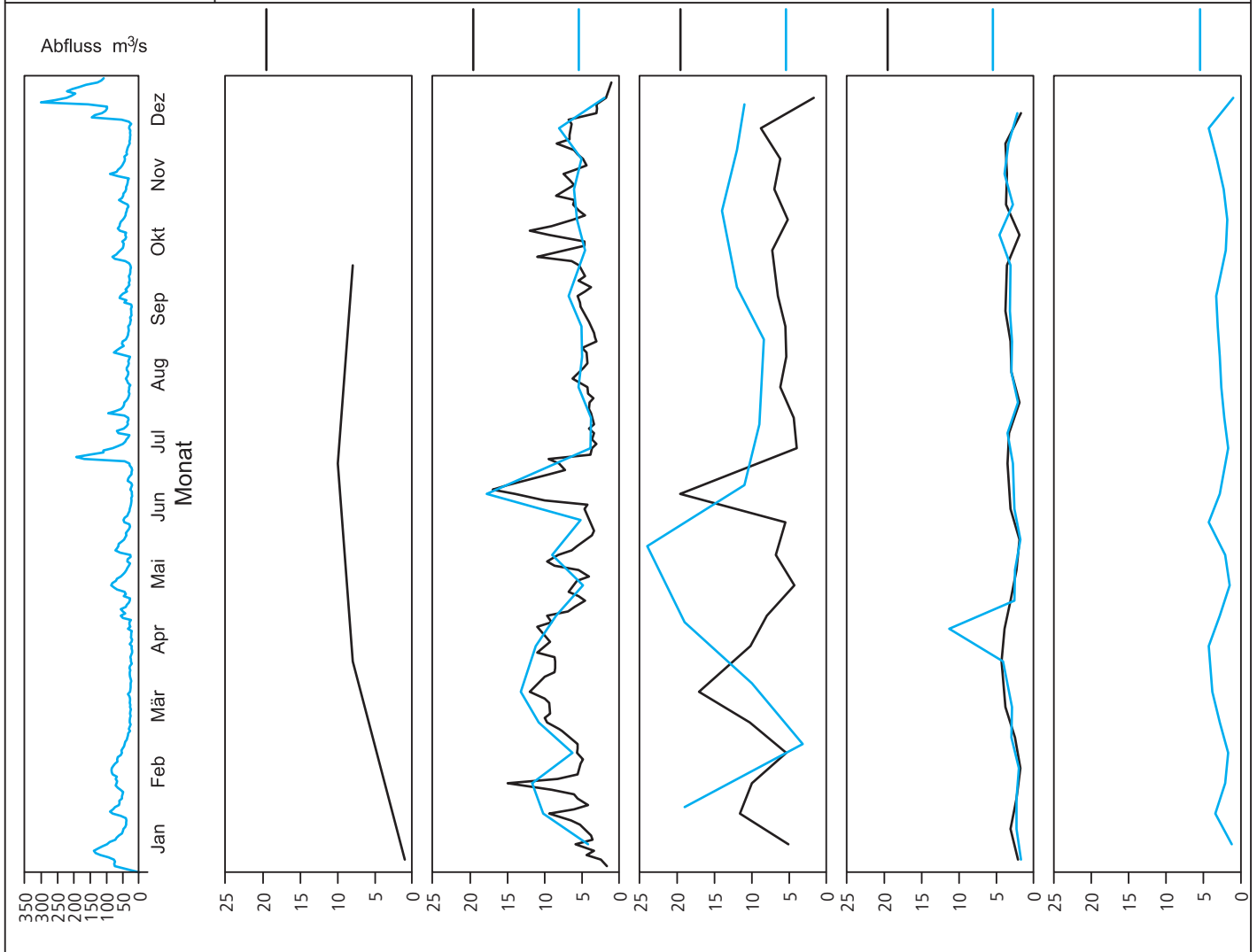


Bild 21.31: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 21.31: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Nitrilotriessigsäure (NTA)

Einheit: µg/l

Zielwert: 10 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		131	24	24	12	24	24		24
Arith. Jahresmittel	< 1,0		< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Geom. Jahresmittel	< 1,0		< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Geom. Sommermittel	< 1,0		< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Geom. Wintermittel	< 1,0		< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Maximalwert	2,0		1,3	1,5	1,4	< 2,0	< 1,0	1,1		1,2
Datum des Max.	06.10		30.04	22.09	28.04	Mehrere	Mehrere	22.04		14.04
90-Perzentil	1,5		< 1,0	1,1	1,3	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
50-Perzentil	< 1,0		< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
10-Perzentil	< 1,0		< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Minimalwert	< 1,0		< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Datum des Min.	Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere

