

AWWR-Mitglieder

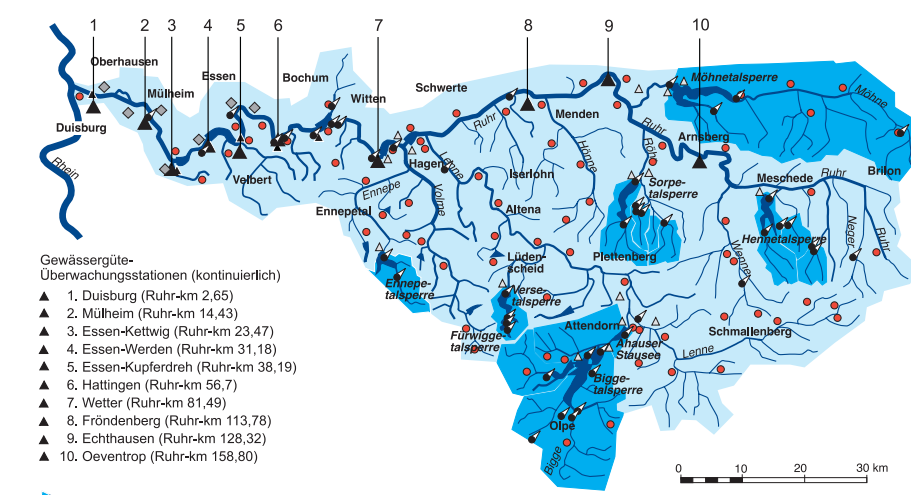


Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR) ist ein freiwilliger Zusammenschluss von Wasserversorgungsunternehmen, die Wasser aus der Ruhr zu Trinkwasser aufbereiten und dies an die Endverbraucher verteilen.

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



Abflussganglinie und Abkürzungsverzeichnis auf der Innenklappe

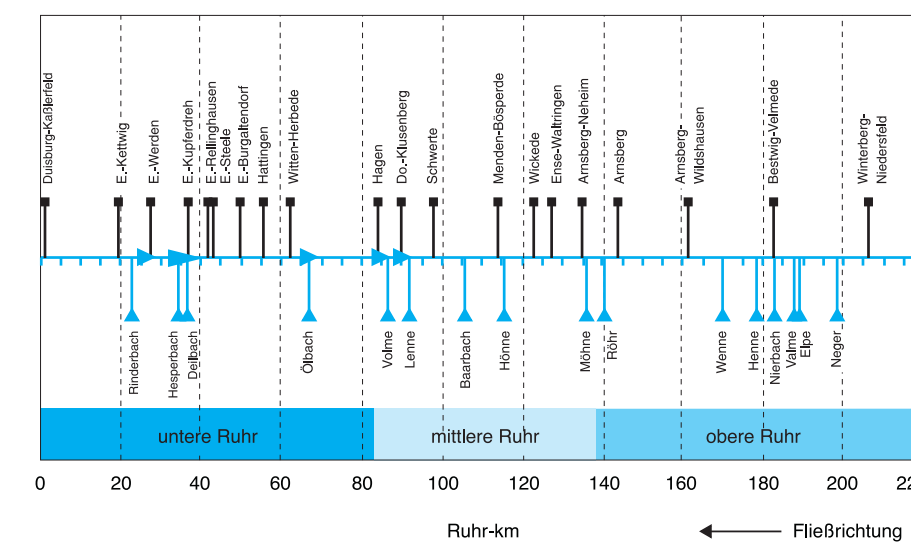


- Gewässergüte-Überwachungsstationen (kontinuierlich)
- ▲ 1. Duisburg (Ruhr-km 2,65)
  - ▲ 2. Mülheim (Ruhr-km 14,43)
  - ▲ 3. Essen-Kettwig (Ruhr-km 23,47)
  - ▲ 4. Essen-Werden (Ruhr-km 31,18)
  - ▲ 5. Essen-Kupferdreh (Ruhr-km 38,19)
  - ▲ 6. Hattingen (Ruhr-km 56,7)
  - ▲ 7. Wetter (Ruhr-km 81,49)
  - ▲ 8. Fröndenberg (Ruhr-km 113,78)
  - ▲ 9. Echthausen (Ruhr-km 128,32)
  - ▲ 10. Oeventrop (Ruhr-km 158,80)

- 8 Talsperren Einzugsgebiete der Talsperren
- 5 Stauseen
- 72 Kläranlagen mit insgesamt 549 Niederschlagswasserbehandlungsanlagen
- 6 Rückpumpwerke
- 54 Gewässerpegel (RV anteilig)
- 16 Wasserkraftwerke
- 10 Gewässergüte-Überwachungsstationen
- 110 Pumpwerke

Charakterisierung des Ruhreinzugsgebiets nach EG-WRRL

Fläche:	4,485 km <sup>2</sup>
Höhenverhältnisse:	20 bis 800 m ü. NN
Anzahl der Planungseinheiten:	9
Gesamtlänge der Fließgewässer:	~7.000 km
Anzahl Gewässer im Einzugsgebiet >= 10 km <sup>2</sup> :	124
Anzahl Grundwasserkörper:	30
183 natürliche und 86 als erheblich verändert ausgewiesene Wasserkörper	



Ruhrgütebericht 2009



c/o  
 Vereinsitz:  
 Wasserwerke Westfalen GmbH  
 Zum Kellerbach 52  
 58239 Schwerte  
 Telefon (023 04) 9575-302  
 Fax (023 04) 9575-333

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) 1 78-0  
 Fax (02 01) 1 78-1425  
 www.ruhrverband.de

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Quellenangabe gestattet.

Gedruckt auf umweltfreundlich hergestelltem Papier aus 50% recycelten Fasern.

Gewinner des weltweiten AWARD 2010 der internationalen Wasservereinigung IWA: "Best promoted water protection activity"



## Ruhrgütebericht **2009**

<b>Bericht des Ruhrverbands</b>	4	<b>Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e. V. (AWWR) im Jahr 2009</b>	140
<hr/>		<hr/>	
<b>Vorwort</b>	6	<b>Bericht des Vorsitzenden der AWWR</b>	142
<hr/>		<hr/>	
<b>In Kürze</b>	10	18 AWWR-Ausschusstätigkeit	144
<hr/>		– Ausschuss Wassergüte	144
1 Wasserführung der Ruhr	16	– Ausschuss Wassergewinnung	146
<hr/>		– Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit	147
2 Zeitlich dichte physikalisch-chemische Überwachungen der Ruhr	17	<hr/>	
<hr/>		Beiträge aus Wasserwerken und Institutionen	148
3 Die Ruhr im Längsverlauf	31	19 Vorkommen von Komplexbildnern in der unteren Ruhr und deren Verhalten in der Trinkwasseraufbereitung bei RWW	148
<hr/>		<hr/>	
4 Planktonuntersuchungen in der Ruhr	43	20 Einsatz von Kornaktivkohle im Wasserwerk Mengesohl (Meschede) der Hochsauerlandwasser GmbH (HSW)	154
<hr/>		21 Zusammenschluss der Werke Essen-Horst und Essen-Überruhr der Wassergewinnung Essen GmbH / Verlegung eines Doppeldükers DN 1400 in der Ruhr	156
5 Der Gewässerzustand im Ruhreinzugsgebiet	50	22 Geprüftes Umweltmanagement bei den Wasserwerken Westfalen	158
<hr/>		23 Der Mäander-Fischpass® – zehn Jahre Fischaufstieg an der Stauanlage Fröndenberg der Wasserwerke Westfalen GmbH	161
6 Talsperrenuntersuchungen – Biggetalsperre	64	24 Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Bereich der Ruhr – aktuelle Erhebungen der Kooperation Landwirtschaft / Wasserwirtschaft	165
<hr/>		25 Organische Spurenstoffe in der Ruhr – Fortsetzung des AWWR-Monitorings	170
7 Organische Mikroverunreinigungen in der Ruhr	73	<hr/>	
<hr/>		26 Organisation der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR)	179
Spezielle Untersuchungsprogramme	86	– Mitglieder und ständige Gäste	179
8 Organische Mikroverunreinigungen im Ablauf kommunaler Kläranlagen und Vergleich mit der Immission in der Ruhr bei Essen	86	– Ausschüsse und Arbeitskreise	179
9 Die PFT-Situation im Jahr 2009	91	– Kontakte	180
10 Elodea-Vorkommen in den Ruhrstauseen im Jahr 2009	98	<hr/>	
11 Fischaufstieg Harkortsee: Maßnahmen der ökologischen Gewässerunterhaltung	103	27 Die AWWR in Zahlen	182
12 Lachse in der Ruhr	111	<hr/>	
13 Umsetzungsplan „Untere Ruhr“	122	28 Analyseergebnisse des Ausschusses Wassergüte	183
14 Untersuchungen zur hygienischen Beschaffenheit des Baldeneysees	126	– Erläuterung und Kommentierung	
<hr/>		<hr/>	
15 Registrierte Gewässerverunreinigungen des Jahres 2009 und Auswertung der Ereignisse der vergangenen drei Dekaden	131	<b>Auswahl von Veröffentlichungen</b>	225
<hr/>		<hr/>	
16 Leistungsvergleich der Kläranlagen des Ruhrverbands	135		
<hr/>			
17 Der Ruhrverband in Zahlen	138		
<hr/>			

<b>Report of the Ruhrverband</b>	4	<b>Association of Ruhr Waterworks (AWWR) in 2009</b>	140
<hr/>		<hr/>	
<b>Preface</b>	8	<b>Report of the AWWR Chairman</b>	142
<hr/>		<hr/>	
<b>In brief</b>	13	18 Activities of AWWR committees	144
<hr/>		– Water quality committee	144
1 Flow of the River Ruhr	16	– Water catchment committee	146
<hr/>		– Public relations committee	147
2 Continuous physico-chemical Ruhr water monitoring	17	<hr/>	
<hr/>		Reports from waterworks and institutions	148
3 The Ruhr's river course	31	19 Occurrence of complexing agents in the lower Ruhr and their performance in drinking water treatment at RWW (Rhenish-Westphalian Waterworks Society)	148
<hr/>		20 Usage of granular activated carbon at the waterworks Mengesohl (in Meschede) of Hochsauerlandwasser GmbH (HSW)	154
4 Plankton examinations in the Ruhr	43	21 Merger of the works Essen-Horst and Essen-Überruhr of Wassergewinnung Essen GmbH / Placement of a double siphon DN 1400 in the Ruhr	156
<hr/>		22 Certified environment management at Wasserwerke Westfalen	158
5 Water condition in the Ruhr catchment area	50	23 The Mäander-Fischpass® fish bypass – ten years of fish migration along the Fröndenberg dam of Wasserwerke Westfalen GmbH	161
<hr/>		24 Pesticide usage in the Ruhr area – current findings of the cooperation agriculture / water management	165
6 Reservoir examinations – Bigge Reservoir	64	25 Organic trace substances in the Ruhr – continuation of AWWR monitoring	170
<hr/>		<hr/>	
7 Organic micropollutants in the Ruhr	73	26 Structure of the AWWR	179
<hr/>		– Members and permanent guests	179
Special research programmes	86	– Committees and working groups	179
8 Organic micropollutants in the outlets of municipal sewage treatment plants and comparison to the Ruhr's immission at Essen	86	– Contacts	180
9 The PFC situation in 2009	91	<hr/>	
10 Occurrence of Elodea in the Ruhr's impounding lakes in 2009	98	27 The AWWR – facts and figures	182
11 Fish migration in Lake Harkort: measures of ecological water maintenance	103	<hr/>	
12 Salmon in the Ruhr	111	28 Analytical findings of the water quality committee – Explanation and annotation	183
13 Implementation plan "Lower Ruhr"	122	<hr/>	
14 Examinations on the sanitary condition of Lake Baldeney	126	<b>Selection of publications</b>	225
<hr/>		<hr/>	
15 Registered cases of water pollution in 2009 and evaluation of incidents during the last three decades	131		
<hr/>			
16 Performance comparison of the Ruhrverband's sewage treatment plants	135		
<hr/>			
17 The Ruhrverband – facts and figures	138		
<hr/>			





Der Ruhrgütebericht, den der Ruhrverband seit 1973 gemeinsam mit der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) herausgibt und der an interessierte Empfänger in vielen Teilen der Welt gesandt wird, hat zu unserer Freude und Überraschung den von der International Water Association (IWA) weltweit ausgeschriebenen „IWA AWARD 2010“ gewonnen. Für die international besetzte Jury war es ausschlaggebend, dass der Ruhrgütebericht in anspruchsvoller, aber gleichzeitig auch transparenter und nachvollziehbarer Weise seit fast 40 Jahren die Wasserqualität der Ruhr darstellt und dokumentiert und sie darüber hinaus vor dem Hintergrund in Diskussion befindlicher aktueller Anforderungen bewertet. Damit wurde und ist der Ruhrgütebericht nicht nur für den Ruhrverband eine wichtige Entscheidungsgrundlage für zukünftiges Handeln. Die Gewässeruntersuchungen geben Auskunft über Herkunft, Verhalten und Verbleib von Stoffen in der aquatischen Umwelt. Diese Erkenntnisse sind Basis für die Konzeption, Planung und Durchführung zukünftiger Maßnahmen und zugleich Erfolgskontrolle für bereits durchgeführte Maßnahmen.

Dass der Ruhrgütebericht nicht nur die Fachöffentlichkeit erreicht, sondern die Erkenntnisse durch die jährlich stattfindenden Pressekonferenzen auch in der Öffentlichkeit und bei den Verbrauchern Gehör finden, entspricht dem Ziel des Wettbewerbs, die integrierte und nachhaltige Sicht auf das Gut Wasser zu fördern und den Dialog sowie das Vertrauen zwischen Wasserwirtschaft und Verbrauchern zu stärken. Diesem Aspekt wird der Ruhrgütebericht offenbar in vorbildlicher Weise gerecht.

Der IWA Marketing and Communications Award wird in fünf Kategorien vergeben; der Ruhrgütebericht siegte in der Kategorie „Best promoted water protection activity or programme“.

Für diejenigen, die sich mit der Qualität des Ruhrwassers befassen, war das im Jahr 2009 herausragendste Ereignis nicht nur der Nachweis der Rückkehr des Lachses in die Ruhr, sondern auch dessen dortige Vermehrung. Besonders bemerkenswert dabei ist, dass sich der komplexe Lebenszyklus des Lachses nur wenige Kilometer vor der Mündung in den Rhein geschlossen hat, also dort, wo die Ruhr das offenbar sehr gut gereinigte Abwasser von fast zwei Millionen Menschen und einer Vielzahl von Industriebetrieben in sich trägt.

Dabei ist dies erst der Anfang. Mit der geplanten Errichtung der Fischwege am Ruhrwehr in Duisburg und an den Stauanlagen Essen-Kettwig und Baldeneysee wird es in absehbarer Zeit möglich sein, die wertvollen Laichareale im Deilbachsystem und anderen Gewässerabschnitten des Einzugsgebiets der unteren und mittleren Ruhr zu erschließen und damit größeren Lachspopulationen im Bereich der unteren Ruhr einen Wanderungszielort und somit eine Heimat zu bieten.

Auch im Jahr 2009 lagen die Konzentrationen von mehr als 400 von uns untersuchten Stoffen im Ruhrwasser bei Essen wiederum auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau, obwohl die mittlere Abflussmenge der Ruhr deutlich unter dem langjährigen Mittel und unter dem Vorjahreswert blieb und somit ein geringerer Verdünnungseffekt gegeben war.

Aufgrund der teilweise sehr strengen Immissionsnormen konnten diese allerdings nicht alle vollumfänglich eingehalten werden. Während bei den prioritär gefährlichen Schwermetallen Blei, Cadmium, Nickel und Quecksilber die Umweltqualitätsnorm erfüllt wurde, erforderten die Konzentrationen beim Zink und Kupfer gemäß EG-WRRL eine Einstufung in den Zustand „mäßig“. Beim Zink geht dies vor allem auf die geogene Vorbelastung zurück. Beim Nitrat-Stickstoff ist die hohe Grundbelastung dafür verantwortlich, dass die vergleichsweise strenge LAWA-Zielvorgabe nicht eingehalten wurde. Dabei ist allerdings kritisch zu hinterfragen, ob bei den existierenden Immissionsanforderungen bei dem einen oder anderen Parameter nicht über das Ziel hinaus geschossen wird.

Mit Sorge zu betrachten sind auch die landes- und bundesweiten Bemühungen im Zusammenhang mit der Thematik Mikroverunreinigungen. Abgesehen davon, dass hierfür derzeit noch keine umfassenden bundeseinheitlichen Regelungen im Immissions- und Emissionsbereich manifestiert sind, steht doch im Raum, dass in einem Oberflächenwasser, welches zur Trinkwassergewinnung herangezogen wird, die chemischen Anforderungen der Trinkwasserverordnung eingehalten werden sollen. Maßgeblich für diese Forderung ist wohl immer noch die Vorstellung, die Trinkwasseraufbereitung mit möglichst naturnahen Verfahren vornehmen zu wollen. Dies ist in urbanen und landwirtschaftlich geprägten Räumen wie an der Ruhr vor dem Hintergrund der anspruchsvollen Grenzwerte und zum Schutz der Trinkwasserkonsumenten nicht angebracht, zumal z. B. unfallbedingte Schadstoffeinträge nicht mit absoluter Sicherheit vermieden werden können. Es entspricht auch nicht der Praxis der Trinkwasseraufbereitung, die heute größtenteils dem Stand der Technik entspricht, ohne dass dieser generell gefordert wird. Deshalb ist es nur konsequent, dass bei der Verwendung von Oberflächenwasser als Rohwasser eine Aufbereitung nach dem Stand der Technik obligatorisch wird. Auf dieser Grundlage sollten dann unserer Auffassung nach Anforderungen an die chemische Beschaffenheit des Oberflächenwassers gestellt werden, bei deren Bemessung auch stoffkonzentrationsmindernde Effekte einer eventuellen Untergrundpassage, die im Zuge der Trinkwassergewinnung stattfindet, mit zu berücksichtigen sind.

Auch wenn sich die Akteure in der Wasserwirtschaft darüber im Klaren sind, dass Maßnahmen zur Entfernung von Mikroverunreinigungen bei der Trinkwasseraufbereitung grundsätzlich technisch effizienter und wegen der Erfassung auch diffuser Einträge sicherer sowie kostengünstiger sind als Maßnahmen auf kommunalen Kläranlagen, so werden dennoch solche auf Kläranlagen immer wieder ins Gespräch gebracht. Dabei wird dann in der Regel auf die Effekte für die aquatische Lebensgemeinschaft hingewiesen.



Professor Dr.-Ing.  
Harro Bode

Der Ruhrverband wird im Rahmen eines vom MUNLV geförderten Forschungsvorhabens mit einer Reihe von Kooperationspartnern die von uns auf der Kläranlage Schwerte errichtete Anlage zur Entfernung von Mikroverunreinigungen erproben. Aus der Sicht der Trinkwasserversorgung an der Ruhr geht es hierbei auch darum, ob durch den Einsatz von Ozon bei der kommunalen Abwasserreinigung in größerem Umfang trinkwassergängige Transformationsprodukte entstehen, die von humantoxikologischer Relevanz sind.

Was die seit 2006 im Fokus stehende Stoffgruppe der PFT (Summe von PFOA und PFOS) betrifft, so ist ein weiterer Konzentrationsrückgang auf relativ niedrige 44 ng/l im Jahresmittel in der Ruhr bei Essen festzustellen. Der Zielwert für Trinkwasser von 100 ng/l wird also weit unterschritten. Weitere Entlastungen erscheinen allerdings durch Maßnahmen auf gewerblich-industrieller Seite, wie z. B. verstärkte PFT-Substitution und Rückhalt vor Ort, noch möglich.

Erwartungsgemäß hat uns die Elodea-Massenentwicklung in den Ruhrstauseen auch im Jahr 2009 wieder sehr beschäftigt. Wie in den Vorjahren waren Hengstey-, Harkort- und Kemnader Stausee ungefähr ab der Jahresmitte jeweils etwa zur Hälfte verkrautet. Im größten Ruhrstausee, dem am weitesten flussabwärts gelegenen Baldeneysee, hat sich die bewachsene Fläche mit 25 % fast verdoppelt und damit die Wassersportnutzung zeitweise stark beeinträchtigt. Der Ruhrverband wird weiterhin versuchen, im Rahmen seiner verbandsrechtlichen Möglichkeiten das Pflanzenwachstum zu bekämpfen. Hierzu soll als Schleppgeschirr z. B. ein T-Träger zum Einsatz kommen, der über den Gewässergrund gezogen wird, um das Pflanzenwachstum zu behindern. Dabei muss versucht werden, negative Auswirkungen auf die Fauna im Gewässersediment so gering wie möglich zu halten. Deshalb werden die Elodeaentwicklung, die bekanntlich eine direkte Folgeerscheinung der guten Wasserbeschaffenheit ist, und die Auswirkungen der Bekämpfungsmaßnahmen durch Tauchuntersuchungen begleitet.

Als Fazit bleibt allerdings nach wie vor zu konstatieren, dass negative Auswirkungen dieses Naturphänomens auf die Wassersportnutzung, solange es in dem bisherigen Umfang und in der beobachteten Wucht auftritt, mit vertretbarem finanziellen Aufwand nicht verhindert werden können.

Die vermehrten Schließungen von Frei- und Hallenbädern durch die Kommunen könnten den Druck aus der Bevölkerung verstärken, auch Fließgewässer wie die Ruhr, aber insbesondere deren Stauseen zum Baden nutzen zu wollen. Dabei ist bislang die hygienische Beschaffenheit das entscheidende Kriterium für die restriktive Handhabung, das Baden dort nicht zu gestatten.

Der Ruhrverband hat im Jahr 2009 eine Bestandsaufnahme zu dieser Fragestellung auf das Stadtgebiet von Essen – genauer: auf den Baldeneysee – konzentriert und dabei festgestellt, dass es durchaus örtliche und zeitliche Unterschiede bei den hygienischen Befunden gibt. Es bleibt allerdings bei der Erkenntnis, dass das Baden im See aus hygienischer Sicht derzeit nicht ratsam ist, weil bei und nach Regenwetter, vor allem durch Abschlüge aus Mischwasserbehandlungsanlagen, massive Überschreitungen der hygienischen Grenzwerte drohen. Für das Ausweisen von Badestellen am Baldeneysee wäre eine Erweiterung der Kläranlagen Essen-Süd, Essen-Kupferdreh und Velbert-Hespertal um eine jeweilige Desinfektionsstufe eine unabdingbare Voraussetzung. Darüber hinaus würde es eines Badestellenbewirtschaftungskonzepts bedürfen, in dessen Zuge in Abhängigkeit von der Wettersituation ein kurzfristiges und zeitlich limitiertes Badeverbot aussprechbar sein müsste.

Für den Ruhrverband und die AWWR ist die Auszeichnung mit dem „IWA AWARD 2010“ eine Anerkennung für die geleistete Arbeit und zugleich Ansporn, auf dem bisherigen hohen Niveau weiter voran zu gehen. Der Ruhrgütebericht ist nicht nur der Qualitätsreport für unsere tägliche Arbeit, sondern wird zukünftig weiterhin auch kritische Messergebnisse dokumentieren und bewerten. Wir hoffen, mit dem hier vorgelegten 37. Ruhrgütebericht der Fachöffentlichkeit und der Bevölkerung erneut gezeigt zu haben, dass wir an einer transparenten Darstellung der Ruhrgüte großes Interesse haben. Wir wünschen beim Durchblättern und Lesen des Berichts viel Vergnügen.

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



We are happy to announce that the Ruhr Water Quality Report – which has been published by the Ruhrverband and the Working Group of Ruhr Waterworks (AWWR) since 1973 and is being sent to interested readers in many parts of the world every year – has won the IWA AWARD 2010 posted globally by the International Water Association (IWA). The internationally composed jury said the decisive factor for its decision had been the fact that the Ruhr Water Quality Report had been illustrating and documenting the Ruhr's water quality for almost 40 years in an ambitious but at the same time transparent and comprehensible manner, moreover evaluating the water quality against the background of up-to-date requirements currently under discussion. This procedure turns the Ruhr Water Quality Report into an important basis for decisions and future actions, not only for the Ruhrverband. Water examinations provide insight into origin, behaviour and retention of substances in the aquatic environment. The findings constitute the foundation for designing, planning and implementing future measures and at the same time help monitor the success of measures already carried out.

The Ruhr Water Quality Report not only reaches the professional community. Its findings are also acknowledged by the public and consumers through our annual press conferences – a fact completely in line with the objective of IWA's competition: to foster an integrated and sustainable view of water as a commodity and to strengthen the dialogue and trust between water management entities and consumers. Apparently, the Ruhr Water Quality Report fulfils this requirement in an exemplary manner.

The IWA Marketing and Communications Award is being issued in five categories. The Ruhr Water Quality Report won the award in the category "Best promoted water protection activity or programme".

For those concerned with the water quality of the River Ruhr, the most outstanding incidence during 2009 was not only the return of salmon to the Ruhr but also their reproduction in the river. It's particularly remarkable that the complex life cycle of salmon has concluded only a few kilometres before the Ruhr's inflow into the River Rhine, and thus at a location where the Ruhr carries the apparently very well treated sewage of almost two million people and many industrial enterprises.

But this is only the beginning. The installation of fish pathways at the Ruhr weir in Duisburg and the dams in Essen-Kettwig and at Lake Baldeney are planned and will soon provide access to the precious spawning areas in the Deilbach system and other water sections in the catchment area of the lower and middle Ruhr, contributing to creating a migration destination and thus a habitat for larger salmon populations along the lower Ruhr.

In 2009 as well, concentrations of over 400 substances in the Ruhr water near Essen monitored by the Ruhrverband remained on a relatively low level, even though the mean runoff volume of the Ruhr was significantly below the average of many years and of the year before, leading to a weaker dilution effect.

Not all immission standards could be completely met due to the fact that some of these standards are extremely strict. While environmental quality standards were reached concerning the most dangerous heavy metals lead, cadmium, nickel and mercury, the concentrations of zinc and copper could only be classified as "moderate" according to the Water Framework Directive. In the case of zinc, this result is mainly accounted for by the previous geogenic load. Looking at nitrate nitrogen, it's the high basic load which led to the fact that the relatively strict LAWA (German Working Group on Water Issues of the Federal States and the Federal Government) target could not be met. It has to be questioned, however, whether the requirements for some parameters haven't been carried to excess through the existing immission regulations.

We are also concerned about the statewide and nationwide efforts in relation to micropollutants. Apart from the fact that comprehensive national emission and immission requirements still haven't been defined to date, it is also being discussed that the chemical requirements of drinking water regulations shall be met by surface water used for drinking water abstraction. This demand is probably based on the idea that drinking water treatment should be carried out using processes as natural as possible. But in view of the ambitious limits and for the sake of consumer protection such a concept is not appropriate for urban and agricultural areas such as those along the Ruhr – especially since pollution through accidents for instance cannot be fully ruled out. Neither is this idea in line with current practices in drinking water treatment, which today mostly use state-of-the-art technology even though there is no current requirement to do so. It's thus only logical to make state-of-the-art treatment of surface water used as raw water a requirement. We think that standards regarding the chemical condition of surface water should be defined on the basis of this idea and should also take into consideration the concentration-reducing effects of a potential underground passage used for drinking water abstraction.

Water management stakeholders are aware of the fact that compared to the measures at municipal sewage treatment plants, measures to remove micropollutants during drinking water treatment are in general technically more efficient, safer as they also cover input from diffuse sources as well as less costly. But still measures at sewage treatment plants continue to be discussed, often pointing to their effects on the aquatic biocoenosis.

As part of a research project sponsored by the Ministry of the Environment and Conservation, Agriculture and Consumer Protection of the State of North Rhine-Westphalia (MUNLV), the Ruhrverband and several project partners will test a facility for the removal of micropollutants installed at the sewage treatment plant in Schwerte. With a view to drinking water supply along the Ruhr, this research project is also designed to determine whether using ozone in municipal sewage treatment leads to a large quantity of transformation products with human-toxicological relevance in the water.

Concerning the substance group PFC (PFOA and PFOS combined) – much at the centre of attention ever since 2006 – concentration in the Ruhr at Essen has further declined to the relatively low level of an annual average of 44 ng/l and thus lies considerably below the target value for drinking water of 100 ng/l. Further reductions, however, seem possible through actions on part of the industrial community, i.e. further PFC substitution and better retention.

As expected, the mass development of Elodea in the Ruhr's impounding lakes has once again been a major concern in 2009. Just like in previous years, about half of the surfaces of Lake Hengstey, Lake Harkort and Lake Kemnade were covered with the waterweed roughly from mid-2009. In Lake Baldeney, the largest impounding lake of the Ruhr located furthest downstream, the area covered doubled to 25 per cent, strongly affecting recreational water sports on the lake. The Ruhrverband will continue its efforts to combat the waterweed's growth to the extent possible under corporate law. The usage of a T-bar as a towing gear is for instance under consideration. It could be hauled over the bottom of the lake in order to interfere with plant growth. In this exercise, a negative impact on the water's sediment fauna has to be reduced to a minimum. This is why Elodea development – as is well-known a direct consequence of good water quality – and the implications of the measures against it have to be accompanied by diving excursions and investigations.

The conclusion, however, remains the same: the negative effects on water sports of this natural phenomenon cannot be countered with a reasonable budget as long as the problem continues to appear with the same scope and force.

More and more shut-downs of community indoor and outdoor swimming pools may increase pressure from citizens to open flowing waters such as the Ruhr but especially its impounding lakes for bathing and swimming. The decisive factors for the ban on bathing in these waters are, however, the sanitary conditions.

In 2009, the Ruhrverband focused its analysis in this matter on the Essen area, on Lake Baldeney to be more precise, finding out that sanitary conditions vary according to location and time. However, the results remain the same: bathing in the lake is not advisable for sanitary reasons as during and after periods of rainy weather, especially because of the output from combined water treatment facilities, sanitary limits could be exceeded significantly. Extending the sewage treatment plants Essen-Süd, Essen-Kupferdreh and Velbert-Hespertal by another disinfection level would be an indispensable prerequisite for setting up designated bathing areas in Lake Baldeney. In addition, the areas would require a management concept with the possibility to declare a ban on bathing for a limited time and at short notice depending on the weather.

For the Ruhrverband and the AWWR, receiving the IWA AWARD 2010 constitutes an acknowledgement of the work already done. At the same time, the prize serves as an incentive to continue our efforts on the same high level. The Ruhr Water Quality Report is not only proof to the quality of our work, it will also continue to document and evaluate critical measuring results in the future. We hope that with the 37th Ruhr Water Quality Report presented here, we have once again demonstrated to the professional community and the public that we are committed to a transparent documentation of the Ruhr's water quality. May browsing and reading our report be a pleasure for all our readers.

### **Wasserführung der Ruhr**

Die Wasserführung übt einerseits über den Verdünnungseffekt und andererseits indirekt über diffuse Stoffeinträge Einfluss auf die Wasserbeschaffenheit der Ruhr und ihre Nebengewässer aus. Im Abflussjahr 2009 betrug der mittlere Abfluss am Pegel Hattingen 58,4 m<sup>3</sup>/s. Er unterschritt damit das langjährige Mittel (1968 bis 2009) von 71 m<sup>3</sup>/s um knapp 18% und blieb sogar um gut 24% unter dem Vorjahreswert von 77,1 m<sup>3</sup>/s.

### **Zeitlich dichte physikalisch-chemische Überwachung der Ruhr**

Die Ergebnisse der auf etwa 150 Probenahmen basierenden Überwachung der Ruhrwasserbeschaffenheit bei Essen-Rellinghausen wurden an verschiedenen Immissionsanforderungen gespiegelt. Die Orientierungswerte für die Parameter zur Beurteilung des ökologischen Zustands konnten bis auf den pH-Wert (eine einmalige Überschreitung der Obergrenze von 8,5) sicher eingehalten werden. Die Konzentrationen für die prioritär gefährlichen Schwermetalle Blei, Cadmium, Nickel und Quecksilber blieben sämtlich unter den Anforderungen der Umweltqualitätsnormen (UQN). Beim Zink hat sich die Situation zwar etwas verbessert, jedoch musste der Zustand für dieses Schwermetall ebenso wie für Kupfer mit „mäßig“ bewertet werden. Wegen der geogenen Vorbelastung ist beim Zink auch in absehbarer Zukunft ein „guter“ Zustand nicht zu erwarten. Bedingt durch die hohe Grundbelastung konnte für Nitrat-Stickstoff die strenge LAWA-Zielvorgabe von 2,5 mg/l nicht eingehalten werden. Die Anforderungen der Fischgewässerverordnung und der Trinkwasserverordnung wurden für alle routinemäßig untersuchten chemischen Kenngrößen erfüllt.

### **Physikalisch-chemische und hydrobiologische Ruhrlängsuntersuchungen**

Die im vierwöchigen Abstand an zwölf Messstellen entlang der Ruhr durchgeführten Längsuntersuchungen dokumentieren eine insgesamt gute chemische Beschaffenheit des Fließgewässers. Die Nährstoffkonzentrationen haben sich seit mehreren Jahren auf einem niedrigen Niveau stabilisiert, was u. a. einen Wechsel vom Plankton- zum Makrophyten-dominierten Gewässer bewirkte. Das Ausbleiben von Algenmassenentwicklungen hatte zur Folge, dass im Unterlauf der Ruhr auch in 2009 wieder auf eine künstliche Belüftung verzichtet werden konnte. Die hydrobiologischen Untersuchungen führten für die Qualitätskomponente „Saprobie“ bis auf zwei Messstellen im Unterlauf zu einer „guten“ Bewertung. Demgegenüber spiegelt sich ab dem Pegel Villigst (Ruhr-km 100,15) die vorhandene Veränderung der Gewässermorphologie in einer durchgängig „schlechten“ Bewertung der Qualitätskomponente „Allgemeine Degradation“ an allen Probenahmestellen wider. Entsprechend der vielfältigen Nutzungen ab diesem Punkt und dem stark urban geprägten Charakter ist die Ruhr bis zur Mündung in den Rhein fast durchgehend im Sinne der EG-WRRL als erheblich veränderter Wasserkörper ausgewiesen, für den anstelle des „guten ökologischen Zustands“ das „gute ökologische Potenzial“ anzustreben ist.

### **Plankton in der Ruhr**

Der in den letzten Jahren beobachtete Rückgang des Phytoplanktons in allen Ruhrstauseen äußert sich auch in einer stark abnehmenden Zooplanktondichte sowie in einer Veränderung der Zusammensetzung der Zooplanktongemeinschaft. Die früher vorherrschenden Brachioniden wurden insbesondere durch Synchaetiden (kleinere Rädertiere) abgelöst. Im Vergleich zu den neunziger Jahren sind Primär- und Sekundärproduktion in den Ruhrstauseen um etwa den Faktor 10 zurückgegangen.

### **Gewässerzustand im Ruhreinzugsgebiet (Nebengewässer)**

Gemäß Vereinbarung zwischen MUNLV und Ruhrverband wurden im Jahr 2009 insgesamt 44 Nebengewässer physikalisch-chemisch und hydrobiologisch untersucht. Die chemische Beschaffenheit entsprach meist einem „guten“ oder „sehr guten“ Zustand. Aufgrund scharfer Anforderungen für die Nährstoffe (Gesamtphosphor und Ammonium-Stickstoff) wurde allerdings an einigen Gewässern der „gute Zustand“ nicht erreicht. Dies gilt auch für Zink, welches an geogenen Belastungsschwerpunkten (z. B. untere Lenne und obere Ruhr) zu einer „unbefriedigenden“ bzw. „schlechten“ Bewertung führte. Von den 90 hydrobiologisch untersuchten Probenahmestellen wurden immerhin 88 hinsichtlich der „Saprobie“ mit „gut“ oder „sehr gut“ bewertet. Bei der „Allgemeinen Degradation“ blieb demgegenüber nur rund die Hälfte der Probenahmestellen ohne Beanstandung. Ursache war auch hier, wie an der unteren Ruhr, meist eine unbefriedigende Gewässerstruktur.

### **Talsperrenuntersuchungen – Biggetalsperre**

Die überdurchschnittliche Globalstrahlung im Sommer und Frühjahr begünstigte die Wachstumsbedingungen für Planktonalgen und führte meist zu einem geringen Anstieg des Trophiegrads. Dennoch erfüllten alle Talsperren die an sie gestellten gütemäßigen Anforderungen, nämlich den mesotrophen Zustand, der das Entwicklungsziel nach EG-WRRL für Talsperren darstellt. Darüber hinaus befinden sich die beiden Trinkwassertalsperren Verse und Fürwigge seit Jahrzehnten im Zustand der Oligotrophie. Für die Biggetalsperre konnte schon im vierten Jahr hintereinander ein weiter abnehmender Trophiegrad festgestellt werden. Dieser beträgt inzwischen nur noch 2,0 und indiziert damit eine sichere Einstufung in den mesotrophen Bereich. Hier zeigt sich die positive Auswirkung langfristiger Sanierungsmaßnahmen im Einzugsgebiet, zu denen abwassertechnische Modernisierungen (Bau von Ringkanalisationen), die Kooperation mit der Landwirtschaft sowie eine ökologisch orientierte Fischereiwirtschaft gehören.

### **Organische Mikroverunreinigungen in der Ruhr**

Aufgrund der Bedeutung von Mikroverunreinigungen im Trinkwasserfluss Ruhr wurde die Anzahl der analysierten organischen Verbindungen auf mittlerweile rund 400 erhöht. Allerdings bleibt die Zahl der für die Ruhr relevanten Mikroverunreinigungen gering. In vergleichsweise hohen Konzentrationen traten die synthetischen Komplexbildner EDTA und DTPA mit Medianwerten bei

Essen von 5,0 µg/l und 5,1 µg/l auf. Bedingt durch einen Rückgang bei den gewerblich-industriellen Emissionen hat sich die Belastung der Ruhr mit diesen toxikologisch unbedenklichen Stoffen in den letzten Jahren deutlich verringert. In weitaus niedrigeren Konzentrationen kommen andere Mikroverunreinigungen vor, wie z. B. Medikamenten- und Diagnostikarückstände, Tenside, Weichmacher, Benzinzusatzstoffe, phosphororganische Flammenschutzmittel und Pflanzenbehandlungsmittel (PBSM). Bei Essen wurden als typische Konzentrationen für die wichtigsten Vertreter dieser Stoffgruppen Werte von <1 µg/l bzw. <0,1 µg/l ermittelt. Auf diesem Konzentrationsniveau ist für diese Mikroverunreinigungen eine öko- und humantoxikologische Relevanz praktisch auszuschließen. Beim Schmerzmittel Diclofenac zeigen die Belastungen eine ausgeprägte Abhängigkeit von der Jahreszeit. Der Wirkstoff ist in den Sommermonaten applikationsbedingt weniger präsent als im Winter.

### **Organische Mikroverunreinigungen im Ablauf kommunaler Kläranlagen und Vergleich mit der Immission in der Ruhr bei Essen**

Erwartungsgemäß stimmen bei den Medikamenten- und Röntgenkontrastmitteln im Trockenwetterfall die Emissionen der Kläranlagen mit den Frachten im Gewässer annähernd überein, weil hier diffuse Einträge generell und speziell bei Trockenwetter von untergeordneter Bedeutung sind. Bei den Röntgenkontrastmitteln wurden für die Kläranlagen in Höhe und Relation z. T. stark unterschiedliche einwohnerspezifische Emissionen ermittelt, was einerseits ein Beleg für variierende Applikationshäufigkeiten in den Einzugsgebieten und andererseits auch für unterschiedliche Präferenzen bezüglich der Präparate ist. Bei den Flammenschutzmitteln TCP und TCEP liegt eine vergleichsweise große Spannweite der einwohnerspezifischen Kläranlagenablauffrachten vor.

### **Die PFT-Situation**

Die PFT-Belastung der Ruhr ist weiterhin rückläufig. Bei Essen wurden für die Summe von PFOA und PFOS im Jahresmittel niedrige 44 ng/l ermittelt, ein Wert, der weit unterhalb des Zielwertes für Trinkwasser von 100 ng/l liegt. Gegenüber dem Vorjahr ging die mittlere Tagesfracht an der Ruhrmündung um weitere 26 % zurück. Im Vergleich zu 2007 beläuft sich die Entlastung auf 59 %. Ursachen für die positive Entwicklung sind die getroffenen Maßnahmen bezüglich relevanter kontaminierter Flächen. Der Rückgang der gewerblich-industriellen Emissionen ist insgesamt vergleichsweise gering. Die Bemühungen, diese durch PFT-Substitution und durch Rückhaltmaßnahmen vor Ort zu senken, müssen fortgeführt werden.

### **Elodea-Vorkommen in den Ruhrstauseen**

Die oberen drei Ruhrstauseen Hengstey, Harkort und Kemnade waren 2009, wie in den Vorjahren, jeweils etwa zur Hälfte verkrautet. Im Baldeneysee nahm der Anteil der bewachsenen Fläche von ca. 13 % im Jahr 2008 auf 25 % deutlich zu. Die Verbesserung der Wasserqualität und damit die Zunahme der Makrophytenentwicklung hat nun auch den Kettwiger Stausee erreicht, in dem

erstmal größere zusammenhängende Elodea-Bestände nachgewiesen wurden. Die Bemühungen zur Bekämpfung der Elodea-Massenentwicklungen durch Mahd, durch Besatz mit pflanzenfressenden Rotfedern sowie durch Einsatz von „Polterketten“ und Doppel-T-Trägern sollen fortgesetzt und optimiert werden, um die Wassersportnutzung der Ruhrstauseen zumindest zeitweise zu ermöglichen. Eine weitgehende Freihaltung der Seeoberflächen durch Mahd ist aus Kostengründen allerdings nicht realisierbar.

### **Ökologische Unterhaltung des Fischaufstiegs am Harkortsee**

Der als Umgehungsgerinne konzipierte Fischaufstieg Harkortsee wird aufgrund seiner naturnahen Morphologie von einer artenreichen Tier- und Pflanzengesellschaft besiedelt. Neben der Wiederherstellung der Durchgängigkeit erfüllt dieser als Trittstein eine wichtige Funktion im Sinne des Strahlwirkungskonzepts. Die ökologische Unterhaltung des Umgehungsgerinnes wirkt sich damit positiv auf den ökologischen Zustand der angrenzenden Bereiche der Ruhr unterhalb, aber auch oberhalb aus.

### **Lachse in der Ruhr**

Nach mehr als 100 Jahren ist der Lachs nicht nur in die Ruhr zurückgekehrt, sondern hat sich in der unteren Ruhr auch vermehrt, wie Kontrollbefischungen belegen. Da die Entwicklung der Junglachse nur in sauberen, sauerstoffreichen Gewässern möglich ist, zeigt sich hierin eindrucksvoll die wieder gute Qualität des Ruhrwassers, und zwar dort, wo dieses bereits das gereinigte Abwasser von fast zwei Millionen Menschen und einer Vielzahl von Industriebetrieben beinhaltet. Diese Lachswiedereinbürgerung ist das Ergebnis der Maßnahmen des Ruhrverbands für eine nachhaltige Abwasserreinigung und Niederschlagswasserbehandlung im gesamten Ruhreinzugsgebiet. Mit der geplanten Ertüchtigung bzw. Einrichtung der Fischaufstiege am Ruhrwehr in Duisburg und an den Stauanlagen Kettwig und Baldeney wird es in absehbarer Zeit möglich, auch die wertvollen Laichareale im Deilbachsystem für den Lachs zu erschließen.

### **Umsetzungsplan Untere Ruhr**

Seit Ende 2009 ist der erste Bewirtschaftungsplan im Sinne der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie rechtskräftig. Bestandteil dieses Plans ist ein Maßnahmenprogramm zur Behebung erkannter Defizite, das bislang allerdings aufgrund des gewählten Darstellungsmaßstabs lediglich recht pauschal und ohne genauen Raumbezug abgefasst ist. Eine der wesentlichen Aufgaben für die Wasserwirtschaft wird es in der nächsten Zeit sein, diesen pauschalen Maßnahmenkatalog in konkrete Einzelmaßnahmen mit sinnvoller räumlicher und zeitlicher Ordnung zu überführen. Hierzu ist am Beispiel der Planungseinheit Untere Ruhr mit Unterstützung des Ruhrverbands eine derartige Aufgabe absolviert und ein Umsetzungsplan für geeignete und sinnvolle Maßnahmen erstellt worden. Dieser kann auch als geeigneter Vorläufer für die in NRW derzeit in Bearbeitung befindlichen Umsetzungspläne angesehen werden.

## **Untersuchungen zur hygienischen Beschaffenheit des Baldeneysees**

Untersuchungen auf die für Badegewässer relevanten hygienischen Kenngrößen *E. coli* und intestinale Enterokokken ergaben, dass im Baldeneysee in Trockenwetterphasen an allen untersuchten Stellen Badegewässerqualität erreicht wurde. Dennoch ist das Baden im See aus hygienischer Sicht unter den derzeitigen Bedingungen nicht ratsam. Bei Regenwetter, insbesondere nach Entlastungen aus Mischwasserbehandlungsanlagen, droht die Gefahr massiver Überschreitungen der hygienischen Grenzwerte. Daher wäre eine Erweiterung der Kläranlagen Essen-Süd, Essen-Kupferdreh und Velbert-Hespertal durch eine in der Badeperiode betriebene Desinfektionsstufe eine unabdingbare Voraussetzung für die Ausweisung von Badestellen am Baldeneysee. Dessen ungeachtet bedarf es eines Bewirtschaftungskonzepts, welches in Abhängigkeit von der Wettersituation (Niederschläge) ein Badeverbot vorsieht.

## **Registrierte Gewässerverunreinigungen des Jahres 2009 und Auswertung der Ergebnisse der vergangenen drei Dekaden**

Im Jahr 2009 wurden 14 Gewässerverunreinigungen bekannt, wobei 61 % durch Öle und Kraftstoffe verursacht wurden, die ihren Ursprung meist in betrieblichen Unfällen hatten. Nur in einem Fall kam es durch Industriechemikalien zu einem Fischsterben in der Ennepe. Gegenüber der Dekade 1980 bis 1989 hat die Anzahl der Gewässerverunreinigungen in der Dekade 2000 bis 2009 um rund 30 % abgenommen. Eine Zunahme ist bei der Aufklärungsquote sowohl hinsichtlich der Ursachen als auch der Verursacher festzustellen.

## **Leistungsvergleich der Ruhrverbands-Kläranlagen**

Seit Abschluss des Kläranlagenausbauprogramms im Jahr 2005 halten alle Anlagen die Mindestanforderungen gemäß Abwasserverordnung mit größtenteils hohem Sicherheitsabstand ein. Die in den Bescheiden geforderten Grenzkonzentrationen werden teilweise deutlich unterschritten. Für das Jahr 2009 lagen die wassermengengewichteten Ablaufkonzentrationen für den CSB bei 27 mg/l, den Gesamt-Phosphor bei 0,65 mg/l, und für die Sommerwerte des anorganisch gebundenen Stickstoffs bei 7,9 mg/l sowie des Ammonium-Stickstoffs bei 1,1 mg/l. Damit wurden die zulässigen Bescheidwerte nur zu 13 bis 53 % ausgeschöpft.

### Flow of the River Ruhr

The river's flow system has an impact on the water condition of the Ruhr and its tributaries, on the one hand via the dilution effect and on the other hand via substance input from diffuse sources. The average runoff at the gauging station Hattingen amounted to 58.4 m<sup>3</sup>/s in the runoff year 2009, falling short of the long-term (1968 to 2009) average of 71 m<sup>3</sup>/s by almost 18% and even remaining around 24% below the previous year's average of 77.1 m<sup>3</sup>/s.

### Continuous physico-chemical Ruhr water monitoring

The results of the Ruhr's water quality monitoring based on around 150 samples taken at Essen-Rellinghausen were compared to different immission requirements. The target values for the parameters which serve to determine the ecological condition were safely met, apart from the pH-value (one-time exceeding of the upper limit of 8.5). The concentrations for the most dangerous heavy metals lead, cadmium, nickel and mercury completely met the requirements of environmental quality standards and even remained below the limits. In the case of zinc, the situation did improve somewhat, but the status for this heavy metal and copper as well had to be classified as "moderate". Because of the previous geogenic load of zinc, a classification as "good" cannot be expected in the foreseeable future. Due to the high basic load, the strict LAWA (German Working Group on Water Issues of the Federal States and the Federal Government) target of 2.5 mg/l for nitrate nitrogen could not be met. The requirements of the regulations on fish habitats and drinking water were fulfilled for all chemical parameters routinely monitored.

### Physico-chemical and hydrobiological examinations along the Ruhr

Examinations along the Ruhr, carried out in four-week intervals at 12 measuring points, document an overall good chemical condition of the river. Its nutrient concentrations have stabilised on a low level for several years now, one of the consequences being a shift from a plankton-dominated state to a macrophyte-dominated state. The lack of algae mass developments led to a situation where artificial aeration of the river's lower reaches was once again unnecessary in 2009. Hydrobiological examinations yielded "good" results for the quality component "saprobic index" for all but two measuring points in the river's underflow. In contrast, the hydromorphological change is also reflected in the "bad" results for the quality component "general degradation" at all sampling points from the gauging station Villigst onwards (Ruhr-km 100.15). In line with the diversified uses from this point and the strongly urban character, the Ruhr has been defined as a considerably altered water according to the Water Framework Directive almost without interruption up to its mouth into the Rhine, the objective thus being to achieve a "good ecological potential" rather than a "good ecological condition".

### Plankton in the Ruhr

The decline in phytoplankton in all of the Ruhr's impounding lakes observed during the past few years is also reflected in a strongly decreasing density of zooplankton and a changing composition of the zooplankton diversity. The formerly dominating brachionas have been replaced by synchaeta (small rotifers) in particular. Compared to the 1990s, primary and secondary productivity in the Ruhr's impounding lakes has declined roughly by the factor of 10.

### Water condition in the Ruhr catchment area (tributaries)

On the basis of an agreement between the Ministry of the Environment and Conservation, Agriculture and Consumer Protection of the State of North Rhine-Westphalia (MUNLV) and the Ruhrverband, 44 tributaries have been physico-chemically and hydrobiologically examined in 2009. The chemical condition mostly corresponded to a "good" or "high" status. Due to strict requirements for nutrients (total phosphorus and ammonium nitrogen) the level "good" could not be reached in some waters. This also applies to zinc, which led to a "poor" or "bad" result at some areas with particularly high geogenic loads (e.g. lower Lenne and upper Ruhr). But after all, 88 out of 90 sampling points examined hydrobiologically were classified as "good" or even "high" with reference to the "saprobic index". Concerning the component "general degradation", however, only about half of the sampling points didn't provoke any complaints. Here as well, the causes lay mostly in unsatisfactory water structures, such as is also the case for the lower Ruhr.

### Reservoir examinations – Bigge Reservoir

Above-average total radiation in summer and early autumn improved growth conditions for plankton algae and mostly led to a slight rise of the trophic level. Still all reservoirs met their quality requirements, namely the mesotrophic state which is the development objective for reservoirs according to the Water Framework Directive. In addition, the two drinking water reservoirs Verse and Fürwigge have been classified as oligotrophic waters for several decades. And for the fourth year in a row, a declining trophic level could be observed for the Bigge Reservoir. Meanwhile the level has dropped to only 2.0, indicating a safe mesotrophic classification. These facts demonstrate the positive implications of long-term rehabilitation measures in the catchment area, including sewage treatment modernisations (construction of sewage systems around the lakes), the cooperation with agriculture as well as ecosystem-based fishery management.

### Organic micropollutants in the Ruhr

Given the importance of micropollutants in the Ruhr as a source of drinking water, the number of analysed organic compounds has meanwhile been raised to around 400. The number of micropollutants relevant for the Ruhr, however, remains low. Relatively high concentrations were found for the synthetic complexing agents EDTA and DTPA with average values of 5.0 µg/l and 5.1 µg/l

at Essen. Due to a decrease in industrial emissions, the loads of these toxicologically harmless substances in the Ruhr have dropped considerably during the past few years. Other micropollutants occur in much lower concentrations, for instance residues of pharmaceuticals, diagnostic agents, tensides, softeners, gasoline additives, organic phosphorus flame retardants and crop protection agents. Values of <1 µg/l and <0.1 µg/l respectively measured at Essen were defined as typical concentrations for the most important substances in this group. Considering these concentration levels, an ecological or human-toxicological relevance of these micropollutants can practically be ruled out. The concentrations found for the painkiller diclofenac show a strong seasonal dependence. Due to fewer applications, the concentration level of this active ingredient is much lower during the summer months than in winter.

#### **Organic micropollutants in the outlets of municipal sewage treatment plants and comparison to the Ruhr's immission at Essen**

As expected, the pharmaceuticals and radiocontrast agents emissions of sewage treatment plants pretty much correlate to the loads in the water during periods of dry weather as input from diffuse sources – generally and especially under such weather conditions – plays only a minor role in this respect. Concerning radiocontrast agents, the inhabitant-specific emissions measured for the sewage treatment plants partly showed strong variations in terms of level and relation, something which on the one hand suggests varying application frequencies in the catchment areas and on the other hand differing compound preferences. Relatively broad spreads of inhabitant-specific loads in sewage treatment plants' outlets were registered for the flame retardants TCPP and TCEP.

#### **The PFC situation**

PFC loads in the Ruhr continue to follow a downward trend. For PFOA and PFOS combined, a low annual average of 44 ng/l could be determined, a level significantly below the target value for drinking water of 100 ng/l. Compared to the year before, the average daily load at the Ruhr's mouth declined by another 26%. Compared to 2007, the decrease amounts to 59%. This positive development is accounted for by the actions taken regarding relevant contaminated areas. The cutback on industrial emissions is comparatively low. Efforts to reduce these emissions through the substitution of PFC and retention measures on part of the companies have to be continued.

#### **Elodea occurrence in the Ruhr's impounding lakes**

Around half of the three impounding lakes along the upper Ruhr, Lake Hengstey, Lake Harkort and Lake Kemnade, was covered with waterweed in 2009, just like in the years before. In Lake Baldeney, the share of the surface covered with Elodea rose considerably from around 13% in 2008 to 25%. The improvement of water quality and the resulting boost for macrophyte development has now also reached the impounding lake in Kettwig,

which for the first time showed larger connected populations of Elodea. Efforts to counter Elodea mass developments with mowing, restocking of herbivorous redeye and the use of "dredging chains" and double T-bars are to be continued and optimised in order to at least partly enable water sports activities on the lakes. Keeping the lakes' surfaces to a large extent clear of Elodea is, however, not feasible from a financial point of view.

#### **Ecological maintenance of the fish migration pathway at Lake Harkort**

Due to its near-natural morphology, the fish migration pathway at Lake Harkort, designed as a bypass, is being populated by a diverse biocenosis of plants and animals. Apart from providing a passage for fish, the pathway fulfils an important function within the stepping-stone concept. The ecological maintenance of the bypass has a positive impact on the ecological condition of the connecting sections of the Ruhr both upstream and downstream.

#### **Salmon in the Ruhr**

After 100 years, the salmon has not only returned to the river but even reproduced in the lower Ruhr, as monitoring fishing activities demonstrate. As the development of young salmon is only possible in clean waters with high oxygen levels, the occurrence of this species is an impressive demonstration of the return of the Ruhr's good water quality – moreover at a location where the river already carries the treated sewage of almost two million people and many industrial enterprises. The repopulation with salmon is the result of the Ruhrverband's commitment for sustainable sewage and rainwater treatment in the entire Ruhr catchment area. The planned rehabilitation or installation of fish migration pathways at the Ruhr weir in Duisburg and the dams in Kettwig and at Lake Baldeney will soon provide the salmon with access to the precious spawning grounds in the Deilbach system.

#### **Implementation plan "Lower Ruhr"**

The first management plan based on the European Water Framework Directive has been in force since the end of 2009. Part of this plan is a programme of actions to eliminate identified deficits, which to date, however, due to the scale according to which it has been designed, remains little precise and without a clear definition of the target area. One of the most essential future water management tasks will be to translate this global catalogue of measures into tangible actions within a sensible structure in terms of both space and time. Against this background, such a task has been fulfilled and an implementation plan for appropriate and reasonable measures has been set up with the Ruhrverband's support, using the planning unit "Lower Ruhr" as an example. The plan can also be seen as a suitable pilot for implementation plans currently being drawn up in North Rhine-Westphalia.

### **Examinations on the sanitary condition of Lake Baldeney**

Monitoring of the sanitary parameters relevant for bathing waters *E. coli* and intestinal enterococci showed that during periods of dry weather bathing water quality could be reached in all parts of Lake Baldeney. Despite this fact, bathing in the lake cannot be recommended from a sanitary point of view under the current conditions. During periods of rainy weather, especially after an overflow of combined water treatment facilities, sanitary limits could be exceeded considerably. This is why an extension of the sewage treatment plants Essen-Süd, Essen-Kupferdreh and Velbert-Hespertal by another disinfection level in force during the bathing season would be an indispensable prerequisite for setting up designated bathing areas in Lake Baldeney. Apart from this, a management concept with the possibility to declare a ban on bathing depending on the weather (rain) would be necessary.

### **Registered cases of water pollution in 2009 and evaluation of incidents during the last three decades**

In 2009, 14 incidents of water pollution had been registered, 61 % of which were caused by oils and fuels originating mostly from industrial accidents. Only in one case did industrial chemicals cause fish die-offs in the Ennepe. Compared to the ten years between 1980 and 1989, incidents of water pollution have dropped by around 30 % in the decade from 2000 to 2009. The clear-up rate in terms of determining the causes and the originator, on the other hand, has risen.

### **Performance comparison of the Ruhrverband's sewage treatment plants**

Ever since the sewage treatment plant extension programme concluded in 2005, all facilities have been meeting the minimum requirements of sewage treatment regulations, mostly with a large safety margin. Their data partly remains considerably below the legally required concentration limits. For 2009, the flow-weighted outlet concentrations reached 27 mg/l for COD, 0.65 mg/l for total phosphorus, 7.9 mg/l for the summer values of inorganic bound nitrogen and 1.1 mg/l for ammonium nitrogen, thus only accounting for between 13 and 53 % of the legal discharge limits.



# 1 Wasserführung der Ruhr

Die ausreichende Wasserführung eines Gewässers hat einen prägenden Einfluss auf die aquatische Flora und Fauna und ist für die Nutzung eines Fließgewässers wichtig. Die Sicherstellung einer ausreichenden Wasserführung in Zeiten geringer natürlicher Abflussspenden ist Aufgabe des Talsperrensystems im Ruhreinzugsgebiet. Darüber hinaus gewährleisten die Talsperren auch einen effektiven Hochwasserschutz.

Der Vergleich der Dauerlinie des Abflussjahres 2009 mit der des langjährigen Mittels von 1968 bis 2009 ist in Bild 1.1 dargestellt. Der mittlere Abfluss am Pegel Hattingen lag mit  $MQ_{2009} = 58,4 \text{ m}^3/\text{s}$  um 17,7 % unter dem langjährigen mittleren Abfluss  $MQ_{68-09} = 71,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ein meldepflichtiges Hochwasserereignis war für den Pegel nicht zu verzeichnen. Der in Bild 1.2 für den Pegel Hattingen dargestellte Abfluss auf der Basis von 15-Minuten-Mittelwerten und Tagesmittelwerten mit den dazugehörigen Gewässerkundlichen Hauptzahlen des Abflussjahres 2009 wurde zum Vergleich zusätzlich mit den Tagesmittelwerten des Vorjahres hinterlegt. Das Bild gibt die durch Talsperren, Kläranlagen, Wasser- und Kraftwerke beeinflusste Wasserführung der Ruhr am Pegel Hattingen wieder. Mit einer Abflusssumme von nur 1,85 Milliarden  $\text{m}^3$  wurde 2009 gegenüber dem Vorjahr mit einer

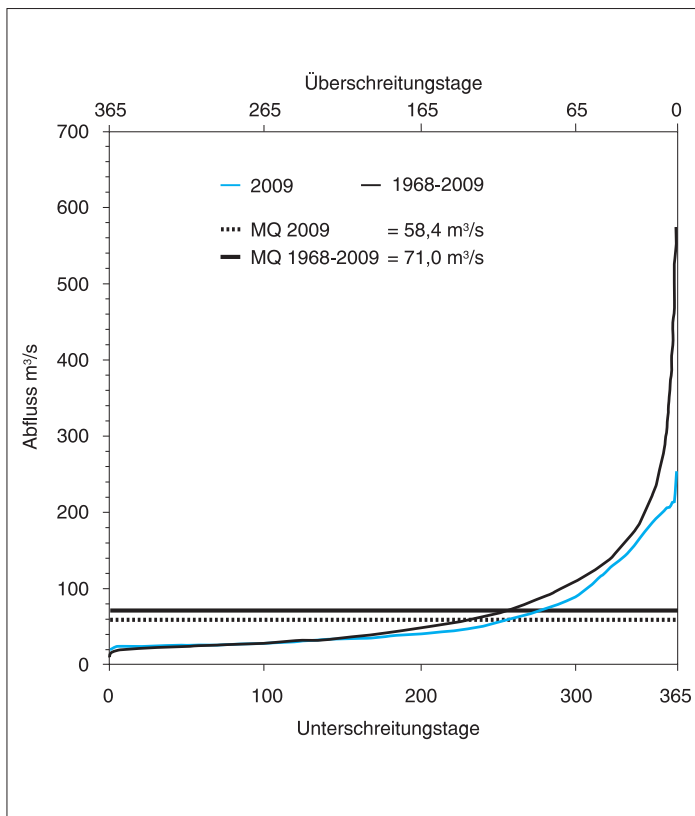


Bild 1.1: Abflussdauerlinie der Ruhr am Pegel Hattingen im Abflussjahr 2009  
 Fig. 1.1: Runoff duration of the Ruhr at the gauging station Hattingen in the runoff year 2009

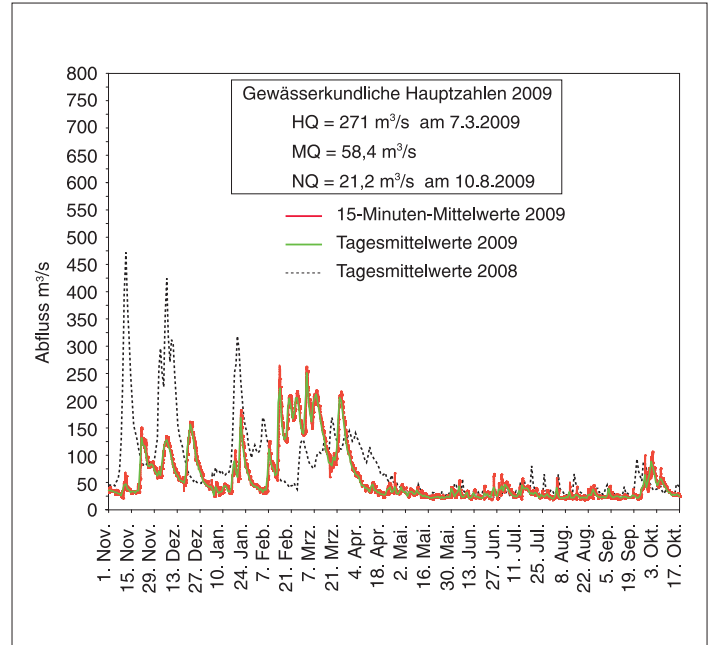


Bild 1.2: 15-Minuten-Mittelwerte und Tagesmittelwerte des Abflusses der Ruhr am Pegel Hattingen im Abflussjahr 2009  
 Fig. 1.2: Ruhr runoff averages during 15 minutes and 24 hours at the gauging station Hattingen in the runoff year 2009

Abflusssumme von 2,44 Milliarden  $\text{m}^3$  eine Abnahme um 24 % verzeichnet. Die Abflussverteilung zwischen Winter- und Sommerhalbjahr ist mit 73 % bzw. 27 % nicht außergewöhnlich, wird jedoch durch einen niederschlagsarmen Winter geprägt.

Basierend auf den 15-Minuten-Mittelwerten für den Pegel Hattingen wurde am 7. März 2009 ein höchster Abfluss  $HQ_{2009} = 271 \text{ m}^3/\text{s}$  (Tagesmittelwert  $251 \text{ m}^3/\text{s}$ ) gemessen. Am Pegel Wetter (oberhalb Pegel Hattingen) wurde die Grenze für meldepflichtige Hochwasserereignisse von 404 cm dabei zu keiner Zeit überschritten.

Die niederschlagsreichen Monate Februar und März führten zwar zu deutlich erhöhten Abflüssen über  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ , jedoch ging Anfang April der Abfluss auf Tageswerte unter  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  zurück. Das Sommerhalbjahr begann im Mai mit niedrigem Abfluss, der unterbrochen von kurzzeitigen sommerlichen Niederschlägen am 10. August 2009 seinen geringsten Tagesmittelwert von  $NQ_{2009} = 21,2 \text{ m}^3/\text{s}$  fand. Erst zum Oktober endete dieses abflussarme Halbjahr, als ergiebige Niederschläge den Tagesmittelabfluss kurzzeitig auf  $89 \text{ m}^3/\text{s}$  steigerten. Das Abflussjahr 2009 gilt als trockenes Jahr. Jedoch konnte das leistungsfähige Talsperrensystem im Einzugsgebiet der Ruhr zu jeder Zeit eine ausreichende Wasserführung an der Ruhr gewährleisten.

## 2 Zeitlich dichte physikalisch-chemische Überwachungen der Ruhr

### Ergebnisse der wöchentlichen Ruhruntersuchungen

Der Ruhrverband überwacht und dokumentiert seit 1965 an sieben Probenahmestellen im Fließverlauf der Ruhr sowie an der Lenne-mündung die Entwicklung der Wasserbeschaffenheit anhand von wöchentlichen Untersuchungen. Diese Messstellen erlauben einen Überblick über die Gesamtsituation der Ruhr sowie deren zeitliche Veränderungen. Im Vordergrund steht bei diesem Messprogramm der saprobielle Zustand und die Nährstoffsituation.

In Tabelle 2.1 werden von den acht Gewässergütemessstellen an Ruhr und Lenne die Ergebnisse der Untersuchungen für die Jahresreihen 1965 bis 2009 den Messungen des Vorjahres und des aktuellen Abflussjahres gegenübergestellt. Dabei berücksichtigen die Mittelwerte bei Vergleichswasserführung nur die Messwerte, während eines vergleichbaren Abflusses von  $18 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $\pm 20\%$ ) am Pegel Hattingen, und ermöglichen somit eine Vergleichbarkeit hydrologisch unterschiedlicher Abflussjahre. Statistische Werte der Kenngrößen sind nicht dargestellt, wenn während der Untersuchungstage keine Vergleichswasserführung an einer einzelnen Probenahmestelle verzeichnet wurde. Die Mittelwerte an den Untersuchungstagen beinhalten dagegen alle Messwerte des betrachteten Zeitraums. Die Angabe der 90-Perzentile enthält ebenfalls sämtliche Messwerte und ist die Bewertungsgrundlage nach den „Allgemeinen Güteanforderungen für Fließgewässer“ (AGA) für Konzentrationen, die über 90% der Zeit des Jahres unterschritten werden sollten.

Die im Vergleich zum Vorjahr um 24% geringere Wasserführung der Ruhr hat durch den verringerten Verdünnungseffekt einige moderate Änderungen der Ergebnisse der Kenngrößen CSB, BSB<sub>5</sub>, Ammonium-Stickstoff (NH<sub>4</sub>-N) und Phosphor-Gesamt (TP) zur Folge. Für den CSB zeigen die Mittelwerte an den Untersuchungstagen an keiner Messstelle niedrigere Werte als im Vorjahr. In der 90-Perzentil-Auswertung waren an drei von acht Messstellen Verbesserungen im Vergleich zum Vorjahr zu verzeichnen. Ein ähnliches Bild zeichnet sich für den BSB<sub>5</sub>. Hier stellen die Mittelwerte an fünf und die 90-Perzentil-Auswertungen an zwei von acht Gütemessstellen bessere oder zumindest gleichbleibende Werte gegenüber dem Vorjahr dar.

Die durchgängige Unterschreitung der Allgemeinen Güteanforderungen für Fließgewässer (AGA) wurde wie in den Jahren zuvor auch für Ammonium-Stickstoff (AGA: NH<sub>4</sub>-N  $\leq 1 \text{ mg/l}$ ) wieder sicher erreicht. Die Konzentrationen für NH<sub>4</sub>-N befinden sich nunmehr seit vielen Jahren auf konstant niedrigem Niveau, jedoch konnte aufgrund der niedrigen Wasserführung der Ruhr in diesem Jahr keine weitere Verbesserung beobachtet werden. Die Mittelwerte sowie die 90-Perzentil-Auswertung zeigen nur für die Messstelle „Oberhalb Wildshausen“ eine stagnierende Konzentration an. An den übrigen sieben Messstellen zeigen sich geringfügige Erhöhungen.

Bei der Phosphorbelastung ist die Veränderung zum Vorjahr durch den flächendeckenden und weitgehenden Ausbau der Phosphoreliminationsstufen auf den Kläranlagen nicht mehr ganz so deutlich abzulesen. Die Mittelwerte der Phosphorkonzentration weisen für eine der acht Messstellen eine geringfügige Verbesserung zum Vorjahr aus. Für vier Messstellen zeigen sich trotz verringerter Wasserführung gleichbleibende Konzentrationen und nur an drei der acht Messstellen zeigt sich eine geringfügige Erhöhung der Phosphor-Konzentration. Ein ähnliches Bild zeigt die 90-Perzentil-Bewertung. Hier liegt lediglich an der Messstelle „Oberhalb Wildshausen“ mit  $0,10 \text{ mg/l}$  eine geringfügige Konzentrationserhöhung um  $0,01 \text{ mg/l}$  vor.

Vergleicht man in der Tabelle 2.2 die statistische Auswertung der Konzentrationen an den Gewässergütemessstellen mit den Bewertungskriterien der Allgemeinen Güteanforderungen für Fließgewässer (AGA) auf der Basis der 90 Perzentil-Auswertung sowie mit den Orientierungswerten (OW) als ein Beurteilungskriterium des ökologischen Zustands auf der Basis der Mittelwerte, so zeigt sich ein homogenes Bild. Wie im Vorjahr wurden auch in diesem Jahr an allen Messstellen die jeweiligen Zielvorgaben sicher eingehalten.

Anhand des umfangreichen Datenmaterials der vergangenen Jahrzehnte lässt sich die kontinuierliche Verbesserung der Ruhrwasser-güte sehr anschaulich darstellen. In Bild 2.1 wurde die Ruhrwasserbeschaffenheit als Summenhäufigkeit der Kennwerte CSB, NH<sub>4</sub>-N und TP für drei diskrete Zehnjahresreihen an sechs Probenahmestellen der Ruhr dargestellt und das aktuelle Abflussjahr verglichen. Insgesamt ist das Konzentrationsniveau für die Kenngrößen CSB, NH<sub>4</sub>-N und TP sehr niedrig, was sich in der sicheren Einhaltung der Allgemeinen Güteanforderungen (AGA), aber auch in den Beurteilungskriterien des ökologischen Zustands der Umweltqualitätsnorm (UQN) ablesen lässt.

### Dauermessstelle Ruhr bei Essen-Rellinghausen und Gewässerüberwachungsstationen

Die Ruhr wird bereits seit den 1920er Jahren in Höhe von Essen-Rellinghausen physikalisch-chemisch untersucht. Die am Vormittag durchgeführten Probenahmen fanden zunächst sporadisch, dann über viele Jahrzehnte werktäglich und seit 2004 an drei Tagen in der Woche (Montag, Mittwoch, Freitag) statt. Der Parameterumfang wurde und wird ständig an die aktuellen Anforderungen, die sich aus der Bedeutung für das Gewässer selbst und für den Menschen sowie aus Richtlinien, Gesetzen, Verordnungen, Güteanforderungen usw. ergeben, angepasst. In diesem Beitrag wird vor allem über die klassischen Parameter berichtet, während die Darstellung aktuell in der Diskussion stehender Inhaltsstoffe, insbesondere Mikroverunreinigungen, anderen Beiträgen vorbehalten ist.

In den Tabellen 2.3 und 2.4 sind in verdichteter Form verschiedene Kenngrößen für das Abflussjahr 2009 zusammengestellt. Das Bild 2.2 zeigt sowohl die zeitlichen Verläufe einiger Kenngrößen als Ganglinien als auch die prozentuale Verteilung als Unterschreitungs-dauerlinie (Bezug: obere Abszisse). Zusätzlich

Tabelle 2.1: Entwicklung der Ruhrwassergüte  
Table 2.1.: Development of Ruhr water quality

Querschnitt (Stationierung: GSK 3. Auflage)	Kenngröße		1965 - 2009			2008			2009		
			Mittel- werte bei Vergleichs- wasser- führung (Trocken- wetter)	Mittel- werte an den Unter- suchungs- tagen	90-Perzentil	Mittel- werte bei Vergleichs- wasser- führung (Trocken- wetter)	Mittel- werte an den Unter- suchungs- tagen	90-Perzentil	Mittel- werte bei Vergleichs- wasser- führung (Trocken- wetter)	Mittel- werte an den Unter- suchungs- tagen	90-Perzentil
Oberhalb Wildshausen Ruhr-km: 164,73	Q	m³/s	4,1	14,8	–	4,2	17,2	–	3,9	11,8	–
	CSB (nur 1974-2009)	mg/l	6,9	6,2	9,2	6,7	5,8	7,0	6,7	7,0	10,0
	BSB <sub>5</sub>	mg/l	2,2	2,2	3,2	2,2	1,5	2,2	1,6	1,6	2,5
	NH <sub>4</sub> -N	mg/l	0,21	0,20	0,48	0,02	0,04	0,07	0,02	0,04	0,07
	TP	mg/l	0,27	0,22	0,46	0,09	0,06	0,10	0,09	0,08	0,11
Neheim Fußgängerbrücke Ruhr-km: 137,52	Q	m³/s	6,6	18,7	–	6,4	21,6	–	6,7	16,7	–
	CSB (nur 1974-2009)	mg/l	11,8	9,6	14,8	8,0	6,9	9,0	8,1	7,4	10,0
	BSB <sub>5</sub>	mg/l	3,0	2,9	4,0	1,4	1,4	2,0	1,5	1,5	2,2
	NH <sub>4</sub> -N	mg/l	0,38	0,28	0,59	0,01	0,06	0,13	0,05	0,08	0,20
	TP	mg/l	0,34	0,24	0,49	0,07	0,08	0,13	0,08	0,08	0,10
Kraftwerk Westhofen Unterwasser Ruhr-km: 95,15	Q	m³/s	8,0	27,5	–	–	38,1	–	6,2	26,4	–
	CSB (nur 1974-2009)	mg/l	14,2	11,7	15,9	–	8,1	10,8	10,2	8,2	10,2
	BSB <sub>5</sub>	mg/l	3,5	2,9	4,6	–	1,6	2,2	2,0	1,6	2,3
	NH <sub>4</sub> -N	mg/l	1,00	0,66	1,28	–	0,04	0,07	0,02	0,05	0,11
	TP	mg/l	0,52	0,29	0,59	–	0,07	0,10	0,10	0,07	0,10
Kraftwerk Hohenstein Unterwasser Ruhr-km: 74,45	Q	m³/s	21,0	64,2	–	21,6	78,4	–	21,1	57,5	–
	CSB (nur 1974-2009)	mg/l	16,6	13,2	19,7	10,5	8,5	11,1	9,9	8,8	11,2
	BSB <sub>5</sub>	mg/l	4,1	3,3	5,4	1,4	1,7	2,3	1,2	1,7	2,5
	NH <sub>4</sub> -N	mg/l	0,63	0,61	1,25	0,04	0,04	0,07	0,03	0,05	0,11
	TP	mg/l	0,41	0,31	0,61	0,08	0,08	0,10	0,08	0,08	0,10
Essen Zornige Ameise Ruhr-km: 42,76	Q	m³/s	19,0	67,1	–	–	73,5	–	21,1	57,9	–
	CSB (nur 1974-2009)	mg/l	19,67	14,1	22,0	–	8,9	12,1	8,9	9,3	11,1
	BSB <sub>5</sub>	mg/l	4,4	3,5	5,8	–	1,7	2,5	0,7	1,53	2,6
	NH <sub>4</sub> -N	mg/l	0,69	0,61	1,34	–	0,03	0,06	0,02	0,05	0,10
	TP	mg/l	0,64	0,41	0,94	–	0,08	0,10	0,09	0,09	0,11
Essen Wehr Baldeney Ruhr-km: 31,18	Q	m³/s	19,6	69,1	–	–	79,6	–	21,6	59,8	–
	CSB (nur 1974-2009)	mg/l	19,2	14,0	21,3	–	9,4	13,8	11,3	10,1	13,8
	BSB <sub>5</sub>	mg/l	4,3	3,4	5,7	–	1,9	3,3	2,2	1,9	3,3
	NH <sub>4</sub> -N	mg/l	0,91	0,72	1,48	–	0,04	0,06	0,03	0,06	0,10
	TP	mg/l	0,60	0,39	0,85	–	0,08	0,11	0,10	0,09	0,11
Duisburg Aakerfähre Ruhr-km: 5,43	Q	m³/s	18,7	69,8	–	–	81,5	–	–	61,0	–
	CSB (nur 1974-2009)	mg/l	17,1	13,0	19,3	–	8,7	12,5	–	8,8	10,7
	BSB <sub>5</sub>	mg/l	3,1	2,9	4,7	–	1,5	2,3	–	1,2	2,2
	NH <sub>4</sub> -N	mg/l	0,70	0,57	1,25	–	0,04	0,05	–	0,05	0,08
	TP	mg/l	0,62	0,38	0,86	–	0,08	0,11	–	0,08	0,11
Lenne an der Mündung Lenne-km: 2,74 Ruhr-km: 92,72 (seit 1974)	Q	m³/s	10,4	27,7	–	9,1	32,6	–	10,3	23,6	–
	CSB ( nur 1974-2009)	mg/l	10,7	10,9	17,0	8,6	7,3	9,9	8,5	8,3	10,3
	BSB <sub>5</sub>	mg/l	2,5	2,6	4,2	1,4	1,7	2,2	1,4	1,8	2,7
	NH <sub>4</sub> -N	mg/l	0,42	0,38	0,79	0,04	0,0396	0,08	0,02	0,06	0,12
	TP	mg/l	0,21	0,21	0,40	0,08	0,07866	0,10	0,07	0,07	0,10

Tabelle 2.2: Vergleich der statistischen Auswertung des Abflussjahres 2009 mit den allgemeinen Qualitätsanforderungen  
 Table 2.2: Analysis of statistical data of the hydrological year 2009 and comparison with the general quality requirements

Anforderung		Allgemeine Güteanforderung für Fließgewässer (AGA)		Beurteilung ökologischer Zustand, Umweltqualitätsnorm (UQN)	
				90 % Perzentil	Bewertung
Bewertungsbasis		90 % Perzentil	Mittelwert mg/l		
Chemischer Sauerstoffbedarf	CSB	≤ 20 mg/l		k.A.	
Ammonium-Stickstoff	NH <sub>4</sub> -N	≤ 1,0 mg/l		≤ 0,30 mg/l	
Phosphor, gesamt	TP	≤ 0,30 mg/l		≤ 0,10 mg/l	
Vergleich der statistischen Auswertung der Gewässergütemessstellen mit den Anforderungen		90% Perzentil mg/l	Bewertung	Mittelwert mg/l	Bewertung
Oberhalb Wildshausen Ruhr-km: 164,73	CSB NH <sub>4</sub> -N TP	10,0 0,07 0,11	eingehalten eingehalten eingehalten	7,0 0,04 0,08	n.b. sehr gut gut
Neheim Fußgängerbrücke Ruhr-km: 137,52	CSB NH <sub>4</sub> -N TP	10,0 0,11 0,10	eingehalten eingehalten eingehalten	7,4 0,08 0,08	n.b. sehr gut gut
Kraftwerk Westhofen Unterwasser Ruhr-km: 95,15	CSB NH <sub>4</sub> -N TP	10,2 0,11 0,10	eingehalten eingehalten eingehalten	8,2 0,05 0,07	n.b. sehr gut gut
Kraftwerk Hohenstein Unterwasser Ruhr-km: 74,45	CSB NH <sub>4</sub> -N TP	11,2 0,11 0,10	eingehalten eingehalten eingehalten	8,8 0,05 0,08	n.b. sehr gut gut
Essen Zornige Ameise Ruhr-km: 42,76	CSB NH <sub>4</sub> -N TP	11,1 0,10 0,11	eingehalten eingehalten eingehalten	9,3 0,05 0,09	n.b. sehr gut gut
Essen Wehr Baldeney Ruhr-km: 31,18	CSB NH <sub>4</sub> -N TP	13,8 0,10 0,11	eingehalten eingehalten eingehalten	10,1 0,06 0,09	n.b. sehr gut gut
Duisburg Aakerfähre Ruhr-km: 5,43	CSB NH <sub>4</sub> -N TP	10,7 0,08 0,11	eingehalten eingehalten eingehalten	8,8 0,05 0,08	n.b. sehr gut gut
Lenne, an der Mündung Lenne-km: 2,74 Ruhr-km: 92,72	CSB NH <sub>4</sub> -N TP	10,3 0,12 0,10	eingehalten eingehalten eingehalten	8,3 0,06 0,07	n.b. sehr gut gut

Legende:  
 k.A.: keine Anforderungen definiert  
 n.b.: nicht bewertet  
 Differenzierte Bewertungskriterien UQN  
 „sehr gut“: Wert ≤ (0,5 • UQN/OW)  
 „gut“: (0,5 • UQN/OW) < Wert ≤ UQN/OW

sind das jeweilige arithmetische Jahresmittel als horizontale blaue Linie sowie die 10-, 50- und 90-Perzentile dargestellt. Letztere entsprechen dem Schnittpunkt an der jeweiligen senkrechten blauen Linien mit der Unterschreitungsdauerlinie.

Ergänzt wird das Messprogramm der Untersuchungen in Essen-Rellinghausen durch den Betrieb von neun Gewässerüberwachungsstationen im Fließverlauf der Ruhr, die zeitnah mögliche Gewässerbelastungen erfassen, insbesondere im Hinblick auf den Schutz der Trinkwassergewinnung. Die von der Bezirksregierung betriebene Überwachungsstation Oeventrop ist seit Mai 2009 außer Betrieb, so dass auf eine Auswertung der Daten hier verzichtet wird. Darüber hinaus werden die Sauerstoffkonzentrationen kontinuierlich überwacht, um bei Bedarf entsprechende Belüftungsmaßnahmen einleiten zu können. Die Stationen werden vom Ruhrverband, dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV), der Bezirksregierung Arnsberg sowie der Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH (WWU) betrieben. Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) beteiligt sich bei zwei Stationen an den Betriebskosten. Bild 2.3 zeigt die geografische Lage aller Stationen in einer Übersichtskarte und Tabelle 2.5 deren jeweilige Ausstattung.

Zur Bewertung werden vorrangig die in Nordrhein-Westfalen im Zuge der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie festgelegten Qualitätskriterien herangezogen, die für die relevanten Stoffe in den Anlagen D 4 und D 5 des Leitfadens „Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW [2.1] zusammengestellt sind. Dabei umfasst die Anlage D 4 EU-weit (prioritäre und prioritär gefährliche Stoffe) und landesweit (z. B. GewBEÜ-V und GewQV) geregelte Stoffe, für die eine Umweltqualitätsnorm (UQN) festgesetzt wurde.

Die Anlage D 5 enthält Orientierungswerte (OW) für allgemeine chemische Parameter, die u. a. zur Beurteilung des ökologischen Zustandes dienen. Parameterabhängig werden zur Beurteilung die Fischgewässerverordnung –FischgewV– [2.2], die LAWA Zielvorgaben –LAWA-ZV– [2.3, 2.4], die noch gültigen Allgemeinen Güteanforderungen des Landes NRW –AGA– [2.5] und in Einzelfällen auch die Trinkwasserverordnung –TrinkwV– [2.6] ergänzend herangezogen.

- [2.1] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes NRW (Hrsg.): Leitfaden Monitoring Oberflächengewässer, Stand: 23. April 2007
- [2.2] 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 (FischgewV). In: Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Nordrhein-Westfalen, 51. Jahrgang, Nr. 41 vom 27. August 1997
- [2.3] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) 2003 (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
- [2.4] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) 1998 (Hrsg.): Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland, Chemische Gewässergüteklassifikation
- [2.5] Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes NRW: Runderlass v. 14. Mai 1991 – Allgemeine Güteanforderungen des Landes Nordrhein-Westfalen (AGA). In: Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen Nr. 42 vom 3. Juli 1991
- [2.6] Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2001). In: Bundesgesetzblatt, Jahrgang 2001, Teil I, Nr. 24 vom 28. Mai 2001

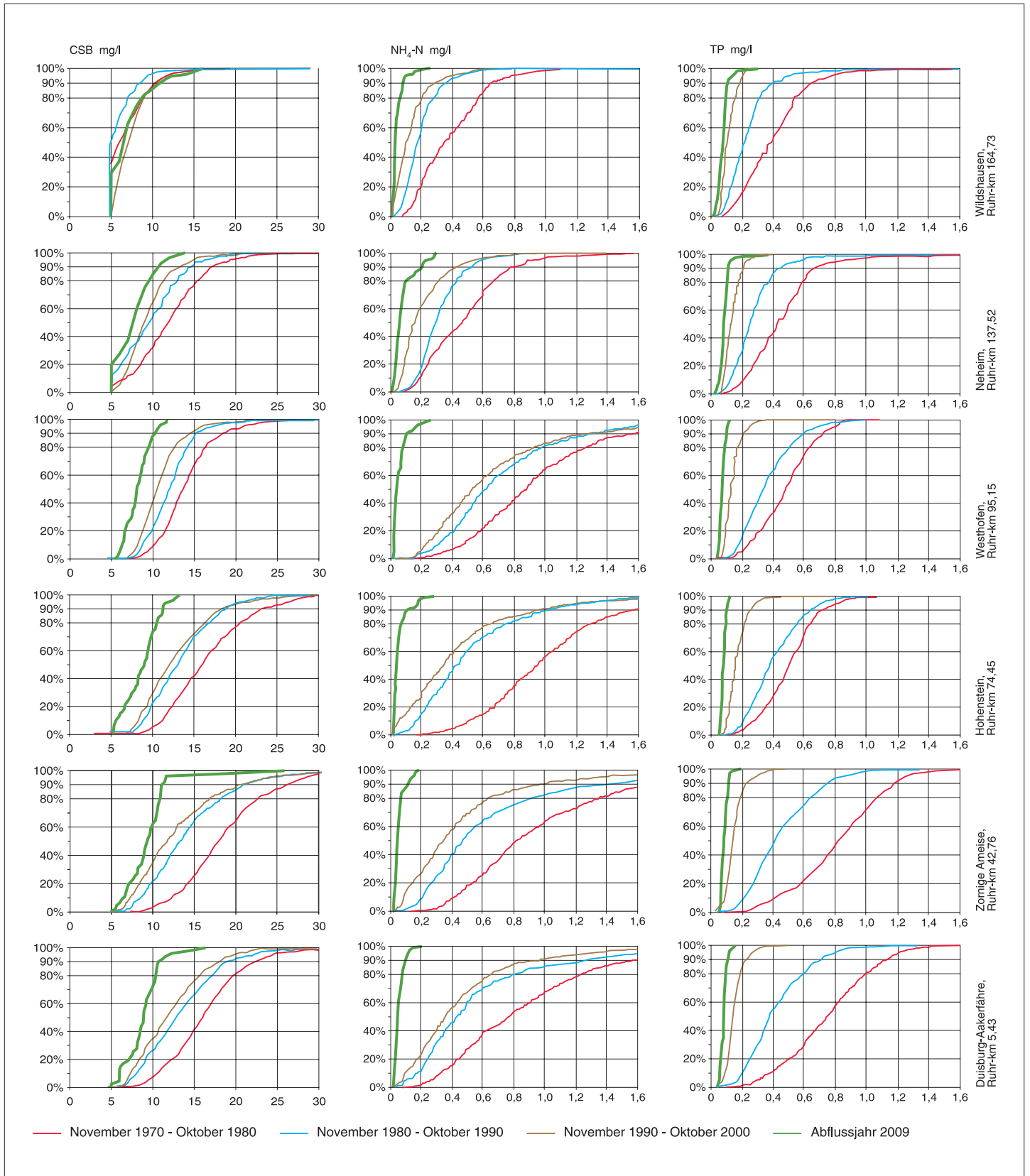


Bild 2.1: Ruhrwasserbeschaffenheit nach den Ergebnissen der wöchentlichen Ruhruntersuchung, dargestellt als Summenhäufigkeiten  
 Fig. 2.1: Ruhr water condition according to the results of weekly examinations, shown as cumulative frequencies

Tabelle 2.3: Mittelwerte verschiedener Kenngrößen der Ruhr bei Essen-Rellinghausen, Probenahmestelle „Zornige Ameise“, Abflussjahr 2009  
 Table 2.3: Averages of several parameters for the Ruhr at Essen-Rellinghausen, sampling point "Zornige Ameise", runoff year 2009

	Mittlere Abflüsse am Pegel Hattingen m³/s	Wasser-temperatur °C	pH-Wert*	Elektr. Leit-fähig-keit µS/cm	Abfiltr. Stoffe mg/l	Abfiltr. Stoffe Glüh-rück-stand mg/l	Sauerstoff		BSB <sub>5</sub> mit ATH gesamt mg/l	Chemischer Sauerstoffbedarf CSB		Absorp-tions-koeffizient 254 nm m <sup>-1</sup>	TOC mg/l	Ammo-nium-Stick-stoff mg/l	Nitrat-Stick-stoff mg/l	Gesamt-Phos-phor mg/l	o-Phos-phat-Phos-phor mg/l
							Gehalt mg/l	Sätti-gungs-index %		gesamt mg/l	gelöst mg/l						
November 2008	55,2	9,2	8,0	449	2,7	1,5	11,0	96	1,3	8,2	7,1	5,8	3,0	0,03	3,2	0,08	0,07
Dezember 2008	88,5	5,3	7,9	384	4,7	3,4	12,0	95	1,6	7,0	5,6	4,5	2,5	0,05	3,5	0,07	0,05
Januar 2009	58,5	1,7	7,9	452	3,2	1,9	13,1	94	2,2	7,4	6,3	4,3	2,6	0,13	3,8	0,08	0,06
Februar 2009	108	4,1	7,8	422	13,5	10,7	12,9	99	2,3	10,0	6,6	4,5	3,4	0,10	3,7	0,08	0,05
März 2009	158	6,1	7,9	335	9,4	7,4	12,0	97	1,8	8,4	5,8	4,1	2,6	0,07	3,4	0,07	0,04
April 2009	51,8	12,8	8,2	418	5,5	4,0	10,5	99	1,8	9,9	6,9	4,5	3,2	0,02	3,0	0,07	0,03
Mai 2009	29,4	16,9	8,0	490	6,4	4,5	9,1	94	1,2	10,4	8,2	5,8	3,9	0,04	2,6	0,09	0,06
Juni 2009	27,1	18,1	7,9	514	5,5	3,6	8,4	89	1,0	10,9	8,9	6,1	3,7	0,05	2,5	0,11	0,09
Juli 2009	33,7	20,8	7,9	445	4,5	2,7	8,2	91	1,0	9,5	8,4	6,7	3,8	0,04	2,3	0,11	0,09
August 2009	25,1	21,6	7,9	498	4,1	3,0	7,9	90	0,7	10,2	9,1	6,1	3,2	0,03	2,2	0,10	0,09
September 2009	25,9	17,1	8,0	502	3,8	2,8	9,0	93	0,7	10,1	9,3	6,0	3,4	0,03	2,3	0,08	0,07
Oktober 2009	42,3	12,0	7,9	404	4,5	3,3	10,1	94	0,8	9,3	8,3	6,3	3,3	0,04	2,8	0,10	0,08
Winterhalbjahr	86,7	6,4	7,9	410	6,7	5,0	12,0	97	1,8	8,5	6,4	4,6	2,9	0,07	3,4	0,07	0,05
Sommerhalbjahr	30,6	17,8	7,9	475	4,8	3,3	8,8	92	0,9	10,1	8,7	6,2	3,5	0,04	2,4	0,10	0,08
Abflussjahr 2009	58,4	12,5	7,9	445	5,7	4,1	10,3	94	1,3	9,3	7,6	5,4	3,2	0,05	2,9	0,09	0,07
Abflussjahr 2008	77,1	12,8	7,9	408	6,3	4,7	10,3	96	1,4	9,0	7,4	5,6	2,9	0,04	3,1	0,08	0,05

\* Angaben jeweils als Median

Tabelle 2.4: Mittelwerte verschiedener Kenngrößen der Ruhr bei Essen-Rellinghausen, Probenahmestelle „Zornige Ameise“, Abflussjahr 2009  
 Table 2.4: Averages of several parameters for the Ruhr at Essen-Rellinghausen, sampling point "Zornige Ameise", runoff year 2009

	Chlorid mg/l	Sulfat mg/l	Fluorid mg/l	Bromid mg/l	Blei gesamt µg/l	Cadmium gesamt µg/l	Nickel gesamt µg/l	Chrom gesamt µg/l	Kupfer gesamt µg/l	Zink gesamt µg/l	Eisen gesamt mg/l	Mangan gesamt µg/l	AOX µg/l	EDTA µg/l	NTA µg/l	DTPA µg/l	Borat-Bor mg/l	Chloro-phyll-a µg/l
November 2008	46	39	0,13	0,10	0,7	0,08	3,1	< 1,0	3,1	21	0,11	23	7	15	< 2	25	0,09	< 1
Dezember 2008	34	31	0,10	0,06	1,1	0,06	2,5	< 1,0	2,7	23	0,21	38	< 5	10	< 2	19	0,05	< 1
Januar 2009	51	38	0,10	0,07	0,8	0,07	2,4	1,2	2,9	28	0,16	56	< 5	10	< 2	11	0,06	< 1
Februar 2009	48	36	0,09	0,07	2,4	0,11	3,2	1,4	5,2	33	0,48	66	6	7	< 2	5	0,05	< 1
März 2009	29	31	0,09	0,04	2,1	0,09	2,7	1,1	3,2	30	0,31	53	< 5	< 2	< 2	< 2	0,04	4
April 2009	41	41	0,10	0,08	1,1	0,06	2,7	1,0	3,6	18	0,17	53	5	5	< 2	4	0,06	16
Mai 2009	54	45	0,10	0,10	2,1	0,10	3,3	< 1,0	5,9	20	0,23	66	5	4	< 2	5	0,09	10
Juni 2009	60	45	0,10	0,09	1,3	0,07	3,2	< 1,0	4,8	16	0,21	55	6	6	2	5	0,10	2
Juli 2009	53	39	0,10	0,11	1,5	0,08	4,1	< 1,0	5,5	30	0,15	45	6	9	< 2	7	0,09	< 1
August 2009	63	43	0,10	0,13	1,1	0,09	4,1	< 1,0	4,5	31	0,12	41	5	11	< 2	6	0,10	< 1
September 2009	67	42	0,09	0,12	1,8	0,09	3,4	< 1,0	4,8	18	0,17	28	8	10	< 2	6	0,11	< 1
Oktober 2009	50	37	0,09	0,10	1,3	0,07	2,9	< 1,0	4,5	36	0,19	36	6	6	< 2	8	0,09	< 1
Winterhalbjahr	41	36	0,10	0,07	1,4	0,08	2,8	1,0	3,4	26	0,24	49	< 5	8	< 2	10	0,06	11
Sommerhalbjahr	58	42	0,10	0,11	1,5	0,08	3,5	< 1,0	5,0	25	0,18	45	6	8	< 2	6	0,10	3
Abflussjahr 2009	50	39	0,10	0,09	1,5	0,08	3,2	< 1,0	4,3	25	0,21	47	5	8	< 2	8	0,08	4
Abflussjahr 2008	38	38	0,12	0,08	1,4	0,10	3,0	1,1	4,2	25	0,21	38	7	9	< 2	11	0,07	4

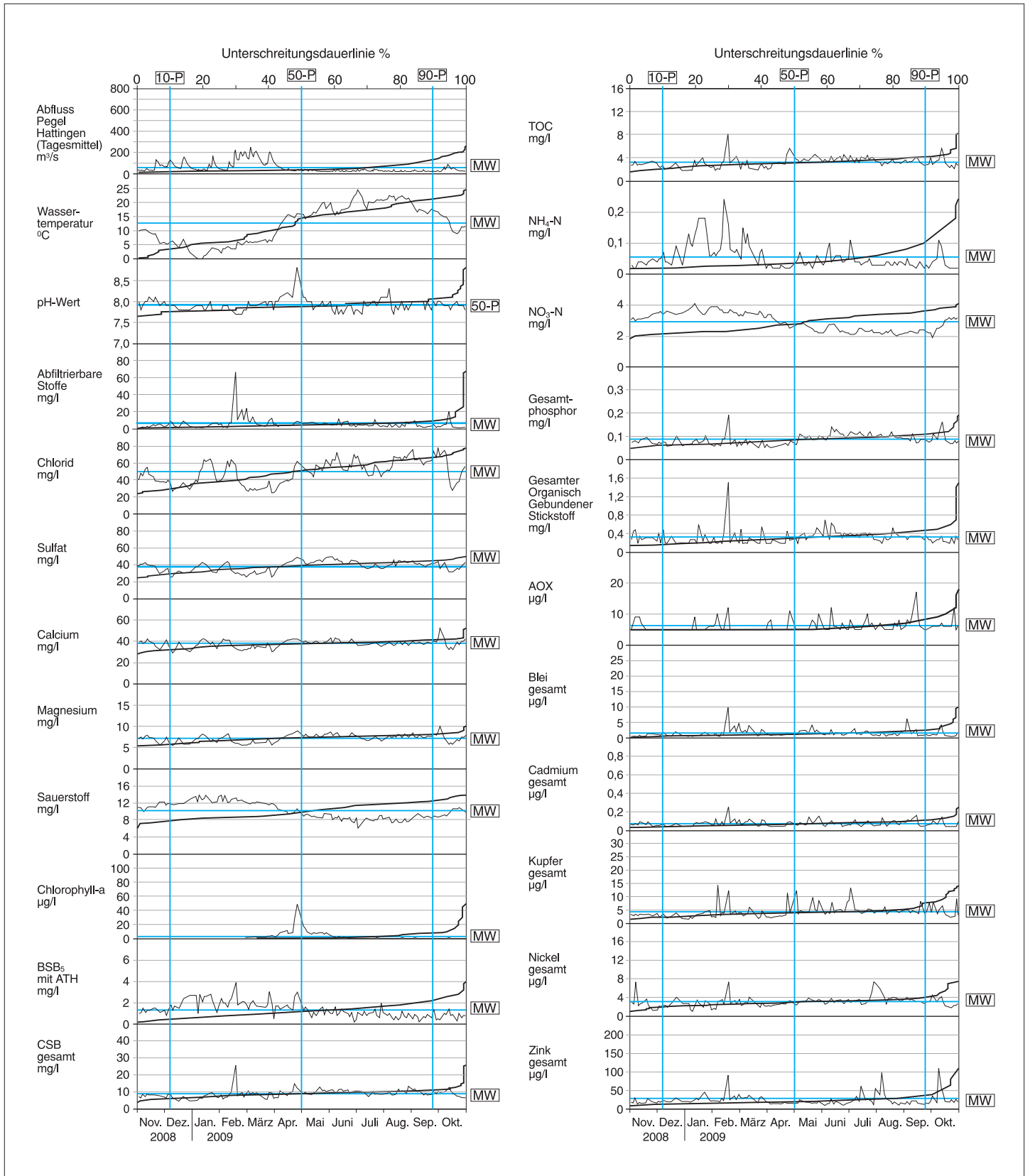


Bild 2.2: Ganglinien und Unterschreitungsdauerlinien verschiedener Kenngrößen, Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Abflussjahr 2009

Fig. 2.2: Time-variation curves and curves showing the durations below limit for selected parameters, Ruhr at Essen-Rellinghausen in the runoff year 2009

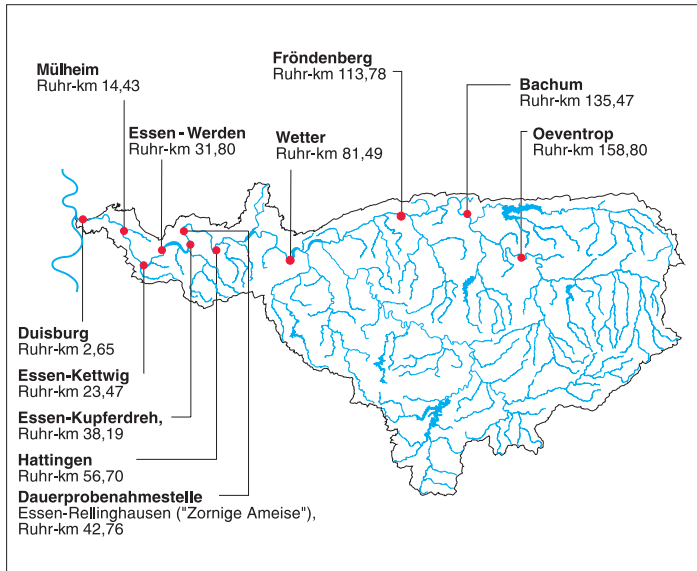


Bild 2.3: Lage der Gewässerüberwachungsstationen an der Ruhr  
 Fig. 2.3: Location of water quality monitoring stations along the Ruhr

## Allgemeine chemische und physikalische Kenngrößen

### Wassertemperatur

Wie im Vorjahr lag die mittlere Wassertemperatur in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen mit 12,5 °C über dem langjährigen Mittel von 12,2 °C. Während das Sommerhalbjahr mit durchschnittlich 17,8 °C nahezu ähnlich warm wie im Jahr 2008 war, sank im Winterhalbjahr die Durchschnittstemperatur auf kalte 6,4 °C. Die tiefsten Wassertemperaturen in der Ruhr wurden im Januar mit mittleren 1,7 °C erreicht, wobei in der ersten Monathälfte an mehreren Tagen als Minimum 0 °C gemessen wurden. Die Monate Mai bis September waren geprägt durch eine lang anhaltende warme Trockenwetterphase (vgl. Abfluss), in der die Wassertemperaturen nicht unter 15°C sanken. Der Maximalwert in Essen-Rellinghausen von 24,4 °C wurde am 3. Juli bei morgendlichen Lufttemperaturen von über 24 °C bestimmt. Zwei Tage später wurden im Baldeneysee bis zu 28,3 °C gemessen.