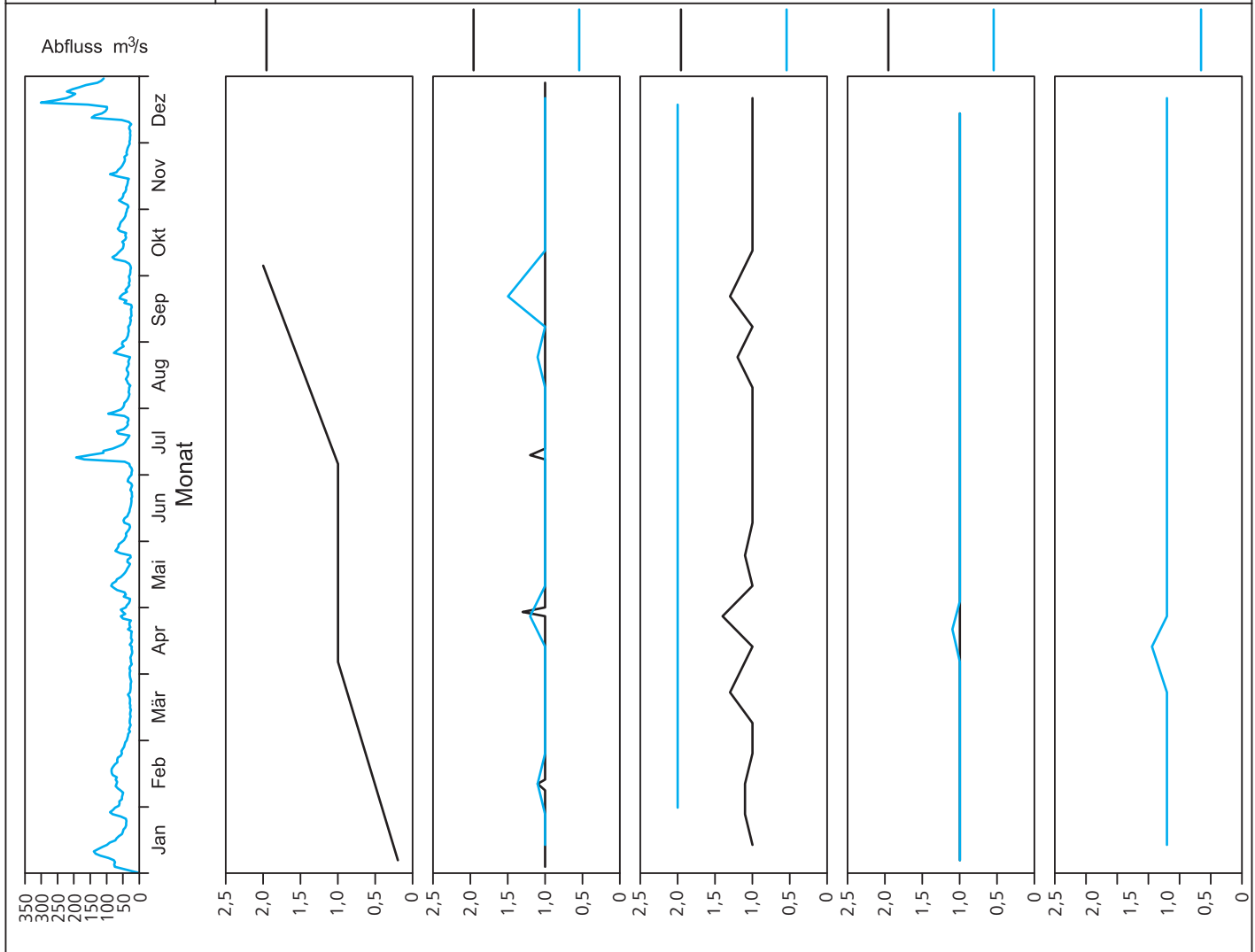


Bild 21.32: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 21.32: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Tabelle 21.5: Im Ruhrwasser bestimmte PSM und Überschreitungen der Trinkwassergrenzwerte von 100 ng/l bzw. der Zielwerte von 50 ng/l
 Table 21.5: Pesticides measured in the Ruhr water and exceedings of the limit for drinking water of 100 ng/l and the target value of 50 ng/l respectively

Kenngröße	Zahl der ausgewerteten Analysen	Zahl der Proben mit positivem Befund	Anteil der Proben mit positivem Befund %	Zahl der Proben mit Werten > 100 ng/l	Anteil der Proben mit Werten > 100 ng/l %	Zahl der Proben mit Werten > 50 ng/l	Anteil der Proben mit Werten > 50 ng/l %	Überschreitung des 90-Perzentils	Maximalwert ng/l
Atrazin	212	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Bentazon	185	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Bifenox	75	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Bromacil	109	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 25
Bromoxynil	185	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Carbetamid	109	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 25
Carfentraton-ethyl	75	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Chloridazon	184	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Chlorthalonil	120	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 80
Chlortoluron	211	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Clodinafop	102	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Clopyralid	177	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 100
2,4-D	185	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Desethylatrazin	212	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Desethylterbuthylazin	212	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Desisopropylatrazin	113	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Desmedipham	120	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 100
Dichlorprop	103	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Diflufenikan	103	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Dimefuron	109	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 25
Diuron	212	1	0,5	0	0,0	0	0,0	–	37
Epoxiconazol	75	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Ethofumesat	184	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 100
Fenpropimorph	75	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 80
Flufenacet	212	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Fluroxypyr	185	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 100
Flurtamone	109	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 25
Hexazinon	184	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Ioxynil	185	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Isoproturon	212	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
MCPA	185	5	2,7	0	0,0	2	1,1	–	64
Mecoprop	103	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Metamitron	212	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Metazachlor	212	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Methabenzthiazuron	109	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 25
Metolachlor	212	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Metribuzin	75	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Pendimethalin	75	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Phenmedipham	184	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 100
Propiconazol	75	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Quinmerac	170	1	0,6	0	0,0	0	0,0	–	17
Simazin	212	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Tebuconazol	75	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Terbuthylazin	212	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50

Messwerte, Tabellen und Diagramme

Table 21.6: Dokumentierte Messgrößen in alphabetischer Reihenfolge
 Table 21.6: Documented measured variables in alphabetical order

Qualitätsmerkmal	Tabelle/Seite	Diagramm/Seite	Längsprofil/Seite
Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX)	173	193	172
Ammonium (NH ₄)	160, 173	185	168
Atrazin	199		
Barium (Ba)	173		171
Bentazon	199		
Bifenox	199		
Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (BSB ₅)	173		167
Blei (Pb)	173		169
Borat-Bor (B)	173		168, 174
Bromacil	199		
Bromoxynil	199		
Cadmium (Cd)	160, 173	180	169
Calcium (Ca)	173		170
Carbetamid	199		
Carfentraton-ethyl	199		
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	173		167
Chlorid (Cl)	173	192	171
Chloridazon	199		
Chlorophyll-a	173	179	166
Chlorthalonil	199		
Chlortoluron	199		
Chrom (Cr)	173	189	169
Clodinafop	199		
Clopyralid	199		
Coliforme Bakterien	160, 173	180	166, 174
2,4-D	199		
Desethylatrazin	199		
Desethylterbuthylazin	199		
Desisopropylatrazin	199		
Desmedipham	199		
Dichlorprop	199		
Diethylentriinitropentaessigsäure (DTPA)	160, 173	196	172
Diflufenikan	199		
Dimefuron	199		
Diuron	199		
Eisen (Fe)	173		170
Elektrische Leitfähigkeit	173	176	166, 174
Epoxiconazol	199		
Ethofumesat	199		
Ethylendinitrietetraessigsäure (EDTA)	160, 173	197	172, 174
Fenpropimorph	199		
Flufenacet	199		

Qualitätsmerkmal	Tabelle/Seite	Diagramm/Seite	Längsprofil/Seite
Fluorid (F)	173		171
Fluroxyppyr	199		
Flurtamone	199		
Gelöster organisch gebundener Kohlenstoff (DOC)	160, 173	182	167
Gelöster Sauerstoff (O ₂)	173	181	167
Gelöstes Eisen (Fe)	173		170
Gelöstes Mangan (Mn)	173	191	170
Gesamtes gelöstes Phosphat (PO ₄)	160, 173	187	168
Hexazinon	199		
loxynil	199		
Isoproturon	199		
Kalium (K)	173		171
Kupfer (Cu)	173		169
Magnesium (Mg)	173		170
Mangan (Mn)	173		170
MCPA	199		
Mecoprop	199		
Metamitron	199		
Metazachlor	199		
Methabenzthiazuron	199		
Metolachlor	199		
Metribuzin	199		
Natrium (Na)	173		171
Nickel (Ni)	160, 173	190	169, 174
Nitrat (NO ₃)	160, 173	186	168
Nitritotriessigsäure (NTA)	160, 173	198	172
Nitrit (NO ₂)	173		168
Organisch gebundener Stickstoff	173		168
Pendimethalin	199		
Phenmedipham	199		
pH-Wert	173	177	166
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	173		172
Propiconazol	199		
Quinmerac	199		
Säurekapazität			
Simazin	199		
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	173	183	167
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436 nm	173	184	167
Sulfat (SO ₄)	173		171, 174
Tebuconazol	199		
Terbuthylazin	199		
Tetrachlorethen	160	194	
Trichlorethen	160	195	
Trübung	173	178	166
Wassertemperatur	173	175	166
Zink (Zn)	173		169

Becker, F.; Kühlmann, M.:

„Die Almeätsche – ein Projekt von Anglern für Angler“
“The grayling in the river Alme – a fisher’s project for fishers”
(Vortrag anlässlich des 8. Nordrhein-Westfälischen Fischereitags am 13. September 2014 in Recklinghausen)

Bettzieche, V.:

„Langeweile bei der Bauwerksüberwachung der Talsperren? – Kommentar“
“Boredom in the structural monitoring of dams? – comment”
(veröffentlicht in: Wasserwirtschaft; 104. Jahrgang, Heft 9/2014)

Bettzieche, V.:

„Kleine Talsperren und kleine Hochwasserrückhaltebecken – Zuverlässigkeitsnachweise für kleine Staudämme“
“Small Dams and small Flood Control Reservoirs – Safety Analysis of small Dams”
(Vortrag anlässlich des DWA-Seminars „Kleine Stauanlagen“ am 21. Mai 2015 in Detmold)

Bode, H.:

„Wohl und Wehe der 4. Reinigungsstufe“
“Pleasure and Pain of the Elimination of Micropollutants in WWTP”
(veröffentlicht in: KA Korrespondenz Abwasser, Abfall, 61. Jahrgang, Heft 12/2014, GFA, Hennef, ISSN 1866-0029; veröffentlicht in: KW Korrespondenz Wasserwirtschaft, 7. Jahrgang, Heft 12/2014, GFA, Hennef, ISSN 1865-9926)

Bode, H.:

„Wohl und Wehe der 4. Reinigungsstufe“
“Pleasure and Pain of the Elimination of Micropollutants in WWTP”
(veröffentlicht in: Vom Wasser – Das Journal, VJWWAU, 112. Jahrgang, Heft 4/2014, ISSN 0083-6915)

Bode, H.:

„Ausführliche Replik von H. Bode auf Leserbrief zu „Wohl und Wehe der 4. Reinigungsstufe“ aus Baden-Württemberg“
“Detailed Replica of H. Bode to a letter to the editor to “Pleasure and Pain of the Elimination of Micropollutants in WWTP” from Baden-Württemberg”
(veröffentlicht in: KA Korrespondenz Abwasser Abfall, Heft 5/2015, 62. Jahrgang, GFA, Hennef, ISSN 1866-0029)
(veröffentlicht in: Gwf Wasser – Abwasser, 156. Jahrgang, Heft 4/2015. DIV Deutscher Industrieverlag GmbH, ISSN 0016-3651)

Döppner, T.; Weyand, M.:

„Bewirtschaftungsplanung in der Praxis - 14. Workshop Flussgebietsmanagement“
“Practical management planning: 14th Workshop on river basin management”
(veröffentlicht in: KW Korrespondenz Wasserwirtschaft, 7. Jahrgang, Heft 6/2014, S. 321-326, ISSN 1865-9926)

Drechsel, V.:

„Ertüchtigung der naturnahen Trinkwasseraufbereitung im Ruhrtal durch Aktivkohle.“
“Improvement of the natural drinking water treatment in the Ruhr valley by activated carbon”
(veröffentlicht in: Aktuelles aus der Wasserchemie – Aktuelle Wochenschau 2014 der Wasserchemischen Gesellschaft, <http://www.aktuelle-wochenschau.de>, 46. KW., 2014)

Drechsel, V.; Remmler, F.; Skark, C.; Fraske, D.; Zullei-Seibert, N.; Wichern, M.:

„Kornaktivkohlen in der Trinkwasseraufbereitung: Vergleichende Untersuchungen von Adsorbentmaterialien als Frischkohle und Reaktivat“
“Granulated activated carbon in drinking water treatment. Comparative analysis of adsorbent materials as fresh and reactivated coal”
(Vortrag anlässlich der Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft vom 26. bis 28. Mai 2014 in Haltern am See; Tagungsband: ISBN 978-3936028-83-6, S. 359-364; 2014)

Drechsel, V.; Remmler, F.; Skark, C.; Sommer, S.; Kuhn, A.; Zullei-Seibert, N.; Wichern, M.:

„Rückhalt von organischen Spurenstoffen bei der Langsandsandfiltration – Anwendung eines Testsystems“
“Removal of organic trace substances during slow and filtration – application of a test system”
(Vortrag anlässlich der Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft vom 26. bis 28. Mai 2014 in Haltern am See; Tagungsband: ISBN 978-3-936028-83-6, S. 365-369, 2014)

Drechsel, V.; Remmler, F.; Skark, C.; Wichern, M.:

„Entfernung von organischen Spurenstoffen in naturnahen Filtersystemen – Eignung von Modellsystemen“
“Removal of organic trace substances in natural filter systems – competence of model systems”
(veröffentlicht in: Energie-Wasser-Praxis, 65. Jahrgang, Heft 3, S. 20-25, 2014)

Evers, P.:

„Legionellen auf Kläranlagen“
“Legionella in wastewater treatment plants”
(Vortrag an der Ruhr-Universität Bochum am 20. Januar 2015)

Evers, P.; Grünebaum, T.:

„Legionellen auf Kläranlagen – Erfahrungen und Konsequenzen aus den Ereignissen in Warstein“
“Legionella in wastewater treatment plants – Experiences and consequences of the incidents in Warstein”
(Vortrag anlässlich der 48. Essener Tagung vom 15. bis 17. April 2015 in Aachen)

Grünebaum, T.:

„Strategien zur Gewässer- und Auenentwicklung im Kontext der Wasserrahmen-Richtlinien (WRRL)“
“Strategies for development of waterbodies and floodplains in the context for EU-Water Framework Directive”

(Vortrag anlässlich des DWA-Wasserwirtschaftskurs 0/7 „Fließgewässer“ vom 04. bis 06. März 2015 in Kassel, veröffentlicht im DWA Tagungsband)

Grünebaum, T.; Borchers, U.; Wurzel, A.:

„Strahlwirkung und Trittsteine in Fließgewässern – ökosystemare Erkenntnisse für ingenieurtechnische Maßnahmen“

“Radiating effect and stepping stone – ecological findings for engineering measures”

(Vortrag anlässlich der 45. IWASA „Internationales Wasserbausymposium“ am 8. Januar 2015 in Aachen, veröffentlicht in: Tagungsband IWW der RWTH Aachen)

Grünebaum, T.; Jardin, N.; Lübken, M.; Wichern, M.; Lyko, S.; Rath, L.; Thöle, D.; Türk, J.:

„Untersuchung verschiedener Verfahren zur weitergehenden Spurenstoffelimination auf kommunalen Kläranlagen im großtechnischen Maßstab“

„Investigation of different proceedings for elimination micropollutants at municipal wastewater treatment plants in a large scale“

(veröffentlicht in: DWA Korrespondenz Abwasser, Abfall – Schwerpunktausgabe Heft 10/2014 “Spurenstoffe”, ISSN 1866–0029, S. 876–884)

Haneklaus, W.:

„Die neuen Umweltqualitätsnormen für prioritäre Stoffe in Oberflächengewässern nach der Richtlinie 2013/39/EU vom 12. August 2013“

“The new environmental quality standards for priority substances in surface waters according to the directive 2013/39/EU of August 12, 2013”

(veröffentlicht in: W+B, Zeitschrift für Deutsches und Europäisches Wasser-, Abwasser- und Bodenschutzrecht, Heft 3/2014)

Hennerkes, J.:

„Vorgehensweise bei der Fremdwasserreduzierung“

“Methodology of reducing infiltration and inflow water”

(Vortrag anlässlich des DWA-Seminars „Fremdwasser in Entwässerungssystemen“ am 4. Dezember 2014 in Bremen)

Jardin, N.:

„Hygienische, wasserwirtschaftliche und weitere Aspekte des Badens in der Ruhr“

“Hygienic, water resource management and further aspects of bathing in the Ruhr river”

(Vortrag anlässlich des 15. IFWW-Fachkolloquiums „Mikrobiologische Herausforderungen für den Wasserkreislauf“ am 7. Mai 2015 in Haltern)

Jardin, N.:

„Mit der Integralen Entwässerungsplanung zum guten Gewässerzustand“

“Using integrated urban drainage planning to achieve a good status of water bodies”

(Vortrag anlässlich der 48. Essener Tagung am 15. April 2015 in Aachen)

Jardin, N.:

„Planning and design of WWTP“

“Planung und Bemessung von Abwasserbehandlungsanlagen“

(Vortrag anlässlich des Expertenworkshops „Abwasserbehandlung“ am 23. April 2015 in Domzale-Kamnik in Slowenien)

Jardin, N.:

“Performance indicators at Ruhrverband – an overview“

„Benchmarking beim Ruhrverband – Ein Überblick“

(Vortrag anlässlich des Expertenworkshops „Abwasserbehandlung“ am 23. April 2015 in Domzale-Kamnik in Slowenien)

Jardin, N.:

„Optimising energy efficiency on wastewater treatment plants“

“Optimierung der Energieeffizienz von Abwasserbehandlungsanlagen“

(Vortrag anlässlich des Expertenworkshops „Abwasserbehandlung“ am 23. April 2015 in Domzale-Kamnik in Slowenien)

Jardin, N.:

„Was erwartet ein/e IWAR-Absolvent/in beim Berufseinstieg? Was erwartet ein Arbeitgeber von einem/r IWAR-Absolvent/in in einem Wasserverband?“

“What does an IWAR-graduate expect with the occupational entrance? What an employer expects from an IWAR-graduate in a water association“

(Vortrag anlässlich der Veranstaltung „Students meet Business“ am 29. Januar 2015 in Darmstadt)