Sowohl die Vorgaben der FischgewV für Cyprinidengewässer (Imperativwert von 28 °C als 95-Perzentil), zu denen der Ruhrabschnitt zwischen Zufluss der Möhne bis zur Mündung zählt, als auch der OW, der für Gewässer des Epipotamals (Barbenregion) einen Mittelwert von 25°C fordert, wurden für diesen Gewässerbereich eingehalten.

### pH-Wert

Bis auf sehr wenige Spitzen in der Vegetationsperiode bewegten sich die pH-Werte meist in einem engen Bereich um pH 7,8. Wie im Vorjahr wurde sowohl im Winter- als auch im Sommerhalbjahr

Tabelle 2.5: Einrichtungen der Gewässerüberwachungsstationen an der Ruhr  
 Table 2.5: Facilities at the water quality monitoring stations along the Ruhr

	Oeventrop BR-Arnsberg	Echthausen WWW	Fröndenberg RV / LANUV / WWW	Wetter BR-Arnsberg / RV / LANUV	Hattingen RV / LANUV	Essen-Kupferdreh, Baldeneysee Einlauf, RV	Essen-Werden, Baldeneysee Auslauf, RV	Essen-Kettwig, Kettwiger See Auslauf, RV	Mülheim LANUV	Duisburg RV
<b>Chemisch/physikalische Kenngrößen</b>										
Wassertemperatur	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
pH-Wert	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Redox-Potenzial				X						
Sauerstoffgehalt	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Elektrische Leitfähigkeit	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Trübung		X	X	X	X		X	X		
Spektraler Absorptionskoeffizient					X					
Ammonium-Stickstoff				X	X		X			
<b>Sonstige</b>										
Chlorophyll-a (in vivo Fluoreszenz)				X	X		X			
Lufttemperatur				X				X		
Solarstrahlung				X			X			
<b>Biomonitore</b>										
Daphnientest			X							
Muscheltest	X	X			X					
<b>Probenahme-einrichtungen</b>										
Sammelprobenahme-Einrichtungen	X		X	X	X		X	X	X	X
Selbstentleerende Probenahme-Einrichtungen			X	X	X					
Schwebstoffgewinnung				X	X					
<b>Datenerfassung/-übertragung</b>										
Messwertspeicher	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Datenfernübertragung	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Automatische Meldung von Schwellwertüberschreitungen			X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Besonderheiten</b>										
Ereignisgesteuerte Probenahme	X			X	X		X	X		X

im Mittel pH 7,9 erreicht. Der höchste Wert von pH 8,8 wurde in Essen-Rellinghausen einmalig während des Frühjahrsmaximums der Planktonentwicklung Ende April gemessen, der auch noch am Auslauf des Baldeneysees Bestand hatte. Hier wurde das Maximum mit pH 9,0 Mitte August festgestellt, als zwei kurz aufeinander folgende Algenentwicklungen, hauptsächlich mit Grünalgen der Gattungen *Chlamydomonas*, *Chlorella* und *Chlorohormidium*, auftraten.

Der für die Ruhr definierte untere Orientierungswert von pH 6,5 wurde in keinem Fall unterschritten, während beim oberen Wert, der mit pH 8,5 festgelegt ist, zeitweise geringfügige Überschreitungen auftraten. In der Ruhr bei Essen war dies einmal der Fall und im Baldeneysee wie im Vorjahr an insgesamt 12 Tagen.



### Trübung/Abfiltrierbare Stoffe

Die Trübung bzw. die Abfiltrierbaren Stoffe werden hauptsächlich vom Abflussgeschehen beeinflusst. Im Abflussjahr waren nur im Februar und kurzzeitig im Oktober nennenswerte Trübungs- bzw. Konzentrationsspitzen Abfiltrierbarer Stoffe festzustellen. Das Maximum des Jahres betrug 66,8 mg/l (18. Februar) bei einem mineralischen Anteil von 83%. In diesem Monat wurde, auch aufgrund mehrerer kleinerer Abflussspitzen, mit 13,5 mg/l das höchste Monatsmittel bestimmt. Mit einem Jahresmittel von 5,7 mg/l (2008: 6,3 mg/l) in Essen-Rellinghausen wurde die Anforderung der FischgewV von 25 mg/l mit hoher Sicherheit eingehalten. Auch an den Überwachungsstationen, die mit einer kontinuierlichen Trübungsmessung ausgestattet sind, ist die Einhaltung dieser Anforderung festzustellen.

### Elektrische Leitfähigkeit

Die Bandbreite der Elektrischen Leitfähigkeit betrug im Abflussjahr 290 (16. Oktober) bis 591  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (30. September). Die niedrigsten Werte traten bei abklingenden Abflussspitzen auf, während die höchsten Werte in der lang anhaltenden Niedrigwasserperiode zu verzeichnen waren. Selbst in dem mit durchschnittlich 30,6  $\text{m}^3/\text{s}$  außerordentlich abflussarmen Sommerhalbjahr wurde bei einem Mittel 469  $\mu\text{S}/\text{cm}$  die Anforderung der TrinkwV von 2.500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  weit unterschritten.

### Mineralische Inhaltsstoffe

#### Chlorid und Sulfat

Die Salzbelastung der Ruhr stellte sich für das Jahr 2009 differenziert dar. So lagen die durchschnittlichen Sulfatkonzentrationen sowohl im Winter- als auch im Sommerhalbjahr auf dem Niveau des Vorjahres. Dagegen wiesen die besonders aus Punktquellen eingetragenen Chloride aufgrund der unterdurchschnittlichen Abflüsse im Vorjahresvergleich eine Konzentrationserhöhung um 30% auf. Die niedrigsten Werte wurden während einer länger andauernden Phase erhöhter Abflüsse im März mit 25 bzw. 26 mg/l gemessen, während in den Sommermonaten in langen Niedrigwasserphasen die Maximalkonzentrationen für Chlorid bis auf 78 und für Sulfat bis auf 50 mg/l anstiegen. Bemerkenswert ist, dass die transportierte Fracht in den Jahren 2008 und 2009 zu jeweils 92,4 t Chlorid ermittelt wurde.

Sowohl der als Jahresmittel definierte Orientierungswert für Chlorid von 200 mg/l (Einstufung: „sehr gut“) als auch die LAWA-Zielvorgaben und die Grenzwerte der TrinkwV wurden weit unterschritten.

#### Fluorid und Bromid

Die Anionen Fluorid und Bromid treten in der Ruhr meist nur in geringen Konzentrationen auf. Die durchschnittlichen Konzentrationen lagen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen mit 0,10 mg/l (Fluorid) bzw. 0,09 mg/l (Bromid) in der Größenordnung der Vorjahre. Auffallende Konzentrationssprünge oder tendenzielle

Entwicklungen im zeitlichen Verlauf waren nicht festzustellen. Der Grenzwert der TrinkwV für Fluorid von 1,5 mg/l wurde somit deutlich unterschritten.

### Alkali- und Erdalkalimetalle

Die Konzentrationen der beiden Härtebildner Calcium und Magnesium erreichten mit Durchschnittswerten von 38 bzw. 7,2 mg/l das Niveau des Vorjahres. Aufgrund auch im Winterhalbjahr unterdurchschnittlicher Abflüsse waren die Konzentrationsunterschiede zwischen den beiden hydrologischen Halbjahren geringer als üblich. Auffällig ist schon seit einigen Jahren, dass die früher aufgetretenen Konzentrationsschwankungen des Calciumgehalts als Folge der Verschiebung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichtes mit anschließender Sedimentation aufgrund zurückgehender Algenentwicklungen kaum noch auftreten. Im Vorjahresvergleich war ein Anstieg der durchschnittlichen Natriumkonzentrationen zu verzeichnen, der jedoch weniger auf Tausalzeinträge im Winter als auf die lang anhaltenden niedrigen Abflüsse im Sommer zurückzuführen war.

In der ab 5. Mai 2007 gültigen Neufassung des Wasch- und Reinigungsmittelgesetzes wurden u. a. die Härtebereiche an europäische Standards angepasst und die Angabe mmol/l Gesamthärte durch die Angabe mmol/l Calciumcarbonat ersetzt. Die Tabelle 2.6 zeigt die Härtebereiche sowohl mit den neu definierten als auch mit den nicht mehr zulässigen Einheiten  $^{\circ}\text{dH}$ . Das Ruhrwasser ist danach wie im Vorjahr mit einem Härtegrad von 1,3 mmol/l  $\text{CaCO}_3$  als „weich“ einzustufen.

Tabelle 2.6: Härtebereiche mit der Angabe in mmol/l Calciumcarbonat und mit der nicht mehr zulässigen Einheit  $^{\circ}\text{dH}$

Table 2.6: Hardness range in mmol/l of calcium carbonate and using the no longer valid unit  $^{\circ}\text{dH}$

Härtebereich	mmol $\text{CaCO}_3/\text{l}$	$^{\circ}\text{dH}$
weich	< 1,5	< 8,4
mittel	1,5 – 2,5	8,4 – 14
hart	> 2,5	> 14

### Erläuterung der verwendeten Abkürzungen

ACP-OW	Orientierungswerte zur Beurteilung des ökologischen Zustandes
UQN	Umweltqualitätsnormen gem. Tochterrichtlinie zur WRRL
FischgewV / G bzw. I	Fischgewässerverordnung
LAWA ZV	LAWA-Zielvorgaben bzw. Güteklassifikation für Güteklasse II
AGA	Allgemeine Güteanforderungen für Fließgewässer des Landes NRW
TrinkwV	Trinkwasserverordnung

### Einstufung des chemischen Monitorings gemäß WRRL

■ sehr gut	Wert	$\leq \frac{1}{2}$ UQN/OW
■ gut	$\frac{1}{2}$ UQN/OW	< Wert $\leq$ UQN/OW
■ mäßig	UQN/OW	< Wert $\leq 2 \times$ UQN/OW
■ unbefriedigend	$2 \times$ UQN/OW	< Wert $\leq 4 \times$ UQN/OW
■ schlecht	Wert	$> 4 \times$ UQN/OW

### Sonstige Einstufungen

■ eingehalten	■ nicht eingehalten	□ keine Vorgaben
---------------	---------------------	------------------

Tabelle 2.7: Statistische Daten ausgewählter Kenngrößen und Vergleich mit den gesetzlichen Anforderungen, Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Abflussjahr 2009  
 Table 2.7: Statistical data on selected parameters and comparison with legal requirements, Ruhr at Essen-Rellinghausen in the runoff year 2009

		Anzahl Messungen	Minimum	Mittelwert	Maximum	50-Perzentil	90-Perzentil	95-Perzentil	ACP-OW	UQN	FischgewV / G bzw. I	LAWA ZV	AGA	TrinkwV
Wassertemperatur	°C	124	0,1	12,5	24,4	14,5	21,1	21,9	■		■		■	
pH-Wert		124	7,7	7,9	8,8	7,9	8,1	8,1	■		■		■	
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	127	0,8	5,7	67	4,5	9,5	11,4			■			
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	123	290	445	591	454	526	545						■
Chlorid	mg/l	127	25	50	78	51	67	70	■			■		■
Sulfat	mg/l	127	26	39	50	40	45	46,8				■		■
Fluorid	mg/l	127	0,07	0,10	0,14	0,10	0,11	0,12						■
Natrium	mg/l	129	16	34	68	36	48	51						■
BSB <sub>5</sub> ohne ATH	mg/l	126	0,4	1,7	5,0	1,6	2,8	3,1	■		■			
BSB <sub>5</sub> mit ATH	mg/l	127	0,2	1,3	3,9	1,3	2,4	2,7					■	
CSB	mg/l	127	4,9	9,3	26	9,2	11,6	12,0					■	
TOC	mg/l	125	1,8	3,2	8,1	3,2	4,2	4,5	■			■	■	
AOX	µg/l	124	<5	5	17	5	9	10				■	■	
Sauerstoff	mg/l	122	6,2	10,3	14,0	10,1	12,6	13,3			■	■		
Gesamthosphor	mg/l	127	0,05	0,09	0,19	0,08	0,11	0,12	■			■	■	
o-Phosphat-Phosphor	mg/l	127	0,01	0,05	0,10	0,05	0,08	0,08	■			■		
Nitrat-Stickstoff	mg/l	127	1,9	2,9	4,1	2,8	3,7	3,9				■	■	■
Nitrit-Stickstoff	mg/l	127	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05			■	■		■
Ammonium-Stickstoff	mg/l	127	<0,02	0,05	0,24	0,04	0,11	0,15	■		■	■	■	■
Blei	µg/l	127	0,36	1,5	9,8	1,1	2,5	3,6				■	■	■
Blei (filtriert)	µg/l	125	<0,10	0,18	0,41	0,17	0,28	0,31		■				
Cadmium	µg/l	127	<0,05	0,08	0,26	0,07	0,12	0,14				■	■	■
Cadmium (filtriert)	µg/l	118	<0,05	<0,05	0,10	<0,05	0,08	0,08		■				
Nickel	µg/l	127	1,1	3,2	7,4	3,1	4,1	5,1				■	■	■
Nickel (filtriert)	µg/l	105	<1,0	2,5	5,2	2,4	3,5	3,8		■				
Quecksilber	µg/l	46	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05		■		■	■	■
Chrom	µg/l	127	<1,0	<1,0	3,8	<1,0	1,4	1,8		■		■	■	■
Kupfer	µg/l	127	1,5	4,3	14	3,8	7,3	8,7		■		■	■	■
Kupfer (filtriert)	µg/l	118	1,2	2,7	4,5	2,8	3,8	4,1			■			
Zink	µg/l	127	11	25	110	22	37	45		■	■	■	■	
NTA	µg/l	44	<2	<2	4	<2	<2	<2		■				
EDTA	µg/l	44	<2	8	26	7	17	22		■				
DTPA	µg/l	44	2	8	33	5	20	23		■				
Borat-Bor	mg/l	126	0,02	0,08	0,12	0,09	0,11	0,11						■

Der Natrium-Grenzwert der TrinkwV (2001) von 200 mg/l wurde im Ruhrwasser ganzjährig sicher eingehalten. Die weiteren zuvor genannten Parameter und die Säurekapazität unterliegen zwar nach § 14 der TrinkwV (2001) einer zusätzlichen Untersuchungspflicht, jedoch existieren für diese Kenngrößen keine Grenzwerte bzw. Anforderungen.

### **Organische Summenparameter**

Zur Charakterisierung eines Gewässers mit organischen Substanzen werden verschiedene Summenparameter herangezogen. Die wichtigsten sind der Biochemische Sauerstoffbedarf (BSB<sub>5</sub>), die Oxidierbarkeit mittels Kaliumdichromat (CSB) oder Kaliumpermanganat (IMn), der Organisch Gebundene Kohlenstoff (DOC und TOC), der Spektrale Absorptionskoeffizient bei 254 nm und die Adsorbierbaren Organisch Gebundenen Halogene (AOX). Im Folgenden werden die Befunde einiger dieser Parameter erörtert.

#### *Biochemischer Sauerstoffbedarf nach fünf Tagen*

Das schon im Vorjahr sehr niedrige Niveau für den mittleren BSB<sub>5</sub>-Gehalt (ohne Nitrifikationshemmer) wurde auch in diesem Jahr mit 1,7 mg/l erreicht (Tab. 2.7). Während in den Sommermonaten aufgrund der niedrigen planktischen Primärproduktion im Mittel nur 1,2 mg/l gemessen wurden, betrug im Winterhalbjahr aufgrund des höheren Abflusses die mittlere Konzentration 2,2 mg/l. Die höchsten Werte mit bis zu 5 mg/l wurden bei den Abflussanstiegen in den Wintermonaten registriert.

Der OW von 6 mg/l (arithmetisches Mittel) zur Beurteilung des ökologischen Zustands wurde um mehr als 50 % unterschritten, so dass für den BSB<sub>5</sub> (ohne Nitrifikationshemmer) eine Bewertung mit „sehr gut“ erfolgt. Die Anforderung der FischgewV für Cyprinidengewässer von 6 mg/l, die als 95-Perzentil definiert ist, wurde ebenfalls sicher eingehalten.

#### *Chemischer Sauerstoffbedarf und Gesamter Organisch Gebundener Kohlenstoff*

Mit einer mittleren CSB-Konzentration in der unfiltrierten Probe von 9,3 mg/l wurde 2009 ein geringfügig höherer Wert als im Vorjahr (2008: 9,0 mg/l) ermittelt, der aber immer noch sehr niedrig ist. Der höchste Wert von 25,8 mg/l wurde allerdings nicht in der Vegetationsperiode erreicht, sondern war vielmehr die Folge eines Abflussanstiegs in der Ruhr Mitte Februar. Zum gleichen Zeitpunkt war mit 8,1 mg/l das Maximum des TOC zu verzeichnen, dessen Konzentrationsverlauf das gleiche Muster wie beim CSB zeigte. Das galt auch für das Jahresmittel des TOC, das mit 3,2 mg/l etwas über dem Vorjahreswert von 2,9 mg/l lag.

Bei einer über 50%igen Unterschreitung des Orientierungswerts von 7 mg/l (arithmetisches Jahresmittel) erfolgte für den TOC analog zu den Vorjahren eine Bewertung mit „sehr gut“. Die LAWA-ZV von 5 mg/l bzw. die AGA des Landes NRW von 7 mg/l (jeweils als 90-Perzentil definiert) wurden mit hohem Sicherheitsabstand eingehalten.

#### *Adsorbierbare Organisch Gebundene Halogene*

Die Bestimmung des Summenparameters AOX detektiert eine Vielfalt von Stoffen mit zum Teil sehr unterschiedlichen Eigenschaften. Im Abflussjahr 2009 betrug die Bandbreite der AOX-Konzentrationen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen < 5 bis 17 µg/l bei einem sehr niedrigen Mittelwert von 5 µg/l (2008: 7 µg/l). Eine eindeutige Abhängigkeit vom Abflussgeschehen war auch 2009 nicht feststellbar, wie sich in den nahezu identischen Zahlenwerten von Winter- und Sommerhalbjahr zeigte. Die LAWA-ZV von 25 µg/l und die AGA des Landes NRW von 40 µg/l (jeweils als 90-Perzentil) wurden weit unterschritten.

### **Sauerstoffhaushalt**

In Bild 2.4 sind die Monatsmittel sowie die Bandbreite der Tagesdurchschnittswerte der jeweiligen Monate grafisch dargestellt. Bis einschließlich März betrug die Sauerstoffkonzentrationen an allen Gewässerüberwachungsstationen zwischen 10 und 13 mg/l bei einer geringen Bandbreite bis zu maximal 2,9 mg/l. Die Abflussanstiege in den Wintermonaten hatten keine bedeutenden Beeinträchtigungen des Sauerstoffhaushalts zur Folge, so dass auch zu diesen Zeiten keine außergewöhnlichen Schwankungen auftraten. Sowohl in dieser Zeit als auch in der nachfolgenden Vegetationsperiode wurde an keiner Messstation eine Konzentration von 4 mg/l O<sub>2</sub>, der als kritisch geltende Wert für die Fließgewässerfauna, unterschritten. Ab April nahm die Bandbreite der Sauerstoffkonzentrationen ab dem Baldeneysee bei zunehmenden biologischen Aktivitäten (Photosynthese, Atmung, Biomasseabbau) naturgemäß zu. Das Tagesmaximum im Unterlauf der Ruhr wurde am 18. August 2009 im Auslauf des Baldeneysees mit 19,7 mg/l, entsprechend 230 % Sauerstoffsättigungsindex, gemessen, als bei einer sommerlichen Algenentwicklung Chlorophyllkonzentrationen bis zu 46 µg/l erreicht wurden. Bemerkenswert ist, dass auch nach Zusammenbruch dieser Algenpopulation kaum Sättigungswerte unter 85 % auftraten.

In Bild 2.5 ist die Sauerstoffdauerlinie der Tagesmittelwerte im Sommerhalbjahr 2009 im Vergleich zu den langjährigen Werten an der Gewässerüberwachungsstation Essen-Werden (Auslauf Baldeneysee) dargestellt. Wie im Vorjahr bewegten sich die Sättigungsgrade im Baldeneysee an knapp 80 Tagen, entsprechend fast 45 % des gesamten Sommerhalbjahres, über 100 %. Allerdings waren extreme Übersättigungen über 150 % kaum vorhanden. So traten Stresssituationen für die Fischfauna, die zusammen mit z. B. Laichstress oder hohen Ammonium-/Ammoniakkonzentrationen zu Fischsterben führen können, auch 2009 nicht auf. Sauerstoffdefizite im Baldeneysee waren bei der inzwischen geringen Primär- und Sekundärproduktion kaum noch vorhanden, wie auch die Unterschreitung von 80 % Sättigung an nur vier Tagen bei einem Minimum von 69 % anzeigte.

Bild 2.6 gibt die Verteilung der Sauerstoffkonzentrationen in der unteren Ruhr im Abflussjahr 2009 auf der Basis der Farbgebung entsprechend der Chemischen Gewässergüteklassifikation der LAWA an. Die Anforderung, mehr als 6 mg/l Sauerstoff (Güte-

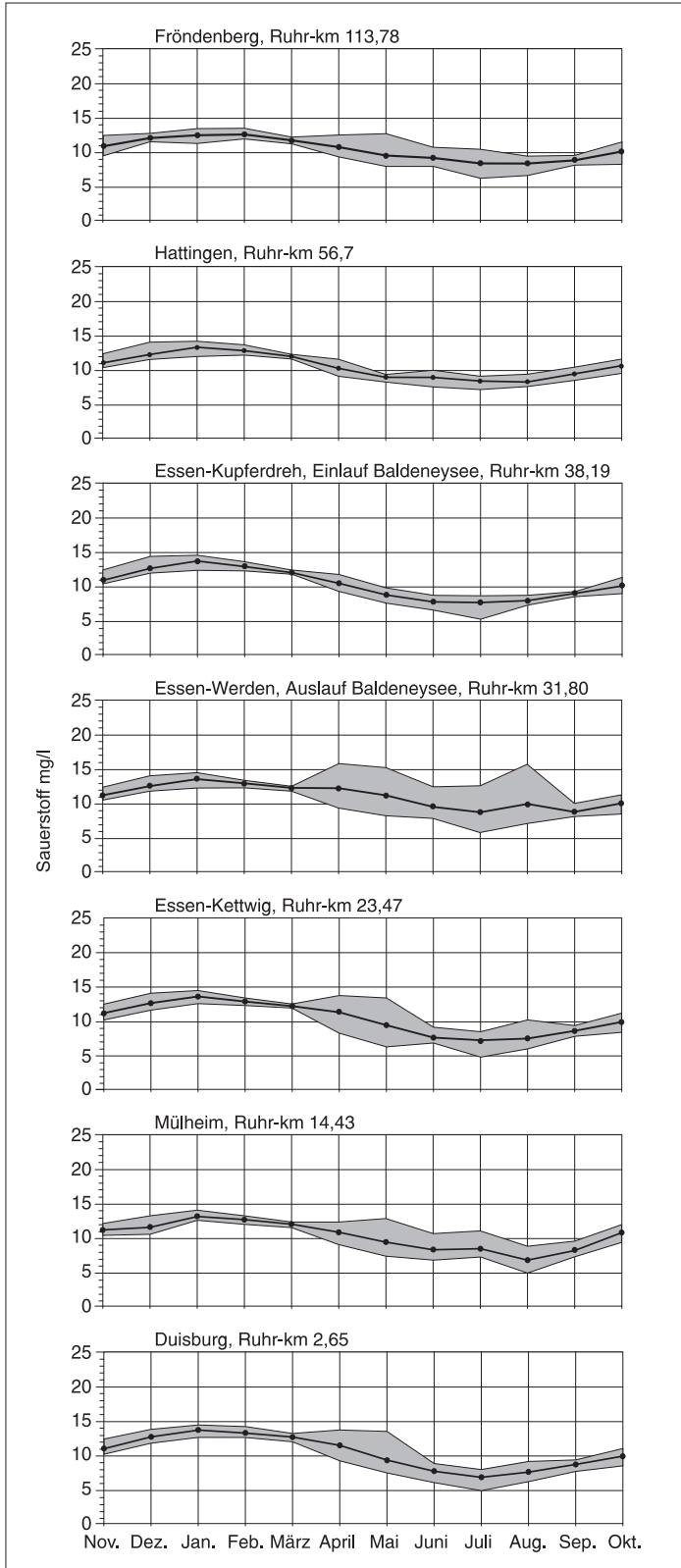


Bild 2.4: Sauerstoffgehalte in der Ruhr, monatliche Durchschnittswerte und Bandbreite der Tagesdurchschnittswerte, Abflussjahr 2009

Fig. 2.4: Oxygen in the Ruhr, monthly averages and spread of daily averages, runoff year 2009

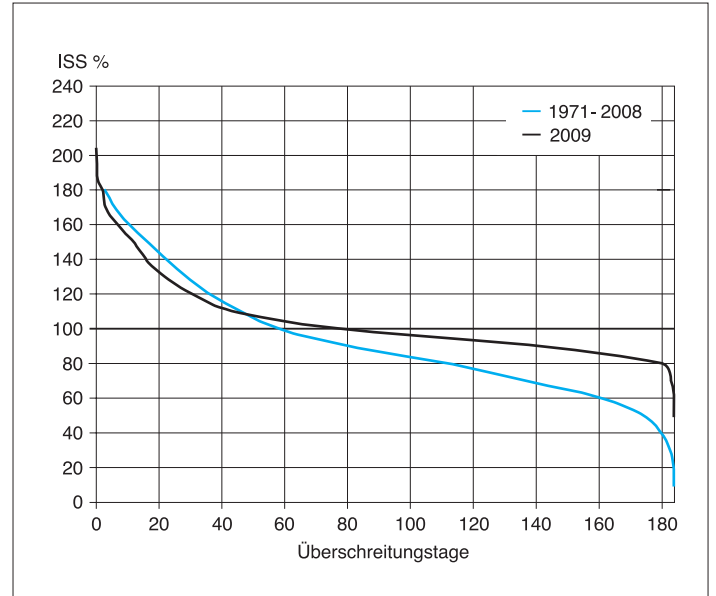


Bild 2.5: Sauerstoffdauerlinie der Tagesmittelwerte im Sommerhalbjahr 2009 und Vergleich mit den langjährigen Werten an der Gewässerüberwachungsstation Essen-Werden (Baldeneysee Auslauf)

Fig. 2.5: Oxygen duration curve of daily averages during the six summer months in 2009 and comparison with the long-term results of the water quality monitoring station Essen-Werden (outflow Lake Baldeney)

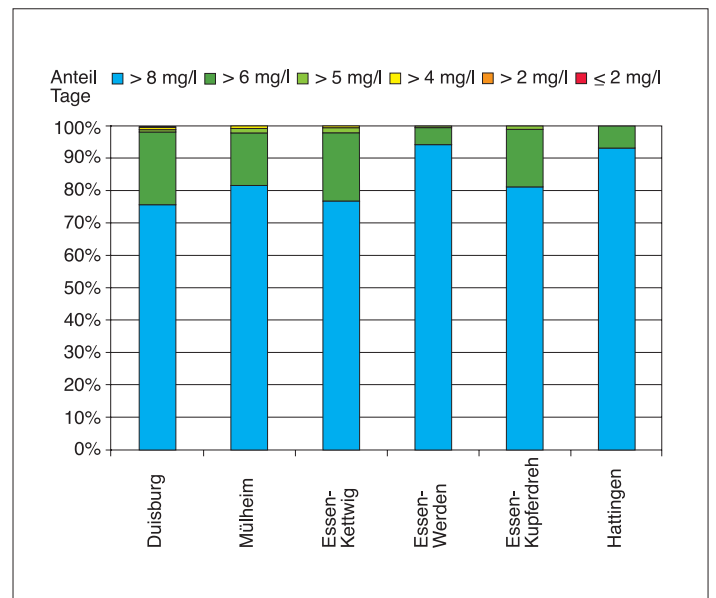


Bild 2.6: Verteilung der Sauerstoffgehalte (Tagesmittelwerte) in der unteren Ruhr, Abflussjahr 2009

Fig. 2.6: Distribution of oxygen levels (daily averages) in the lower Ruhr, runoff year 2009

klasse II) an mindestens 90 % der Tage eines Jahres einzuhalten, wurde mit hoher Sicherheit an allen Messstationen erfüllt. Die noch in den 1990er Jahren zeitweise auftretende starke Sekundärbelastung auf dem Abschnitt unterhalb des Baldeneysees bis zur Mündung spielt seit dem Rückgang planktischer Primärproduktion

in den letzten Jahren keine Rolle mehr, so dass inzwischen schon im fünften Jahr in Folge auf eine künstliche Belüftung über die Wehre am Baldeneysee und in Essen-Kettwig verzichtet werden konnte.

## Nährstoffe/Trophie

Zu den essenziellen Pflanzennährstoffen zählen Phosphor und Stickstoff, wobei Phosphor in den Gewässern des Ruhreinzugsgebiets in der Regel die Intensität der Primärproduktion limitiert. In der Ruhr befinden sich die Nährstoffkonzentrationen bereits seit vielen Jahren auf einem niedrigen Niveau, was vor allem ein Erfolg des Ausbaus der Kläranlagen mit einer Phosphatfällung und Stickstoffelimination ist.

### Phosphor

Die durchschnittlichen Gesamtposphorgehalte von 0,09 mg/l lagen im Konzentrationsbereich der letzten Jahre. Die typische Abhängigkeit zum Abfluss war 2009 aufgrund fehlender Hochwasserereignisse und insgesamt niedriger Abflüsse weniger ausgeprägt als in den Vorjahren. Die erste nennenswerte Erhöhung der Phosphorkonzentrationen war beim Abflussanstieg auf 223 m<sup>3</sup>/s Mitte Februar zu verzeichnen, als die Maximalkonzentration des Jahres 2009 mit 0,19 mg/l gemessen wurde. Die zweite trat Mitte Oktober auf, als nach einer mehrere Wochen andauernden Trockenwetterphase der Abfluss kurzzeitig auf 100 m<sup>3</sup>/s anstieg. Der Gehalt an o-Phosphat-Phosphor, der hier stellvertretend für den pflanzenverfügbaren Anteil herangezogen wird, stieg im Vorjahresvergleich von 0,05 auf 0,07 mg/l o-PO<sub>4</sub>-P an. Aufgrund zurückgegangener Algenentwicklungen wurden dem Wasser vor allem weniger lösliche Phosphorverbindungen durch das Phytoplankton entzogen, so dass auch in der Vegetationsperiode vergleichsweise hohe o-PO<sub>4</sub>-P-Konzentrationen erreicht wurden. Der Entzug durch chemische Prozesse mit anschließender Sedimentation scheint eine geringere Rolle zu spielen. Lediglich beim relativ geringen Frühjahrsmaximum planktischer Algen sank diese bis auf 0,01 mg/l o-PO<sub>4</sub>-P ab. Die Orientierungswerte für Gesamtposphor von 0,1 mg/l bzw. für o-PO<sub>4</sub>-P von 0,07 mg/l, die für die Mittelwerte maßgeblich sind, wurden sicher eingehalten, so dass für beide Kenngrößen wie in den Vorjahren eine Einstufung nach „gut“ erfolgt.

### Nitrat-Stickstoff

Beim Nitrat-Stickstoff waren mit durchschnittlich 2,9 mg/l leicht unterdurchschnittliche Konzentrationen zu verzeichnen. Die Maximalwerte bis zu 4,1 mg/l wurden während einer Kälteperiode in der zweiten Januarhälfte gemessen, als bei niedrigen Abflüssen um 40 m<sup>3</sup>/s und bei Wassertemperaturen um den Gefrierpunkt die Denitrifikation stark verlangsamt war. Im Sommerhalbjahr sanken die Nitrat-Stickstoffkonzentrationen bis auf Werte um 2,4 mg/l ab, was vor allem auf die Aufnahme durch die ausgedehnten Makrophytenbestände in den oberhalb gelegenen Ruhrstauseen zurückzuführen war. Das Mini-

mum von 1,9 mg/l wurde Anfang Oktober gegen Ende der Vegetationsperiode erreicht. Wie in den Vorjahren konnte auch 2009 die strenge LAWA-ZV von 2,5 mg/l NO<sub>3</sub>-N für das 90-Perzentil nicht eingehalten werden.

### Ammonium-Stickstoff

Mit einem Ammonium-Stickstoffgehalt von durchschnittlich 0,05 mg/l (2008: 0,04 mg/l) hat die Ruhr bei Essen-Rellinghausen erfreulicherweise schon seit Jahren ein sehr geringes Niveau erreicht. Das Maximum von 0,24 mg/l wurde nach einer Abflussspitze von 112 m<sup>3</sup>/s bei vergleichsweise niedrigen Wassertemperaturen unter 4 °C Mitte Februar gemessen. Während der Vegetationsperiode sanken die Werte deutlich ab und lagen in knapp 6% der Proben sogar unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,02 mg/l. Ähnliche Verhältnisse gab es auch bei den quasi-kontinuierlichen Messungen in den Überwachungsstationen Wetter, Hattingen und Essen-Werden.

Der Orientierungswert von 0,3 mg/l NH<sub>4</sub>-N (arithmetisches Mittel) wird in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen um mehr als 50% unterschritten, so dass diese hier für Ammonium-Stickstoff mit „sehr gut“ zu bewerten ist. Die Einzelwerte und das 90-Perzentil von 0,11 mg/l erfüllen auch die Anforderungen der FischgewV, der LAWA-ZV und der AGA sicher. Die gleiche Bewertung ergibt sich für die Ruhr in den Bereichen, an denen die quasikontinuierlichen NH<sub>4</sub>-N-Messungen in den Überwachungsstationen durchgeführt werden.

## Schwermetalle

Die Schwermetallbelastung der Ruhr wird am Beispiel der prioritär gefährlichen Stoffe Blei, Cadmium und Nickel sowie der Schwermetalle Chrom, Kupfer und Zink veranschaulicht. Die Konzentrationen von Quecksilber, das ebenfalls zu den prioritär gefährlichen Stoffen zählt, blieben sämtlich unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,05 µg/l. Die Bewertung der prioritär gefährlichen Schwermetalle erfolgt auf der Basis des gelösten Anteils, während für die übrigen Metalle die Konzentrationen der unfiltrierten Probe als Grundlage dienen.

### Blei

Blei kommt im Gewässer fast ausschließlich partikulär vor, der gelöste Anteil beträgt meist weniger als 10%. Die höchsten Konzentrationen wurden naturgemäß bei Abflussspitzen vor allem im Winterhalbjahr gemessen, wenn Sedimente durch Resuspension in die Wasserphase gelangen. 2009 betrug die Maximalwerte für den Bleigehalt 9,8 µg/l in der Gesamtprobe bei einer Abflusszunahme (18. Februar) und 0,41 µg/l (filtriert) nach einer Abflussspitze (18. März). Die UQN für Blei (filtriert) von 7,2 µg/l wurde mit 0,18 µg/l mit sehr großem Abstand unterschritten (Einstufung „sehr gut“). Das Gleiche galt auch für die AGA (≤ 20 µg/l Pb ges.), die bei einem 90-Perzentil von 2,5 µg/l sicher eingehalten wurde.

### *Cadmium*

Cadmium tritt meist zusammen mit Zink im Oberlauf der Ruhr aufgrund der geogenen Grundbelastung und des ehemaligen Erzbergbaus im östlichen Teil des Ruhreinzugsgebiets in erhöhten Konzentrationen auf. In der unteren Ruhr sind die Konzentrationen durch Verdünnung und Sedimentationsvorgänge in den Stauhaltungen meist rückläufig. Nur bei Resuspension von Sedimenten, die durch Abflussanstiege bewirkt werden, werden hier erhöhte Gehalte gemessen. Analog zum Blei trat im Abflussjahr 2009 eine nennenswerte Konzentrationserhöhung auf 0,26 µg/l in der Gesamtprobe lediglich beim Abflussanstieg Mitte Februar auf. Naturgemäß waren hier über 90 % des Cadmiums partikulär gebunden. Das Maximum des gelösten Anteils von 0,10 µg/l wurde dagegen in den Sommermonaten bei Niedrigwasserabfluss gemessen. Hinsichtlich der Belastung mit Cadmium unterschieden sich das Winter- und Sommerhalbjahr nicht und der Mittelwert hatte sowohl für die unfiltrierte Probe mit 0,08 µg/l als auch für die filtrierte Probe mit <0,05 µg/l im Vorjahresvergleich noch weiter abgenommen.

Die Fischtoxizität von Cadmium nimmt mit steigender Wasserhärte ab, so dass die UQN in verschiedenen Wasserhärteklassen unterschiedlich ist. Für den Härtebereich „weich“, dem die Ruhr bei Essen-Rellinghausen zuzuordnen ist, gilt die UQN von 0,09 µg/l. Bei einem durchschnittlichen Cadmiumgehalt in der filtrierten Probe von <0,05 µg/l wird diese um mindestens 50 % unterschritten, so dass erstmalig eine Einstufung mit „sehr gut“ erfolgt. Das Gleiche gilt für die Beurteilung nach AGA, in der für die unfiltrierte Probe eine Anforderung von ≤1 µg/l festgeschrieben ist. Wie im Vorjahr konnte die als 90-Perzentil definierte LAWA-ZV von 0,07 µg/l bei einem Wert von 0,12 µg/l nicht eingehalten werden.

### *Nickel*

Die Eintragspfade von Nickel in die Oberflächengewässer sind vor allem die Abwässer metallverarbeitender Betriebe über die Kläranlagenabläufe, aber auch der Anstrich mit Antifouling-Farben und die atmosphärische Deposition aus Kohlekraftwerken. Die Bandbreite der bei Essen-Rellinghausen in der unfiltrierten Probe gemessenen Werte lag im Jahr 2009 zwischen 1,1 und 7,4 µg/l bei einem Jahresmittel von 3,2 µg/l. Die UQN für die filtrierte Probe von 20 µg/l wurde bei einem Mittel von 2,5 µg/l (Ni filtr.) bei 75 % der Messungen unterschritten, so dass eine Einstufung in „sehr gut“ erfolgt. Das Gleiche gilt für die Einhaltung der AGA von ≤ 30 µg/l als 90-Perzentil.

### *Chrom*

Das im Ruhreinzugsgebiet hauptsächlich über die gereinigten Abwässer der Galvanikindustrie in die Gewässer gelangende Chrom spielte in der Ruhr kaum eine Rolle. 55 % der Messwerte in den unfiltrierten Proben blieben unterhalb der Bestimmungsgrenze von 1 µg/l. Dieser Wert stellte 2009 gleichzeitig den Jahresmittelwert dar. Damit wurden wie in den Vorjahren die UQN (Einstufung „sehr gut“), die LAWA-ZV und die AGA sicher eingehalten.

### *Kupfer*

Das Schwermetall Kupfer wird überwiegend über die häuslichen Abwässer in die Oberflächengewässer eingetragen. Die mittleren Konzentrationen in den unfiltrierten Proben von 5,0 µg/l im Sommerhalbjahr und von 3,4 µg/l im Winterhalbjahr lagen auf dem Niveau des Vorjahres mit 4,9 und 3,4 µg/l. Auch in diesem Jahr wurde die UQN, die für die unfiltrierte Probe ein Jahresmittel von 4 µg/l definiert, mit 4,3 µg/l (2008: 4,2 µg/l) geringfügig überschritten und ließ nur eine Bewertung mit „mäßig“ zu. Dagegen wurden die AGA, die für die unfiltrierte Probe ein 90-Perzentil ≤ 40 µg/l vorschreibt, und der G-Wert der FischgewV, nach der für die filtrierte Probe ein 95-Perzentil ≤ 40 µg/l gefordert ist, auch 2009 sicher eingehalten.

### *Zink*

Neben dem schon genannten geogenen Eintragspfad aus den Vorkommen zinkhaltiger Erze vor allem im östlichen Ruhreinzugsgebiet gelangt Zink auch durch die Abwässer metallver- und -bearbeitender Betriebe und durch Abrieb verzinkter Materialien in die Gewässer. In Teilen des Ruhreinzugsgebietes sind manche Gewässer durch das Vorkommen von zinkhaltigen Erzen geogen bzw. durch den ehemaligen Erzbergbau vorbelastet. Mit einer mittleren Konzentration von 25 µg/l (2008: 27 µg/l) und einem 90-Perzentil von 37 µg/l bzw. 95-Perzentil von 45 µg/l wurden sowohl die Anforderung der AGA von ≤ 300 µg/l als auch der FischgewV für Cyprinidengewässer von ≤ 1 mg/l Gesamtzink sicher eingehalten. Für Zink (unfiltrierte Probe) ist mit 14 µg/l eine sehr strenge UQN definiert, die auch in absehbarer Zeit in vielen Gewässern des Ruhreinzugsgebiets vor allem aufgrund geogener Vorbelastungen nicht eingehalten werden kann (Einstufung „mäßig“).

### *Borat-Bor*

Durch den Ersatz von Perboraten durch Percarbonate in Waschmitteln konnten die Konzentrationen von Borat-Bor in den Oberflächengewässern in den letzten Jahren deutlich vermindert werden. Die mittlere Konzentration betrug 2009 0,08 mg/l (2007: 0,07 mg/l) bei einer identischen Bandbreite wie im Vorjahr von 0,2 bis 0,12 mg/l. Vor zehn Jahren wurden noch doppelt so hohe Konzentrationen gemessen. Die höchsten Konzentrationen von Borat-Bor, das überwiegend punktuell über kommunale Kläranlagen in die Gewässer gelangt, traten im abflussarmen Sommer auf. Die TrinkwV schreibt einen Grenzwert von 1 mg/l für Borat-Bor vor, der auch 2009 sicher eingehalten wurde.

## **Zusammenfassende Bewertung**

Tabelle 2.7 zeigt die relevanten statistischen Daten der mit Orientierungswerten, Umweltqualitätsnormen oder sonstigen Anforderungen versehenen Parameter und die Bewertung entsprechend der jeweiligen Anforderung. Die Farbgebung in den beiden Spalten ACP-OW und UQN entspricht der Einstufung des chemischen Monitorings gemäß EG-WRRL und ist in der Legende erläutert. In den vier weiteren Spalten repräsentieren ein grüner Hintergrund

die Einhaltung und ein grauer Hintergrund die Nichteinhaltung der jeweiligen Anforderung.

Die zur Beurteilung des ökologischen Zustandes herangezogenen allgemeinen chemisch-physikalischen Parameter werden mit Hilfe von Orientierungswerten (ACP-OW) bewertet. Bis auf den pH-Wert, der (nur noch) einmal das Kriterium der Obergrenze von pH 8,5 nicht einhielt, wurden für die übrigen sieben Kenngrößen die Vorgaben sicher eingehalten. Die Parameter Chlorid, BSB<sub>5</sub>, TOC und NH<sub>4</sub>-N konnten wie im Vorjahr mit „sehr gut“ bewertet werden, für die Wassertemperatur, Gesamt- und o-Phosphat-Phosphor erfolgte eine Einstufung in „gut“.

Für die vier prioritär gefährlichen Schwermetalle Blei, Cadmium, Nickel und Quecksilber wurde die jeweilige UQN wie in den Vorjahren sicher eingehalten. Die Metalle Blei, Nickel und 2009 erstmalig auch Cadmium wurden mit „sehr gut“ bewertet. Beim Quecksilber wurde eine Einstufung mit „gut“ vorgenommen (UQN = BG!). Die gesetzlich nicht verbindlichen UQN für die drei anderen Schwermetalle Chrom, Kupfer und Zink wurden nur vom Chrom mit „sehr gut“ eingehalten. Für das Element Zink, das zum großen Teil geogen in die Gewässer des Ruhreinzugsgebiets eingetragen wird, hat sich mit der Einstufung in „mäßig“ die Situation gegenüber 2007 leicht verbessert, als dieser Parameter noch mit „unbefriedigend“ bewertet worden war. Kupfer überschritt geringfügig die vorgeschriebene UQN von 4 µg/l, so dass auch hier eine Einstufung in „mäßig“ erfolgte.

Während die Vorgaben der FischgewV und TrinkwV für alle untersuchten Parameter eingehalten wurden, waren bei den AGA des Landes NRW und den LAWA-ZV für einige wenige Kenngrößen Überschreitungen zu verzeichnen. Bei den AGA hielt lediglich der pH-Wert die Vorgabe für die Obergrenze von pH 8,5 nicht ein. Analog zu den UQN wurde von Kupfer und Zink auch die LAWA-ZV als 90-Perzentil überschritten. Auch für Cadmium, das wie Zink hauptsächlich geogenen Ursprungs ist, wurde die LAWA-ZV nicht eingehalten. Zumindest für Zink ist mittelfristig ein Unterschreiten der Zielvorgabe nicht wahrscheinlich. Auch beim Nitrat-Stickstoff ist aufgrund der hohen Grundbelastung mit 3,3 mg/l im Ruhreinzugsgebiet [2.7] nicht damit zu rechnen, dass die strenge LAWA-ZV von 2,5 mg/l eingehalten werden kann.

---

[2.7] Ruhrverband: Die Hintergrundbelastung der Gewässer im Ruhreinzugsgebiet. In: Ruhrgütebericht 2005, Essen, S. 82-92

### 3 Die Ruhr im Längsverlauf

#### Physikalisch-chemische Untersuchungen

Die Entwicklung der Ruhrwasserbeschaffenheit entlang ihres Fließwegs wird seit vielen Jahrzehnten regelmäßig überwacht. Bis zum Jahr 2001 wurden jährlich an zwei Tagen 28 Stichproben bei definierten Randbedingungen entnommen, d. h. bei niedrigen Abflüssen und sommerlich hohen sowie winterlich niedrigen Temperaturen, um vergleichbare Aussagen über langfristige Entwicklungen der Ruhrwasserbeschaffenheit treffen zu können. Im Abflussjahr 2002 wurde dieses Messprogramm überarbeitet. Es umfasst seitdem Längsuntersuchungen mit zwölf repräsentativen Messstellen im Abstand von vier Wochen, d. h. insgesamt 13 Untersuchungen im Kalenderjahr. Die Untersuchungstage werden zu Beginn eines Jahres festgelegt. Die höhere Probenahmefrequenz macht die Erfassung der unterschiedlichen meteorologischen und hydrologischen Verhältnisse wahrscheinlicher. Außerdem sind statistische Auswertungen, wie beispielsweise die Ermittlung von Perzentilen oder Durchschnittswerten, möglich.

Vier weitere Längsuntersuchungen erfolgen gemäß der Vereinbarung mit der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) in den vier Quartalen eines Jahres. Die Hälfte dieser Untersuchungen wird im Auftrag der AWWR durch das Hygieneinstitut Gelsenkirchen durchgeführt.

Die Abflusstagesmittelwerte an den Pegeln Meschede, Bachum und Hattingen zu den jeweiligen Probenahmeterminen des Abflussjahres 2009 sind als Säulen in Bild 3.1 dargestellt. Es zeigt sich, dass bei den einzelnen Untersuchungen das Abflussspektrum durchaus repräsentativ ist für die reale Situation. Die Spannweite am Pegel Hattingen (Tagesmittelwerte), der hier stellvertretend für die Abflussverhältnisse betrachtet wird, betrug im gesamten Jahr 2009 21,2 bis 251 m<sup>3</sup>/s. Die 13 Untersuchungen wurden bei Abflüssen zwischen 21,8 und 160 m<sup>3</sup>/s durchgeführt. Die entsprechenden Mittelwerte an diesem Pegel lagen mit 56,0 m<sup>3</sup>/s (13 Untersuchungen) und MQ 58,4 m<sup>3</sup>/s (Abflussjahr) nahe beieinander.

Die geografische Lage der zwölf Probenahmestellen, von denen fünf auf den oberen (Quelle bis unterhalb Möhнемündung), drei auf den mittleren (unterhalb Möhнемündung bis Wehranlage Harkortsee) und vier auf den unteren Ruhrabschnitt (Wehranlage Harkortsee bis Mündung) entfallen, ist aus Bild 3.2 ersichtlich. Die Kilometrierung der einzelnen Probenahmestellen erfolgte auf der Basis der 3. Auflage der Gewässerstationierung des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV).

Eine Auswahl der im aktuellen Abflussjahr gemessenen Daten ist in Bild 3.3 als „Box-Whisker-Diagramm“ dargestellt. Dabei entsprechen die Endpunkte der Linien den jeweiligen Minima bzw. Maxima, das grau hinterlegte Rechteck dem Bereich zwischen dem 10- und 90-Perzentil und der schwarze Punkt dem Median

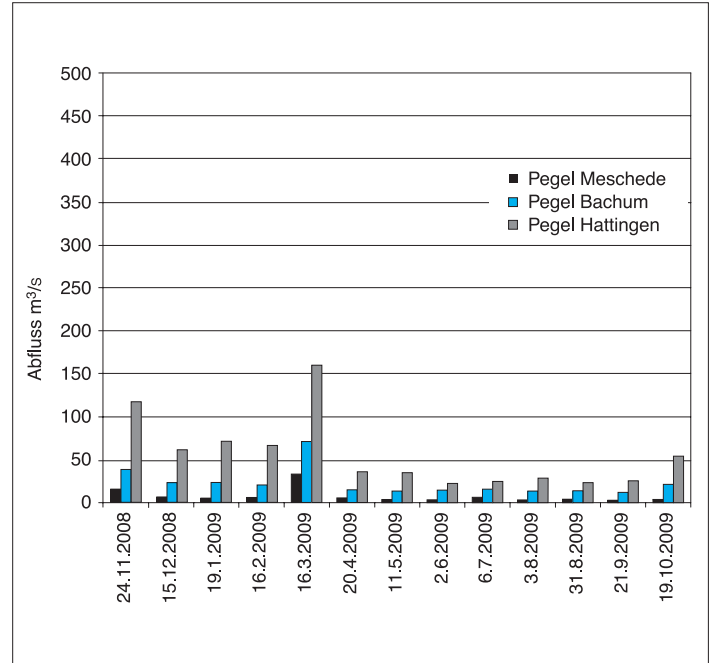


Bild 3.1: Abflüsse an den Pegeln Meschede, Bachum und Hattingen an den Probenahmeterminen des Abflussjahres 2009 (Tagesmittelwerte)  
Fig. 3.1: Ruhr runoff at the gauging stations Meschede, Bachum and Hattingen during the runoff year 2009 (daily averages)

aller Untersuchungen des Abflussjahres. Die grau hinterlegte Fläche entspricht den mehrjährigen 10- und 90-Perzentilen, die rote Linie den entsprechenden Medianen, die auf der Basis der Daten aus den Abflussjahren 2002 bis 2008 ermittelt wurden.

Im Folgenden sollen die wesentlichen Befunde der Untersuchungen dargestellt werden. Die Bewertung erfolgte auf der Basis der Umweltqualitätsnormen (UQN) und der Orientierungswerte, die sich aus der Umsetzung der EG-WRRL des Landes NRW ergeben [3.1], aber auch nach den Allgemeinen Güteanforderungen für Fließgewässer des Landes NRW (AGA) [3.2] und nach der Fischgewässerverordnung [3.3].

[3.1] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes NRW (Hrsg.): Leitfaden Monitoring Oberflächengewässer, Anhang D4, Juni 2007, und Anhang D5, Mai 2007

[3.2] Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes NRW: Runderlass v. 14. Mai 1991 – Allgemeine Güteanforderungen des Landes Nordrhein-Westfalen (AGA). In: Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen Nr. 42 vom 3. Juli 1991

[3.3] 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 (FischgewV). In: Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Nordrhein-Westfalen, 51. Jahrgang, Nr. 41 vom 27. August 1997, S. 286



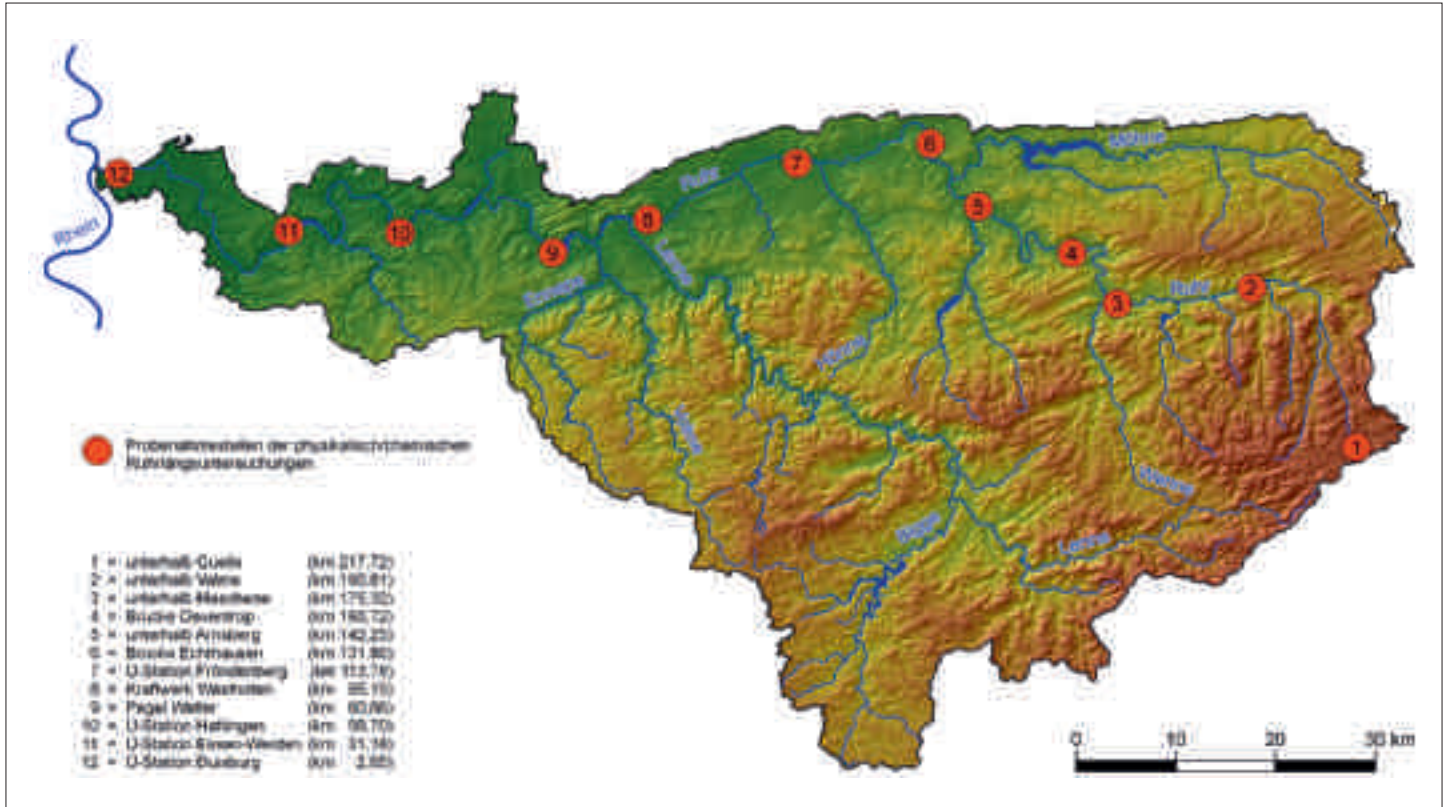


Bild 3.2: Geografische Lage der zwölf Probenahmestellen der Ruhrlängsuntersuchungen im Abflussjahr 2009  
 Fig. 3.2: Location of the 12 sampling points for quality monitoring along the Ruhr during the runoff year 2009

## Allgemeine physikalisch-chemische Kenngrößen

### pH-Wert

Im Vergleich zu den beiden Vorjahren ist die Bandbreite der pH-Werte mit pH 6,6 bis pH 8,7 noch enger geworden. Während die niedrigsten Werte erwartungsgemäß unterhalb der Ruhrquelle auftraten, wurden die höheren pH-Werte nicht im Bereich der gestauten Ruhr im Unterlauf, sondern vielmehr oberhalb von Arnberg im Bereich der Brücke Oeventrop gemessen. Ausschlaggebend war hier der im Sommer über Wochen sehr niedrige Abfluss, der in diesem Jahr eine Besiedlung mit benthischen Algen förderte. Die Folge war ein einmaliges Überschreiten der Anforderungen aus der EG-WRRL sowie der AGA, die einen Bereich von pH 6,5 bis 8,5 vorsehen. Im Unterlauf dagegen, wo unterhalb der Stauhaltungen Hengstey, Harkort und Kemnade jetzt auch der Baldeneysee weitgehend Makrophyten dominiert ist, sind Planktonalgen nur noch in geringen Dichten vertreten und rufen keine nennenswerten pH-Wert-Erhöhung hervor. Hier bewegten sich die Werte zwischen pH 7,3 und pH 8,1.

### Elektrische Leitfähigkeit

Mit Hilfe der Elektrischen Leitfähigkeit kann annähernd die Gesamtkonzentration ionischer Inhaltsstoffe beschrieben werden. Erwartungsgemäß wurden die niedrigsten Leitfähigkeiten im quellnahen Bereich mit Werten um 120  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Minimum: 74  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) gemessen. Mit zunehmender Fließstrecke stiegen die Leitfähigkeiten nahezu kontinuierlich an und bewegten sich im gestauten Unterlauf zwischen 292 und 597  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Da ausgesprochene Hochwasserereignisse nahezu fehlten und der Abfluss sich meist auf einem sehr niedrigen Niveau befand, lagen die typischen Messwerte, hier dargestellt als Mediane, 2009 teilweise über den langjährigen Werten.

### Mineralische Inhaltsstoffe

Zu den wesentlichen mineralischen Bestandteilen des Ruhrwassers gehören die Kationen Calcium, Magnesium, Natrium und Kalium sowie die Anionen Chlorid, Sulfat, Nitrat und Hydrogencarbonat. Im Folgenden werden die Neutralsalze Chlorid und Sulfat behandelt, die aufgrund ihrer Bedeutung für die Ruhr stellvertretend für die mineralischen Inhaltsstoffe dargestellt sind.

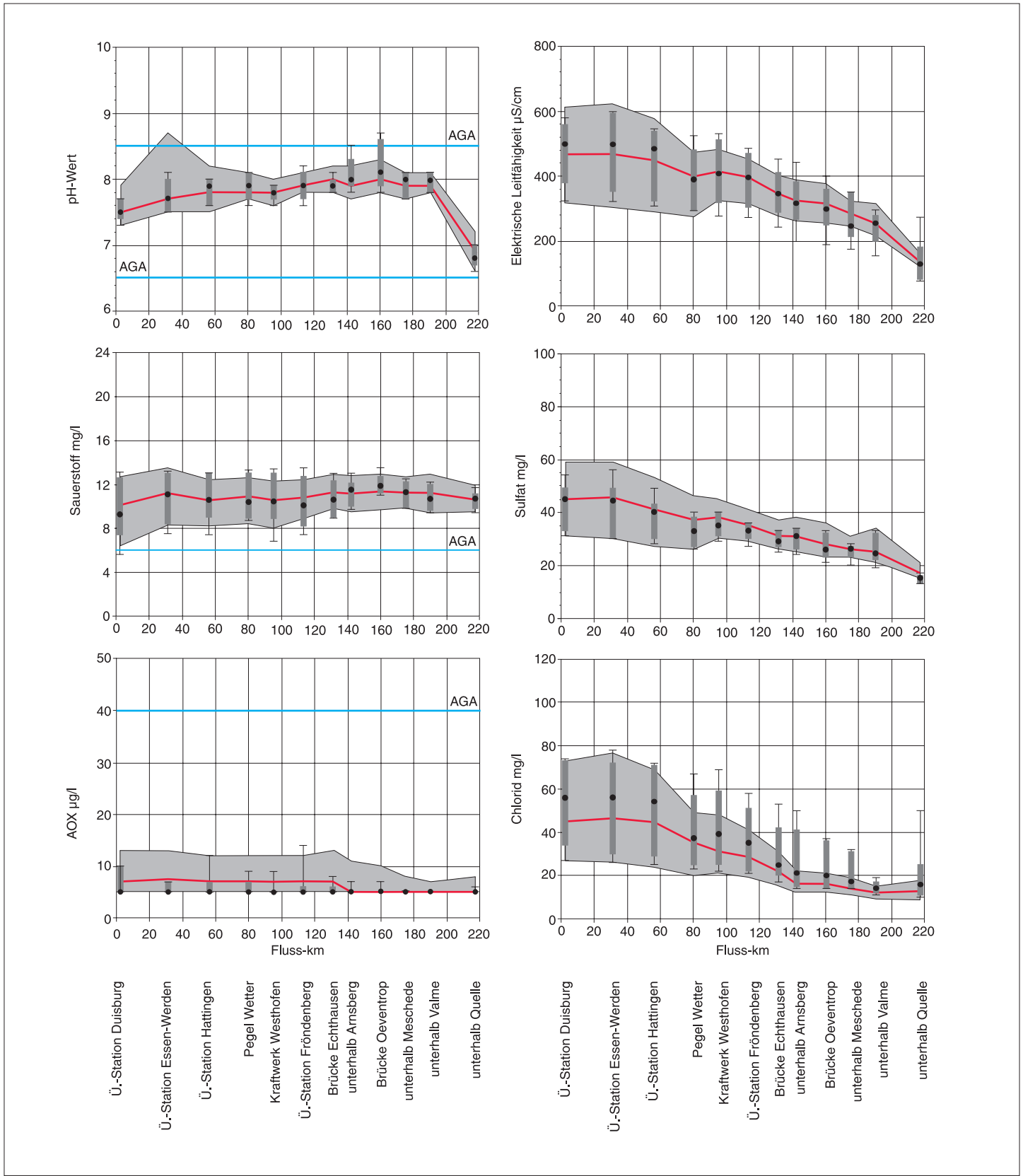


Bild 3.3: Ruhrlängsuntersuchungen im Abflussjahr 2009, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen  
 Fig. 3.3: Examinations along the Ruhr during the runoff year 2009, statistical data of selected parameters

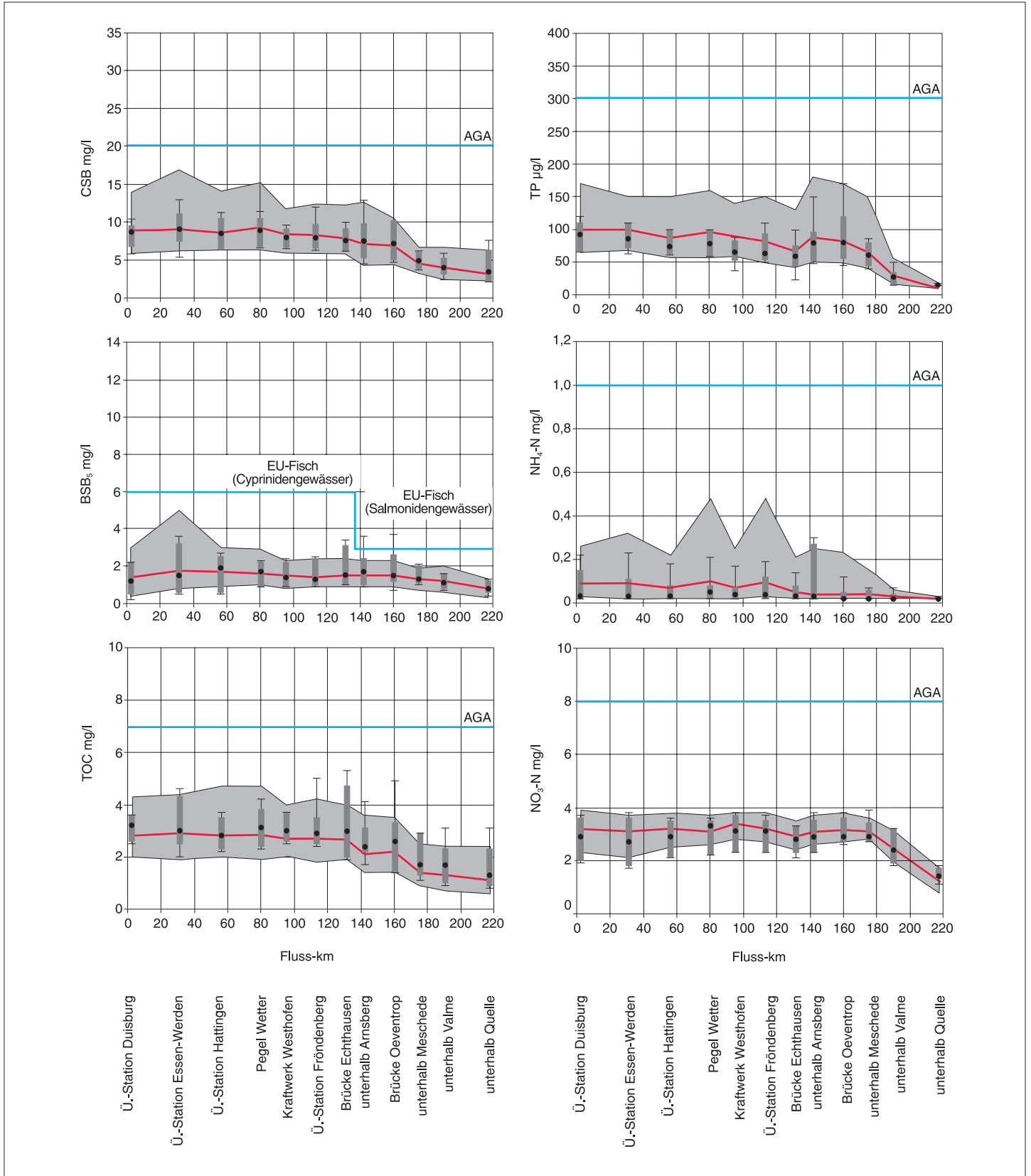


Bild 3.3: Ruhrlängsuntersuchungen im Abflussjahr 2009, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen  
 Fig. 3.3: Examinations along the Ruhr during the runoff year 2009, statistical data of selected parameters

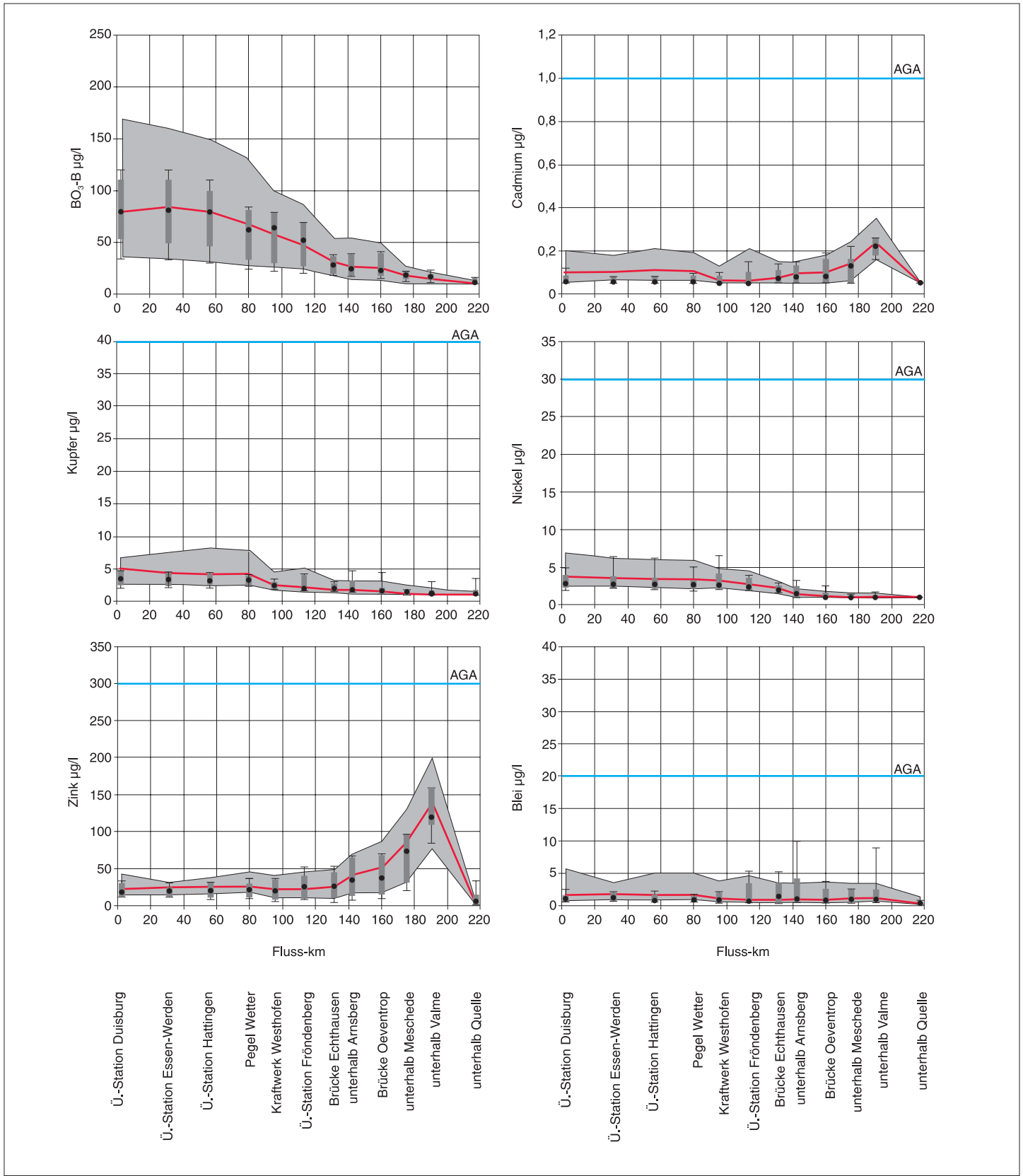


Bild 3.3: Ruhrlängsuntersuchungen im Abflussjahr 2009, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen  
 Fig. 3.3: Examinations along the Ruhr during the runoff year 2009, statistical data of selected parameters

Sowohl für Chlorid als auch für Sulfat nahmen die Konzentrationen im Vorjahresvergleich aufgrund außerordentlich langer Niedrigwasserphasen 2009 wieder zu. Während sich beim Sulfat, das vermehrt aus diffusen Quellen bei Abflusserhöhungen in die Gewässer gelangt, die statistischen Werte innerhalb der Bandbreite der langjährigen Daten bewegten, war beim Chlorid ein deutlicher Anstieg aller statistischen Werte zu verzeichnen. Chlorid wird vor allem über Punktquellen wie Grubenwässer und Kläranlagen eingetragen, so dass sich die Immissionen bei niedrigen Abflüssen in höheren Konzentrationen niederschlagen. Sowohl die 10-Perzentile, die Mediane als auch die 90-Perzentile für die Chloridkonzentrationen stiegen im Vergleich zu 2008 um etwa 20 bis 30% an, wobei sogar die langjährigen statistischen Daten fast ausnahmslos übertroffen wurden. Hier zeigte sich deutlich, dass sich trotz sinkender Belastungen, wie die aus Grubenwasser einträgen, bei außergewöhnlichen meteorologischen und hydrologischen Bedingungen die Konzentrationen im Gewässer erhöhen können.

Die hier nicht dargestellten Fluorid- und Bromidkonzentrationen blieben in der Ruhr unauffällig und überschritten zu keinem Zeitpunkt einen Wert von 0,2 mg/l. Damit verhielten sich diese beiden Stoffe wie in den Vorjahren. Ebenfalls stiegen im Vorjahresvergleich die Konzentrationen der grafisch nicht dargestellten Härtebildner Calcium und Magnesium im Mittel von 36 mg/l bzw. 5,4 mg/l auf 38 mg/l bzw. 7,2 mg/l an. Trotz des merklichen Anstiegs blieben die Konzentrationen dieser beiden Kationen deutlich unter denen früherer Jahre. Sowohl die Fluorid- und Bromid- als auch die Calcium- und Magnesiumkonzentrationen stiegen mit zunehmender Fließstrecke leicht an.

#### *Organische Stoffe*

Die Belastung der Ruhr mit organischen Stoffen ist seit vielen Jahren rückläufig und wird heute hauptsächlich durch diffuse allochthone Einträge (z. B. Falllaub, Bodenabtrag) und die im Gewässer stattfindende Primär- und Sekundärproduktion bestimmt. Mit Hilfe der Summenparameter BSB<sub>5</sub> (ohne ATH), CSB und TOC wird im Folgenden die aktuelle Situation im Abflussjahr 2009 beschrieben.

Der BSB<sub>5</sub> ohne ATH wies im gesamten Fließverlauf in diesem Jahr nahezu identische Mediane wie im langjährigen Mittel (2002 bis 2008) auf. Im Gegensatz zum Vorjahr, als die höchsten Konzentrationen eher in der Vegetationsperiode auftraten, wurden 2009 die höchsten Werte meist im Winterhalbjahr bei Abflussanstiegen nach längeren Trockenwetterphasen gemessen. Dabei wurde einmal im Bereich der mittleren Ruhr bei Arnsberg auch der Grenzwert der EU-Fischgewässerverordnung für Salmonidengewässer überschritten. Aufgrund der zurückgehenden Primärproduktion durch Planktonalgen vor allem in der zweiten Jahreshälfte (Kapitel „Plankton in der Ruhr“) nahmen die BSB<sub>5</sub>-Konzentrationen im Sommerhalbjahr deutlich ab, so dass im Unterlauf, dem produktivsten Abschnitt der Ruhr, nicht annähernd so hohe BSB<sub>5</sub>-Gehalte wie in den früheren Jahren zu verzeichnen waren. Selbst die Maxima übertrafen an keiner Probenahmestelle einen Wert von 4 mg/l.

Während sich die Konzentrationen vom CSB im langjährigen Vergleich bezüglich der Mediane ähnlich wie die des BSB<sub>5</sub> verhielten, allerdings bei einer deutlich geringeren relativen Spannweite, waren beim TOC höhere Werte festzustellen. Dies betraf vor allem den mittleren, von Stauseen nicht unterbrochenen Bereich der Ruhr, wo auch die 90-Perzentile die langjährigen Werte teilweise überschritten. Der höchste Wert des CSB trat analog zum BSB<sub>5</sub> bei einem merklichen Abflussanstieg nach einer langandauernden Trockenwetterphase am 19. Januar 2010 auf. Jedoch kamen auch lokal und zeitlich begrenzt höhere Konzentrationen vor, die zum einen auf Algenentwicklungen und zum anderen auf lokale, kurzfristige Niederschlagsereignisse zurückzuführen waren.

Die Allgemeinen Güteanforderungen für Fließgewässer (AGA), wonach 90-Perzentile von 20 mg/l (CSB), 7 mg/l (TOC) bzw. 5 mg/l (BSB<sub>5</sub> mit ATH) nicht überschritten werden dürfen, wurden für alle Messwerte im Verlauf der Ruhr sicher eingehalten und meist sogar weit unterschritten.

#### *Sauerstoffhaushalt*

Die Sauerstoffkonzentrationen in der Ruhr waren im Jahr 2009 aufgrund einer langen Sommerphase mit Wassertemperaturen über 20 °C im langjährigen Vergleich leicht unterdurchschnittlich. Bemerkenswerte Untersättigungen mit einem Sauerstoffsättigungsindex unter 90% traten jedoch kaum auf. Lediglich vor der Mündung in den Rhein wurde Anfang Juli aufgrund des mikrobiellen Abbaus der flussaufwärts gebildeten pflanzlichen und tierischen Biomasse bei einem Wert von 5,4 mg/l O<sub>2</sub> die AGA-Vorgabe (> 6 mg/l) einmalig unterschritten. Bemerkenswert war, dass die höchsten Sauerstoffgehalte nicht während der Vegetationsperiode sondern vielmehr in der sehr kalten Phase im Januar auftraten, als aufgrund des höheren Sättigungsvermögens im Wasser höhere O<sub>2</sub>-Konzentrationen möglich wurden.

Auch in diesem Jahr blieben also extreme Sauerstoffunter- oder -übersättigungen, die für die Fischfauna Stresssituationen hervorrufen, aus. Die Bandbreite der Sauerstoffkonzentrationen in den Sommermonaten, in denen üblicherweise aufgrund vermehrter biologischer Aufbau- (Photosynthese) und Zehrungsprozesse (z. B. mikrobieller Biomasseabbau, Atmung) der Sauerstoffhaushalt Schwankungen unterworfen ist, war bemerkenswert gering. So betrug in den Sommermonaten die Amplitude in Duisburg 5,6 bis 10,7 mg/l O<sub>2</sub>, eine im Vergleich zu früheren Jahren niedrige Spanne. Wie schon seit mehreren Jahren konnte auch 2009 auf Belüftungsmaßnahmen verzichtet werden. Die Orientierungswerte (GewBEÜ-V) für den Sauerstoffgehalt von mindestens 7 mg/l, der für Gewässer des Typs 5 und 9 (Quelle bis Arnsberg) gilt, bzw. > 6 mg/l für Gewässertyp 9.2 (Arnsberg bis Mündung) wurden bis auf die o. g. Ausnahme durchgängig eingehalten. Die entsprechenden Imperativwerte (I-Werte) und Richtwerte (G-Werte) als 95-Perzentile gemäß der Fischgewässerverordnung und die Vorgaben der AGA (90-Perzentile) wurden dagegen an allen Probenahmestellen erfüllt.

## Nährstoffe

Die Konzentrationen der gelöst vorliegenden Pflanzennährstoffe Phosphor und Stickstoff (Ammonium, Nitrat) limitieren oder fördern bei einer ausreichenden Aufenthaltszeit und genügend eingestrahelter Energie (Globalstrahlung) die Intensität der Primärproduktion (Trophie). In Kapitel 4 wird über die Zusammenhänge zwischen dem Abfluss, der Strahlungsintensität sowie der Phyto- und Zooplanktonentwicklung für den Unterlauf der Ruhr ausführlich berichtet. An dieser Stelle erfolgt die deskriptive Darstellung der aktuellen und langjährigen Nährstoffsituation im Fließverlauf der Ruhr am Beispiel der Kenngrößen Gesamtphosphor, Nitrat- und Ammonium-Stickstoff.

Die außerordentlich niedrigen Konzentrationen des Vorjahres für Gesamtphosphor wurden 2009 zumindest für den Oberlauf der Ruhr nicht erreicht. So befand sich der Median aufgrund häufig langer Niedrigwasserphasen auf dem Niveau der langjährigen Betrachtung der Jahre 2002 bis 2008. Allerdings blieben 2009 die Maxima und die 90-Perzentile unter den Werten des 7-Jahre-Zeitraums. Die höchsten Werte mit einem Maximum von 170 µg/l TP wurden bei einem geringen Abflussanstieg nach einer längeren Trockenwetterphase Mitte Januar gemessen. Im Mittel- und Unterlauf der Ruhr lagen die 90-Perzentile meist in der Größenordnung der entsprechenden langjährigen Mediane. Hier spielte neben den erfolgten abwassertechnischen Maßnahmen vor allem der Phosphorentzug aus der Wasserphase durch die Makrophyten in den Ruhrstauseen eine entscheidende Rolle, so dass zeitweise keine löslichen Phosphoranteile in der Ruhr nachweisbar waren. Der Wechsel eines Plankton- zum Makrophyten-dominierten Gewässers durch den Phosphorrückgang lässt schon seit mehreren Jahren keine Massenentwicklungen von Planktonalgen in der Ruhr mehr zu.

Der Trend zu außerordentlich niedrigen mittleren Ammoniumkonzentrationen setzte sich auch im dritten Jahr in Folge im gesamten Ruhrverlauf fort. Die wenigen Konzentrationsspitzen, die im Bereich von Arnsberg bis zu 0,3 mg/l NH<sub>4</sub>-N reichten, traten ausnahmslos während einer langen Kälteperiode im Januar/Februar auf, als die Nitrifikation naturgemäß herabgesetzt war.

Auch bei den Nitrat-Stickstoffkonzentrationen waren bis auf den Quellbereich durchweg bei fast allen statistischen Kenngrößen unterdurchschnittliche Werte zu verzeichnen. Ein negativer Einfluss auf die Nitratkonzentrationen in der oberen Ruhr aufgrund der durch den Wintersturm „Kyrill“ 2007 entstandenen Brachflächen im Einzugsgebiet war 2009 nicht mehr zu erkennen. Vielmehr scheint durch die Pioniervegetation auf den geschädigten Waldflächen ein Stickstoffrückhalt wieder möglich zu sein, so dass nun weniger Stickstoffverbindungen in die Fließgewässer einschließlich der Ruhr gelangen. Der hohe Median an der Probenahmestelle „Pegel Wetter“ relativiert sich, wenn man die arithmetischen Mittelwerte heranzieht, die sowohl ober- als auch unterhalb dieser Probenahmestelle gleich hoch oder sogar höher waren. Im Unterlauf der Ruhr war ein deutlicher Rückgang der Nitratkonzentrationen festzustellen, der auf die Denitrifikation in

der Kontaktzone Wasser/Sediment und auf die Aufnahme durch die Makrophyten zurückzuführen war.

Das Maximum der Ammoniumkonzentration erreichte bei Wassertemperaturen von knapp 2 °C den Orientierungswert von 0,3 mg/l NH<sub>4</sub>-N. Bemerkenswert war jedoch, dass lediglich 6 % aller Messwerte aus dem Jahr 2009 eine Konzentration von 0,10 mg/l NH<sub>4</sub>-N überschritten und dagegen 28 % aller Messungen unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,02 mg/l lagen. Entsprechend den Vorgaben der EG-WRRL, die für den Mittelwert eine Konzentration von maximal 0,3 mg/l NH<sub>4</sub>-N vorschreibt, wurde so an allen Probenahmestellen an der Ruhr wie in den Jahren zuvor der „sehr gute“ Zustand erreicht.

Für Gesamtphosphor konnte der Trend der beiden Vorjahre fortgesetzt werden, so dass auch für diesen Parameter der „gute“ Zustand weiter Bestand hat. Die Allgemeinen Güteanforderungen für Fließgewässer (AGA) wurden für die drei betrachteten Pflanzennährstoffe Gesamtphosphor, Ammonium und Nitrat auf der gesamten Fließstrecke sogar von allen Einzelmesswerten nicht nur eingehalten, sondern sehr deutlich unterschritten.

## Schwermetalle

Stellvertretend für die ökotoxikologisch bedeutsamen Schwermetalle werden an dieser Stelle auch in diesem Jahr die Elemente Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel und Zink dargestellt. Wie in den Vorjahren konnte das nicht dargestellte Chrom nur in etwa 25 % aller untersuchten Proben oberhalb der Bestimmungsgrenze von 1 µg/l nachgewiesen werden. Das Element Quecksilber wurde in keiner Probe oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,05 µg/l nachgewiesen.

Während sich bis etwa zur Probenahmestelle „Überwachungsstation Fröndenberg“ die Mediane bei allen dargestellten Schwermetallen um die langjährigen Werte bewegen, wurden diese auf der weiteren Fließstrecke zum Teil noch nicht einmal annähernd erreicht. Die lokalen Maxima traten meist in den Wintermonaten bei ansteigenden Abflüssen durch Resuspension aus dem Sediment auf, aber auch im Spätsommer/Herbst, als durch Starkregenereignisse Abschwemmungen aus dem Uferbereich in die Ruhr gelangten. Der Ruhrabschnitt unterhalb der Mündung der Valme ist durch den ehemaligen Erzbergbau im Einzugsgebiet der Valme beeinflusst. Die immer noch stattfindenden Elutionsvorgänge von Cadmium und Zink gehen zwar seit vielen Jahren allmählich zurück, führen jedoch je nach Abflusssituation zu kleineren oder größeren Konzentrationsanstiegen in der Valme und in der Ruhr. Im abflussarmen Jahr 2009 stiegen die Gehalte im Vorjahresvergleich insgesamt an, blieben aber immer noch unter den langjährigen Werten, vor allem was die Maximalkonzentrationen und 90-Perzentile betrifft. Letztere Größe, die als Allgemeine Güteanforderung für Fließgewässer (AGA) herangezogen wird, wurde für alle Schwermetalle nicht nur eingehalten, sondern sogar von den Maximalwerten nicht annähernd erreicht.