Jardin, N.:

„Die neuen Bemessungsgrundlagen für die biologische Abwasserreinigung gemäß dem Arbeitsblatt A 131 der DWA“

“The new DWA-guideline A 131 for designing activated sludge systems“

(Vortrag anlässlich des VTA-Fachseminars „100 Jahre Belebungsverfahren“ am 12. November 2014 in Salzburg)

Jardin, N.:

„Ganzheitliche Optimierung der Siedlungsentwässerung – Integrale Entwässerungsplanung beim Ruhrverband“

“Holistic optimisation of urban drainage systems – Integrated urban drainage planning at Ruhrverband“

(Vortrag anlässlich der EAWAG am 23. Juni 2014 in Zürich)

Jardin, N.; Sandino, J.:

“Activated sludge process economics“

„Die Wirtschaftlichkeit des Belebungsverfahrens“

(Vortrag anlässlich der IWA-Konferenz „Activated Sludge – 100 Years and Counting!“ vom 12. bis 14. Juni 2014 in Essen)

Jardin, N.; Sandino, J.:

„Die Wirtschaftlichkeit des Belebungsverfahrens“

“Activated sludge process economics“

(Vortrag anlässlich der IWA-Konferenz “Activated Sludge – 100 Years and Counting!“; Eds. D. Jenkis and J. Wanner, S. 383-406, IWA Publishing, London; ISBN: 9781780404936)

Jardin, N.; Weyand, M.; Podraza, P:

„Mit der Integralen Entwässerungsplanung zum guten Gewässerzustand“

“Using integrated urban drainage planning to achieve a good status of water bodies“

(veröffentlicht in: Gewässerschutz – Wasser – Abwasser; Schriftenreihe des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, Band 236, Heft 10, S. 10/1-10/16. Vortrag anlässlich der 48. Essener Tagung am 15. April 2015 in Aachen; ISBN: 978-3-938996-42-3; veröffentlicht in: Gewässerschutz-Wasser-Abwasser, Schriftenreihe des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, Band 227)

Klopp, R.:

„Spurenstoffe aus gewerblichen und industriellen Abwässern“

“Micropollutants in commercial and industrial waste water“

(DWA-Schriftenreihe Wasserwirtschafts-Kurse 0/5. Behandlung von Industrie- und Gewerbeabwasser, S. 265-321 (2014))

Knotte, H.; Hoffmann, A.:

„Schaffung der Fisch-Durchgängigkeit am Ruhr-Wehr Baldeney, Essen“

“Enabling fish migration at the Ruhr weir Baldeney, Essen“

(Vortrag anlässlich der 45. IWASA-Tagung am 8./9. Januar 2015 in Aachen)

Kühlmann, M.:

„Die fischereiliche Bewirtschaftung der Ruhrverbandstalsperren“

“Management of fishes in the reservoirs of the Ruhr River Association“

(Vortrag anlässlich der Fortbildungsveranstaltung “Fluss- und Seenfischerei des LfL Instituts für Fischerei“ am 17. November 2014 in Starnberg)

Merkel, W.; Jardin, N.:

„Sichere Ruhr – Stand und Perspektiven einer zukünftigen Bادنutzung“

“Safe Ruhr river – Status and prospects for future river bathing“

(Vortrag anlässlich der 48. Essener Tagung am 16. April 2015 in Aachen)

Merkel, W.; Strathmann, M.; Tondera, K.; Klaer, K.; Schoenemann, B.; Jardin, N.:

„Sichere Ruhr – Stand und Perspektiven einer zukünftigen Bادنutzung.“

“Safe Ruhr river – Status and prospects for future river bathing“

(Gewässerschutz-Wasser-Abwasser, veröffentlicht in: Schriftenreihe des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, Band 236, Heft 31/1-31/17; Vortrag anlässlich der 48. Essener Tagung am 16. April 2015 in Aachen)

Nisipeanu, P.:

„Selbstüberwachung von öffentlichen Abwasseranlagen – aufgezeigt an der nordrhein-westfälischen SÜwVO Abwasser (Teil 1)“

“Selfmonitoring by the operator of public sewage systems – shown at the northrhine-westphalian regulation „statutory self-monitoring wastewater“

(Part 1)“

(veröffentlicht in: W+B Zeitschrift für Deutsches und Europäisches Wasser-, Abwasser- und Bodenschutzrecht Heft 4/2014. S. 183-196)

Nisipeanu, P.:

„Selbstüberwachung von öffentlichen Abwasseranlagen – aufgezeigt an der nordrhein-westfälischen SÜwVO Abwasser (Teil 2)“

“Selfmonitoring by the operator of public sewage systems – shown at the northrhine-westphalian regulation „statutory self-monitoring wastewater“

(Part 2).

(veröffentlicht in: W+B Zeitschrift für Deutsches und Europäisches Wasser-, Abwasser- und Bodenschutzrecht 1/2015, S. 16-239)

Podraza, P.:

„Der (Wasser)-Pest auf der Spur – Makrophytenentwicklungen in der Ruhr – Ursachen, Auswirkungen, Maßnahmen“

“On the track of the (water) pest – macrophyte development in the Ruhr – causes, implications, measures“

(Vortrag anlässlich der Ringvorlesung WasserWissen des „netzwerkwassers“ der Hochschulen in Münster)

Podraza, P.:

„Eine differenzierte Auswertung des Makrozoobenthos – Welche Aussagen erlaubt diese Betrachtungsweise?“

“A differentiated evaluation of the macrozoobenthos – what kind of assertions does this approach allow for?“

(Erweiterte Zusammenfassung des Workshops Flussgebietsmanagement am 05 und 06. November 2014 in Essen, 13 pp.)

Podraza, P.; Döppner, T.:

„Besonderheiten stauregulierter Fließgewässer: Phytoplankton- oder Makrophytendominanz – die Ausprägung der Trophie in den Ruhrstauseen“

“Special features of regulated flowing waters: dominance of phytoplankton or macrophytes – trophy levels in the Ruhr’s impounding lakes“

(veröffentlicht in: Korrespondenz Wasserwirtschaft, 4. Jahrgang, Heft 7 (S. 237-243)

Preuß, G.; Geburtzky, G.; Zander-Hauck, S.:

„Nachweismethoden für coliforme Bakterien“

“Methods for the detection of coliforme bacteria“

(veröffentlicht in: Ruhrgütebericht 2013, ISSN 1613-4729, AWWR und Ruhrverband, S. 144-151, 2013)

Roesler, F.:

„Vertiefte Analyse der Messdaten an der Ennepestaumauer – 10 Jahre nach ihrer Sanierung“

“Detailed analysis of the measured data of the Ennepe dam – 10 years after its rehabilitation“

(veröffentlicht in: Wasserwirtschaft; 104. Jahrgang, Heft 09/2014, Springer-Vieweg Verlag, Wiesbaden)

Roesler, F.; Knallinger, M.:

„Teilsicherheitsbeiwerte beim Standsicherheitsnachweis von Gewichtsstaumauern“
“Partial Safety Factors for the Stability Analysis of Gravity Dams”
(veröffentlicht in: Wasserwirtschaft 12/2014, 104. Jahrgang, Springer-Vieweg Verlag, Wiesbaden)

Scheuer, M.; Schmutz, B.; Happel, O.; Skark, C.; Drechsel, V.:

„Hydrochlorothiazid in der Trinkwasseraufbereitung – Erkenntnisse aus dem RiSKWa-Verbundprojekt PRiMaT“
“Hydrochlorothiazide in drinking water treatment – results of the RiSKWa research project PRiMaT”
(veröffentlicht in: Vom Wasser, Heft 12/2014; 112. Jahrgang, (4), S. 131-139, 2014)

Schnatmann, C.:

„Aktuelle Entwicklungen im Bereich der technischen Ausrüstung von Faulgasanlagen“
“Topical developments in the area of technical equipment of digester gas plants”
(Vortrag im Rahmen der DWA-Klärantagung am 9. und 10. Juni 2015)

Schneider, M.; Preuß, G.; Zullei-Seibert, N.; Kuczus, T.:

“Development of a molecular method for Quantifikation of Escherichia coli in raw and drinking water.”
„Entwicklung einer molekularbiologischen Methode zur Quantifizierung von Escherichia coli in Roh- und Trinkwasser“
(Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft vom 26. bis 28. Mai 2014 in Haltern am See; Tagungsband: ISBN 978-3936028-83-6, S. 365-369, 2014)

Schneider, M.; Preuß, G.; Zullei-Seibert, N.:

„Molekularbiologische Methoden in der Trinkwasseraufbereitung. Entwicklung von Verfahren zur Totzelldiskriminierung“
“Molecular methods in drinking water purification: Development of techniques for dead cell exclusion”
(Vortrag anlässlich der Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft vom 26. bis 28. Mai 2014 in Haltern am See; Tagungsband ISBN 978-3-9-936028-83-6, S. 420-424, 2014)

Schneider, M.:

„Unterstützung für die klassische Mikrobiologie – Anpassung eines molekularbiologischen Verfahrens für die hygienische Kontrolle in der Trinkwasseraufbereitung.“
“Supporting conventional microbiology – Adaptation of a molecular method for hygienic monitoring in drinking water treatment”
(veröffentlicht in: Aktuelles aus der Wasserchemie – Aktuelle Wochenschau 2014 der Wasserchemischen Gesellschaft, <http://www.aktuelle-wochenschau.de>, 29. Kalenderwoche, 2014)