## Spezielle Einzelstoffe

### *Borat-Bor*

Das abflussarme Jahr 2009 wies Borat-Bor-Konzentrationen auf, die hinsichtlich der Mediane die langjährigen Werte repräsentieren. Auffällig war allerdings, dass die Bandbreite der gemessenen Werte nur noch etwa 50 % dessen betrug, was in den sieben Jahren zuvor festgestellt worden war. Die Konzentrationen von Borat-Bor, das hauptsächlich über kommunale Kläranlagen in die Gewässer gelangt, nimmt mit zunehmendem Anteil gereinigten Abwassers im Fließverlauf allmählich zu und erreicht etwa ab Hattingen ein konstantes Niveau. Im Vergleich zu den Konzentrationen, die noch im Jahr 2003 gemessen worden waren, waren trotz außergewöhnlich niedriger Abflüsse im Jahr 2009 Abnahmen von 40 bis 50 % zu verzeichnen. Hier wirkt sich vor allem der Einsatz von Percarbonat anstatt von Perborat in Waschmitteln aus.

### *Adsorbierbare Organisch Gebundene Halogene (AOX)*

In über 70 % der 156 Proben blieben die AOX-Konzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze von 5 µg/l. Insgesamt wurden nur zwei Werte oberhalb von 10 µg/l gemessen. Die Folge war, dass alle statistischen Größen weit unterhalb der langjährigen Werte lagen. Selbst die Maximalwerte hielten 2009, aber auch schon in den letzten Jahren, das Qualitätskriterium von ≤ 25 µg/l (90-Perzentil) bzw. die AGA von 40 µg/l (90-Perzentil) mit großem Sicherheitsabstand ein.

## Hydrobiologische Untersuchungen

Als eine Komponente zur Beschreibung des Gewässerzustands wird das Makrozoobenthos betrachtet. Diese am oder im Boden des Gewässers lebenden Organismen, zu denen z. B. Insektenlarven, Strudelwürmer, Krebstiere, Muscheln und Schnecken gehören, spielen im Ökosystem eines Fließgewässers eine bedeutende Rolle. Sie sind wichtige Glieder der Nahrungskette, indem sie organisches Material aufnehmen und selbst als Nahrungsgrundlage für Fische dienen. Das Vorkommen oder Fehlen bestimmter Arten, deren Häufigkeit sowie die vorliegende Zusammensetzung der Makrozoobenthosbiozönose ermöglichen Aussagen zur saprobiologischen Wasserqualität, zum strukturellen Zustand und zur Versauerung eines Fließgewässers.

So indiziert das Makrozoobenthos neben der organischen Belastung („Saprobie“) insbesondere auch die „Allgemeine Degradation“. Letztere gibt im Wesentlichen den strukturellen morphologischen Zustand eines Gewässers an, der sich in Veränderungen von besiedelbaren Habitaten und/oder dem Auftreten von Neozoen widerspiegeln kann. Ebenso können durch die „Allgemeine Degradation“ definitionsgemäß aber auch Nutzungseinflüsse im Einzugsgebiet, z. B. der Eintrag von Schadstoffen (Pflanzenschutzmittel, Schwermetalle), angezeigt werden. Die Qualitätskomponente Makrozoobenthos stellt zudem einen Langzeitindikator dar, der aufgrund des in der Regel einjährigen Lebenszyklus der Tiere den ökologischen Zustand nicht als Momentaufnahme, sondern als Zustand des Gewässers über einen längeren Zeitraum anzeigt.

Bis zum Jahr 2006 wurde die Gewässergüte der Ruhr auf der Basis der DIN 38410 [3.4] bestimmt und entsprechend einer siebenstufigen Klassifizierung in Bänderform dargestellt. Seit Beginn der kooperativen Mitwirkung des Ruhrverbands beim operativen Gewässermonitoring gemäß EG-WRRL im Jahr 2007 erfolgen die hydrobiologischen Untersuchungen des Makrozoobenthos nach dem PERLODES-Verfahren mit der Auswertesoftware ASTERICS [3.5]. Dieses Verfahren beinhaltet die drei Module „Saprobie“, „Allgemeine Degradation“ und „Versauerung“.

Im Modul „Saprobie“ wird der Saprobienindex nach DIN 38410 [3.4] in einem fünfstufigen Qualitätssystem gewässertypbezogen bewertet. Für die im Einzugsgebiet der Ruhr vorkommenden fünf Gewässertypen sind in Tabelle 3.1 die Qualitätsklassen des Moduls „Saprobie“ nach PERLODES mit den zugehörigen Orientierungswerten für **A**llgemeine **C**hemische und **P**hysikalische Komponenten (ACP) angegeben. Diese Orientierungswerte werden bei der Bewertung der biologischen Ergebnisse zur Ergänzung bzw. Unterstützung der Interpretation zwischen den Klassengrenzen „gut“ und „mäßig“ herangezogen.

Die Berechnung innerhalb des Moduls „Allgemeine Degradation“ erfolgt an Hand von so genannten Core-Metrisen (wie z. B. die Artenzusammensetzung, das Auftreten oder Fehlen bestimmter funktionaler Gruppen), die sich je nach Gewässertyp unterscheiden können. Letztendlich ergeben diese Einzelindizes einen einzigen Wert, den multimetrischen Index, aus dem wiederum die Qualitätsklasse errechnet wird. Die zur Beurteilung dieses Moduls festgelegten Klassengrenzen der multimetrischen Indizes sind in Tabelle 3.2 dargestellt. Im Modul „Versauerung“ wird der Säurezustand entsprechend dem Vorkommen der säureempfindlichsten Taxa bestimmt.

Von der Quelle nordöstlich von Winterberg bis zur Ortschaft Bigge-Olsberg (km 198,13) stellt sich die Ruhr als schnellfließender, sauerstoffreicher „Silikatischer Mittelgebirgsbach“ des Gewässertyps 5 dar. Im weiteren Fließverlauf bis zum Zufluss der Röhr bei Neheim-Hüsten (km 141,83) nimmt sie nach Aufnahme zahlreicher kleinerer Nebengewässer den Charakter eines Mittelgebirgsflusses vom Gewässertyp 9 „Silikatischer Mittelgebirgsfluss“ an, bevor sie auf der restlichen Fließstrecke bis zur Mündung in den Rhein dem Gewässertyp 9.2 „Großer Fluss des Mittelgebirges“ zugeordnet wird. In ihrem unteren Bereich wird die Ruhr zum langsam fließenden, häufig gestauten Fließgewässer mit nutzungsbedingtem Ausbau. Dies bedingt auch die überwiegende Ausweisung von Teilstrecken der unteren Ruhr als HMWB gemäß EG-WRRL.

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

[3.5] <http://www.fliessgewaesserbewertung.de> (Zugriff: März 2010)

Tabelle 3.1: Qualitätsklassen des Moduls „Saprobie“ nach PERLODES für die im Ruhreinzugsgebiet vorkommenden Gewässertypen mit den zugehörigen Orientierungswerten

Table 3.1: 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“					Orientierungswerte für allgemeine chemische und physikalische Komponenten (ACP)[3.8]								
	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht	Temp* (°C)	O <sub>2</sub> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l) Mittelwert	pH-Wert	P <sub>ges</sub> (mg/l) Mittelwert	o-PO <sub>4</sub> -P (mg/l) Mittelwert	NH <sub>4</sub> -N (mg/l) Mittelwert	TOC (mg/l) Mittelwert	BSB <sub>5</sub> ** (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 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 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 9.2 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	2,86-3,40	3,41-4,00	< 20 - < 21,5	> 7	200	6,5 - 8,5	0,1	0,07	0,3	7	4

\* = Temperatur abhängig von der Ausprägung der Fischgemeinschaft

\*\* = ohne Nitrifikationshemmung

Tabelle 3.2: Qualitätsklassen des Moduls „Allgemeine Degradation“ nach PERLODES

Table 3.2: Quality classes of the module "general degradation" according to the evaluation system PERLODES

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

Im Bild 3.4 sind die Ergebnisse der biologischen Untersuchungen des Gewässerzustands der Ruhr messstellenbezogen für die Qualitätskomponenten „Saprobie“ und „Allgemeine Degradation“ dargestellt. Diese Abbildung gibt einen aktuellen Überblick über den ökologischen Zustand des Gewässers im Untersuchungszeitraum 2007 bis 2009 an insgesamt 43 Probenahmestellen.

### Qualitätskomponente „Saprobie“

Die Ruhr zeigt in ihrem Fließverlauf, bis auf zwei Probenahmestellen in der unteren Ruhr, einen „guten“ saprobiellen Zustand.

Im Oberlauf, von der Quelle bis oberhalb des Stadtgebiets von Olsberg, wird mit Saprobienindizes zwischen 1,52 bis 1,73 die

Qualitätsklassengrenze von 2,00 für den Gewässertyp 5 deutlich eingehalten (Tabelle 3.1). Die Ruhr weist hier – bezogen auf die Saprobie – einen „guten“ ökologischen Zustand auf. Es konnte eine hohe Artenzahl aus den vorwiegend anspruchsvollen Insektengruppen der EPT (**E**phemeroptera, **P**lecoptera und **T**richoptera) nachgewiesen werden. So traten neben der Steinfliegenlarve *Perla marginata* in diesem Ruhrabschnitt auch die Eintagsfliegenlarven *Ephemerella mucronata* und *Baetis melanonyx* sowie die Köcherfliegenlarven *Hydropsyche dinarica* und *Allalogamus auricolis* auf, zudem wurde die Zweiflüglerlarve *Ibisia marginata* nachgewiesen. Diese Reinwasserarten mit hohen Ansprüchen an die Wasserqualität sind strömungsliebend und benötigen niedrige Wassertemperaturen sowie hohe Sauerstoffgehalte.

Auch im nachfolgenden Ruhrabschnitt bis Arnsberg-Neheim, in dem die Ruhr dem Gewässertyp 9 entspricht, wird mit Saprobienindizes von 1,72 bis 1,93 der „gute“ ökologische Zustand (Modul Saprobie) deutlich eingehalten. Als fein- bis grobmaterialreicher „klassischer“ Mittelgebirgsfluss weist die Ruhr hier sowohl Bereiche mit hoher Strömung als auch strömungsberuhigte Zonen auf. Typische Arten der schnellfließenden, sauerstoffreichen Bereiche, wie die Steinfliegenlarven *Leuctra geniculata* und *Perlodes microcephalus*, die Eintagsfliegenlarven aus der *Ecdyonurus venosus*-Gruppe sowie teilweise in großer Zahl der Käfer *Esolus parallelepipedus*, konnten nachgewiesen werden. Als eine charakteristische Art der strömungsberuhigten Zonen fand sich im Feinsediment zwischen den Steinen und im nahen Uferbereich



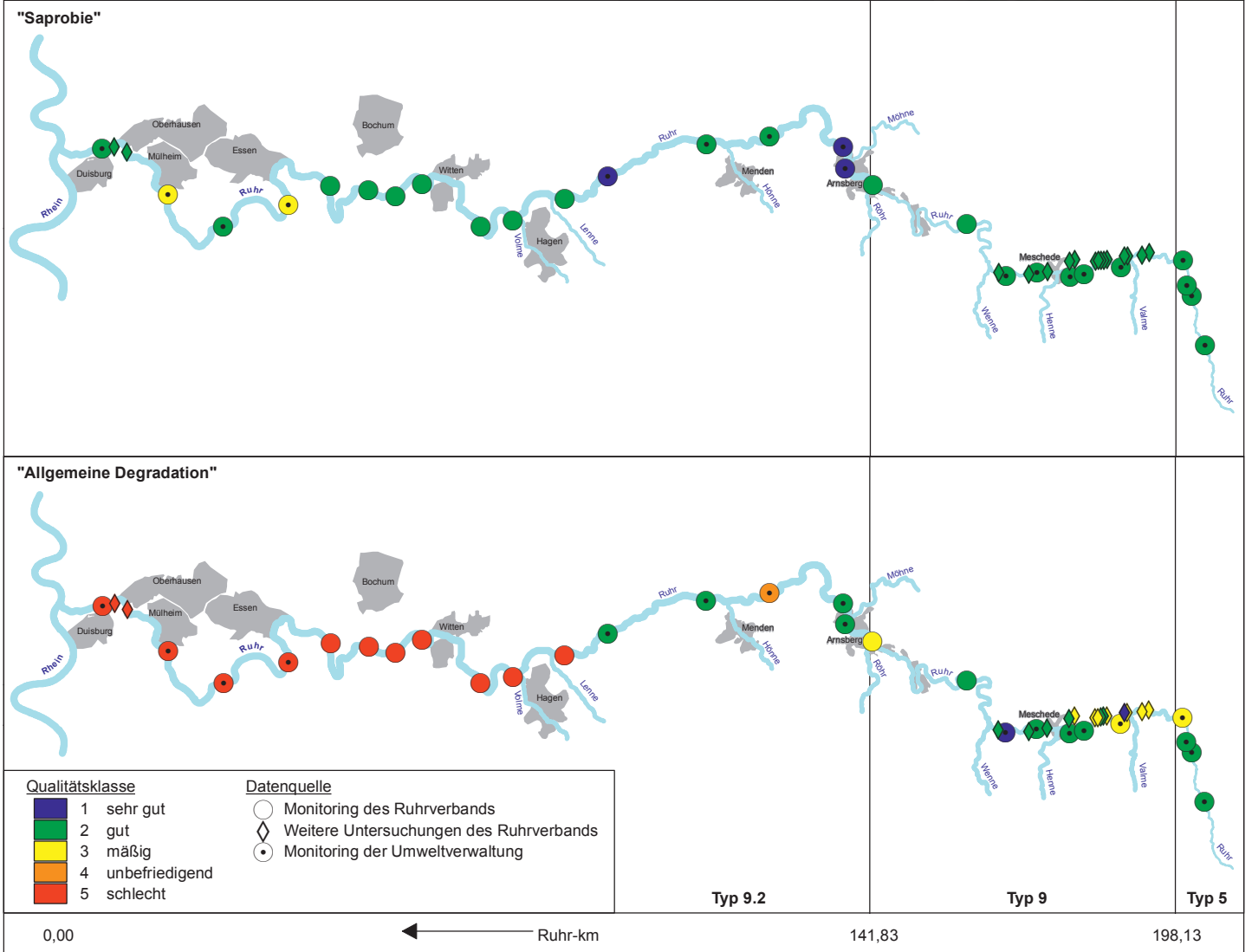


Bild 3.4: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos (Module „Saprobie“ und „Allgemeine Degradation“) im Fließverlauf der Ruhr 2009  
 Fig. 3.4: Ecological water condition – macrozoobenthos (modules "saprobic index" and "general degradation") along the Ruhr in 2009

in größerer Anzahl die Köcherfliegenlarve *Allogamus auricollis* (Bild 3.5).

Erst im weiteren Fließverlauf ist mit Zunahme der anthropogenen Einflüsse eine leichte Erhöhung der organischen Belastung und somit der Saprobienindizes festzustellen. Aber auch in diesem Abschnitt von Arnsberg-Neheim bis zum Stadtbereich Schwerte befindet sich die Ruhr als „Großer Fluss des Mittelgebirges“ (Typ 9.2) saprobiell in einem guten ökologischen Zustand. Einzelne Probenahmestellen weisen in diesem Bereich bei der zugrundeliegenden gewässertypbezogenen Bewertung sogar einen „sehr guten“ saprobiellen Zustand auf. In diesem gesamten Flussabschnitt wurde eine arten- und individuenreiche Biozönose mit anspruchsvollen Arten angetroffen. So fand sich neben verschiedenen Eintags-



Bild 3.5: Wasserinsekten in der Ruhr, Gewässertyp 9 „Silikatischer Mittelgebirgsfluss“  
Fig. 3.5: Aquatic insects in the Ruhr, water type 9 “Siliceous low-mountain river”

fliegenarten der Gattung *Baetis* und Steinfliegenlarven der Gattung *Leuctra* sowie Köcherfliegen der Gattungen *Sericostoma* und *Lepidostoma* auch der Käfer *Esolus parallelepipedus*. Auffällig ist hier die große Dominanz von *Echinogammarus berilloni*, einer Neozoen-Art, die bis zum Jahr 2008 vom Zufluss der Möhne bis zum Baldeneysee die vorherrschende Flohkrebsart in der Ruhr war. Nach aktuellen Funden von 2009 scheint nunmehr *Dikergammarus villosus* (Großer Höckerflohkrebs), eine aus dem Rhein eingewanderte räuberisch lebende Neozoen-Art, die Flussabschnitte bis oberhalb des Kernnader Sees zu erobern und *Echinogammarus berilloni* hier zu verdrängen.

In dem weiter flussabwärts gelegenen Abschnitt ab Pegel Villigst, der durch die fünf großen Flussstauseen stark geprägt ist, wurde für die untersuchten Probenahmestellen überwiegend ein Saprobienindex zwischen 1,98 und 2,21 ermittelt, was entsprechend der gewässertypspezifischen Bewertung ebenfalls mit „gut“ einzu-  
stufen ist. Lediglich zwei Probenahmestellen oberhalb des Balde-

neysees (km 38,73) sowie an der Mendener Brücke (km 16,88) wiesen Saprobienindizes von 2,26 bzw. 2,43 auf, deren Ergebnisse allerdings bereits aus dem Jahr 2008 stammen. Für die Ruhr, die hier dem Gewässertyp 9.2 entspricht, liegt die gewässertypspezifische Klassengrenze für einen „guten“ saprobiellen Zustand bei 2,25 (Tabelle 3.1). Dieser Wert wird an der Probenahmestelle oberhalb des Baldeneysees rechnerisch minimal überschritten. Der Vergleich mit den früheren Ergebnissen [3.6] für diesen Ruhrabschnitt zeigt, dass die Ruhr sich hier im Übergangsbereich der Klassengrenze von „mäßigem“ zu „gutem“ Zustand befindet. Untersucht wurden in diesem Ruhrabschnitt jeweils nur die frei fließenden Gewässerstrecken, da das Bewertungsverfahren bei stehenden Gewässern, wie z. B. den Ruhrstauseen, keine Anwendung findet.

Neben dem oben beschriebenen Vorkommen von *Dikergammarus villosus* treten als weitere eingewanderte Neozoen die Neuseeländische Deckelschnecke *Potamopyrgus antipodarum* und Korbchenmuscheln der Gattung *Corbicula* auf. Diese Makrozoobenthos-Arten sowie die ebenfalls häufig vertretene Eintagsfliegenlarve *Caenis luctuosa* und verschiedene Arten der Köcherfliegengattung *Ceraclea* sind typische Vertreter der Potamalabschnitte der unteren und mittleren Ruhr. Eine weitere Neozoen-Art mit expansiver Ausdehnung ist die Dreikantmuschel *Dreissena polymorpha* (Bild 3.6). Diese Art kommt auch in drei Ruhrverbandstalsperren (Möhne-, Henne- und Sorpetalsperre) vor. Von hier aus kann sie sich über ihre Veliger-Larven in den unterhalb gelegenen Gewässern und damit in der Ruhr ab Zufluss der Henne (Ruhr km 182,3) bei Vorliegen geeigneter Besiedlungshabitate (z. B. große Wasserbausteine) und Strömungsbedingungen (Stillwasserbereiche wie z. B. Rückstauareale) potenziell ausbreiten.



Bild 3.6: Neozoenarten in der Mittleren und Unteren Ruhr  
Fig. 3.6: Introduced species in the lower and middle Ruhr

[3.6] Ruhrverband: Hydrobiologische Untersuchungen der Ruhr. In: Ruhrgü-  
tebericht 2008, Essen, S. 22-25

## Qualitätskomponente „Allgemeine Degradation“

Im oberen Ruhrabschnitt von der Quelle bis oberhalb Olsberg zeigt die Bewertung der „Allgemeinen Degradation“ für alle Probenahmestellen einen „guten“ Zustand. Im weiteren Gewässerverlauf schwankt sie zwischen „gut“ und „mäßig“, wobei sich die Probenahmestellen mit „mäßig“ in den Ortslagen von Olsberg und Velmede befinden. Die jüngsten Ergebnisse aus dem Jahr 2009 im Bereich der Ortslage Bestwig bestätigten das frühere „mäßige“ Ergebnis. Vertiefte, kleinräumige Untersuchungen in diesem Flussabschnitt zeigten jedoch auch, dass es innerhalb dieses „mäßigen“, durch eine dichte Siedlungslage geprägten Wasserkörpers von etwa 4 km Länge auch Bereiche mit zum Teil sehr hohem Besiedlungspotenzial gibt, die einen „sehr guten“ Zustand aufweisen. Prinzipiell können naturnahe Gewässerabschnitte eine positive Wirkung auf benachbarte, strukturell überformte Gewässerabschnitte haben. Diese sogenannte Strahlwirkung ist auf eine aktive oder passive Migration von Organismen im Gewässer zurückzuführen [3.7]. Die hier untersuchten, ökologisch wertvollen Gewässerabschnitte könnten in diesem Kontext so genannte Trittschritte darstellen (kleine Gewässerabschnitte, die struktureiche Habitats besetzen), die ihre Wirkung auf einen längeren Gewässerabschnitt bisher aber nicht oder noch nicht ausreichend entfalten können.

Im Bereich der Ortslage Oeventrop, in dem die Ruhr dem Gewässertyp 9 entspricht, wurde bei der Untersuchung 2009 ein „guter“ Zustand bei einem multimetrischen Index von 0,61 festgestellt. Da dieser Index auf der Klassengrenze (Tabelle 3.2) liegt, stellt er gegenüber dem bisherigen Ergebnis aus dem Jahr 2007 (Index von 0,53) eine tendenzielle Verbesserung dar. Es wurden vermehrt anspruchsvolle Insektenarten aus der EPT-Gruppe gefunden, die wenig gestörte, struktureiche Gewässer bevorzugen.

Auch im weiteren Fließverlauf der Ruhr zeigen die sich anschließenden Probenahmestellen mehrheitlich einen „guten“ Zustand. An der Probenahmestelle oberhalb der Einmündung der Röhre (km 142,23), die aktuell im Jahr 2009 einen „mäßigen“ Zustand der allgemeinen Degradation aufwies, lag der multimetrische Index mit 0,58 knapp unterhalb der Klassengrenze zum „guten“ Zustand (vgl. Tabelle 3.2). Die EPT-Arten traten in einer geringfügig reduzierten Anzahl auf. Zwei Leitarten des hier vorliegenden Gewässertyps 9 (die Eintagsfliegenart *Ecdyonurus dispar* und die Käferart *Esolus parallelepipedus*) kamen weiterhin vor, wenn auch in geringerer Anzahl als bei der vorhergehenden Untersuchung im Jahr 2007.

[3.7] Deutscher Rat für Landespflege (Hrsg.): *Kompensation von Strukturdefiziten in Fließgewässern durch Strahlwirkung. Gutachtliche Stellungnahme und Ergebnisse des Projektes „Potenziale der Fließgewässer zur Kompensation von Strukturdefiziten („Strahlwirkung“) vom 01. Oktober 2006 bis 30. November 2007, Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 81, Januar 2008*

[3.8] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“ (LAWA-AO) (Hrsg.): *Rahmenkonzept Monitoring (RaKon Monitoring) Teil B, Arbeitspapier II, „Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Komponenten“, Stand: 7. März 2007*

Erst ab dem Pegel Villigst spiegelt sich die Degradation der Gewässermorphologie in einer durchgängig „schlechten“ Bewertung an allen Probenahmestellen wider. Verantwortlich hierfür sind vor allem die unbefriedigenden Gewässerstrukturen sowie Rückstau-effekte durch Querbauwerke. Dieser Gewässerabschnitt ist aufgrund verschiedener Nutzungsansprüche, z. B. Trinkwassergewinnung, Wasserkraftnutzung, Schifffahrt und Freizeitnutzung, stark ausgebaut und folglich bis zur Mündung in den Rhein fast durchgehend als erheblich verändert ausgewiesen worden. Somit ist in diesem Ruhrabschnitt das gute ökologische Potenzial das Entwicklungsziel und nicht die Erreichung des guten ökologischen Zustands. Zur Bewertung des guten ökologischen Potenzials auf der Basis biologischer Untersuchungen liegt bisher jedoch noch kein abgestimmtes Verfahren vor.

## Qualitätskomponente „Versauerung“

Anhand des Makrozoobenthos kann auch eine mögliche Versauerung des Gewässers in einem weiteren Modul bewertet werden. Dies gilt allerdings nur für bestimmte Gewässertypen in geologisch versauerungssensitiven Gebieten.

In der Ruhr ist der Aspekt der Versauerung nur im oberen Ruhrabschnitt, in dem sie dem Typ eines silikatischen Mittelgebirgsbachs entspricht, relevant. Dieser Bachtyp neigt aufgrund seines geringen Pufferungsvermögens zur Versauerung. Die Ruhr weist hier jedoch einen „sehr guten“ Zustand auf und unterliegt daher keinem Versauerungseinfluss.

## Zusammenfassung

Auch im Jahr 2009 sind der Ruhr bezüglich der hier dargestellten physikalisch-chemischen Kenngrößen gute Verhältnisse zu bescheinigen. So haben sich die Nährstoffkonzentrationen seit mehreren Jahren auf einem niedrigen Niveau stabilisiert, was u. a. einen Wechsel vom Plankton- zum Makrophyten-dominierten Gewässer zur Folge hatte. Gleiches gilt auch für die organische Belastung, wodurch zusammen mit der abgenommenen Primärproduktion durch planktische Algen sauerstoffverbrauchende Prozesse vor allem im Unterlauf der Ruhr nur noch eine untergeordnete Rolle spielen. Auf eine zusätzliche Belüftung der Ruhr konnte auch in diesem Jahr verzichtet werden. Die Grenzwerte der FischgewV und die Orientierungswerte nach der EG-WRRRL für die Sauerstoffkonzentrationen wurden bis auf einen Einzelwert vollständig eingehalten. Aufgrund des Fehlens hoher Abflussspitzen blieben 2009 Spitzenwerte beispielsweise von TOC, CSB und Schwermetallen aus. Für alle untersuchten Kenngrößen wurden die Vorgaben, die sich aus den Allgemeinen Güteanforderungen für Fließgewässer ergeben, in der gesamten Ruhr vollständig eingehalten und größtenteils weit unterschritten.

Die Ruhr besitzt über weite Strecken eine artenreiche Wirbellosenfauna (Makrozoobenthos). Diese setzt sich aus typischen Arten der silikatischen Mittelgebirgsbäche und -flüsse zusammen und wird ergänzt durch viele weit verbreitete Arten.

Trotz ihrer vielfältigen Nutzung, zu der insbesondere auch die Aufnahme gereinigter Abwässer gehört, zeigt die Ruhr insgesamt eine geringe Belastung mit organisch abbaubaren, sauerstoffzehrenden Stoffen. Dies spiegelt sich in der fast durchgängig „guten“ Bewertung der Moduls „Saprobie“ wider.

Verantwortlich für den nicht durchgängig „guten“ ökologischen Zustand der Ruhr sind im Wesentlichen die nutzungsbedingt veränderten Gewässerstrukturen (Flussverbauungen und Begrädnungen und Staubereiche), die die unterhalb vom Pegel Villigst gelegenen Fließstrecken negativ beeinflussen. Dies wird wieder gegeben durch die biologische Qualitätskomponente „Makrozoobenthos – Modul Allgemeine Degradation“. Das hat für Teilstrecken der unteren Ruhr, die jedoch als HMWB ausgewiesen sind, eine Einstufung in eine nur „schlechte“ ökologische Zustandsklasse zur Folge.

Der direkte Vergleich früherer mit den aktuellen Ergebnissen spiegelt im Bereich der Klassengrenzen eine natürlich bedingte Variabilität der biologischen Qualitätskomponenten wider. Daher ist in diesen Fällen für die Bewertung, insbesondere im Hinblick auf die Übertragung der Messergebnisse auf längere Fließgewässerabschnitte oder Wasserkörper, eine differenzierte räumliche und zeitliche Betrachtung sinnvoll.

---

## 4 Planktonuntersuchungen in der Ruhr

---

In der mittleren und unteren Ruhr als einem mehrfach aufgestauten Fließgewässer stehen neben den physikalischen und chemischen Gegebenheiten auch die Prozesse der planktischen Primär- und Sekundärproduktion sowie deren Auswirkungen auf die Wasserbeschaffenheit im Fokus. Seit über 40 Jahren werden daher auch biologische Parameter in der Ruhr erfasst. Dazu gehören u. a. die Bestimmung des Chlorophyll-a-Gehalts, der als Maß für die planktische Primärproduktion gilt, sowie die qualitative und quantitative Bestimmung des Phytoplanktons (Primärproduzenten) und des Zooplanktons (Primärkonsumenten). Zusätzlich werden seit einigen Jahren Untersuchungen zur Verbreitung von Makrophyten in den Ruhrstauseen durchgeführt, insbesondere zum Auftreten der Schmalblättrigen Wasserpest (*Elodea nuttallii*), einem invasiven Neophyten. Letzterer Aspekt wird in Kapitel 10 ausführlich dargestellt.

Zur Beschreibung der planktischen Primärproduktion sowohl im Fließverlauf als auch im Jahresgang werden an elf Stellen in der mittleren und unteren Ruhr regelmäßig Chlorophyllanalysen durchgeführt. Die Abhängigkeit der Phytoplanktonentwicklung von den abiotischen Faktoren Globalstrahlung und Abfluss sowie vom biotischen Gegenspieler, dem algenfressenden Zooplankton, wird am Beispiel des Baldeneysees aufgezeigt. Ergänzend werden die Einflüsse der Prozesse Photosynthese, Atmung und Mineralisierung auf den Sauerstoffgehalt behandelt. In den folgenden Abschnitten werden hierzu die Untersuchungsergebnisse aus dem Jahr 2009 sowohl im Jahresverlauf als auch im langjährigen Vergleich vorgestellt und interpretiert sowie vergleichend die Produktivität der weiteren vier Ruhrstauseen (Hengstey, Harkort, Kemnade und Kettwig) dargestellt.

### Phytoplankton

Das Jahr 2009 stellte sich als ein Jahr mit sehr günstigen Strahlungsbedingungen und einer langen Vegetationsperiode dar. Bis März lagen die Globalstrahlungswerte im Bereich der langjährigen Mittel (Bild 4.1). Vom Frühjahr (April) bis zum Spätsommer (Anfang September) traten Werte auf, die deutlich über dem langjährigen Mittel lagen. Dabei war im April eine erste höhere Überschreitung des langjährigen Monatsmittels um 24 % zu verzeichnen. Es folgte eine längere Periode wechselhafter, aber insgesamt hoher Strahlungsintensität in den Monaten Mai bis August. Insbesondere im August wurde eine überdurchschnittliche Globalstrahlung, die 25 % über dem langjährigen Monatsmittel lag, gemessen. Ab September nahmen dann die Monatsmittel der Strahlung kontinuierlich ab und bewegten sich nunmehr im Bereich der langjährigen Werte.

In der Ruhr bei Essen-Rellinghausen war während des gesamten Jahres 2009, noch ausgeprägter als schon im Jahr 2008, ein Rückgang der Entwicklung von Planktonalgen zu beobachten (Bild 4.2). Lediglich in der Schönwetterphase im April stieg das Monatsmittel des Chlorophyll-a-Gehalts geringfügig an. In dieser

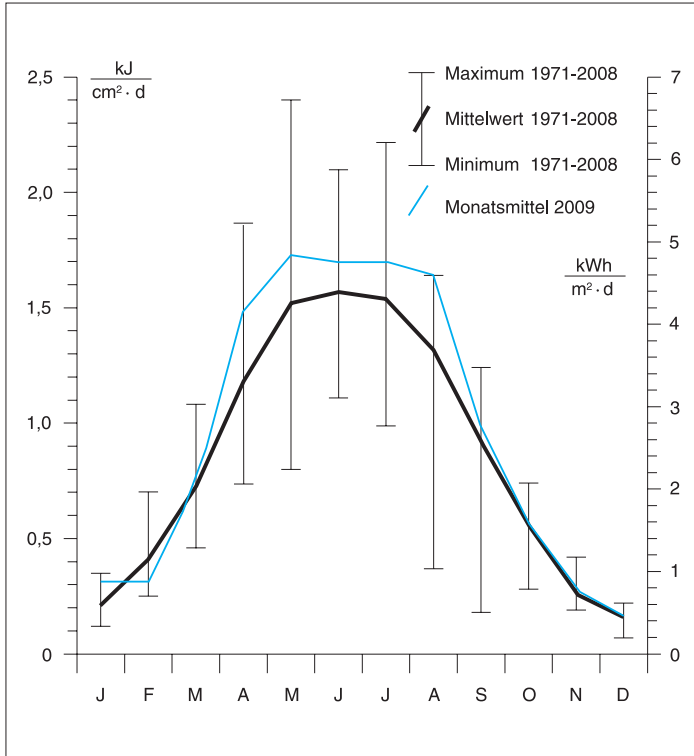


Bild 4.1: Monatsmittel der Globalstrahlung bei Essen, 1971 bis 2009  
 Fig. 4.1: Monthly average of total radiation at Essen, 1971 to 2009

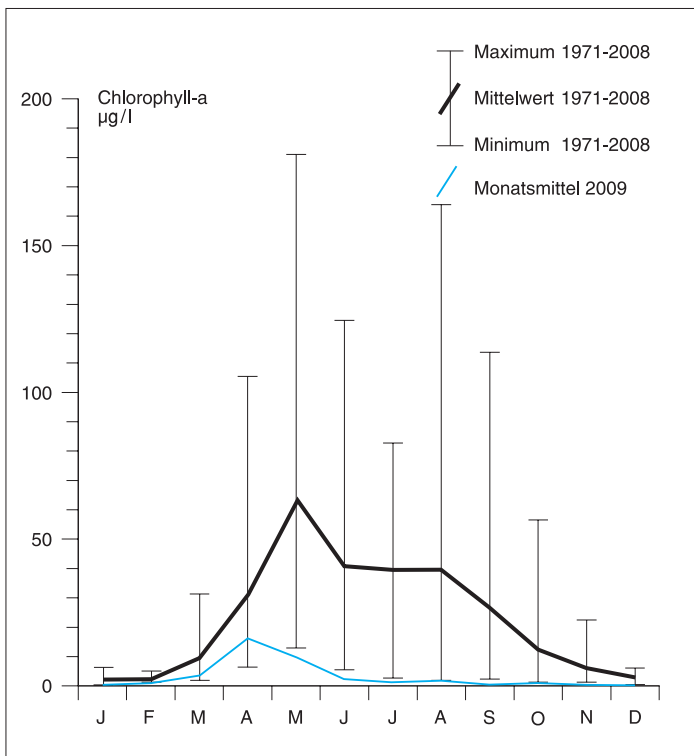


Bild 4.2: Monatsmittelwerte des Chlorophyll-a-Gehalts in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (Zornige Ameise), 1971 bis 2009  
 Fig. 4.2: Monthly averages of chlorophyll a concentration in the Ruhr at Essen-Rellinghausen (Zornige Ameise), 1971 to 2009

Zeit des sogenannten Frühjahrsmaximums von Phytoplanktonentwicklungen wurden mit maximal 16 µg/l Chlorophyll-a aber nur 26% der langjährigen mittleren Primärproduktion erreicht. Im weiteren Jahresverlauf fehlten, selbst in den Sommermonaten, Algenentwicklungen nahezu vollständig. Hier spiegelt sich der inzwischen schon seit mehreren Jahren zu beobachtende Wechsel in der unteren Ruhr vom Plankton- zum Makrophyten-dominierten Zustand wider.

Die deutlich niedrigeren Chlorophyllgehalte finden sich auch in der jahreszeitlichen Sukzession der Planktonalgen wieder (Bild 4.3). Während des so genannten Frühjahrsmaximums im April wurden in 2009 nur 18.000 Zellen/ml als Monatsmittel erreicht. Dies ist nochmals eine deutliche Reduzierung gegenüber dem Vorjahr, in dem während des Frühjahrsmaximums im Mai mit 35.000 Zellen/ml ebenfalls schon ein sehr niedriger Wert auftrat. Die Größenordnung der 1980er und 1990er Jahre, als über mehrere Monate im Jahr 100.000 Zellen/ml überschritten wurden, wurde nicht annähernd erreicht. Neben diesem Rückgang im Frühjahr ist das nahezu vollständige Ausbleiben einer Algenentwicklung in den Sommermonaten seit Jahren auffällig. Dies hat zu einer starken Veränderung des Spektrums der Phytoplanktonarten geführt. Die typischen Arten des wärmeliebenden Sommerplanktons, insbesondere die Grünalgen wie z. B. *Chlorella*, *Actinastrum hantzschii*, *Crucigenia tetrapedia* sowie *Pediastrum boryanum* und *P. duplex*, waren nur noch vereinzelt oder nicht mehr nachzuweisen. Dagegen dominierten Kieselalgen (Diatomeen), deren Verbreitungsschwerpunkt in trophisch gering belasteten Gewässern liegt, das Phytoplankton in der Ruhr. Diese Algengruppe ist im Frühjahr, zu Zeiten relativ niedriger Wassertemperatur, konkurrenzstärker.

Die Veränderungen in Bezug auf die taxonomische Zusammensetzung zeigten sich auch in der Betrachtung der langjährigen Untersuchungen des Phytoplanktons, dargestellt in Bild 4.4 als Jahresmittelwerte der einzelnen Algengruppen. Im Jahr 2009 wurde mit 1,24 mm³/l das mit Abstand niedrigste mittlere Biovolumen seit Beginn der Planktonuntersuchungen an der Ruhr gemessen (bisheriger Tiefstwert: 2,06 mm³/l im Jahr 2008). Der Biovolumenanteil der Kieselalgen betrug 92%, wobei die radiären Diatomeen wie z. B. verschiedene *Melosira (Aulacoseira)*-Arten, dominierten. Die in den 1990er Jahren noch mit 8% Biovolumenanteil vertretenen Grünalgen sind auf einen Anteil von 1,6% zurückgegangen. Die Flagellaten haben inzwischen die Grünalgen als zweitstärkste Phytoplanktongruppe in der Ruhr mit einem Biovolumenanteil von 5,6% abgelöst. In nennenswerten Dichten traten außerdem nur noch die sehr kleinen µ-Algen auf. Die Dominanz der Kieselalgen, die deutliche Abnahme von Grün- und Blaualgen sowie das Auftreten von Goldalgen dokumentieren die Verbesserung des trophischen Zustands der mittleren und unteren Ruhr.

In aufgestauten Fließgewässern ist die Entwicklung des Phytoplanktons vom Nährstoffangebot und der Strahlungsintensität, aber auch stark von der zur Verfügung stehenden Zeit für Wachstum und Vermehrung abhängig, also von der Aufenthaltszeit des Wassers. Diese verlängert sich in der mehrfach gestauten mittle-

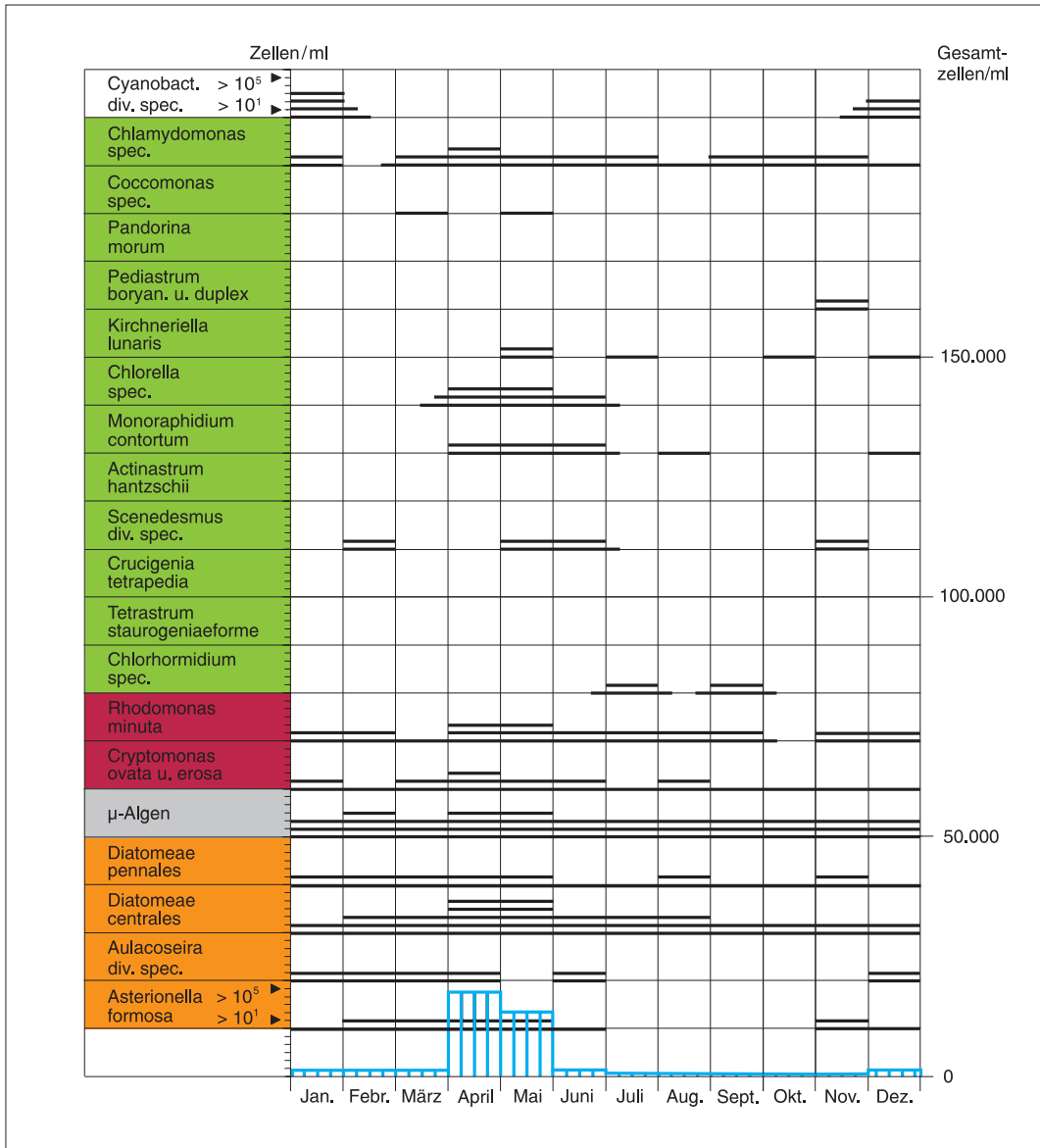


Bild 4.3: Jahreszeitliche Sukzession der Planktonalgen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen 2009  
 Fig. 4.3: Seasonal succession of plankton algae in the Ruhr at Essen-Rellinghausen in 2009

ren und unteren Ruhr und beträgt auf der Fließstrecke von Echtenhausen bis zur Mündung in den Rhein bei Trockenwetter etwa 20 Tage. Die räumliche und zeitliche Entwicklung der Primärproduktion für diese Fließstrecke ist in Bild 4.5 an Hand von elf Probenahmestellen dargestellt. Die Chlorophyllwerte an den Probenahmestellen Echtenhausen (Wehr WWW, Oberwasser) und Witten (Wassergewinnung, WWW) wurden von der Westfälischen Wasser- und Umweltanalytik GmbH, die im Auftrag der Wasserwerke Westfalen GmbH (WWW) und der Wasserbeschaffung Mittlere Ruhr (WMR) die Analysen durchgeführt hat, zur Verfügung gestellt.

In diesem Jahr wurde zum ersten Mal auch in den Stauhaltungen Hengstey, Harkort und Kemnade ganzjährig eine nur noch sehr geringe Primärproduktion gemessen. Selbst das bisher zu beobachtende typische Frühjahrsmaximum trat nicht auf bzw. fiel

deutlich geringer aus. So betrug im Hengsteysee das Maximum der Chlorophyllkonzentration lediglich 21 µg/l und im Harkortsee 26 µg/l. Im Kemnader See wurden als höchste Chlorophyllkonzentration 46 µg/l gemessen. Lediglich der Baldeneysee zeigte Anfang Mai ein erkennbares, wenn auch sehr geringes Frühjahrsmaximum mit einer Chlorophyllkonzentration von 89 µg/l. Im unterhalb des Baldeneysees liegenden Kettwiger See waren die Chlorophyllgehalte im Mai schon wieder rückläufig und betrugen 67 µg/l. In den darauffolgenden Sommermonaten bis August traten nur im Baldeneysee mehrere kleinere Anstiege der Chlorophyllkonzentration auf, die aber zu keinem Zeitpunkt 50 µg/l erreichten.

Unter Anwendung der Kriterien des Leitfaden NRW für die mittlere und untere Ruhr als „Großer Fluß des Mittelgebirges“ (Typ 9.2), ohne Berücksichtigung des Stillwassercharakters der Flusstau-

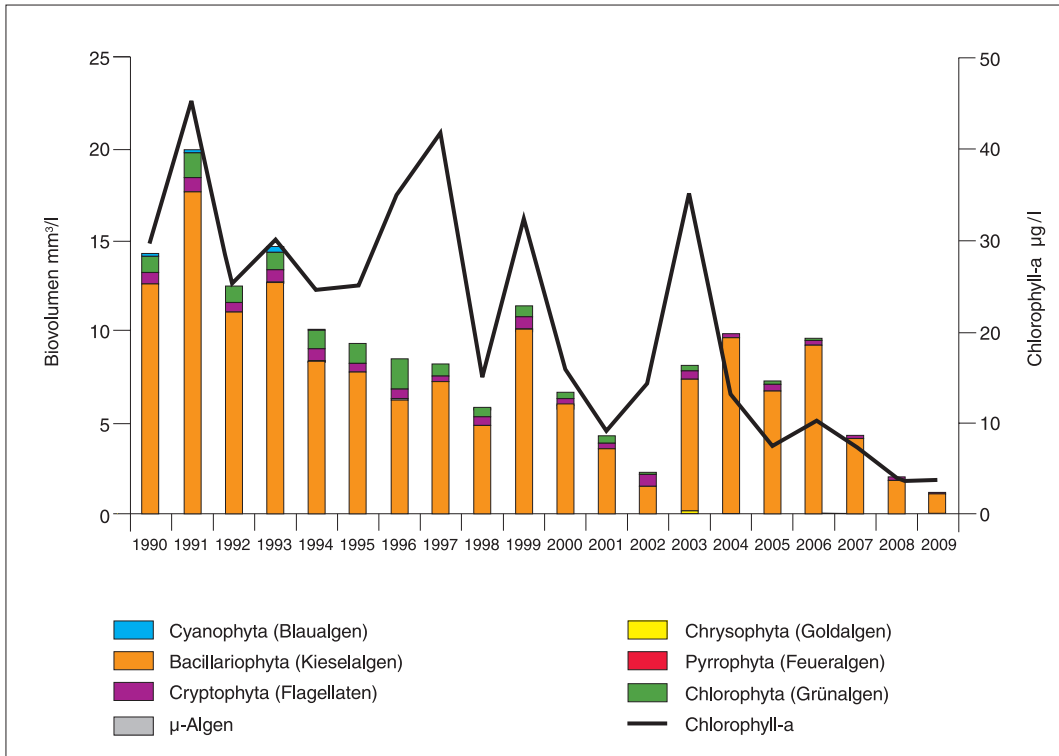


Bild 4.4: Phytoplankton in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (Jahresmittel 1990 bis 2009)  
 Fig. 4.4: Phytoplankton in the Ruhr at Essen-Rellinghausen (annual average 1990 to 2009)

seen, stellt die Ruhr hier kein so genanntes planktonführendes Fließgewässer dar. Diese Fließgewässer zeichnen sich durch eine Chlorophyll-a-Konzentration aus, die im Saisonmittel zwischen April und Oktober über 20 µg/l liegt. Selbst im Baldeneysee wurde dieser Wert bei einem Saisonmittel von 18 µg/l unterschritten.

In einem vielfach gestauten Gewässer wie der Ruhr hängen biologische Prozesse, wie Photosynthese, Atmung, Biomasseauf- und -abbau, eng mit abiotischen Faktoren wie Abfluss und Strahlungsverhältnissen zusammen. Diese Faktoren und Prozesse sowie ihre Auswirkungen auf den Sauerstoffhaushalt zeigt Bild 4.6 am Beispiel des größten Ruhrstausees, 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 mittleren Wochenminima und -maxima sowie deren Differenz herangezogen. Die Globalstrahlung wird jeweils als Wochensumme dargestellt.

Von Jahresbeginn bis Mitte April traten wechselnde Abflüsse auf, die jedoch abgesehen von einem kleinen Hochwasser Anfang März mit 271 m³/s keine ausgeprägten Abflussspitzen aufwiesen. Bis zu diesem Zeitpunkt waren die Bedingungen für das Wachstum planktischer Algen ungünstig. Erst mit abnehmendem Abfluss und gleichzeitig steigender Strahlungsintensität ab Mitte April entwickelte sich eine geringe Primärproduktion im Baldeneysee und erreichte mit einem Tageshöchstwert von 134 µg/l Chlorophyll-a das diesjährige Maximum. Ab diesem Zeitpunkt wurde der für ein Algenwachstum förderliche Wert der Globalstrahlung von 7 kJ/(cm² · Woche) erreicht und in den folgenden Sommermonaten bis Ende September dauerhaft nicht mehr unterschrit-

ten. Trotz dieser überdurchschnittlichen Strahlung und der gleichzeitig andauernden geringen Abflüsse, also guten abiotischen Verhältnisse für die Primärproduktion, blieben in dieser Zeit größere Algenentwicklungen aus. Ein Grund hierfür war die extrem geringe Produktivität in der oberhalb des Baldeneysees liegenden Fließstrecke der Ruhr, die damit kaum Animpfmateriale für den Stausee lieferte, so dass selbst bei einer rechnerischen Aufenthaltszeit von bis zu drei Tagen keine hohen Chlorophyllkonzentrationen auftraten. Ein weiterer Grund war, dass in diesem Jahr zum ersten Mal großflächige Bereiche des Baldeneysees von Makrophyten (*Elodea nuttallii*) dominiert wurden, die damit in Konkurrenz zum Phytoplankton die aquatische Primärproduktion bestimmten. Das im August zu verzeichnende Sommermaximum erreichte mit knapp 50 µg/l Chlorophyll-a nur einen vergleichsweise geringen Wert. Die erkennbaren kleineren Einbrüche der Primärproduktion waren auf die Verringerung der Globalstrahlung in dieser Zeit zurückzuführen. Die im Lauf des Monats September allgemein zurückgehende Strahlungsintensität sowie der steigende Abfluss bewirkten, dass ab diesem Zeitpunkt Phytoplankter kaum noch nachweisbar waren.

Sauerstoffübersättigungen traten im Baldeneysee in den algenreicheren Monaten zwischen Ende April und Ende August auf. Mittlere Wochenmaxima von 180 % Sauerstoffsättigung wurden allerdings nie überschritten, wobei der höchste Tageswert am 18. August 2009 mit einem Sauerstoffsättigungsindex von 230 % gemessen wurde. Auffällig war in diesem Zeitraum die hohe Schwankungsbreite der Sauerstoffkonzentration bis zu 9,0 mg/l, die am 5. Juli 2009 erreicht wurde. Durch Atmung und den mikrobiellen Abbau von zuvor produzierter pflanzlicher und tierischer

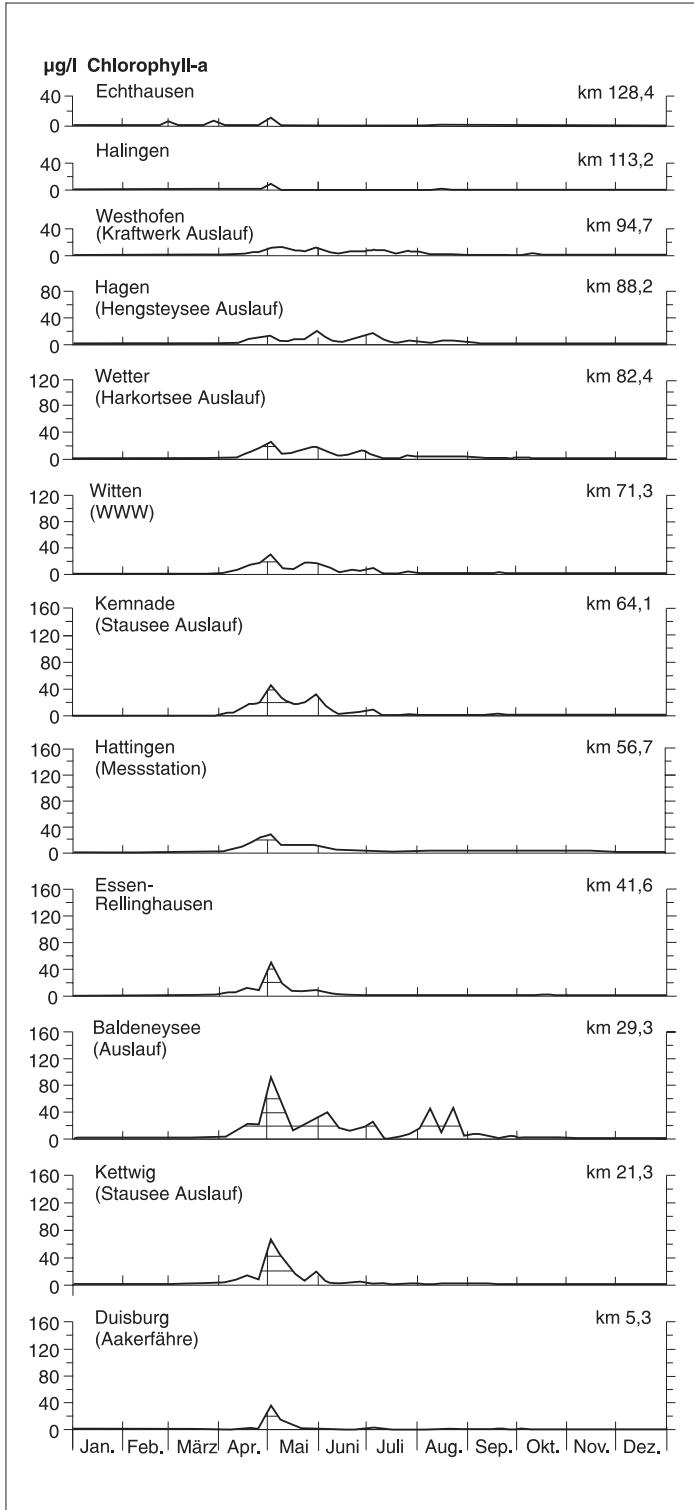


Bild 4.5: Algenentwicklung (als Chlorophyll-a-Gehalt) an verschiedenen Stellen der Ruhr im Verlauf des Jahres 2009  
 Fig. 4.5: Development of algae (chlorophyll a concentration) measured at various points of the Ruhr during 2009

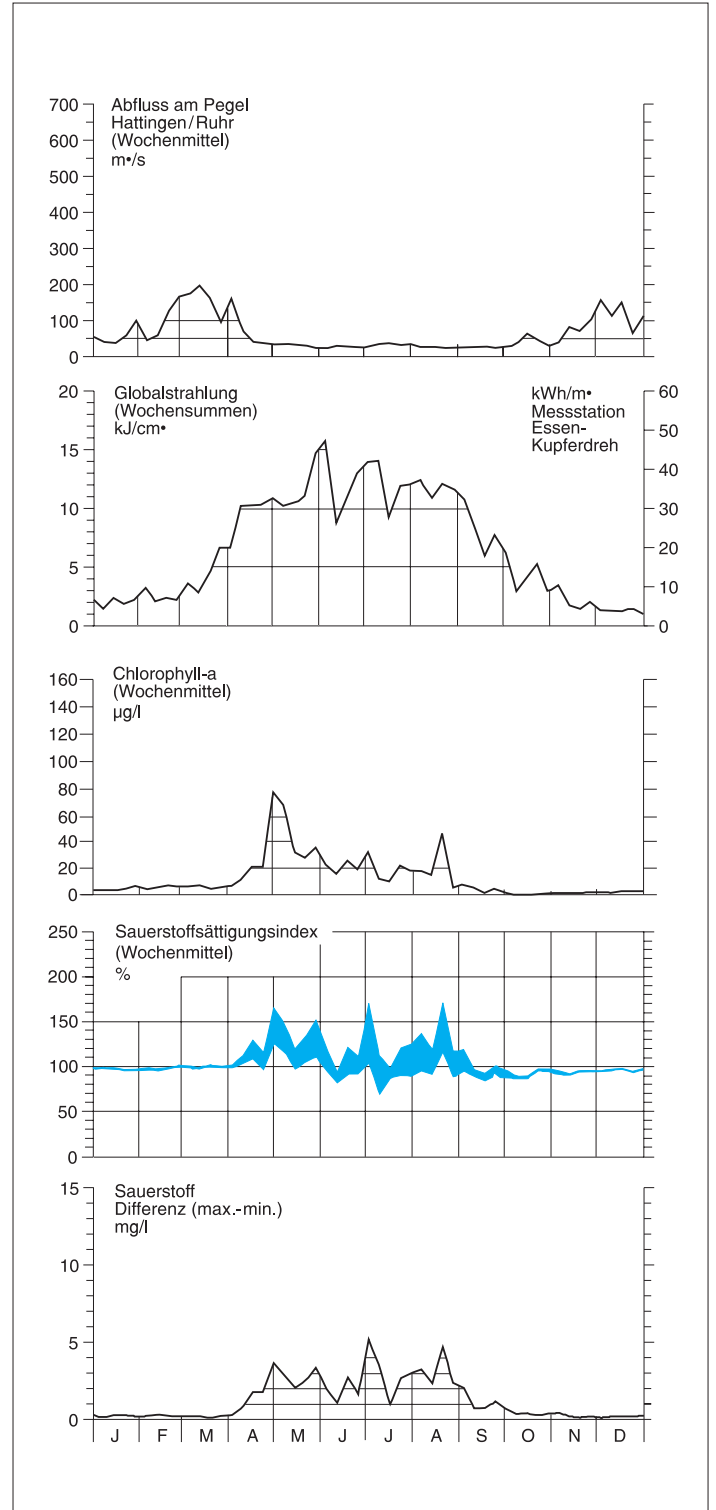


Bild 4.6: Einfluss der Wasserführung und der Globalstrahlung auf die Algenentwicklung im Baldeneysee und deren Auswirkung auf den Sauerstoffhaushalt 2009  
 Fig. 4.6: Influence of river flow and total radiation on algae growth in Lake Baldeneysee and the resulting impact on the oxygen level in 2009



Biomasse sank naturgemäß die Sauerstoffkonzentration im Baldeneysee. Die Minimumwerte des Sättigungsindex blieben in diesem Jahr jedoch zumeist im Bereich um 90 %. Nur in der ersten Julihälfte wurde der Wert von 80 % Sättigung an zwei aufeinander folgenden Tagen deutlich unterschritten. Mit 4,4 bzw. 4,9 mg/l lag die Sauerstoffkonzentration an diesen beiden Tagen jedoch nie unterhalb von 4 mg/l, einem Wert, der für die Fischfauna als bedrohlich angesehen werden kann. Im Vergleich zum letzten Jahr zeigten die Sauerstoffverhältnisse einen ausgeglicheneren Verlauf und damit insgesamt eine geringe Belastung für die Fischfauna und die Benthalbiozönose. Der in diesem Jahr nochmals verstärkte Rückgang des Phytoplanktonwachstums in der mittleren und unteren Ruhr ist auf einen weiterhin abnehmenden Trophiegrad als Folge sinkender Phosphorkonzentration und die Licht- und Nahrungskonkurrenz zu den verstärkt wachsenden aquatischen Makrophyten zurückzuführen.

### Zooplankton

Generell bestimmt auch die Fraßaktivität („Grazing“) des Zooplanktons, neben abiotischen Faktoren wie Abfluss und Globalstrahlung, die zeitliche Entwicklung und das Maß der Phytoplanktonentwicklung. Der Einfluss des Zooplanktons auf die Intensität der Algenentwicklung im Baldeneysee ist in Bild 4.7 dargestellt. Im oberen und mittleren Teil der Abbildung sind die Chlorophyll-a-Gehalte als Maß für die Algenbiomasse im Ein- und Auslauf des Stausees und die daraus resultierende Bilanz, also die Chlorophyll-Differenz zwischen Aus- und Einlauf, dargestellt. Im unteren Teil des Bildes sind die Populationskurven der Rädertier-Gattung *Brachionus*, das sind große Rädertiere mit einem Biovolumen von etwa  $2000 \cdot 10^3 \mu\text{m}^3$ , und der Gruppe der Synchaetiden, Rädertiere mit einem Biovolumen von etwa  $400 \cdot 10^3 \mu\text{m}^3$ , die hier stellvertretend für das algivore (algenfressende) Zooplankton stehen, abgebildet.

In diesem Jahr hatte sich aufgrund des nur sehr geringen Frühjahrsmaximums der Phytoplanktonentwicklung die sonst übliche Population von *Brachionus* nicht entwickelt. Als Folge blieb die in früheren Jahren in diesem Zeitraum meist negative Chlorophyllbilanz im Baldeneysee aus. Kaum nennenswerte, *Brachionus*-Dichten traten in diesem Jahr lediglich im Juni und Juli mit etwa 70 bzw. 120 Individuen/l auf. Für eine Abnahme des Chlorophyllgehalts reichte die Fresstätigkeit dieser sehr geringen Anzahl von Zooplanktern aber nicht aus. Im Vergleich dazu betrug im Jahr zuvor die maximale Dichte von *Brachionus* noch 1.000 Individuen/l, was damals zu einer deutlichen Reduzierung des Chlorophyllgehalts im Baldeneysee führte. Da im weiteren Jahresverlauf eine merkliche Primärproduktion fehlte, stand dem Zooplankton als Primärkonsumenten kaum Nahrung zur Verfügung. Somit kam es auch zu keinen weiteren nennenswerten Zooplanktonentwicklungen bis zum Jahresende.

Auch bei Betrachtung der langjährigen Untersuchungen des Zooplanktons, in Bild 4.8 dargestellt als Jahresmittelwerte der einzelnen Zooplanktongruppen, zeigt sich eine deutliche Veränderung in Bezug auf die taxonomische Zusammensetzung. Die Brachioniden, früher die häufigste Gattung im Baldeneysee, kommt kaum

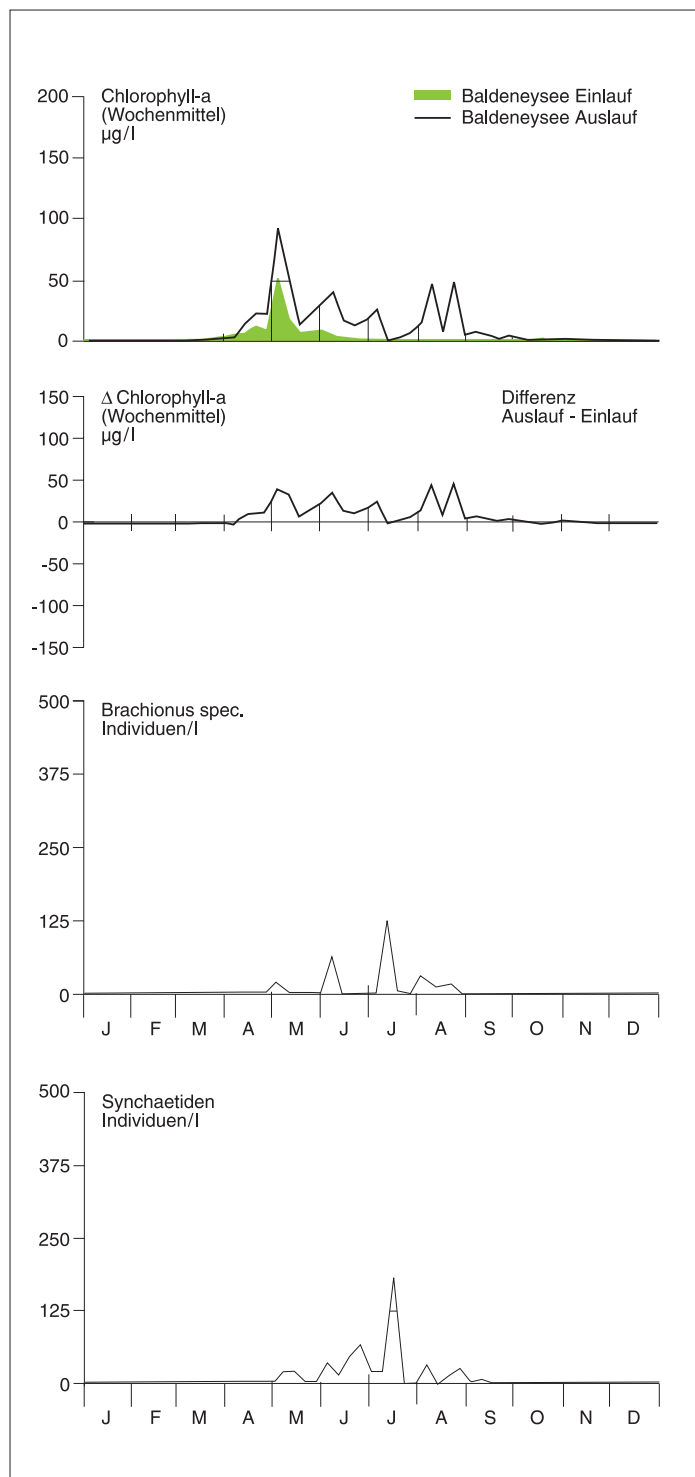


Bild 4.7: Bedeutung des Zooplanktons für die Algenentwicklung im Baldeneysee 2009

Fig. 4.7: Effect of zooplankton on algae development in Lake Baldeney in 2009

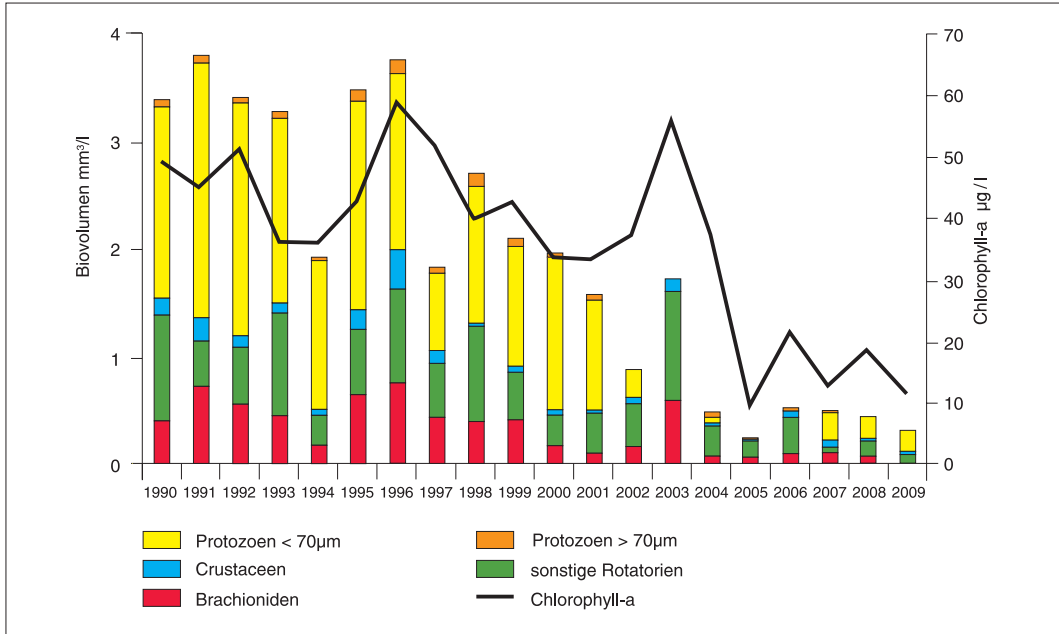


Bild 4.8: Zooplankton und Chlorophyll-a im Baldeneysee (Jahresmittel 1990 bis 2009)  
 Fig. 4.8: Zooplankton and chlorophyll a in Lake Baldeney (annual average 1990 to 2009)

mehr vor. Es treten vermehrt sehr kleine Protozoen auf, die von kleinsten organischen Partikeln leben und somit nicht vom Phytoplankton-Gehalt als Nahrung abhängig sind. Auch die Rädertiergattungen *Polyarthra* und *Synchaeta* (Bild 4.9), die sich aufgrund ihrer geringeren Größe von kleineren Algen, z. B. den  $\mu$ -Algen, ernähren, konnten erstmalig in höheren Dichten als die früher dominanten Brachioniden bestimmt werden (Bild 4.7). Insbesondere die Gattung *Polyarthra* hat mit Individuenzahlen bis zu 153 Individuen/l inzwischen zahlenmäßig das Niveau der Brachioniden erreicht. Insgesamt hat die Sekundärproduktion im Baldeneysee als Anpassung an die zurückgegangene Primärproduktion ein sehr niedriges Niveau erreicht. Mit  $0,3 \text{ mm}^3/\text{l}$  beträgt dieses nur noch 11 % der durchschnittlichen Zooplanktonproduktion aus den 1990er Jahren.

Der Rückgang der planktischen Produktivität zeigte sich auch in einer zunehmenden Klarheit des Wassers – z. T. war die Sicht bis zum Grund möglich – sowie in einer geringeren Belastung des Sauerstoffhaushalts, da weniger Biomasse mikrobiell abzubauen war. Diese Verbesserung der trophischen Situation führt damit letztlich zur Verbesserung des ökologischen Zustands.

Untersuchungen zur planktischen Produktivität der vier anderen Ruhrstauseen (Hengstey, Harkort, Kemnade und Kettwig) zeigten ein ähnliches Bild wie im Baldeneysee. Die planktische Primärproduktion hatte sich in allen Seen im Jahr 2009 auf einem derart niedrigen Niveau eingestellt, dass eine höhere Dichte von Zooplanktern, die als Primärkonsumenten auf das Phytoplankton als Futter angewiesen sind, im gesamten Jahresverlauf nicht erkennbar war. Die in Tabelle 4.1 vergleichend dargestellten Biovolumina des Phyto- und Zooplanktons bestätigen diesen in Bild 4.5 erkennbaren deutlichen Rückgang der Produktivität. In allen Ruhrstauseen waren die großen Rädertiere (Brachioniden) in geringen Dichten zu beobachten. An ihre Stelle trat vermehrt die Rädertiergruppe der kleineren *Synchaetiden*.

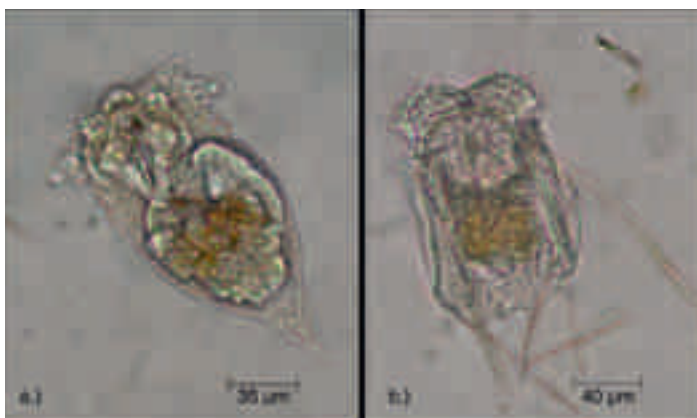


Bild 4.9: Zooplankton aus dem Baldeneysee (Durchlichtaufnahme bei 640facher Vergrößerung), a) *Polyarthra* sp. (Rädertier), b) *Synchaeta* sp. (Rädertier)  
 Fig. 4.9: Zooplankton from Lake Baldeney (by transmitted light microscopy enlarged by a factor of 640), a) *Polyarthra* sp. (rotifer), b) *Synchaeta* sp. (rotifer)

Tabelle 4.1: Phyto-, Zooplankton und Chlorophyll-a im Jahr 2009 (Saisonmittel April bis Oktober)

Table 4.1: Phytoplankton, zooplankton and chlorophyll a in 2009 (seasonal average April to October)

	Chlorophyll-a $\mu\text{g/l}$	Phytoplankton Biovolumen $\text{mm}^3/\text{l}$	Zooplankton Biovolumen $\text{mm}^3/\text{l}$
Hengstey	6,2	2,08	0,26
Harkort	6,6	2,25	0,23
Kemnade	8,5	2,69	0,35
Baldeney	14,3	3,97*)	0,31
Kettwig	8,0	2,17	0,15

\*) ohne April-Wert

## Zusammenfassung

Trotz der im Jahr 2009 günstigen abiotischen Verhältnisse, d. h. einem während der Vegetationsperiode gleichmäßig geringen Abfluss sowie einer gleichzeitig überdurchschnittlich hohen Globalstrahlung, fand eine Algenentwicklung in der mittleren und unteren Ruhr und insbesondere in den fünf Ruhrstauseen kaum statt. Das Jahresmittel des Algenbiovolumens betrug im Baldeneysee 2009 nur etwa ein Zehntel der 1990er Jahre. Dieser starke Rückgang in der Primärproduktion setzte sich in der Nahrungskette fort und beeinflusste sowohl die Anzahl als auch die Zusammensetzung des Zooplanktons. Insbesondere traten nunmehr Synchaetiden, kleinere Rädertiere, in größerer Anzahl auf. Die in früheren Jahren sehr dominant vertretenen Brachioniden dagegen wurden seltener bestimmt. Die Sekundärproduktion betrug 2009 insgesamt nur etwa 11 % der 1990er Jahre. Diese niedrige Primär- und Sekundärproduktion des Planktons ist vor allem eine Folge der in den letzten Jahrzehnten gesunkenen Phosphorkonzentrationen und der damit einhergehenden Verbesserung der Trophieverhältnisse. Es zeigte sich hier der Wechsel vom Phytoplankton- zum Makrophyten-dominierten Zustand in allen Ruhrstauseen, der ein ausgeprägtes Wachstum der planktischen Algen verhindert. Mikrobielle Abbauprozesse spielten aufgrund dieser geringeren Biomasseproduktion in der Ruhr zunehmend eine untergeordnete Rolle, was sich auch positiv auf den Sauerstoffhaushalt des Baldeneysees auswirkte.

---

## 5 Der Gewässerzustand im Ruhreinzugsgebiet

---

Mit der EG-WRRL haben sich alle Mitgliedsstaaten der Europäischen Union verpflichtet, dem natürlichen Zustand hinsichtlich der ökologischen und chemischen Beschaffenheit der Oberflächengewässer möglichst nahe zu kommen. Dieses ehrgeizige Ziel kann wegen der vielfältigen Nutzung der Gewässer und einer Vielzahl an Einflussfaktoren nicht an allen Stellen erreicht werden. So sind in der Vergangenheit viele Gewässer in unterschiedlichem Maße verändert worden, was heute nicht oder allenfalls nur mit erheblichem Aufwand rückgängig gemacht werden könnte. In diesen Fällen lässt die EG-WRRL Ausnahmen von der Erreichung des „guten Zustandes“ zu, indem derartige Gewässer als „erheblich verändert“ ausgewiesen werden.

Gemäß EG-WRRL werden Fließgewässer mit Teileinzugsgebieten größer 10 km<sup>2</sup> untersucht. Im Ruhreinzugsgebiet sind dies 122 Gewässer, die sich auf neun Planungseinheiten und insgesamt 267 Wasserkörper verteilen. Während die Wasserkörper nach EG-WRRL die kleinsten zu bewirtschaftenden Einheiten darstellen, fassen die Planungseinheiten auf einer regionalen Ebene Wasserkörper zusammen, um für die Bewirtschaftungsplanung eine planerisch sinnvolle Größenordnung auf Basis möglichst homogener Rahmenbedingungen zu erhalten. Die Abgrenzung der Planungseinheiten orientiert sich an naturräumlichen Kriterien, an Art und Umfang der Belastungen und Defizite sowie an bestehenden funktionalen Zusammenhängen der Ökosysteme. In Tabelle 5.1 sind die wesentlichen Daten der neun Planungseinheiten in Form eines Steckbriefes zusammengefasst. Eine detaillierte Erläuterung zur Bewertung der physikalisch-chemischen Kenngrößen und des ökologischen Zustands ist im Ruhrgütebericht des Jahres 2007 dargestellt [5.1].

### Physikalisch-chemische Untersuchungen

Im Kalenderjahr 2009 wurden vom Ruhrverband und den Behörden 44 Fließgewässer an insgesamt 87 Messstellen physikalisch-chemisch untersucht. Die Lage der Nebengewässer in den Planungseinheiten und die Messstellen sind in Bild 5.1 in einer Karte dargestellt. In der Tabelle 5.2 sind die wesentlichen Daten der Gewässer sowie die Untersuchungshäufigkeiten zusammengefasst. Die Bewertung der Untersuchungsergebnisse erfolgt parameterbezogen für die Gewässer der vier betrachteten Planungseinheiten. Bewertet werden die Parameter pH-Wert, Sauerstoff, Chlorid, Ammonium-Stickstoff, Gesamtphosphor, Gesamter Organisch Gebundener Kohlenstoff sowie die Schwermetalle Blei, Kupfer, Nickel, Zink, Cadmium und Chrom (Bild 5.2).

---

[5.1] Ruhrverband: Untersuchung von Nebenflüssen. In: Ruhrgütebericht 2007, Essen, S. 39-55

Tabelle 5.1: Steckbriefe der Planungseinheiten (Auswahl)  
 Table 5.1: Characteristics of the planning units (selection)

Planungseinheit		Gewässer				Flächennutzung				
		AE <sub>0</sub> km <sup>2</sup>	Neben- gewässer > 10 km <sup>2</sup> n	Lauf- länge Haupt- gewässer km	Lauf- länge Neben- gewässer km	Wald/ Forst %	Landwirt- schaft %	Siedlung %	Sonstige %	Klär- anlagen n
1000	Untere Ruhr	650,6	15	99,0	154,9	24,8	33,9	38,3	3,0	14
1100	Volme	427,8	9	50,5	107,5	45,0	34,5	19,6	0,9	9
1200	Bigge	369,2	8	44,6	83,1	52,1	33,4	11,1	3,4	6
1300	Untere Lenne	528,7	12	73,6	148,2	62,9	21,4	14,1	1,6	9
1400	Obere Lenne	456,8	14	55,5	149,1	70,6	21,7	6,8	0,9	9
1500	Mittlere Ruhr	505,0	15	32,8	182,7	38,8	41,6	18,3	1,3	9
1600	Obere Ruhr 1	338,0	8	34,5	100,9	65,2	21,4	11,3	2,1	4
1700	Obere Ruhr 2	740,4	24	53,0	294,5	62,4	30,6	6,1	0,9	8
1800	Möhne	468,6	11	65,1	120,3	58,7	30,4	8,0	2,9	6

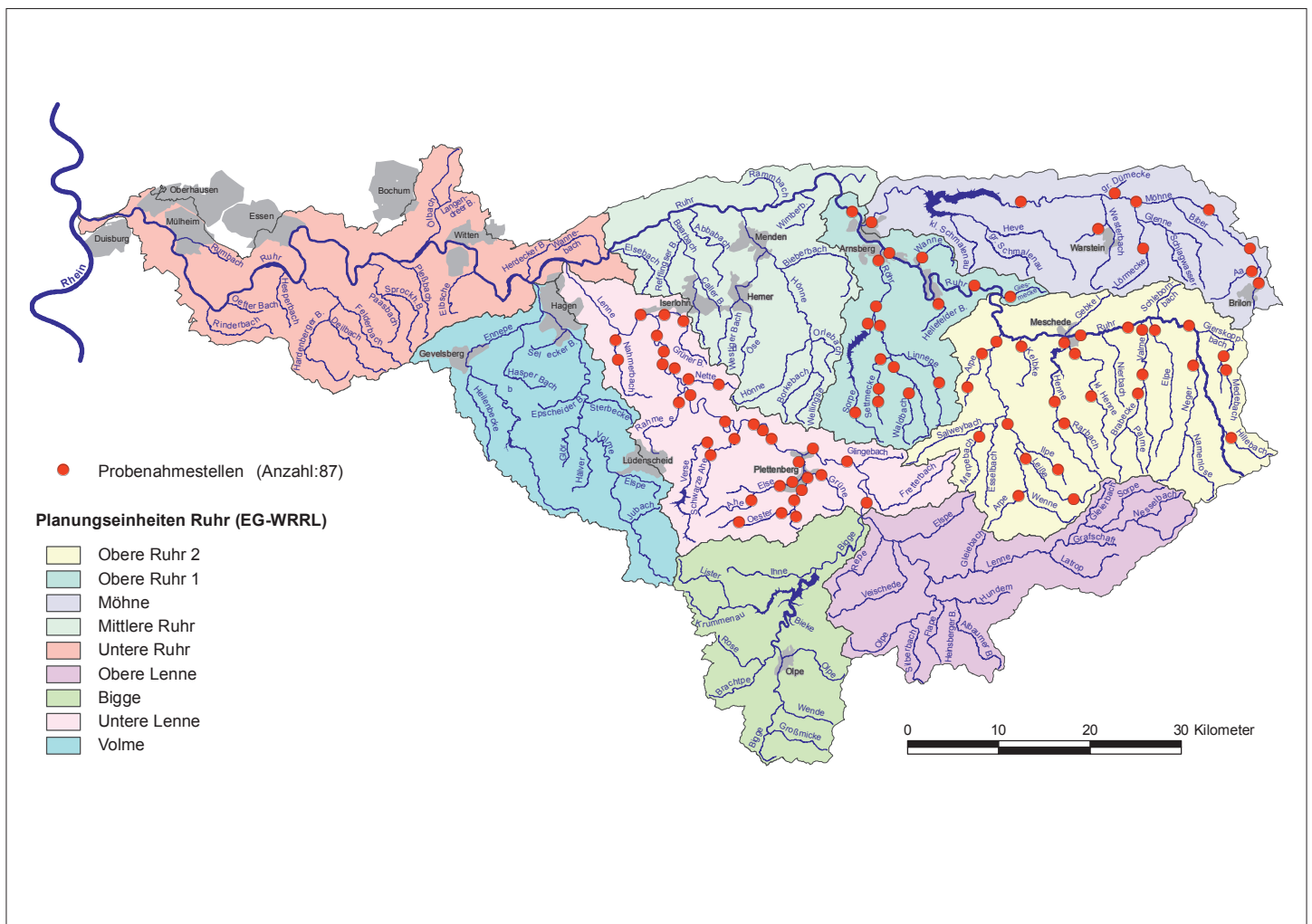


Bild 5.1: Lage der im Abflussjahr 2009 untersuchten Fließgewässer einschließlich der jeweiligen Probenahmestellen  
 Fig. 5.1: Location of flowing waters examined during the runoff year 2009 and of the respective sampling points

Tabelle 5.2: Ausgewählte Stammdaten der im Abflussjahr 2009 physikalisch-chemisch untersuchten Gewässer  
 Table 5.2: Selected master data for the waters physico-chemically examined in the runoff year 2009

	Gewässer-Nr.	AE <sub>0</sub> km <sup>2</sup>	Länge km	Anzahl Messstellen	Anzahl Untersuchungen
<b>Planungseinheit: Obere Ruhr 2</b>					
Ruhr	276	740,10	53,25	3	5
Hillebach	276112	17,27	7,72	1	6
Neger	276114	53,82	17,66	1	5
Gierskopfbach	276116	35,14	11,87	1	4
Medebach	2761162	10,06	5,77	1	6
Elpe	276118	34,27	18,69	1	6
Valme	27612	62,64	19,73	2	6
Brabecke	276122	32,40	13,57	1	6
Henne	27614	96,79	22,54	2	6
Rarbach	276142	13,89	8,33	1	5
Kleine Henne	276146	39,66	18,02	2	6
Kelbke	276156	24,05	7,53	1	6
Wenne	27616	217,94	31,10	2	5
Arpe II	276162	17,39	7,35	1	6
Leiße	276164	23,20	13,87	2	6
Ilpe	276166	12,58	8,29	1	6
Marpebach	2761682	15,71	9,12	1	6
Arpe I	2761696	19,59	8,71	2	6
<b>Planungseinheit: Obere Ruhr 1</b>					
Ruhr	276	338,00	34,54	3	4
Giesmecke	276174	10,13	6,30	1	4
Hellefelder Bach	276178	13,72	5,93	1	4
Wanne	2761794	11,24	8,80	1	4
Röhr	27618	203,26	28,94	4	4
Waldbach	276182	15,19	8,13	1	4
Settmecke	276184	18,58	9,90	3	4
Linnepe	276186	40,72	14,32	1	4
Sorpe	276188	57,56	18,56	2	4
<b>Planungseinheit: Möhne</b>					
Möhne	2762	468,60	65,13	5	4
Aa	276212	23,05	7,40	1	4
Glenne	27622	70,60	17,11	1	5
Lörmecke	276226	17,87	12,48	1	4
Grosse Dümecke	276232	10,20	2,88	1	3
Schorenbach	276246	20,69	5,02	1	5
<b>Planungseinheit: Untere Lenne</b>					
Lenne	2766	528,70	73,60	13	4
Else	27666	96,15	12,89	3	4
Ahe	276662	12,61	7,99	1	4
Oester	276664	56,29	15,75	5	4
Nuttmecke	2766642	11,88	3,39	1	4
Grüne	2766644	14,51	9,16	1	4
Verse	27668	79,77	24,55	2	4
Schwarze Ahe	276686	20,08	8,97	1	4
Rahmede	276692	29,76	11,68	1	5
Nette	276694	14,65	8,03	2	4
Grüner Bach	276696	25,12	11,64	2	4
Nahmerbach	276698	25,88	11,18	2	4

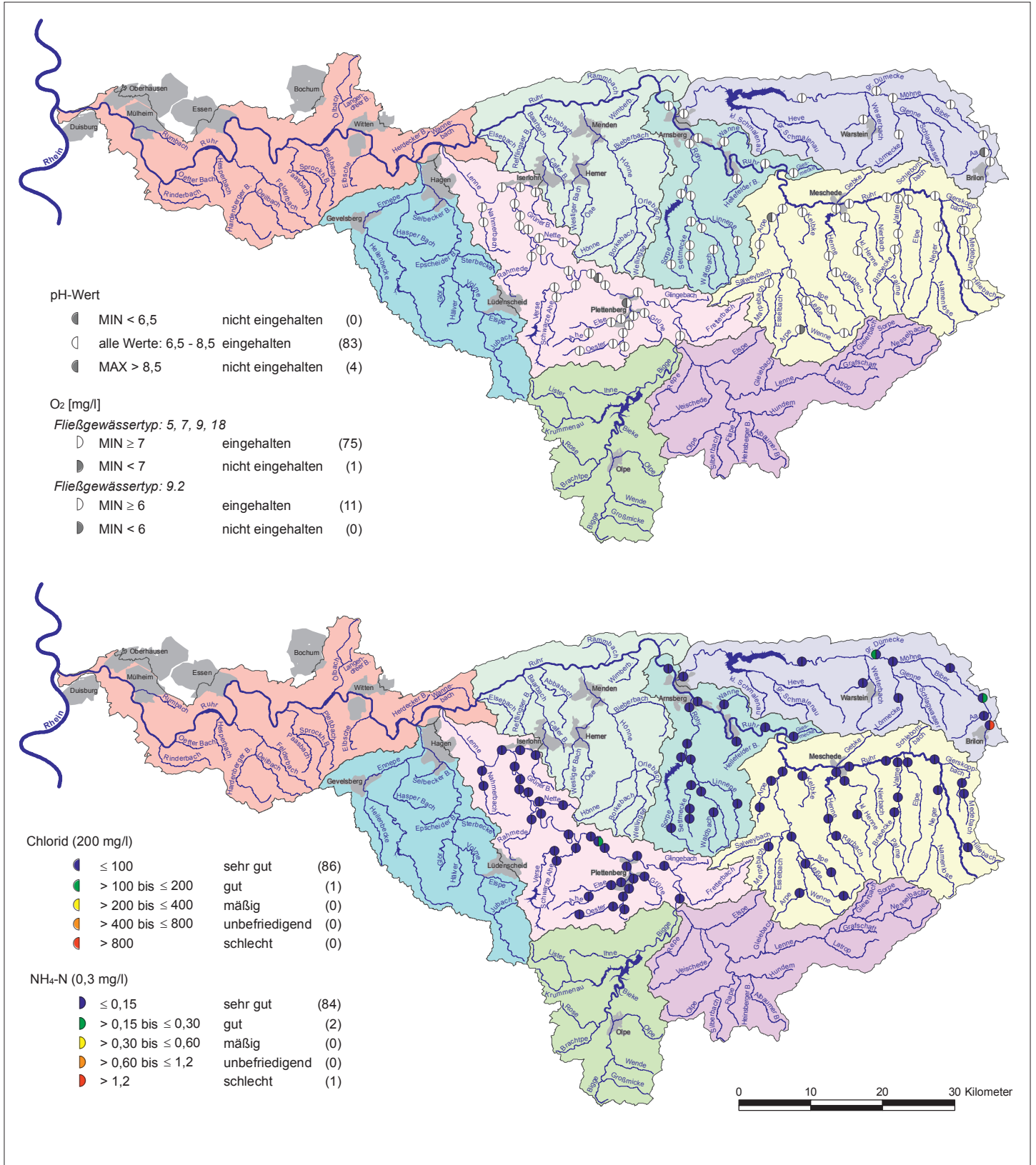


Bild 5.2: Bewertung der Konzentrationen ausgewählter Kenngrößen auf der Basis des Leitfadens zur Umsetzung der EG-WRRL in NRW, Kalenderjahr 2009  
 Fig. 5.2: Evaluation of the concentrations of selected parameters based on the guidelines for the implementation of the Water Framework Directive in North Rhine-Westphalia, calendar year 2009

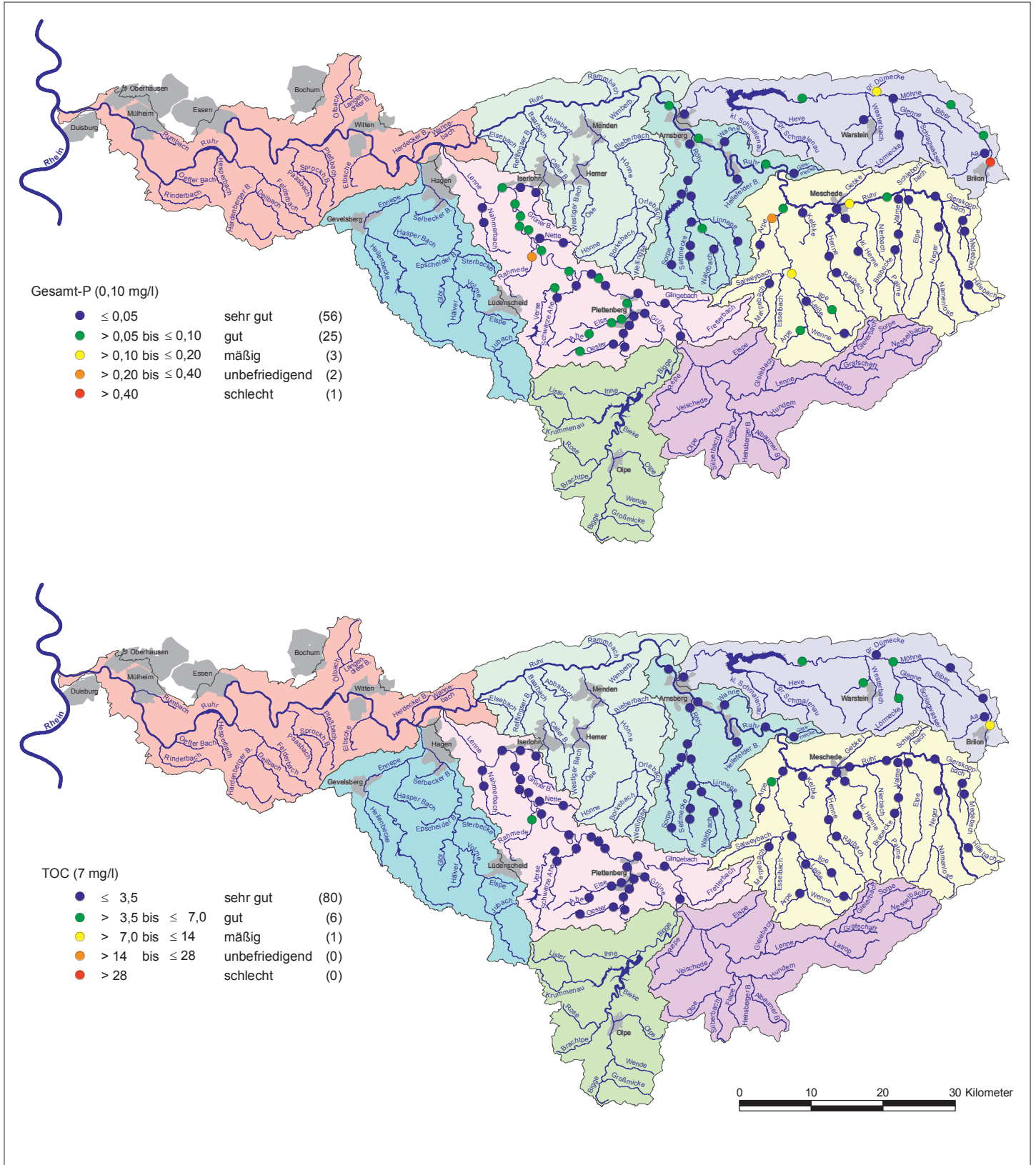


Bild 5.2: Bewertung der Konzentrationen ausgewählter Kenngrößen auf der Basis des Leitfadens zur Umsetzung der EG-WRRL in NRW, Kalenderjahr 2009  
 Fig. 5.2: Evaluation of the concentrations of selected parameters based on the guidelines for the implementation of the Water Framework Directive in North Rhine-Westphalia, calendar year 2009

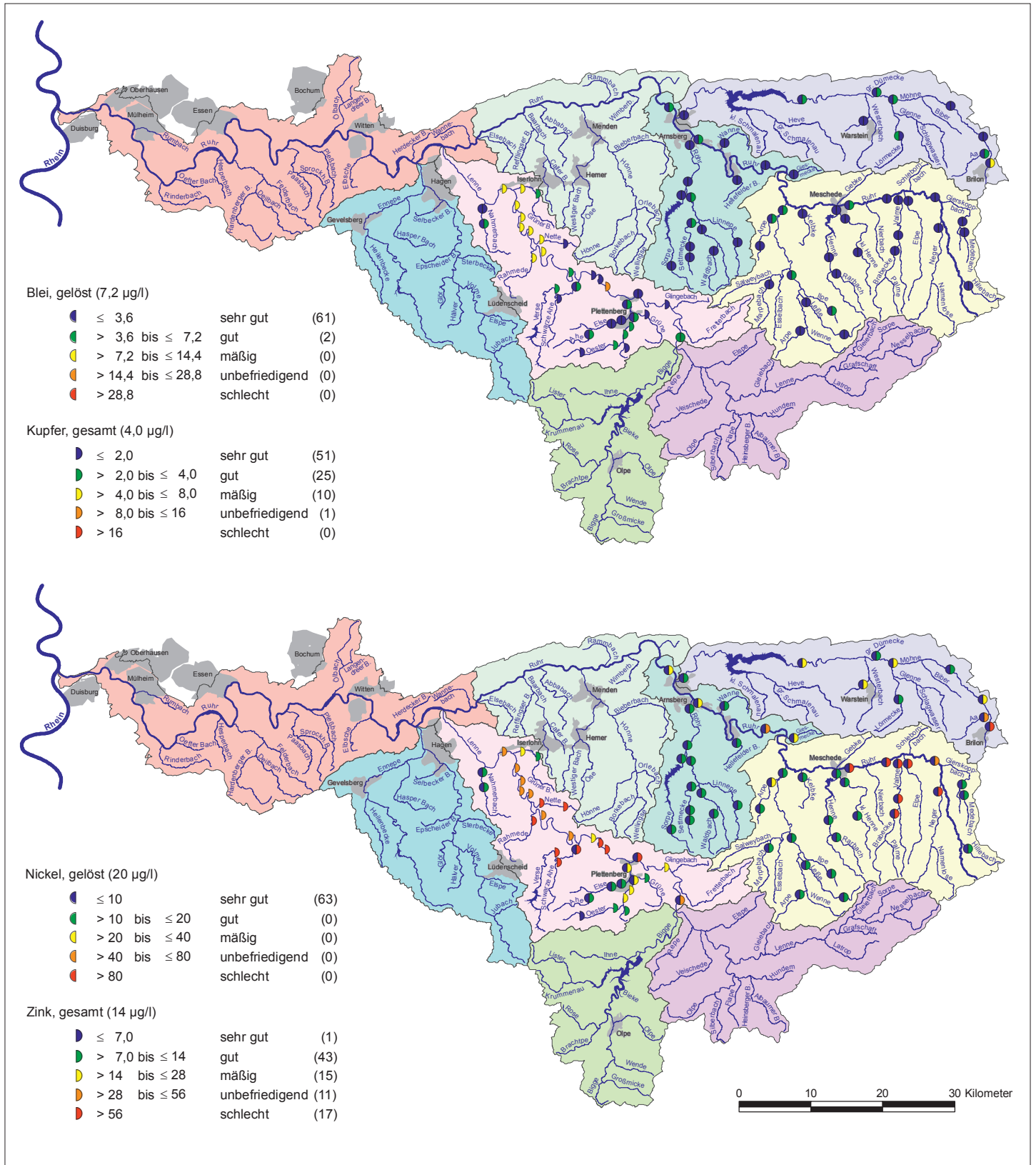


Bild 5.2: Bewertung der Konzentrationen ausgewählter Kenngrößen auf der Basis des Leitfadens zur Umsetzung der EG-WRRL in NRW, Kalenderjahr 2009  
 Fig. 5.2: Evaluation of the concentrations of selected parameters based on the guidelines for the implementation of the Water Framework Directive in North Rhine-Westphalia, calendar year 2009



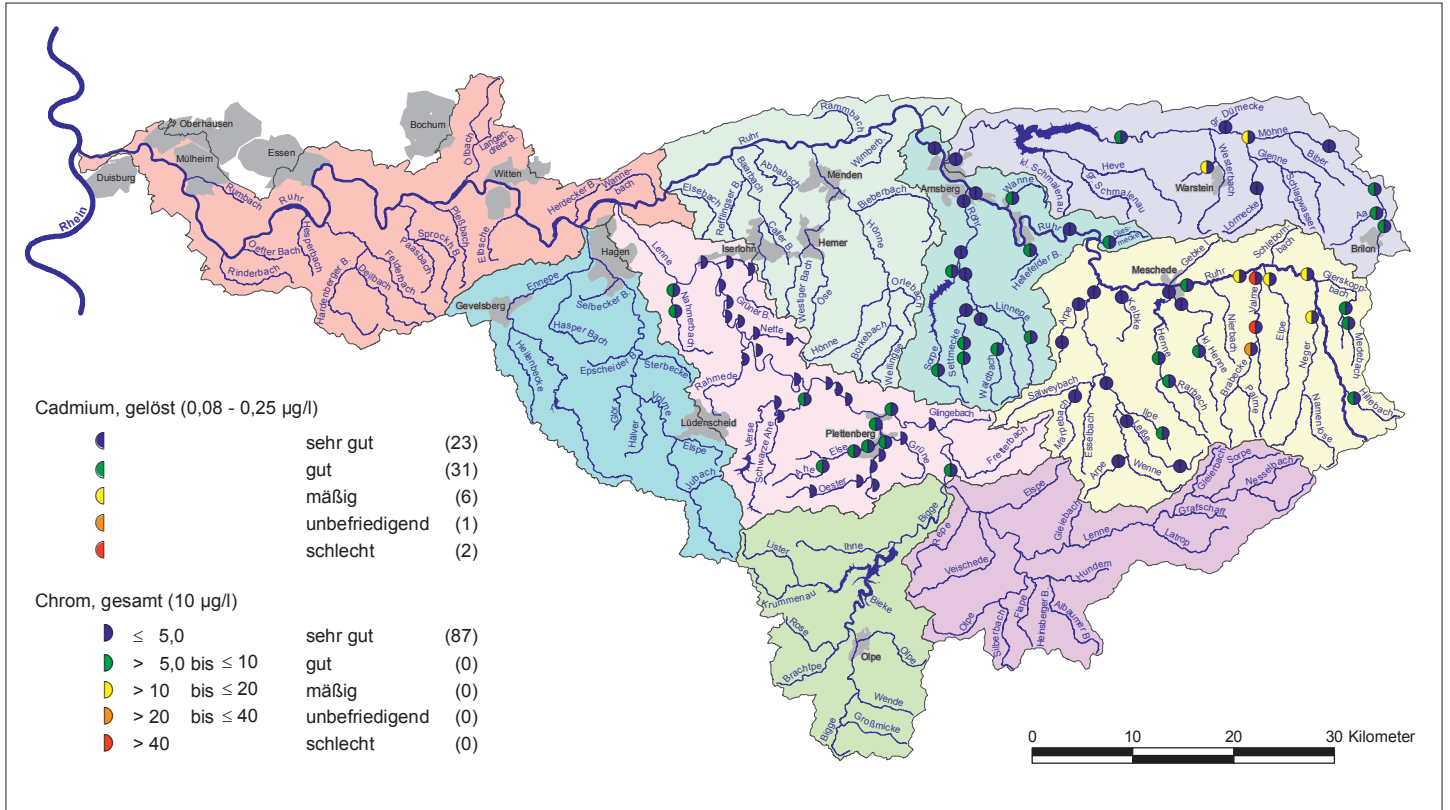


Bild 5.2: Bewertung der Konzentrationen ausgewählter Kenngrößen auf der Basis des Leitfadens zur Umsetzung der EG-WRRL in NRW, Kalenderjahr 2009  
 Fig. 5.2: Evaluation of the concentrations of selected parameters based on the guidelines for the implementation of the Water Framework Directive in North Rhine-Westphalia, calendar year 2009

### Planungseinheit Obere Ruhr 2

Von einer Ausnahme abgesehen wurde die Bandbreite für den pH-Wert von 6,5 bis 8,5 in der gesamten Planungseinheit eingehalten. Eine geringfügige Überschreitung der oberen Begrenzung war lediglich im Mündungsbereich der Arpe I festzustellen, wo unterhalb einer Werkskläranlage bei drei von sechs Untersuchungen pH-Werte über 8,5 gemessen wurden.

In der in den Oberlauf der Wenne mündenden Arpe II war bei einer Untersuchung ein geringes Sauerstoffdefizit zu verzeichnen. Ursache war eine bereits länger anhaltende Phase sommerlichen Wetters mit niedrigen Abflüssen, als der Sauerstoffgehalt mit 6 mg/l die Untergrenze von 7 mg/l für den Gewässertyp 5 unterschritt.

Die Salzbelastung, hier durch die Chloridgehalte repräsentiert, lag mit durchschnittlich 14 mg/l und einem Maximalwert von 31 mg/l auf einem sehr niedrigen Niveau. Alle Stellen konnten mit „sehr gut“ bewertet werden. Letzteres gilt auch für Ammonium-Stickstoff, dessen Maximalkonzentration lediglich 0,12 mg/l betrug.

Der Pflanzennährstoff Phosphor, hier durch den Gesamtphosphor repräsentiert, lag meist in sehr geringen Konzentrationen vor. So konnten 19 Stellen mit „sehr gut“ und vier Stellen mit „gut“

bewertet werden. Lediglich zwei Stellen wurden als „mäßig“ und nur eine Stelle als „unbefriedigend“ eingestuft. Bei den zwei Einstufungen mit „mäßig“ handelte es sich um die Ruhr bei Meschede und den Mittellauf der Wenne, an denen die Obergrenze für den „guten“ Zustand von 100 µg/l jeweils nur knapp überschritten wurde. Im Mündungsbereich der Arpe I betrug die Bandbreite der Gesamtphosphorgehalte 117 bis 470 µg/l bei einem Durchschnittswert von 284 µg/l, so dass hier eine Bewertung mit „unbefriedigend“ erfolgt.

In allen Gewässern dieser Planungseinheit lag keine bedeutende organische Belastung vor. Mit einer durchschnittlichen TOC-Konzentration aller 26 Probenahmestellen von 1,68 mg/l und einem Maximalwert unter 4 mg/l konnten 25 Stellen mit „sehr gut“ und eine Stelle mit „gut“ bewertet werden.

In einigen Gewässern dieser Planungseinheit lagen aufgrund der geogenen Vorbelastung erhöhte Schwermetallgehalte vor. Vorwiegend handelt es sich dabei um Zink und Cadmium, die an einigen Stellen für den „schlechten“ Zustand maßgeblich sind. Neben der Neger ist davon besonders die Valme betroffen, wo in Bereichen des ehemaligen Erzbergbaus noch einige erhöhte Schwermetallgehalte anzutreffen sind. So wurden in der Valme bei Ramsbeck Zinkkonzentrationen bis zu 960 µg/l gemessen. Durchschnittlich waren es hier 556 µg/l, die sich bis zur Mündung

in die Ruhr durch Verdünnung auf 452 µg/l verminderten. Die entsprechenden Werte für Cadmium betragen 0,93 bzw. 0,66 µg/l, was ebenfalls eine Einstufung als „schlecht“ erforderte. Ähnliche Verhältnisse lagen auch in der bei Ramsbeck mündenden Bra-becke vor. Weitere erhöhte Gehalte an Zink und Cadmium waren in der Neger und der Elpe sowie in der Ruhr unterhalb der jeweiligen Einmündungen anzutreffen, was hier Einstufungen von „mäßig“ bis „schlecht“ erforderte. Die Konzentrationen der Schwermetalle Chrom, Kupfer und Nickel waren durchgängig unauffällig, so dass in der Regel eine Bewertung mit „sehr gut“ und an wenigen Stellen mit „gut“ erfolgen konnte.

#### *Planungseinheit Obere Ruhr 1*

Diese Planungseinheit umfasst im wesentlichen das Einzugsgebiet der Röhr sowie einige kleinere, direkt in die Ruhr mündende Nebengewässer. Alle Gewässer des Einzugsgebiets der Röhr sowie die direkt in die Ruhr mündenden Nebengewässer Wanne und Hellefelder Bach wiesen ausnahmslos einen „sehr guten“ bis „guten“ Zustand auf. Die meist sauerstoffgesättigten Wässer zeichneten sich durch sehr geringe Nährstoffgehalte und eine unbedeutende saprobielle Belastung aus. Bei durchschnittlichen Chloridgehalten um 10 mg/l wurden zudem keine auffälligen Schwermetallgehalte gemessen.

Für die bei Freienohl in die Ruhr mündende Giesmecke wurden im Mündungsbereich Zinkgehalte von 5,8 bis 70 µg/l gemessen. Durchschnittlich sind dies 26 µg/l, so dass für dieses Element hier eine Einstufung als „mäßig“ erfolgte. Ursache ist anscheinend eine erhöhte Mobilität aufgrund der geringen Versauerung des waldreichen Einzugsgebiets. Von dieser Ausnahme abgesehen konnte für alle anderen Parameter eine Bewertung der Giesmecke mit „sehr gut“ bzw. „gut“ (Cadmium) erfolgen.

Die bereits in der Planungseinheit Obere Ruhr 2 festgestellte Zinkbelastung der Ruhr setzte sich fort, allerdings mit abnehmender Tendenz. So musste die Ruhr bei Oeventrop mit durchschnittlich 40 µg/l noch mit „unbefriedigend“ bewertet werden. Im weiteren Fließverlauf sank die Zink-Konzentration dann oberhalb der Röhrmündung auf 26 µg/l und unterhalb der Möhнемündung auf 21 µg/l. In beiden Fällen resultiert daraus eine Bewertung mit „mäßig“. Für alle anderen Parameter wurde mindestens der „gute“ Zustand erreicht, in den meisten Fällen konnte mit „sehr gut“ bewertet werden.

#### *Planungseinheit Möhne*

Der Oberlauf der Möhne ist durch Karstgebiete geprägt, was bei trockener Witterung abschnittsweise zu einem Trockenfallen des Gewässers führen kann. Aus diesem Grund konnte hier an einem Termin während der abflussarmen Sommermonate keine Probe entnommen werden. Die übrigen Stellen waren davon nicht betroffen, hier liegen jeweils mindestens vier Untersuchungen vor.

Im Februar und März führten starke Niederschläge zeitweise zu Entlastungen von Mischwasser in das Gewässer, was sich bei der Untersuchung am 11. März 2009 bei einigen Inhaltsstoffen wider-

spiegelte. Neben einer erhöhten organischen Belastung waren dabei vornehmlich die Nährstoffe betroffen. So musste allein aufgrund dieser Untersuchung für Ammonium-Stickstoff und Gesamtphosphor eine Einstufung in „schlecht“ erfolgen. Bei niedriger bzw. durchschnittlicher Wasserführung ohne Entlastungen, wie sie bei zwei Untersuchungen vorlag, hätten beide Parameter mit „sehr gut“ bewertet werden können. Nach Zufluss der unterhalb der Kläranlage Brilon mündenden Aa und weiterer Nebenbäche war dann auf dem gesamten Abschnitt bis zur Talsperre keine bedeutende saprobielle und organische Belastung mehr vorhanden. Dies gilt auch für die oberhalb der Talsperre mündenden Nebengewässer, die analog zur Möhne mindestens mit „gut“, meist sogar mit „sehr gut“ bewertet werden konnten.

In einigen Gewässern traten gering erhöhte Konzentrationen an Zink und an wenigen Stellen auch an Cadmium auf. In der Möhne unterhalb der Kläranlage Brilon lag aufgrund der geogen bedingten Zinkgehalte bis zu 60 µg/l ein „schlechter“ Zustand vor, der Mündungsbereich der Aa wurde für dieses Element mit durchschnittlich 49 µg/l als „unbefriedigend“ bewertet. Weitere gering erhöhte Zinkgehalte betrafen Abschnitte der Möhne oberhalb der Talsperre sowie die Mündungsbereiche von Glenne und Schorenbach, die jeweils mit „mäßig“ bewertet wurden. In der Glenne und dem Schorenbach wurde zudem die Obergrenze des „guten“ Zustandes für Cadmium knapp verfehlt, so dass sich hier ebenfalls eine „mäßige“ Bewertung ergab.

Im Mündungsbereich der Möhne in die Ruhr wurden bei allen Untersuchungen keine auffälligen Konzentrationen einzelner Inhaltsstoffe gemessen, so dass fast ausnahmslos mit „sehr gut“ bewertet werden konnte. Lediglich für Zink reichte es nur zu einem „gut“.

#### *Planungseinheit Untere Lenne*

In dieser Planungseinheit wurden 13 Fließgewässer an insgesamt 34 Stellen untersucht, davon 13 im Fließverlauf der Lenne. Die Bewertung erfolgt in Fließrichtung für die jeweiligen Einzugsgebiete.

Else mit den Nebengewässern Grüne, Nuttmecke, Oester und Ahe Bis auf wenige Ausnahmen lag in allen Gewässern dieses Einzugsgebiets ein „guter“ bis „sehr guter“ Zustand vor. Alle Wässer waren annähernd sauerstoffgesättigt, die pH-Werte erfüllten bis auf eine Ausnahme die Anforderungen von 6,5 bis 8,5. Die Ausnahme betraf den Mündungsbereich der Else, wo Ende April die Obergrenze mit pH 8,8 einmal knapp überschritten wurde.

Die Gehalte an Nährstoffen und organischen Inhaltsstoffen lagen durchgängig auf einem niedrigen Niveau, so dass der Zustand für diese Stoffgruppen meist mit „sehr gut“ bzw. „gut“ bewertet werden konnte. Die Salzgehalte, hier durch Chlorid repräsentiert, erreichten maximal 66 mg/l. Lediglich für Zink wurden an wenigen Stellen gering erhöhte Gehalte bis zu 36 µg/l gemessen, was Einstufungen von „mäßig“ erforderte. In diesem Gebiet wurden bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts neben Zink auch Kupfer und Blei abgebaut.

#### Verse mit Schwarzer Ahe

Die Beschaffenheit der Gewässer dieses Einzugsgebiets war mit Ausnahme von Zink weitgehend mit derjenigen des Einzugsgebiets der Else vergleichbar. Die durchschnittlichen Zinkgehalte lagen hier bei 130 µg/l, allerdings mit einer sehr hohen Bandbreite der Einzelwerte von < 3 bis 480 µg/l. Für beide Gewässer ergab sich dabei die Einstufung „schlecht“.

#### Rahmede, Nette, Grüner Bach und Nahmerbach

Die Einzugsgebiete von Rahmede und Nette weisen einen hohen Gewerbe- und Industrieanteil mit einer Vielzahl metallverarbeitender Betriebe auf. Während diese beiden aber auch andere Gewässer im Lennetal in früheren Jahren meist sehr hoch belastet waren, hat sich die Situation in den letzten Jahren merklich verbessert. So konnte in der Rahmede für den überwiegenden Teil der untersuchten Parameter eine Bewertung mit „sehr gut“ bzw. „gut“ erfolgen. Lediglich für Phosphor und einige Schwermetalle wurden im Mündungsbereich noch erhöhte Konzentrationen gemessen. So betrug die Bandbreite der Phosphorgehalte 180 bis 300 µg/l, was bei einem Durchschnittswert von 238 µg/l eine Bewertung mit „unbefriedigend“ zur Folge hatte. Für Kupfer wurden 5 bis 8,9 µg/l gemessen, was im Mittel einem „mäßigen“ Zustand entspricht. Zink lag in Konzentrationen von 24 bis 120 µg/l vor, so dass daraus bei einem Durchschnittswert von 64 µg/l eine Einstufung in „schlecht“ resultiert.

In der Nette konnte für nahezu alle untersuchten Parameter eine Bewertung mit „sehr gut“ bzw. „gut“ erfolgen. Qualitätseinbußen gab es bei Zink, dessen Konzentrationen an beiden Probenahmestellen eine Einstufung in „schlecht“ notwendig machen sowie im Mündungsbereich für Kupfer mit einem „mäßigen“ Zustand.

In Fließrichtung folgen die Gewässer Grüner Bach und Nahmerbach. Das Gewässer Grüner Bach wurde mit durchschnittlichen Gehalten an Kupfer von 5,5 µg/l und Zink von 28 µg/l für beide Elemente mit „mäßig“ bewertet. Bei den übrigen Parametern lag jeweils ein „sehr guter“ Zustand vor. Im Nahmerbach ergab sich an beiden Probenahmestellen für alle Kenngrößen eine „sehr gute“ bis „gute“ Bewertung.

#### Lenne

An allen 13 Probenahmestellen wurde bei den Untersuchungen jeweils ein annähernd sauerstoffgesättigtes Wasser angetroffen. Die pH-Werte überschritten lediglich bei einer Untersuchung an der Probenahmestelle „in Ohle“ mit 8,7 geringfügig die Obergrenze für den pH-Wert von 8,5, was auf eine Verschiebung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichts durch den photosynthetisch bedingten Kohlendioxidentzug zurückzuführen war. Zur gleichen Zeit war hier auch mit 13,5 mg/l eine merkliche Sauerstoffübersättigung vorhanden.

Im gesamten Fließverlauf der Lenne in dieser Planungseinheit wurde keine bedeutende Belastung mit organischen Inhaltsstoffen bzw. Nährstoffen festgestellt. Meist konnte eine Bewertung mit „sehr gut“, für Gesamtphosphor mindestens mit „gut“ erfolgen. Eine relevante mineralische Belastung, repräsentiert durch die Chloridgehalte, war mit einer Maximalkonzentration von 45 mg/l nicht vorhanden.

Die bereits bei den Nebengewässern erkennbaren Einflüsse des hohen Gewerbe- und Industrieanteils mit einer Vielzahl metallverarbeitender Betriebe wirkten sich auch auf die Lenne aus. In erster Linie waren davon die Konzentrationen für Zink und Kupfer betroffen. Während bei Kupfer bis auf eine Ausnahme allerdings mindestens ein „mäßiger“ Zustand erreicht wurde, musste der Zustand bei Zink fast durchgängig mit „unbefriedigend“ oder „schlecht“ bewertet werden. Lediglich an zwei Stellen konnte ein „mäßig“ vergeben werden. Bei der Bewertung darf nicht außer Acht gelassen werden, dass in weiten Teilen des Lennetals früher Erzbergbau betrieben wurde, dessen Auswirkungen noch eine Zeit lang in der Beschaffenheit der Gewässer erkennbar sein werden.

### **Hydrobiologische Untersuchungen**

Der Gewässerzustand wird vor dem Hintergrund der kooperativen Mitwirkung des Ruhrverbands beim operativen Gewässermonitoring gemäß EG-WRRRL seit 2007 in Form von ökologischen Gewässerzustandskarten dargestellt.

In der messstellenbezogenen Darstellungsform zeigen Bild 5.3 und 5.4 die Gewässerzustandskarten für die Komponenten „Saprobie“ und „Allgemeine Degradation“. Die Karten basieren auf Untersuchungen, die in den Jahren 2004 bis 2009 durchgeführt wurden, und umfassen aktuell 541 Probenahmestellen.

Für die Komponente „Versauerung“, die im Einzugsgebiet der Ruhr nur für die Messstellen in den silikatischen Mittelgebirgsbächen relevant ist, weisen die entsprechenden Probenahmestellen alle einen „guten“ oder „sehr guten“ Zustand auf. Auf eine kartografische Darstellung wird daher verzichtet.

Die Ergebnisse sind in den Karten messstellengenau mit farbig codierten Symbolen dargestellt, die der fünfstufigen Qualitätsklassifizierung nach EG-WRRRL entsprechen. Als Datenquellen dienen die Untersuchungsergebnisse aus dem gemäß EG-WRRRL vom Ruhrverband und von staatlichen Dienststellen durchgeführten Gewässermonitoring sowie Daten, die im Rahmen sonstiger Untersuchungen beim Ruhrverband erhoben wurden. Diese z. B. im Rahmen der „Integralen Entwässerungsplanung“ (IEP) [5.2] in räumlich eng begrenzten Gebieten mit hoher Dichte gewonnenen Daten sollen unter Berücksichtigung der Ziele der EG-WRRRL helfen, ggf. notwendige Maßnahmen im Bereich der Niederschlagswasserbehandlung hinsichtlich Zielerreichung und Aufwand zu optimieren.

Im Jahr 2009 wurden vom Ruhrverband 90 Probenahmestellen hydrobiologisch untersucht. Diese Ergebnisse sowie Daten der staatlichen Dienststellen aus dem Jahr 2008 wurden bei der Aktualisierung der vorliegenden Gewässerzustandskarten berücksichtigt.

[5.2] Ruhrverband: Immissionsorientierte Bewertung von Niederschlagswassereinleitungen am Beispiel der Einzugsgebiete der Kläranlagen Wenden und Plettenberg. In: Ruhrgütebericht 2006, Essen, S. 99-103

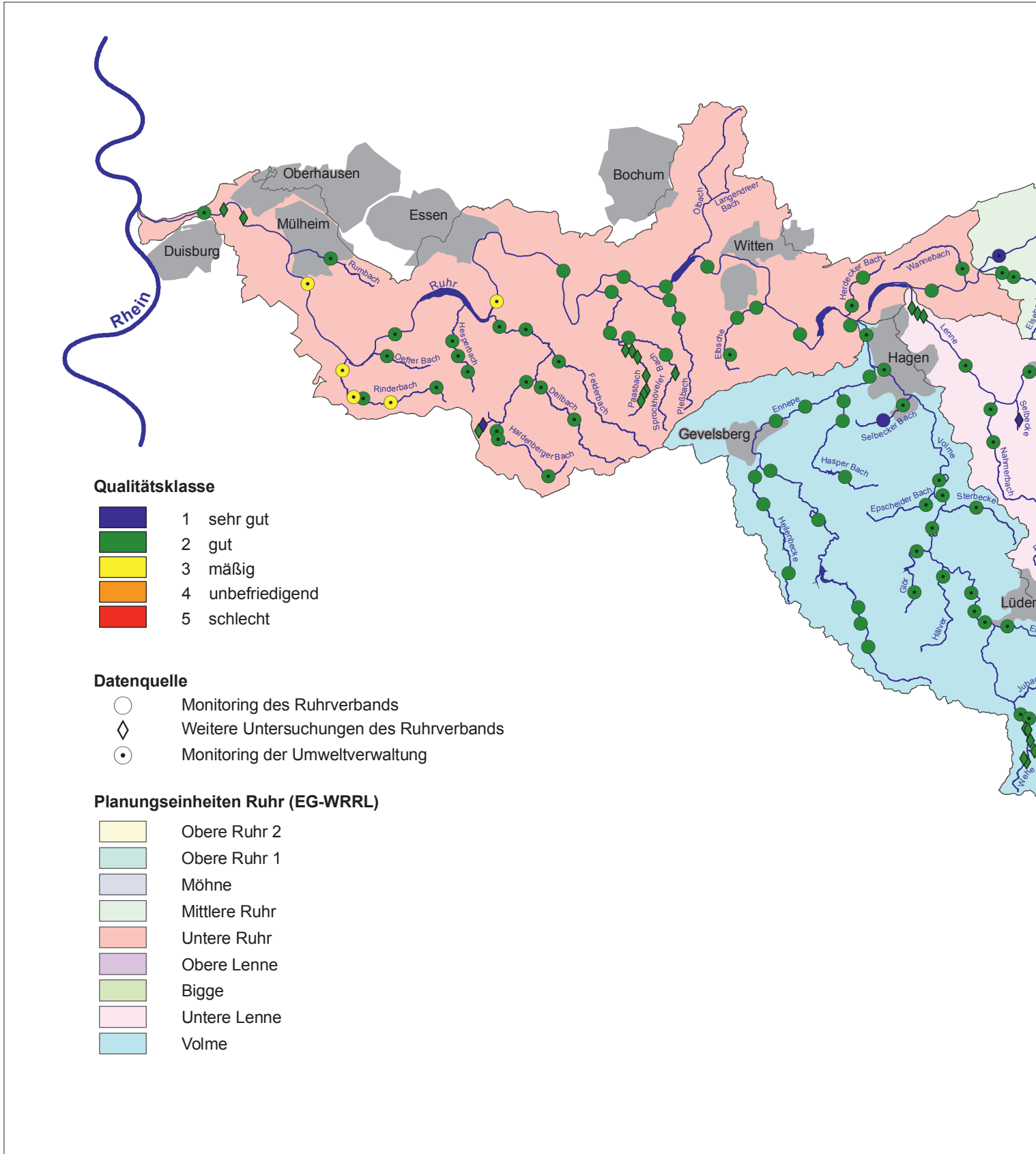
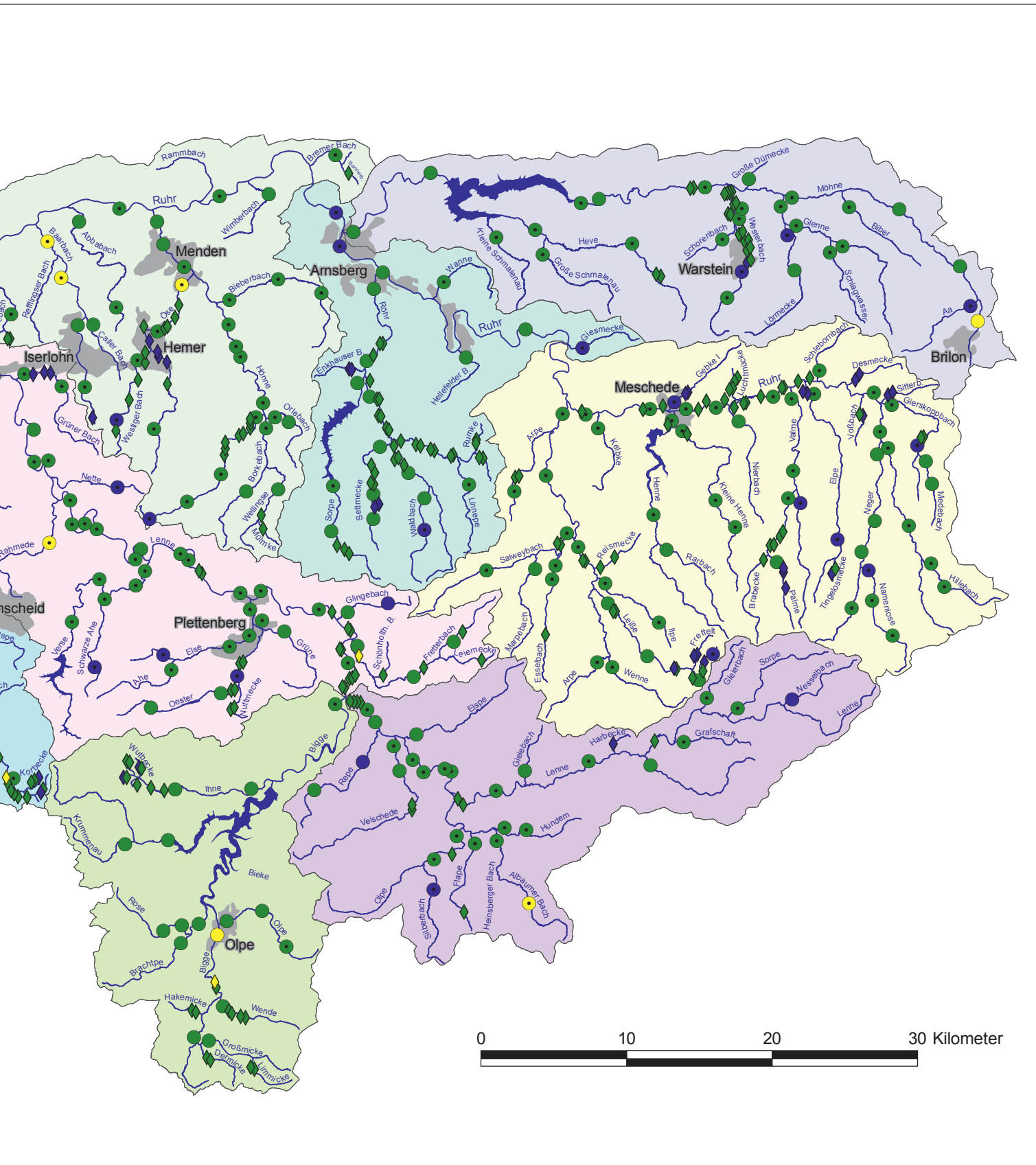


Bild 5.3: Ökologischer Gewässerzustand im Ruhrinzugsgebiet – Makrozoobenthos (Modul „Saprobie“), 2009  
 Fig. 5.3: Ecological water condition in the Ruhr catchment area – macrozoobenthos (module “saprobic index”), 2009



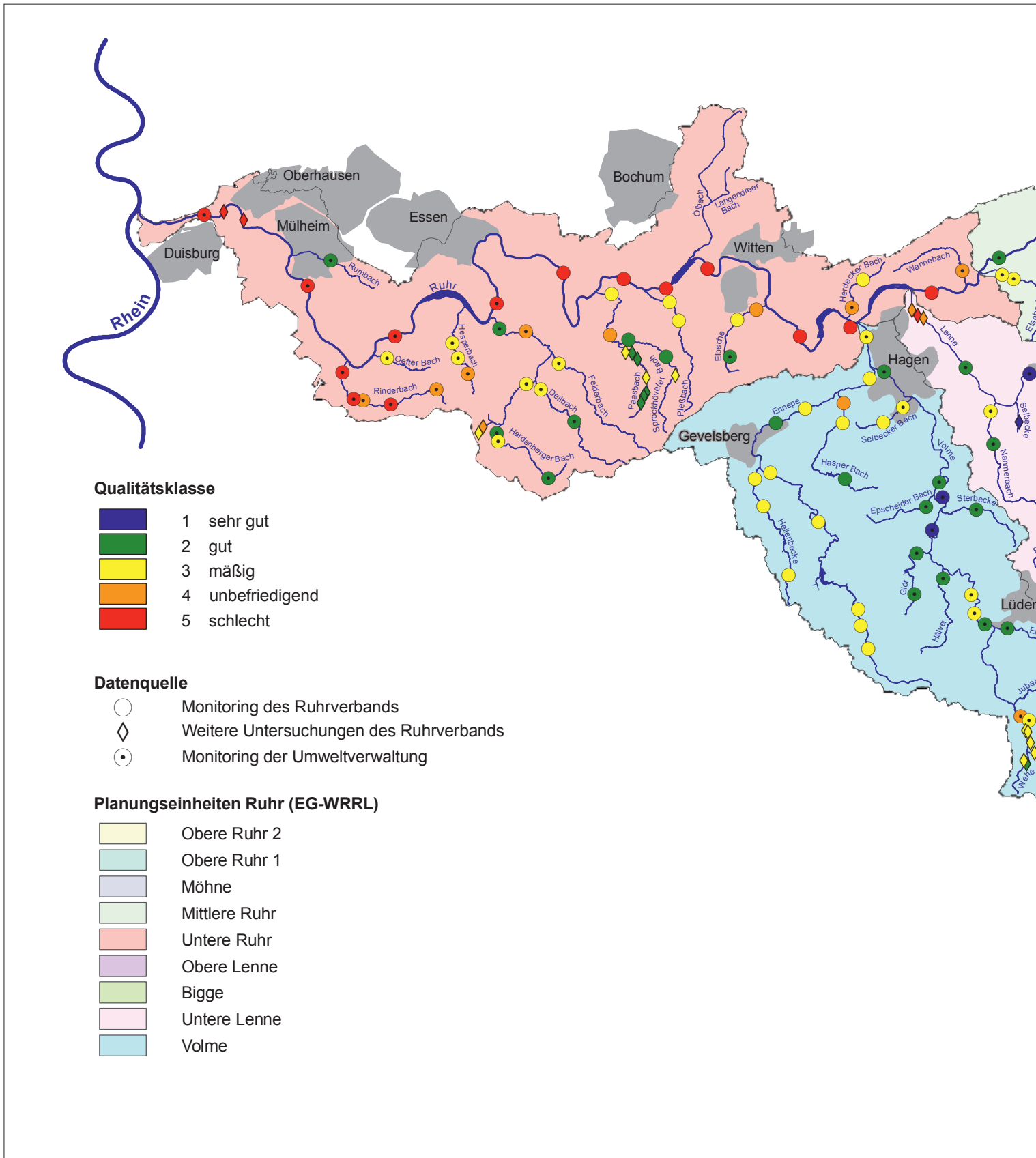
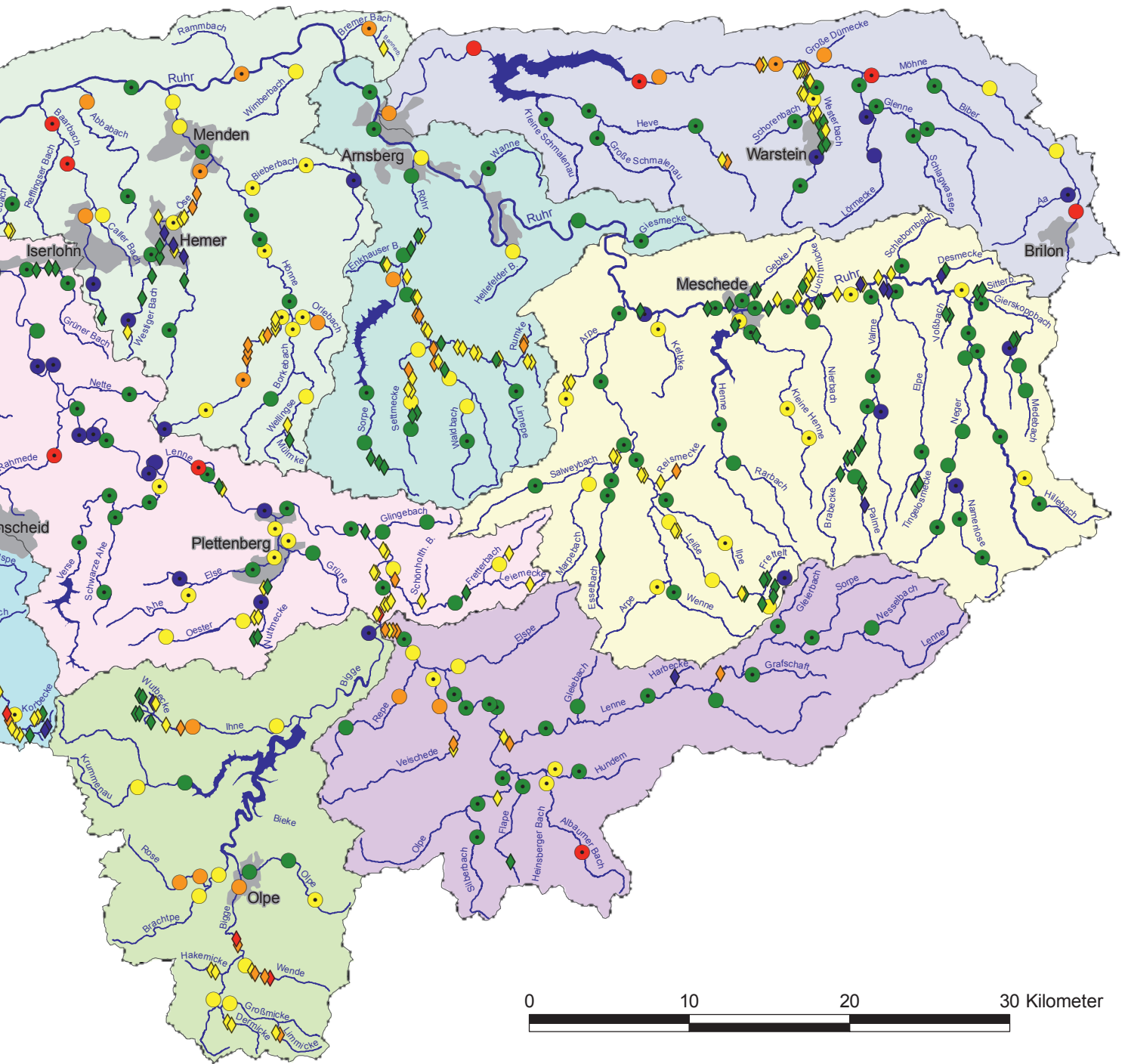


Bild 5.4: Ökologischer Gewässerzustand im Ruhrinzugsgebiet – Makrozoobenthos (Modul „Allgemeine Degradation“), 2009  
 Fig. 5.4: Ecological water condition in the Ruhr catchment area – macrozoobenthos (module “general degradation”), 2009



Im Rahmen des kooperativen Gewässermonitorings lag seitens des Ruhrverbands im Jahr 2009 der Schwerpunkt der hydrobiologischen Untersuchungen im östlichen Ruhreinzugsgebiet in den Planungseinheiten Möhne und Obere Ruhr 1. Innerhalb des Programms „Integrale Entwässerungsplanung“ wurden durch den Ruhrverband eng begrenzte Gebiete in den Planungseinheiten Untere Lenne, Bigge sowie Obere Ruhr 2 und Obere Lenne intensiv untersucht. In den Planungseinheiten Mittlere Ruhr und Volme haben 2009 im Rahmen des operativen Monitorings keine Untersuchungen stattgefunden. In der Darstellung der Planungseinheit Untere Ruhr sind die Ergebnisse aus dem Jahr 2008 der staatlichen Dienststellen mitberücksichtigt.

#### Planungseinheit Möhne

Die aktuellen Ergebnisse bestätigen den insgesamt „guten“ saprobiellen Zustand der Möhne und ihrer Nebengewässer. Lediglich eine im Jahr 2009 untersuchte Probenahmestelle unterhalb von Brilon in der Hunderbecke, wie der Oberlauf der Möhne hier auch genannt wird, weist bei einem Saprobienindex von 2,43 einen „mäßigen“ ökologischen Zustand auf. Dieser im Briloner Massenkalk gelegene Gewässerabschnitt ist geprägt durch einen hohen Anteil von Niederschlagswassereinleitungen aus dem Stadtgebiet Brilon sowie durch das gereinigte Abwasser der Kläranlage Brilon. Zudem handelt es sich um ein zeitweise trockenfallendes Gewässer, das mit dem Verfahren gemäß EG-WRRL nicht angemessen bewertet werden kann. Charakteristische Arten des hier vorliegenden Gewässertyps 7, „Grobmaterialreicher, karbonatischer Mittelgebirgsbach“, insbesondere die an das zeitweise Trockenfallen angepassten Stein- und Eintagsfliegen, fehlen allerdings vollständig. Dagegen traten Verschmutzungsanzeiger wie die Wasserassel *Asellus aquaticus*, Chironomiden, Tubifiziden und Egel z. T. in hohen Abundanzen auf. In diesem Bereich stellt die Möhne ein stark ausgebautes, hydromorphologisch vollständig überprägtes Gewässer dar, was sich deutlich in der mit „schlecht“ bewerteten Qualitätskomponente „Allgemeine Degradation“ widerspiegelt.



Bild 5.5: Oberlauf der Möhne (Hunderbecke)

Ein besonders erwähnenswertes Gewässer ist die Lörmecke, ein naturnaher Mittelgebirgsbach mit guter Strukturqualität, der bezogen auf die „Allgemeine Degradation“ daher auch mit „sehr gut“ (Index von 0,82) bewertet wird. Hier finden sich eher anspruchsvolle, gewässertypspezifische Taxa, wie die Steinfliegenart *Leuctra braueri*, Vertreter der Steinfliegengattungen *Protonemura* und *Siphonoperla*, die Eintagsfliegenart *Epeorus assimilis* sowie die Köcherfliegenart *Hydropsyche dinarica*.

#### Planungseinheit Obere Ruhr 2

Insgesamt weisen die Gewässer in dieser Planungseinheit bezogen auf die „Saprobie“ einen „guten“ oder „sehr guten“ ökologischen Zustand auf. Im Jahr 2009 fanden in dieser Planungseinheit im Rahmen der „Integralen Entwässerungsplanung“ in der Ruhr im Bereich der Ortslage Velmede (vgl. Kap. 3) und in einigen Nebengewässern, wie z. B. in der Leisse, der Wenne und im Salweybach, kleinräumige hydrobiologische Untersuchungen statt. An allen 26 Probenahmestellen wird der „gute“ ökologische Zustand (Modul Saprobie) deutlich eingehalten. An einigen Probenahmestellen in der Leisse und ihrem kleinen Nebengewässer Frettelt konnte ein „sehr guter“ Zustand festgestellt werden.

Auffällig ist das positive Bewertungsergebnis der Gebke, eines kleinen nördlichen Zuflusses zur Ruhr. Das Gewässer erstreckt sich im Untersuchungsbereich entlang der Siedlungsgrenze von Meschede und weist morphologisch nur mäßig naturnahe Strukturen mit hohem Anteil an standortfremden Fichten im Ufer- und Auenbereich auf. Trotzdem zeigt die Besiedlung saprobiell „sehr gute“ Verhältnisse bei einer Bewertung der „Allgemeinen Degradation“ mit „gut“ an. Typisch für die Besiedlung in diesem Bereich ist eine arten- und individuenreiche Gemeinschaft mit für den Gewässertyp charakteristischen Reinwasserarten wie der Lidmücke *Liponeura*, großen Steinfliegenlarven wie *Perla marginata* und *Dinocras cephalotes*, die dort neben sieben anderen Steinfliegengattungen vorkommen, sowie vergleichsweise anspruchsvolle Eintags- und Köcherfliegentaxa (z. B. *Epeorus assimilis*, *Philopotamus montanus*, *Glossosoma conformis*). Ursache für das Vorkommen der bei den lokalen Gewässerstrukturen nicht zu erwartenden anspruchsvollen Makrozoobenthosarten ist der Effekt der Strahlwirkung [5.3]. Die Gebke verläuft in ihrem Oberlauf als naturnaher Waldbach und die unter diesen Bedingungen vorkommenden Arten können, da stoffliche und kritische hydraulische Belastungen fehlen, in die weniger naturnahen Gewässerstrecken der Gebke entlang der Bebauungsgrenze einwandern und diese besiedeln.

Die Mehrheit der in dieser Planungseinheit untersuchten Gewässer (70%) weisen einen „guten“ oder sogar „sehr guten“ ökologischen Zustand bezogen auf die „Allgemeine Degradation“ auf.

[5.3] Ruhrverband: Maßnahmen zur Zielerreichung „Guter ökologischer Zustand“ der Fließgewässer – das Projekt „Strahlwirkung“. In: Ruhrgütebericht 2007, Essen, S. 120-124



### Planungseinheit Obere Ruhr 1

An sieben Probenahmestellen, die in der Ruhr, der Settmecke, der Sorpe und im Waldbach liegen, wurden im Rahmen des kooperativen Gewässermonitorings hydrobiologische Untersuchungen des Makrozoobenthos durchgeführt. Der gute saprobielle Zustand früherer Untersuchungen konnte an allen Probenahmestellen bestätigt werden. Diese Planungseinheit weist insgesamt an allen Probenahmestellen einen „guten“ oder „sehr guten“ saprobiellen Zustand auf.

In der Sorpe wurden 2009 zwei Probenahmestellen untersucht. Diese liegen in Gewässerabschnitten, die dem Gewässertyp 5 „Grobmaterialreicher, silikatischer Mittelgebirgsbach“ entsprechen. Die unterhalb der Ortschaft Hagen bei Sundern gelegene Probenahmestelle weist hinsichtlich der Qualitätsklasse „Allgemeine Degradation“ bei einem Index von 0,66 einen „guten“ ökologischen Zustand auf (2007: Index von 0,55). Hier wurden in größerer Vielfalt und Abundanz anspruchsvolle Insektenarten aus der Gruppe der Ephemeroptera ( Eintagsfliegen), Plecoptera (Steinfliegen) und Trichoptera (Köcherfliegen) gefunden, die für diesen strukturreichen Gewässertyp charakteristisch sind. So kommen typische Arten des Metarhithrals wie die Eintagsfliegen *Baetis scambus* und *Epeorus assimilis* sowie die Steinfliegengattung *Protonemura* und als typische Köcherfliegen die Gattung *Sericostoma* vor. Dagegen befindet sich die Sorpe an der Probenahmestelle im Unterlauf vor Mündung in die Röhre im Grenzbereich zwischen einem „mäßigen“ und einem „unbefriedigenden“ ökologischen Zustand (2009: Index 0,39, im Vergleich zu 2007: Index 0,41). Hier fehlt die Vielfalt an anspruchsvollen Insektenarten, die im Oberlauf des Gewässers vertreten sind. Dieser Gewässerabschnitt ist in seiner Morphologie an die stark schwankende Abflusssituation durch die oberhalb gelegene Sorpetalsperre technisch angepasst, was auch die Ausweitung als HMWB gemäß EG-WRRL bedingt. Somit ist in diesem Abschnitt der Sorpe das gute ökologische Potenzial das Entwicklungsziel und nicht die Erreichung des guten ökologischen Zustands.

Die Ergebnisse von den zwei im Jahr 2009 untersuchten Ruhr-Probenahmestellen (bei Oeventrop, Ruhr-km 162,11 und oberhalb der Einmündung der Röhre, Ruhr-km 142,23) werden in Kapitel 3 ausführlich dargestellt.

In dieser Planungseinheit zeigen hinsichtlich der „Allgemeinen Degradation“ eine Vielzahl (41 %) von Probenahmestellen einen „mäßigen“, einige wenige auch einen „unbefriedigenden“ ökologischen Zustand. Verantwortlich hierfür sind vor allem die unbefriedigenden Gewässerstrukturen der siedlungsbedingt stark ausgebauten Gewässer.

### Planungseinheit Obere Lenne

Im Jahr 2009 wurden im Rahmen der „Integralen Entwässerungsplanung“ an fünf Probenahmestellen hydrobiologische Untersuchungen durchgeführt. Die beispielhaften Ergebnisse bestätigen den insgesamt „guten“ bis „sehr guten“ ökologischen Zustand bezogen auf die „Saprobie“ in dieser Planungseinheit (einzige Ausnahme: Albaumer Bach).

Erwähnenswert ist der Harbecker Bach, der unterhalb der Ortschaft Schmallenberg in die Lenne mündet. Dieser kleine naturnahe Mittelgebirgsbach (Gewässertyp 5) zeichnet sich durch eine große Vielfalt anspruchsvoller Insekten aus. Hervorzuheben sind z. B. die Eintagsfliegenarten *Baetis scambus*, *Baetis alpinus* und *Epeorus assimilis*, die Steinfliegengattungen *Leuctra*, *Nemoura*, *Siphonoperla* und *Protonemura* sowie die Köcherfliegenarten *Rhyacophila laevis* und *R. tristis*.

Insgesamt stellen sich die Probenahmestellen in dieser Planungseinheit bezüglich der „Allgemeinen Degradation“ mehrheitlich in einem „guten“ ökologischen Zustand dar.

### Planungseinheit Untere Lenne

Die 15 hydrobiologischen Untersuchungen in dieser Planungseinheit im Jahr 2009 fanden ausschließlich im Rahmen der „Integralen Entwässerungsplanung“ statt, wobei die Probenahmestellen größtenteils im Hauptlauf der Lenne zwischen km 75,07 und km 65,38 lagen. Der Fretterbach (Probenahmestelle vor Mündung in die Lenne) weist im Jahr 2009 eine geringere Besiedlung als im Jahr 2008 auf. Mit einem Saprobienindex von 2,07 wird diese Probenahmestelle nun mit „mäßig“ bewertet. Auch der ökologische Zustand im Hinblick auf die „Allgemeine Degradation“ hat sich von „mäßig“ im Jahr 2008 nach „unbefriedigend“ im Jahr 2009 verschlechtert. Einige anspruchsvolle Taxa wie z. B. die Eintagsfliegenart *Baetis scambus* fehlen vollständig. Es finden sich aber noch diverse taxospezifische Arten oder Taxa wie z. B. *Leuctra geniculata*, *Glossiphonia complanata* und *Siphonoperla*. Allerdings tritt in größerer Anzahl auch der Egel *Erbobdella octoculata* auf, was auf eine organische Belastung hindeutet. Ursache könnten die oberhalb der Probenahmestellen gelegenen Fischteiche mit zeitweisem Austrag von organisch belastetem Teichwasser sein.

### Planungseinheit Bigge

Die im Programm „Integrale Entwässerungsplanung“ im Jahr 2009 untersuchten elf Probenahmestellen zeigen alle hinsichtlich der „Saprobie“ einen „guten“ oder „sehr guten“ ökologischen Zustand.

Hervorzuheben ist ein kleiner Nebenbach der Wutbecke, der eine sehr artenreiche Makrozoobenthos-Biozönose aufweist. So wurden hier zahlreiche typische Arten des silikatischen Mittelgebirgsbachs gefunden. Besonders hervorzuheben ist das Auftreten der Köcherfliegenarten *Glossosoma conformis*, *Philopotamus montanus* und *Hydropsyche fulvipes*, die als Reinwasserarten höchste Ansprüche an die Wasserqualität und an den strukturellen morphologischen Zustand eines Gewässers stellen.

### Planungseinheit Untere Ruhr

In dieser Planungseinheit erfolgten 2009 keine hydrobiologischen Untersuchungen. Vielmehr konnten die zwischenzeitlich vorliegenden Ergebnisse der Umweltämter von 2008 in die Gewässerzustandskarten integriert werden. Die Ergebnisse von den beiden

Probenahmestellen „oberhalb des Baldeneysees“ (km 38,73) und „Mendener Brücke“ (km 16,88) werden in Kapitel 3 ausführlich dargestellt. Die untere Ruhr befindet sich hier im Grenzbereich zwischen dem „guten“ und „mäßigen“ saprobiellen Zustand. Für den Deilbach und den Felderbach bestätigen die jüngsten Ergebnisse den „guten“ ökologischen Zustand für die „Saprobie“. Damit zeigen alle Nebengewässer der Ruhr in dieser Planungseinheit – bis auf den Rinderbach – hinsichtlich der „Saprobie“ einen „guten“ ökologischen Zustand.

Anders stellt sich der Gewässerzustand hinsichtlich der „Allgemeinen Degradation“ dar. Hier befinden sich die Gewässer mehrheitlich in einem „mäßigen“, „unbefriedigenden“ oder in Einzelfällen auch „schlechten“ Zustand. Ursache für diese Befunde sind zumeist veränderte Gewässerstrukturen. Bestehende Nutzungsansprüche (Siedlungstätigkeiten, Hochwasserschutz, Schifffahrt, Wasserkraftnutzung etc.) haben die Gewässer so geprägt, dass ein natürlicher oder naturnaher Zustand nicht vorliegt.

## Zusammenfassung

Im Kalenderjahr 2009 wurden gemäß der Vereinbarung zwischen der Bezirksregierung Arnsberg und dem Ruhrverband über die Mitwirkung beim Gewässermonitoring neun Gewässer hydrobiologisch und 44 Fließgewässer physikalisch-chemisch sowie weitere 19 Gewässer im Rahmen sonstiger Untersuchungen z. B. der „Integralen Entwässerungsplanung“ hydrobiologisch untersucht. Bewertungsbasis der physikalisch-chemischen Untersuchungen sind die von der EU festgelegten Stoffe des Anhangs IX und X und die in sonstigen Rechtsvorschriften der EU bzw. landesweit geregelten Stoffe, für die eine Umweltqualitätsnorm existiert. Die Bewertung des ökologischen Zustands erfolgt allgemein an Hand der biologischen Qualitätskomponenten Makrozoobenthos, Phytoplankton, Makrophyten und Phytobenthos sowie Fische.

Die untersuchten Gewässer wiesen aus physikalisch-chemischer Sicht meist einen „guten“ oder „sehr guten“ Zustand auf. Nur an wenigen Stellen lagen geringfügige Qualitätseinbußen vor, die durch unterschiedliche Ursachen begründet waren. So stieg beispielsweise der pH-Wert vereinzelt geringfügig über die Obergrenze von 8,5, was in allen Fällen auf den photosynthetisch bedingten Entzug von Kohlendioxid während der Vegetationsperiode zurückzuführen war.

Alle Gewässer wiesen meist Sauerstoffgehalte in der Größenordnung der Sättigungsgrenze auf. Nur an einer Probenahmestelle wurde bei einer Untersuchung die Untergrenze von 7 mg/l knapp unterschritten. Die mineralische und organische Belastung lag in allen Gewässern auf einem meist sehr niedrigen Niveau. So konnte die Summenkenngröße TOC für 92 % aller Stellen mit „sehr gut“ bewertet werden, der Rest wurde in „gut“ eingestuft.

Aufgrund relativ strenger Anforderungen für die Nährstoffe konnten die Vorgaben für den „guten“ Zustand nicht an allen Gewässern eingehalten werden. Allerdings musste der Zustand für Gesamtphosphor lediglich an vier Stellen mit „mäßig“ und nur an zwei Stellen mit „unbefriedigend“ bewertet werden.

Bei Ammonium-Stickstoff lag bis auf zwei Stellen, die in „gut“ eingestuft wurden, durchgängig ein „sehr guter“ Zustand vor.

Bei den Schwermetallen zeigten sich die bekannten Belastungsschwerpunkte. So konnte beispielsweise die relativ strenge Anforderung für das in Teilen des Einzugsgebiets häufig geogen verbreitete Zink nicht erfüllt werden. Dies wird besonders deutlich in der Planungseinheit Untere Lenne, wo für dieses Element fast durchgängig ein „unbefriedigender“ bzw. „schlechter“ Zustand vorlag. Ähnliche Verhältnisse lagen auch in einigen Gewässern des Oberlaufs der Ruhr vor. Im unteren Abschnitt der Lenne waren zudem einige gering erhöhte Kupfergehalte zu verzeichnen, die einen „mäßigen“ Zustand anzeigten.

Von den 90 im Jahr 2009 hydrobiologisch untersuchten Probenahmestellen konnten alle bis auf zwei (in der Hunderbecke und im Fretterbach) hinsichtlich der Qualitätskomponente „Saprobie“ mit „gut“ oder „sehr gut“ bewertet werden. Insgesamt zeigen somit rund 97 % der seit 2004 untersuchten 541 hydrobiologischen Probenahmestellen in der Ruhr und ihren Nebenwässern einen „guten“ oder „sehr guten“ saprobiellen Zustand.

Der Gewässerzustand hinsichtlich der „Allgemeinen Degradation“ weist für 256 der im Zeitraum 2004 bis 2009 untersuchten Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Ruhr, das sind fast 50 % aller untersuchten Messstellen, einen „guten“ bzw. „sehr guten“ Zustand aus. Dies bedeutet aber auch, dass bei rund der Hälfte der Probenahmestellen noch ein „mäßiger“, „unbefriedigender“ und in wenigen Fällen auch ein „schlechter“ Zustand vorliegt. Ursache für diese Befunde sind zumeist die veränderten Gewässerstrukturen. Viele dieser Gewässer wurden in früheren Jahren aufgrund von Siedlungstätigkeiten, Hochwasserschutz, Wasserkraftnutzung, Schifffahrt, Trinkwassergewinnung oder Landwirtschaft stark ausgebaut und unterliegen weiterhin diesen Nutzungen.

---

## 6 Talsperrenuntersuchungen – Biggetalsperre

---

Talsperren sind keine Seen, es handelt sich vielmehr um durch Aufstau von Fließgewässern geschaffene Wasserspeicher, die entsprechend den unterschiedlichen Nutzungsanforderungen betrieben werden. Diese sind nach der EG-WRRL als erheblich veränderte Wasserkörper eingestuft. Daraus ergibt sich als Entwicklungsziel das „gute ökologische Potenzial“. Nach der hilfsweise angewandten „Vorläufigen Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien“ [6.1] ist dies der mesotrophe Zustand. In das Untersuchungsprogramm wurden die Anforderungen des operativen und überblicksweisen Monitorings nach EG-WRRL integriert. Der Ruhrverband führt für seine EG-WRRL-relevanten Talsperren im Einzugsgebiet der Ruhr die Untersuchungen seit 2006 nach den entsprechenden Kriterien des aktuellen NRW-Leitfadens durch.

Aufgrund ihrer wassermengenwirtschaftlichen Funktion der Abflussregulierung der unterliegenden Gewässer weisen Talsperren im Jahresverlauf erhebliche Wasserstandsschwankungen auf, so dass ein Makrophytengürtel (Litoral), wie er sich in Seen ausbilden kann, meist fehlt. Die dadurch eingeschränkte natürliche Reproduktion von Krautlaichern wie dem Hecht erfordert zur Erhaltung des biologischen Gleichgewichts eine langfristige fischereiliche Bewirtschaftung der Talsperren und ihrer Vorbecken. Dies ergibt sich auch als Pflicht aus der Ausübung des Fischereirechts gemäß Landesfischereigesetz. Die Talsperren des Ruhrverbands stellen attraktive, artgerechte Angelgewässer dar.

Die größte Aufmerksamkeit bei der limnologischen Überwachung der Talsperren des Ruhrverbands gilt nach wie vor der trophischen Situation. Seit nunmehr fast 50 Jahren werden sowohl die physikalisch-chemischen Kenngrößen zur Beurteilung der Wasserqualität bestimmt als auch die ökologischen Zusammenhänge zwischen Nährstoffeintrag, Intensität der Primärproduktion („Trophie“), Selbstreinigungs- und Remobilisierungsvorgängen sowie die Beziehungen zwischen Phyto- und Zooplankton untersucht. Es werden vor allem die Pflanzennährstoffe, wie Phosphor- und Stickstoffverbindungen, die dadurch bedingte Primär- und Sekundärproduktion und deren ökologische Folgen analysiert und bewertet.

Eine hohe Produktivität der Talsperre ist unerwünscht, da mit steigendem Trophiegrad die Wasser- und Gewässerqualität vermindert sowie Nutzungsmöglichkeiten eingeschränkt werden. Hier kommt dem Nährstoffeintrag über die Fließgewässer, die Kläranlagen und den auf die Wasseroberfläche fallenden Niederschlag (atmosphärische Deposition) eine entscheidende Rolle zu. Durch den in den vergangenen Jahren erfolgten Ausbau bzw. Neubau von Kläranlagen unterhalb von Talsperren wird nunmehr durch entsprechende Ringkanalisationen vielfach der Nährstoffeintrag in die Talsperren minimiert. Die Folge ist, dass bei einer geringer werdenden Gesamtbelastung andere Quellen, wie z. B. der auf die Talsperre fallende Niederschlag, eine zunehmende Bedeutung erlangen. Weitere entscheidende Maßnahmen zur

Verminderung der Phosphorbelastung waren die 1985 erlassene, zum großen Teil schon früher umgesetzte Phosphathöchstmengenverordnung, die Einführung der Phosphatfällung in Kläranlagen schon weit vor entsprechenden gesetzlichen Anforderungen sowie die ausgeweitete Niederschlagswasserbehandlung. So wurde und wird der Ruhrverband dem Ziel der Gewässergütekommunikation gerecht, durch geeignete Maßnahmen im Einzugsgebiet nicht nur die Symptome, sondern die Ursachen der Eutrophierung zu bekämpfen und zumindest mesotrophe oder, wenn es auch die Beckenmorphometrie zulässt, oligotrophe Verhältnisse zu erhalten bzw. wieder herzustellen.

Die untersuchten Talsperren des Ruhrverbands sind die Henne-, Möhne-, Sorpe-, Verse-, Fürwigge-, Ennepe-, Bigge- und Listertalsperre mit einem Gesamtstauvolumen von 463 Mio. m<sup>3</sup>, von denen bis auf die Fürwiggetalsperre alle hinsichtlich der EG-WRRL monitoringrelevant sind. Neben der wassermengenwirtschaftlichen Nutzung und der Bereitstellung von Rohwasser zur Trinkwassergewinnung sind einige Talsperren auch zur Freizeitnutzung, etwa zum Segeln, Baden oder Tauchen, freigegeben. Nachdem in den letzten Jahren auch die Fürwigge- und Ennepetalsperre mit stromerzeugenden Turbinen ausgestattet wurden, leisten nunmehr alle Talsperren des Ruhrverbands einen Beitrag zur Steigerung des Anteils erneuerbarer Energie.

Im Folgenden sind die wichtigsten Aspekte limnologischer Talsperrenuntersuchungen zusammengefasst. Die limnischen Gegebenheiten im Staukörper verändern sich im Laufe eines Jahres sowohl im Längs- als auch im Tiefenprofil aufgrund physikalischer (Temperaturschichtung) und biologischer (Planktonentwicklung) Einflüsse. Im Untersuchungskonzept wird das sowohl durch die Wahl der Probenahmestellen als auch durch die Bestimmung der jeweiligen Probenahmetiefen vor Ort durch Online-Messverfahren bei jeder Untersuchung berücksichtigt, um eine größtmögliche Repräsentanz der genommenen Proben zu gewährleisten. Die Untersuchungen werden in der Vegetationsperiode einmal monatlich und in den Wintermonaten alle zwei Monate vorgenommen. Zur Bestimmung des Nährstoffeintrags in das Talsperrensystem werden die relevanten Eintragspfade (Zuflüsse, Niederschlag) einmal wöchentlich oder mit Probensammlern als Wochenmischprobe beprobt. Aus den abflussproportional vereinigten Monatsmischproben werden die Kenngrößen Gesamtphosphor, Gesamtstickstoff und Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) analysiert.

Aus jeder Probe, die aus dem Wasserkörper der Talsperre einschließlich ihrer Vorbecken stammt, wird der Chlorophyll-a-Gehalt als Maß für die Intensität der Primärproduktion bestimmt. Die mikroskopische qualitative und quantitative Bestimmung des Phyto- und Zooplanktons erfolgt an den Hauptprobenahmestellen vor dem Absperrbauwerk aus einer 0–10 m-Mischprobe der obersten Wasserschicht, die weitestgehend die trophogene Zone repräsentiert, bzw. aus einem Vertikalfang über die gesamte Wassersäule. Aus den Zellen- bzw. Individuenzahlen der einzelnen Arten und den jeweiligen spezifischen Biovolumina wird das Gesamtbiovolumen jeder Planktonart (in mm<sup>3</sup>/l) bestimmt. In den entsprechenden Grafiken werden diese nach taxonomischen Gruppen zusammengefasst.

Die Bestimmung des Trophiegrads erfolgt auf der Grundlage der „Vorläufigen Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren“ [6.2]. Zur Berechnung des Gesamttrophieindex werden die Einzelindizes für die Phosphorkonzentrationen zur Zeit der Volldurchmischung (Frühjahr) und während der Vegetationsperiode im Epilimnion herangezogen. Darüber hinaus gehen der Index für den epilimnischen Chlorophyll-a-Gehalt, mit einer Wichtung von 33 % der bedeutendste Index, und der Index für die Sichttiefe mit in die Berechnung ein.

Bild 6.1 zeigt die Entwicklung der Trophieverhältnisse aller Ruhrverbandstalsperren für den Zeitraum der letzten 20 Jahre. Es zeigt deutlich, dass seit vielen Jahren keine Talsperre mehr als eutrophes Gewässer bezeichnet werden kann. Auch die Hennetalsperre, die

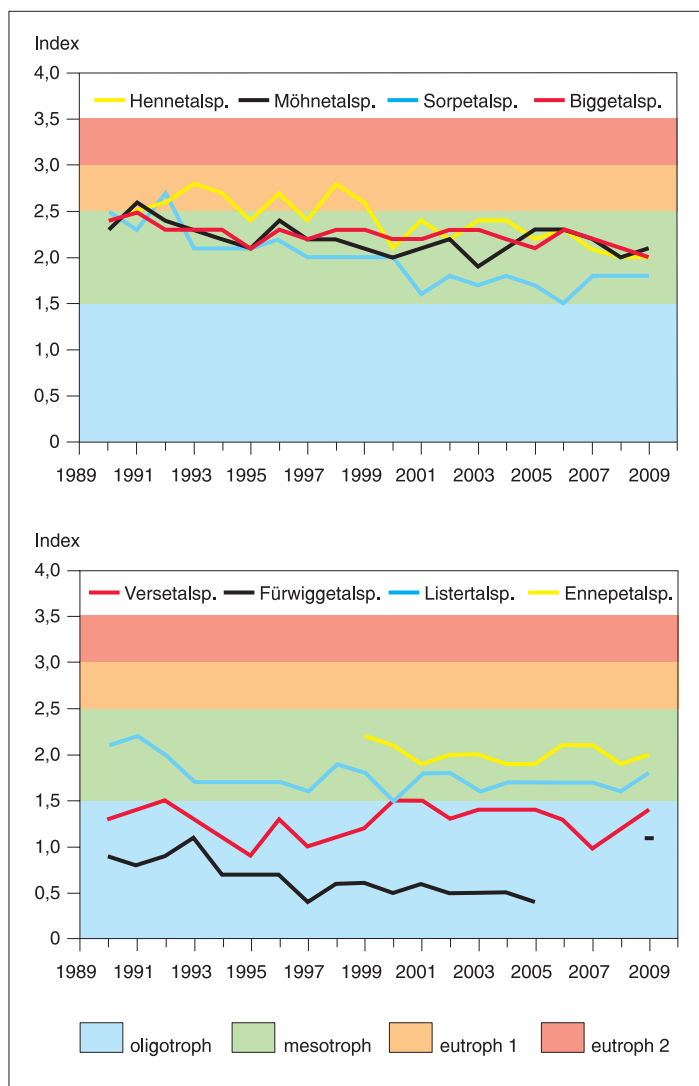


Bild 6.1: Entwicklung der Trophie in den letzten 20 Jahren in den Ruhrverbandstalsperren entsprechend der vorläufigen Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren (LAWA Juli 2001)  
 Fig. 6.1: Development of the trophic status in the Ruhrverband's reservoirs during the last 20 years according to the preliminary directive for the trophic classification of reservoirs (LAWA July 2001)

ab Ende der 1980er Jahre durch das massiv erhöhte Vorkommen des Cyanobacteriums *Planktothrix (Oscillatoria) rubescens*, einer mesotrophen Blaualge, mit „eutroph“ bewertet werden musste, kann seit zehn Jahren sicher als mesotrophe Talsperre klassifiziert werden. Die Tendenz zu abnehmenden Blaualgenentwicklungen hat sich auch im Jahr 2009 fortgesetzt. Seit 2007 werden weniger als 10 % der Blaualgenbiomasse der Vorjahre erreicht. 2009 betrug die Biomasse nur noch 2 % im Vergleich zu der des Jahres 2006. Die Folge war, dass auch in diesem Jahr zu keinem Zeitpunkt im Tiefenwasser kritische Sauerstoffverhältnisse für die Fischfauna auftraten.

Auffällig war allerdings im Jahr 2009, dass bis auf die Bigge- und Sorpetalsperre sowie die oben genannte Hennetalsperre die Talsperren des Ruhrverbands im Vorjahresvergleich einen Anstieg des Gesamttrophieindex aufwiesen, der jedoch in keinem Fall zu einer Änderung der Trophieklasseneinstufung führte. Vor allem die nährstoffärmeren Talsperren waren von diesem Anstieg betroffen, wobei jedoch die Nährstoffverhältnisse in allen Talsperren mit den Vorjahren vergleichbar waren. Vielmehr nahmen 2009 in der Vegetationsperiode die epilimnische Primärproduktion zu und damit sekundär die Sichttiefe ab, so dass diese beiden Indizes maßgeblich für die Erhöhung des Trophiegrads verantwortlich waren. Dies war die Folge der besonderen meteorologischen Bedingungen in diesem Jahr. Der hinsichtlich der Globalstrahlung überdurchschnittliche Sommer und Frühherbst führten dazu, dass die planktischen Algen über einen längeren Zeitraum als üblich gute Wachstumsbedingungen hatten, so dass diese sich überproportional – aber immer noch auf einem niedrigen Niveau – entwickeln konnten. Bei den angenehmen globalen und regionalen Klimaveränderungen ist auch in der Zukunft nicht auszuschließen, dass sich derartige Phänomene in den nächsten Jahren wiederholen werden.

Die limnologischen Auswirkungen der längeren Vegetationsperiode in dem jeweiligen Talsperrensystem stellten sich bei den einzelnen Talsperren unterschiedlich dar. So traten in der Fürwiggetalsperre vor allem in der zweiten Jahreshälfte immer noch Zehrungsprozesse des am Gewässergrund befindlichen organischen Materials auf, das noch von der Pflanzendecke stammte, die sich in der Phase des Leerstands der Talsperre entwickelt hatte. Die dadurch abnehmenden Sauerstoffkonzentrationen im Hypolimnion führten zu Phosphorrücklösungen in das Pelagial, so dass in der zweiten Jahreshälfte neben der besseren Lichtverfügbarkeit auch noch ein höherer Nährstoffgehalt für Algenentwicklungen vorhanden war. Der langjährige durchschnittliche Chlorophyllgehalt von < 1 µg/l stieg im Jahr 2009 auf 2 µg/l an, einen allerdings immer noch sehr niedrigen Wert.

[6.1] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) 1999 (Hrsg.): Gewässerbewertung – stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien, Schwerin: Kulturbuch-Verlag Berlin GmbH 1999  
 [6.2] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) 2001 (Hrsg.): Gewässerbewertung – stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren, Schwerin: Kulturbuch-Verlag Berlin GmbH 2001

In der Versetalsperre äußerte sich der lange Sommer in einer temporären Massenentwicklung von Cyanobakterien („Blualgen“). Im Oktober war die Gattung *Microcystis* mit einem Biomasseanteil von über 60% die dominante Alge und löste damit die in den beiden Vormonaten vorherrschenden *Pyrrophyta* (Feualgen) ab. Die epilimnischen Chlorophyllkonzentrationen betragen in dieser Zeit 5 bzw. 6 µg/l statt der sonst üblichen 1 bis 4 µg/l.

Auch an der Listertalsperre stieg der mittlere Chlorophyllgehalt, bei konstanten Phosphor- und Stickstoffkonzentrationen, von etwa 4 auf 4,8 µg/l an, also in einem geringeren Maße als an der Versetalsperre. Aufgrund des relativ hohen Anteils an Blualgen, die wegen der fehlenden Zellwände leicht abbaubar sind, setzten die Sauerstoffzehrungsprozesse schon metalimnisch ein. Dieses führte erstmals zu Verhältnissen, die im Herbst eine Intensivierung der Überwachungstätigkeit sowohl der Sauerstoffkonzentrationen als auch der Fischverteilung mit Hilfe von Echolot-Messungen erforderlich machten. Die angepasste Überwachungsstrategie zeigte, dass auf eine prophylaktische Sauerstoffanreicherung im Hypolimnion verzichtet werden konnte. Die Fisch- und Zooplanktonfauna war zu keinem Zeitpunkt gefährdet.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Talsperren des Ruhrverbands trotz der besonderen klimatischen Situation im Jahr 2009 die an sie gestellten gütemäßigen Anforderungen vollständig erfüllten. Das Entwicklungsziel nach EG-WRRL für Talsperren als erheblich veränderter Wasserkörper, also der mesotrophe Zustand, wird an allen Ruhrverbandstalsperren sicher eingehalten. Darüber hinaus befinden sich die beiden Trinkwassertalsperren Verse und Fürwigge seit Jahrzehnten im Zustand der Oligotrophie.

### Bigge- und Listertalsperre

Die Biggetalsperre bildet zusammen mit der Listertalsperre ein Talsperrensystem und ist so mit 171,7 Mio. m<sup>3</sup> Stauraum die größte und wasserwirtschaftlich bedeutendste Talsperre im Ruhreinzugsgebiet. Sie dient vor allem der Speicherung zur Wasseranreicherung der unteren Ruhr, dem Hochwasserschutz, und der Energieerzeugung. Zudem dient die Listertalsperre, die als einzige Talsperre wie ein Vorbecken betrieben wird, der Trinkwasserversorgung von Attendorn und Olpe. Neben der Listertalsperre, deren Einzugsgebiet ca. ein Viertel des Gesamteinzugsgebiets ausmacht, umfasst das Talsperrensystem vier Vorbecken. Die Biggetalsperre

bietet mit ihrer großen Wasserfläche, den zahlreichen Buchten und der beträchtlichen Uferlänge Erholungssuchenden viele Freizeitmöglichkeiten. Dazu gehören vor allem Baden, Segeln, Surfen, Paddeln, Angeln und Ausflüge auf Fahrgastschiffen. Private Motorboote sind auf der Talsperre einschließlich der Vorbecken verboten.

Das Einzugsgebiet der Bigge- einschließlich der Listertalsperre ist zur Hälfte bewaldet. Über 40% werden landwirtschaftlich, vor allem als Wiesen und Weiden, genutzt. Die bebaute Fläche

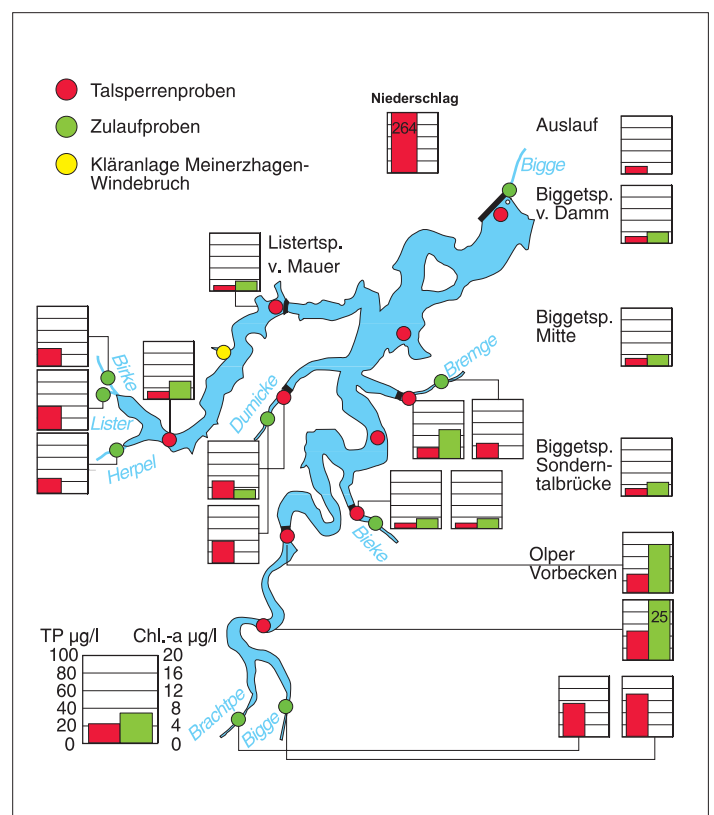


Bild 6.2: Probenahmestellen an der Biggetalsperre und Gradienten der Phosphor- und Chlorophyll-a-Konzentrationen im Talsperrensystem im Jahr 2009

Fig. 6.2: Sampling points at the Bigge Reservoir and gradients of phosphorus and chlorophyll a concentrations in the reservoir system in 2009

Tabelle 6.1: Übersicht über die chemisch-physikalischen Kenngrößen, die an den ausgewählten Probenahmestellen ermittelt werden  
Table 6.1: Overview of chemical-physical parameters measured at selected sampling points

	TW °C	O <sub>2</sub> mg/l	ST dm	pH	LF µS/cm	IVF mV	BSB <sub>5</sub> mg/l	CSB mg/l	NH <sub>4</sub> -N mg/l	NO <sub>3</sub> -N mg/l	TP µg/l	Si mg/l	TIC mg/l	CHLA µg/l
HP	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
NP	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
VB	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X

HP: Hauptprobenahmestelle (tiefste Stelle ca. 100 m vor dem Absperrbauwerk), an der aus definierten Tiefen die oben angegebenen Kenngrößen bestimmt werden  
NP: Nebenprobenahmestelle, an der aus einer 10 m-Mischprobe (0 bis 10 m) und weiteren definierten Tiefen die oben angegebenen Kenngrößen bestimmt werden  
VB: Vorbecken, aus dem von einer Oberflächenprobe in der Nähe des Überlaufs die oben angegebenen Kenngrößen bestimmt werden

beträgt rund 8%. In die Talsperre wurden bis 2003 noch die gereinigten Abwässer der Kläranlage Olpe (mittlere Jahresabwassermenge: 5,6 Mio. m<sup>3</sup>) und sechs weiterer kleiner Kläranlagen (mittlere Jahresabwassermenge: 0,8 Mio. m<sup>3</sup>) eingeleitet. Nach der Inbetriebnahme der unterhalb der Talsperre gelegenen Kläranlage Biggetal am 19. Dezember 2000 ist die Kläranlage Meinerzhagen-Windebruch inzwischen die einzige Kläranlage, die noch gereinigte Abwässer in das Talsperrensystem am linken Ufer unterhalb der Listertalsperrenmauer einleitet. Hinsichtlich der gesamten zufließenden Nährstoff- oder CSB-Frachten spielt dieser Eintrag jedoch keine nennenswerte Rolle. Der Anschluss des Einzugsgebiets an die Kläranlage Biggetal und die Aufgabe der Kläranlage Meinerzhagen-Windebruch ist für 2010 vorgesehen.

Bild 6.2 zeigt die Lage der Probenahmestellen für die limnologischen Untersuchungen an der Bigge-/Listertalsperre. Zudem sind die mittleren Phosphor-Konzentrationen – Phosphor hat als Pflanzennährstoff eine zentrale Bedeutung für die Limnologie eines Gewässers – und die Chlorophyll-a-Gehalte als Maß für die Primärproduktion im Talsperrensystem für das Jahr 2009 dargestellt.

Im abflussarmen Jahr 2009, in dem der Jahreszufluss mit 167 Mio. m<sup>3</sup> der zweitniedrigste der letzten 28 Jahre war, war im Vergleich zu den außerordentlich niedrigen Konzentrationen des Vorjahrs erwartungsgemäß ein Anstieg für die durchschnittlichen Gesamtposphorkonzentrationen (TP) in den Zuläufen zu verzeichnen (Bild 6.3). Das trotz des Anstiegs von 43 auf 65 µg/l TP geringe Konzentrationsniveau, der drittniedrigste Wert der letzten 30 Jahre, ist vor allem auf die abwassertechnischen Maßnahmen im Einzugsgebiet zurückzuführen, die in den letzten Jahren umgesetzt wurden. So erreichte der Frachteintrag von Phosphorverbindungen in das Talsperrensystem im Jahr 2009 mit 10,9 t/a nur noch etwa die Hälfte des Eintrags in den 1990er Jahren.

Dies schlug sich auch in der Primärproduktion im Talsperrensystem nieder. Während beispielsweise im Olper Vorbecken Anfang der 1970er Jahre im Jahresmittel noch um 100 µg/l Chlorophyll-a und in den 1980er und 1990er Jahren um 40 µg/l gemessen wurden, sind es nun seit mehreren Jahren meist unter 15 µg/l Chlorophyll-a. Der diesjährige relativ hohe Durchschnittswert von knapp 25 µg/l für das gesamte Vorbecken rührt daher, dass bei den 2009 vorherrschenden Strahlungsbedingungen und der langen Vegetationsperiode eine überdurchschnittlich starke Algenentwicklung möglich war. Dieses Phänomen trat nicht nur im Olper Vorbecken auf, sondern auch im Hauptbecken der Biggetalsperre sowie in einigen anderen Talsperren des Ruhrverbands.

Vom Auslauf des Olper Vorbeckens bis zum Damm der Biggetalsperre verminderten sich – ausgehend von biologischen Umsetzungsprozessen – zunächst der Phosphorgehalt durch Sedimentation (Algen) und damit im Zusammenhang stehend auch die Chlorophyllkonzentration. An der Hauptprobenahmestelle „vor Damm“ betragen die Konzentrationen für Phosphor nur noch 11 µg/l und für Chlorophyll-a 2,9 µg/l. Bezogen auf die Zulauf-frachten in das Talsperrensystem bedeutete dies eine Phosphorretention in der Biggetalsperre von 79%. Die entsprechenden Werte für den Rückhalt von Stickstoff und CSB, die biologisch

in geringerem Maße umgesetzt werden, waren 26 bzw. 33%. Dieses unterstreicht nochmals, dass Talsperren neben der wasser-mengenwirtschaftlichen Funktion auch einen gütewirtschaftlichen Aspekt aufweisen, indem sie eine Senke für Pflanzennährstoffe darstellen.

Bild 6.4 zeigt die Tiefenprofile ausgewählter limnologischer Kenngrößen an der Probenahmestelle „Biggetalsperre vor Damm“ für den Zeitraum Februar bis Dezember 2009. Es sind die Kenngrößen Temperatur, Sauerstoffgehalt, Chlorophyll-a, pH-Wert, die Nährstoffe Phosphor und Nitrat sowie Silizium und der Biochemische Sauerstoffbedarf dargestellt. Darüber hinaus sind an der Hauptprobenahmestelle die Sichttiefe als weiße Fläche und die euphotische Zone (2,5 x Sichttiefe) als hellgraue Fläche hinterlegt. In den Wintermonaten werden aufgrund der Vollzirkulation des Wasserkörpers keine Tiefenprofile erstellt.

Schon im April 2009 fand bei für diese Jahreszeit sehr warmen Wassertemperaturen eine Algenentwicklung statt, die sich in den Folgemonaten fortsetzte. Diese trat vor allem im unteren Bereich der euphotischen Zone auf, also bei eher strahlungsärmeren Bedingungen. Daran ist unter anderem die auch aus der Henne-talsperre bekannte kaltstenotherme und schwachlichtadaptierte „Blualge“ (Cyanobacterium) *Planktothrix (Oscillatoria) rubescens* angepasst, die 2009 in der Biggetalsperre zwischen 10 und 15 m Tiefe eine vergleichsweise hohe Produktivität aufwies. Der Höhepunkt wurde im Juli mit einem Chlorophyll-a-Maximum von 52 µg/l in 14 m Tiefe erreicht, während oberflächennah kaum noch Algen nachweisbar waren. Kurz darauf starben die Cyanobakterien ab und führten bei der Lyse im Hypolimnion zu deutlich abnehmenden Sauerstoffkonzentrationen. Es wurden jedoch nur grundnah Konzentrationen unter 1 mg/l O<sub>2</sub> gemessen, was für das faunistische aquatische Leben im Freiwasser unkritische Verhältnisse waren. Mit einer Sauerstoffverbrauchsrate von knapp 0,6 g/(m<sup>2</sup> · d) O<sub>2</sub> blieb der Trend zu einer geringeren Belastung des Tiefenwassers aufgrund von Zehrungsvorgängen im Vergleich zu vor 20 Jahren, als durchaus Werte über 1,0 g/(m<sup>2</sup> · d) O<sub>2</sub> gemessen wurden, weiter bestehen.

Weitere Auswirkungen auf die limnischen Verhältnisse durch abiotische und biotische Einflüsse sind im Folgenden kurz beschrieben. Mit dem Anstieg der Chlorophyllgehalte ging durch den photosynthetischen CO<sub>2</sub>-Entzug ein Anstieg der pH-Werte bis auf maximal pH 9,1 im Mai in 7 m Tiefe einher. Gleichzeitig nahm die Sauerstoffkonzentration auf 14,4 mg/l zu, da dieses Gas bei der Photosynthese als Stoffwechselprodukt entsteht. Auch die Phosphorkonzentrationen stiegen in den algenreichen Schichten durch Inkorporation in der Algenbiomasse an bzw. sanken in den algenarmen Schichten ab, so dass auch im Mai ein Phosphormaximum von 26 µg/l TP zu verzeichnen war. Eine starke Abnahme der Siliziumkonzentrationen im Epilimnion setzte 2009 erst sehr spät ein und dann auch nur in geringerem Maße als noch vor 10 Jahren, da sich große Kieselalgenpopulationen auch in diesem Jahr nicht einstellten.

Die oben schon beschriebene Abnahme der Sauerstoffgehalte nahe dem Gewässergrund hatte die übliche Rücklösung von Phos-

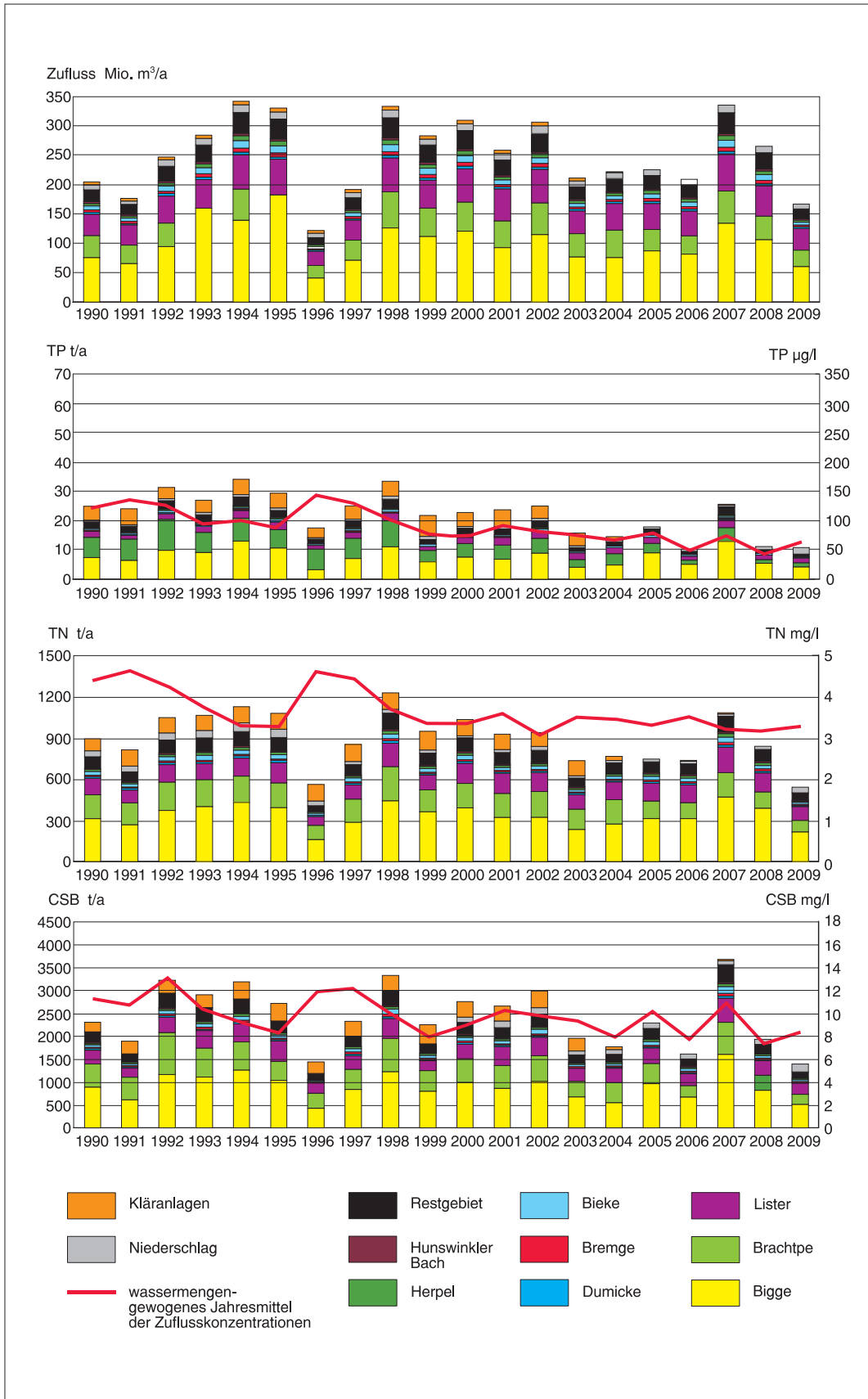
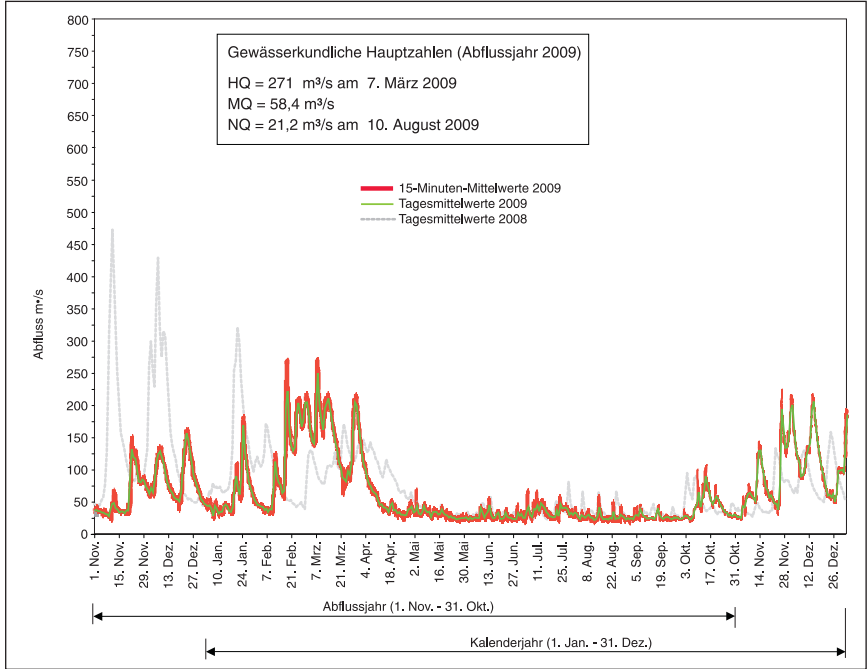


Bild 6.3: Zulauffrachten und wassermengengewogene Jahresmittel aller untersuchten Zuflusskonzentrationen an der Biggetalsperre in den Jahren 1990 bis 2009

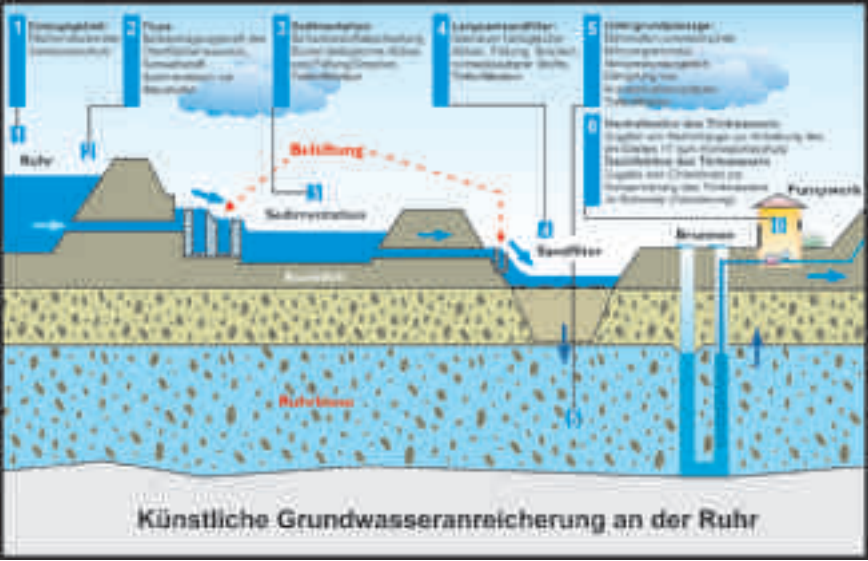
Fig. 6.3: Input loads and flow-weighted annual averages of analysed inflow concentrations at the Bigge Reservoir from 1990 to 2009



15-Minuten-Mittelwerte und Tagesmittelwerte des Abflusses der Ruhr am Pegel Hattingen im Abfluss- und Kalenderjahr 2009  
 15-minutes averages and 24-hour averages of the Ruhr River runoff at Hattingen in the German hydrological and calendar year 2009

**Abkürzungsverzeichnis**

Kurzname	Kenngröße	Einheit	Kurzname	Kenngröße	Einheit
AbfSt	Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	o-PO <sub>4</sub> -P	Orthophosphat-Phosphor (o-Phosphat)	mg/l
AOX	Adsorbierbare Organisch Gebundene Halogene	mg/l µg/l mg/kg	PAK	Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe	ng/l mg/kg
BIAS	Bismutaktive Substanzen (nichtionische Tenside)	mg/l	PAKf	Gelöste Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe	ng/l
BO <sub>3</sub> -B	Borat-Bor	mg/l	PBDE	Polybromierte Diphenylether	µg/kg
BSB <sub>5(2)</sub>	Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 (2) Tagen	mg/l	PBSM	Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel	ng/l
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	pH	pH-Wert	
DOC	Gelöster Organisch Gebundener Kohlenstoff	mg/l	Q	Abfluss	m³/s
DTPA	Diethylentriäthylolpentaaessigsäure	µg/l	S	Saprobienindex	
EDTA	Ethylendinitrilotetraessigsäure	µg/l	SAK 254	Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	m <sup>-1</sup>
EG-WRRL	EG-Wasserrahmenrichtlinie		SAK 436	Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436 nm	m <sup>-1</sup>
HMWB	Erheblich veränderter Wasserkörper (Heavily Modified Water Body)		ST	Sichttiefe	dm
ISS	Sauerstoffsättigungsindex (relative Sauerstoffsättigung)	%	TBP	Tributylphosphat	µg/l
IVF	In vivo Fluoreszenz	mV	TCEP	Tris-(2-chlorethyl)-phosphat	µg/l
K <sub>s, 4,3</sub>	Säurekapazität	mmol/l	TCP	Tris-(2-chlorpropyl)-phosphat	µg/l
LAS	Lineare Alkylbenzolsulfonate	µg/l	TEP	Triethylphosphat	µg/l
LF	Elektrische Leitfähigkeit	mg/kg	TIC	Gesamter Anorganisch Gebundener Kohlenstoff	mg/l
LHKW	Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe	µg/l	TIN	Gesamter Anorganisch Gebundener Stickstoff	mg/l
MBAS	Methylenblauaktive Substanzen (anionische Tenside)	mg/l	TN	Gesamtstickstoff	mg/l
m <sub>T</sub>	Trockenmasse	g	TOC	Gesamter Organisch Gebundener Kohlenstoff	mg/l
MTBE	Methy-tertiär-Butylether	µg/l	TON	Gesamter Organisch Gebundener Stickstoff	mg/l
NH <sub>3</sub> -N	Ammonium-Stickstoff	mg/l	TP	Gesamtphosphor	mg/l
NO <sub>2</sub> -N	Nitrit-Stickstoff	mg/l	TPf	Gesamtphosphor im Filtrat (mit Aufschluss)	µg/l
NO <sub>3</sub> -N	Nitrat-Stickstoff	mg/l			µg/l
NPE	Nonylphenoethoxylate	mg/kg			mg/l
NTA	Nitrilotriessigsäure	µg/l			µg/l
O <sub>2</sub>	Gelöster Sauerstoff	mg/l	TW	Wassertemperatur	° C
			w <sub>T</sub>	Trockenrückstand	%



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

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

Ziel der für die Landwirtschaft im Rahmen der Kooperation erbrachten Beratungen im Bereich Pflanzenschutz und Düngung ist es, die Ruhr und ihre Zuflüsse als Trinkwasserreservoir für ca. fünf Millionen Menschen vor schädlichen Einträgen durch Pflanzenschutz- 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.