Skark, C.; Böddeker, M.; Rodeck, O.; Gutzeit, D.; Remmler, F.; Zullei-Seibert, N.:

„Nitrat im Sickerwasser in einem Wassergewinnungsgebiet bei Haltern (Münsterland, NRW)“
“Nitrate in the seeping water of a catchment area near Haltern (Münsterland, NRW)“

(Vortrag anlässlich der Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft vom 26. bis 28. Mai 2014 in Haltern am See; Tagungsband: ISBN 978-3-936028-83-6, S. 300-304, 2014)

Storck, F.R.; Wößner, A.; Skark, C.; Remmler, F.; Zullei-Seibert, N.; Brauch, H.-J.:

„Verhalten von Acesulfam in Feldstudien und Laborversuchen.“
“Behaviour of acesulfame in field studies and lab experiments”
(Vortrag anlässlich der Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft vom 26. bis 28. Mai 2014 in Haltern am See; Tagungsband: ISBN 978-3-936028-83-6, 90-94, 2014)

Strube, I.:

„Polymeranwendungen beim Ruhrverband – Lieferantenauswahl, Einsatzoptimierung und Ergebniskontrolle“
“Polymer application at Ruhrverband – supplier selection – assignment optimization and monitoring of results”
(Vortrag anlässlich des DWA Seminars „Aufbereitung und Einsatz von polymeren Flockungsmitteln zur Klärschlammkonditionierung“ am 2. Dezember 2014 in Kassel)

Strube, I.:

„Besondere Strategien bei der öffentlichen Vergabe von Lieferungen und Leistungen – ein Erfahrungsbericht“
“Specific strategies in public procurement of supplies and services – an experience report”
(Vortrag anlässlich der DWA Tagung „7. Wirtschaftstage“ am 18. und 19. Mai 2015 in Bonn)

Thöle, D.:

„DWA-Energietage 2014: Instrumente der kontinuierlichen Energieoptimierung auf Kläranlagen“
“Tools of perpetually energie optimisation at WWTP's”
(Vortrag anlässlich der DWA Tagung „DWA-Energietage 2014“ in Hennef)

Weyand, M.:

“Participation as a tool for customer satisfaction”
“Kundenzufriedenheit durch Beteiligung”
(Vortrag anlässlich der 13. W&RBM Konferenz vom 09. bis 12. September 2014 in San Francisco)

Weyand, M.:

„Viertes DWA-Wasserrahmenrichtlinienforum zum Zusammenspiel von Wasserrahmenrichtlinie und Hochwasserrisikomanagementrichtlinie“
“Interaction between the Water Framework Directive and the Floods Directive”
(veröffentlicht in: KW Korrespondenz Wasserwirtschaft, 8. Jahrgang, Heft 1/2015, S. 14-17; ISSN: 1865-9926)

Weyand, M.; Kühlmann, M.:

„Untersuchungen zur Optimierung des Fischeaufstiegs am Stauwehr des Baldeneysees“
“Investigation into the optimization of the fish way at weir Baldeney”
(Vortrag anlässlich des IFWW-Fachkolloquiums am 21. Mai 2014 in Haltern)

Weyand, M.; Kühlmann, M.:

“River continuity at exiting weirs – design of fish ways under difficult boundary conditions”
„Durchgängigkeit an der Wehranlage – Planung von Fischwegen unter schwierigen Randbedingungen“
“Fish passability at the weir – planning fish migration under difficult framework conditions”
(Vortrag anlässlich der 13. W&RBM Konferenz vom 09. bis 12. September 2014 in San Francisco)

Wilde, J.:

„Zur Eigennutzung von Strom in der Wasserwirtschaft – Unter welchen Konstellationen rechnet sich dies?“
“Under which Conditions does Own Consumption of Electric Power Pay off?”
(Vortrag anlässlich der Ringvorlesung „Energie- und Wassermanagement“ der Hochschule Ruhr West im Sommersemester 2014 in Mülheim an der Ruhr)

Wilderer, P.; Bode, H.:

„Aufruf zur Internationalität – auf nach Lissabon!“
“Call for Internationality – come to Lisbon!”
(veröffentlicht in: Gwf Wasser – Abwasser, Heft 6/2014, 155. Jahrgang; ISSN 0016-3651. DIV Deutscher Industrieverlag GmbH sowie KA – Korrespondenz Abwasser-Abfall, 61. Jahrgang, Heft 6/2014, GFA, Hennef, ISSN 1866-0029)

Will, J.; Klopp, R.:

„Vorkommen von organischen Mikroverunreinigungen und Quecksilber in Biota“
“Incidence of Organic Micropollutants and Mercury in Biota”
(veröffentlicht in: Korrespondenz Wasserwirtschaft, 7. Jahrgang, Heft 10/2014, Verlag: GFA)