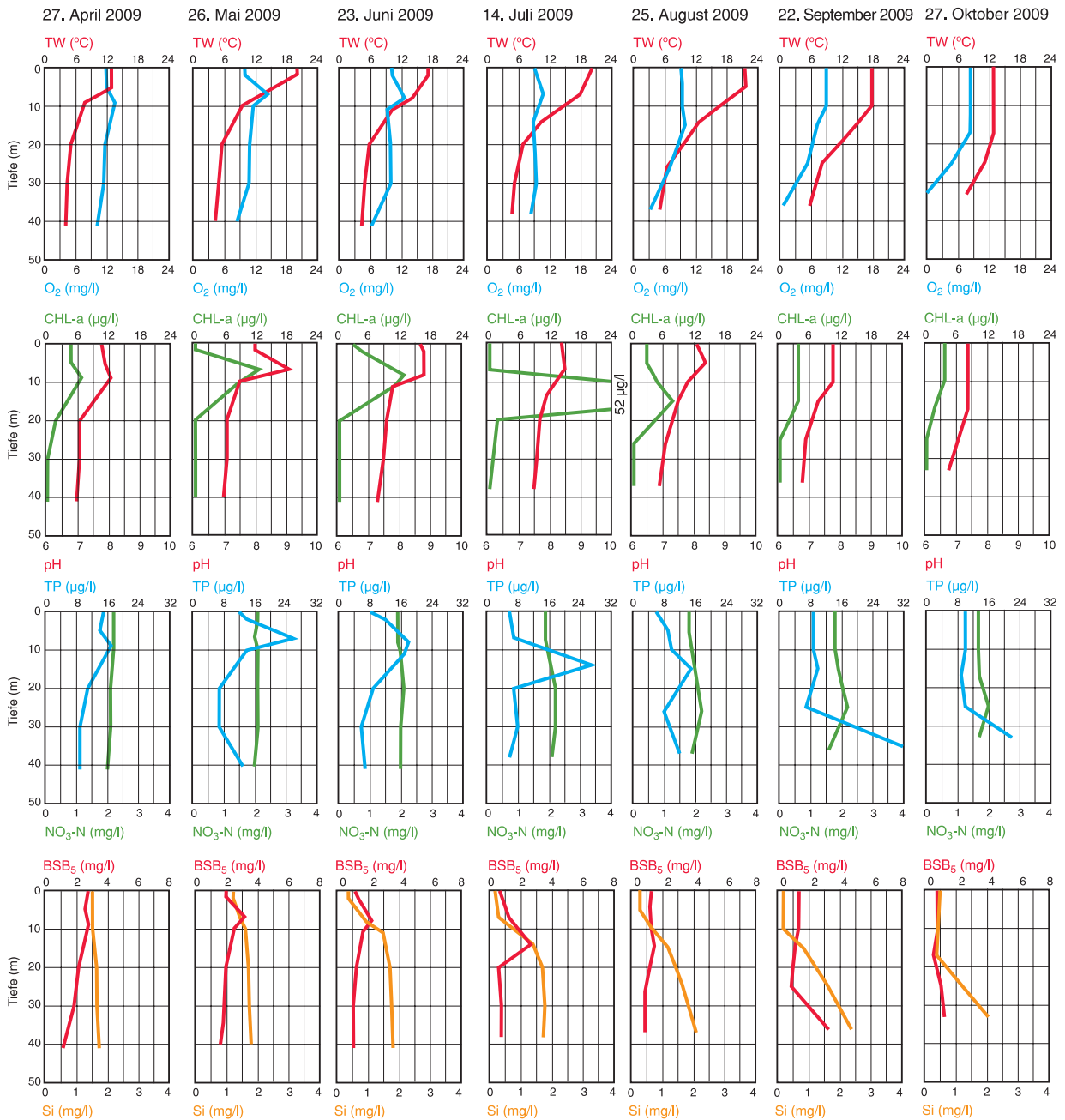


Bild 6.4: Tiefenprofile limnologischer Kenngrößen an der Probenahmestelle „Biggetalsperre vor Damm“ im Jahr 2009  
 Fig. 6.4: Depth profiles of limnological parameters at the sampling point „Bigge Reservoir before the dam“ in 2009

phorverbindungen zur Folge. Maximal wurden hier bis zu 34 µg/l TP im September erreicht. Durch die noch bestehende thermische Schichtung, die sich erst im Oktober allmählich auflöste, stand dieser Nährstoff jedoch weiteren Algenentwicklungen nicht zur Verfügung. Im Dezember befand sich die Biggetalsperre wieder im Zustand der Vollzirkulation, so dass über die gesamte Wassersäule nahezu identische Verhältnisse vorhanden waren.

In den Bildern 6.5 und 6.6 sind der Chlorophyll-a-Gehalt und die Biovolumina des Phytoplanktons in der durchmischten Zone (0-10 m) an der Probenahmestelle „Biggetalsperre vor Damm“ sowohl im Jahresverlauf 2009 als auch für die letzten 20 Jahre (Jahresmittel) dargestellt. Wie seit einigen Jahren ist vor allem in der ersten Jahreshälfte wieder *Planktothrix rubescens* die dominierende Algenart in der Biggetalsperre, die in den Frühlingsmonaten einen Biovolumenanteil über 50 % erreichte.

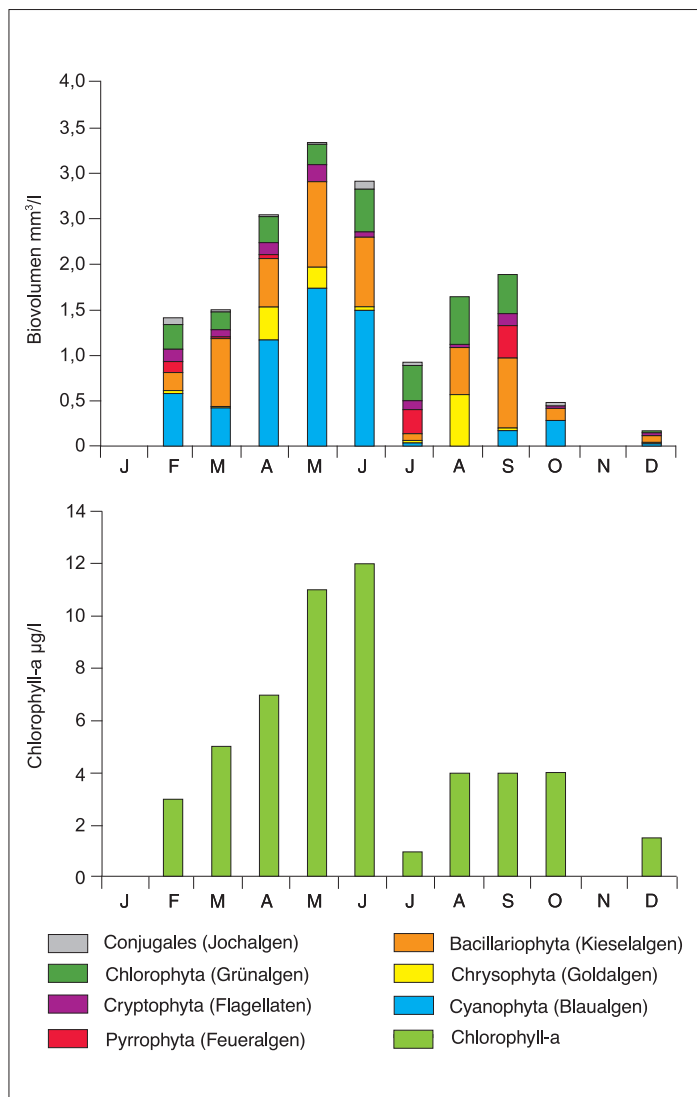


Bild 6.5: Phytoplankton und Chlorophyll-a an der Probenahmestelle „Biggetalsperre vor Damm“ 2009

Fig. 6.5: Phytoplankton and chlorophyll a at the sampling point "Bigge Reservoir before the dam" in 2009

Der Biovolumenanteil der Kieselalgen betrug in den Jahren 2003 bis 2009 (Ausnahme: 2007) nur noch knapp 30 % im Gegensatz zu den 1990er Jahren, als dieser meist bei 40 bis 50 % lag. Hier spielten unter anderem die geringen Zuflüsse in der Vegetationsperiode eine Rolle, so dass die bei der Frühjahrsentwicklung verbrauchten Siliziumverbindungen nicht in ausreichendem Maße nachgeliefert werden konnten, während 2007 sommerliche Hochwässer sogar im Herbst wieder starke Kieselalgenentwicklungen zuließen. Die noch im Frühjahrsplankton dominierende Kieselalge *Asterionella formosa* aus der Gruppe der Radiären Diatomeen wurde im Juni durch die Art *Fragilaria crotonensis* abgelöst. Diese blieb bis zum Winter die dominante Kieselalgenart im Phytoplankton der Biggetalsperre. Im Jahr 2009 war zwar wieder ein nennenswerter Anteil von Jochalgen (auch Zieralgen genannt), hier mit *Staurastrum gracile*, *Closterium aciculare* und der Gattung *Cosmarium*, nachzuweisen, der jedoch nicht das Niveau der beiden Vorjahre erreichte, als der Anteil 13 % betrug. Die Grünalgen waren hauptsächlich mit der Gattung *Chlamydomonas* vertreten, welche jedoch auf Grund abnehmender Phosphorkonzentrationen nicht mehr in dem Maße wie noch vor zehn Jahren vorkam. Insgesamt ist nunmehr im dritten Jahr hintereinander das Gesamtbiovolumen des Phytoplanktons zurückgegangen, was vor allem die Algengruppen der Grün- und Kieselalgen betraf.

Die mittlere Zooplanktondichte blieb hingegen in den letzten Jahren nahezu unverändert. Bild 6.7 zeigt die Anteile der einzelnen Zooplanktongruppen in der Biggetalsperre (Vertikalfang über die gesamte Tiefe) an der Probenahmestelle „vor Damm“ für die letzten 20 Jahre. Die Verteilung dieser Primärkonsumenten auf die unterschiedlichen Gruppen variiert zwar von Jahr zu Jahr, bleibt aber bei der Betrachtung eines längeren Zeitraums seit einigen Jahren nahezu konstant. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass mit der monatlichen Stichprobe nicht alle Entwicklungen in ihrer Gesamtheit erfasst werden können. Auch 2009 entsprach die Zusammensetzung der Zooplanktonbiozönose weitestgehend der aus den Vorjahren. Die Dominanz von Kleinkrebsarten hatte, wie auch in anderen Talsperren, weiter Bestand. Während 2008 noch eine leichte Zunahme der Gattung *Cyclops*, eines Ruderfußkrebsses, auftrat, waren es in diesem Jahr mehr die Blattfußkrebssarten, die das Zooplankton der Biggetalsperre bestimmten. Dazu gehörten neben den Daphnien vor allem die Arten *Bosmina longirostris* und *B. coregoni*, die schon im letzten Jahr einen Anstieg der Individuenzahl und Biomasse aufwiesen. Rädertiere (Rotatorien), die 2007 zumindest im Frühjahr noch einen Biovolumenanteil von über 50 % aufwiesen, kamen 2009 lediglich im April/Mai mit einem Biomasseanteil von etwa 13 % vor. Das bildbestimmende Rädertier war neben der räuberischen Art *Asplanchna priodonta* die koloniebildende Art *Conochilus unicornis*, die für Teich- und Seenplankton typisch ist. Auch die sehr kleinen Protozoen kamen im Mai und Juli mit nennenswerten Individuenzahlen vor, spielten aber hinsichtlich des Biovolumens in der Biggetalsperre nur eine untergeordnete Rolle.

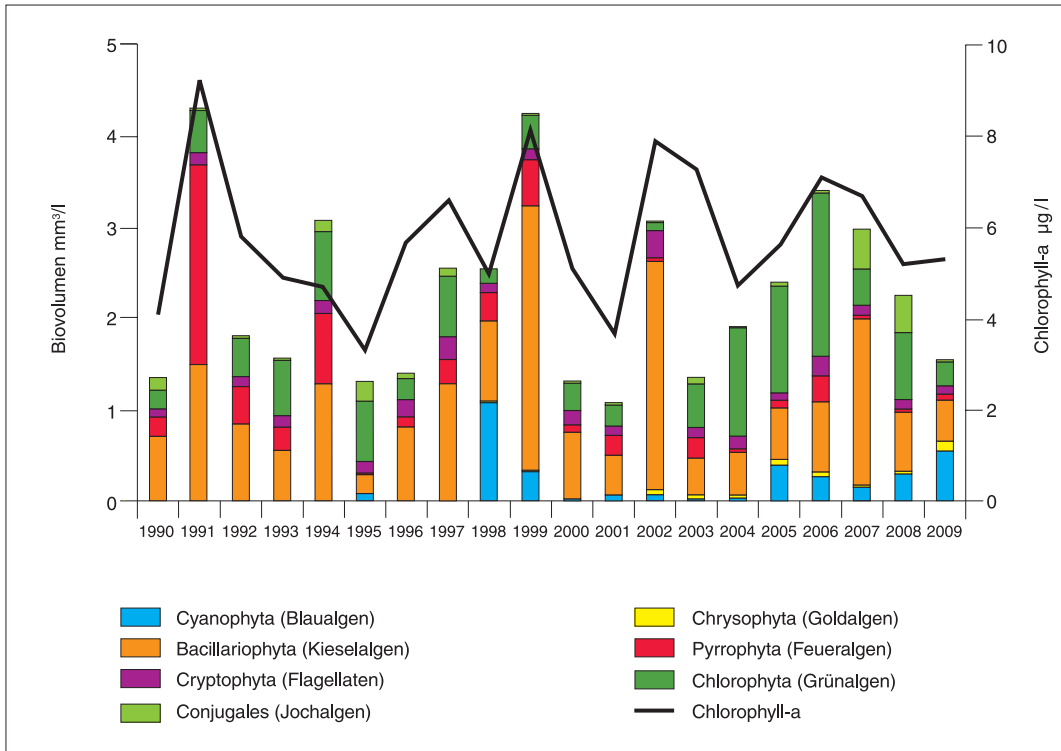


Bild 6.6: Phytoplankton an der Probenahmestelle „Biggetalsperre vor Damm“ in den Jahren 1990 bis 2009 (Jahresmittel)

Fig. 6.6: Phytoplankton at the sampling point "Bigge Reservoir before the dam" in the years 1990 to 2009 (annual averages)

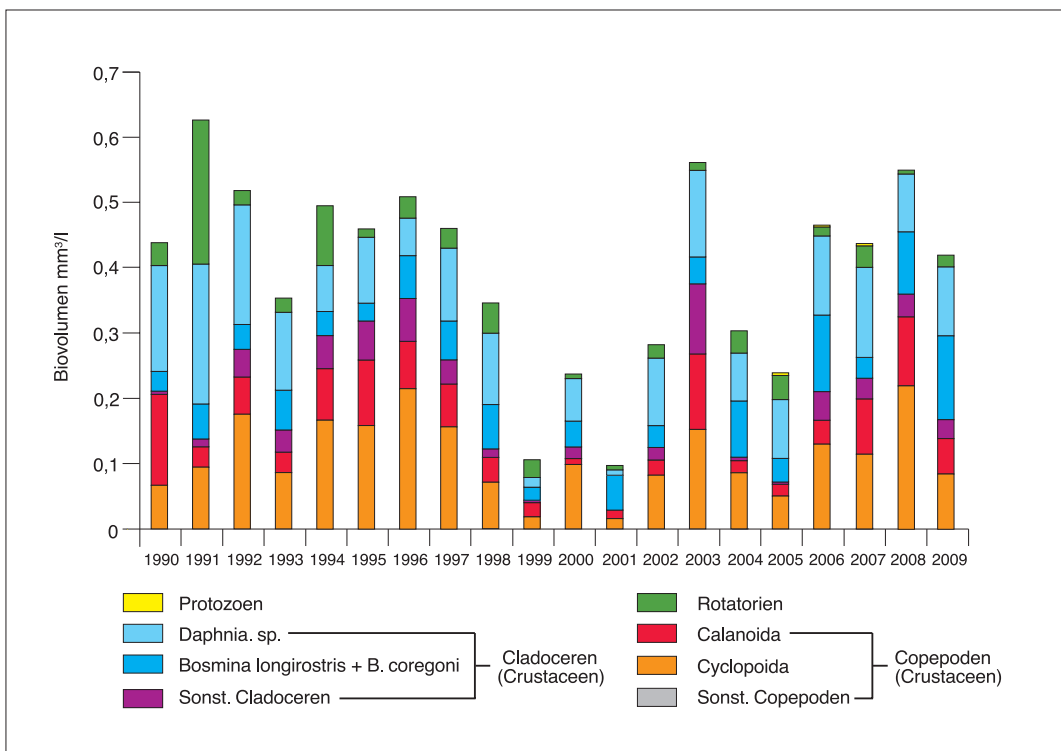


Bild 6.7: Zooplankton an der Probenahmestelle „Biggetalsperre vor Damm“ in den Jahren 1990 bis 2009 (Jahresmittel)

Fig. 6.7: Zooplankton at the sampling point "Bigge Reservoir before the dam" in the years 1990 to 2009 (annual averages)

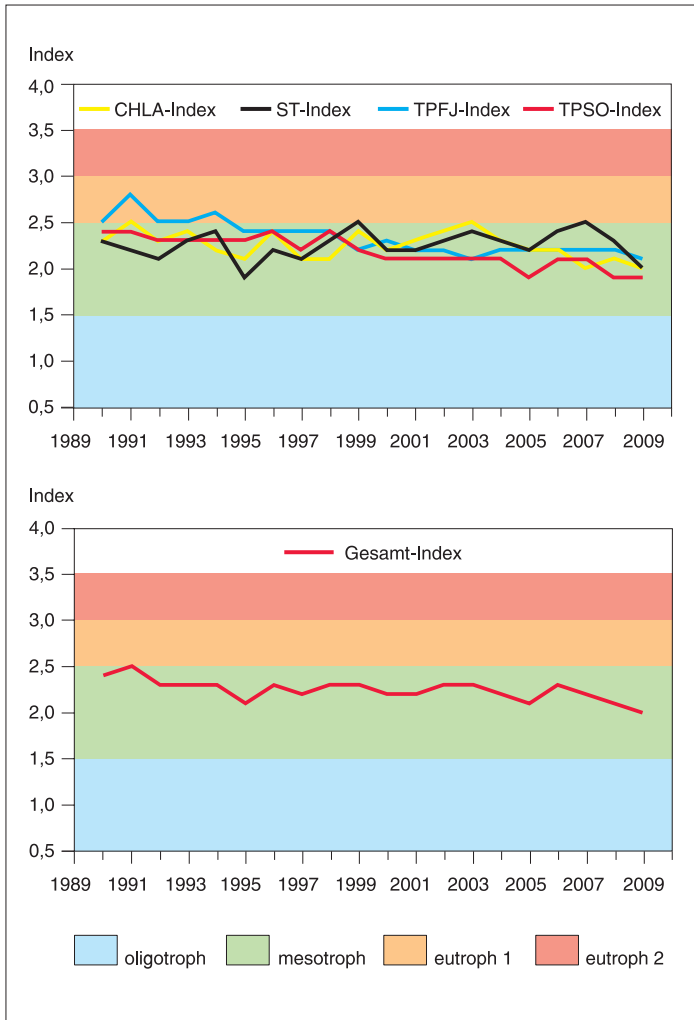


Bild 6.8: Entwicklung der Trophie in den letzten 20 Jahren in der Biggetalsperre entsprechend der vorläufigen Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren (LAWA Juli 2001) [CHLA: Chlorophyll-a; ST: Sichttiefe; TP: Gesamtphosphor; FJ: Frühjahr; SO: Sommer]

Fig. 6.8: Development of the trophic status during the last 20 years in the Bigge Reservoir according to the preliminary directive for the trophic classification of reservoirs (LAWA July 2001) [CHLA: chlorophyll a; ST: Secchi depth; TP: total phosphorus; FJ: spring; SO: summer]

In Bild 6.8 sind für die Biggetalsperre nach der von der LAWA herausgegebenen „Vorläufigen Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren“ der Gesamttrophieindex sowie die Einzelindizes der letzten 20 Jahre dargestellt. Die zu Grunde gelegten Einzelindizes werden für den epilimnischen Gesamtphosphorgehalt im Frühjahr (TPFJ) und Sommer (TPSO) sowie für die Sichttiefe im Sommer (ST) und für den sommerlichen epilimnischen Chlorophyllgehalt (CHLA) berechnet. Der während der Vollzirkulation seit Jahren identische Phosphorindex von 2,2 sank im Jahr 2009 geringfügig auf einen Index von 2,1. Auch die übrigen Indizes, die während der Vegetationsperiode bestimmt werden und so mehr von biologischen Prozessen beeinflusst werden, wiesen Abnahmen auf. Dies führte zu einer Fortsetzung des nun schon

im dritten Jahr hintereinander abnehmenden Trophiegrads. Dieser beträgt inzwischen nur noch 2,0 und indiziert damit eine sichere Einstufung in den mesotrophen Bereich. Noch vor knapp 30 Jahren wurde die Biggetalsperre mit einem Trophieindex von 2,8 als ein eutrophes Gewässer bewertet. Hier zeigt sich die positive Auswirkung langfristiger Maßnahmen im Einzugsgebiet, wie z. B. abwassertechnischer Modernisierungen und der Kooperationen mit der Landwirtschaft, aber auch der an das jeweilige Gewässer angepassten ökologisch orientierten Fischereiwirtschaft.

## 7 Organische Mikroverunreinigungen in der Ruhr

Im Fokus von Fachleuten, Umweltpolitikern und der breiten Öffentlichkeit stehen heute die Mikroverunreinigungen, insbesondere auch in der Ruhr, deren Wasser über künstliche Grundwasseranreicherung für die Trinkwassergewinnung herangezogen wird. Daher nimmt die Analyse von Mikroverunreinigungen einen hohen Stellenwert bei den Untersuchungen des Ruhrwassers ein. Insgesamt wurden 2009 rund 400 verschiedene Verbindungen analysiert.

Der Umfang der analytisch zugänglichen polaren organischen Spurenstoffe konnte speziell im Bereich der Arzneimittel um einige Verbindungen, darunter den Wirkstoff Oseltamivir des Grippe-medikaments Tamiflu®, erweitert werden. Des Weiteren wurden im Rahmen von Screening-Analysen, welche das analytisch zugängliche Spektrum organischer Spurenstoffe vorrangig qualitativ betrachten, Spurenstoffe identifiziert und später in detaillierten Untersuchungen quantifiziert.

Die Übersicht in der Tabelle 7.1 zeigt eine Auswahl der im Ruhrwasser analysierten organischen Mikroverunreinigungen. Im Folgenden wird zu den Ergebnissen der Messungen ausgewählter organischer Spurenstoffe berichtet. Die Analysenergebnisse Perfluorierter Tenside werden aufgrund ihrer besonderen Bedeutung in einem separaten Kapitel dargestellt.

### Arzneimittelwirkstoffe und Diagnostika

Das Auftreten von Arzneimitteln in der aquatischen Umwelt wird immer intensiver auch fachübergreifend diskutiert. Zum Thema

der Arzneistoffe und in den letzten Jahren auch der Diagnostika wurde im Ruhrgütebericht regelmäßig berichtet. Die Grundlage für die Berichterstattung liefert die spezielle Analytik dieser vornehmlich polaren und damit gut wasserlöslichen Substanzen. Hier wurden und werden mit dem Einsatz von HPLC/MS/MS-Kopplungsmethoden erhebliche Fortschritte erzielt. Die Analytik ist nachweisstark und ermöglicht teilweise die Analyse der Stoffe ohne vorgelagerte Extraktionsprozeduren, d. h. nach direkter Einspritzung des Probenwassers in das Gerätesystem.

Die im Rahmen dieser Untersuchungen berücksichtigten Arzneistoffe gehören den in der Tabelle 7.2 aufgeführten Indikationsklassen an. Daneben wurden auch iodierte Röntgenkontrastmittel, die ausschließlich für die Diagnostik bestimmt sind, einbezogen. Letztere weisen im Vergleich zu den Arzneistoffen meist höhere Gehalte im Ruhrwasser auf. Zu nennen sind hier vor allem die Röntgenkontrastmittel (RKM) Amidotrizoesäure, Iopromid und Iopamidol, deren Maximalkonzentrationen bei Essen-Rellinghausen bis 1,3 µg/l reichten.

Einen Überblick zum Auftreten der Arzneistoffe und Diagnostika liefert das Bild 7.1 bezüglich der Häufigkeit der Befunde oberhalb der Bestimmungsgrenze sowie hinsichtlich der Median- und Maximalkonzentrationen der untersuchten Stoffe. Mit Ausnahme des RKM Ioversol waren die Verbindungen in über 90 % bis 100 % der Proben der Messstelle Essen-Rellinghausen nachweisbar. Variationen sind in den Medianen und Maximalwerten zu erkennen. Demnach gehören Diclofenac, Carbamazepin, Metoprolol und Bezafibrat zu den Wirkstoffen mit den höchsten Konzentrationen im Ruhrwasser.

Die Hauptkomponenten der RKM Iopamidol und Amidotrizoesäure sowie die Wirkstoffe Diclofenac, Carbamazepin, Sotalol, Metoprolol und Bezafibrat sind zum Teil einige Kilometer unter-

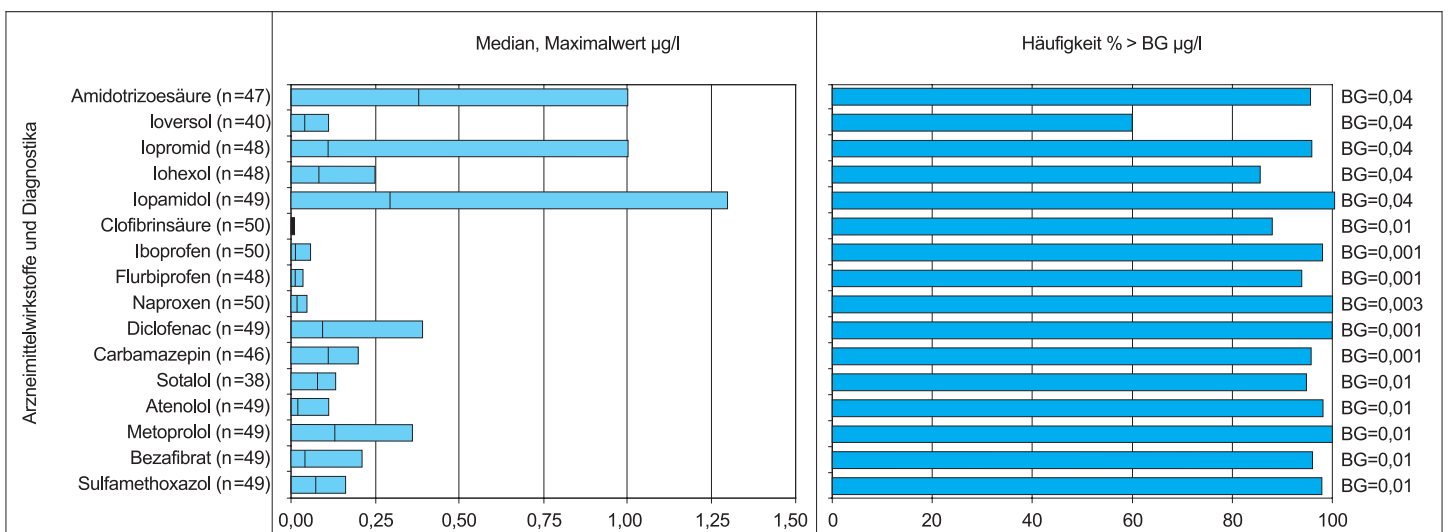


Bild 7.1: Häufigkeiten, Median- und Maximalkonzentrationen von Arzneimittelwirkstoffen und Diagnostika in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (BG = Bestimmungsgrenze)

Fig. 7.1: Frequencies, median and maximum concentrations of pharmaceuticals and diagnostic agents in the Ruhr at Essen-Rellinghausen (BG = quantification limit)

Tabelle 7.1: Ausgewählte organische Spurenstoffe des Untersuchungsprogramms  
 Table 7.1: Selected organic trace substances in the research programme

<b>Leichtflüchtige Komponenten</b>	Trifluralin *	Chlortoluron	Diundecylphthalat
1,1,1-Trichlorethan	Vinclozolin	Dimefuron	<b>Alkylphenole, -ethoxylate</b>
1,1,2-Trichlorethan	<b>PBSM, Organophosphorverbindungen</b>	Diuron *	Nonylphenol *
1,1,2-Trichlortrifluorethan		Ethidimeron	Octylphenol *
1,1-Dichlorethan	Azinphos-ethyl	Ethofumesat	4-tert-OP *
1,2-Dichlorethan *	Azinphos-methyl	Isoproturon *	4-OP-1-EO
1,2-Dichlorpropan	Chlorfenvinphos *	Linuron	4-NP-1-EO
1,3-Dichlorpropan	Chlorpyrifos *	Metobromuron	4-OP-2-EO
2,2-Dichlorpropan	<b>PBSM, Phenoxyalkancarbonsäuren</b>	Metoxuron	4-NP-2-EO
Allylchlorid		Monolinuron	4-NP-3-EO
Benzol *	2,4,5-T	<b>Phosphororganische Flammschutzmittel, Weichmacher</b>	4-NP-4-EO
cis-Dichlorethen	2,4-D		<b>Perfluorierte Verbindungen</b>
cis-Dichlorpropen	2,4-DB		
Dibromchlormethan	Bentazon	Tributylphosphat	Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)
Dichlorbrommethan	Bromoxynil	Triethylphosphat	Perfluordecansäure (g-PFDA)
Dichlormethan *	Clodinafop	Triphenylphosphat	Perfluorheptansäure (g-PFHpA)
ETBE (Ethyl-tert-butylether)	Clopyralid	Tripropylphosphat	Perfluorhexansäure (g-PFHxA)
Ethylbenzol	Dichlorprop	Tris(butoxyethyl)phosphat	Perfluorhexansulfonsäure (g-PFHxS)
Hexachlorbutadien *	Fenoprop	Tris(chlorethyl)phosphat	Perfluornonansäure (g-PFNA)
Isopropylbenzol	Fenoxaprop	Tris(chlorisopropyl)phosphat	Perfluoroctansäure (g-PFOA)
m/p-Xylol	Fluroxypyr	Tris(dichlorisopropyl)phosphat	Perfluoroctansulfonsäure (g-PFOS)
MTBE (Methyl-tert-Butylether)	Ioxynil	Tris(ethylhexyl)phosphat	Perfluorpentansäure (PFPeA)
o-Xylol	MCPA	Tritolylphosphat	<b>Arzneimittelwirkstoffe</b>
Styrol	MCPB	<b>Synthetische Komplexbildner</b>	
TAME (tert-Amyl-butylether)	Mecoprop	NTA	Bezafibrat
Tetrachlorethen	Quinmerac	EDTA	Carbamazepin
Tetrachlormethan	<b>PBSM, Triazine und weitere</b>	DTPA	Carprofen
Toluol		Alachlor	EGTA
trans-Dichlorethen	Atrazin *	CDTA	Clofibrinsäure
trans-Dichlorpropen	Azoxystrobin	1,3-PDTA	Diclofenac
Tribrommethan	Bifenox	β-ADA	Fenoprofen
Trichlorethen	Bromacil	<b>Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe</b>	Flurbiprofen
Trichlormethan *	Carbetamid		Acenaphthen
Vinylchlorid	Carflutrazon-ethyl	Acenaphthylen	Ibuprofen
<b>PBSM, Organochlorverbindungen</b>	Chloridazon	Anthracen *	Indometazin
Alachlor *	Chlorpropham	Benzo(a)anthracen	Indoprofen
Aldrin	Cyanazin	Benzo(a)pyren *	Ketoprofen
alpha-Endosulfan *	Desethylatrazin	Benzo(b)fluoranthren *	Metoprolol
beta-Endosulfan	Desethylterbuthylazin	Benzo(ghi)perylen *	Naproxen
Bromocyclen	Desisopropylatrazin	Benzo(k)fluoranthren *	Niclosamid
cis-Heptachlorepoxyd	Diflufenican	Chrysen	Oseltamivir-Carboxylat
Dieldrin	Flufenacet	Dibenz(ah)anthracen	Propranolol
Endrin	Flurtamone	Fluoranthren*	Salbutamol
HCH, alpha	Hexazinon	Fluoren	Sotalol
HCH, beta	Metamitron	Indeno(1,2,3cd)pyren *	Sulfamethoxazol
HCH, delta	Metazachlor	Naphthalin *	Timolol
HCH, epsilon	Methabenzthiazuron	Phenanthren	Tolbutamid
Heptachlor	Metolachlor	Pyren	Tolfenaminsäure
Isodrin	Metribuzin	<b>Phthalate (Weichmacher)</b>	<b>Röntgenkontrastmittel</b>
Lindan * (Hexachlorcyclohexan)	Pendimethalin		Butylbenzylphthalat
Methoxychlor	Phenmedipham	Di(2-ethylhexyl)phthalat * (DEHP)	Iohexol
Mirex	Prometryn	Di(2-methylpropyl)phthalat	Iopamidol
o-p'-DDD	Propazin	Dibutylphthalat	Iopromid
o-p'-DDE	Propiconazol	Dicyclohexylphthalat	Ioversol
o-p'-DDT	Sebuthylazin	<b>Industriechemikalien</b>	
Oxychloridan	Simazin *		Didecylphthalat
p-p'-DDD	Terbuthylazin	Diethylphthalat	(2,4,7,9-Tetramethyl-5-decyn-4,7-diol)
p-p'-DDE	Terbutryn	Dimethylphthalat	Sulfolan
p-p'-DDT	<b>PBSM, Phenylharnstoff- verbindungen, Urone</b>	Dimethyladipat	Tetraoxaspiroindecan
Quintocen		Diocetylphthalat	
trans-Heptachlorepoxyd	Chloroxuron	Dipropylphthalat	

\* prioritärer Stoff der EG-WRRL

Tabelle 7.2: Indikationsgruppen der Arzneimittelwirkstoffe und Diagnostika des Untersuchungsprogramms  
 Table 7.2: Indication groups of pharmaceutical active ingredients and diagnostic agents in the research programme

Analgetika/Antiphlogistika/ Antirheumatika	Carprofen (Veterinärmedizin) Diclofenac Fenoprofen Flurbiprofen Ibuprofen Indometacin Indoprofen Ketoprofen Naproxen
Antibiotika	Sulfamethoxazol
Antiepileptika	Carbamazepin
Betablocker	Atenolol Metoprolol Nadolol Propranolol Sotalol Timolol
Bronchospasmolytika	Clenbuterol Salbutamol
Lipidsenker	Bezafibrat Clofibrinsäure Gemfibrozil
Röntgenkontrastmittel	Amidotrizoesäure Iohexol Iopamidol Iopromid Ioversol

halb des Quellbereichs der Ruhr nachweisbar (Bild 7.2). Auf dem Fließweg der Ruhr nehmen die Gehalte in der Regel bis zur unteren Ruhr, teilweise bis in den Mündungsbereich, stetig zu.

Die Röntgenkontrastmittel Amidotrizoesäure und Iopamidol weisen im Vergleich zu den übrigen Diagnostika sowie zu den untersuchten Arzneimittelwirkstoffen die höchste Jahresfracht auf. In Essen-Rellinghausen werden im Mittel jährlich 0,55 t Amidotrizoesäure und 0,54 t Iopamidol transportiert (Bild 7.3). In Bild 7.4 ist der Verlauf der Tagesfrachten der Wirkstoffe Diclofenac und Carbamazepin seit Februar 2007 dargestellt. Im Gegensatz zu Carbamazepin unterliegt Diclofenac einem teils ausgeprägten Rückgang der Frachten in den Sommermonaten. Dies könnte als eine Ursache auf eine geringere Anwendungshäufigkeit dieses Wirkstoffes in den wärmeren Monaten des Jahres zurückzuführen sein. Diclofenac wird unter anderem auch zur Behandlung rheumatischer Erkrankungen eingesetzt, die in der kälteren Jahreszeit größere Beschwerden verursachen.

Aus Anlass der nahenden Grippewelle (Schweinegrippe) wurde im Herbst und Winter 2009 der Wirkstoff des Grippemedikaments Tamiflu®, Oseltamivir, in Abstimmung mit dem MUNLV (Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen) vorsorglich mit in das Untersuchungsprogramm aufgenommen. Das Arzneimittel

war vor allem für den Fall einer pandemisch auftretenden Influenza deutschlandweit in größeren Mengen bevorratet worden.

Im Gegensatz zur Grippeimpfung, welche die Erkrankung verhindern soll, wird Tamiflu® in der Prophylaxe und vor allem kurz nach der Infektion eingesetzt. Das Medikament verkürzt die Krankheitsdauer und mildert die Symptomatik einer Grippe. Oseltamivir erschwert den Austritt der Tochterviren aus bereits infizierten Zellen und verringert damit die Wahrscheinlichkeit, dass sich das Influenzavirus im Körper weiter ausbreitet. Der Arzneistoff, der zur Gruppe der Neuraminidase-Hemmer gehört, wirkt somit nicht Viren abtötend, sondern Viren hemmend (virostatisch). Nach oraler Einnahme wird Oseltamivir („Pro Drug“) im Körper nahezu vollständig in das aktive Stoffwechselprodukt Oseltamivir-Carboxylat (OC) umgewandelt. Tamiflu®-Tabletten enthalten jeweils 98,5 mg Oseltamivir-Phosphat (OEP), entsprechend 75 mg OC als „Pro Drug“. Im Rahmen einer Prophylaxe während einer Influenzaepidemie werden über einen Zeitraum von bis zu sechs Wochen 75 mg einmal täglich angewendet. Zur Therapie der Influenza sind 75 mg zweimal täglich über einen Zeitraum von fünf Tagen vorgesehen.

Der metabolisierte Wirkstoff wird nach der Anwendung nahezu vollständig mit dem Urin ausgeschieden. Literaturangaben zufolge wird OC in Kläranlagen mit herkömmlichen biologischen und physikalischen Verfahren nicht bzw. kaum eliminiert [7.1]. Auch in Gewässern findet kein nennenswerter biologischer Abbau statt.

Aufgrund ihrer Stoffeigenschaften (hohe Polarität, hohe Wasserlöslichkeit) ist die Substanz als wasserwerks- und wegen der geringen Sorbierbarkeit auch als trinkwasserrelevant einzustufen.

Das Bild 7.5 zeigt zur Verdeutlichung der Empfindlichkeit der Analytik die zwei charakteristischen Massenübergänge des Oseltamivir-Carboxylats sowie den Peak des deuterierten internen Standards, der jeder Probe zur Qualitätssicherung zugesetzt wird.

Im November, der Hochphase der Grippewelle, wurden in der mittleren und unteren Ruhr Werte nahe der Bestimmungsgrenze von 0,005 µg/l (n=12) gemessen. Die Längsuntersuchung in diesem Monat ergab an der Probenahmestelle Pegel Wetter bei km 80,7 einen Maximalwert von 0,012 µg/l. Mitte Dezember war Oseltamivir-Carboxylat bereits nicht mehr quantifizierbar. Messungen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen im gleichen Zeitraum zeigten ein ähnliches Bild. Im November reichten die Konzentrationen hier bis 0,010 µg/l, und im Folgemonat ergaben die Untersuchungen durchweg Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze. Aus den Befunden kann abgeleitet werden, dass im Untersuchungszeitraum höchstwahrscheinlich nur ein sehr geringer Teil der Bevölkerung (<1 %) im Ruhreinzugsgebiet mit dem Wirkstoff behandelt wurde.

[7.1] Bartels, P. v. Tümpling, W. Jr.: The environmental fate of the antiviral drug oseltamivir carboxylate in different waters. In: Science of the total environment, Vol. 405 (2008), S. 215-225

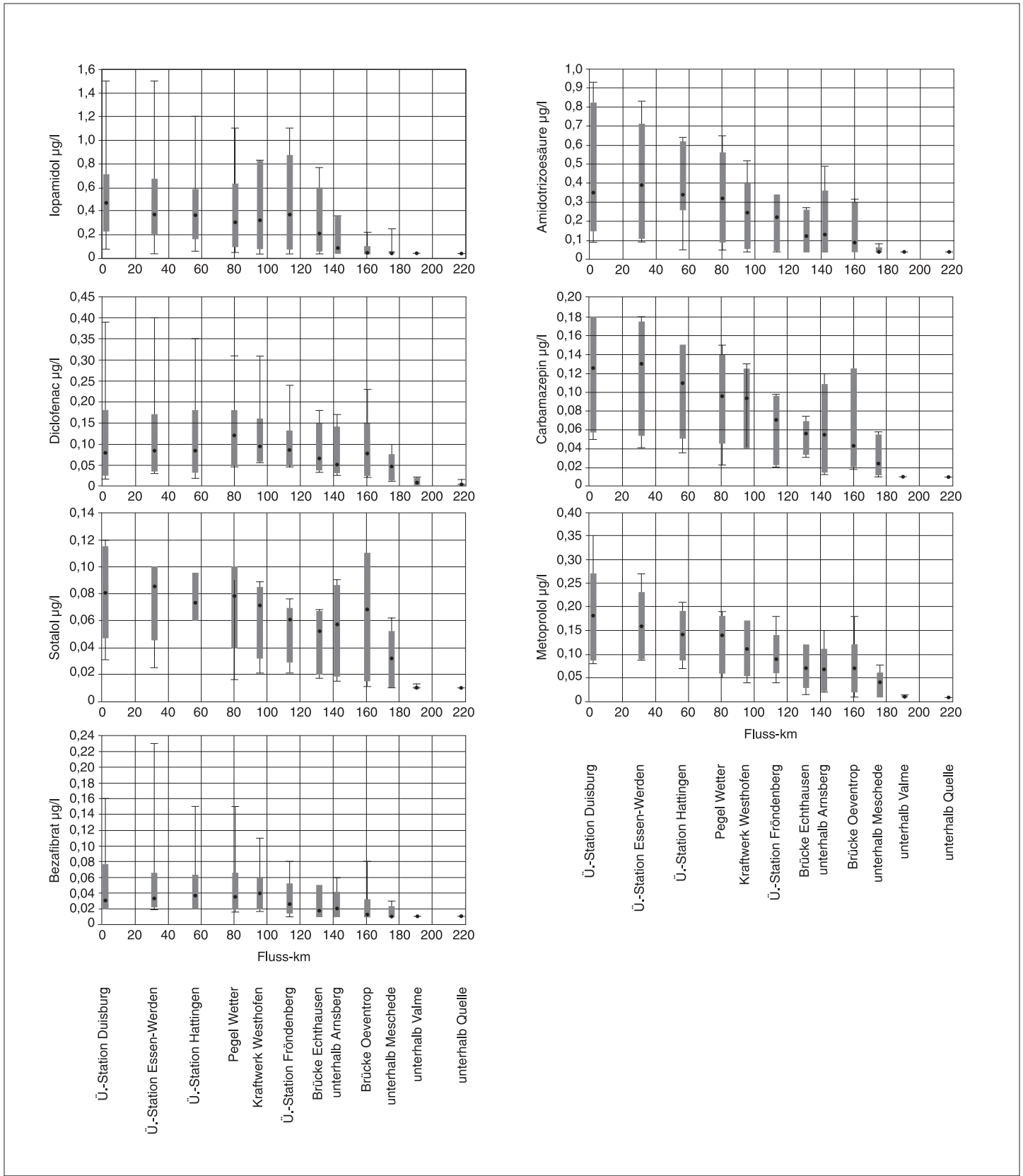


Bild 7.2: Ruhrlängsuntersuchung 2009, statistische Daten Arzneimittelwirkstoffe und Röntgenkontrastmittel  
 Fig. 7.2: Examinations along the Ruhr in 2009, statistical data on pharmaceuticals and radiocontrast agents



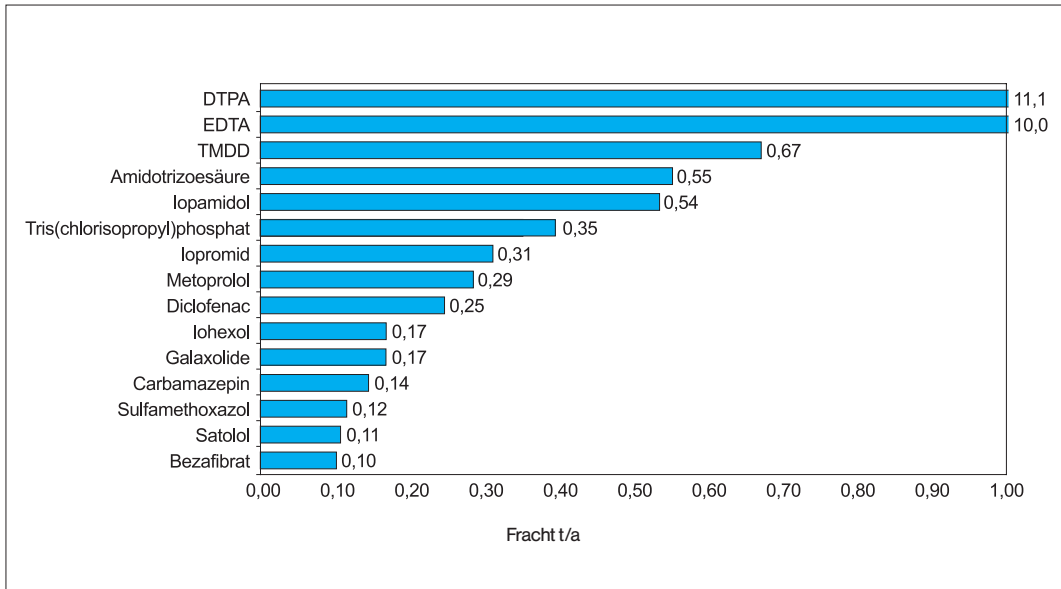


Bild 7.3: Jahresfrachten ausgewählter organischer Mikroverunreinigungen bei Essen-Rellinghausen

Fig. 7.3: Annual loads of selected organic micropollutants at Essen-Rellinghausen

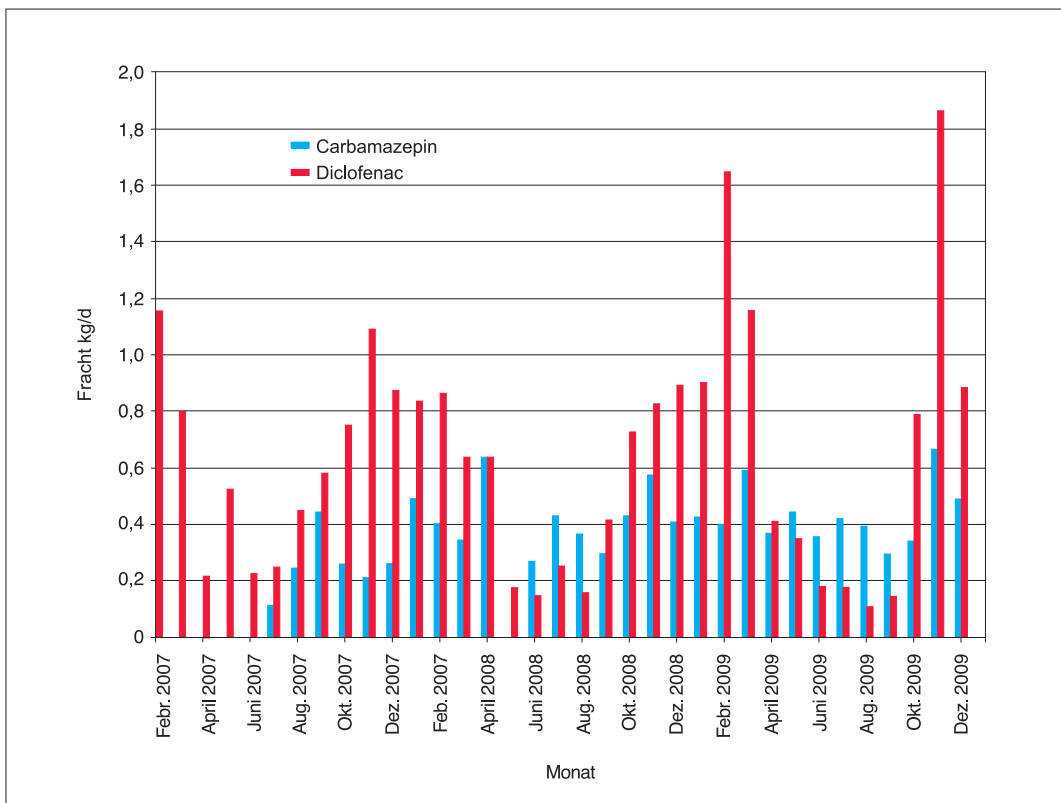


Bild 7.4: Entwicklung der Monatsfrachten von Diclofenac und Carbamazepin bei Essen-Rellinghausen, Zeitraum Februar 2007 bis Dezember 2009

Fig. 7.4: Development of monthly loads of diclofenac and carbamazepine at Essen-Rellinghausen from February 2007 to December 2009

Die Ergebnisse des exemplarisch mit in die Untersuchungen einbezogenen Ablaufs der Kläranlage Essen-Süd bestätigen emissionsseitig den ermittelten zeitlichen Verlauf der Konzentrationen des Osetamivir-Carboxylat. Das gereinigte Abwasser der Kläranlage wies im Rahmen der Novemberuntersuchungen Gehalte zwischen 0,043 µg/l und 0,071 µg/l auf. Anfang Dezember sank die Konzentration unter die Bestimmungsgrenze in der Abwassermatrix von 0,030 µg/l.

### Flüchtige Organische Stoffe

Zu den flüchtigen Komponenten (VOC, **V**olatile **O**rganic **C**ompounds) zählen Mikroverunreinigungen der Verbindungsgruppen BTXE und LHKW. In der Tabelle 7.1 sind die wichtigsten VOC aufgeführt. Insgesamt werden über 70 Verbindungen im Ruhrwasser regelmäßig analysiert.

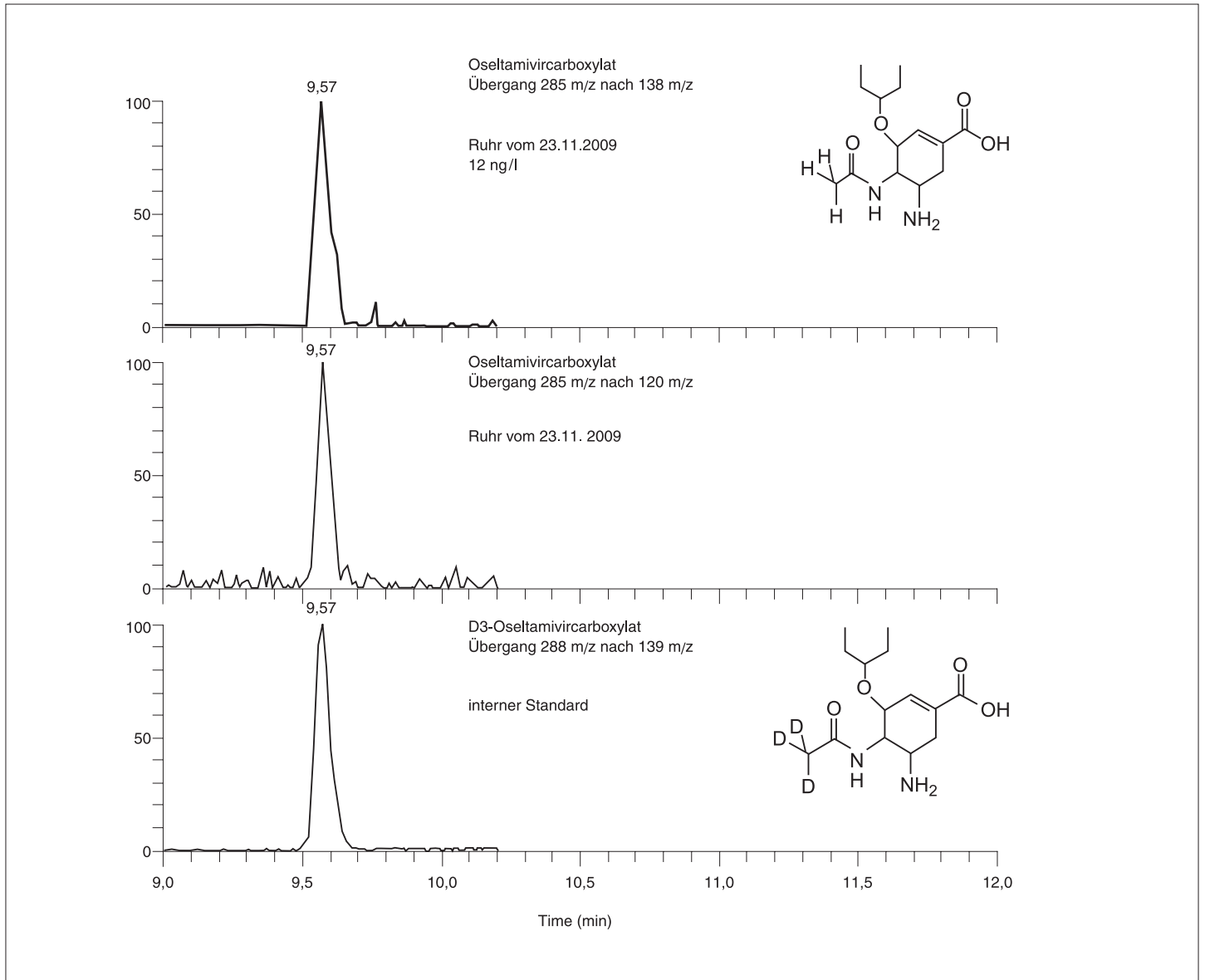


Bild 7.5: Massenchromatogramme Osetamivircarboxylat und D3-Osetamivircarboxylat, Ruhrprobe vom 23.11.2009

Fig. 7.5: Mass chromatogram of oseltamivir carboxylate and D3 oseltamivir carboxylate, Ruhr sampling from November 23, 2009

Die flüchtigste Substanz des Untersuchungsprogramms ist Vinylchlorid, welches unter Normalbedingungen gasförmig auftritt und in Wasser eine relativ hohe Löslichkeit von 1,1 g/l aufweist. Vinylchlorid wird neben weiteren LHKW in der TrinkwV mit einem Grenzwert von 5 µg/l reglementiert. In den letzten Jahren waren keine Befunde im Ruhrwasser zu verzeichnen (Bestimmungsgrenze 0,02 µg/l).

Für die klassischen Lösemittel Tetrachlorethen (Per) und Trichlorethen (Tri) sowie für weitere Verbindungen existieren EG-Umweltqualitätsnormen [7.2] und AWWR-Zielwerte. Hauptemittenten von LHKW sind z. B. chemische Reinigungen, die metallverarbeitende Industrie und allgemein die Lösungsmittelbranche sowie die Farben- und Lackherstellung und -verwendung.

Untersuchungen des Ruhrwassers auf VOC wurden im Rahmen der Ruhrlängsuntersuchungen und der zeitlich dichten Messungen an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen regelmäßig durchgeführt. Im Gegensatz zu den Vorjahren war in der überwiegenden Zahl der Proben Tetrachlorethen nachweisbar. Bei Essen-Rellinghausen wurde in 32 der untersuchten 33 Proben Tetrachlorethen oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,02 µg/l gemessen (Bild 7.6). Die höchste Konzentration betrug hier 0,22 µg/l; im Vorjahr wurde ein Maximalwert von 0,03 µg/l ermittelt. Die höhere Belastung spiegelt sich auch in den Ergebnissen der Längsuntersuchungen der Ruhr im Jahr 2009 wider. Hier war Tetrachlorethen an der Ruhrüberwachungsstation Fröndenberg (km 112,52) mit einem Maximum von 0,20 µg/l gemessen worden (Bild 7.7).

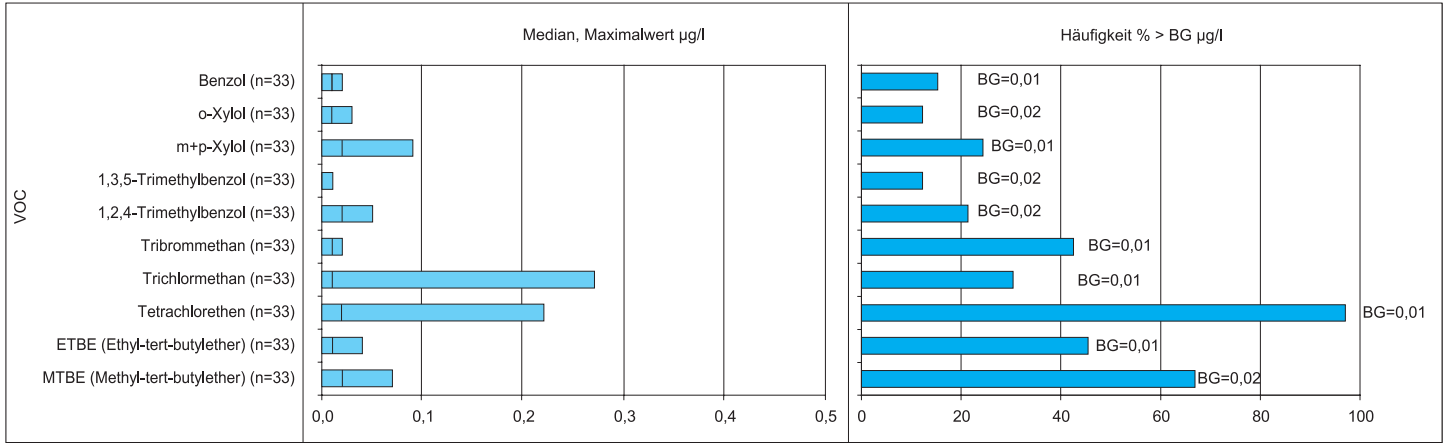


Bild 7.6: Häufigkeiten, Median- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Flüchtig Organischer Spurenstoffe in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (BG = Bestimmungsgrenze)

Fig. 7.6: Frequencies, median and maximum concentrations of selected volatile organic trace substances in the Ruhr at Essen-Rellinghausen, (BG = quantification limit)

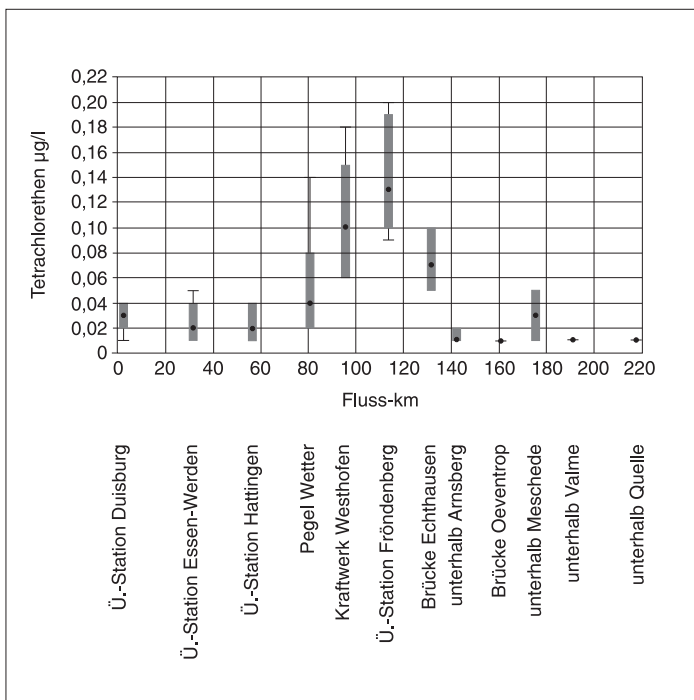


Bild 7.7: Ruhrlängsuntersuchung 2009, statistische Daten Tetrachlorethen

Fig. 7.7: Examinations along the Ruhr in 2009, statistical data, tetrachlorethene

Regelmäßig, allerdings mit Gehalten weit unter 0,1 µg/l, traten auch die Benzinzusatzstoffe MTBE und ETBE auf. Für diese Substanzen ist gegenüber dem Vorjahr ein leichter Rückgang der Konzentrationen zu verzeichnen.

Die geltenden EG-Umweltqualitätsnormen wurden in keinem Fall überschritten. Das trifft für alle untersuchten VOC, einschließlich Tetrachlorethen, für welches eine Qualitätsnorm von 10 µg/l festgelegt wurde, zu. Die Überprüfung der Einhaltung der Umweltqualitätsnormen erfolgte anhand des arithmetischen Jahresmittel-

werts für die jeweilige Messstelle. Alle Werte kleiner Bestimmungsgrenze gehen in die Berechnung mit den jeweiligen Werten der halben Bestimmungsgrenze ein [7.2].

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

Die Untersuchungen zum nichtionischen Tensid TMDD wurden im Jahr 2009 fortgeführt. Im Ruhrgütebericht 2008 war erstmals zu dieser Mikroverunreinigung berichtet worden. TMDD wird als Dispersionsmittel etwa in Farbstoffen eingesetzt. Die Produkte enthalten 0,1 bis 0,5% des Tensids. Die Verbindung ist von geringer bis mäßiger Toxizität. [7.3]. Chemisch ist die Substanz den Glykolen zuzuordnen. TMDD gehört gemeinsam mit seinen Ethoxylaten zu den so genannten Gemini-Tensiden, die durch mindestens zwei hydrophile und mindestens zwei hydrophobe Gruppen pro Molekül gekennzeichnet sind. In den technischen Produkten (Surfynol®, Fa. Air Products and Chemicals, Inc.) sind je nach beabsichtigten Eigenschaften und Einsatzzweck variierende Anteile an Ethoxy-Gruppen enthalten. Diese Tenside weisen im Vergleich zu den klassischen monomeren Vertretern besondere Anwendungseigenschaften auf. In der Literatur wird als eine Quelle für die TMDD-Belastung von Gewässern auch der Abbau dieser Ethoxylate diskutiert, wie er in ähnlicher Weise bei der hydrolytischen Bildung von 4-Nonylphenol aus Nonylphenoethoxylaten bekannt ist.

TMDD wurde ganzjährig (n = 43) in Essen-Rellinghausen und im Rahmen der Ruhrlängsuntersuchungen geprüft. In Essen-Rellinghausen war das Tensid in allen Proben nachweisbar. Im Mittel wurde eine Konzentration von 0,44 µg/l gemessen. Ähnliche Werte von 0,480 µg/l bis 0,576 µg/l werden von verschiedenen

[7.2] Verordnung zur Umsetzung der 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, Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Nordrhein-Westfalen, 60. Jahrgang, Nr. 3 vom 14. Februar 2006

[7.3] Stellungnahme des DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW) zu 2,4,7,9-Tetramethyl-5-decyn-4,7-diol (TMDD)

Messstellen des Rheins berichtet. Auch der Maximalwert von 1,2 µg/l in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen ist mit den höchsten Gehalten im Rheinwasser (1,026 µg/l bis 1,330 µg/l) vergleichbar [7.4].

Im Längsverlauf der Ruhr war regelmäßig bei km 160,7 ein starker Anstieg der TMDD-Konzentration zu verzeichnen (Bild 7.8). Der höchste im Rahmen dieser Untersuchungen gemessene Wert von 1,7 µg/l bestätigt genau das im Vorjahr ermittelte Maximum. Aus den TMDD-Gehalten in Essen-Rellinghausen und dem jeweiligen Durchfluss am Pegel Hattingen errechnet sich für 2009 eine Jahresfracht von 0,67 t/a (Bild 7.3).

### Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel (PBSM)

Der Prüfumfang von ca. 85 verschiedenen Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln und einzelner Metabolite basiert auf dem in der AWWR vereinbarten Untersuchungsprogramm, auf gesetzlichen Vorgaben sowie auf den Erfahrungen der letzten Jahre (Tabelle 7.1). Im Gegensatz zu den übrigen hier behandelten Mikroverunreinigungen werden PBSM gezielt in die Umwelt eingebracht, um dort Schadorganismen oder Konkurrenzpflanzen zu bekämpfen. PBSM sind hochwirksame Stoffe, die teilweise schon in sehr geringen Konzentrationen die aquatische Lebensgemeinschaft beeinflussen. Die Beurteilung von PBSM-Belastungen in der Ruhr orientiert sich primär an den Anforderungen für die Trinkwassergewinnung. Hier gelten Grenzwerte von 0,1 µg/l pro Einzelwirkstoff und von 0,5 µg/l für die Summe aller Wirkstoffe (Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2001). Auch in der Verordnung zur Umsetzung der EG-WRRL (GewBEÜ-V) werden Umweltqualitätsnormen für eine Reihe von PBSM-Wirkstoffen, darunter auch für seit Jahren in Deutschland nicht mehr zugelassene Substanzen wie Atrazin und Simazin, genannt [7.2]. Und nicht zuletzt gelten für organische Einzelstoffe auch Zielwerte der AWWR. Das entsprechende Güteziel von 0,050 µg/l konzentriert sich vornehmlich auf die Komponenten, die in den regelmäßig innerhalb der AWWR abgestimmten Monitoringuntersuchungen festgestellt werden bzw. die aufgrund der physikalisch-chemischen Eigenschaften und der Einsatzmengen als relevant anzusehen sind.

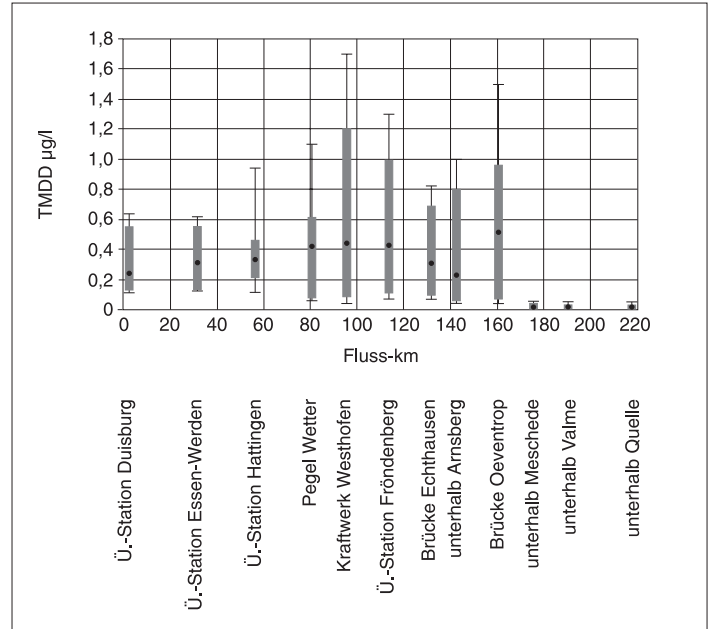


Bild 7.8: Ruhrlängsuntersuchungen 2009, statistische Daten, TMDD  
Fig. 7.8: Examinations along the Ruhr in 2009, statistical data, TMDD

PBSM-Analysen erfolgen in den Monaten April bis Oktober im Rahmen der Ruhrlängsuntersuchungen sowie an zwei weiteren Probenahmestellen innerhalb der zeitlich dichten Ruhrüberwachung bei Essen-Rellinghausen und an der Probenahmestelle „Auslauf Baldeneysee“. Insgesamt wurden im Jahr 2009 ca. 900 Analysen von PBSM-Wirkstoffen vorgenommen. Diese umfassen Phenoxy-carbonsäuren, verschiedene stickstoff- und phosphorhaltige Substanzen sowie die Chlorpestizide (Tabelle 7.1). Der seit einigen Jahren zu beobachtende Rückgang der Befunde in der Ruhr hat sich erneut bestätigt. Es wurden bei Essen-Rellinghausen ausschließlich die herbiziden Wirkstoffe Terbutryn, Terbutylazin, Mecoprop und MCPA detektiert (Bild 7.9). Die Konzentrationen

[7.4] Guadez, A., Frömmel, S., Diel, P., Püttmann, W.: Occurrence and temporal variations of TMDD in the river Rhine. In: Environmental Science & Pollution Research, Vol. 17, No. 2/Februar 2010, S. 321-330

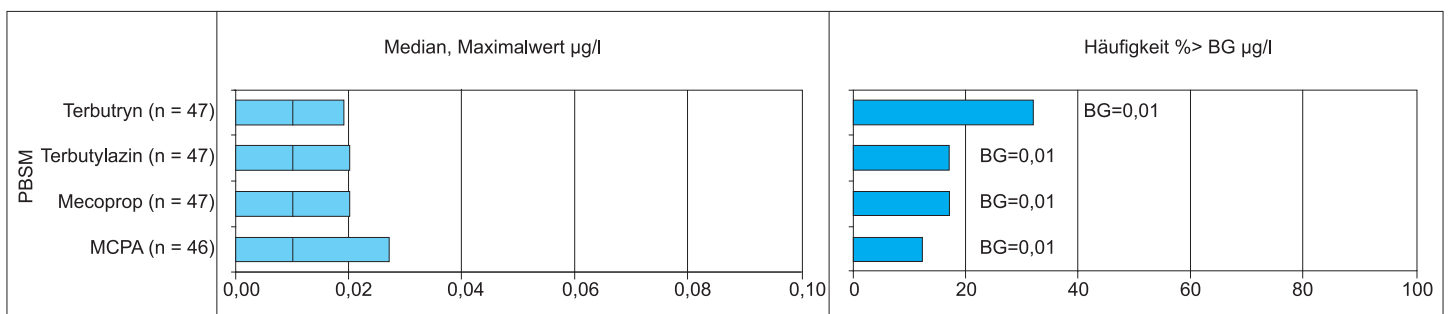


Bild 7.9: Häufigkeiten, Median- und Maximalkonzentrationen von PBSM in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (BG = Bestimmungsgrenze)  
Fig. 7.9: Frequencies, median and maximum concentrations of pesticides in the Ruhr at Essen-Rellinghausen, (BG = quantification limit)

der wenigen Positivbefunde lagen nahe den Bestimmungsgrenzen der eingesetzten HPLC- und GC-Verfahren (0,025 µg/l bzw. 0,010 µg/l). In keiner der untersuchten Proben waren Überschreitungen des für Trinkwasser geltenden Grenzwerts von 0,1 µg/l und des AWWR-Zielwerts von 0,05 µg/l zu verzeichnen.

### Synthetische Komplexbildner

Synthetische Komplexbildner gehören zu den Mikroverunreinigungen mit den vergleichsweise höchsten Konzentrationen in der Ruhr. Besondere Relevanz haben die Verbindungen vom Typ der Aminopolycarbonsäuren erlangt, zu denen NTA, EDTA und DTPA gehören. Aufgrund ihrer zum Teil sehr geringen biologischen Abbaubarkeit und der Fähigkeit, mit Schwermetallionen sehr stabile Verbindungen einzugehen, wird ihr Vorkommen in der aquatischen Umwelt kritisch bewertet.

Im Berichtszeitraum wurden insgesamt 140 Beprobungen an den Messstellen Essen-Rellinghausen, Auslauf Baldeneysee und Duisburg vorgenommen. Die Median- und Maximalwerte sowie die Häufigkeit des Nachweises der Komplexbildner sind für die Messstelle Essen-Rellinghausen in Bild 7.10 dargestellt.

Die Konzentrationen der starken Komplexbildner EDTA und DTPA zeigen in den letzten Jahren eine rückläufige Tendenz. So ist die mediane DTPA-Konzentration an der Messstelle Essen-Rellinghausen von 13,1 µg/l im Jahr 2006 auf 5,1 µg/l im Jahr 2009 gefallen. Diese Entwicklung des vornehmlich in der Papierindustrie eingesetzten DTPA spiegelt sich auch in den berechneten Frachten an der gleichen Messstelle wider. In Bild 7.11 ist der Verlauf seit 2006 dargestellt. Demnach sank die DTPA-Fracht von 34,2 t/a im Jahr 2006 auf 11,1 t/a im Jahr 2009. Dennoch gehörten DTPA und EDTA zu den organischen Mikroverunreinigungen mit den höchsten Frachten in der Ruhr (Bild 7.3).

Im Längsverlauf der Ruhr traten zwei Belastungsschwerpunkte auf, die auf Einleitungen der in dieser Region ansässigen Papierindustrie zurückzuführen sind, an denen sowohl die DTPA- als auch die EDTA-Werte anstiegen (Bild 7.12). Auffällig erscheint die teilweise hohe Variation der Gehalte an den Messstellen. Ein zeitlicher Zusammenhang bzw. eine Abhängigkeit der Konzentrationen von der Wasserführung der Ruhr ist jedoch nicht zu erkennen, d. h. die Belastung ist beim DTPA im Wesentlichen durch die Emission der Papierindustrie bedingt.

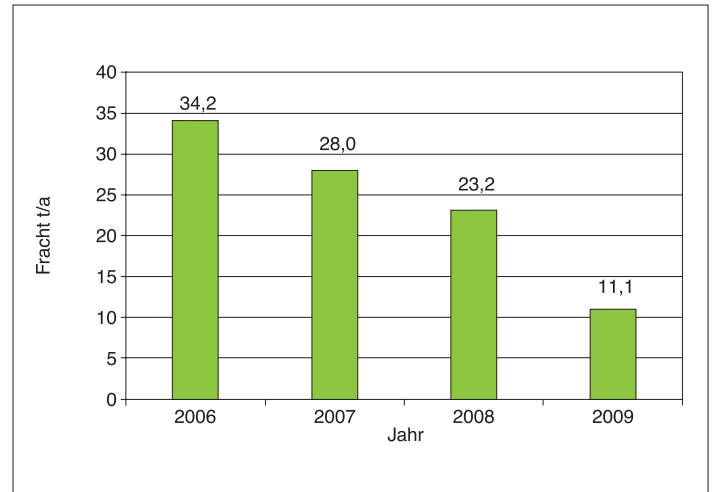


Bild 7.11: Verlauf der DTPA-Frachten in der Ruhr seit 2006 bei Essen-Rellinghausen

Fig. 7.11: Development of DTPA loads in the Ruhr since 2006 at Essen-Rellinghausen

### Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Die PAK zählen zu den ubiquitär verbreiteten organischen Spurenstoffen, die zu einem großen Teil über diffuse Quellen in die Gewässer gelangen. Aus der Vielzahl der existierenden Einzelverbindungen, es sind mehrere Hundert, werden in der Regel die typischen Vertreter untersucht. Das Untersuchungsprogramm umfasst in Anlehnung an die von der EPA (Environmental Protection Agency, USA) aufgeführten PAK 15 der am häufigsten in der Umwelt vorkommenden Einzelstoffe. Untersucht wurden auch die in der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) mit Grenzwerten belegten Verbindungen Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(g,h,i)perylen und Indeno(1,2,3-cd)pyren und Benzo(a)pyren. Des Weiteren werden ebenfalls die in der Liste prioritärer Stoffe der Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) als prioritär gefährliche Stoffe genannten Verbindungen erfasst (Tabelle 7.1).

PAK sind auf einem sehr niedrigen Konzentrationsniveau ganzjährig im Ruhrwasser nachweisbar. So werden an allen Probenstellen der Ruhrlängsuntersuchungen PAK nachgewiesen. In Bild 7.13 sind am Beispiel ausgewählter Einzelkomponenten die statistischen Daten der Befunde der Ruhrlängsuntersuchungen dargestellt.

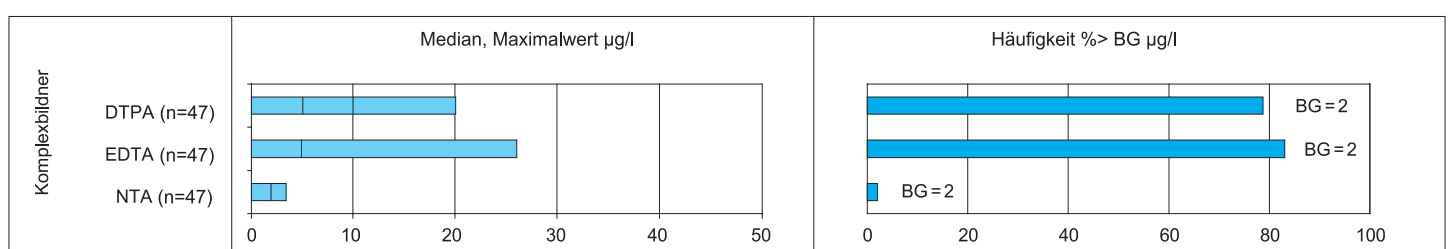


Bild 7.10: Häufigkeiten, Median- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Komplexbildner in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (BG = Bestimmungsgrenze)  
 Fig. 7.10: Frequencies, median and maximum concentrations of selected complexing agents in the Ruhr at Essen-Rellinghausen, (BG = quantification limit)

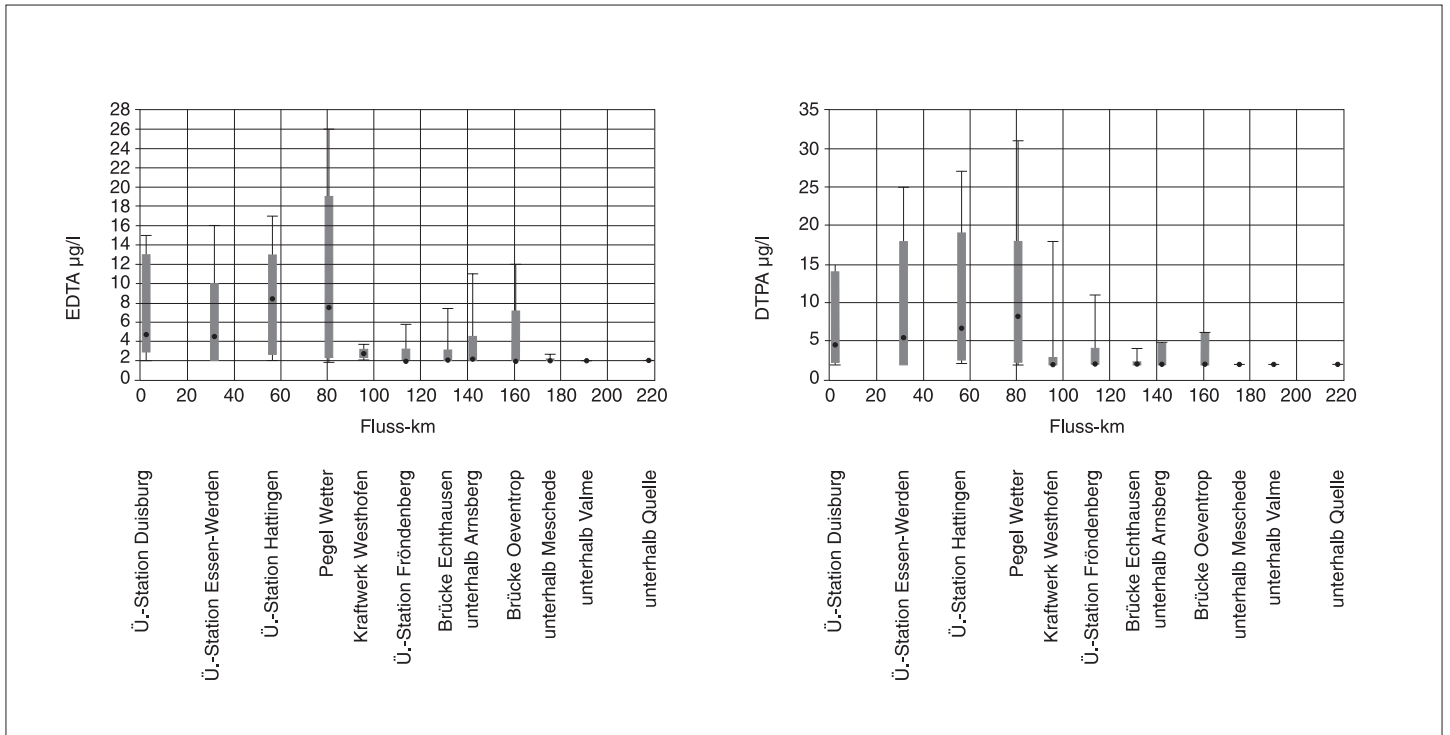


Bild 7.12: Ruhrlängsuntersuchung 2009, statistische Daten Komplexbildner EDTA und DTPA  
 Fig. 7.12: Examinations along the Ruhr in 2009, statistical data, complexing agents DTPA and EDTA

Die Gehalte nehmen in den Wintermonaten mit zunehmender Wasserführung und entsprechend steigenden Feststoffanteilen tendenziell zu, da PAK stark an Feststoffen adsorbieren. Daneben ist in der kalten Jahreszeit mit erhöhten Emissionen aus Hausfeuerungsanlagen zu rechnen. Zu den Komponenten, welche die höchsten Werte im Ruhrwasser erreichten, gehörten Fluoranthren, Phenanthren, Pyren und Naphthalin. Diese PAK waren 2009 an der Messstelle Essen-Rellinghausen in allen untersuchten Proben nachweisbar (Bild 7.14). Überschreitungen des Summengrenzwerts der TrinkwV von 0,100 µg/l sowie des Grenzwerts von 0,010 µg/l für Benzo(a)pyren traten nicht auf.

Auch die für PAK geltenden Umweltqualitätsnormen der EG-WRRL wurden eingehalten. Hier ist als Referenzwert für die jeweilige Messstelle der arithmetische Mittelwert heranzuziehen.

### Phosphororganische Flammschutzmittel und Weichmacher

Einige Stoffe aus der Gruppe Phosphororganischer Flammschutzmittel und Weichmacher sind in der Umwelt weit verbreitet. Dazu gehören unter anderem die halogenierten Alkylphosphate Tris-(2-chlorethyl)-phosphat (TCEP) und Tris-(2-chlorpropyl)-phosphat (TCPP). Phosphororganische Verbindungen erfahren vielfältige technische Anwendungsmöglichkeiten. Zu nennen ist vor allem der Einsatz als Flammschutzmittel in Polyurethan-Werkstoffen der Möbel-, Textil-, Automobil- und Bauindustrie. Daneben werden vorrangig die nichthalogenierten Verbindungen, z. B. Tributylphosphat (TBP) und Triethylphosphat (TEP), als Weichmacher

verwendet. Die Stoffe gelangen unter anderem durch Emissionen während der Fertigung sowie der Verwendung der Produkte aus Polyurethandämm- und -baustoffen in Oberflächengewässer und Umwelt.

Das Untersuchungsprogramm auf Phosphororganische Flammschutzmittel und Weichmacher umfasst zehn Einzelverbindungen (Tabelle 7.1).

Im Berichtszeitraum wurden Messungen bei Essen-Rellinghausen und im Rahmen der Ruhrlängsuntersuchungen durchgeführt. Triphenylphosphat, Tri (ethylhexyl) phosphat, Tripropylphosphat und Tritolylphosphat wurden in der Ruhr nicht nachgewiesen (Bestimmungsgrenze 0,025 µg/l). Die übrigen Komponenten TCPP, TCEP, TBP und TEP wurden unterschiedlich häufig mit Befunden oberhalb der Bestimmungsgrenze analysiert. TCPP stellte sowohl bezüglich der Befundhäufigkeit als auch der Gehalte im Ruhrwasser die dominierende Komponente dar (Bild 7.15). Die mediane Konzentration lag mit 0,21 µg/l bei Essen-Rellinghausen in der Größenordnung der Vorjahre.

Die Ergebnisse der Ruhrlängsuntersuchungen sind anhand der Median-, Minimal- und Maximalkonzentrationen in Bild 7.16 grafisch dargestellt. Die TCPP-Gehalte übertrafen auch innerhalb dieser Messungen ausnahmslos die übrigen untersuchten Organophosphate. TCPP war vereinzelt schon an der Messstelle „unterhalb Quelle“ (Fluss km 217,7) nachweisbar. Die medianen Konzentrationen erreichten bei Kilometer 56,7 ihr Maximum von 0,18 µg/l innerhalb der 13 durchgeführten Längsuntersuchungen.

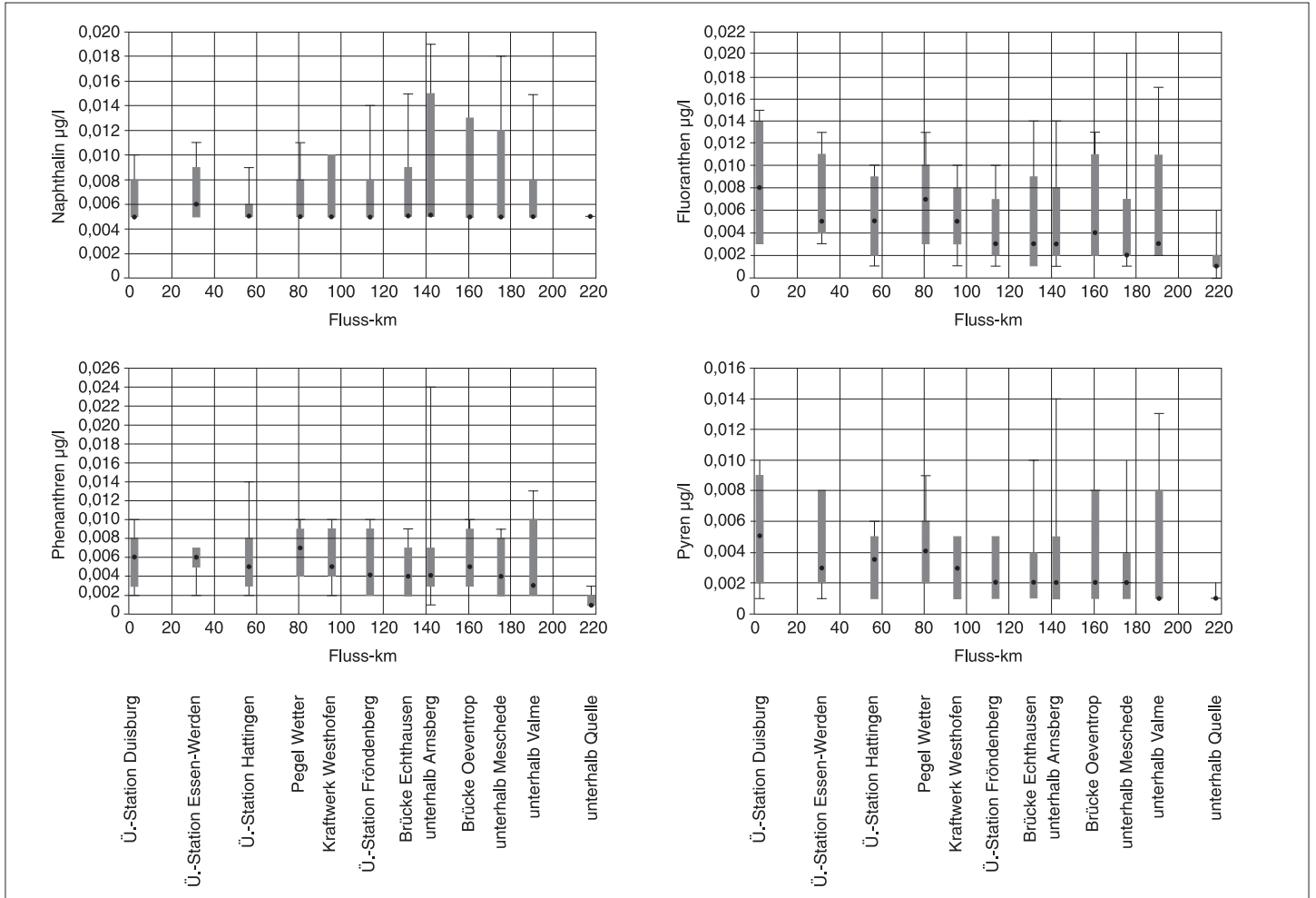


Bild 7.13: Ruhrlängsuntersuchung 2009, statistische Daten Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe  
 Fig. 7.13: Examinations along the Ruhr in 2009, statistical data, polycyclic aromatic hydrocarbons

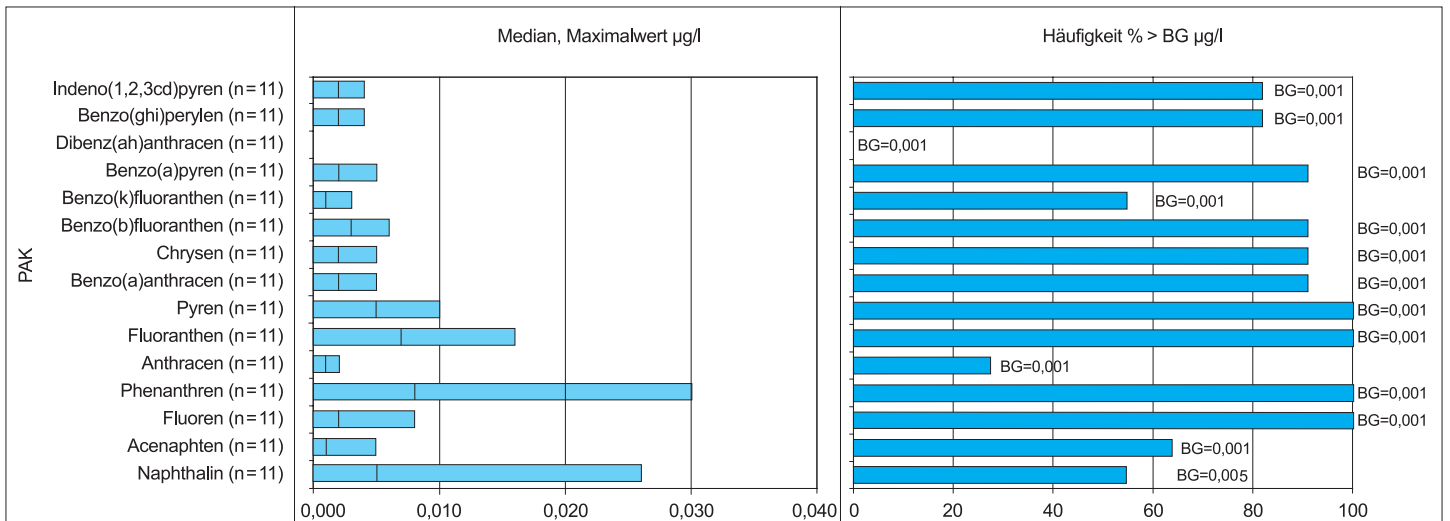


Bild 7.14: Häufigkeiten, Median- und Maximalkonzentrationen Polyzyklischer Aromatischer Kohlenwasserstoffe in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (BG = Bestimmungsgrenze)  
 Fig. 7.14: Frequencies, median and maximum concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons in the Ruhr at Essen-Rellinghausen, (BG = quantification limit)

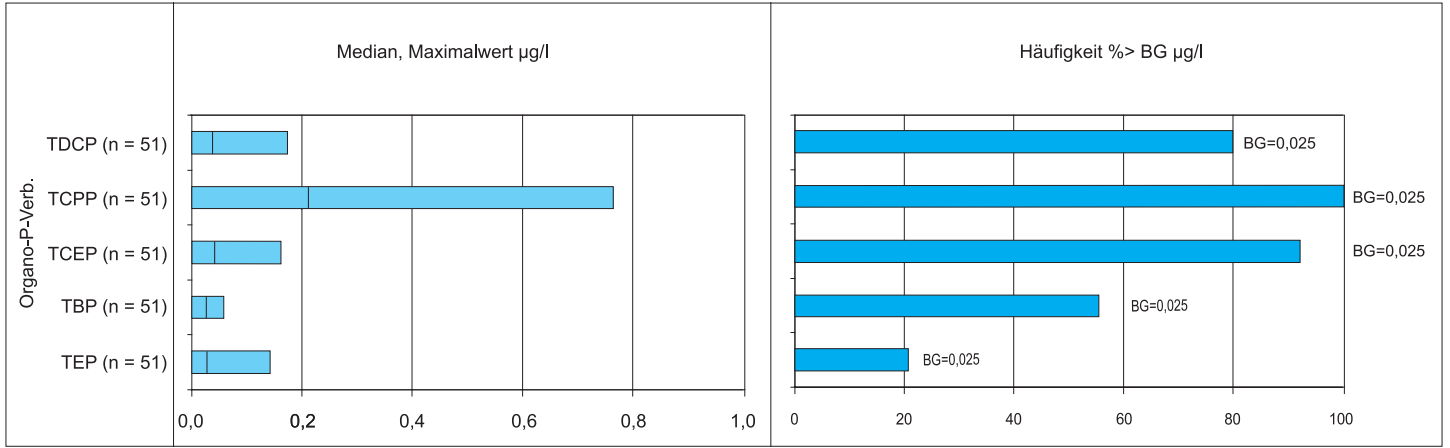


Bild 7.15: Häufigkeiten, Median- und Maximalkonzentrationen ausgewählter phosphororganischer Flammschutzmittel in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (BG = Bestimmungsgrenze)  
 Fig. 7.15: Frequencies, median and maximum concentrations of selected organic phosphorus flame retardants in the Ruhr at Essen-Rellinghausen, (BG = quantification limit)

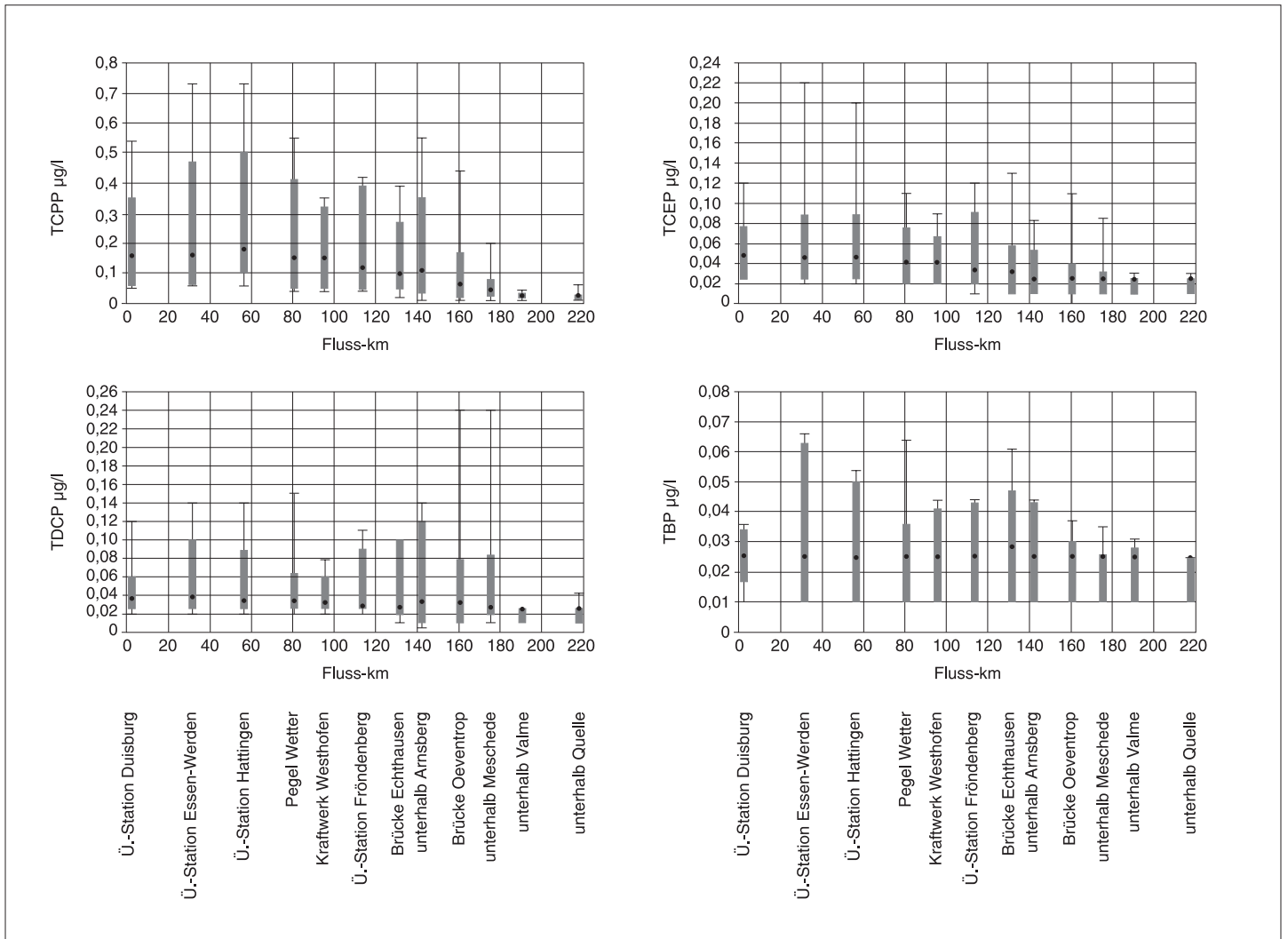


Bild 7.16: Ruhrlängsuntersuchung 2009, statistische Daten phosphororganischer Flammschutzmittel und Weichmacher  
 Fig. 7.16: Examinations along the Ruhr in 2009, statistical data, organic phosphorus flame retardants and softeners



Die Konzentrationen der übrigen Organophosphate nahmen im Längsverlauf der Ruhr, allerdings auf niedrigerem Niveau, ebenfalls stetig zu. TCPP gehörte mit einer Jahresfracht von 0,35 t zu den Substanzen mit relativ hohen Transportraten.

### Polybromierte Diphenylether (PBDE)

Polybromierte Diphenylether werden wie die genannten Organophosphate als Flammschutzmittel in vielen Kunststoffen und Textilien eingesetzt. Die physikalisch-chemischen Eigenschaften der PBDE sind nicht einheitlich, sondern variieren mit dem Bromierungsgrad der Verbindungen. Die Gruppe der PBDE besteht analog zu den Polychlorierten Biphenylen aus 209 Einzelverbindungen (Kongeneren). Aufgrund der Toxizität, Persistenz und der Tendenz zur Bioakkumulation einiger Verbindungen wurden die Penta- und Octa-Kongeneren in einigen Ländern bereits verboten. In Deutschland hat die Industrie schon 1986 in einer freiwilligen Vereinbarung beschlossen, auf den Einsatz zu verzichten. Pentabromdiphenylether gehören zur Gruppe der prioritär gefährlichen Stoffe der EG-WRRL. Aus diesem Grund wurde die Stoffgruppe im Berichtszeitraum im Rahmen der Ruhr längsuntersuchungen mit in die Prüfung einbezogen. Das analytische Verfahren erlaubt eine sehr empfindliche Bestimmung der PBDE mit Bestimmungsgrenzen von 0,00007 bis 0,0001 µg/l. Analysiert wurden konventionsgemäß die PBDE-Kongeneren BDE 28, BDE 47, BDE 99, BDE 100, BDE 153, BDE 154, BDE 183. In sämtlichen analysierten Proben der Ruhr längsuntersuchung ergaben sich Befunde unterhalb der Bestimmungsgrenzen. Diese niedrigen Konzentrationen in der Wasserphase sind auf die geringe Wasserlöslichkeit und die Tendenz dieser Stoffe zur Adsorption an das Sediment zurückzuführen.

### Phthalate

Phthalate gehören zu den in der Kunststoffindustrie am häufigsten eingesetzten Weichmachern. Sie verleihen etwa dem Polyvinylchlorid (PVC) die für bestimmte Anwendungszwecke notwendigen elastischen Eigenschaften. Die Auswahl der in der Ruhr untersuchten Phthalate (Tabelle 7.1) umfasst neben DEHP eine Reihe weiterer, z. T. auch in größerem Maßstab in Produkten eingesetzter Weichmacher. Phthalate wurden ausschließlich im Rahmen einiger Längsuntersuchungen der Ruhr gemessen. DEHP bildete bei diesen Untersuchungen erwartungsgemäß mit einer Maximalkonzentration von 0,64 µg/l die Hauptkomponente. Das Phthalat war an allen Messstellen über den gesamten Fließweg der Ruhr nachweisbar (Bild 7.17). Neben DEHP waren die kurzkettigen Verbindungen Butylbenzylphthalat, Di(2-methylpropyl)phthalat und Dibutylphthalat in wenigen Proben messbar. Längerkettige Phthalsäureester, wie z. B. Dioctylphthalat, Didecylphthalat und Diundecylphthalat, wurden im Rahmen der analytischen Bestimmungsgrenzen von 0,02 µg/l und 0,04 µg/l nicht nachgewiesen.

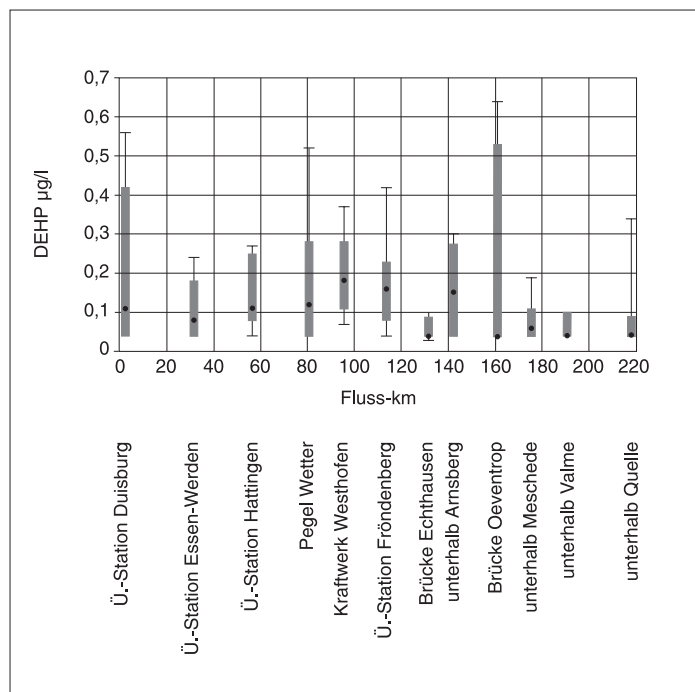


Bild 7.17: Ruhr längsuntersuchung 2009, statistische Daten DEHP  
Fig. 7.17: Examinations along the Ruhr in 2009, statistical data, DEHP

### Gewässerverunreinigung mit Sulfolan (Tetrahydrothiophen-1,1-dioxid)

Im März war es zur Ableitung einer größeren Menge des Lösemittels Sulfolan in das Kanalnetz der Stadt Iserlohn gekommen. Über die Kläranlage Iserlohn-Letmathe und die Lenne kontaminierte dieser Stoff auch die Ruhr und schlug bis ins Trinkwasser durch, wobei jedoch keine gesundheitliche Beeinträchtigung der Bevölkerung zu befürchten war. Nach Erarbeitung und Validierung einer analytischen GC/MS-Methode für diese Verbindung wurden im Rahmen der routinemäßigen zeitnahen Ruhrüberwachung in den Gewässerüberwachungsstationen Hattingen und Essen-Werden sowie Duisburg die Sulfolan-Konzentrationen laufend geprüft. In Bild 7.18 ist der zeitliche Verlauf der Sulfolan-Gehalte in den Monaten März und April in der unteren Ruhr dargestellt.

### Zusammenfassung

Die Untersuchung des Ruhrwassers auf organische Spurenstoffe schließt die im umweltanalytischen Bereich diskutierten und die vom Gesetzgeber sowie von der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) mit Grenzwerten und Qualitätszielen versehenen Einzelverbindungen und organischen Stoffgruppen ein. Dazu zählen neben einer Reihe bekannter, schon seit Jahren im Fokus stehender organischer Mikroverunreinigungen wie z. B. Komplexbildner, PBSM und VOC auch die „neuen“ Stoffe aus der Gruppe der Arzneimittel, Diagnostika und diverse Industriechemikalien.

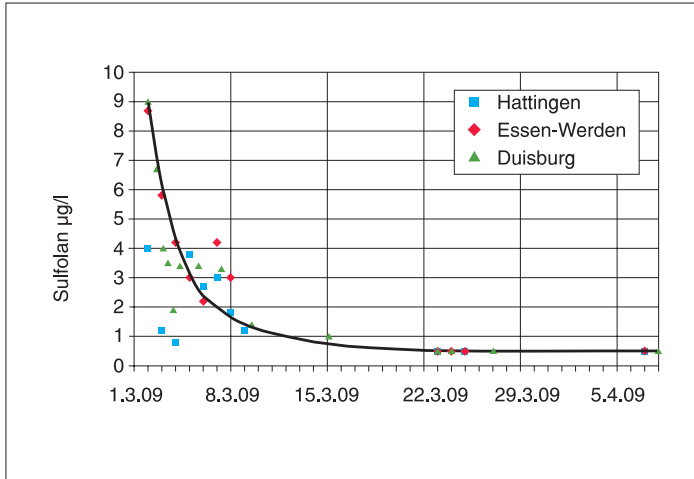


Bild 7.18: Zeitlicher Verlauf der Sulfolangehalte in der unteren Ruhr, Gewässerüberwachungsstationen Hattingen, Essen-Werden und Duisburg

Fig. 7.18: Chronological development of sulfolane levels in the lower Ruhr, water quality monitoring stations Hattingen, Essen-Werden and Duisburg

Aus der Vielzahl der Komponenten erreichte nur eine sehr geringe Anzahl von organischen Mikroverunreinigungen eine Relevanz für die Ruhr. Regelmäßig und in vergleichsweise höheren Konzentrationen wurden die Synthetischen Komplexbildner EDTA und DTPA nachgewiesen. Ebenso wurden einige Arzneimittelwirkstoffe sowie Röntgenkontrastmittel, einige Phosphororganische Flamm-schutzmittel sowie das nichtionische Tensid TMDD in allerdings geringeren Konzentrationen festgestellt. Befunde an PBSM be-schränken sich auf wenige herbizide Wirkstoffe mit sehr niedrigen Konzentrationen.

## Spezielle Untersuchungsprogramme

### 8 Organische Mikroverunreinigungen im Ablauf kommunaler Kläranlagen und Vergleich mit der Immission in der Ruhr bei Essen

Kommunale Kläranlagen gelten als Eintragsquelle für zahlreiche organische Mikroverunreinigungen in die Gewässer, da im Prozess der biologischen Abwasserreinigung nach geltenden Anforderungen (Stand der Technik) derartige Stoffe häufig nicht oder nur unzureichend eliminiert werden. Hinzu kommen Einträge aus diffusen Quellen (Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel, Veterinärpharmaka) und direkt einleitende Industriebetriebe. Bei einem Anteil an gereinigtem Abwasser in Trockenwetterzeiten in der unteren Ruhr bis zu 22 % [8.1] sind vertiefte Kenntnisse über die Emission organischer Mikroverunreinigungen aus den Verbandskläranlagen und über die Immissions-situation von großem Interesse. Als besonders relevant gelten hierbei die Stoffgruppen der perfluorierten Tenside, der Arzneimittel und Diagnostika, der phosphororganischen Flamm-schutzmittel sowie der synthetischen Komplexbildner [8.2].

Im Jahr 2007 wurde an den Abläufen von sieben größeren Kläranlagen ein erster Überblick über die Einleitungssituation im Verbandsgebiet bezüglich ausgewählter Leitkomponenten geschaffen und ein Vergleich mit den im Gewässer transportierten Frachten gezogen [8.3]. Ein intensiviertes Untersuchungsprogramm im Jahr 2009 sollte einen aktuellen und umfassenderen Einblick bezüglich der Emissionssituation der Kläranlagen und der Immission in der Ruhr bei Essen liefern.

Im Fokus der Betrachtung standen Leitparameter, die auch Schwerpunkt der „Arnsberger Vereinbarung“ sind [8.2]. Untersucht wurden aus der Stoffgruppe der Arzneimittel das Antiepileptikum Carbamazepin und das Antirheumatikum Diclofenac, aus den Diagnostika die Röntgenkontrastmittel (RKM) Iopamidol und Amidotrizoesäure, die phosphororganischen Flamm-schutzmittel Tris-(chlorpropyl)-phosphat (TCEP) und Tris-(chloroethyl)-phosphat (TCEP), die perfluorierten Tenside (besonders PFOA und PFOS) sowie die synthetischen Komplexbildner EDTA und DTPA. Die perfluorierten Tenside werden wegen ihrer Bedeutung im Einzugsgebiet der Ruhr in einem gesonderten Kapitel (Kapitel 9) behandelt und daher in den folgenden Auswertungen nicht weiter berücksichtigt.

Zur Charakterisierung der aktuellen Emissionssituation wurden im Jahr 2009 insgesamt fast 200 durchflussproportionale 24-Stunden-Mischproben aus den Abläufen von 71 Verbandskläranlagen entnommen, wobei die Probenahmefrequenz in Abhängigkeit von der Ausbaugröße und der Einleitersituation zwischen eins und elf pro Jahr schwankte. Zur weiteren Auswertung gelangten die aus

den Ergebnissen der Einzeluntersuchungen errechneten Mittelwerte jeder Kläranlage. Die Probenahmen erfolgten überwiegend bei Trockenwetter. Betrachtet man den relativen Abfluss  $Q/Q_t$ , also das Verhältnis von Abwassermenge am Untersuchungstag und Trockenwetterzufluss der jeweiligen Kläranlage, so wurden über 80 % der Proben bei einem Verhältnis  $Q/Q_t$  von  $<1$  entnommen, während in lediglich 4 % der Fälle die Wassermenge über dem zweifachen Trockenwetterabfluss lag. Für die Immissionsbetrachtung wurden die regelmäßigen Untersuchungen in der Ruhr bei Essen zu Grunde gelegt. Diese rund 50 Probenahmen erfolgten abflussunabhängig. Da 2009 aber insgesamt ein abflussarmes Jahr war, wurden etwa 60 % der Entnahmen bei Wassermengen unter  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  am Pegel Hattingen durchgeführt. Auf Grund dieser Abflusssituation bei den Probenahmen sowohl im Kläranlagenbereich als auch im Gewässer wird bei den folgenden Auswertungen keine detaillierte Betrachtung der Abflussabhängigkeit von Konzentrationen und Frachten durchgeführt.

## Diagnostika

Diagnostika geraten vorwiegend in Folge einer gezielten medizinischen Applikation in röntgendiagnostischen Zentren in das kommunale Abwasser. Da diese Einrichtungen nicht in jedem Einzugsgebiet in gleicher Häufigkeit (d. h. Zahl der Applikationen pro 1000 Einwohner) vertreten sind, ist mit einer unterschiedlichen Belastung der Kläranlagenabläufe durch diese Mittel zu rechnen. Hierzu trägt auch bei, dass die Zentren z. T. unterschiedliche RKM-Verbindungen bevorzugen. Entsprechend weisen die mittleren Ablaufwerte der Kläranlagen bei den beiden Röntgenkontrastmitteln relativ große Spannweiten auf und bewegen sich bei der Amidotrizoesäure bei einem Median von  $0,99 \text{ µg/l}$  zwischen  $0,20$  und  $16 \text{ µg/l}$ . Im Falle des Iopamidols sind die Schwankungen bei einem Median von  $0,44 \text{ µg/l}$  noch ausgeprägter; der Maximalwert liegt hier bei  $50 \text{ µg/l}$  (Tabelle 8.1). Be-

merkenswert ist der mit 20 bzw. 35 % hohe Anteil an Messwerten unter der Bestimmungsgrenze von  $0,2 \text{ µg/l}$ . Im Gegensatz dazu weisen nur etwa 15 % der Abläufe im Mittel Konzentrationen über  $3 \text{ µg/l}$  auf.

Die einwohnerspezifischen Frachten der beiden genannten Röntgenkontrastmittel streuen ebenfalls beträchtlich (Tabelle 8.2) und betragen im Median beim Iopamidol  $0,14 \text{ mg/(E}\cdot\text{d)}$  und bei der Amidotrizoesäure  $0,33 \text{ mg/(E}\cdot\text{d)}$ . Im Vergleich dazu ragen die Ablaufwerte für Iopamidol der Kläranlagen Arnsberg-Neheim, Essen-Süd und insbesondere Lüdenscheid-Schlittenbachtal, bei der eine mittlere Belastung von  $11 \text{ mg}$  je Einwohner und Tag festgestellt wurde, besonders hervor. Letztere ist auch hinsichtlich der Amidotrizoesäure mit einer einwohnerspezifischen Fracht von  $3,6 \text{ mg/(E}\cdot\text{d)}$  auffällig. Für dieses Kontrastmittel sind darüber hinaus die Anlagen Arnsberg-Wildshausen, Essen-Süd und Schwerte zu nennen.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die Röntgenkontrastmittel vorwiegend über Krankenhäuser und Röntgenpraxen eingetragen und die Konzentrationen und einwohnerspezifischen Frachten stark durch die Zahl und Belegung dieser Einrichtungen im jewei-

- [8.1] Bode, H., Grünebaum, T., Klopp, R.: *Anthropogene Spurenstoffe aus Kläranlagen, Teil 1: Herausforderungen für die Wasserwirtschaft in Zusammenarbeit mit anderen Disziplinen, Teil 2: Maßnahmen bei der Abwasserbehandlung – Möglichkeiten, Notwendigkeiten und Voraussetzungen.* In: *KA Korrespondenz Abwasser, Abfall, 57. Jahrgang, Nr. 2/2010 und Nr.3/2010*
- [8.2] *Arnsberger Vereinbarung „Gemeinsame Verantwortung und kooperatives Handeln für hohe Trinkwasserqualität und Gesundheit“ zwischen der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) und dem Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes NRW vom 25. August 2006*
- [8.3] *Ruhrverband: Organische Spurenstoffe im Ablauf kommunaler Kläranlagen.* In: *Ruhrgütebericht 2007, Essen, S. 76-79*

Tabelle 8.1: Spannweiten und Mediane der Konzentrationen organischer Mikroverunreinigungen in Kläranlagenabläufen  
 Tabelle 8.1: Spreads and medians of the concentration of organic micropollutants in the outlets of sewage treatment plants

	statistische Größe	Iopamidol µg/l	Amidotrizoesäure µg/l	Carbamazepin µg/l	Diclofenac µg/l	TCPP µg/l	TCEP µg/l	EDTA µg/l
Mittlere Konzentration der Verbandskläranlagen	Minimum	0,20	0,20	0,05	0,16	0,10	0,01	10
	Maximum	50	16	2,8	3,9	5,3	7,5	930
	Median	0,44	0,99	0,77	0,90	1,1	0,19	15

Tabelle 8.2: Spannweiten und Mediane der einwohnerspezifischen Frachten organischer Mikroverunreinigungen in Kläranlagenabläufen  
 Table 8.2: Spreads and medians of inhabitant-specific loads of organic micropollutants in the outlets of sewage treatment plants

	statistische Größe	Iopamidol mg/(E·d)	Amidotrizoesäure mg/(E·d)	Carbamazepin mg/(E·d)	Diclofenac mg/(E·d)	TCPP mg/(E·d)	TCEP mg/(E·d)	EDTA mg/(E·d)
Mittlere einwohnerspezifische Fracht der Verbandskläranlagen	Minimum	0,02	0,02	0,05	0,04	0,07	0,01	1,2
	Maximum	11	3,62	0,74	0,68	3,0	4,3	550
	Median	0,14	0,33	0,23	0,25	0,29	0,05	4,7

ligen Einzugsgebiet geprägt sind. Ein Blick auf die Zahl der Kläranlagen mit Werten über 1 mg je Einwohner und Tag zeigt, dass diese bei der Amidotrizoesäure nur sechzehn und beim Iopamidol lediglich neun beträgt. Diese Anlagen tragen aber jeweils zu über 50% zum gesamten Frachteintrag im Ruhreinzugsgebiet von etwa 1.600 g/d Iopamidol und rund 2.120 g/d Amidotrizoesäure bei (Bild 8.1). Das zwischen den Kläranlagen stark schwankende Frachtverhältnis von Iopamidol und Amidotrizoesäure weist auf ein uneinheitliches Applikationsverhalten der verschiedenen klinischen Einrichtungen hinsichtlich der beiden Wirkstoffe hin.

In der Ruhr liegen die transportierten Frachten an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen im Mittel aller Untersuchungen bei rund 1.400 g/d Iopamidol und etwa 1.500 g/d Amidotrizoesäure. Für einen Vergleich mit den Emissionen der Verbandskläranlagen sind aber die Tagesfrachten in der unteren Ruhr bei Niedrigwasser von Bedeutung, da die Frachten der Kläranlagenabläufe zum überwiegenden Teil auf Messwerten bei Trockenwetterver-

hältnissen beruhen. Bei Abflüssen unter 50 m<sup>3</sup>/s beträgt die mittlere Fracht an Amidotrizoesäure etwa 1.400 g/d und an Iopamidol 1.150 g/d, also etwas weniger als bei der Berücksichtigung aller Abflüsse. Aus den oberhalb gelegenen Kläranlagen werden durchschnittlich 1.430 g/d Amidotrizoesäure und 980 g/d Iopamidol eingeleitet, was rechnerisch Anteilen von 100 bzw. 85% an der Immission entspricht (Bild 8.2). Der Frachtvergleich unterstreicht, dass die Kläranlagenabläufe die Haupteintragsquelle für Röntgenkontrastmittel in die Ruhr darstellen und diffuse Quellen einen eher geringen Anteil an der Immission haben.

Für die Bewertung der Emissionen von Stoffen, insbesondere auch von Mikroverunreinigungen, kommt es weniger auf die Frachten an, sondern vielmehr auf die sich im Gewässer einstellenden Konzentrationen und die daraus ggf. resultierenden human- und ökotoxikologischen Wirkungen. In dieser Hinsicht geben die RKM wie auch alle nachfolgend behandelten Stoffe keinerlei Anlass zur Besorgnis.

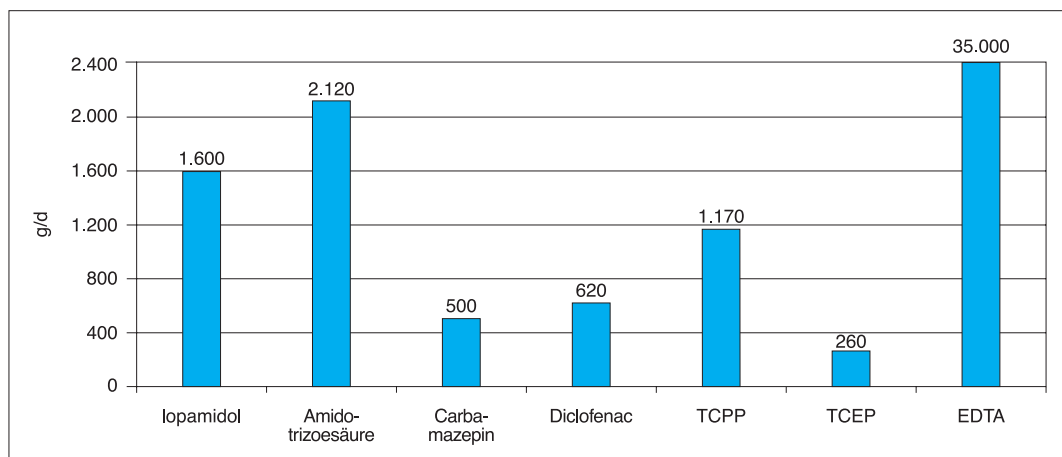


Bild 8.1: Tagesfrachten organischer Mikroverunreinigungen aller Kläranlagenabläufe bis Duisburg-Kasslerfeld  
 Fig. 8.1: Daily loads of organic micropollutants from all sewage treatment plant outlets up to Duisburg-Kasslerfeld

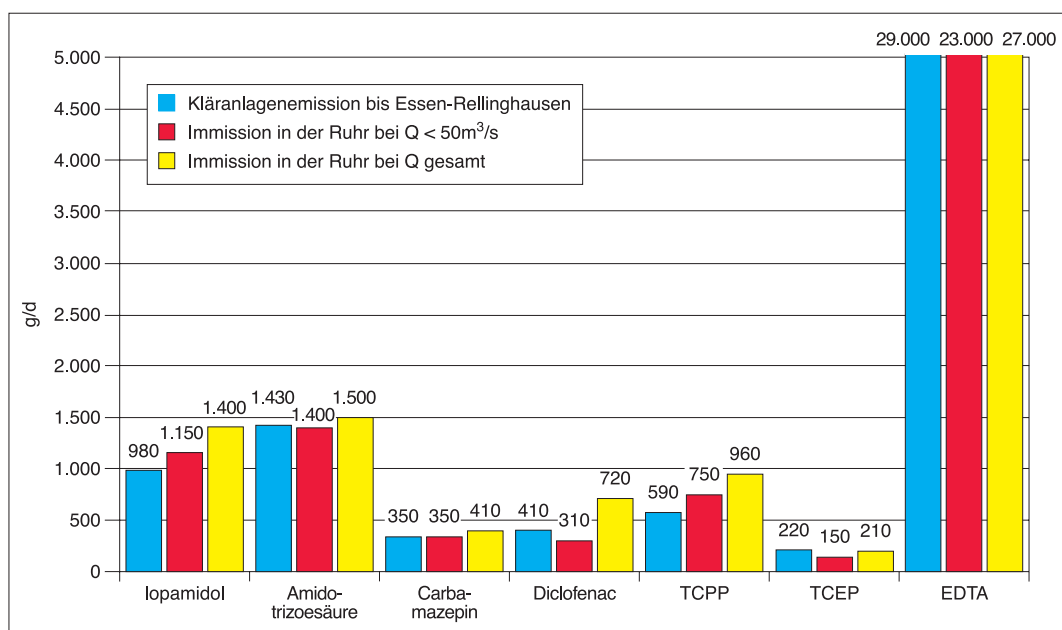


Bild 8.1: Tagesfrachten organischer Mikroverunreinigungen aller Kläranlagenabläufe bis Duisburg-Kasslerfeld  
 Fig. 8.1: Daily loads of organic micropollutants from all sewage treatment plant outlets up to Duisburg-Kasslerfeld

## Therapeutika

Die beiden Wirkstoffe Carbamazepin und Diclofenac fallen im Gegensatz zu den Röntgenkontrastmitteln überwiegend in den privaten Haushalten an. Daher ist davon auszugehen, dass die Spannweite der Messwerte im Vergleich zu den Diagnostika geringer ist. So sind in den Kläranlagenabläufen für das Antiepileptikum Carbamazepin und das Schmerzmittel Diclofenac Schwankungsbreiten von etwa 0,10 bis 2,8 bzw. 3,9 µg/l zu beobachten, wobei die Einzelwerte nahezu ausnahmslos über der Bestimmungsgrenze von 0,05 µg/l liegen. Die Mediane unterscheiden sich dabei mit 0,77 µg/l für Carbamazepin und 0,90 µg/l für Diclofenac kaum voneinander (Tabelle 8.1).

Entsprechendes gilt für die einwohnerspezifischen Frachten der beiden Medikamente, die bei 0,23 bzw. 0,25 µg je Einwohner und Tag liegen (Tabelle 8.2). Im Mittel werden über die Kläranlagen im Verbandsgebiet täglich etwa 500 g Carbamazepin und rund 620 g Diclofenac in die Gewässer eingeleitet (Bild 8.1)

Beim Vergleich der Frachteinträge aus den oberhalb der Messstelle Essen-Rellinghausen gelegenen Kläranlagen mit der Immission in der Ruhr müssen die beiden Wirkstoffe differenziert betrachtet werden. Für das Carbamazepin beträgt die durchschnittlich durch die Kläranlagen emittierte Fracht etwa 350 g/d. Die in der Ruhr bei  $Q < 50 \text{ m}^3/\text{s}$  transportierte Fracht ist genau so hoch (Bild 8.2). Emission und Immission sind also nahezu gleich, was auch die hohe Persistenz von Carbamazepin im Gewässer verdeutlicht.

Im Falle des Diclofenacs errechnet sich bei Berücksichtigung aller Abflüsse eine mittlere Fracht in der unteren Ruhr von etwa 720 g/d und bei Niedrigwasserabflüssen von etwa 310 g/d (Bild 8.2). Wie bereits in Kapitel 7 beschrieben unterliegen die Frachten dabei aber im Vergleich zum Carbamazepin einer sehr starken jahreszeitlichen Schwankung. So beträgt die durchschnittliche Immission im August lediglich 105 g/d, während im Dezember mit rund 1.900 g/d im Mittel etwa der achtzehnfache Frachttransport festgestellt wird. Die Untersuchungen der Kläranlagenabläufe fanden im Jahr 2009 schwerpunktmäßig in den Herbstmonaten statt. Daher ist es für einen Vergleich zielgerichtet, ausschließlich die zeitlich korrespondierenden Werte für die Ruhr zu verwenden. In den Monaten September bis Oktober beträgt die mittlere transportierte Fracht an Diclofenac bei Essen-Rellinghausen rund 400 g/d und stimmt somit weitgehend mit der Kläranlagenemission der oberhalb gelegenen Kläranlagen von etwa 410 g/d überein.

## Flammschutzmittel

Flammschutzmittel gelangen unter anderem durch Waschvorgänge aus Textilien ins kommunale Abwasser oder werden aus Polyurethanwerkstoffen in verschiedenen Industriebereichen ausgewaschen [8.1]. Die Messwerte für die phosphororganischen Flammschutzmittel TCEP und TCPP liegen in allen Kläranlagenabläufen durchgehend oberhalb der Bestimmungsgrenze von 0,02 µg/l und weisen für beide Stoffe etwa die gleiche Schwan-

kungsbreite auf. Betrachtet man aber das Konzentrationsverhältnis der beiden Flammschutzmittel, so dominiert bei fast allen Kläranlagen das TCPP deutlich. Lediglich in vier Fällen werden höhere Gehalte an TCEP abgeleitet. Entsprechend liegt der Median der mittleren Ablaufkonzentrationen für TCCP mit 1,1 µg/l um etwa den Faktor fünf höher als für TCEP mit 0,19 µg/l (Tabelle 8.1).

Bei den einwohnerspezifischen Frachten (Tabelle 8.2) liegen die Werte für TCCP bei den beiden Kläranlagen Warstein und Duisburg-Kaßlerfeld etwa um den Faktor 10 über dem Median aller Kläranlagen von 0,29 µg/(E·d). Bezogen auf die Tagesfrachten nimmt Duisburg-Kaßlerfeld eine dominierende Stellung ein und trägt mit rund 40% zur täglichen Gesamtemission aller Verbandskläranlagen in Höhe von 1.170 g bei. Im Falle des TCEP, bei dem der Median 0,05 µg/(E·d) beträgt, ist insbesondere die Kläranlage Werdohl mit einer sechsfach höheren spezifischen Ablauffracht zu nennen. Diese Anlage ist mit mehr als einem Drittel auch maßgeblich an der TCEP-Ablauffracht aller Kläranlagen von etwa 260 g/d beteiligt (Bild 8.1).

Die mittlere transportierte TCCP-Fracht an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen von rund 960 g/d wird wesentlich durch einen Extremwert geprägt. Ohne diesen verringert sich der Mittelwert um rund 20% und liegt somit im Bereich der Immission bei Abflüssen unter 50 m<sup>3</sup>/s von durchschnittlich 750 g/d. An dieser Fracht haben die oberhalb gelegenen Kläranlagen mit einer Emission von 590 g/d einen Anteil von etwa 80%.

Im Falle des TCEP entspricht die Emission der Kläranlagen bis Essen-Rellinghausen von 220 g/d etwa der transportierten Fracht in der Ruhr unter Berücksichtigung aller Wassermengen von 210 g/d. Bei Abflüssen unter 50 m<sup>3</sup>/s liegt die Transportrate im Durchschnitt mit 150 g/d rund 30% niedriger (Bild 8.2).

## Komplexbildner

Aus der Gruppe der synthetischen Komplexbildner stehen aus Kläranlagensicht EDTA und DTPA im Blickpunkt, da sie im Gegensatz etwa zum NTA biologisch schwer abbaubar sind. Im Ruhreinzugsgebiet wird DTPA, das hauptsächlich in der Papierindustrie anfällt, in maßgeblichen Konzentrationen und Frachten fast ausschließlich durch zwei Kläranlagen (KA Arnsberg-Wildshausen, KA Hagen-Boele) emittiert. Über 95% der anderen untersuchten Abläufe weisen Gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze auf, in den weiteren Proben liegen die Konzentrationen lediglich knapp darüber. Im Falle von EDTA sind bei 25% der Anlagen im Mittel Messwerte unter der Bestimmungsgrenze von 10 µg/l festzustellen. Lässt man die Kläranlage Hagen-Boele – mit einer mittleren Ablaufkonzentration von 930 µg/l wie beim DTPA der dominierende Emittent – unberücksichtigt, so endet die Schwankungsbreite bei einem Median von 15 µg/l nach oben hin bei 55 µg/l.

Die einwohnerspezifische EDTA-Belastung dieser Anlage liegt bei 550 mg/(E·d) und somit um etwa den Faktor 100 über dem Median aller Verbandskläranlagen von 4,7 mg je Einwohner und Tag (Tabelle 8.2). Der Frachteintrag im gesamten Ruhreinzugsgebiet in die Gewässer beträgt rund 35 kg/d (Bild 8.1), wobei

über 50 % aus dem Ablauf der Kläranlage Hagen-Boele stammen und durch Einleitungen aus der Papierindustrie verursacht werden.

Auf Grund der schwankenden Frachtausträge der Kläranlage Hagen-Boele weisen die Tagesfrachten in der Ruhr bei Essen eine große Streubreite auf. Die Transportrate an dieser Messstelle liegt im Jahresmittel bei rund 27 kg/d. Betrachtet man nur die Abflüsse unter 50 m<sup>3</sup>/s, so liegt der Wert mit 23 kg/d um etwa 15 % niedriger. Demgegenüber errechnet sich die Kläranlagenemission zu 29 kg/d (Bild 8.2). Bei den fünf Untersuchungen im Ablauf der Kläranlage Hagen-Boele wurden Tagesfrachten in einer Schwankungsbreite von 4,1 bis 39,2 kg/d festgestellt. Unter Berücksichtigung dieser starken Streuung stimmen die Emissionen der Kläranlagen mit der Transportrate in der Ruhr noch weitgehend überein.

### Vergleich mit dem Jahr 2007

Ein exemplarischer Vergleich der Gehalte an Mikroverunreinigungen in den Kläranlagenabläufen im Jahr 2009 mit den Daten aus dem Jahr 2007 ergibt für das Carbamazepin eine gute Übereinstimmung sowohl der Medianwerte der Konzentrationen als auch der einwohnerspezifischen Fracht bzw. der Gesamtemission. Die im Jahr 2007 untersuchten sieben Kläranlagen repräsentieren somit weitgehend die Emissionscharakteristik aller Anlagen im Verbandsgebiet.

Beim TCPP kann Vergleichbares für die einwohnerspezifische Belastung gesagt werden. Klammert man den hohen Frachtanteil der im Jahr 2007 nicht untersuchten Kläranlage Duisburg-Kaßlerfeld aus, so liegen auch die Frachteinträge in die Gewässer für die beiden Untersuchungszeiträume auf vergleichbarem Niveau.

Im Falle der Amidotrizoesäure stellt sich die Lage anders dar. Bei der Untersuchung aller Abläufe im Jahr 2009 wurde im Median eine um den Faktor vier niedrigere einwohnerspezifische Fracht

ermittelt. Demgegenüber liegt die tägliche Emission aller Kläranlagen um rund 40 % höher als 2007. Hier zeigt sich, dass die Untersuchung einiger weniger Kläranlagen nicht für eine sichere Aussage über die Gesamtemission auf der Basis des Medians der einwohnerspezifischen Werte ausreicht, da diese primär durch das Vorhandensein entsprechender röntgendiagnostischer Zentren bestimmt wird.

Bei den Immissionen in der Ruhr bei Essen liegen im Falle der Amidotrizoesäure und des Carbamazepins die Frachten in ähnlichen Größenordnungen wie die durchschnittlichen Transportwerte der beiden Vorjahre. Lässt man den Maximalwert für das TCPP des Jahres 2009 unberücksichtigt, so gilt eine analoge Aussage, andernfalls ergibt sich ein um rund 30 % höherer Wert.

Signifikant ist der Rückgang beim EDTA von 41 kg/d im Jahr 2007 auf 27 kg/d im Jahr 2009.

### Kläranlage Schwerte

Im Frühjahr 2010 startete auf der Kläranlage Schwerte der Einsatz einer nachgeschalteten Oxidationsstufe mit Ozon und eine Adsorption mit Pulveraktivkohle als großtechnische Versuchsanlage im Parallelbetrieb mit der konventionellen Verfahrenstechnik [8.4]. Daher ist ein näherer Blick auf die Gehalte im Ablauf dieser Anlage interessant.

Hierbei ergeben die Untersuchungen für die betrachteten Mikroverunreinigungen durchgehend Konzentrationen deutlich oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenzen, wobei die Werte mit Ausnahme des Iopamidols, bei dem die Spannweite 2,6 bis 21 µg/l beträgt, nach bisherigen Erkenntnissen etwa um den Faktor zwei schwanken.

Die Tagesfrachten liegen im Mittel für Carbamazepin bei 7 g/d und für Diclofenac bei 14 g/d. Die Belastung durch die Röntgen-

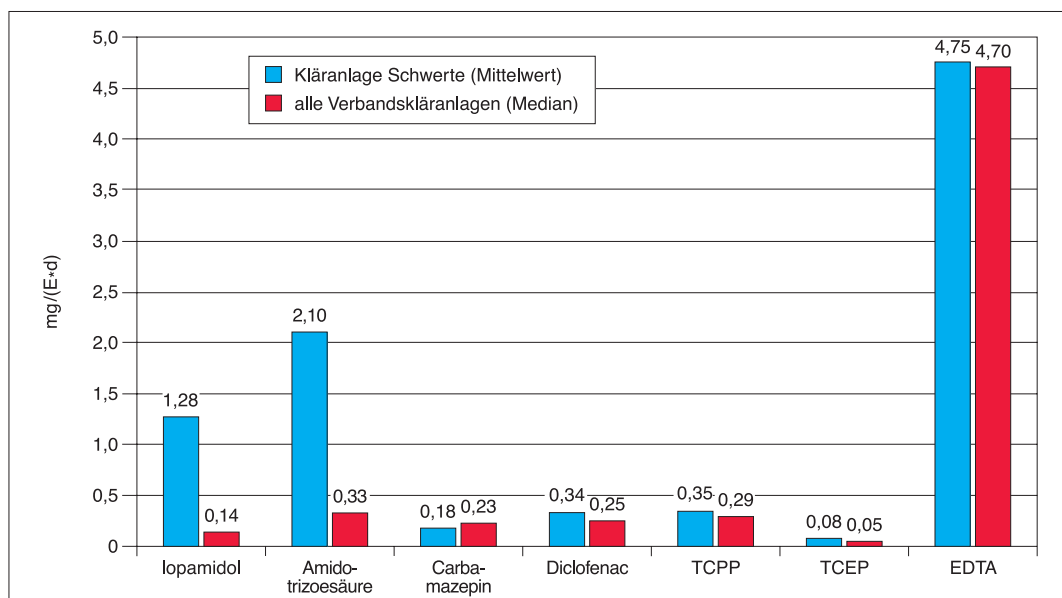


Bild 8.3: Vergleich der mittleren einwohnerspezifischen Frachten organischer Mikroverunreinigungen im Ablauf der Kläranlage Schwerte mit den Medianwerten aller Verbandskläranlagen

Fig. 8.3: Comparison of the mean inhabitant-specific loads of organic micropollutants in the outlet of the Schwerte sewage treatment plant with the median values for all of the Ruhrverband's sewage treatment plants

kontrastmittel Amidotrizoesäure und Iopamidol ist mit jeweils knapp 70 g/d deutlich höher, wobei im Falle des Iopamidols ein Maximalwert von 130 g/d festgestellt wurde. Die tägliche EDTA-Fracht im Ablauf der Kläranlage Schwerte schwankt zwischen 120 und 330 g/d, während die Emission an phosphororganischen Flammschutzmitteln im Mittel 14 g/d TCPP und 3 g/d TCEP beträgt.

In Bild 8.3 sind die mittleren einwohnerspezifischen Frachten im Ablauf der Kläranlage Schwerte den Medianwerten aller Verbandskläranlagen gegenübergestellt. Es wird deutlich, dass die spezifische Belastung sowohl für die beiden Medikamente als auch für die phosphororganischen Flammschutzmittel und für EDTA im Bereich der Mediane im Ruhrverbandsgebiet liegen. Im Falle der Röntgenkontrastmittel betragen die einwohnerspezifischen Frachten für Schwerte das sechsfache bei der Amidotrizoesäure bzw. das neunfache beim Iopamidol. Bezogen auf die untersuchten Mikroverunreinigungen stellt die Kläranlage Schwerte ein typisches Beispiel für die Verbandskläranlagen dar, die in ihrem Einzugsgebiet einen Schwerpunkt für röntgendiagnostische Zentren aufweisen.

## Fazit

Wenn auch die Mediane der Konzentrationen der untersuchten Mikroverunreinigungen in den Kläranlagenabläufen mit Ausnahme des EDTA in einer vergleichbaren Größenordnung liegen, so lassen sich doch Unterschiede im Eintragsverhalten erkennen. Während die Medikamente unabhängig vom jeweiligen Einzugsgebiet oder der Ausbaugröße der Kläranlagen hinsichtlich der einwohnerspezifischen Belastung insbesondere bei Trockenwetter relativ konstante Einträge aufweisen, ist bei den Diagnostika der punktuelle Einfluss von entsprechenden medizinischen Einrichtungen zu erkennen. Bei den Flammschutzmitteln und dem EDTA, die als ubiquitär anzusehen sind, wird der dominierende Einfluss einzelner Anlagen deutlich.

Unterschiedliche Verhältniszahlen bei den Röntgenkontrastmitteln deuten auf ein abweichendes Applikationsverhalten hin, wobei auch der Einsatz im Einzugsgebiet der einzelnen Kläranlagen deutlichen täglichen Schwankungen zu unterliegen scheint. Im Falle des Diclofenacs geben jahreszeitliche Unterschiede Hinweise auf die Verschreibungshäufigkeit des Rheumamedikamentes. Die gegenüber dem TCPP vergleichsweise niedrigeren TCEP-Frachten belegen die zunehmende Substituierung dieser Verbindung. Auch beim EDTA ist eine eindeutige rückläufige Tendenz, die auf die Emission der Papierindustrie zurückzuführen ist, festzustellen.

[8.4] Enxing, K., Grünebaum, T., Jardin, N., Rath, L., Sadowski, A.: Spurenstoffelimination durch Ozonisierung und Aktivkohle: Planung und Bau der großtechnischen Versuchsanlage auf der Kläranlage Schwerte. In: Aachener Schriften zur Stadtentwässerung, Bd. 13, S. 18/1-18/17

## 9 Die PFT-Situation im Jahr 2009

Die chemischen und physikalisch-chemischen Eigenschaften der **Perfluorinated Compounds (PFC)** werden geprägt durch ihren mit der Kettenlänge zunehmenden tensidischen Charakter, der durch die polare Säuregruppe und den unpolaren perfluorierten Rest verursacht wird. Daher werden diese Verbindungen, insbesondere im deutschen Sprachgebrauch, häufig auch als Perfluortenside (PFT) bezeichnet.

Die in der zweiten Jahreshälfte 2006 aufgenommenen intensiven Untersuchungen der Gewässer auf PFT sind im Jahr 2009 unter Berücksichtigung neuer Erkenntnisse fortgeführt worden. So konnte beispielsweise die Untersuchungshäufigkeit an einigen Stellen ohne bedeutenden Informationsverlust deutlich reduziert werden. Die Mitte 2008 aufgenommene Bestimmung der auch industriell eingesetzten kürzerkettigen PFT wurde fortgeführt. Die Untersuchungen im Kläranlagenbereich wurde ebenfalls fortgeführt, wobei das Programm an die jeweilige Belastungssituation angepasst war.

### Entwicklung der Belastungssituation

#### Möhnefluss und Möhnetalsperre

Im Oberlauf der Möhne bei Heidberg, d. h. unterhalb der sanierten Flächen von Brilon-Scharfenberg, wurden im Jahresdurchschnitt bei einer Konzentration von 187 ng/l rund 4,1 g/d PFT (PFOA + PFOS) transportiert. Dies sind im Vergleich zum Vorjahr etwa 30% geringere Werte, was trotz einiger Abflussanstiege im Wesentlichen auf das relativ trockene Jahr zurückzuführen sein dürfte. Der Frachtanteil aus der Kläranlage Brilon-Scharfenberg beträgt dabei wie im Vorjahr rund 14%.

In der Möhne unterhalb Pegel Völlinghausen (Bild 9.1) war im Vergleich zu Heidberg eine gegenläufige Tendenz festzustellen.

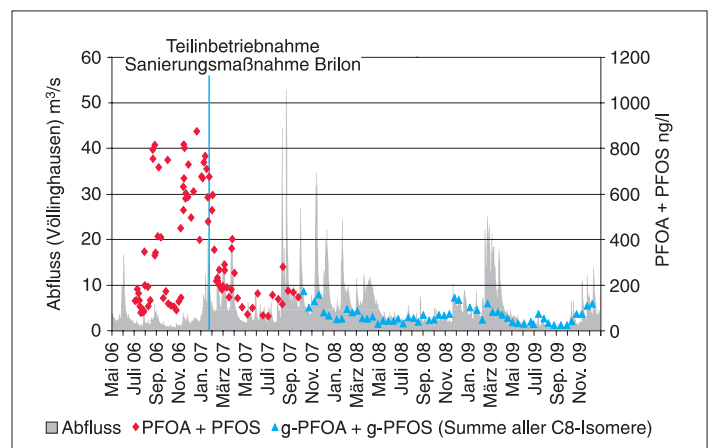


Bild 9.1: Konzentrationen an PFOA + PFOS und Abflüsse (Tagesmittel) der Möhne unterhalb Pegel Völlinghausen  
Fig. 9.1: Concentrations of PFOA + PFOS and runoffs (daily average) of the Möhne downstream of the gauging station Völlinghausen

Hier führten die starken Niederschläge in den ersten und letzten Monaten des Jahres zu überproportionalen PFT-Einträgen, was sich in einem Jahresdurchschnitt von 37 g/d bzw. 62 ng/l widerspiegelte. Im Vorjahr waren es bei etwa einem Drittel höheren Abflüssen im Mittel 29 g/d bzw. 64 ng/l.

Lediglich etwa 1,1 g/d, entsprechend 3 % der PFT-Fracht, wurde über die Kläranlagen in die Möhne eingetragen, der Hauptanteil entstammte weiterhin diffusen Einträgen. So wurden über die unterhalb von Rüthen mündende Küttelbecke im Mittel etwa 4 g/d eingetragen, was rund 10 % der PFT-Fracht entspricht. Bei der Bilanzierung ist zu berücksichtigen, dass die Abflüsse und damit auch die Frachten auf Schätzungen beruhen (Küttelbecke) bzw. die Abflussdaten des Pegels Brilon wegen der Geologie des Einzugsgebietes (Karstgebiet) relativ ungenau sind. Die realen Frachten dürften daher höher liegen.

Bild 9.2 zeigt den Einfluss der vorgenannten Einträge auf die Werte des Möhnevorbeckens. Nachdem die Gehalte hier Mitte 2008 bereits auf fast 50 ng/l abgesunken waren, führten die erhöhten Abflüsse Ende 2008 und in den ersten Monaten 2009 wieder zu Konzentrationen um 100 ng/l. Während der abflussarmen Sommermonate sanken die Werte dann stetig bis auf ein Minimum von 37 ng/l, wobei der PFOA-Anteil 27 ng/l ausmachte. Der PFOS-Gehalt blieb unterhalb der Bestimmungsgrenze von 10 ng/l. Er wurde allerdings jeweils mit dem Wert der Bestimmungsgrenze bei der Summenbildung (PFOA + PFOS) berücksichtigt. Mehrere Abflussspitzen zwischen 5 und 14 m<sup>3</sup>/s in den letzten drei Monaten des Jahres ließen die Konzentrationen zeitweise bis auf 119 ng/l ansteigen. Ein Einfluss auf die Konzentrationen im Hauptbecken an der Probenahmestelle vor Mauer zeigte sich bisher nicht (Bild 9.3). Anfang Dezember 2009 wurde hier mit 69 ng/l der bisher niedrigste Wert seit Beginn der Messungen ermittelt. Unter Berücksichtigung der Aufenthaltszeit ist hier jedoch Anfang 2010 mit einem moderaten Konzentrationsanstieg zu rechnen.

### Ruhr

Nach Zufluss der Möhne stieg die durchschnittliche PFT-Konzentration in der Ruhr bei Echthausen von zuvor 31 ng/l auf 43 ng/l an. Die Maximalwerte erreichten 56 ng/l und wurden während einer mehrmonatigen Phase anhaltend niedriger Abflüsse um 15 m<sup>3</sup>/s (Pegel Bachum) registriert (Bild 9.4). Die Abflussanstiege zu Beginn und Ende des Jahres hatten keine Konzentrationserhöhung zur Folge, da im Gegensatz zu den Verhältnissen an der Möhne keine überproportionalen Einträge erfolgten.

In der Ruhr bei Essen überschritten die Konzentrationen der beiden Hauptkomponenten PFOA und PFOS (als Summe) einmal mit 110 ng/l den von der Trinkwasserkommission definierten Zielwert für das Trinkwasser von 100 ng/l (Bild 9.5). Ursache waren Einträge eines PFT-haltigen Löschmittels bei einem Brand in Iserlohn. Von diesem Ereignis abgesehen wurden durchschnittlich 44 ng/l analysiert.

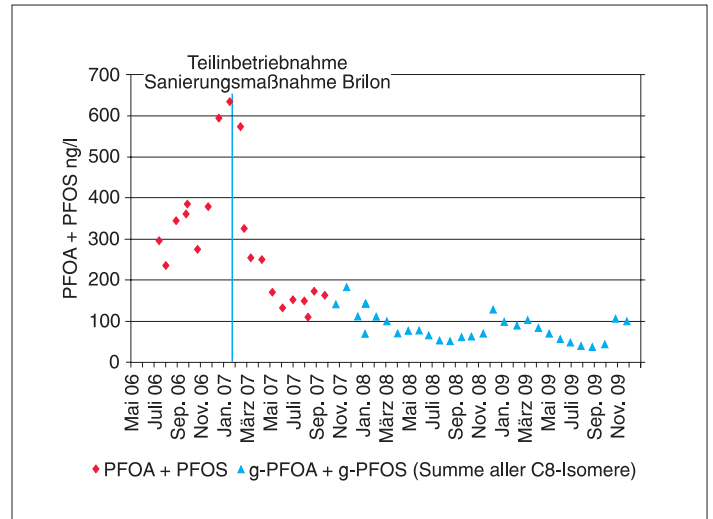


Bild 9.2: Konzentrationen an PFOA + PFOS im Möhnevorbecken  
Fig. 9.2: Concentrations of PFOA + PFOS in the Möhne pre-reservoir

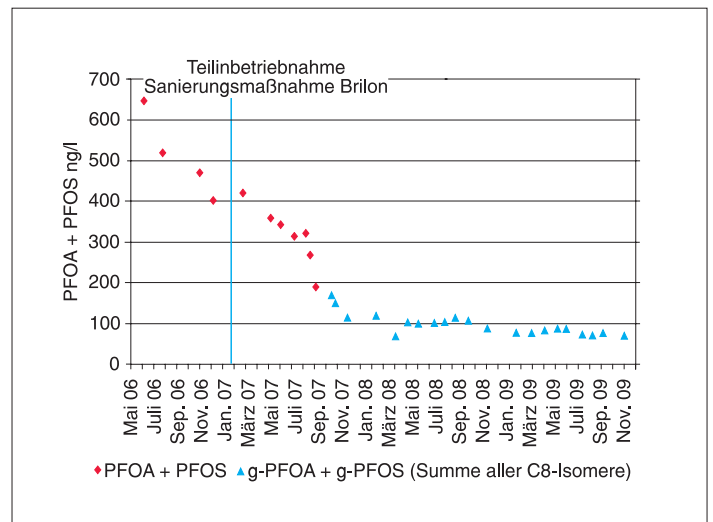


Bild 9.3: Konzentrationen an PFOA + PFOS in der Möhnetalsperre vor Mauer (Mittelwert aus Tiefenprofil)  
Fig. 9.3: Concentrations of PFOA + PFOS in the Möhne Reservoir before the dam (average from depth profile)

Neben den zeitdichten Messungen an ausgewählten Stellen von Möhne und Ruhr erfolgen seit 2007 PFT-Untersuchungen im Rahmen der routinemäßigen Ruhr längsuntersuchungen (Die Ruhr im Längsverlauf). Bild 9.6 vermittelt dazu die Belastungssituation in den drei Jahren, jeweils dargestellt durch den Median sowie das 10- und 90-Perzentil. Nach den deutlichen Rückgängen von 2007 nach 2008, die in erster Linie auf die Sanierung im Möhne-einzugsgebiet zurückzuführen waren, haben von 2008 nach 2009 nur noch geringere Abnahmen stattgefunden. Vorrangig betraf dies den Ruhr-Abschnitt oberhalb der Möhne-einmündung, wo durchschnittlich 20 % niedrigere Mediane ermittelt wurden. Eine ähnliche Relation war auch für die 90-Perzentile festzustellen, die bis auf die beiden unteren Probenahmestellen ebenfalls rund 20 % niedriger ausgefallen sind.



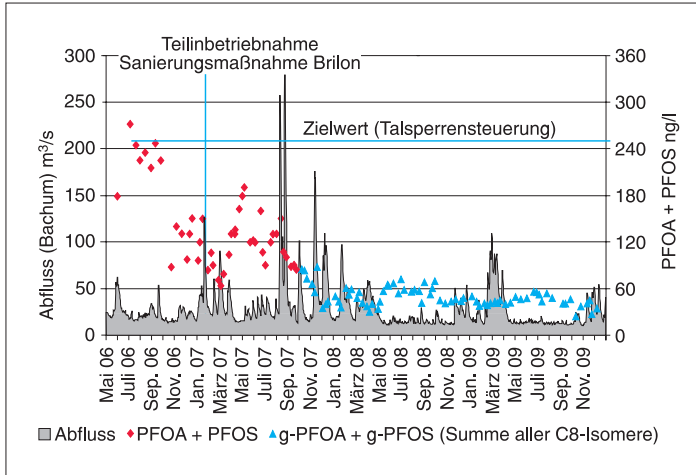


Bild 9.4: Konzentrationen an PFOA + PFOS und Abflüsse (Tagesmittel) der Ruhr unterhalb des Möhnezufflusses  
 Fig. 9.4: Concentrations of PFOA + PFOS and runoffs (daily average) of the Ruhr downstream of the Möhne's inflow

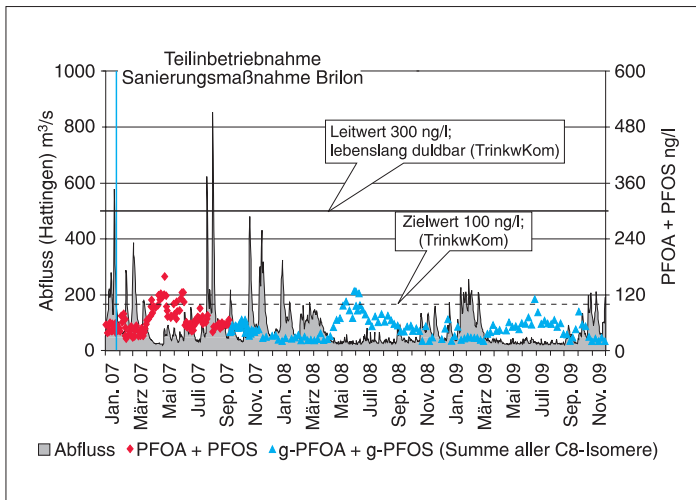


Bild 9.5: Konzentrationen an PFOA + PFOS und Abflüsse (Tagesmittel) der Ruhr bei Essen  
 Fig. 9.5: Concentrations of PFOA + PFOS and runoffs (daily average) of the Ruhr at Essen

### Kläranlagen

Die Abläufe der Verbandskläranlagen wurden im Jahr 2009 rund 550 mal auf der Basis von 24-Stunden-Mischproben untersucht. Während die als unauffällig einzustufenden Kläranlagen in der Regel zweimal im Jahr beprobt wurden, waren es bei den stärker belasteten Anlagen bis zu 20 Untersuchungen. Betrachtet man die mittleren Gehalte der Abläufe an PFOA und PFOS, so liegen diese bei 75 % der Anlagen unter 100 ng/l und bei 85 % unter 300 ng/l. Der mittlere Gehalt aller Kläranlagenabläufe an PFOA und PFOS beträgt dabei 210 ng/l.

Drei Anlagen wurde deutlich intensiver beprobt. Bereits seit Ende 2006 wird die Kläranlage Brilon-Scharfenberg auf Grund der Ein-

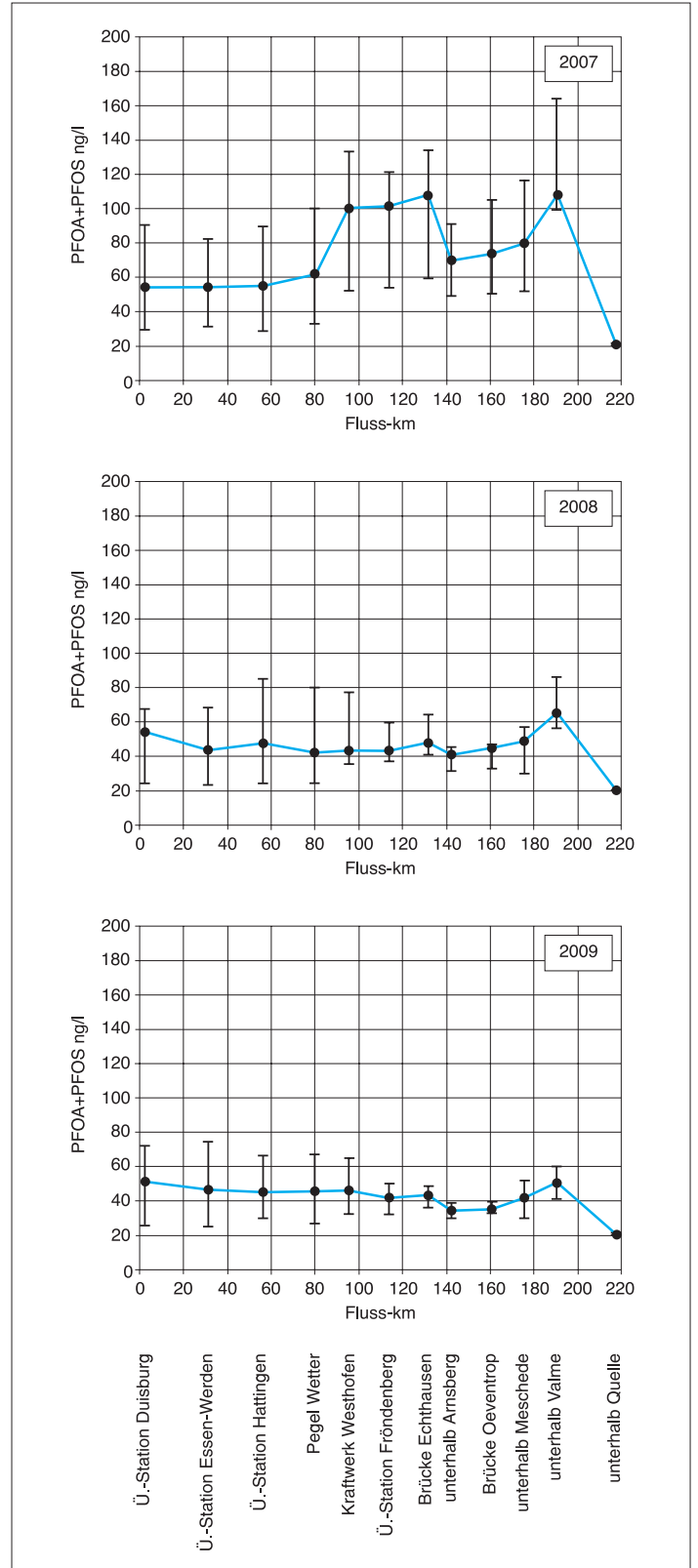


Bild 9.6: 10-, 50- und 90-Perzentile der PFC-Konzentrationen (PFOA + PFOS) im Fließverlauf der Ruhr, 2007 bis 2009  
 Fig. 9.6: 10th, 50th, and 90th percentiles of PFC concentrations (PFOA + PFOS) along the Ruhr's flow path, 2007 to 2009

träge aus dem Drainagesystem der sanierten Fläche in der Regel wöchentlich untersucht. Die zeitliche Entwicklung der Konzentrationen sowie des Verhältnisses PFOA zu PFOS ist in Bild 9.7 dargestellt. Das Konzentrationsverhältnis der beiden Verbindungen hat sich dabei im Verlauf der Zeit deutlich verschoben. Während es im ersten Halbjahr 2007 im Mittel noch bei etwa 3,0 lag, sank es im Jahresmittel 2008 auf 1,8 und betrug im Jahresdurchschnitt 2009 nur noch rund 0,9. Diese Verschiebung verdeutlicht, dass das mobilere PFOA bereits in einem größeren Maße aus der Sanierungsfläche ausgetragen worden ist. Der bisherige Sanierungserfolg zeigt sich auch in der Abnahme der täglichen Ablauffrachten. So lag die Tagesfracht im Ablauf der Kläranlage Brilon-Scharfenberg im Jahr 2007 bei im Mittel 2,18 g/d. Im Jahr 2009 betrug die emittierte Fracht nur noch durchschnittlich 0,57 g/d, was einen Rückgang um 74 % bedeutet.

Im Juli 2009 kam es zu einem Großbrand in Iserlohn, infolge dessen PFT-haltige Löschmittel in die Kläranlage Iserlohn-Baarbachtal eingeleitet wurden. In Bild 9.8 ist der deutliche Anstieg der Ablaufkonzentrationen zu erkennen. In der Zeit nach dem Brand stieg die Ablauffracht von zuvor rund 10 auf im Mittel 50 g/d. Nach etwa drei Wochen lagen die Gehalte dann wieder in einem für die Anlage üblichen Bereich.

Im Ablauf der KA Essen-Süd wurden zu Jahresbeginn Konzentrationen von über 1.000 ng/l PFOS gemessen, woraufhin ein intensives Untersuchungsprogramm durchgeführt wurde, das auch zur Identifizierung des Einleiters führte. Nach Optimierungen in

der Betriebsführung und der Abwasserbehandlung (Einsatz eines Ionenaustauschers) konnte im Jahresverlauf ein deutliches Absinken der Gehalte auf Werte um 100 ng/l festgestellt werden (Bild 9.9).

### Bilanzierung der PFT-Belastung im Ruhreinzugsgebiet

Die bereits für die Jahre 2007 und 2008 vorgenommene Bilanzierung der PFT-Belastung der Ruhr ist im Jahr 2009 fortgesetzt worden (Bild 9.10). Nachdem die Fracht in den beiden ersten Jahren bereits von im Mittel 513 auf 286 g/d deutlich abgenommen hatte, war im letzten Jahr eine weitere Reduzierung auf 212 g/d festzustellen. Seit Beginn der Messungen wurden folglich mit 301 g/d rund 59% weniger PFT (PFOA + PFOS) in der Ruhr transportiert. Den größten Anteil am Rückgang haben dabei mit 261 g/d bzw. 80% die zuvor belasteten Flächen. Die restlichen 40 g/d verteilen sich auf den häuslichen Anteil (29 g/d) sowie auf Gewerbe und Industrie (11 g/d).

### Kurzkettige PFT

Von den seit Mai 2008 untersuchten kurzkettigen Verbindungen sind hauptsächlich die Perfluorbutansäure und die Perfluorbutansulfonsäure nachzuweisen, die in der Ruhr bei Essen mit Durchschnittskonzentrationen von 13 bzw. 22 ng/l auftrat. Die Konzentrationen der übrigen Komponenten blieben an dieser Probenahmestelle fast ausnahmslos unterhalb der Bestimmungsgrenze von jeweils 10 ng/l. Der Anteil der kurzkettigen Verbindungen

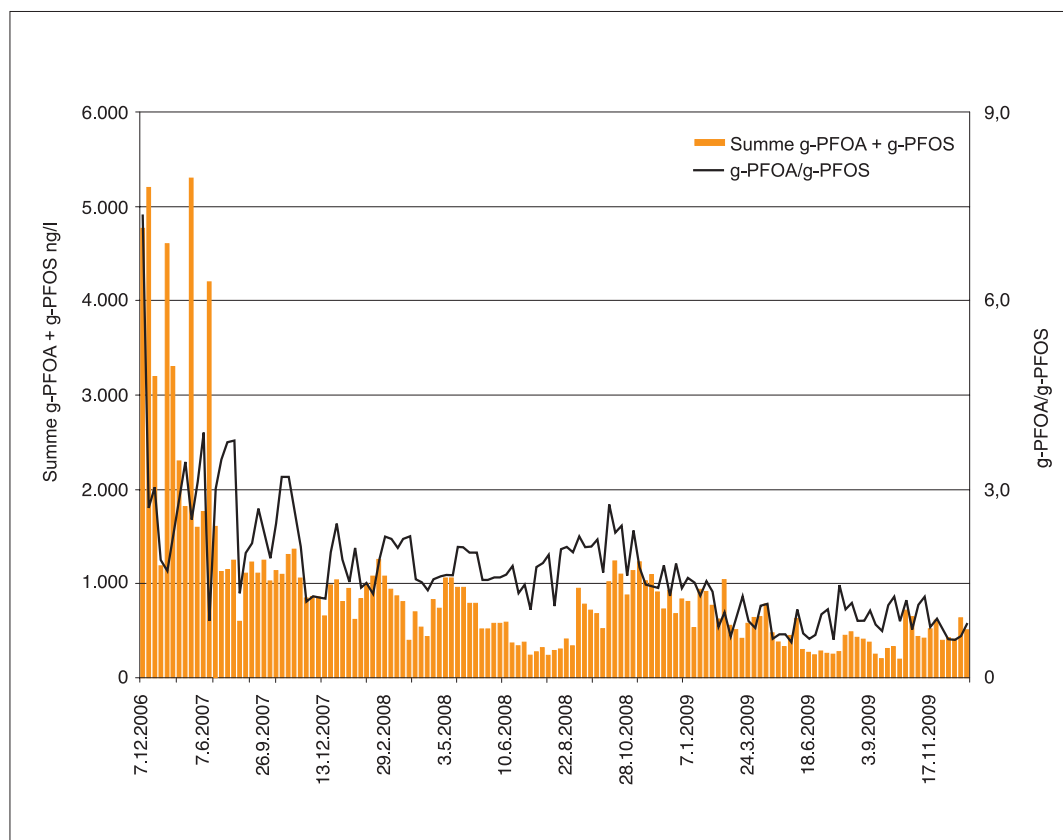


Bild 9.7: KA Brilon-Scharfenberg – Zeitlicher Verlauf der g-PFOA- und g-PFOS-Gehalte im Kläranlagenablauf  
 Fig. 9.7: Sewage treatment plant Brilon-Scharfenberg – chronological development of g-PFOA and g-PFOS levels in the plant's outlet

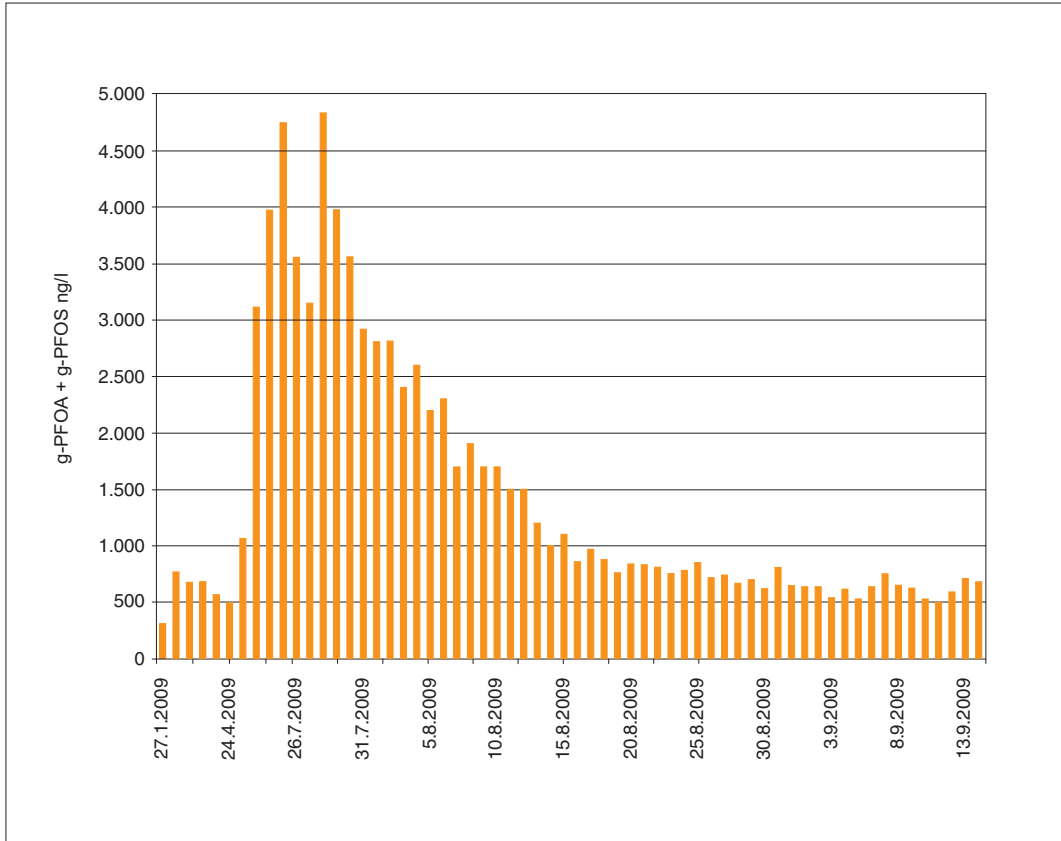


Bild 9.8: Zeitliche Entwicklung der g-PFOA- und g-PFOS-Konzentrationen im Ablauf der KA Iserlohn-Baarbachtal

Fig. 9.8: Chronological development of g-PFOA and g-PFOS concentrations in the outlet of the sewage treatment plant Iserlohn-Baarbachtal

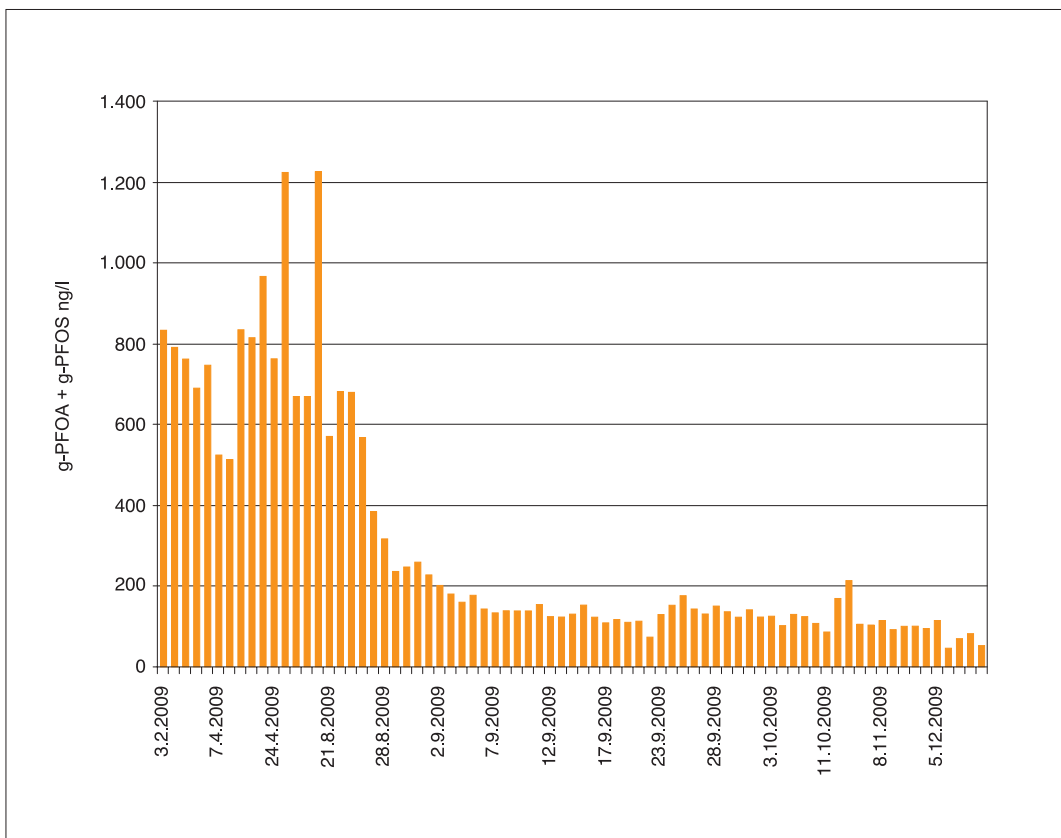


Bild 9.9: Zeitliche Entwicklung der g-PFOA- und g-PFOS-Konzentrationen im Ablauf der KA Essen-Süd

Fig. 9.9: Chronological development of g-PFOA and g-PFOS concentrations in the outlet of the sewage treatment plant Essen-Süd

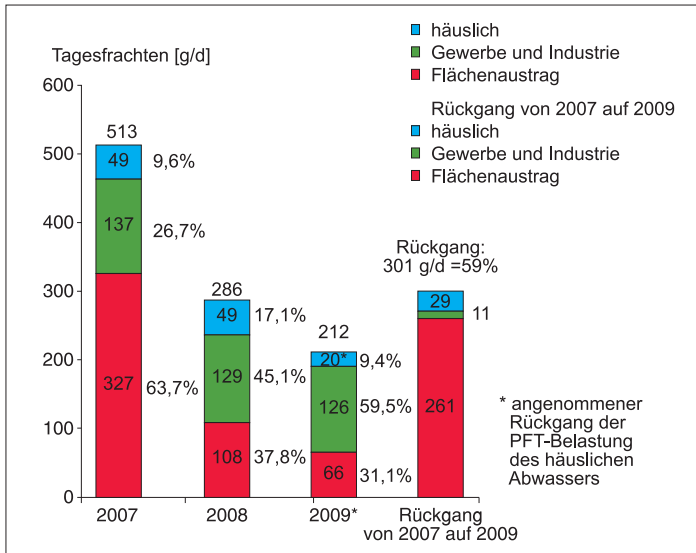


Bild 9.10: Herkunft der durchschnittlichen Tagesfrachten für PFT (PFOA + PFOS) in der Ruhr an der Mündung unter Berücksichtigung der Speicheränderung der Möhnetalsperre und des Entzuges in den Jahren 2007 bis 2009

Fig. 9.10: Sources of the average daily PFC loads (PFOA + PFOS) at the Ruhr's mouth, taking into account modified storage and abstraction at the Möhne Reservoir from 2007 to 2009

machte somit wie im Vorjahr etwa 45 % der Konzentrationen aller analysierten PFT-Verbindungen aus.

Im Fließverlauf der Ruhr wurde bei einigen Untersuchungen ab der Probenahmestelle „Brücke Echthausen“ die Perfluorbutansäure und ab „Kraftwerk Westhofen“ auch die Perfluorbutansulfonsäure in Konzentration bis zu 44 ng/l (PFBA) bzw. 67 ng/l

(PFBS) nachgewiesen. An einigen Stellen trat noch die Perfluor-pentan- und die Perfluorhexansäure auf, allerdings blieben diese Konzentrationen meist unter 20 ng/l.

Auch in den Kläranlagenabläufen wurden die kurzkettigen PFT untersucht, wobei nennenswerte Gehalte vor allem beim PFBS gemessen wurden. Die mittleren Konzentrationen schwanken dabei in einem relativ weitem Bereich zwischen <10 und 2.200 ng/l, wobei das 90-Perzentil bei 197 ng/l liegt. Ähnlich wie bei den längerkettingen Verbindungen konzentrieren sich die hohen Gehalte also auf wenige Anlagen. Im Jahr 2009 errechnet sich eine durchschnittliche Ablauffracht an PFBS von 74 g/d. Damit erreicht die PFBS-Fracht, bezogen auf die PFOA- und PFOS-Emission gewerblichen und industriellen Ursprungs, einen Anteil von rund 50 %. Im Vergleich zum Vorjahr, bei der eine Emission von 130 g/d PFBS ermittelt wurde, ist die Emission um über 40 % zurückgegangen.

## Bewertung

In Tabelle 9.1 sind die im Januar 2010 vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW herausgegebenen Bewertungsmaßstäbe für PFT-Konzentrationen in NRW zusammengefasst [9.2]. Dabei wird zwischen dem „Allgemeinen Vorsorgewert“ (VW), dem „Gesundheitlichen Orientierungswert für das Trinkwasser“ (GOW) und dem „Gesundheitlich lebenslang duldbaren Trinkwasserleitwert“ (LW) unterschieden. Während der VW als langfristiges Mindestqualitätsziel für die Summe aus PFOA und PFOS und weiterer PFT gilt, stellt der LW die Konzentrationen dar, die bei lebenslanger Aufnahme für alle Bevölkerungsgruppen als gesundheitlich unbedenklich gilt. Der GOW gilt für das Trinkwasser jeweils vorläufig, bis ein LW existiert. Letzterer stellt darüber hinaus das langfristige Mindestqualitätsziel für Gewässer dar.

Tabelle 9.1: Bewertungsmaßstäbe für PFT-Konzentrationen in NRW  
Table 9.1: Evaluation standards for PFC concentrations in North Rhine-Westphalia

Stoff		VW Allgemeiner Vorsorgewert <sup>1</sup> µg/l	GOW Gesundheitlicher Orientierungswert für das Trinkwasser <sup>2</sup> µg/l	LW Gesundheitlich lebenslang duldbarer Trinkwasserleitwert <sup>3</sup> µg/l	Summenwert <sup>4</sup>
Perfluorooctansäure und Perfluorooctansulfonsäure	PFOA+ PFOS	≤ 0,1	–	0,3	1,0
Perfluorbutansäure Perfluorbutansulfonsäure	PFBA PFBS	≤ 0,1	– 3	7 (Noch nicht vorh.)	
Perfluor-pentansäure Perfluor-pentansulfonsäure	PFPA PFPS	≤ 0,1	3 1	(Noch nicht vorh.) (Noch nicht vorh.)	
Perfluorhexansäure Perfluorhexansulfonsäure	PFHxA PFHxS		1 0,3	(Noch nicht vorh.) (Noch nicht vorh.)	
Perfluorheptansäure Perfluorheptansulfonsäure	PFHpA PFHpS	≤ 0,1	0,3 0,3	(Noch nicht vorh.) (Noch nicht vorh.)	

<sup>1</sup> (gilt als allgemeine Zielvorgabe für Rohwasser, Trinkwasser und Gewässer)

<sup>2</sup> (gilt jeweils vorläufig, bis ein LW existiert)

<sup>3</sup> (toxikologisch abgeleiteter Wert)

<sup>4</sup> Summe der Quotienten =  $\sum$  (Einzelkomponenten ÷ Orientierungs- bzw. Leitwert) ≤ 1 bedeutet unbedenklich

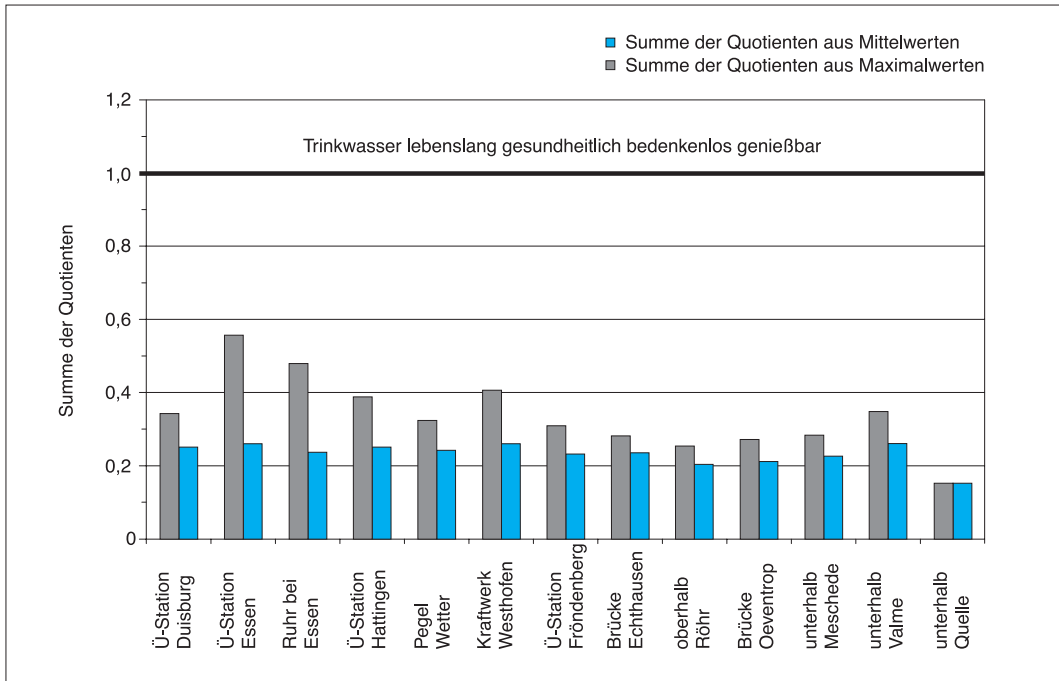


Bild 9.11: Bewertung der Summen aus perfluorierten Tensiden hinsichtlich ihrer lebenslangen gesundheitlichen Duldbarkeit

Fig. 9.11: Evaluation of the combined PFC loads against the background of acceptable life-long intake

Für die zusammenfassende Bewertung aller Einzelkomponenten gilt die Additionsregel gemäß TRGS 403 [9.1]. Dazu ist zunächst für jede einzelne Komponente der Quotient aus gemessener Konzentration und dem zugehörigen, stoffspezifischen GOW bzw. LW zu errechnen. Wenn danach als Summe aller Quotienten ein Wert von „kleiner oder gleich 1“ erhalten wird, ist das betreffende Trinkwasser lebenslang gesundheitlich duldbar. Bei Summen „größer 1“ ist dies dagegen nicht der Fall, wohl aber möglicherweise für kürzere als lebenslange Zeiträume.

Als Bewertungsgrundlage für die PFT-Belastung der Ruhr wurden jeweils 13 Messungen an den zwölf Probenahmestellen und die zeitlich dichten Untersuchungen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen mit 51 Messungen herangezogen. Bei Anwendung der vorgenannten Additionsregel ergeben sich im Ruhrverlauf aus den Durchschnittswerten des Jahres 2009 Quotienten zwischen 0,20 und 0,26. Auf der Basis der Maximalwerte beträgt die Spannweite 0,25 bis 0,56 (Bild 9.11). Demnach wird der Quotient von 1, der für das Trinkwasser als lebenslang gesundheitlich unbedenklich eingestuft ist, selbst bei Anwendung der Maximalwerte deutlich unterschritten. Konzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze sind mit dem Wert der Bestimmungsgrenze berücksichtigt worden, so dass die Quotienten aus den Mittelwerten darüber hinaus eine Obergrenze darstellen.

Aus Vorsorgegründen wird der für Trinkwasser empfohlene LW von 0,3 µg/l als Summe aus PFOA und PFOS auch für die Bewertung von Grundwasser, Oberflächenwasser, Rohwasser und Abwassereinleitungen verwendet. Als langfristiges Mindestqualitätsziel für Gewässer wird darüber hinaus die Einhaltung bzw. Unterschreitung von 0,1 µg/l (Summe PFOA und PFOS, evtl. weitere PFT) angestrebt. Während der LW in der Ruhr seit Beginn der Messungen mit hohem Sicherheitsabstand eingehalten wurde,

kann das langfristige Mindestqualitätsziel derzeit noch nicht erreicht werden. Lediglich im Abschnitt bis zur Mündung der Möhne wurden die 0,1 µg/l als Summe aller untersuchten PFT an wenigen Stellen eingehalten.

Bei der Summenbildung sind die Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze mit dem Wert der Bestimmungsgrenze von 10 ng/l berücksichtigt. Diese Annahme stellt die ungünstigste Variante dar, da der unbekannt „wahre“ Wert auf jeden Fall unterhalb dieser Grenze liegt (Worst-Case-Betrachtung). In vielen Fällen wird dann per Konvention die halbe Bestimmungsgrenze angesetzt oder die Werte bleiben sämtlich unberücksichtigt. Bei der ersten Variante würde das langfristige Mindestqualitätsziel auf dem Abschnitt bis zur Möhнемündung eingehalten und unterhalb bis zur Mündung meist nur wenig überschritten. Lässt man diese Werte vollständig unberücksichtigt, liegen lediglich an vier Stellen geringfügige Überschreitungen vor.

## Fazit

Die zeitweise starken Niederschläge im Möhneeingzugsgebiet führten im Möhnevorbecken wieder zu einem Anstieg der durchschnittlichen Konzentration. Ein Einfluss auf das ungleich größere Volumen des Hauptbeckens war jedoch bis zum Jahresende nicht feststellbar. In der unteren Ruhr wurde der Zielwert von 100 ng/l einmal überschritten, als bei einem Brand größere Mengen PFT-

[9.1] Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 403: Bewertung von Stoffgemischen in der Luft am Arbeitsplatz

[9.2] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: Bewertungsmaßstäbe für PFT-Konzentrationen in NRW, 2010

haltigen Löschwassers über den Baarbach in die Ruhr flossen. Der Durchschnittswert von 44 ng/l blieb hier rund 20 % unter dem entsprechenden Vorjahreswert.

Auf der Basis der vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW herausgegebenen Bewertungsmaßstäbe für PFT-Konzentrationen ist das Trinkwasser im gesamten Ruhrverlauf mit hohem Sicherheitsabstand lebenslang gesundheitlich bedenkenlos genießbar. Diese Aussage trifft selbst dann zu, wenn man an Stelle der anzuwendenden Durchschnittswerte die Maximalkonzentrationen zu Grunde legt.

Der Rückgang der gewerblich-industriellen PFT-Emission ist vergleichsweise gering. Es lassen sich aber einige positive Beispiele finden. Die Bemühungen, die gewerblich-industrielle Abwasserbehandlung z. B. durch den Einsatz von Ionenaustauschern bzw. zur Substitution der Einsatzprodukte voranzutreiben, muss fortgeführt werden.

---

## 10 Elodea-Vorkommen in den Ruhrstauseen im Jahr 2009

---

### Einführung

Das dichte Vorkommen von *Elodea nuttallii* und die damit verbundenen Nutzungseinschränkungen stellen auch nach Abschluss des Forschungsvorhabens des Ruhrverbands zu den Massenentwicklungen von Wasserpflanzen in den Ruhrstauseen und Gegenmaßnahmen [10.1, 10.2, 10.3] weiterhin ein wichtiges Thema für die Gewässerbewirtschaftung dar. Erste Kontrolluntersuchungen jeweils im Frühjahr geben Hinweise auf die voraussichtliche weitere Bestandsentwicklung im laufenden Jahr. Im Herbst, zum Zeitpunkt der maximalen Bestandsausdehnung, kann durch den Vergleich mit der Situation in den Vorjahren ermittelt werden, ob sich Tendenzen einer Änderung zeigen. Diese können eine fortschreitende Ausdehnung von *Elodea nuttallii* in bis dato nicht besiedelte Gewässerabschnitte bedeuten, aber auch einen möglichen Erfolg erst mittel- bis langfristig wirkender Maßnahmen dokumentieren. Damit kommt dem regelmäßigen Flächenmonitoring eine wichtige Bedeutung zu. Zudem testet der Ruhrverband weiterhin bis dahin noch nicht untersuchte Maßnahmen der Bestandsregulierung aus, auf der Suche nach einem kostengünstigeren und nachhaltiger wirkenden Verfahren als der Mahd. Auch einige Ergebnisse des Elodea-Ideenwettbewerbs 2009 werden auf ihre Potenziale für eine technische Konkretisierung und Weiterentwicklung geprüft und sollen, unter beratender Beteiligung des Ruhrverbands, gegebenenfalls maschinenbautechnisch als Verfahren entwickelt werden.

### Die Wintersituation 2008/2009

Der Winter 2008/2009 war durch eine lange anhaltende Frostperiode mit nur geringem Schneefall charakterisiert. Da im Herbst 2008 und auch im Winter 2008/2009 verstärkte Niederschläge weitgehend ausblieben, wurden die Pflanzenbestände auch nicht durch die Scherkräfte erhöhter Fließgeschwindigkeiten reduziert. Dies hatte zur Folge, dass, anders als in den Jahren zuvor, Anfang Januar 2009 noch immer Bereiche in den Ruhrstauseen vorhanden waren, in denen *Elodea*-Pflanzen bis zur Wasseroberfläche reichten. Während der strengen Frostperiode bildeten sich dann Eisdecken auf den Ruhrstauseen, die die *Elodea*-Bestände abdeckten oder aber die Spitzen mit einfrieren ließen. Das anschließende Tauwetter verursachte jedoch in der Ruhr keine deutlich

---

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

[10.2] Ruhrverband: Untersuchungen zur Massenentwicklung von Wasserpflanzen in den Ruhrstauseen und Gegenmaßnahmen. Broschüre (Kurzfassung) des Abschlussberichts zum Forschungsvorhaben im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes NRW, Essen 2009

[10.3] Ruhrverband: Elodea-Vorkommen in den Ruhrstauseen. In: Ruhrgüterbericht 2008, Essen, S. 86-95

erhöhten Abflüsse, so dass immer noch lokal aufrechte Büsche von *Elodea* verblieben. Da das Eis in der Frostperiode zudem nicht mit Schnee bedeckt war, d. h. der Wasserkörper nicht abgedunkelt wurde, sondern das Licht durch das Eis hindurch scheinen konnte, war ein Pflanzenwachstum auch weiterhin möglich. Daher hatten im Baldeneysee die zur Kontrolle entnommenen Pflanzen im März immer noch eine Länge von im Mittel 60 cm und die austreibenden Knospen waren mit einer Länge von z. T. mehr als 10 cm (Bild 10.1) bereits im Stadium des Streckungswachstums. Dies waren deutlich zu erkennende Hinweise auf eine früh einsetzende starke Verkräutung auch für das Jahr 2009.



Bild 10.1: *Elodea nuttallii*-Pflanze aus dem Baldeneysee im März 2009. Deutlich erkennbar sind die bereits in der Länge gewachsenen grünen Seitentriebe.  
Fig. 10.1: *Elodea nuttallii* from Lake Baldeney in March 2009. Green buds starting to grow are clearly visible

### Bestandssituation der Makrophyten im Jahr 2009

Am 24. August wurden die Makrophytenbestände der unteren und mittleren Ruhr aus der Luft fotografiert. Aus diesen Bildern konnte kartographisch die von *Elodea* bedeckte Fläche der Ruhr-



Bild 10.3 a und b: Karten der Ausdehnung der Makrophytenbestände im Baldeneysee 2008 und 2009 (Luftbildauswertung der Befliegungen am 18. September 2008 und 24. August 2009)  
Fig. 10.3 a and b: Maps showing the macrophyte expansion in Lake Baldeney in 2008 and 2009 (evaluation of aerial photos taken September 18, 2008 and August 24, 2009)

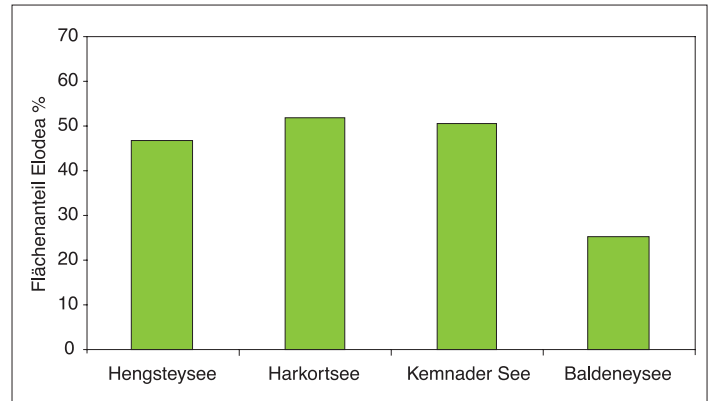


Bild. 10.2: Relativer Anteil verkräuteter Flächen im Hengsteysee, Harkortsee, Kemnader See und Baldeneysee basierend auf einer Auswertung von Luftbildern vom 24. August 2009  
Fig. 10.2: Relative share of surface covered with waterweed in Lake Hengstey, Lake Harkort, Lake Kemnade, and Lake Baldeney (aerial view, August 24, 2009)

stauseen ermittelt werden. Bild 10.2 stellt die relativen Anteile der mit *Elodea* bewachsenen Flächen in vier Ruhrstauseen zusammen. Die oberen drei Ruhrstauseen, Hengsteysee, Harkortsee und Kemnader See, sind mit einem verkräuteten Flächenanteil von rund 50% vergleichbar zu der Situation der Vorjahre. Anders stellte sich 2009 die Situation im Baldeneysee dar: Dort nahm der Anteil der mit *Elodea* bewachsenen Fläche von ca. 13% im Jahr 2008 auf 25% im Jahr 2009 deutlich zu. Bild 10.3 stellt die Karten des Baldeneysees der beiden Jahre mit den bewachsenen Flächen gegenüber. Es zeigt sich, dass die Flächenzunahme im oberen Bereich des Baldeneysees auf Höhe des Vogelschutzgebiets noch relativ gering ist, die deutlichste Zunahme ist westlich vom Hafen Scheppen, in dem Bereich, in dem der Baldeneysee die größte Breite hat, zu verzeichnen. Hier nimmt *Elodea nuttallii*, mit Ausnahme des ehemaligen Flusslaufes im Prallhangbereich am Nordufer, die gesamte Seebreite ein. Der Vergleich beider Verbreitungskarten



von *Elodea nuttallii* im Baldeneysee zeigt aber auch, dass sich *Elodea* im Jahr 2008 – wenn auch nur in einem relativ schmalen Streifen – noch weiter seeabwärts erstreckt hat als im Folgejahr. Daraus ist zu schließen, dass der *Elodea*-Bestand im Baldeneysee auch 2009 noch nicht seine maximale Ausdehnung erreicht hatte, sondern in Abhängigkeit von der aktuellen Situation noch weitere Flächen von der Pflanze potenziell zur Besiedlung genutzt werden können. Dies gilt vor allem, wenn die Planktondichten auf Grund der sich stetig verbessernden Wasserqualität noch geringer werden. Das Auftreten weiterer Makrophytenarten mit höheren Ansprüchen an die Wasserqualität als *Elodea nuttallii* wie z. B. des Ährigen Tausendblatts *Myriophyllum spicatum* und der Wasserstern-Art *Callitriche obtusangula*, die 2009 bereits in erhöhten Abundanzen neben *Elodea nuttallii* nachgewiesen werden konnte, belegen die fortschreitende Verbesserung der ökologischen Qualität auch des Baldeneysees.

Die Schattenseite der immer weiter verbesserten Habitatbedingungen für Makrophyten ist der damit steigende Aufwand, der für deren Reduktion betrieben werden muss, um zumindest ausgewählte Wassersportnutzungen weiter zu ermöglichen. So wurde 2009 das Mähboot MANATI im August vom Kemnader See zum Baldeneysee verlegt, um dort die Regattastrecke frei zu mähen, damit die Essener Segelwochen 2009 unbeeinträchtigt stattfinden konnten. Bild 10.4 zeigt die durch das Mähboot beseitigten *Elodea*-Mengen in den Jahren 2008 und 2009. Unter Berücksichtigung der Ausfallzeiten für den Transport und die Einrichtung zur Wiederaufnahme des Betriebs wurden in beiden Jahren vergleichbare Mengen durch Mahd entnommen. Jedoch beschränkte sich 2008 die Mahd nur auf den Kemnader See. Da dem Ruhrverband nur ein großes Mähboot zur Verfügung steht und im Jahr 2009 sowohl für den Kemnader See als auch für den Baldeneysee die Notwendigkeit zu Mähen bestand, musste die Entnahme in diesem Jahr auf zwei Seen verteilt werden.

Aber auch in den Ruhrstauseen, in denen, wie im Harkort- und Hengsteysee, aus Kapazitätsgründen gar nicht gemäht werden kann, verursacht die Massenentwicklung von *Elodea nuttallii* Aufwand und Kosten, denn im Herbst werden die Pflanzen zunehmend brüchig und treiben ab. Dabei sammelt sich das Pflanzenmaterial an den Rechenanlagen der Wehre und muss von dort aus beseitigt werden. Bild 10.5 zeigt den *Elodea*-Treibgutanteil an der Wehranlage am Hengsteysee in Abhängigkeit von der Abflusssituation der Ruhr. Es wird deutlich, dass ein verstärkter Abtrieb von *Elodea*-Material bereits im September einsetzt, ohne dass es zu einer deutlichen Abflusserhöhung durch Niederschläge gekommen ist. Ursache hierfür ist allein die sich ändernde Konstitution, d. h. das Brüchigwerden der Pflanzen, die damit den unverändert wirkenden Scherkräften nicht mehr standhalten können und abbrechen. Im Oktober und November wird das Abtreiben der *Elodea*-Bestände durch erhöhte Abflüsse noch verstärkt, und der größte Teil der Biomasse wird in diesen beiden Monaten abgerissen und ausgespült. Daher wird im Dezember bei vergleichbaren Abflussspitzen wie in den beiden Vormonaten deutlich weniger *Elodea*-Material an den Rechen angeschwemmt, da die hydraulischen Kräfte zu diesem Zeitpunkt auf einen bereits reduzierten Makrophytenbestand treffen.

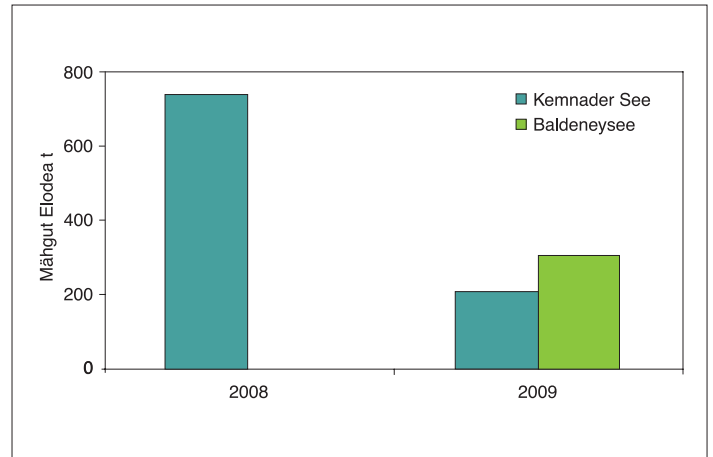


Bild 10.4: *Elodea*-Massen (Frischgewicht), die 2008 und 2009 durch das Mähboot MANATI am Kemnader See und Baldeneysee entnommen wurden.

Fig. 10.4: Amount of *Elodea* (wet weight) mowed by the boat MANATI in 2008 and 2009 in Lake Kemnade and Lake Baldeney

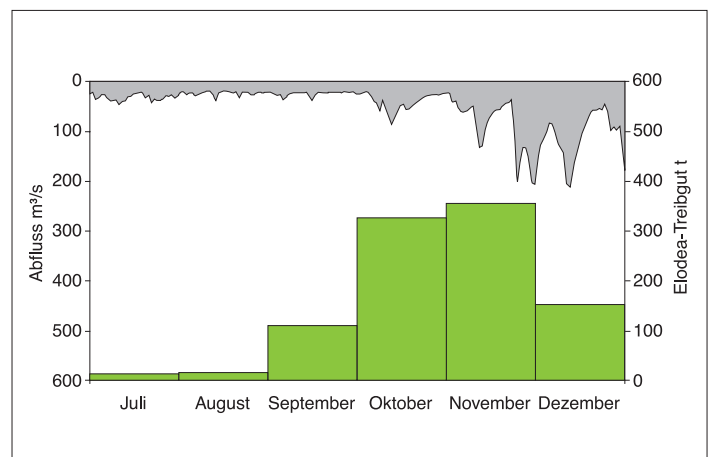


Bild 10.5: Abfluss (Tagesmittelwerte) der Ruhr am Pegel Wetter und *Elodea*-Treibgutanteil am Wehr des Kraftwerks am Hengsteysee

Fig. 10.5: Ruhr runoff (daily average) at the gauging station Wetter and the amount of *Elodea* floating towards the power plant's weir at Lake Hengstey

Dass die Verbesserung der Wasserqualität und damit die Zunahme der Makrophytenentwicklung in der Vegetationsperiode am Baldeneysee nicht halt macht, zeigt der Kettwiger Stausee. Hier konnten 2009 erstmals größere zusammenhängende Wasserpflanzenbestände nachgewiesen werden. Die Ausbreitung von *Elodea nuttallii* ist auch nicht länger auf ihr Vorkommen in den Ruhrstauseen beschränkt: Seit 2009 ist sie zunehmend in den langsam durchströmten Bereichen der Ruhr selbst zu finden wie z. B. in den Buhnenzwischenräumen bei Hattingen (Bild 10.6) oder in der Restwasserstrecke bei Mülheim-Raffelberg. Bild 10.7 zeigt die Ruhr im Bereich der Wasserkraft- und Wassergewinnungsanlage Hengsen bei Schwerte-Geisecke. Hier sind nicht nur das Stau Becken und der Ablaufkanal, sondern auch die Ruhr selbst, deutlich erkennbar, fast auf gesamter Breite mit Makrophyten





Bild 10.6: *Elodea nuttallii*-Pflanzen in der freifließenden Ruhr im Bereich der Bühnenfelder bei Hattingen

Fig. 10.6: *Elodea nuttallii* growing between the groynes in the free flowing part of the Ruhr at Hattingen.



Bild 10.7: Makrophytenbestände in der Ruhr und in der Stauanlage Hengsen

Fig. 10.7: Macrophytes growing in the Ruhr and around the Hengsen dam

bewachen. Auch die z. T. turbulent durchströmte Fischaufstiegsanlage am Harkortsee ist dicht mit *Elodea nuttallii* besiedelt (vgl. Kapitel 12: Ökologische Unterhaltung des Fischaufstiegs Harkortsee).

### Maßnahmen am Baldeneysee

Bereits die ersten Frühjahrsuntersuchungen 2009 machten deutlich, dass für dieses Jahr mit einer Zunahme der *Elodea*-Bestände im Baldeneysee zu rechnen war. Auf Grund der Notwendigkeit, das Mähboot MANATI vorrangig im Kemnader See zur dortigen Reduktion der Makrophyten einzusetzen, sollten im Baldeneysee Methoden mit einer möglichst lang andauernden Wirkung getestet werden. Während durch die Mahd nur die Pflanzenlänge

gekürzt wird, haben mechanische Maßnahmen, die die Pflanzen ausreißen oder tief ins Sediment untergraben, eine nachhaltigere Wirkung. Jedoch sind auch solche Maßnahmen nicht in der Lage, *Elodea*-Bestände dauerhaft zu eliminieren, d. h. auch sie müssen regelmäßig wiederholt werden, jedoch mit einer verringerten Frequenz.

Problematisch ist in erster Linie die Realisierung solcher länger wirkenden Maßnahmen. Eine Entnahme einzelner *Elodea*-Pflanzen mit der Hand oder mittels Harke ist auf sehr flache Bereiche mit geringer Ausdehnung der *Elodea*-Bestände beschränkt. Eine entsprechende, groß angelegte Aktion der Wassersportvereine am Baldeneysee (Bild 10.8) war nicht in der Lage, durch manuelle Entnahme einen nennenswerten Rückgang der *Elodea*-Bestände zu bewirken. Um großflächig auch tiefer gelegene Bereiche erfassen zu können, muss der Gewässergrund mechanisch bearbeitet werden. Hierbei ist zwischen Maßnahmen, die die Pflanzen eher ausreißen, und solchen, die die Pflanzen untergraben, zu unterscheiden.



Bild 10.8: *Elodea*-Aktion der Wassersportvereine am Baldeneysee im April 2009

Fig. 10.8: Members from water sport clubs taking action against *Elodea* in Lake Baldeney in April 2009

Eggen und so genannte Polterketten können grundsätzlich mittels Boot oder Seilwinden durch die *Elodea*-Bestände gezogen werden. Dabei verfangen sich die Pflanzen zwischen den Zinken bzw. den weiten Maschen des Kettennetzes und werden aus dem Sediment herausgezogen. Im April wurde eine eigens für diesen Zweck hergestellte Polterkette (Bild 10.9) im Baldeneysee vor dem Hafen Scheppen eingesetzt und auf ihre Wirksamkeit mittels begleitender Untersuchungen durch Taucher überprüft. Obwohl die im Kettennetz verfangenen *Elodea*-Pflanzen die grundsätzliche Wirksamkeit der Polterkette belegen, war ein Effekt auf die Bestandsdichte und auch auf die durchschnittliche Pflanzenlänge nicht nachweisbar. Ursache hierfür war der bereits relativ hohe Wuchs der Pflanzen. Durch die Maßnahme wurden daher die Pflanzen nur auf den Grund niedergedrückt und die Polterkette



Bild 10.9: Polterkette nach ihrem Einsatz im Baldeneysee am 28. April 2009  
 Fig. 10.9: Dredging chain after being used in Lake Baldeney on April 28, 2009

konnte darüber gleiten, ohne nennenswerten Schaden zu verursachen. Dass das Niederdrücken der Pflanzen auch mittelfristig keine Effekte auf das *Elodea*-Wachstum hat, belegte eine weitere Kontrollbetauchung im Mai. Ein Vergleich der Bestände, durch die die Polterkette gezogen worden war, mit angrenzenden Bereichen, die nicht behandelt worden waren, zeigten keine Unterschiede. In beiden Bereichen war das Pflanzenwachstum weiter fortgeschritten und in diesen Dichten bei einer durchschnittlichen Pflanzenlänge von 0,80 m bis zu maximal 1,60 m bereits als „massenhaft“ einzuschätzen (Bild 10.10). Ein weiterer Nachteil dieser Maßnahmen ist, dass sich aus den nicht erfassten Restbeständen schnell neue Bestände bilden können. Zudem entstehen bei dem Herausreißen mittels Egge und Polterkette viele Pflanzenfragmente, die wieder austreiben und hierdurch auch neue Bereiche besiedeln können.



Bild 10.10: Darstellung der *Elodea*-Häufigkeitsstufen 1 bis 5  
 Fig. 10.10: Illustration of *Elodea* abundance levels 1 to 5

Schweres Gerät, das auf Grund seines Gewichts in das Sediment des Gewässergrunds eindringt, pflügt diesen beim Schleppen mittels Boot oder Seilwinde um. Versuche mit einem Doppel-T-Träger (Bild 10.11) im April im Baldeneysee in einem angrenzenden Bereich zu den Versuchsstrecken der Polterkette ergaben aber, dass auch hier die Wirkung bei bereits hoch gewachsenen Beständen relativ gering ist und sich die Bestände nach einiger Zeit von der Maßnahme erholen. Als direkter Effekt der Maßnahme wurden die Dichte von *Elodea nuttallii* von Häufigkeitsstufe 2 (wenig) reduziert und die Wuchshöhe verringert, d. h. bei diesem Verfahren werden bei den verbleibenden Pflanzen die oberen Sprossspitzen z. T. abgebrochen. Einen Monat später sind die *Elodea*-Pflanzen in dem „gepflügten“ Bereich mit 0,2 bis 0,3 m Länge im Vergleich zu den nicht-behandelten Bereichen immer noch auffällig kurz, allerdings hat sich die Dichte von Häufigkeitsstufe 2 (wenig) auf Häufigkeitsstufe 3 (mittel) erhöht. Im Sommer erreichten die *Elodea*-Bestände auch in dem behandelten Bereich die Wasseroberfläche bei vergleichbaren Dichten wie in den benachbarten Beständen.



Bild 10.11: Doppel-T-Träger auf dem Weg zum Einsatz im Baldeneysee am 28. April 2009  
 Fig. 10.11: Double T-bar before being used in Lake Baldeney on April 28, 2009

### Fazit zu den Maßnahmen im Baldeneysee 2009 und Ausblick

Die Überprüfung der Wirksamkeit der getesteten Maßnahmen zeigte Probleme, jedoch auch Potenziale für ein weiteres Vorgehen auf. Die Polterkette verursachte bei dem Versuch im April keine Wirkung auf die Bestandsdichte, jedoch belegt das Bild 10.9 die grundsätzliche Wirkungsweise des Ausreißens von Pflanzen. Um dieses Verfahren so anzuwenden, dass eine nachhaltigere Wirkung erzielt werden könnte, müssen zwei Randbedingungen gegeben sein:

- Die Polterkette hat nur ein vergleichsweise geringes Gewicht. Daher kann sie auch nur in sehr feinkörnigem, schlammigen Substrat über ihr Eigengewicht in das Sediment eindringen.

Die gewünschte Wirkung bei einem Einsatz in den oberen Ruhrstauseen mit eher grobsandig-schottrigem Sediment ist somit unwahrscheinlich. Auch im Baldeneysee kann am ehesten in den schluffig-schlammigen Bereichen mit der Polterkette eine Wirkung erzielt werden.

- Nur wenn sich Pflanzen in den Maschen des Kettennetzes der Polterkette verfangen, ist ein Ausreißen möglich. Wenn die Polterkette bereits zugesetzt ist, gleitet sie ohne weitere Wirkung über die Bestände hinweg. Die dabei umgebogenen Pflanzensprosse sind in der Lage, sich anschließend direkt wieder aufzurichten. Eine reduzierende Wirkung kann daher nur eintreten, wenn die *Elodea*-Pflanzen noch sehr klein sind, so dass die Polterkette nicht ein Umbiegen und Flachlegen der Pflanzenbestände bewirkt, sondern die kleinen Pflanzen in das Sediment eingearbeitet werden.

Der Doppel-T-Träger zeigte bei seinem Einsatz im April eine deutliche Wirkung, jedoch war auch diese zeitlich begrenzt. Wie bei der Polterkette verspricht der Einsatz eine größere Wirkung, wenn die Pflanzen noch deutlich kleiner sind. Unter diesen Bedingungen wird der überwiegende Teil der noch kleinwüchsigen Bestände in das Sediment eingegraben, und es verbleiben nur wenige Fragmente an der Sedimentoberfläche, die nach der Maßnahme schnell wieder austreiben können.

Eine Wiederholung der Versuche im Jahr 2010 soll zeigen, ob durch den Einsatz des Doppel-T-Trägers zu einem früheren Zeitpunkt im Jahr und in geeigneten Abschnitten des Baldeneysees ein deutlicherer Effekt erzielt werden kann. Die Wirkung soll durch Tauchuntersuchungen dokumentiert werden. Zudem soll geprüft werden, ob bei dieser Maßnahme Naturschutzaspekte, z. B. ein möglicher Einfluss auf Großmuscheln und Krebse, die dem geschleppten Gerät nicht ausreichend schnell ausweichen können, zu berücksichtigen sind.

---

## 11 Fischaufstieg Harkortsee: Maßnahmen der ökologischen Gewässerunterhaltung

---

### Einführung

Die Errichtung von Fischaufstiegsanlagen an Querbauwerken wie z. B. Wehren dient der Wiederherstellung der Durchgängigkeit der Fließgewässer, um damit den Fischen eine Aufwärtswanderung in die oberhalb gelegenen Regionen zu ermöglichen. An den Fließgewässern Nordrhein-Westfalens befinden sich aktuell rund 13.000 Querbauwerke [11.1]. Diese haben außer der Unterbrechung der Durchgängigkeit zudem erhebliche Auswirkungen auf die Gewässerökologie, da hierdurch der Lebensraum für die aquatische Fauna und Flora in Stau- und Ausleitungsstrecken gravierend verändert wird. Der Ruhrverband beauftragte hierzu bereits 2003 eine Studie zur Prüfung der Durchgängigkeit der Ruhr und ihrer Nebengewässer [11.2]. Auf Basis dieser Ergebnisse wurde für die untere Ruhr das „Konzept zur Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit an den Wehren der unteren Ruhr“ erstellt [11.3].

### Bauwerksbeschreibung

Der Entwurf zum Bau des Fischaufstiegs am Harkortsee wurde nach Abwägung verschiedener Planungsvarianten des Ruhrverbands am 10. Juni 2002 von der Bezirksregierung Arnsberg genehmigt. Vorausgegangen waren intensive Untersuchungen, wie z. B. Strömungsmessungen zur Festlegung der richtigen Lage der Mündung des Fischaufstiegs in das Unterwasser eines Querbauwerks. Dieser Aspekt hat für die Auffindbarkeit und damit für die Funktionalität der Aufstiegsanlage eine herausragende Bedeutung. Im konkreten Fall wurde ein Bereich am linken Ufer der Ausleitungsstrecke des Laufwasserkraftwerks „Friedrich Harkort“ in Wetter als geeignete Einstiegsstelle lokalisiert. An dieser Stelle herrschen das gesamte Jahr über Strömungen, an denen sich die Fische orientieren können, um den Einstieg in das Umgehungsgerinne zu finden.

Im Gegensatz zu den so genannten technischen Fischaufstiegen, die i. d. R. in Betonbauweise ausgeführt werden, wurde am Harkortsee im weitläufigen und extensiv genutzten Ruhrauenbereich ein naturnahes Umgehungsgerinne konzipiert. Dieser geschwungene Bachlauf integriert sich in das vorhandene Landschaftsbild und bietet neben der Funktionalität für die Fischfauna zusätzlich auch anderen faunistischen und floristischen Elementen günstige Habitatstrukturen.

---

[11.1] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes NRW (Hrsg.): *Handbuch Querbauwerke*, Düsseldorf 2005

[11.2] Ingenieurbüro Floecksmühle: *Studie zur Durchgängigkeit der Ruhr und ihrer Nebengewässer im Auftrag des Ruhrverbands*, Aachen 2003

[11.3] Staatliches Umweltamt Duisburg et al. (Hrsg.): *Konzept zur Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit an den Wehren der unteren Ruhr*, 1996

Ein Grundprinzip der Umgehungs-bäche besteht darin, dass Aufstiegshindernisse (Wehr, Kraftwerk) durch einen neu gestalteten Gewässerlauf relativ weiträumig umgangen werden. Während die Fischaufstiegsanlagen in herkömmlicher Bauweise direkt am Gewässer (Uferbereich) angeordnet sind, verläuft der Umgehungs-bach als eigenständiges Gewässer außerhalb des Hauptabfluss- querschnitts. Das Umgehungsgerinne ist auf Grund seiner Kon- zeption dem Strömungsangriff entzogen, wodurch sich die Mög- lichkeit einer naturnahen Gestaltung mit natürlichem Sohl- und Uferaufbau sowie Bepflanzung ergibt.

Für die Gestaltung des 375 m langen Umgehungsgerinnes am Harkortsee wurden naturnahe Bauweisen, wie natürlicher Sohl- aufbau mit Ruhrschotter (Geschiebmaterial) und Lebendverbau, für die Ufer angewendet. Zur Herstellung der einzelnen Becken, über welche die Wasserspiegeldifferenz sukzessive abgebaut wird, wurden ortstypische Ruhrsandsteine als Querriegel eingebaut.

#### Technische Daten

- naturnahes Umgehungsgerinne
- Durchflussmenge: 700 l/s
- Gesamtlänge: ca. 375 m mit insgesamt 57 Einzelbecken
- Energieumwandlung im Becken (Leistungsdichte): 145 W/m<sup>3</sup>
- Wasserspiegeldifferenz zwischen den Becken: max. 13 cm

Das Umgehungsgerinne ist in das Einlaufbauwerk und drei Ab- schnitte untergliedert, die sich in ihrem Gefälle und in ihrer Gerin- nebettmorphologie deutlich unterscheiden (Tabelle 11.1). Die Baukosten für das Umgehungsgerinne betragen ca. 950.000 €, von denen 80 % durch das Land NRW gefördert wurden.

### Bedeutung für die Fischfauna

Fließgewässer werden longitudinal in Fischregionen eingeteilt. Prägend und namensgebend hierfür sind die darin typischerweise vorkommenden Leitfischarten. Der Fischaufstieg Harkortsee befindet sich fischereibiologisch in der Barbenregion [11.4]. Nach den Bewertungskriterien der EG-WRRL ist dieser Ruhrabschnitt dem „oberen Barbentyp Mittelgebirge“ zugeordnet [11.5]. Als Leitfischarten gelten hier Barbe (*Barbus barbus*), Döbel (*Leuciscus cephalus*), Nase (*Chondrostoma nasus*), Schmerle (*Barbatula barbatula*), Elritze (*Phoxinus phoxinus*), Hasel (*Leuciscus leuciscus*) und Koppe (*Cottus gobio*).

Die Fischarten der Barbenregion bevorzugen Gewässer mit hohen Strömungsgeschwindigkeiten. Neben diesen rheophilen Fischen finden sich in der unteren und mittleren Ruhr zudem Arten, die keine besonderen Strömungsansprüche haben, aber auch für diesen Lebensraum untypische Fische, die normalerweise schnell fließende Gewässer meiden würden. Diese Fischarten entstam- men in der Regel den Stauseen und migrieren mitunter in die Ruhr.

Insgesamt wurden in den vergangenen Jahren durch den Ruhr- verband (RV), das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) und die Ruhrfischereigenossenschaft (RFG) 35 Fischarten und Rundmäuler (Neunaugen) in der unteren und mitt- leren Ruhr nachgewiesen. Hiervon wurden bisher 26 Fischarten auch im Fischaufstieg Harkortsee gefunden [11.6]. Unter ihnen befinden sich alle typischen Vertreter der Barbenregion sowie die dazu gehörenden Begleitfischarten (Tabelle 11.2).

Nicht alle Fischarten, die in der unteren Ruhr bestätigt sind, können bislang zum Fischaufstieg Harkortsee vordringen, da dieser Gewässerabschnitt aufgrund fehlender Wanderkorridore im Unterlauf des Flusses von Arten wie Lachs (*Salmo salar*), Meer- forelle (*Salmo trutta f. trutta*) und Flussneunauge (*Lampetra flu- viatilis*) natürlicherweise ohne spezielle Maßnahmen noch nicht erreicht werden kann. Andere Arten, wie beispielsweise der Zan- der, werden das Umgehungsgerinne auf Grund ihrer Lebensweise kaum durchwandern.

Wie die Funktionsprüfungen des Fischaufstiegs in den Jahren 2005 bis 2006 sowie spätere Untersuchungen belegen, wird das Umgehungsgerinne von der überwiegenden Mehrheit der in diesem Ruhrabschnitt vorkommenden Fischarten aufgefunden.

[11.4] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Ver- braucherschutz (MUNLV) des Landes NRW (Hrsg.): *Fische unserer Bäche und Flüsse. Aktuelle Verbreitung, Entwicklungstendenzen, Schutzkonzepte für Fischlebensräume in Nordrhein-Westfalen, Düssel- dorf 2001*

[11.5] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Ver- braucherschutz (MUNLV) des Landes NRW (Hrsg.): *Ausarbeitung zur gewässerökologischen Beurteilung der Fischfauna. Unveröffentlichter Projektbericht, Düsseldorf 2007*

[11.6] Ruhrverband (Hrsg.): *Fischökologische Funktionsprüfung der Fisch- aufstiegsanlage am Harkortsee. Untersuchungszeitraum August 2005 bis September 2006, Essen 2006*

Tabelle 11.1: Untergliederung und morphologische Charakteristika der Fischaufstiegsanlage Harkortsee  
Table 11.1: Sections and morphological characteristics of the fish migration pathway at Lake Harkort

	Einlaufbauwerk	Oberer Gerinneabschnitt	Mittlerer Gerinneabschnitt	Unterer Gerinneabschnitt
Gerinnetyp	Kolkbecken, Zu- und Ablauf	Raugerinne	naturnaher Bachlauf	Raugerinne
Länge	ca. 16 m	ca. 95 m	ca. 190 m	ca. 80 m
Wasserspiegelbreite	ca. 2,0 m	3,0 bis 5,0 m	3,5 bis 6,0 m	4,2 bis 4,7 m
Wassertiefe		0,5 bis 0,8 m	0,8 bis 1,0 m	0,5 bis 0,8 m
mittlere Fließgeschwindigkeit		0,4 m/s	0,4 m/s	0,35 m/s
Gefälle		3,1 %	0,5 %	3,9 %
Becken	4 Einzelbecken	22 Einzelbecken	8 Einzelbecken	23 Einzelbecken

Tabelle 11.2: Fische, Rundmäuler und Krebse der unteren und mittleren Ruhr (Quelle: RV, LANUV, RFG): Erläuterung;  $R_{auf}$  = Reuse Aufstieg;  $R_{ab}$  = Reuse Abstieg; E = Elektrofischung; gelb unterlegt: Fischarten der unteren und mittleren Ruhr, die im Fischaufstieg Harkortsee nachgewiesen wurden  
 Table 11.2: Fish, cyclostomata and crustaceans in the lower and middle Ruhr. (source: RV, LANUV, RFG): Explanation;  $R_{auf}$  = fish weir for upstream migration;  $R_{ab}$  = fish weir for downstream migration; E = electric fishing; highlighted in yellow: fish species in the lower and middle Ruhr found in the fish migration pathway at Lake Harkort

Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	in FAA Harkortsee nachgewiesen durch	Störungsansprüche	Wanderung	Maximale Schwimmleistung
Aal	Anguilla anguilla	$R_{auf}$ , E	Indifferent	Katadrom	von 0,47 m/s bis 0,83 m/s
Aland	Leuciscus idus		Indifferent	Potamodrom	Keine Angabe
Äsche	Thymallus thymallus	$R_{auf}$ , E	Rheophil	Potamodrom	Keine Angabe
Bachforelle	Salmo trutta f. fario	$R_{auf}$ , $R_{ab}$	Rheophil	Potamodrom	von 0,62 m/s bis 1,37 m/s
Barbe	Barbus barbus	$R_{auf}$ , E	Rheophil	Potamodrom	Keine Angabe
Brasse	Abramis brama	$R_{auf}$ , $R_{ab}$ , E	Limnophil	Potamodrom	von 0,42 m/s bis 1,50 m/s
Döbel	Leuciscus cephalus	$R_{auf}$ , $R_{ab}$ , E	Oligoreophil	Potamodrom	3,6 m/s
Dreistachliger Stichling	Gasterosteus aculeatus	$R_{ab}$ , E	Indifferent	Potamodrom	von 0,36 m/s bis 0,40 m/s
Elritze	Phoxinus phoxinus	$R_{auf}$ , E	Rheophil	Potamodrom	Keine Angabe
Flunder	Pleuronectes flesus		Limnophil	Kata. / Pota.	Keine Angabe
Flussbarsch	Perca fluviatilis	$R_{auf}$ , $R_{ab}$ , E	Indifferent	Potamodrom	1,4 m/s
Flussneunauge	Lampetra fluviatilis		Rheophil	Anadrom	Keine Angabe
Gründling	Gobio gobio	$R_{auf}$ , $R_{ab}$ , E	Oligorheophil	Potamodrom	0,65 m/s
Güster	Blicca bjoerkna		Indifferent	Potamodrom	0,87 m/s
Hasel	Leuciscus leuciscus	E	Rheophil	Potamodrom	von 0,46 m/s bis 0,96 m/s
Hecht	Esox lucius	$R_{auf}$ , $R_{ab}$ , E	Indifferent	Potamodrom	von 0,19 m/s bis 0,47 m/s
Karausehe	Carassius carassius	E	Limnophil	Potamodrom	von 0,26 m/s bis 0,48 m/s
Kaulbarsch	Gymnocephalus cernuus	$R_{auf}$ , $R_{ab}$ , E	Indifferent	Potamodrom	Keine Angabe
Karpfen	Cyprinus carpio	$R_{auf}$ , $R_{ab}$ , E	Limnophil	Potamodrom	1,06 m/s
Koppe	Cottus gobio	E	Rheophil	Potamodrom	von 0,19 m/s bis 0,34 m/s
Lachs	Salmo salar		Rheophil	Anadrom	bis zu 6 m/s
Meerforelle	Salmo trutta f. trutta		Rheophil	Anadrom	bis zu 6 m/s
Nase	Chondrostoma nasus	$R_{auf}$	Rheophil	Potamodrom	Keine Angabe
Quappe	Lota lota	$R_{auf}$ , E	Indifferent	Potamodrom	von 0,36 m/s bis 0,41 m/s
Rapfen	Aspius aspius		Oligorheophil	Potamodrom	Keine Angabe
Regenbogenforelle	Oncorhynchus mykiss	$R_{auf}$ , $R_{ab}$ , E	Rheophil	Potamodrom	Keine Angabe
Rotauge	Rutilus rutilus	$R_{auf}$ , $R_{ab}$ , E	Indifferent	Potamodrom	von 0,36 m/s bis 1,1 m/s
Rotfeder	Scardinius erythrophthalmus	$R_{auf}$	Limnophil	Potamodrom	0,80 m/s
Schleie	Tinca tinca	$R_{auf}$ , E	Limnophil	Potamodrom	von 0,19 m/s bis 0,62 m/s
Schmerle	Noemacheilus barbatula	E	Rheophil	Potamodrom	von 0,22 m/s bis 0,61 m/s
Schneider	Alburnoides bipunctatus	E	Rheophil	Potamodrom	Keine Angabe
Ukelei	Alburnus alburnus	$R_{auf}$	Indifferent	Potamodrom	von 0,34 m/s bis 0,52 m/s
Wels	Silurus glanis	E	Indifferent	Potamodrom	Keine Angabe
Zander	Sander lucioperca		Indifferent	Potamodrom	Keine Angabe
Kamberskreb	Orconectes limosus	$R_{auf}$ , $R_{ab}$	Indifferent	Potamodrom	Keine Angabe
Wollhandkrabbe	Eriocheir sinensis		Indifferent	Katadrom	Keine Angabe

Neben schwimmstarken Arten wie Äsche (*Thymallus thymallus*), Bachforelle (*Salmo trutta f. fario*) und Barbe (Bild 11.1) wird das Umgehungsgerinne auch von schwimmschwachen Arten wie Brasse, Rottfeder und Schleie sowie von Jung- und Kleinfischen durchwandert. Dabei dient das Umgehungsgerinne nicht nur der Aufwärtswanderung, viele Fische nutzen das Gerinne zudem, um mit der Strömung ruhrabwärts zu wandern, wie spezielle Reusenuntersuchungen belegen (Tabelle 11.2). Damit fungiert das Umgehungsgerinne für die Wehranlage Wetter gleichermaßen als Fischauf- und -abstiegsanlage.



Bild 11.1: Die Barbe (*Barbus barbus*), Leitfischart der Barbenregion, in die der Fischaufstieg Harkortsee einzuordnen ist.

Fig. 11.1: The barbel (*Barbus barbus*), reference species for the barbel region comprising the fish migration pathway at Lake Harkort

Die Fische nutzen das Umgehungsgerinne aber nicht nur zum Überwinden der Wehranlage Wetter, einige Arten haben es dank seiner naturnahen Gestaltung auch als Ersatz-Lebensraum und „Kinderstube“ angenommen. So konnte eindrucksvoll nachgewiesen werden, dass sich Arten mit hohem Lebensraumanspruch wie Barbe, Bachforelle, Elritze, Gründling, Koppe und Schmerle im Fischaufstieg fortpflanzen und ihre Jungfische (Bild 11.2) dort das erste Lebensjahr verbringen. Ausschlaggebend für die rasche Besiedlung des Gerinnes durch Invertebraten und Fische ist seine Strukturvielfalt. Beispielsweise nutzen die kieslaichenden Fische die schnell fließenden und sauerstoffreichen Raugerinne-Abschnitte im Ober- und Unterlauf zur Eiablage. Die Fischbrut wiederum wandert nach dem Schlupf von dort in den mittleren Bachlauf des Umgehungsgerinnes. In diesem strömungsberuhigten Bereich mit feineren Sedimenten, Makrophyten und Totholz finden die Jungfische dann ausreichend Nahrung und Schutz vor Fressfeinden.

Das intensive fischereibiologische Monitoring des Umgehungsgerinnes Harkortsee (Bild 11.3) erlaubt es, die dort nachgewiesenen Fische in ihrer Arten- und Alterszusammensetzung gemäß den Vorgaben der EG-WRRL zu bewerten. Das hierfür entwickelte Fischbewertungsverfahren FIBS [11.7] vergleicht die nachgewiesene Fischgemeinschaft mit der Referenzbiozönose des oberen Barbentyps Mittelgebirge. Tabelle 11.3 stellt das Ergebnis mit seinen Teilbewertungen dar.



Bild 11.2: Schwarm junger Elritzen, wie sie auch im Fischaufstieg Harkortsee nachgewiesen wurden (Foto: Stemmer)

Fig. 11.2: A school of young minnow as it was also found in the fish migration pathway at Lake Harkort (photo: Stemmer)



Bild 11.3: Fischbestandserhebung im Fischaufstieg Harkortsee mittels Elektrofischung.

Fig. 11.3: Fish stock analysis through electric fishing in the fish migration pathway at Lake Harkort

Damit unterscheidet sich das Umgehungsgerinne des Fischaufstiegs Harkortsee in der Bewertung seiner Fischgemeinschaft von dem Ergebnis für die Ruhr selbst, die gemäß der Monitoringergebnisse für die EG-WRRL für die Fischgemeinschaft mit „unbefriedigend“ und „schlecht“ bewertet ist (<http://www.elwasims.nrw.de>). Das Vorkommen von 14 der insgesamt 19 typspezifischen Arten der oberen Barbenregion des Mittelgebirges sowie die erfolgreiche Reproduktion bei sechs von sieben Leitarten belegen die positive Bedeutung dieses künstlich angelegten Umgehungsgerinnes, das als Trittstein oder aufgrund der erfolgreichen Reproduktion vielleicht sogar als Strahlursprung für die Ruhr eingestuft werden könnte.

Tabelle 11.3: Bewertung der Elektrofischungsergebnisse des Fischaufstiegs Harkortsee von September 2004 bis August 2005 (Daten-Pool) nach [11.8]; Legende der fiBS-Bewertungsergebnisse  
 Table 11.3: Evaluation of the electric fishing results in the fish migration pathway at Lake Harkort from September 2004 to August 2005 (data pool) [11.8]; Legend to the fiBS evaluation results

Qualitätsmerkmal	Bewertung (Index)
Arten- und Gildeninventar	2,67
Artenabundanz und Gilden-Verteilung	1,25
Altersstruktur (Reproduktion)	3,33
Migration	1,00
Fischregion	1,00
Dominante Arten	1,00
Gesamtbewertung	2,06
Ökologischer Zustand	mäßig

Index	Qualitätsklasse
3,76 – 5,00	sehr gut
2,51 – 3,75	gut
2,01 – 2,50	mäßig
1,51 – 2,00	unbefriedigend
1,00 – 1,50	schlecht

## Bedeutung für die Wasserpflanzen

Kurze Zeit nach Errichtung des Umgehungsgerinnes siedelten sich v. a. im flachen, geschwungenen mittleren Abschnitt Wasserpflanzen an. Erstbesiedler war die auch im Harkortsee dominierende Art *Elodea nuttallii*. Als eigentliche Stillwasserart [11.9] ist ihr Vorkommen auf die langsamer durchströmten Bereiche beschränkt, in den Raugerinneabschnitten zwischen den Steinquerriegeln fehlt sie.

Im Laufe der Zeit siedelten sich neben *Elodea nuttallii* weitere Wasserpflanzenarten und Arten der amphibischen Wasser-Land-Übergangszone an. Bei einer Kartierung der Pflanzengemeinschaft des Umgehungsgerinnes konnten 14 verschiedene Taxa (Tabelle 11.4) dort nachgewiesen werden, von denen drei Arten in der Roten Liste NRW [11.11] als „gefährdet“ geführt werden. Die beiden Moosarten *Leptodictium riparium* und *Fontinalis antipyretica* bewachsen z. T. dicht die Steinquerriegel und sind auch vereinzelt auf größeren Steinen im Gewässerlauf des Umgehungsgerinnes zu finden. Die höchste Pflanzendiversität herrscht im mittleren, flachen und geschwungenen Abschnitt des Umgehungsgerinnes (Bild 11.4). Hier findet sich auch der Flutende Hahnenfuß (*Ranunculus fluitans*), der in der unteren Ruhr sonst nicht mehr vorkommt. Auf Grund seiner ökologischen Bedeutung in größeren Flüssen wie der Ruhr hat der Ruhrverband bereits im Bereich von Hattingen erste Studien zur Wiederansiedlung dieser Wasserpflanzenart durchführen lassen [11.12, 11.13]. Von daher ist es besonders erstaunlich und positiv zu bewerten, dass sich diese Art in dem Umgehungsgerinne spontan angesiedelt hat.

In den Raugerinnen außerhalb des langsam fließenden Mittel-laufbereichs bewirken die erhöhten Fließgeschwindigkeiten – verstärkt durch den Düseneffekt zwischen den Steinquerriegeln,

Tabelle 11.4: Liste der Makrophyten und makrophytischen Algen des Fischaufstiegs Harkortsee. (Artengruppen gemäß Phylib: A: Referenzarten; B: Neutrale Arten; C: Störanzeiger; H: Häufigkeitsstufen nach [11.10], vgl. auch Bild 11.4; RL: Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Nordrhein-Westfalen [11.11])

Table 11.4: List of macrophytes and macrophytic algae in the fish migration pathway at Lake Harkort (Species groups according to PHYLIB: A: reference species, B: indifferent species, C: species indicating anthropogenic impact; H: abundance level [11.10], also compare Fig. 11.4; RL: list of endangered species in North Rhine-Westphalia [11.11])

	Artengruppe	H	RL
Cladophorales non det.		2	
<i>Leptodictium riparium</i>	B	2	
<i>Fontinalis antipyretica</i>	B	3	
<i>Lemna minor</i>	C	2	
<i>Elodea nuttallii</i>	C	5	
<i>Myriophyllum spicatum</i>	C	2	⊗
<i>Ceratophyllum demersum</i>	C	3	
<i>Potamogeton crispus</i>	B	2	⊗
<i>Potamogeton bertholdii</i>	B	3	
<i>Ranunculus fluitans</i>	B	3	⊗
<i>Sparganium emersum</i>	C	1	
<i>Iris pseudacorus</i>		1	
<i>Veronica becabunga</i>		2	
<i>Bidens sp.</i>		1	

[11.7] Dußling, U., Bischoff, A., Haberbosch, R., Hoffmann, A., Klinger, H., Wolter, C., Wysujack, K., Berg, R.: Das fischbasierte Bewertungssystem für Fließgewässer – fiBS, Kurzbeschreibung, Stand März 2007

[11.8] Dußling, U.: fiBS 8.0 – Softwareanwendung, Version 8.0.6 zum Bewertungsverfahren aus dem Verbundprojekt: Erforderliche Probenahmen und Entwicklung eines Bewertungsschemas zur fischbasierten Klassifizierung von Fließgewässern gemäß EG-WRRL. Website der Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg, 2007

[11.9] Ruhrverband: Untersuchungen zur Massenentwicklung von Wasserpflanzen in den Ruhrtauseen und Gegenmaßnahmen. Broschüre (Kurzfassung) des Abschlussberichts zum Forschungsvorhaben im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes NRW, Essen 2009

[11.10] Kohler, A.: Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen, in: Landschaft und Stadt. Beiträge zur Landschaftspflege und Landesentwicklung, Vol. 10/1978, S. 73-85

[11.11] Wolf-Strauber, R., Wasner, U., et al.: Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Nordrhein-Westfalen, LÖBF-Schriftenreihe Band 17, 1999

[11.12] Ruhrverband/Lanaplan: Wiederansiedlung von aquatischen Makrophyten in Fließgewässern – Ergebnisse der Pilotphase im Einzugsgebiet der Ruhr in den Jahren 2007 und 2008. Unveröffentlichter Bericht, Essen/Nettetal 2008

[11.13] Ruhrverband/Lanaplan: Kontrolle der Wiederansiedlungs-Maßnahme des Flutenden Wasserhahnenfußes (*Ranunculus fluitans* LAM.) in der Ruhr bei Hattingen (Laufzeit 2007-2009). Unveröffentlichter Bericht, Essen/Nettetal 2009

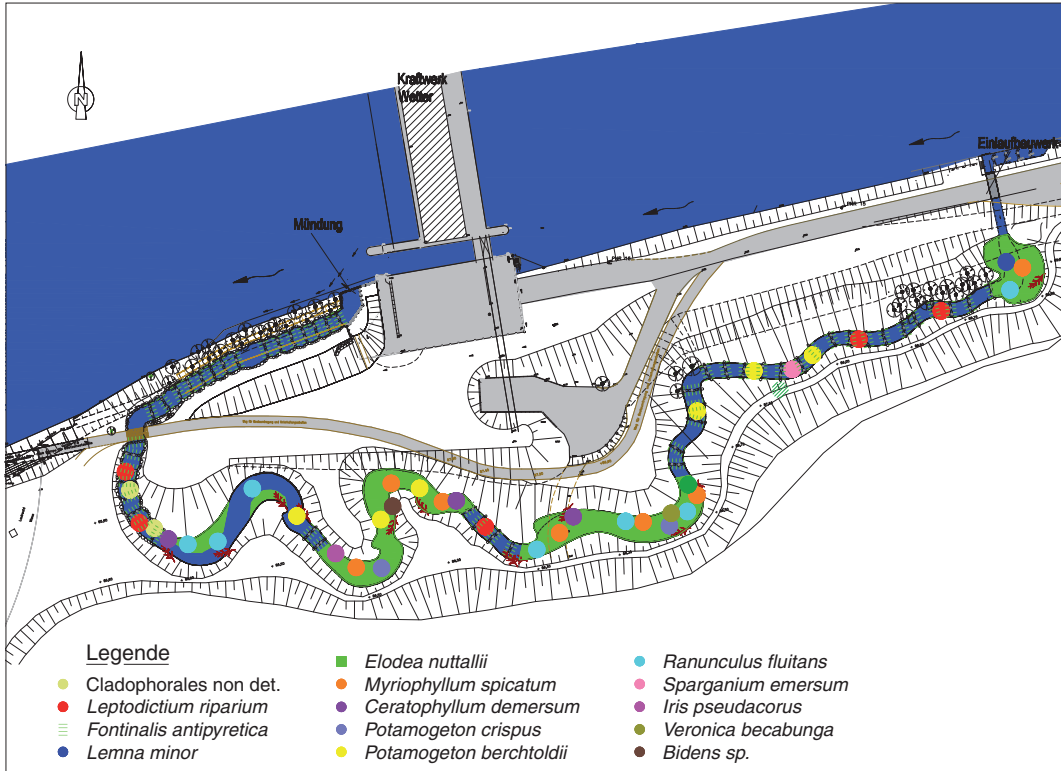


Bild 11.4: Karte der Makrophyten in der Fischaufstiegsanlage Harkortsee (12.10.2009) vor Durchführung der ökologischen Gewässerunterhaltung  
 Fig. 11.4: Macrophyte map of the fish migration pathway at Lake Harkort before ecological water maintenance measures (October 12, 2009)

die die Becken bilden –, dass außer Moosen dort kaum andere Wasserpflanzen vorkommen können. In Bereichen, die durch Büsche und Sträucher vollständig beschattet sind, ist das Pflanzenwachstum auf Grund von Lichtmangel ebenfalls relativ gering.

Die Makrophyten sind, wie auch die Fische, eine biologische Qualitätskomponente, die zur Bewertung des ökologischen Zustands von Wasserkörpern gemäß EG-WRRRL herangezogen wird. Das Land NRW nutzt für die Bewertung der Makrophyten im Rahmen des Monitorings für die EG-WRRRL zwei verschiedene Verfahren, zum einen das bundesweit verwendete Verfahren PHYLIB [11.14] und zum anderen das in NRW entwickelte LUA-Verfahren [11.15]. Beide Verfahren vergleichen die vorgefundene Wasserpflanzengesellschaft mit den Makrophytengesellschaften des entsprechenden Gewässertyps.

Die Ruhr im Bereich des Fischaufstiegs Harkortsee ist auf Grund fehlender bzw. zu weniger Makrophyten mit dem PHYLIB-Verfahren nicht bewertbar. Mit dem LUA-Verfahren für Makrophyten wurde die Ruhr in diesem Bereich in die Qualitätsklasse „schlecht“ eingestuft (<http://www.elwasims.nrw.de>). Die Makrophytengemeinschaft im Umgehungsgerinne Harkortsee kann dagegen mit beiden Verfahren bewertet werden. Das PHYLIB-Verfahren bewertet hier die Makrophyten mit „unbefriedigend“, das LUA-Verfahren stuft die Wasserpflanzengesellschaft mit „mäßig“ ein. Ursache für den defizitären Zustand ist in beiden Verfahren in erster Linie die Dominanz von *Elodea nuttallii*. Ohne die hohe Abundanz dieses Neophyten würde die Pflanzengesellschaft der verbleibenden Arten positiver bewertet.

### Unterhaltung des Fischaufstiegs Harkortsee

Um den Fischpass dauerhaft „attraktiv“ und funktionsfähig zu (er)halten, damit er einen naturnahen Bestandteil der Gewässerstruktur bilden und den aquatischen Organismen als Aufstiegs-hilfe und Lebensraum dienen kann, ist eine stetige Unterhaltung unerlässlich. Die Kontrolle der technischen Einrichtungen (Zulaufsteuerung, Bypass), das Entfernen von Treibzeuga-blagerungen als Folge von Überflutungen durch Hochwasser und das Mähen von Pflanzen im Uferbereich sind wesentliche Bestandteile dieser Unterhaltung.

Die Unterhaltungsarbeiten lassen sich in regelmäßige und unregelmäßige Arbeiten differenzieren.

#### Zu den regelmäßigen Unterhaltungsarbeiten gehören:

- die wöchentliche Kontrolle des Einlaufbereichs, der Steuerung und der Pegelsonde,
- die in der Vegetationszeit wöchentlich notwendige Reinigung des Einlaufs und Vorbeckens von Wasserpflanzen (v. a. *Elodea nuttallii*) und Geschwemm-sel,
- monatliche Freischneidearbeiten während der Vegetationsperiode (u. a. Neophyten wie Japanischer Staudenknöterich (*Fallopia japonica*) und Drüsiges Springkraut (*Impatiens glandulifera*))
- monatliche Wartungsarbeiten an den beweglichen Schieberbauteilen und
- die jährliche Reinigung und ggf. Konservierung der Fußgängerbrücke über den Fischaufstieg.



Zu den unregelmäßigen Unterhaltungsarbeiten gehören

- die Beseitigung von Auskolkungen und
- die Entfernung / Reinigung von Treibzeug in Folge von Hochwasserereignissen (Bild 11.5).

### Ökologische Unterhaltung des Fischaufstiegs

Die naturnahen strukturellen Bedingungen und die gute Wasserqualität machen das Umgehungsgerinne Harkortsee nicht nur für Fische, sondern auch für Wasserpflanzen zu einem geeigneten Lebensraum. In den Sommermonaten erreicht vor allem *Elodea nuttallii* in der geschwungenen Strecke im Mittellauf des Fischaufstiegs hohe Dichten, so dass hierdurch die Auf- und Abwärtswanderung der Fische behindert wird (Bild 11.6). Abtreibende



Bild 11.5: Geschwemmsel und Treibgut im Mündungsbereich der Fischaufstiegsanlage Harkortsee nach einem Hochwasser

Fig. 11.5: Woody debris at the mouth region of the fish migration pathway at Lake Harkort after a flood



Bild 11.6: Elodea-Polster versperren die Durchlässe zwischen den Steinquerriegeln des Raugerinnes im Fischaufstieg Harkortsee und verhindern damit die Durchgängigkeit für Fische.

Fig. 11.6: Elodea blocking the fish migration pathway at Lake Harkort

Pflanzenpolster werden von den Steinquerriegeln in den Raugerinnebereichen zurückgehalten und verstopfen hierdurch die Durchlässe, so dass Fische nicht mehr passieren können. Wird bei der regelmäßigen Kontrolle des Fischaufstiegs ein solches Zusetzen der Durchlässe mit Pflanzentreibgut festgestellt, muss zur Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit der Anlage dieses Material entfernt werden. Eine Reduktion der Pflanzenbestände im Umgehungsgerinne verringert dabei die Menge der v. a. im Herbst abtreibenden Makrophyten und macht in der Vegetationsperiode auch den Mittellauf des Fischaufstiegs für Fische leichter passierbar. Auf der anderen Seite ist gerade das Vorkommen der artenreichen Makrophytengesellschaft der Grund für die positivere Bewertung des ökologischen Zustands im Fischaufstieg im Vergleich zum Zustand in der Ruhr. Aus diesem Grund hat der Ruhrverband im Jahr 2009 beschlossen, von einer vollständigen mechanischen Räumung des Fischaufstiegs, bei der alle Makrophyten entfernt werden, auf eine ökologische Unterhaltung des Umgehungsgerinnes umzustellen.

Ziel der ökologischen Gewässerunterhaltung ist es, nur übermäßige Pflanzenbestände zu reduzieren, um hierdurch eine uneingeschränkte Durchwanderbarkeit für Fische und Wirbellose zu ermöglichen. Entfernt werden hierbei gezielt die Pflanzenarten, die zu Massenentwicklungen neigen und die bei der Bewertung von Wasserpflanzengesellschaften als Störanzeiger eingestuft werden. Dies sind im Fischaufstieg Harkortsee in erster Linie *Elodea nuttallii* und die Hornkraut-Art *Ceratophyllum demersum*. Andere Wasserpflanzenarten wie der Flutende Hahnenfuß (*Ranunculus fluitans*) oder das Krause Laichkraut (*Potamogeton crispus*, Bild 11.7), die unter Bedingungen wie in dem Umgehungsgerinne, aber auch in der Ruhr selbst unter ungestörten Bedingungen natürlicherweise vorkommen würden (Begleitarten des Gewässertyps bzw. neutrale Arten) und die sich auch auf die Entwicklung von Fischen und Invertebraten positiv auswirken, werden bei der ökologischen Unterhaltung gezielt im Gewässer belassen. Resultat einer solchen differenzierten Unterhaltungsmaßnahme ist ein kleinräumiges Mosaik aus makrophytenfreien Sand- und Schotterflächen und Bereichen mit Polstern unterschiedlicher Makrophytenarten.

Die ökologische Gewässerunterhaltung des Fischaufstiegs Harkortsee verfolgt damit mehrere Ziele:

- Förderung der bereits vorkommenden Zielarten der Wasserpflanzengemeinschaft durch Reduktion von Raumkonkurrenten wie z. B. *Elodea nuttallii*
- Schaffung von freien Siedlungsflächen, um Leitarten des Gewässertyps, die bereits in der Ruhr oberhalb vorkommen

[11.14] Schaumburg et al.: Ökologisches Bewertungsverfahren für Fließgewässer und Seen im Teilbereich Makrophyten und Phytobenthos zur Umsetzung der EU-WRRL (PHYLIB). Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 2006

[11.15] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Fortschreibung des Bewertungsverfahrens für Makrophyten in Fließgewässern in Nordrhein-Westfalen gemäß den Vorgaben der EG-Wasser-Rahmen-Richtlinie. LANUV-Arbeitsblatt 3, Recklinghausen 2008



Bild 11.7: Krauses Laichkraut (*Potamogeton crispus*) aus dem Fischaufstieg Harkortsee

Fig. 11.7: Curly-leaf pondweed (*Potamogeton crispus*) from the fish migration pathway at Lake Harkort

(z. B. Stachelspitzige Glanzleuchteralge (*Nitella mucronata*), Haken-Wasserstern (*Callitriche hamatula*)), Ansiedlungsmöglichkeiten zu bieten

- Erhalt freier Substratflächen für sand- und kieslaichende Fischarten, vor allem für die Leitfischarten Barbe, Döbel, Elritze, Hasel und Schmerle
- Erhalt von Makrophytenbeständen als Unterstände und Nahrungsrefugien für Jungfische und als Laichsubstrat für pflanzenlaichende Arten wie z. B. die Schleie (*Tinca tinca*)
- Erhöhung der Substrat- und Strömungsdiversität, um damit im Umgehungsgerinne Bedingungen zu schaffen, die natürlichen Bifurkationen (Gewässerverzweigungen) und durchflossenen Nebengerinnen entsprechen, wie sie auch für Flüsse wie der Ruhr natürlicherweise zu erwarten sind [11.16].

Im Oktober 2009 wurde unter fachlicher biologischer Anleitung erstmals eine solche ökologisch orientierte Gewässerunterhaltungsmaßnahme am Fischaufstieg Harkortsee durchgeführt (Bild 11.8).

### Ausblick

Der als Umgehungsgerinne konzipierte Fischaufstieg Harkortsee wird auf Grund seiner naturnahen Morphologie von einer artenreichen Tier- und Pflanzengemeinschaft besiedelt, die das Gerinne nicht nur als Wanderweg nutzt, sondern dieses künstlich geschaffene Gewässer dauerhaft besiedelt und sich dort auch reproduziert. Die Artenzusammensetzung der Fischgemeinschaft und der Wasserpflanzengesellschaft in dem Umgehungsgerinne entspricht dabei eher den potenziell natürlichen Bedingungen, wie sie für die Ruhr in diesem Abschnitt zu erwarten wäre, als der Ruhr selbst. Dies zeigt sich bei der Bewertung beider Gewässerbereiche nach Vorgaben der EG-WRRL mit den jeweils deutlich besseren Bewertungsergebnissen für das Umgehungsgerinne.



Bild 11.8: Ökologische Gewässerunterhaltung am Fischaufstieg Harkortsee

Fig. 11.8: Ecological maintenance measures at the fish migration pathway at Lake Harkort

Damit kommt dem Fischaufstieg Harkortsee nicht nur die Aufgabe der Wiederherstellung der Durchgängigkeit zu; er erfüllt auch eine wichtige Funktion im Sinne des Strahlwirkungskonzepts [11.17, 11.18]. Er dient hier als Trittstein für viele Tier- und Pflanzenarten mit seinen naturnäheren hydromorphologischen Bedingungen als in der weitgehend stauregulierten Ruhr. Hierdurch können gewässertypspezifische Arten weiter ruhrabwärts vordringen und mit den nächsten naturnahen Bereichen bzw. Abschnitten mit ökologischem Entwicklungspotenzial, z. B. im Bereich der Wengerner Aue, vernetzt werden [11.19]. Da der Fischaufstieg Harkortsee zudem von einigen gewässertypspezifischen Arten wie z. B. der Barbe zur Reproduktion genutzt wird, hat der Bereich für diese Arten möglicherweise sogar die Funktion eines Strahlursprungs.

Die ökologische Unterhaltung des Umgehungsgerinnes hat daher die Aufgabe, nicht nur die Durchgängigkeit zu gewährleisten, sondern auch die Funktion als Trittstein und Strahlursprung zu sichern und möglichst noch zu erweitern. Damit ist der Fischaufstieg Harkortsee nicht nur punktuell von Bedeutung, die Maßnahmen wirken sich zudem positiv auf den ökologischen Zustand bzw. das ökologische Potenzial der angrenzenden Bereiche der Ruhr ober- und unterhalb aus. (vgl. Kapitel 13).

[11.16] Landesumweltamt (LUA) NRW (Hrsg.): Leitbilder für mittelgroße bis große Fließgewässer in NRW, LUA-Merkblatt 34, Essen 2001

[11.17] Deutscher Rat für Landespflege (Hrsg.): Kompensation von Strukturdefiziten in Fließgewässern durch Strahlwirkung. Gutachtliche Stellungnahme und Ergebnisse des Projektes „Potenziale der Fließgewässer zur Kompensation von Strukturdefiziten („Strahlwirkung“)“ vom 01. Oktober 2006 bis 30. November 2007, Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 81, Januar 2008

[11.18] Deutscher Rat für Landespflege (Hrsg.): Verbesserung der biologischen Vielfalt in Fließgewässern und ihren Auen, Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 82, Mai 2009

[11.19] Deutscher Rat für Landespflege und Planungsbüro Koenzen in Zusammenarbeit mit dem Ruhrverband: Operationalisierung des Trittsteinkonzepts für die Planungseinheit PE\_RUH\_1000 „Untere Ruhr“ (Umsetzungsplan Untere Ruhr), F&E-Projekt im Auftrag der Bezirksregierung Düsseldorf

## 12 Lachse in der Ruhr

### Einleitung

Nach mehr als 100 Jahren ist der Lachs in die Ruhr zurückgekehrt. Noch bis Ende des 19. Jahrhunderts belegen Zeitungsartikel große Lachsfänge in der Ruhr bei Herdecke. Diese damals in großem Umfang durchgeführten Fänge dezimierten jedoch die Lachsbestände und verhinderten eine erfolgreiche Lachswanderung zu den Laichplätzen in der oberen Ruhr und ihren Nebenflüssen Volme, Ennepe, Lenne und Hönne. Ebenso für den Rückgang verantwortlich waren die zunehmende Industrialisierung an Rhein und Ruhr mit ihren negativen Auswirkungen auf die Wasserqualität sowie der Ausbau der Ruhr als Schifffahrtsstraße. Selbst Besatzmaßnahmen, die Ausweisung einer Winterschonzeit für Wanderfische sowie die Errichtung von Fischwegen konnten den Rückgang der Lachse in der Ruhr nicht aufhalten. Mit dem Lachs sind auch Maifisch, Nase und Quappe aus der Ruhr verschwunden.

Dass der Lachs nicht nur in die Ruhr zurückgekehrt ist, sondern sich in der unteren Ruhr auch vermehrt hat, belegen die Kontrollbefischungen, die das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) gemeinsam mit der Ruhrfischereigenossenschaft (RFG) im Sommer 2009 in der Ruhr bei Mülheim vorgenommen hat. Da die Entwicklung der Junglachse nur in sauberen, sauerstoffreichen Gewässern möglich ist, zeigt sich hierin eindrucksvoll die inzwischen wieder gute Qualität des Ruhrwassers, das Ergebnis der Bemühungen des Ruhrverbands um eine nachhaltige Abwasserreinigung und Niederschlagswasserbehandlung im Einzugsgebiet der Ruhr.

### Biologie des Lachses

Der Atlantische Lachs (*Salmo salar*) gehört zur Familie der forellenartigen Fische (Salmonidae). Obwohl der Lachs einen Großteil seines Lebens im Meer verbringt, zählt er zu den Süßwasserfischen. Als anadromer Wanderfisch (Fische, die im Meerwasser leben und zum Laichen ins Süßwasser ziehen) umfasst sein natürliches Verbreitungsgebiet weite Bereiche des nördlichen Atlantik, einschließlich dessen Randmeere (Bild 12.1). Es gibt aber auch natürliche Populationen in einigen großen schwedischen, finnischen und russischen Seen, die das Süßwasser nicht verlassen [12.1, 12.2].

Bereits Wochen und Monate vor der winterlichen Laichzeit ziehen die laichbereiten Lachse in das Süßwasser, mit dem Ziel, an ihren Geburtsort zurück zu kehren. Diese flussaufwärts gerichtete Wanderung unterbrechen sie durch zahlreiche Pausen, in denen die Lachse auf den Fortgang der Jahreszeit und – mit zunehmender Nähe zur Laichzeit – auf günstige Wasserstände für die weitere Wanderung zu ihren Laichgründen warten. Als geradezu phänomenal kann bei dieser langen Wanderung die Fähigkeit bezeichnet werden aus den Weiten des Ozeans die Herkunftsgewässer wiederzufinden. Durch welche Faktoren die gerichtete Rückwanderung gesteuert wird, ist noch nicht vollends geklärt. Die Fische

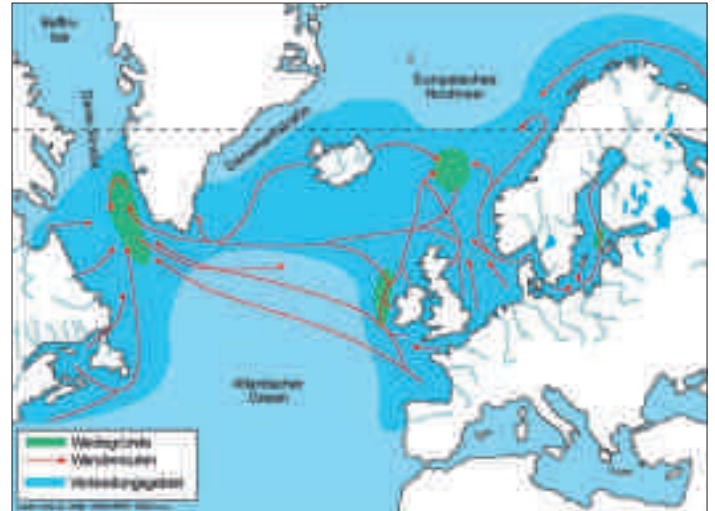


Bild 12.1: Verbreitungsgebiete und Wanderrouten der Lachse im Atlantik  
Fig. 12.1: Distribution and migration routes of salmon in the Atlantic

nutzen das Magnetfeld der Erde und die Meeresströmungen. Zudem orientieren sie sich am Stand der Sonne und dem Geruch „ihres“ Flusses. Um diese Navigationshilfe nutzen zu können, muss der Fisch aber auch eine Art Landkarte in sich gespeichert haben, also ein entsprechendes Gedächtnis besitzen [12.3].

In unseren Breiten laichen die Lachse im November und Dezember. Hierzu suchen sie in den Flüssen der Äschenregion (Hyporithral) flache Kies- und Geröllbänke auf, die sich unmittelbar oberhalb von Stromschnellen und Rauschen befinden. Die Wassertiefen an diesen Stellen liegen zwischen 10 und 60 cm und die Strömungsgeschwindigkeiten betragen etwa 1,2 bis 1,8 m/s [12.1, 12.4].

Der weibliche Lachs, welcher als Rogner bezeichnet wird, hebt durch kräftige Schwanzschläge eine Mulde im Kiesgrund aus. Je größer das Weibchen ist, desto größer wird auch die Laichgrube, die am Ende rund 0,5 bis 1,0 m Durchmesser hat und dabei Tiefen zwischen 15 bis 30 cm aufweist. Am Grund der Laichgrube befindet sich das eigentliche Nest. In dieses legt der Rogner einige hundert Eier, die sogleich vom Männchen, dem Milchner, befruchtet werden. Nun hebt der Rogner direkt vor dem ersten Nest ein weiteres aus, so dass der Aushub der neuen Grube zur Abdeckung der ersten verwendet wird. Entsprechend verfährt der Fisch bei zusätzlichen Nestern. Die so entstandenen 5 bis 10 m<sup>2</sup> großen Gelege sind durch den frisch aufgeworfenen, hellen Kies

[12.1] Schmidt, G. W.: Wiedereinbürgerung des Lachses *Salmo salar* L. in Nordrhein-Westfalen, LÖBF-Schriftenreihe Band 11, 1996

[12.2] Verband Deutscher Sportfischer e.V.: Fisch des Jahres 2000 – Der Lachs, Kassel 2000

[12.3] Thorpe, J. E.: Salmon migration. In: Science Progress, Oxford, Band 72/1988, S. 345-370, zitiert nach: Schmidt, G. W.: Wiedereinbürgerung des Lachses *Salmo salar* L. in Nordrhein-Westfalen, LÖBF-Schriftenreihe Band 11, 1996

[12.4] Gibson, R.J. (1966): Some factors influencing the distributions of brook trout and young Atlantic salmon. In: Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 23/1977-1980

gut vom übrigen Gewässergrund zu unterscheiden. Dieses kann zum Nachweis der Art und zur Abschätzung der Reproduktionsgröße genutzt werden [12.5].

Jeder Rogner legt ca. 1.200 bis 2.000 Eier pro kg Körpergewicht ab, die sich im Schutz des Kiesgrundes entwickeln. Im April / Mai des Folgejahrs verlässt die Lachsbrut das Kieslückensystem und verteilt sich in den flachen Rauschenstrecken unterhalb des Geleges. Jeder Junglachs besetzt dabei ein wenige Quadratmeter großes Revier, das er gegenüber Konkurrenten verteidigt. Die Fische ernähren sich von Kleintieren und ab einer Körpergröße von 6 bis 7 cm, also etwa im Spätsommer des ersten Lebensjahres, werden aus den Brütlingen so genannte Parrs. Sie verändern ihr Aussehen und bekommen große, dunkle Flecke entlang der Körperseiten (Bild 12.2).



Bild 12.2: Parr  
Fig. 12.2: Parr



Bild 12.3: Smolt (Foto: Stefan Jäger, RFG)  
Fig. 12.3: Smolt (photo: Stefan Jäger, RFG)

Der Lebensabschnitt des Parrs endet mit der Metamorphose zum Smolt, wobei sich die Tiere silbern färben (Bild 12.3). Der Zeitpunkt der Smoltifizierung ist von der Körpergröße des Fisches und somit von Nahrungsangebot und Wassertemperatur abhängig. Nach SCHMIDT [12.1] setzt sie in gemäßigten Zonen meist nach zwei Jahren ein, kann aber auch erst im vierten Lebensjahr erfolgen. Im Frühjahr ziehen die Junglachs dann in kleinen Schwärmen flussabwärts, um ins Meer zu wandern. Hierbei führen vor allem verstärkte Abflüsse und ein Anstieg der Wassertemperaturen zu einer erhöhten Abwanderung [12.6, 12.7]. Je nachdem, in welchem Alter bei den Tieren die Umwandlung einsetzt, weisen die Fische unterschiedliche Körperlängen auf. SCHNEIDER [12.8] nennt für abwandernde Smolts im Siegsystem Körperlängen von 13 bis 17 cm.

Nach einem Akklimatisationsprozess im Ästuar ziehen die Smolts in den Nordatlantik. Hier verbringen die Lachse nun die nächsten ein bis drei Lebensjahre und nehmen beträchtlich an Größe und Gewicht zu, ehe sie sich wieder auf den langen Weg zu ihren Geburtsgewässern begeben (Bild 12.4).

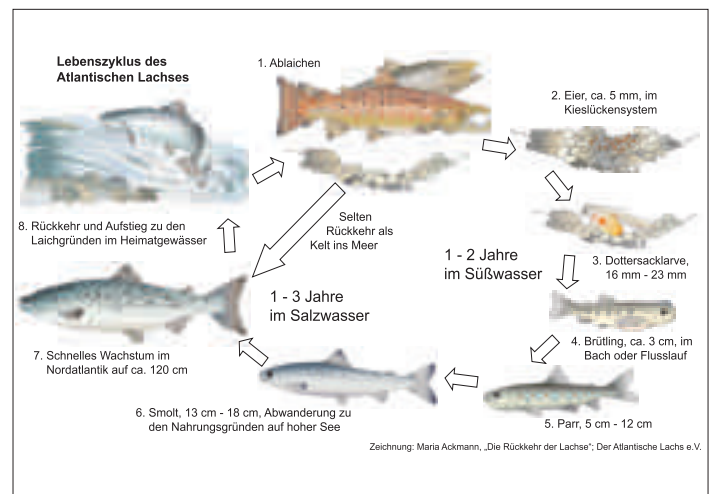


Bild 12.4: Lebenszyklus des Lachses (Zeichnung: Maria Ackermann, aus „Die Rückkehr der Lachse“, Der Atlantische Lachs e.V.)  
Fig. 12.4: Life cycle of salmon (illustration: Maria Ackermann, from “Die Rückkehr der Lachse“, Der Atlantische Lachs e.V.)

### Historie der Verbreitung des Lachses in der Ruhr

Die Ruhr muss in der Vergangenheit ein bedeutender Lachsfluss im Rheineinzugsgebiet gewesen sein. So müssen im 18. Jahrhundert wegen der Bedeutung und des materiell hohen Werts der damaligen Lachsfischerei in der Ruhr die Lehnsherrn sorgfältig über ihre Fischereirechte gewacht haben und es muss sogar zu bewaffneten Auseinandersetzungen gekommen sein [12.9, 12.10]. Laut Mitteilung des Mülheimer General-Anzeigers vom 25. November 1910 fingen allein die Fischereipächter in Herdecke bis 1895 jährlich 800 bis 1000 Pfund Lachse. Mit der Industrialisierung an Rhein und Ruhr und der damit verbundenen Verschlechterung der Gewässerqualität sowie dem Ausbau der Ruhr

als Schifffahrtsstrasse kam der Lachsfang zum Erliegen. Als Gegenmaßnahmen wurden schon in der Vergangenheit ab 1887 der Besatz mit Lachssetzlingen, die Ausweisung einer Winterschonzeit für Wanderfische sowie der Bau von Fischwegen, beispielsweise des Fischwegs am Wehr in Mülheim-Raffelberg im Jahr 1920 (Bild 12.5), ergriffen.



Bild 12.5: Fischweg am Wehr in Mülheim-Raffelberg (1919 fertig gestellt), aufgenommen bei der Besichtigung durch die Ruhrfischereigenossenschaft am 29. Mai 1920

Fig. 12.5: Fish pathway at the weir in Mülheim-Raffelberg (completed 1919), picture taken during a visit from the Ruhr Fishery Association on May 29, 1920

Schon für den Rhein, den einst bedeutendsten Lachsstrom Europas, wurde bereits 1449 die „Straßburger Ordnung der Rhein-fischerei“ erlassen, weil „an vischen und vogeln uff dem Rine ettewas mercklicher abgang erstanden sin“ [12.11]. 1885 trat der – noch heute gültige – „Staatsvertrag über die Lachsfischerei im Rhein“ zwischen Deutschland, den Niederlanden, der Schweiz und später Luxemburg in Kraft [12.12]. Er enthielt insbesondere Regelungen zur Begrenzung der Überfischung sowie zur Erschließung und zum Schutz der Laichgewässer. Zeitgleich wurde im elsässischen Hüningen die erste Lachszuchtanlage errichtet, um den durch den Staatsvertrag geförderten Lachsbesatz tätigen zu können. Diese von der Fischerei initiierten Versuche zur Erhaltung der Lachsbestände hatten keinen Erfolg gegen die wasserbau-lichen Maßnahmen (Schiffbarmachung, Ausbau der energetischen Nutzung mittels Wasserkraftanlagen, Errichtung der großen Sperr-

bauwerke im niederländischen Rheindelta zum Hochwasserschutz am Haringvliet und IJsselmeer) und gegen die enorme Zunahme der Wasserverschmutzung. Mit Ende des 2. Weltkriegs galt der Lachs im Rheingebiet als ausgestorben (Bild 12.6).

### Wiedereinbürgerungsversuche an der Ruhr

Im Rahmen des Programms „Lachs 2000“ der Internationalen Kommission zum Schutze des Rheins (IKSR) sollten „(früher) vorhandene, heute verschollene rheintypische Arten, wie z. B. der Lachs, bis zum Jahr 2000 in das Rheingebiet zurückkehren“. Nach ersten Wiedereinbürgerungsversuchen des Atlantischen Lachses an der Sieg wurde 1998 das Wanderfischprogramm Nordrhein-Westfalen vom Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes Nordrhein-Westfalen in Kooperation mit dem Fischereiverband Nordrhein-Westfalen e.V. ins Leben gerufen [12.13].

Auch an der Ruhr hatten sich durch die deutliche Verbesserung der Wasserqualität in Folge des Ausbaus der Kläranlagen des Ruhrverbands und erheblich erhöhter Umweltauflagen für die Industriebetriebe die Lebensbedingungen der anspruchsvollen Salmoniden, der lachsartigen Fische wie Bachforelle und Äsche, verbessert. Dies zeigt sich durch ihre erfolgreiche natürliche Vermehrung in Lenne und Volme, die bis Anfang der siebziger Jahre des 20. Jahrhunderts aufgrund der extremen Verschmutzung als biologisch tot galten [12.14]. Nur die Lachse tauchten in der Ruhr nicht wieder auf. Dies war aufgrund des komplizierten Wander-verhaltens (s. o. „Biologie des Lachses“) auch nicht verwunderlich. Weitwandernde Fischarten, deren Populationen streng an ihre Geburtsgewässer gebunden sind (beim Lachs als „homing“ bezeichnet), sind für die Gewässer unwiederbringlich verloren. Doch

- [12.5] Crips, D. T., Carling, P. A.: Observations on siting, dimensions and structure of salmonid redds. In: *Journal of Fish Biology* 34/1989
- [12.6] Ingendahl D.: Untersuchung des Wanderverhaltens des atlantischen Lachses *Salmo salar* und der Bachforelle *Salmo trutta fario*, insbesondere an Hydroelektrischen Einrichtungen. Diplomarbeit, Universität Köln 1993
- [12.7] Nemitz, A., Steinmann, I.: Zum Aufkommen und zur Abwanderung von Lachssmolts im Siegssystem. Unveröffentlichte Studie im Auftrag der Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten/Landesamt für Agrarordnung NRW, 2001
- [12.8] Schneider, J.: Die Wiedereinbürgerung des Lachses im rheinland-pfälzischen Bereich des Siegsystems. In: *AFZ-Fischwaid*, 6/1996
- [12.9] Ruhrfischereigenossenschaft (Hrsg.): 100 Jahre Ruhrfischereigenossenschaft 1881 - 1981, Essen 1981
- [12.10] Frenz, C.: Fisch und Fischerei an der Ruhr - früher, heute zukünftig. In: *Ruhrfischereigenossenschaft (Hrsg.), 125 Jahre Ruhrfischereigenossenschaft*, Essen 2006
- [12.11] Schulte-Wülver-Leidig, A.: Wiedereinbürgerung des Lachses in das Rheingebiet. In: *Verband Deutscher Sportfischer e.V., Fisch des Jahres 2000 – Der Lachs*, Kassel 2000
- [12.12] Reichsampt des Innern, 1886 (Hrsg.): Vertrag zwischen Deutschland, den Niederlanden und der Schweiz, betreffend die Regelung der Lachsfischerei im Stromgebiete des Rheins. Vom 30. Juni 1886, In: *Reichs-Gesetzblatt No. 18.*, Berlin, S. 192-202
- [12.13] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes NRW (Hrsg.): *Wanderfischprogramm Nordrhein-Westfalen. Statusbericht zur ersten Programmphase 1998 bis 2002*, Düsseldorf 2001
- [12.14] Ruhrverband: *Die Lenne als Fischgewässer*. In: *Ruhrwassergüte 1988*, Essen, S. 41-44

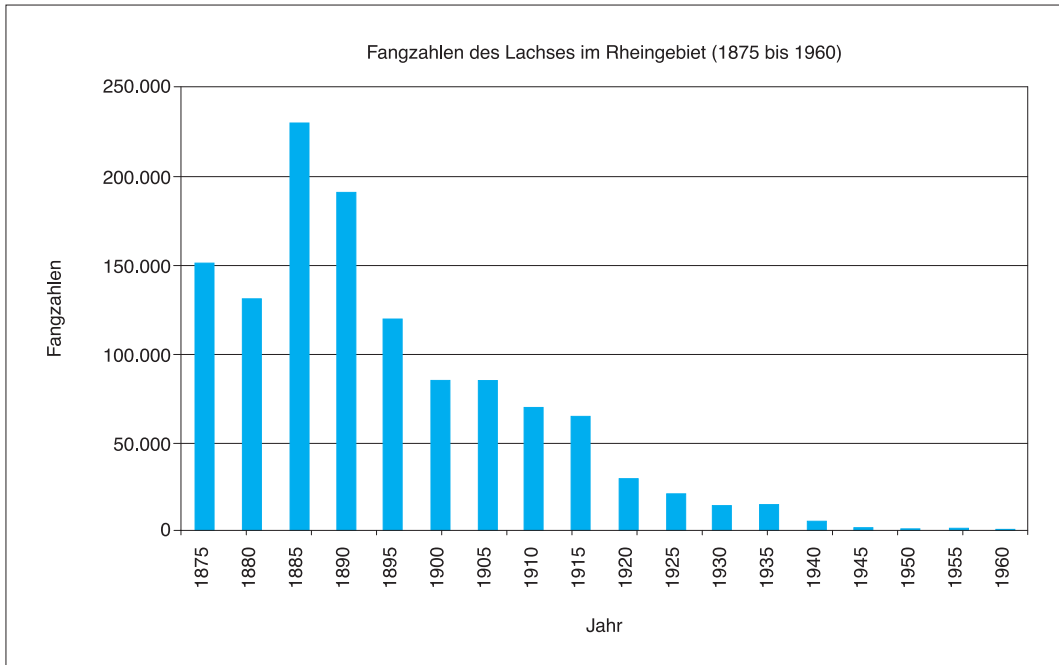


Bild 12.6: Fangzahlen des Lachses im Rheingebiet (Grafik aus „Die Rückkehr der Lachse“, Der Atlantische Lachs e.V.)

Fig. 12.6: Catch statistics for salmon in the Rhine region (chart from “Die Rückkehr der Lachse”, Der Atlantische Lachs e.V.)



Bild 12.7: Erstes Ruhrwehr in Duisburg, Wehr und Einstieg in den Fischweg

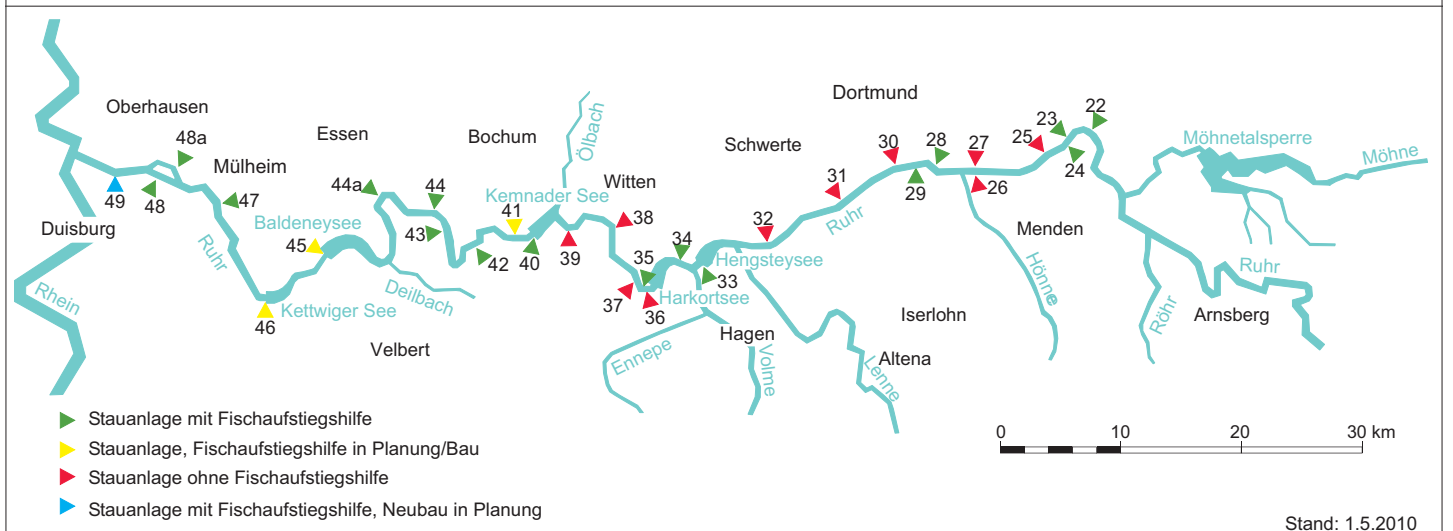
Fig. 12.7: First Ruhr weir in Duisburg, weir and access to the fish pathway

selbst Streuner (aufsteigende Lachse, die nicht in ihr Ursprungsgewässer, sondern in andere, meist benachbarte Gewässer ziehen) konnten und können die Laichgebiete in der oberen Ruhr nicht erreichen. Ursache ist die fehlende Durchgängigkeit bereits am ersten Ruhrwehr in Duisburg (Bild 12.7). Somit handelt es sich bei den Lachsfängen in der Ruhr um Einzelfälle.

Das MUNLV [12.13] berichtet, dass das Ruhrsystem das größte Flächenpotenzial an geeigneten Lachslaichgewässern aufweist. Allerdings zeigte bereits 1997 ein Überblick über bestehende Wanderhindernisse, ihre Ausstattung mit Fischwegen und deren grobe Kosten [12.15] die große Herausforderung für die Wasser-

wirtschaft und Wehrbetreiber, die Ruhr für Wanderfische als Lebensraum zu erschließen. Allein die Ruhr weist 53 Stauanlagen mit fünf großen Flusstauseen auf, von denen vor 12 Jahren lediglich 18 mit Fischwegen versehen waren. Aktuell sind 33 Querbauwerke mit Fischwanderhilfen versehen (Bild 12.8). Diese komplexe Problematik bedarf zu ihrer Lösung einer auf das gesamte Flussgebiet abgestimmten Strategie. Projekte wie die naturnahe Entwicklung der oberen Ruhr – in den letzten Jahren sehr erfolgreich

[12.15] Ruhrverband: Möglichkeiten und Grenzen der Schaffung von Fischaufstiegsanlagen an der Ruhr. In: Ruhrwassergüte 1997, Essen, S. 89-98



Lfd.Nr.	Stauanlage	Lfd.Nr.	Stauanlage	Lfd.Nr.	Stauanlage	Lfd.Nr.	Stauanlage
22	Echthausen	30	Hengsen	38	Hohenstein	45	Baldeneysee
23	Wickede	31	Villigst	39	Herbeder Schlagd	46	Kettwiger See
24	Wehr Wickede	32	Westhofen	40	Kemnader See	47	Kahlenberg
25	Wickede	33	Hengsteysee	41	Blankenstein	48	Wehr Raffelberg
26	Schwitten	34	Stiftsmühle	42	Hattinger Schlagd	48a	WKA Raffelberg
27	Wehr Fröndenber	35	Harkortsee	43	Bochum-Dahlhausen	49	Duisburg
28	Halingen	36	Altes Wehr Harkort	44	Horster Mühle		
29	Langschede	37	Wehr Volmarstein	44a	Spillenburg		

Bild 12.8: Querbauwerke an der unteren und mittleren Ruhr (1997 und 2009)  
 Fig. 12.8: Cross-structures along the lower and middle Ruhr (1997 and 2009)

im Bereich der Stadt Arnsberg umgesetzt – können erst voll wirksam werden, wenn diese Gewässerabschnitte für wandernde Fischarten erreichbar sind. Somit ist parallel für den Unterlauf zu prüfen, wie Fische an den Wanderhindernissen vorbei unbeschädigt flussauf- oder flussabwärts wandern können. Die EG-WRRL hebt die Bedeutung einer intakten Fischfauna als Indikator für einen guten Gewässerzustand hervor und greift den gewässerbezogenen Ansatz durch die Betrachtung von Strom- und Einzugsgebieten auf. Daher hat der Ruhrverband im Jahr 2000 unter dem Titel „Zur Durchgängigkeit und dem guten ökologischen Zustand anthropogen veränderter Mittelgebirgsflüsse, dargestellt am Beispiel Ruhr und Lenne“ die Anforderungen zur Umsetzung der EG-WRRL beleuchtet. Der Bericht kam zu dem Fazit, dass Planungen zum Erreichen des guten ökologischen Zustands einer integralen Betrachtung des Fließgewässers mit Lebensraumstruktur, Wasserqualität, Abflussregime und biozönotischen Verflechtungen bedürfen.

Wegen der essenziellen Voraussetzung der Herstellung der Durchgängigkeit für die Ansiedlung (Lachs) bzw. Erhaltung (Aal) diadromer Fischarten (Wanderfische, die zum Laichen vom Süßwasser ins Meerwasser bzw. umgekehrt wechseln) im Rahmen der integralen Betrachtung hat der Ruhrverband 2001 eine „Studie zur Durchgängigkeit der Ruhr und ihrer Nebenflüsse“ mit der Aufgabenstellung, mindestens zwei konkrete Vorschläge von realisierbaren Wanderwegen für Großsalmoniden von der Mündung bis zum Laichgewässer unter Berücksichtigung der Installation von Auf- und Abstiegsanlagen einschließlich einer Kostenschätzung beauftragt [12.16]. Die Studie zeigt, welche große Herausforderung, sowohl technisch als auch finanziell, die Erschließung der Laichareale ist. Insbesondere die Gewährleistung einer ausreichenden Smoltabwanderung ist mit Blick auf die hohe Anzahl von Wasserkraftanlagen, denen meist ein ausreichender Schutz für die Fische vor der Turbinenpassage fehlt, sehr schwierig.

Aufgrund der zahlreichen Wehranlagen ohne Fischwege und fehlender geeigneter Maßnahmen zum Schutz abwandernder Fische hat die Wiedereinbürgerungsinitiative unter Federführung der Bezirksregierung Arnsberg, des StUA Duisburg (heute Bezirksregierung Düsseldorf) der Ruhrfischereigenossenschaft und des Ruhrverbands beschlossen, nur Testbesatz mit Lachsen durchzuführen, um die Eignung von Jungfischlebensräumen und die Möglichkeiten eines ungefährdeten Smoltabstiegs zu ermitteln.

In potenziellen Jungfischhabitaten möglichst mündungsnaher Ruhrzuflüsse sind Kartierungen von Fließstrecken im Hinblick auf ihre Eignung als Besatzorte für 0+ (junge etwa halbjährige, sog. einsömmrige Fische) Lachse durchgeführt worden [12.17]. In Volme und Ennepe im Stadtgebiet Hagen (25 ha) erfolgte die Erfassung von Jungfischlebensräumen im Jahr 1999 und im Deilbachsystem (1 ha) im Jahr 2002 [12.18].

Mit der Errichtung des Lachszentrums Hasper Talsperre im Jahr 2001 im Ruhreinzugsgebiet stehen nun ausreichende Kapazitäten zur Erbrütung und Aufzucht geeigneten Besatzmaterials zur Verfügung. Erstmals wurden im Deilbachsystem (Deilbach, Hardenbergerbach, Felderbach) am 31. Juli 2002 rd. 10.000 Lachsbrüt-

linge in die kartierten Strecken besetzt. Eine Kontrollbefischung im Herbst desselben Jahres zeigte die gute Eignung der Lebensräume. Mittels Elektrofischerei gingen 56 Junglachse kurz betäubt in den Kescher. Nach Erfassung der Länge wurden die Fische wieder in die Freiheit entlassen. Da im Lachszentrum Hasper Talsperre auch Smolts aufgezogen werden können, entschloss sich die Ruhrfischereigenossenschaft mit dem damaligen StUA Duisburg, erstmalig 2003 einen experimentellen Smoltbesatz durchzuführen. Mit Hilfe einer modifizierten Klappschute sind 10.000 Smolts vom Baldeneysee aus an den Wehranlagen und Turbinen vorbei bis unterhalb des ersten Ruhrwehrs in Duisburg transportiert worden. Eine große Pumpe und Öffnungen im Schutenrumpf versorgen die Fische ständig mit Ruhrwasser (Bild 12.9). Während des mehr-tägigen Transports konnte so die Prägung der gut einjährigen Lachse auf ihr Besatzgewässer, die Ruhr, stattfinden; ein Vorgang, der durch Untersuchungen in Dänemark belegt ist (mdl. Mittei-



Bild 12.9: Schute und Lochboden der Schute mit Lachssmolten  
(Foto: Stefan Jäger, RFG)

Fig. 12.9: Barge and its perforated bottom with salmon smolts  
(photo: Stefan Jäger, RFG)

[12.16] Weyand, M., Nusch, E. A., Redeker, M.: Die Durchgängigkeit von Gewässersystemen – Konzeptionelle Überlegungen zu deren Wiederherstellung am Beispiel des Ruhreinzugsgebietes. In: gwj Wasser Abwasser, Band 145/2004, S. 605-611

[12.17] Nemitz, A., Moll, F.: Anleitung zur Kartierung von Fließstrecken im Hinblick auf ihre Eignung als Besatzorte für 0+-Lachse (*Salmo salar* L.). In: LÖBF/LAFAO Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), Beiträge aus den Fischereidezernaten, Heft 4/1999

[12.18] Verband Deutscher Sportfischer e.V.: Lachse in Deutschland, Offenbach 2003



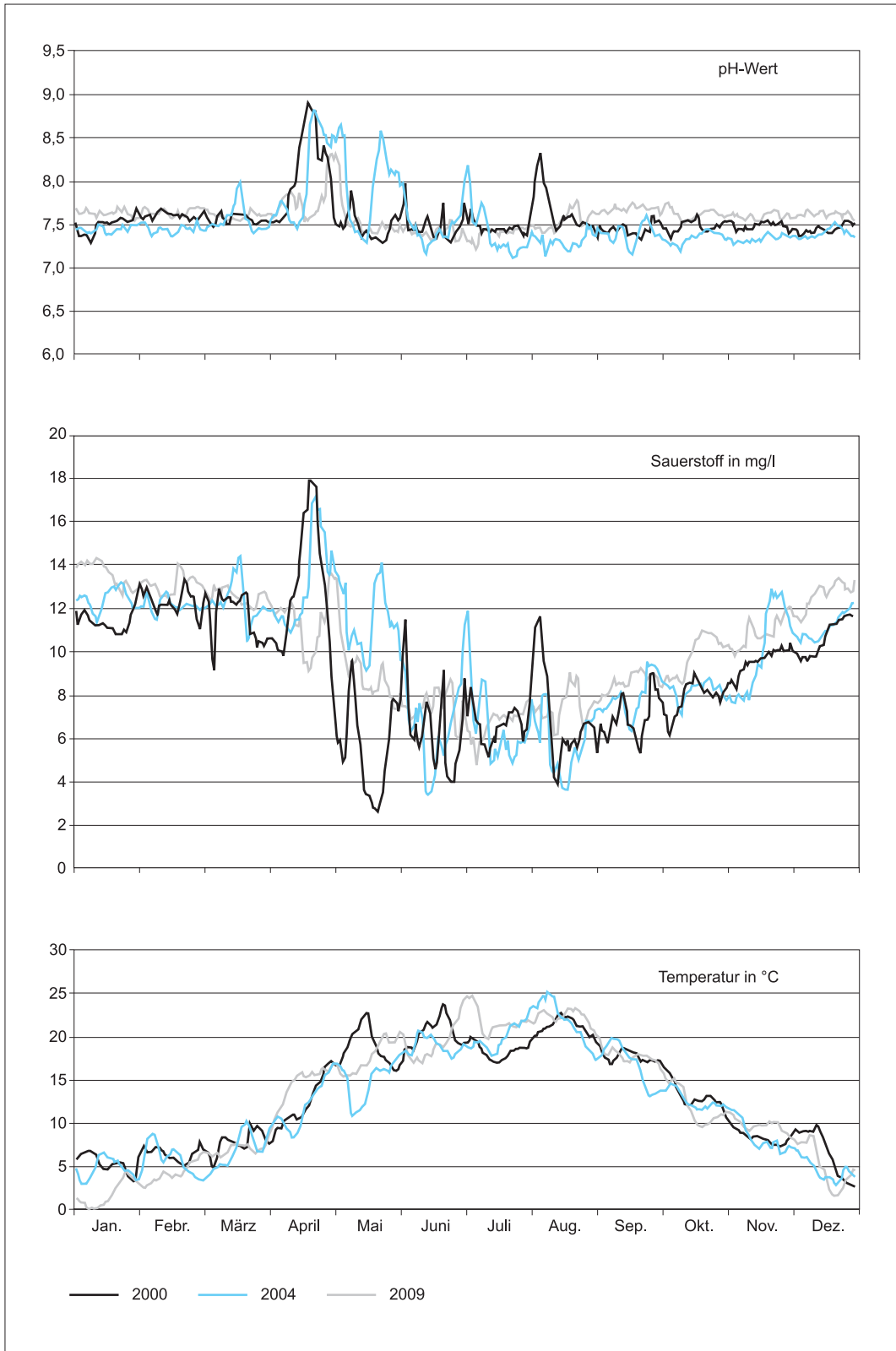


Bild 12.10: Tagesmittelwerte pH-Wert, Sauerstoffgehalt und Temperatur in der Ruhr bei Duisburg (Gewässerüberwachungsstation Duisburg)

Fig. 12.10: Daily averages of pH-value, oxygen level and temperature of the Ruhr at Duisburg (water quality monitoring station Duisburg)

lung Gert Holdensgard, Danmarks Center for Vildlaks). Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens besteht in der Ausschaltung des sonst vor allem in den Stauhaltungen durch Hechte, Zander und Kormorane hervorgerufenen Raubdrucks. 2004 und 2005 wurde diese Aktion wiederholt. Parallel zu diesen Besatzmaßnahmen gingen die Planungen zur Errichtung eines neuen Fischwegs inklusive einer Fangstation zur Entnahme und Hälterung von aufsteigenden Wanderfischen am Ruhrwehr in Duisburg einher. Mit Hilfe dieser Fangstation sollten die nach ca. ein bis zwei Jahren zurückkehrenden Lachse entnommen und zur künstlichen Vermehrung zum Lachszentrum Hasper Talsperre gebracht werden. Aufgrund der Verzögerungen beim Bau des Fischwegs mit Fangeinrichtung ist beschlossen worden, den Smoltbesatz bis zur Realisierung der Durchgängigkeit am Ruhrwehr auszusetzen.

Trotz des fehlenden Fischwegs am Duisburger Ruhrwehr sind bei Kontrolluntersuchungen immer wieder vereinzelt Lachse in der Ruhr nachgewiesen worden:

- Juli 2002: Lachswelbchen (72 cm) bei Kontrollbefischung unterhalb Wasserkraftanlage Mülheim-Kahlenberg (3. Ruhrwehr)
- November 2002: Lachsmännchen in Kontrollreuse im vom Land NRW errichteten naturnahen Fischweg an der Wasserkraftanlage in Mülheim-Raffelberg (2. Ruhrwehr)
- November 2003: Lachsfang bei Kontrollbefischung unterhalb des Wehrs in Duisburg (1. Ruhrwehr)

### Voraussetzungen des Lebensraums

Für eine natürliche Fortpflanzung von Salmoniden ist eine gute Wasserqualität grundlegende Voraussetzung. Dies bedeutet für Bachforellen [12.19] und ähnlich auch für den Lachs u. a.:

Wassertemperatur: 4 bis 20 °C, Erbrütungsoptimum 8 bis 10 °C  
 Sauerstoffgehalt : 7 bis 11 mg/l  
 pH-Wert: 6,0 bis 8,5

Die in Bild 12.10 für die Jahre 2000, 2004 und 2009 dargestellten entsprechenden Messwerte in der unteren Ruhr (Kontrollstation am Wehr Duisburg) zeigen, dass in der Zeit der Eiablage im November/Dezember und während der anschließenden Entwicklung der Eier zu Lachsbrütlingen im (April/Mai) die Wassertemperatur, der pH-Wert und die Sauerstoffkonzentration im Wasser der unteren Ruhr den erforderlichen Werten entsprechen. Insbesondere das Jahr 2009 zeichnet sich mit einer im gesamten Jahresverlauf enger gewordenen Bandbreite der pH-Werte von 7,2 bis 8,3 aus, die damit ganzjährig sicher im Bereich der optimalen Bedingungen lagen. Auch die Sauerstoffkonzentration zeigte im Jahr 2009 einen ausgeglicheneren Verlauf als für die beiden anderen betrachteten Jahre. So blieben extreme Sauerstoffunter- oder -übersättigungen aus. Lediglich im Sommer stieg die Wassertemperatur nach einer ungewöhnlich lang andauernden Zeit mit niedrigen Abflüssen und sommerlich hohen Lufttemperaturen auf Werte über 20 °C und lag damit in einem für die Entwicklung der Lachsbrütlinge ungünstigen Temperaturbereich (vgl. auch Kapitel 3).

Aber nicht nur die Wasserqualität ist für eine erfolgreiche Ei- und Larvalentwicklung verantwortlich, sondern insbesondere die Sauerstoffsituation im Kieslückensystem, dem sog. hyporheischen Interstitial, bestimmt die erfolgreiche Entwicklung. Eine kritische Sauerstoffkonzentration von mindestens 6 mg/l sollte nicht unterschritten werden. Für die untere Ruhr im Bereich unterhalb des Wehrs Mülheim-Raffelberg sind in 2010 hierzu Untersuchungen geplant.

### Natürliche Vermehrung in der Ruhr

Im Rahmen des Ersatzes des Wehrs Mülheim-Raffelberg sind in der Ruhr unterhalb des Wehrs regelmäßig Kontrollbefischungen zur Ermittlung der Auswirkungen der Baumaßnahme auf den Fischbestand durchgeführt worden. Letztmalig war für den Juni 2008, zwei Jahre nach Fertigstellung des neuen Wehrs, eine solche Befischung vorgesehen. Die so genannte alte Ruhr, d. h. die Ausleitungsstrecke unterhalb des Wehrs, hat sich zwischenzeitlich aufgrund der planfestgestellten ökologisch angepassten Restwassermenge von maximal 5 m<sup>3</sup>/s augenscheinlich sehr positiv entwickelt. Die Strecke ist sehr strukturreich, weist vielfältige Strömungsmuster und Wassertiefen sowie streckenweise einen guten Bewuchs mit Weiden und Erlen im Uferbereich auf (Bild 12.11). Nachdem bei der Befischung zunächst Rotaugen, Flussbarsche, Aale und Schmerlen gefangen wurden, gingen später auch Bachforellenbrütlinge in den Kescher – der erste Nachweis der natürlichen Vermehrung von Salmoniden in der unteren Ruhr. Im Bereich der letzten schnell fließenden Strecke unterhalb des Wehrs wurden dann zwei Salmonidenbrütlinge gefangen und fotografiert (Bild 12.12), die sich äußerlich recht stark von den Bachforellenbrütlingen unterschieden. Da es aber nur wenige Exemplare waren, wurden keine Proben für weitere Analysen mitgenommen. Allerdings war ziemlich sicher, dass es sich bei den Fischen um Lachse handeln musste. Diesem sensationellen Fund sollte im Jahr 2009 nachgegangen werden, um ihn wenn möglich zu bestätigen.

Die RFG organisierte mit dem Befischungsteam des LANUV und dem Ruhrverband am 23. Juni 2009, also rund ein Jahr nach dem ersten Fund, eine erneute Befischung (Bild 12.13). Innerhalb kurzer Zeit wurden neben eindeutigen Bachforellenbrütlingen 24 „lachsähnliche“ Jungfische gefangen.

[12.19] Schäperclaus, W., Lukowicz, M.: *Lehrbuch der Teichwirtschaft*, 4. Auflage, Berlin 1998



Bild 12.11: Lagekarte und Luftaufnahme des Wehres Mülheim-Raffelberg mit Fundort der Lachse  
 Fig. 12.11: Map and aerial view of the Mülheim-Raffelberg weir and the locations where salmon were spotted



Bild 12.12: Salmonidenbrütlinge  
 Fig. 12.12: Salmonoid fry



Bild 12.13: Kontrollbefischung im Jahr 2009 durch Personal des LANUV und der RFG  
 Fig. 12.13: Fishing checks in 2009 by LANUV and RFG staff

**Genetischer Nachweis von Lachsbrütlingen der Ruhr durch das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV)  
D. Ingendahl & F.J. Stürenberg,  
LANUV, FB 26, Heinsbergerstr. 53,  
57399 Kirchhundem**

### Untersuchungsmethode

- Bei einer Elektrobefischung des Fischerteams des LANUV unterhalb des Ruhrwehrs Raffelberg wurden 24 Salmonidenbrütlinge gefangen, von denen 5 Individuen zur Untersuchung ins Labor des Fachbereichs 26 des LANUV gebracht wurden.
- Die Jungfische hatten eine Länge von bis zu 7,5 cm und ein Gewicht von bis zu 5,0 g.
- Vier Individuen wiesen den Habitus von Junglachsen auf. Die Fettflosse war ungefärbt, die sogenannten „parr marks“ (dunkle Färbung) auf der Körperseite deutlich erkennbar, und die Schwanzflosse war tief gegabelt.
- Ein Fisch hatte eine schwach rot gefärbte Fettflosse, eine gedrungene Körperform sowie eine weniger tiefe eingekerbte Schwanzflosse.
- Das Probenmaterial aller Fische wurde für die molekulargenetische Untersuchung (PCR-Methode) als auch für eine ergänzende iso-enzymgenetische Analyse (GPI) entnommen und analysiert. Für die PCR-Methode wurde das Erbmateriale (DNA) extrahiert und zum Teil archiviert.

### Ergebnisse

- Die Analysen beider Methoden erbrachten das gleiche Ergebnis, das sich bereits durch das äußere Erscheinungsbild der Fische angedeutet hatte.
- Vier Fische wurden eindeutig der Art Lachs (*Salmo salar*) zugeordnet.
- Der fünfte Fisch mit einem abweichenden Aussehen konnte als Hybrid (Mischling) zwischen Lachs und Forelle identifiziert werden.

### Bewertung

- Die bereits während der Befischung entstandene Vermutung, es könnte sich bei den Jungfischen um Lachse handeln, fand für 4 der 5 Individuen Bestätigung.
- Das Auftreten von Hybriden zwischen Lachs und Forelle ist häufig beschrieben worden. Insbesondere die Situation unterhalb von Querbauwerken kann zu einer Vermischung beider Arten auf den Laichplätzen führen. Die Nachkommen (Hybride) sind in der Regel nicht fruchtbar.
- Obwohl in den vergangenen Jahren kein Besatz in der Ruhr stattgefunden hat, können einzelne Lachsaufsteiger über das Ruhrwehr in Duisburg hinaus in die Ruhr aufsteigen, und dort an Kiesstrecken unterhalb des Wehres Raffelberg geeignete Laichplätze finden.
- Diese Lachse stammen vermutlich aus den Besatzmaßnahmen der Wanderfischprogramme an den weiter oberhalb gelegenen Zuflüssen des Rheins (Wupper, Sieg etc.). Ein Teil der in den Rhein zurückkehrenden Lachsaufsteiger kehrt nicht in das Besatzgewässer zurück, sondern streut in andere Gewässer (Streuner oder „strayer“).
- Die erfreuliche Tatsache, dass Lachse in der Ruhr nachgewiesen werden konnten, ist allerdings kein Beleg, dass die Ruhr dauerhaft von Lachsen besiedelt werden kann. Alle bisherigen Erfahrungen belegen, dass eine Vielzahl von Querbauwerken und die intensive Nutzung der Wasserkraft eine schwere Hypothek für eine erfolgreiche Ansiedlung von Wanderfischen darstellt.

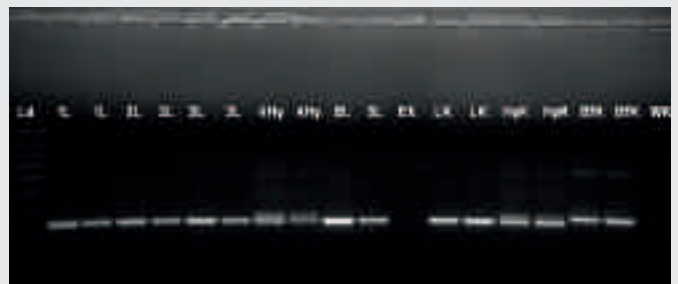


Foto des Ergebnisses der molekulargenetischen Analyse: Lachsbrütlinge (1L, 2L, 3L und 5L) Hybrid Lachs/Forelle (4Hy), Kontrollbanden Lachs (2K), Hybrid (HyK) und Bachforelle (BfK).

Die Ergebnisse bestätigten die Vermutungen des Vorjahres: Lachse laichen erfolgreich in der unteren Ruhr – und nun schon bekanntermaßen seit mindestens zwei Jahren. Denn Besatzmaßnahmen mit Lachsbrütlingen hatte es im fraglichen Zeitraum in der unteren Ruhr nicht gegeben.

Erwähnenswert ist der Fund von Laichgruben unterhalb des Wehrs Mülheim-Raffelberg am 13. November 2009 (mdl. Mitteilung P. Tigges, Lachswiedereinbürgerungsprojekte Rheinland-Pfalz). Ob es sich um Lachs- oder Forellenlaichgruben handelt, war nicht eindeutig feststellbar und die Dezemberhochwässer haben die Spuren der Vermehrung schnell verwischt. Eine weitere Befischung im Sommer 2010 soll daher weitere Erkenntnisse bringen.

### **Der Weg zu den Laichplätzen in der Ruhr**

Aus den Ausführungen zu den Besatzmaßnahmen wäre es denkbar, dass die Elternfische aus dem o. g. Smoltbesatz 2005 stammen. Nimmt man eine Verweilzeit von zwei bis drei Jahren im Meer an, bis die geschlechtsreifen Lachse zur Vermehrung in ihre Aufwuchsgewässer ziehen, wäre dies eine Möglichkeit. Andererseits könnte es sich auch um die oben erwähnten Streuner handeln. Allein in der Sieg steigen jährlich mehrere hundert Lachse auf, von denen der ein oder andere in die Ruhr gelangt sein könnte. Allerdings bleibt dann die Frage, wie die Fische das Ruhrwehr passiert haben. Die relativ einfache Antwort lautet: Da die Ruhrorter Schleuse, die den Duisburger Hafen mit dem Rhein-Herne-Kanal verbindet, schon längere Zeit defekt ist, weicht die Berufsschifffahrt auf die Schleuse am Ruhrwehr in Duisburg aus. Statt der üblichen fünf bis zehn Schleusungen finden seit längerer Zeit durchschnittlich 30 Schleusungen am Tag statt. Es ist bekannt, dass Fische Schleusen als Wanderweg benutzen. Wenn die Schleusungsfrequenz derart hoch ist, entsteht unterhalb der Schleuse in relativ kurzen Abständen eine Leitströmung für wanderungswillige Fische, die dann bei geöffnetem Untertor in die Schleuse einschwimmen können, um sie anschließend in Richtung Oberstrom zu verlassen. Ein anderer Weg wäre bei sehr hohen Wasserständen über das Wehr, wenn Oberwasser und Unterwasser nahezu den gleichen Wasserstand haben. Im Uferbereich dürfte dann die reduzierte Strömung für leistungsstarke Schwimmer, wie dem Lachs, passierbar sein.

### **Was bedeuten diese Funde?**

In der unteren Ruhr hat sich der komplexe Lebenszyklus des Lachses trotz aller Schwierigkeiten geschlossen. Die gute Qualität des Ruhrwassers, und zwar nicht im quellnahen Oberlauf, sondern wenige Kilometer vor der Mündung in den Rhein, also dort, wo die Ruhr bereits das gereinigte Abwasser von fast zwei Millionen Menschen und einer Vielzahl von Industriebetrieben in sich trägt, lässt die erfolgreiche Entwicklung der Eier im kiesigen Substrat zu.

### **Ausblick**

Mit der Errichtung der Fischwege am Ruhrwehr in Duisburg und an den Stauanlagen Kettwig und Baldeney wird es in absehbarer Zeit möglich, die Laichareale im Deilbachsystem für den Lachs zu erschließen. Derzeit gibt es gemeinsame Bemühungen des MUNLV, des Ruhrverbands und der Wasserkraftanlagenbetreiber, die Stauanlagen Kettwig und Baldeney in absehbarer Zeit durchgängig zu machen. Mit Hilfe einer Fangstation am Ruhrwehr könnten die Elterntiere für die Aufzucht des benötigten Besatzmaterials im Lachszentrum Hasper Talsperre entnommen werden. Solange die Durchgängigkeit in Kettwig und Baldeney nicht hergestellt und der ungefährdete Smoltabstieg an den vier Wasserkraftanlagen vorbei nicht realisiert ist, sollte der erfolgreich erprobte Smoltbesatz mit Hilfe der „Lachsschute“ vom Baldeneysee bis unterhalb des Wehrs in Duisburg fortgeführt werden.

---

## 13 Umsetzungsplan „Untere Ruhr“

---

### Einleitung

Zehn Jahre nach der Verabschiedung der Europäischen Wasser-rahmenrichtlinie (EG-WRRRL) liegt seit Ende 2009 der erste Bewirtschaftungsplan mit dem zugehörigen Maßnahmenprogramm auf dem Tisch. Mit der Zustimmung des Landtagsausschusses für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz sind diese Dokumente in Nordrhein-Westfalen am 24. Februar 2010 rechtskräftig und behördenverbindlich geworden und bilden somit die Grundlage des zukünftigen wasserwirtschaftlichen Vollzugs [13.1]. Das Maßnahmenprogramm stützt sich dabei auf sogenannte Planungseinheitensteckbriefe, die auf Ebene von Wasserkörpergruppen die an den Gewässern bestehenden Defizite beschreiben und analysieren. Zur Behebung dieser Defizite listen diese Steckbriefe zudem Maßnahmen auf, die allerdings aufgrund des gewählten Darstellungsmaßstabs der Wasserkörpergruppe nur recht pauschal und ohne genauen Raumbezug abgefasst sind. Eine Bewertung dieser so genannten Programmmaßnahmen für Anlieger, Nutzer und Betroffene ist auf einem derartigen übergeordneten Niveau einer Rahmenplanung jedoch kaum möglich.

Daher hat der Ruhrverband mit der Ruhrfischereigenossenschaft ein Projekt initiiert, das aufbauend auf den Inhalten der Planungseinheitensteckbriefe und unter Berücksichtigung vorhandener Randbedingungen die Erarbeitung von Vorschlägen für geeignete und konkret anzugehende Maßnahmen in Form eines Umsetzungsplans zum Ziel hat. Als Betrachtungsraum für dieses Projekt wurde die Planungseinheit Untere Ruhr (von der Einmündung des Elsebachs bei Schwerte-Ergste bis zur Ruhrmündung in den Rhein) ausgewählt. Diese Projektidee hat der Ruhrverband an die Bezirksregierung Düsseldorf herangetragen, die daraufhin die Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rat für Landespflege e.V., Bonn, und Planungsbüro Koenzen, Hilden, mit der Durchführung der Arbeiten beauftragt hat. Aufgrund der gegebenen Zuständigkeiten bei der Gewässerunterhaltung beschränken sich diese auf den Hauptlauf der Ruhr innerhalb dieser Planungseinheit („Ruhrschlauch“). Die Erstellung des Umsetzungsplans Untere Ruhr durch die Arbeitsgemeinschaft ist vom Ruhrverband fachlich und organisatorisch unterstützt worden.

### Aufgabenstellung

Die in den Planungseinheitensteckbriefen aufgelisteten Maßnahmen stellen bislang als Ergebnis der fachlichen Bearbeitung und des Verständigungsprozesses im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung zum Entwurf von Bewirtschaftungsplan und Maßnahmenprogramm lediglich einen Katalog sinnvoller Maßnahmen dar. Um aus dieser Zusammenstellung konkrete Einzelmaßnahmen ableiten zu können, ist es erforderlich, diese jeweils lokal zu verorten, deren Wirkung zu prognostizieren sowie eine sinnvolle räumliche und zeitliche Ordnung aufgrund klarer Kriterien – vorzugsweise anhand der Effektivität und Effizienz – vorzunehmen. Dies ist für die Gewässernutzer, Anlieger und vor allem für die Maßnahmen-

träger von hoher Bedeutung. Diese Aufgabe der Maßnahmenkonkretisierung stützt sich dabei auf bereits vorhandene Informationen und bestehende Planungen sowie ergänzende eigene Ideen und Maßnahmenvorschläge aus der Auftragsbearbeitung, die vor dem Hintergrund der Anforderungen der EG-WRRRL bewertet werden.

Wesentliche Grundlage der Erarbeitung konkreter Maßnahmenvorschläge zur ökologischen Zustandsverbesserung der unteren Ruhr ist die Einbeziehung des Prinzips der „Strahlwirkung“, das auf Initiative des Ruhrverbands vom Deutschen Rat für Landespflege entwickelt wurde [13.2]. Dieses Prinzip hat mittlerweile als so genanntes Trittsteinkonzept Eingang in die Bewirtschaftungsplanung des Landes Nordrhein-Westfalen gefunden. Dessen wesentliches Element ist es, dass einzelne Maßnahmen nicht isoliert und unabhängig voneinander betrachtet werden, sondern dass die ökologischen Funktionen und Mechanismen des Gewässersystems im Sinne einer Vernetzung Berücksichtigung finden. Damit ist es möglich, die ökologische Wirksamkeit und Kosteneffizienz von Maßnahmen zu erhöhen und den Mitteleinsatz zu optimieren [13.3]. Dies bedingt jedoch die Ausdehnung des Betrachtungsrahmens von der bisher üblichen Betrachtung einzelner isolierter Abschnitte auf großräumige funktionale Einheiten wie zum Beispiel die Planungseinheit Untere Ruhr.

Eine Besonderheit der Planungseinheit Untere Ruhr ist die deutliche Überprägung des Gewässers aufgrund der vielfältigen und einschneidenden Nutzungen. Stauhaltungen und sonstige Querbauwerke unterbrechen den natürlichen Fließvorgang der Ruhr. Die Uferbereiche sind weitestgehend befestigt zum Schutz von Siedlungen oder Infrastruktureinrichtungen und die angrenzenden Auen dienen vielfach den Zwecken der Trinkwassergewinnung. Diese Faktoren sind der Grund dafür, dass fast alle Wasserkörper der unteren Ruhr als erheblich verändert ausgewiesen sind. Einzige Ausnahme bildet der Abschnitt der Ruhr zwischen Hattingen-Niederwenigern und dem Ruhrwehr in Hattingen-Baak, der so genannte Winzer Bogen.

Die Erstellung eines Umsetzungsplans für die Planungseinheit Untere Ruhr beruht daher insbesondere auf den Anforderungen, die der Umgang mit derart erheblich veränderten Wasserkörpern stellt. Eine gewisse Herausforderung stellt dabei die starke Fragmentierung des Hauptlaufs in frei fließende Abschnitte und gestaute oder rückgestaute Abschnitte dar. Dies bedingt zum einen eine Beurteilung dieser Abschnitte nach unterschiedlichen Kriterien und erfordert zum anderen eine Anpassung des Leitbildes – und hier insbesondere für die Fischfauna – an die momentanen nutzungsbedingten Verhältnisse. Zudem führen diese stark differierenden Gewässer- und Fließverhältnisse zu der Situation, dass die innerhalb des Hauptlaufs der Ruhr abschnittsweise erreichbaren Strahlwirkungen letztlich wiederholt durch Stauhaltungen gestört werden. Daher ist bei der Erarbeitung dieses Umsetzungsplans das Potenzial der Nebengewässer von großer Bedeutung, das vor allem unterhalb der Querbauwerke in der Ruhr eine große Rolle als Strahlursprung spielen kann.

Ziel dieses Umsetzungsplans ist die Verdeutlichung und lokale Verortung erforderlicher Maßnahmen für Gewässernutzer, Anlieger und Maßnahmenträger. Daher liegt ein wichtiger Aspekt der Projektdurchführung darin, alle potenziell angedachten Einzelmaßnahmen mit den direkt betroffenen Gewässernutzern, den Gewässerunterhaltungspflichtigen und den beteiligten behördlichen Dienststellen ergebnisoffen zu diskutieren und eine abgestimmte Vorgehensweise zu erreichen. Die erforderlichen Maßnahmen zur Erreichung des guten ökologischen Zustands bzw. des guten ökologischen Potenzials sollen abschließend nach ihrer Wirksamkeit priorisiert und die Kosten für die Umsetzung bis 2027 eingeschätzt werden.

### Projektdurchführung

Auf der Grundlage der vorhandenen Informationen und Daten erfolgte zunächst die Lokalisierung von aktiven und potenziellen Strahlursprüngen im Hauptlauf der Ruhr und ihrer Nebengewässer. Ein Strahlursprung als Ausgangsbereich der Strahlwirkung ist dabei ein relativ großräumiger naturnaher Gewässerabschnitt mit einer dem Fließgewässertyp entsprechenden stabilen, arten- und individuenreichen Biozönose. Aufgrund der besonderen Randbedingungen der Ruhr als erheblich verändertes Gewässer waren dort die Mindestbedingungen für die Ausweisung von aktiven Strahlursprüngen jedoch nicht gegeben. Auch potenzielle Strahlursprünge konnten nur in wenigen Abschnitten identifiziert werden. Dies machte für die Ruhr die Ausweisung von „Vorranggebieten für die Anlage von Strahlursprüngen“ als angepasste Vorgehensweise erforderlich. Diese Gewässerabschnitte stellen aus planerischer Sicht (funktionale und nutzungsbedingte Eignung) wie auch aus gewässerökologischer Sicht (strukturelle Vorteile) prioritäre Laufabschnitte dar, die für ein belastbares Verbundsystem im Sinne des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzeptes erforderlich sind.

Um dem weitgehend erheblich veränderten Charakter der unteren Ruhr mit ihren unterschiedlichen Fließverhältnissen gerecht zu werden, war eine angepasste Formulierung der Zielvorgabe als zu erreichenden Leitbildes erforderlich. Als praktikabel erwies sich dabei die Anpassung des Fischleitbildes auf Basis der nordrhein-westfälischen Fischgewässertypen [13.4]. Der Bereich der unteren Ruhr entspricht dabei von der Mündung in den Rhein bis zur Einmündung des Rumbachs in Mülheim dem „Unteren Barbentyp Mittelgebirge“ (FiGt 11) und oberhalb davon bis Schwerte dem „Oberen Barbentyp Mittelgebirge“ (FiGt 10). Für die Flusstauehaltungen und rückstaubeinflussten Abschnitte der Ruhr diente das Leitbild des „Unteren Barbentyps Mittelgebirge“ (FiGt 11) als Grundlage für diese Anpassung. Denn dieser Typ kommt der Ausprägung dieser Abschnitte als sommerwarmes und langsam fließendes Gewässer bereits deutlich näher als der des Oberen Barbentyps. Um allerdings dem gestauten Einfluss dieser Abschnitte noch besser Rechnung tragen zu können, wurden bei der Darlegung der Referenzfischarten die Anteile der strömungsliebenden Karpfenarten herabgesetzt und diejenigen der mehr stehende Gewässer bevorzugenden bzw. weit verbreiteten Leitarten heraufgesetzt. In ähnlicher Art und Weise wäre auch das angepasste Leitbild für die biologische Qualitätskomponente Ma-

krozoobenthos zu ermitteln, was sich jedoch deutlich komplexer darstellt und im Rahmen des Projekts nicht zu leisten war.

Da die Nebengewässer ebenfalls als Quelle eines Strahlursprungs dienen können, wurde deren Potenzial in Bezug auf vorhandene Besiedlungsquellen mit Blick auf die Fischfauna und das Makrozoobenthos eingeschätzt. Im Ergebnis der Analyse der hierzu verfügbaren Informationen lassen der Deilbach, die Lenne und die Volme sowie der Paasbach, die Elbsche und die Ruhr oberhalb der Planungseinheit ein hohes Potenzial für die Besiedlung der Ruhr erkennen.

Auf Basis dieser vorbereitenden Arbeiten erfolgte dann die Einbeziehung der lokalen Akteure (z. B. Behörden, Kommunen, Grundbesitzer, Pächter, Nutzer wie Wasserwerke und Energieerzeuger, Interessenvertreter der Land-, Forst-, Wasser- und Energiewirtschaft sowie von Naturschutz, Fischerei etc.) in das Projekt in Form von mehreren Workshops im August und November 2009. Diese dienten der Vorstellung und Erörterung der zunächst ohne Berücksichtigung der Umsetzbarkeit und des finanziellen Aufwands vorgeschlagenen Maßnahmen. Sie sollten aber auch die Nutzung und Einbeziehung von Hintergrund- und spezifischem Expertenwissen sowie der Vor-Ort-Kenntnisse aller Prozessbeteiligten ermöglichen. Hierzu waren Übersichtskarten vorbereitet worden, die Informationen über Flächennutzung, Fließverhalten der Ruhr, Durchgängigkeit der Querbauwerke, Gewässerstrukturgüte der Nebengewässer und vorhandene oder potenzielle Strahlursprünge enthielten. Ebenfalls waren darin mögliche Maßnahmen in Form von Piktogrammen angegeben und räumlich verortet. Anhand dieser Kartendarstellungen konnte jeder Workshop-Teilnehmer und potenzielle Gewässernutzer seine Einschätzung zur möglichen Realisierung einer Maßnahme äußern. Als einziges Argument für eine fehlende Akzeptanz der Umsetzbarkeit galt die mögliche einschränkende Wirkung der vorgeschlagenen Maßnahme auf die derzeitige Nutzung. Insgesamt zeichneten sich diese Workshops durch eine lebhafteste und konstruktive Diskussionsatmosphäre aus, was sich letztlich auch in der Einbringung eigener Ideen verschiedener Teilnehmer dokumentierte. Im Nachlauf der Projektworkshops wurden die Planunterlagen über die Homepage des Deutschen Rats für Landespflege ([www.landespflege.de](http://www.landespflege.de)) bereitgestellt. Hiermit bestand die befristete Möglichkeit zur Einbringung weiterer Stellungnahmen.

- 
- [13.1] *Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes NRW (Hrsg.): Pressemitteilung „Landtag verabschiedet Programm ‚Lebendige Gewässer‘“ vom 25.2.2010, verfügbar unter: [http://www.umwelt.nrw.de/ministerium/presse/presse\\_aktuell/presse100225.php](http://www.umwelt.nrw.de/ministerium/presse/presse_aktuell/presse100225.php)*
- [13.2] *Deutscher Rat für Landespflege (Hrsg.): Kompensation von Strukturdefiziten in Fließgewässern durch Strahlwirkung. Gutachtliche Stellungnahme und Ergebnisse des Projektes „Potenziale der Fließgewässer zur Kompensation von Strukturdefiziten („Strahlwirkung“)“ vom 01. Oktober 2006 bis 30. November 2007, Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 81, Januar 2008*
- [13.3] *Ruhrverband: Maßnahmen zur Zielerreichung „Guter ökologischer Zustand“ der Fließgewässer – das Projekt „Strahlwirkung“. In: Ruhr-gütebericht 2007. Essen, 2008, S. 120-124*
- [13.4] *Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes NRW (Hrsg.): Erarbeitung von Instrumenten zur gewässerökologischen Beurteilung der Fischfauna, Düsseldorf 2007, verfügbar unter: [www.flussgebiete.nrw.de](http://www.flussgebiete.nrw.de)*

## Projektergebnisse

Im Ergebnis erbrachten die Einschätzungen der betroffenen Nutzer zu den vorgeschlagenen Maßnahmen, dass sich die Ruhr in Bereiche mit weitgehenden Restriktionen, aber auch in Bereiche mit keinen oder nur wenigen nutzungsbedingten Einschränkungen unterteilen lässt (Bild 13.1). Letztgenannte Bereiche haben damit als so bezeichnete Schwerpunkträume ein hohes Potenzial zur Umsetzung notwendiger Maßnahmen. Insgesamt konnten für die Planungseinheit Untere Ruhr zehn derartige Schwerpunkträume identifiziert und abgegrenzt werden (Bild 13.2). Erfreulicherweise finden sich aber auch in den Restriktionsbereichen, insbesondere bei einem größeren Abstand zwischen zwei Schwerpunkträumen, kleinere Abschnitte, die eine Umsetzung von Maßnahmen zulassen. Sie liefern somit als Trittsteine einen wertvollen Beitrag zur Nutzung des Strahlwirkungskonzeptes. Auch ließe

sich durch gezielte Maßnahmen die Funktion dieser Restriktionsbereiche als aktiver Strahlweg unterstützen.

Insgesamt schätzten die in den Projektablauf einbezogenen Gewässeranlieger, -nutzer und sonstigen Betroffenen rund 1/3 aller vorgeschlagenen Maßnahmen als umsetzbar ein. Rund die Hälfte erhielt den Status „zu prüfen“, da hier – beispielsweise bei der Nutzung landwirtschaftlicher Flächen – Bedenken hinsichtlich ihrer Umsetzung bestehen. Lediglich rund 1/6 der Maßnahmen wurden abgelehnt, da deren Realisierung die bestehenden und auch weiterhin existenten Gewässer- und Umfeldnutzungen zu stark einschränken würde.

Für alle Maßnahmen in den abgegrenzten Schwerpunkträumen und Trittsteinen erfolgte die Einschätzung ihrer ökologischen Effektivität – d. h. der wahrscheinlichen Zielerreichung zur Zu-

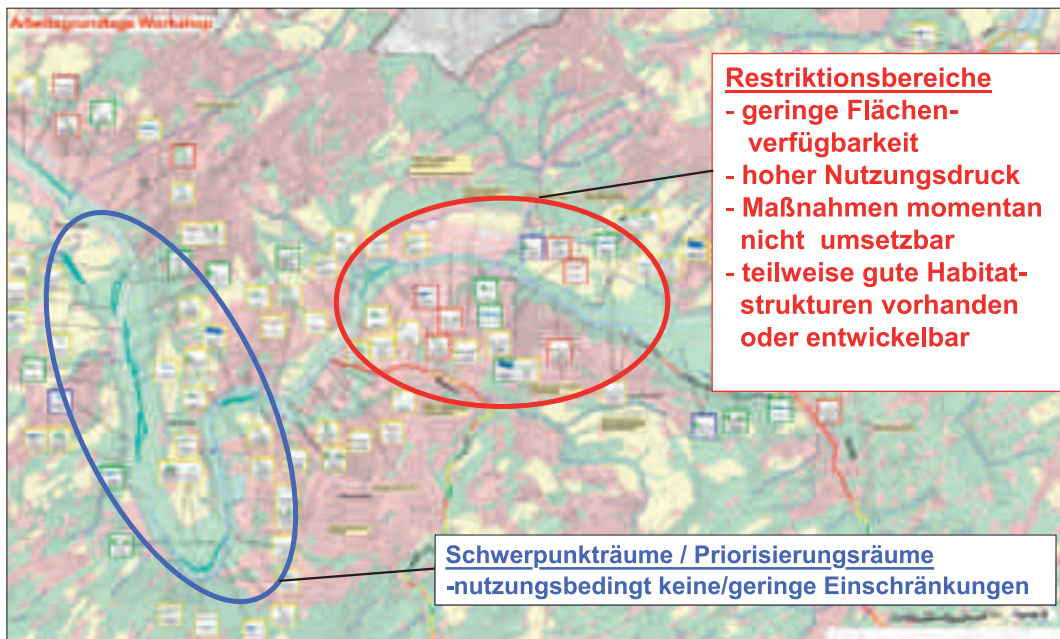


Bild 13.1: Identifizierung von Schwerpunkträumen und Restriktionsbereichen zur Umsetzung der EG-WRRL an der Unteren Ruhr anhand der Umsetzungsmöglichkeiten von Maßnahmen zur Verbesserung der ökologischen Bedingungen.

Fig. 13.1: Identification of priority areas and sections of restriction regarding the Water Framework Directive's implementation along the lower Ruhr by implementing measures to improve ecological conditions

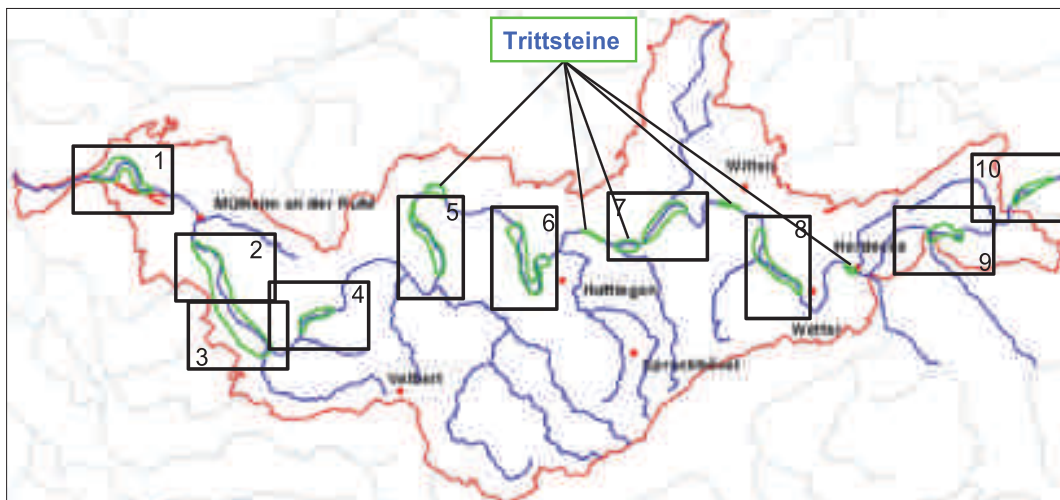


Bild 13.2: Lage der Schwerpunkträume (Ruhrbogen Raffelberg (1), Saarner-Mintarder Aue (2/3), Am Stadt (4), Heisinger Aue (5), Winzer Bogen (6), Kemnader See (7), Wengerner Aue (8), Syburger Aue (9) und Ruhraue Villigst (10)) und Trittsteine in der Planungseinheit Untere Ruhr

Fig. 13.2: Location of the priority areas (Ruhrbogen Raffelberg (1), Saarner-Mintarder Aue (2/3), Am Stadt (4), Heisinger Aue (5), Winzer Bogen (6), Kemnader See (7), Wengerner Aue (8), Syburger Aue (9) and Ruhraue Villigst (10)) and stepping stones within the planning unit lower Ruhr



standsverbesserung – hinsichtlich der drei in der unteren Ruhr relevanten biologischen Qualitätskomponenten Fische, Makrozoobenthos und Makrophyten. Ebenfalls wurden die Kosten der Maßnahmen und des notwendigen Grunderwerbs abgeschätzt und sowohl in absoluter Summe als auch in Aufwendungen pro 100 Meter Fließgewässerstrecke dargestellt. Aufgrund vereinfachter Annahmen bei der Kostenermittlung führt dies insgesamt zu einer Überschätzung der Maßnahmenkosten, gewährleistet jedoch die Vergleichbarkeit aller Maßnahmen untereinander.

Alle vorgenannten Informationen bildeten dann die Grundlage für den letzten Schritt der Ergebnisfindung. Dieser bestand darin, die Maßnahmen in den Schwerpunkträumen möglichst konkreten Flächen zuzuordnen und die zeitliche Umsetzbarkeit der Maßnahmen (Umsetzung bis 2015, 2021, 2027) einzuschätzen. Auf Basis der ermittelten Kosteneffizienz, die sich aus der Wirksamkeit einer Maßnahme im Vergleich zu deren Kosten ergibt, erfolgte abschließend eine zeitliche Priorisierung der vorgeschlagenen Maßnahmen.



Bild 13.3: Projektworkshops zum Umsetzungsplan Untere Ruhr  
Fig. 13.3: Project workshops regarding the implementation plan Untere Ruhr

Die größten Entwicklungsbedürfnisse und -potenziale an der unteren Ruhr stellen die Etablierung von Nebengerinnen und Auengewässern, die Anbindung von Nebengewässersystemen und die Herstellung leitbildorientierter Strömungsverhältnisse, auch im Bereich der Stauhaltungen, dar. Dementsprechend enthält der Umsetzungsplan vor allem solche Maßnahmen, die diese Entwicklungsbedürfnisse effektiv unterstützen. Darunter fallen z. B. die Herstellung der Durchgängigkeit an Querbauwerken, die Unterstützung der Entwicklung des Gewässervorlands und der Auen, die Verbesserung des Geschiebe- und Substratregimes sowie die strukturelle Aufwertung der Stauhaltungen. Letztendlich wesentlich ist die Tatsache, dass die vorgeschlagenen Maßnahmen über ihre räumlich-funktionale Verknüpfung eine Verbundwirkung entfalten können. Hierfür sind nach dem Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept auch in den dazwischenliegenden Strahl-

wegen gewisse Mindestbedingungen zu schaffen. Daher sind in diesen Abschnitten neben der Durchgängigkeit der Querbauwerke vor allem die Verringerung oder sogar Beseitigung von Rückstau-bereichen und die naturnahe Anbindung von Nebengewässern und -systemen prioritär durchzuführen.

Die Aufstellung von Maßnahmenprogrammen hat sich gemäß Artikel 11 und Anhang VI der EG-WRRL an verschiedenen weiteren europäischen Richtlinien zu orientieren. Hierunter fällt unter anderem auch die Flora-Fauna-Habitat Richtlinie (FFH-RL) aus dem Jahr 1992. Daher war im Rahmen der Erarbeitung des Umsetzungsplans Untere Ruhr zu überprüfen, welche Auswirkungen die angedachten Maßnahmen auf die an der Ruhr ausgewiesenen FFH-Gebiete entfalten. Im Ergebnis dieser Prüfung weisen EG-WRRL- und FFH-Maßnahmen vielfältige Synergien auf und können bei frühzeitigem Zielabgleich effizient für die positive Entwicklung von Gewässern und Auen genutzt werden. Lediglich in einigen Einzelfällen sind zum jetzigen Zeitpunkt Konflikte hinsichtlich derzeitiger FFH-orientierter Flächennutzung und angedachter EG-WRRL-orientierter Flächennutzung erkennbar. Hier bieten sich frühzeitige Abstimmungsgespräche an, um diese Konflikte zu beseitigen oder zu mindern und eine beidseitig abgestimmte Maßnahmenumsetzung zu ermöglichen.

Aus der sinnvollen Kombination einzelner Schwerpunkträume konnten zum Schluss verschiedene Zielkorridore festgelegt werden, die auf bestimmte Einzelaspekte der biologischen Qualitätskomponenten abzielen. Deren sukzessive Realisierung in den kommenden drei Bewirtschaftungszeiträumen lässt die Erreichung des guten ökologischen Potenzials für die als erheblich veränderte Wasserkörper eingestuftem Abschnitte der unteren Ruhr erwarten.

## Fazit und Ausblick

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass durch die Art und Weise der Erarbeitung des Umsetzungsplans ein wichtiger Schritt in Richtung Maßnahmenkonkretisierung gemacht werden konnte. Insbesondere mit der Vorbereitung und Durchführung der Workshops war es möglich, betroffene Nutzer und Maßnahmenträger zu beteiligen und die mit dem Projekt verbundenen Ziele auch zu erreichen. Die verhältnismäßig hohe Beteiligung und die Anzahl an geäußerten Stellungnahmen bedeuteten jedoch gleichzeitig einen erheblichen Aufwand bei der Ersterarbeitung und stetigen Aktualisierung der Karten.

Als wesentliche Erkenntnis hat sich ergeben, dass der Strahlwirkungsansatz auch für die erheblich veränderten Gewässer des Untersuchungsgebiets anwendbar ist sowie plausible und verwertbare Ergebnisse liefert. Hierzu bildeten die Vorgaben und Vorgehensweise des Prager Ansatzes [13.5] eine sinnvolle Grund-

[13.5] Europäische Kommission: WFD and hydromorphological pressures – Technical report. Good practice in managing the ecological impacts of hydropower schemes; flood protection works; and works designed to facilitate navigation under the Water Framework Directive. European Commission, November 2006, verfügbar unter: [http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=fframework\\_directive/thematic\\_documents/hydromorphology&vm=detailed&sb=Title](http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=fframework_directive/thematic_documents/hydromorphology&vm=detailed&sb=Title)

lage. Sie erlaubten allerdings keine pauschale Lösungsfindung, sondern erforderten eine individuelle Betrachtung der einzelnen Wasserkörper. Wesentlich hierfür war die Definition einer an die gegebenen Rahmenbedingungen dieser Wasserkörper angepassten Zielvorgabe mit der Festlegung von entsprechenden Leitbildern, die dann Orientierungsgröße für die Maßnahmenherleitung darstellen und die Ausrichtung der Planung bestimmen. Neben der Basis für die Maßnahmenplanung können sie bei erfolgter Maßnahmenumsetzung auch Maßstab für eine spätere Erfolgskontrolle sein.

Aufgrund seiner Aufgabenstellung und Ausrichtung ist der Umsetzungsplan Untere Ruhr auch als geeigneter Vorläufer für die in NRW derzeit in Bearbeitung befindlichen Umsetzungsfahrpläne anzusehen. Dies bezieht sich vor allem auf den Nachweis der erfolgversprechenden Anwendung des Strahlwirkungsansatzes, die gelungene Einbeziehung von Gewässernutzern und sonstigen Interessengruppen über Workshops sowie die Aufbereitung der Handlungsmaterie über einprägsame und leichtverständliche Piktogramme und deren Darstellung in großmaßstäblichen Karten. Damit ist es den Projektverantwortlichen unter Einbeziehung der Fachexpertise des Ruhrverbands gelungen, sinnvolle, machbare und kostengünstige Maßnahmen zusammenzustellen. Mit ihrer Umsetzung versprechen diese für den Abschnitt der Ruhr zwischen Schwerte-Ergste und der Mündung in den Rhein die Erreichung eines guten ökologischen Zustands bzw. Potenzials und somit der Ziele der EG-WRRL.

---

## 14 Untersuchungen zur hygienischen Beschaffenheit des Baldeneysees

---

### Einleitung

Der Baldeneysee ist der größte von fünf Ruhrstauseen und verdankt seine Entstehung wasserwirtschaftlichen Überlegungen. Anlass für den Bau des 1933 in Betrieb genommenen Stausees war die Entscheidung für eine weitere Stauhaltung der Ruhr unterhalb des schon existierenden Hengsteysees. Vorrangiges Ziel der Baumaßnahme war die Verbesserung der Selbstreinigungsleistung der gestauten Ruhr durch eine „Flusskläranlage“ und damit eine Erhöhung der Wasserqualität. Die Konzeption der Stauanlage mit einem Wehr, einem Kraftwerk und einer Schiffsschleuse macht deutlich, dass dem Baldeneysee mit Energieerzeugung und Schifffahrt von Beginn an weitere Funktionen zugeschrieben wurden. Für die Stadt Essen, die den Bau des Baldeneysees befürwortete, kam neben dem wasserwirtschaftlichen Nutzen als weiterer positiver Gesichtspunkt die Aussicht auf ein attraktives Naherholungsgebiet hinzu. Der Hengsteysee, der sich bereits zu einem Treffpunkt für Erholungssuchende und Wassersportler entwickelt hatte, war ein erfolgreiches Beispiel dafür, dass Wasserwirtschaft und Wassersport keine unvereinbaren Gegensätze sein mussten.

Dass sich die damaligen Erwartungen an den Baldeneysee erfüllt haben, wurde anlässlich der Feierlichkeiten zum 75-jährigen Jubiläum des Baldeneysees im Jahr 2008 besonders deutlich. Der Baldeneysee wird von der Essener Bevölkerung als Landschaftselement, Ausflugsziel und Wassersportzentrum hoch geschätzt und intensiv genutzt.

Zwar kommt es bei der Ausübung von Wassersport zu intensivem Wasserkontakt, gleichwohl ist im See wie auch in der Ruhr das Baden nicht gestattet. Diese Einschränkung ist angesichts der wasserwirtschaftlichen Funktion der Ruhr, gereinigte kommunale Abwässer und Mischwasser aus den Kanalnetzen aufzunehmen, sinnvoll. Die mit den Abwässern in das Gewässer eingetragenen Keime stellen eine potenzielle gesundheitliche Gefährdung für Badende dar. Die hohen Qualitätsanforderungen an eine ausgewiesene Badestelle, wie sie die europäische Badegewässerrichtlinie aus dem Jahr 1976 erhob, konnten nicht erfüllt werden.

### Die europäische Badegewässerrichtlinie

Anders als die EG-Badegewässerrichtlinie aus dem Jahr 1976 eröffnet die heute gültige europäische Badegewässerrichtlinie aus dem Jahr 2006 [14.1] mit dem Konzept der Bewirtschaftung von Badestellen neue Perspektiven für Gewässer, denen eine hygienische Unbedenklichkeit nicht uneingeschränkt attestiert werden kann. Danach ist es möglich, das Baden an ausgewiesenen Badestellen zeitweise zu untersagen. Anlass für ein zeitlich begrenztes Badeverbot kann z. B. eine erhöhte Keimbelastung sein. Voraussetzung für eine solche aktive Bewirtschaftung durch die zuständigen Behörden sind genaue Kenntnisse über das Gewässer und die Faktoren, die dessen hygienische Belastung beeinflussen.

Der Ruhrverband als Betreiber kommunaler Kläranlagen an der Ruhr sowie des Baldeneysees sah sich vor diesem Hintergrund im Jahr 2007 veranlasst, die bakteriologischen Untersuchungen an der unteren Ruhr zu intensivieren und die Ergebnisse im Hinblick auf die Anforderungen der aktuellen Badegewässerrichtlinie zu bewerten.

Die Badegewässerrichtlinie 2006/7/EG nennt als mikrobiologische Überwachungsparameter für die hygienische Gewässerqualität *Escherichia coli* und intestinale Enterokokken. Sowohl *E. coli* als auch die intestinalen Enterokokken besiedeln den menschlichen und tierischen Darm und sind damit im Gewässer Indikatoren für eine fäkale Verschmutzung, mit der auch weitere Krankheitserreger (Parasiten, Viren) in das Gewässer gelangen können. Über Grenzwerte für *E. coli* und intestinale Enterokokken definiert die Richtlinie Güteklassen, die eine ausreichende, gute bzw. ausgezeichnete Qualität eines Badegewässers abbilden.

### Die hygienische Belastung der unteren Ruhr

In den Jahren 2007 und 2008 waren in umfangreichen Messprogrammen Daten zur hygienischen Beschaffenheit der unteren Ruhr zwischen Hattingen und Mülheim an der Ruhr erhoben worden. Die Untersuchungen erfolgten mit dem Ziel, die hygienische Belastung der unteren Ruhr im Fließverlauf und die Auswirkungen relevanter Einleitungen zu erfassen. Als Messpunkte an der Ruhr wurden insbesondere Uferstellen, an denen im Sommer gelegentlich gebadet wird, ausgewählt. Besondere Berücksichtigung fanden die Einleitungen der Niederschlagswasserbehandlungsanlagen in Essen-Rellinghausen. Die Ergebnisse wurden ausführlich im Ruhrgütebericht 2008 dargestellt [14.2].

Die ermittelten mikrobiologischen Daten ließen große Schwankungen der hygienischen Belastung der unteren Ruhr erkennen. Während die Keimzahlen von *E. coli* und intestinalen Enterokokken in Trockenwetterperioden den Anforderungen an eine ausreichende Badegewässerqualität in der Regel entsprachen, traten bei starken Regenfällen, die zu Entlastungen von Mischwasser aus der Kanalisation (Regenüberlaufbecken, Stauraumkanäle) führten, Überschreitungen der Grenzwerte der Badegewässerrichtlinie um bis zu zwei Zehnerpotenzen auf.

Die Ergebnisse zeigten, dass die Keimbelastung durch biologisch gereinigtes Abwasser aus den kommunalen Kläranlagen bei günstigen Witterungs- und Abflussbedingungen die Nutzung der Ruhr als Badegewässer nicht grundsätzlich ausschließt. Nach Entlastungen aus Niederschlagswasserbehandlungsanlagen ist dagegen für einen Zeitraum von ein bis zwei Tagen mit einer massiven Beeinträchtigung der hygienischen Qualität zu rechnen, was ein erhöhtes Gesundheitsrisiko bedeutet und mit Badeaktivitäten nicht vereinbar ist.

### Der Baldeneysee im Fokus bakteriologischer Untersuchungen

Bei der großen Bedeutung, die dem Baldeneysee für Erholung und Freizeit zukommt, liegt der Wunsch, im Sommer im See zu

baden, nahe. Dies war Anlass, im Jahr 2009 ein Messprogramm zur hygienischen Situation des Baldeneysees durchzuführen.

Der Baldeneysee wird durch die Abwässer aus den Kläranlagen Essen-Süd, Essen-Kupferdreh und Velbert-Hespertal belastet. Die Kläranlage Essen-Süd leitet ca. einen Kilometer oberhalb des Baldeneysees (Ruhr-km 39,10) ein, die Kläranlage Essen-Kupferdreh in den Einlaufbereich des Sees (Ruhr-km 38,06). Über den Hesperbach gelangen die Abwässer der Kläranlage Velbert-Hespertal in den Baldeneysee (Südufer, Ruhr-km 35,29). Mischwasser aus Regenüberläufen bzw. Regenüberlaufbecken wird direkt in den See eingeleitet. Ein Stauraumkanal (SK Ziegeleiweg) entlastet in den Deilbach, dessen Mündung im Einlaufbereich des Sees liegt.

Die mikrobiologischen Untersuchungen auf *E. coli* und intestinale Enterokokken erfolgten von April bis Anfang Oktober 2009 an insgesamt sechs Stellen. Die erste Probenahmestelle im Fließverlauf lag an der Ruhr oberhalb der Kläranlage Essen-Süd (ca. 1,5 km nördlich der Kampmannbrücke), die zweite im Einlaufbereich des Sees unterhalb der Kläranlage Essen-Kupferdreh (Nordufer oberhalb der Eisenbahnbrücke). Jeweils zwei weitere Probenahmestellen lagen am Nord- bzw. am Südufer des Sees (Bild 14.1). Die Proben wurden vom Ufer aus oder von Stegen genommen.

Um die Auswirkung von starken Regenereignissen auf die hygienischen Verhältnisse im See zu erfassen, wurden neben wetterunabhängigen Probenahmen im Wochenrhythmus zusätzliche Probenahmen an bzw. nach Regenwettertagen durchgeführt.

### Das Badewetter im Jahr 2009

Eine insgesamt unbeständige Wetterlage kennzeichnete den Juni 2009. Am 28. Juni sowie am 3. Juli 2009 kam es zu unwitterartigen Gewittern mit extremen Niederschlägen. Innerhalb von einer Woche entlastete das Regenüberlaufbecken in Essen-Rellinghausen insgesamt über eine Dauer von 13 Stunden in die Ruhr. Weitere kurze Abschlagsereignisse im Verlauf des Juli und August waren dagegen vergleichsweise unbedeutend.

Die Monate August und September 2009 waren durch eine fast ununterbrochene Schönwetterphase geprägt. In diesen Wochen wurden in Essen Lufttemperaturen bis 31 °C und im Baldeneysee Wassertemperaturen bis zu 25 °C erreicht. Der Abfluss der Ruhr, gemessen am Pegel Hattingen, war mit 21,1 bis 40,9 m<sup>3</sup>/s niedrig.

Am Abend des 7. Oktober 2009 kam es nochmals zu schweren Unwettern, die Anlass für eine weitere mikrobiologische Untersuchung waren. Über 8,5 Stunden wurde eine Entlastung des Regenüberlaufbeckens in Essen-Rellinghausen registriert, über

[14.1] Richtlinie 2006/7/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Februar 2006 über die Qualität der Badegewässer und deren Bewirtschaftung und zur Aufhebung der Richtlinie 76/160/EWG

[14.2] Ruhrverband: Untersuchungen zur hygienischen Beschaffenheit der unteren Ruhr. In: Ruhrgütebericht 2008, Essen, S. 96-102

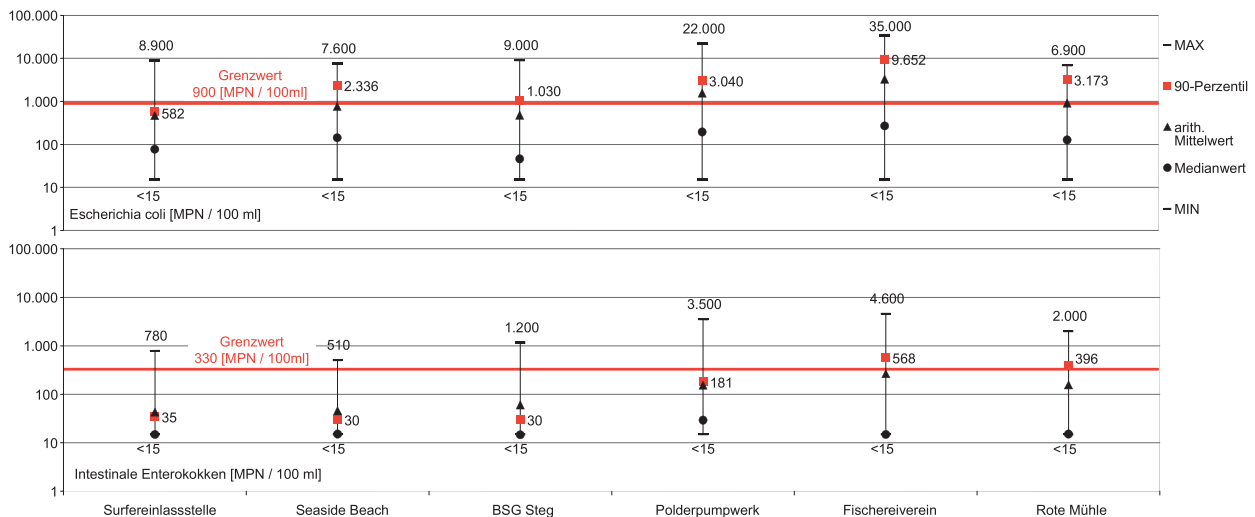
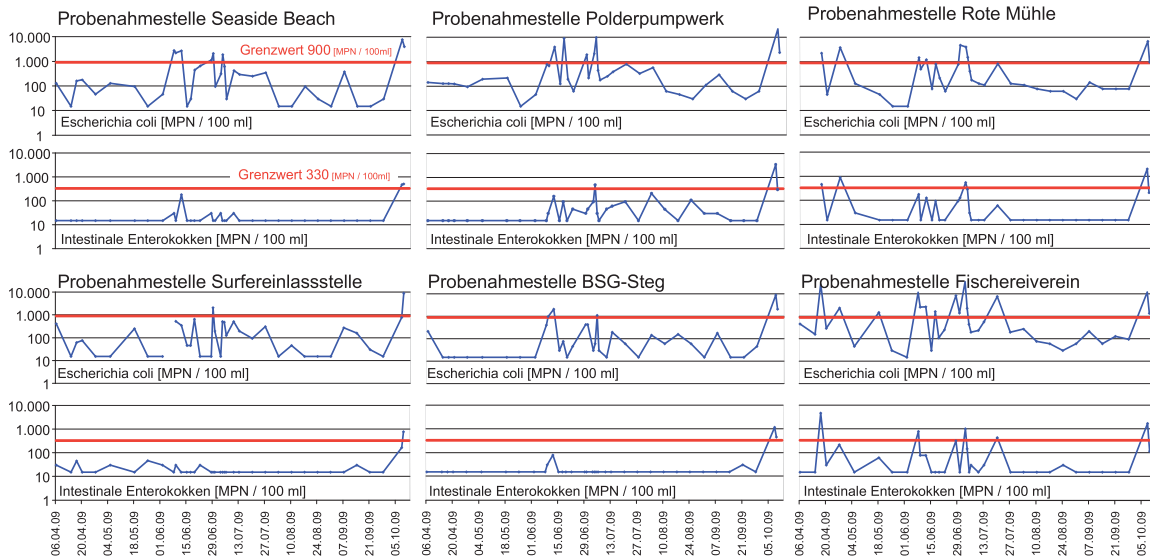


Bild 14.1: Übersicht über die hygienische Belastung an sechs Probenahmestellen des Baldeneysees für die Kenngrößen Escherichia coli und intestinale Enterokokken im Jahr 2009

Fig. 14.1: Overview of the sanitary condition at six Lake Baldeney sampling points monitoring Escherichia coli and intestinal enterococci in 2009

5 Stunden entlastete ein Stauraumkanal (Ziegeleiweg) in den Deilbach. Am Pegel Hattingen stieg der Abfluss der Ruhr am 8. Oktober 2009 auf 64,2 m<sup>3</sup>/s.

### Badegewässerqualität am Baldeneysee?

Die Badegewässerrichtlinie fordert für die Ausweisung einer Badestelle Ergebnisse aus vier aufeinanderfolgenden Jahren, wobei die einzuhaltenden mikrobiologischen Grenzwerte als 90-Perzentile definiert sind. Die Daten aus dem Jahr 2009 können daher nicht zu einer Einstufung des Baldeneysees nach Badegewässerrichtlinie führen, wohl aber zur einer vorläufigen Bewertung der hygienischen Belastung im Vergleich mit den Anforderungen der Richtlinie an eine ausreichende, gute bzw. ausgezeichnete Badegewässerqualität.

Die nach DIN EN ISO 9308-3 für *E. coli* [14.3] bzw. nach DIN EN ISO 7899-1 für intestinale Enterokokken [14.4] ermittelten Ergebnisse werden als MPN/100 ml (Most Probable Number) ausgewiesen. Die Wahl einer geeigneten Verdünnungsreihe ermöglicht auf der Basis eines statistischen Schätzverfahrens die Ermittlung der wahrscheinlichsten Zahl (MPN) nachzuweisender Bakterien in der Ausgangsprobe.

An 24 von insgesamt 39 Untersuchungstagen (62 %) erfüllten die Ergebnisse für *E. coli* und für die intestinalen Enterokokken an allen beprobten Stellen des Sees die Anforderungen an eine ausreichende Badegewässerqualität. Der entsprechende Grenzwert

liegt für *E. coli* bei einem MPN-Wert von 900/100 ml, für die intestinalen Enterokokken bei einem MPN-Wert von 330/100 ml (90-Perzentil-Bewertung).

Die Ergebnisse der einzelnen Probenahmestellen über den Untersuchungszeitraum sind in Bild 14.1 dargestellt. Für die Monate August und September 2009 dokumentieren die Ganglinien durchgehend eine geringe hygienische Belastung. Einflüsse von Regenereignissen, die auch zu kurzen Entlastungen von Mischabwasser aus der Kanalisation im Essener Stadtgebiet führten, lassen die vorliegenden bakteriologischen Daten in diesem Zeitraum nicht erkennen. Mit Ausnahme einer Probe entsprachen die gemessenen MPN-Werte über eine Zeitdauer von neun Sommerwochen an allen Messstellen sogar den Anforderungen an eine ausgezeichnete Badegewässerqualität. Diese Güteklasse ist über die MPN-Grenzwerte von 500/100 ml für *E. coli* bzw. 200/100 ml für die intestinalen Enterokokken definiert (95-Perzentil-Bewertung).

- [14.3] DIN EN ISO 9308-3:1998: Wasserbeschaffenheit – Nachweis und Zählung von *Escherichia coli* und coliformen Bakterien in Oberflächenwasser und Abwasser – Teil 3: Miniaturisiertes Verfahren durch Animpfen in Flüssigmedium (MPN-Verfahren), Berlin: Beuth-Verlag GmbH
- [14.4] DIN EN ISO 7899-1:1998: Wasserbeschaffenheit – Nachweis und Zählung von intestinalen Enterokokken in Oberflächenwasser und Abwasser – Teil 1: Miniaturisiertes Verfahren durch Animpfen in Flüssigmedium (MPN-Verfahren), Berlin: Beuth-Verlag GmbH

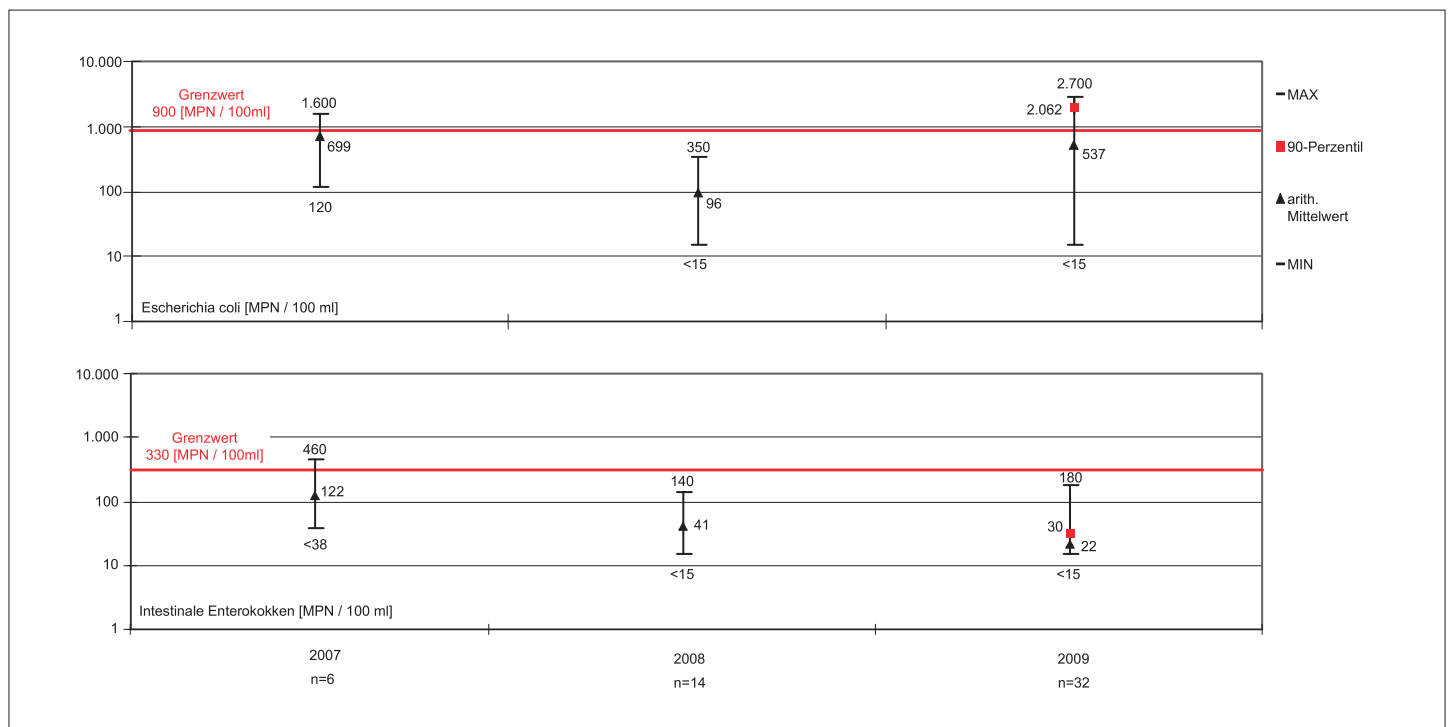


Bild 14.2: Nachweis von *Escherichia coli* und intestinalen Enterokokken an der Probenahmestelle Seaside Beach (Baldeneysee), statistische Daten für die Monate Mai bis September der Jahre 2007 bis 2009

Fig. 14.2: Detection of *Escherichia coli* und intestinal enterococci at the sampling point Seaside Beach (Lake Baldeney), statistical data for the months May to September in the years 2007 to 2009

Anders stellte sich die Situation zwischen April und Juli 2009 dar, als Trockenwetterphasen durch sehr heftige Regenfälle unterbrochen wurden. Es kam mehrfach zu einem deutlichen Anstieg der hygienischen Belastung mit massiven Überschreitungen der Grenzwerte für eine ausreichende Badegewässerqualität. Der Grenzwert für *E. coli* wurde häufiger überschritten als der Grenzwert für die intestinalen Enterokokken. Die Maximalwerte der Untersuchung wurden nach einem Starkregen Anfang Oktober gemessen.

Im Vergleich der Probenahmestellen untereinander wird deutlich, dass im Einlaufbereich des Sees die höhere hygienische Belastung gemessen wurde. Überschreitungen der Grenzwerte für *E. coli* traten hier häufiger auf als im weiteren Fließverlauf der Ruhr. Die Beeinträchtigung der Wasserqualität durch Entlastungen aus den Regenrückhalteanlagen im Essener Stadtgebiet sowie durch die Einleitungen der Kläranlagen Essen-Süd und Essen-Kupferdreh ist erwartungsgemäß an der direkt unterhalb gelegenen Probenahmestelle (Fischereiverein) am deutlichsten ausgeprägt.

Im unteren Teil von Bild 14.1 sind alle Ergebnisse der Untersuchungen berücksichtigt. Für jede Probenahmestelle und beide Kenngrößen sind der arithmetische Mittelwert, die Spannweite sowie das 90-Perzentil ausgewiesen. Für *E. coli* wurden Schwankungen der MPN-Werte um vier Zehnerpotenzen gemessen, die MPN-Werte der intestinalen Enterokokken schwankten um drei Zehnerpotenzen. An der Probenahmestelle Fischereiverein wurden sowohl für *E. coli* als auch für die intestinalen Enterokokken die höchsten Mittel- und 90-Perzentilwerte ermittelt. Die zwei am Südufer gelegenen Probenahmestellen (BSG-Steg, Surfereinstelle) zeigten eine geringere Belastung als die drei am Nordufer gelegenen (Fischereiverein, Polderpumpwerk, Seaside Beach).

Am Seaside Beach wurden bereits in den Jahren 2007 und 2008 hygienische Daten erhoben. Die Ergebnisse aus den drei aufeinanderfolgenden Sommern (Mai bis September) sind in Bild 14.2 gegenüber gestellt. In den Jahren 2007 und 2008 erfolgten die Beprobungen unabhängig vom Wetter. Die Spannweiten der hygienischen Ergebnisse sind in diesen Jahren geringer als im Jahr 2009, als auch anlässlich von Regenereignissen Proben untersucht wurden.

## Fazit

Die Aufgabe der Ruhr, behandelte Abwässer aus Kläranlagen und Mischwässer aus den Kanalisationsnetzen aufzunehmen, hat negative Auswirkungen auf die hygienische Beschaffenheit der unteren Ruhr und des Baldeneysees. Im Einlaufbereich des Sees erhöhen die Einleitungen aus den Kläranlagen Essen-Süd und Essen-Kupferdreh die Belastung mit den Fäkalindikatoren *E. coli* und intestinale Enterokokken. Dem wirken der Verdünnungseffekt und natürliche Eliminationsvorgänge im weiteren Fließverlauf durch den See entgegen, so dass in Trockenwetterphasen des Jahres 2009 an allen untersuchten Stellen des Sees Badegewässerqualität erreicht wurde. Das Risiko, an einer badebedingten Infektion zu erkranken, ist unter diesen Bedingungen zwar nicht auszuschließen, aber den Bewertungen der Badegewässerrichtlinie aus dem Jahr 2006 folgend tolerierbar.

Regenwetter beeinträchtigt die hygienischen Verhältnisse im Baldeneysee. Eine gravierende Verschlechterung ist nach Entlastungen aus Mischwasserbehandlungsanlagen zu erwarten, da sie hinsichtlich der Keimbelastung mit ungereinigten kommunalen Abwässern vergleichbar sind.

Aus hygienischer Sicht ist das Baden im Baldeneysee unter den derzeitigen Bedingungen nicht ratsam. Eine Desinfektion der gereinigten kommunalen Abwässer würde dazu beitragen, die hygienische Grundbelastung des Baldeneysees zu senken. Die Erweiterung um eine während der Badeperiode betriebene Desinfektionsstufe auf den Kläranlagen Essen-Süd, Essen-Kupferdreh und Velbert-Hespertal wäre unabdingbare Voraussetzung für einen Badebetrieb im Baldeneysee. Dessen ungeachtet verbliebe in jedem Fall die Notwendigkeit, bei Regenwetter aufgrund der möglichen Mischwassereinträge aus den Kanalnetzen vom Baden abzuraten. Das Bewirtschaftungskonzept für eine Badestelle müsste diese Tatsache berücksichtigen und in Abhängigkeit von der Wettersituation ein Badeverbot vorschreiben.

Das offizielle Baden im Baldeneysee ist ohne erhebliche finanzielle Aufwendungen für freiwillige Maßnahmen im Bereich der Abwasserreinigung nicht denkbar. Die Entscheidung, ob diese Kosten zu rechtfertigen sind und ob rechtliche, organisatorische und technische Gegebenheiten die Einrichtung einer oder mehrerer Badestellen zulassen, bleibt der Prüfung durch die Stadt Essen vorbehalten.

## 15 Registrierte Gewässerverunreinigungen des Jahres 2009 und Auswertung der Ereignisse der vergangenen drei Dekaden

Der Wasserqualität der Ruhr kommt als Rohwasserspender für die Trinkwassergewinnung für rund fünf Millionen Menschen eine besondere Bedeutung zu. Dies gilt umso mehr für Verunreinigungen, die sich in einem dichtbesiedelten Gebiet nie ganz vermeiden lassen. So müssen beispielsweise bei Verkehrsunfällen oder betrieblichen Unfällen, bei denen die Gefahr einer Kontamination von Oberflächenwasser besteht, rechtzeitig Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Wenn dies nicht mehr möglich ist, darf die Kontamination nicht zu einer Beeinträchtigung der Trinkwasseraufbereitung führen. In derartigen Fällen müssen die Wasserwerke frühzeitig gewarnt werden, damit die Rohwasserentnahme rechtzeitig eingestellt werden kann. Dazu haben der Ruhrverband und die Wasserwerke bereits seit vielen Jahren entsprechende Regelungen getroffen, die das Vorgehen bei Gewässerunfällen organisieren [15.1 und 15.2]. Auf der Basis dieser Regelwerke wird derzeit vom Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW (MUNLV) sowie der AWWR und dem Ruhrverband ein gemeinsamer Warn- und Informationsplan erarbeitet.

### Ereignisse des Jahres 2009

Im Kalenderjahr 2009 sind dem Ruhrverband und den Wasserwerken insgesamt 14 Vorkommnisse mit unterschiedlichen Auswirkungen auf die betroffenen Gewässer gemeldet worden. Ereignisse, bei denen es sich lediglich um vorsorgliche Meldungen handelte, sowie offensichtliche Bagatelldfälle sind nicht berücksichtigt. In der folgenden Aufstellung sind die relevanten Ereignisse des Kalenderjahres 2009 zusammengefasst und kurz erläutert:

1. Am 26. Januar floss bei einem Brand in einer Müllverbrennungsanlage in Iserlohn telomerfluoridhaltiges Löschwasser in die Kanalisation. Das Löschwasser floss durch einen Fehlschluss auf dem Gelände der MVA zur Kläranlage Iserlohn-Baarbachtal, wo es eine erhebliche Schaumbildung im Belebungsbecken der Kläranlage Iserlohn-Baarbachtal verursachte. Der Schaumteppich setzte sich im Baarbach weiter fort, war aber bis zur Mündung in die Ruhr wieder aufgelöst. Negative Auswirkungen auf die Gewässer wurden nicht bekannt.
2. Am 5. Februar wurde auf dem Kettwiger Stausee oberhalb der Schleuse Essen-Kettwig ein ölähnlicher Film gesichtet. Untersuchungen hatten ergeben, dass es sich nicht um Kraftstoff bzw. Öl handelte. Ursache und Verursacher blieben unbekannt.
3. Im Rahmen der routinemäßigen zeitnahen Ruhrüberwachung wurde Anfang März in den Gewässerüberwachungsstationen Hattingen und Mülheim Sulfolan (Tetrahydrothiophen-1,1-dioxid) in Konzentrationen bis zu 6 µg/l nachgewiesen.

Sulfolan ist ein polares Lösungsmittel, welches beispielsweise zur Extraktion von Aromaten oder in der Gasreinigung zur Abtrennung von Schwefelverbindungen eingesetzt wird. Nachforschungen durch die Behörden und den Ruhrverband hatten einen Haupteintragspfad in die Lenne bei Iserlohn-Letmathe ergeben. Verursacher war ein Indirekteinleiter, der das mit Sulfolan belastete Abwasser ordnungsgemäß sukzessive zur Kläranlage Iserlohn-Letmathe abgeleitet hatte, wobei er von der Anwesenheit von Sulfolan keine Kenntnis hatte. Die Ableitung wurde nach Bekanntwerden der Belastung eingestellt.

4. Am 22. März sind in Höhe der zu Iserlohn gehörenden Ortschaft Drüppingsen durch einen Betriebsunfall ca. 10 m<sup>3</sup> flüssige Biomasseabfälle aus Biogasanlagen aus einem Tank ausgetreten und zum Teil in den Abbabach geflossen. Das Gewässer wies eine starke Trübung sowie eine Schaumbildung auf, ein Fischsterben wurde nicht beobachtet.
5. Am 6. Juni floss durch einen technischen Defekt an einem landwirtschaftlichen Fahrzeug eine geringe Menge Hydrauliköl über die Freifallentwässerung der Sonderner Talbrücke in die Biggetalsperre. Der größte Teil des Öls konnte auf der Brücke mittels Ölbindern zurückgehalten werden. Wegen der geringen Menge waren keine weiteren Abwehrmaßnahmen erforderlich.
6. Am 9. Juni gelangten bei einem Betriebsunfall in einem metallverarbeitenden Betrieb in Meschede mehrere Liter einer Kühlschmierstoffemulsion über die Kanalisation in die Ruhr. Die Feuerwehr brachte im betroffenen Ruhrabschnitt eine Ölsperre aus.
7. Am 10. Juni trat in der Ennepe oberhalb von Gevelsberg ein Fischsterben auf. Durch die vorangegangenen starken Niederschläge wurde von einer nahe gelegenen Altdeponie frisch aufgebracht Oberflächenabdichtungsmaterial über die Deilenbecke in die Ennepe geschwemmt. Das stark alkalische Material führte im Gewässer zu pH-Werten über 10, die in Verbindung mit einer erhöhten Trübung den Tod einer größeren Anzahl an Fischen zur Folge hatte.
8. Am 25. Juni kam es durch eine Störung in einer Breitbandverzinkungsanlage eines metallverarbeitenden Betriebes zu einer Ölableitung in die Lenne bei Finnentrop. Die Feuerwehr brachte mehrere Ölsperren aus.
9. Am 2. Juli flossen durch eine Leckage an einem Hydraulikbagger ca. 10 bis 20 l biologisch abbaubares Öl in den Turbinenzulauf des Turbinenpumpwerks Bochum-Stiepel. Durch das rasche Abstreuen der betroffenen Wasseroberfläche konnte ein Ausbreiten des Öls in die Ruhr verhindert werden.

[15.1] *Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR), AWWR Meldeplan Ruhr, November 2009*

[15.2] *Ruhrverband, Alarmplan des Ruhrverbands, August 2006*

10. In den frühen Morgenstunden des 22. Juli ereignete sich in einem Betrieb für Farben- und Lösemittelrecycling in Iserlohn-Sümmern ein Großbrand, der auch auf einen benachbarten Galvanikbetrieb übergriff. Der größte Teil des PFT-haltigen Löschwassers konnte auf der Kläranlage Iserlohn-Baarbachtal zurückgehalten werden, wo auch das aus der Galvanik stammende Chrom(VI) mittels Eisen(II)-Salz reduziert werden konnte. Ein Teil des ebenfalls aus dem Galvanikbetrieb stammenden Nickels führte zu kurzzeitigen Konzentrationsanstiegen in der Ruhr, die im Auslaufbereich des Hengsteysees Werte um 11 µg/l und bei Essen um 7 µg/l (Jahresdurchschnitt ca. 3,2 µg/l) erreichten. Die PFT-Konzentration stieg in der Ruhr bei Essen vorübergehend auf 110 ng/l (Summe PFOA+PFOS), bei Niedrigwasser liegen die Werte hier in der Regel unter 50 ng/l (siehe Kap. 9).

11. Am 2. November wurde in der Ruhr bei Wickede eine Ölverunreinigung festgestellt. Ausgangspunkt der Verunreinigung war ein innerhalb eines Industriegebietes verrohrter Abschnitt des hier mündenden Lanferbaches. Die Rohwasserentnahme der unterhalb liegenden Wasserwerke Warmen und Schwitten wurde zeitweise eingestellt. Die Ursache und der Verursacher konnten nicht ermittelt werden.

12. Am 25. November liefen bei einem LKW-Unfall in Iserlohn-Letmathe mehrere 100 Liter Dieselmotorkraftstoff aus. Ein geringer Teil des Kraftstoffs floss in die Lenne; die Feuerwehr brachte eine Ölsperre aus.

13. Am 17. Dezember wurde im Erlenbach, einem kleinen Nebengewässer der Volme im Mündungsbereich der Ruhr, eine Ölverunreinigung festgestellt. Die Feuerwehr legte Ölsperren, die eine Verunreinigung von Volme und Ruhr verhinderten. Ursache war eine unsachgemäße Entsorgung ölhaltiger Abfälle aus einer Lagerhalle.

14. Am 26. Dezember trat aus dem Tank eines Privathaushaltes in Meschede-Freienohl eine unbekannte Menge Heizöl aus und floss zum geringen Teil in den Rümmekebach. Der Bach mündet oberhalb des Wasserwerks Langel, Wasserbeschaffungsverband Arnsberg, in die Ruhr. Die Feuerwehr brachte mehrere Ölsperren aus, die Rohwasserentnahme des Wasserwerks Langel wurde für wenige Tage eingestellt.

Bild 15.1 zeigt die Verteilung der stofflichen Ursachen der Gewässerverunreinigungen als Kreisdiagramm. Demnach ist mit rund 65% der Hauptanteil der Ereignisse der Stoffgruppe Öle/Kraftstoffe zuzuordnen. Es folgen mit 14%, entsprechend zwei Ereignissen, die Gruppe der Industriechemikalien und mit je 7%, d. h. je einem Ereignis, die Stoffgruppen organische Stoffe, Löschwasser und Schwermetalle.

Eine differenzierte Betrachtung der Stoffgruppe Öle/Kraftstoffe ergibt als Hauptursache der Verunreinigungen betriebliche Unfälle verschiedenster Art. Bei je einem dieser Ereignisse war ein Verkehrsunfall und ein Fehler beim Betanken eines Öltanks in einem Privathaushalt Auslöser der Verschmutzung. Nur in einem Fall

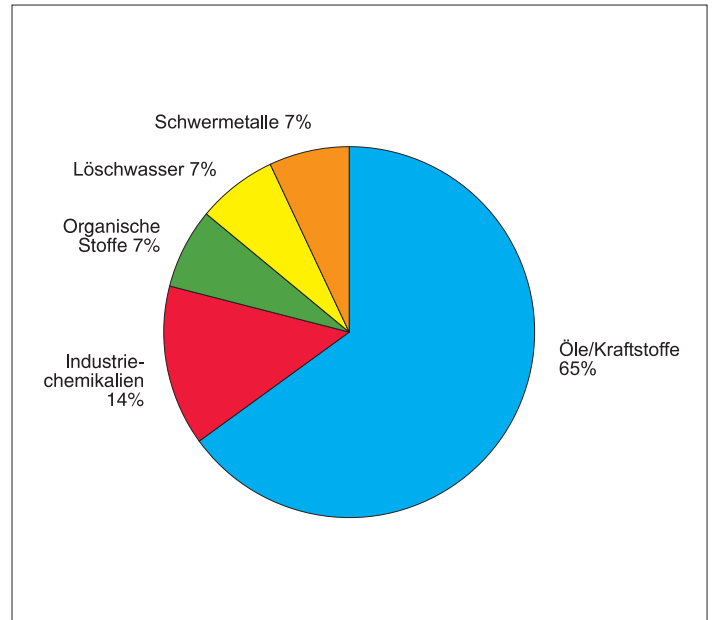


Bild 15.1: Verteilung der stofflichen Ursachen der bekannten Gewässerverunreinigungen im Kalenderjahr 2009

Fig. 15.1: Distribution of substances causing incidents of pollution during the calendar year 2009

konnte sowohl die Ursache als auch der Verursacher nicht ermittelt werden.

Großbrände in einer Müllverbrennungsanlage und einem Betrieb für Lösungsmittelrecycling führten zu Einträgen von PFT-haltigem Löschmittel in die Gewässer, es wurden jedoch keine bedeutenden Konzentrationsanstiege für PFT in den betroffenen Gewässerabschnitten gemessen. Durch den Brand in dem Betrieb für Lösungsmittelrecycling wurde ein benachbarter Galvanikbetrieb in Mitleidenschaft gezogen, wodurch einige Schwermetallgehalte im Baarbach und der Ruhr kurzzeitig auf ein Niveau wie bei auflaufenden Hochwässern anstiegen.

Erfreulicherweise war nur ein Ereignis mit einem Fischsterben verbunden. Ursache waren erhöhte pH-Werte und ein massiver Trübungsanstieg, der zu einem Zusetzen der Kiemen führte. Das Ereignis wurde ausgelöst durch starken Regen, wodurch beträchtliche Mengen einer kurz zuvor auf einer benachbarten Deponie aufgetragenen zementgebundenen, feinkörnigen, mineralischen Oberflächenabdichtung in die Ennepe abgeschwemmt wurden.

In Tabelle 15.1 sind die Auswirkungen aller Ereignisse auf die Gewässer bewertet. Dabei wird zwischen den schutzgutbezogenen Kriterien „Aquatische Lebensgemeinschaft“ und „Trinkwassergewinnung“ unterschieden. Während die Gewässerbiozönose nur in einem Fall beeinträchtigt war, musste die Rohwasserentnahme aus der Ruhr bei zwei Ereignissen zeitweise eingestellt werden.



Tabelle 15.1: Schutzgutbezogene Bewertung der besonderen Ereignisse im Ruhreinzugsgebiet 2009  
 Table 15.1: Evaluation of special incidents in the Ruhr catchment area in 2009 in relation to the subject of protection

Vorkommnis Lfd. Nr.	Gewässer	Stoffgruppe	Schutzgutbezogene Bewertung	
			Aquatische Lebensgemeinschaften	Trinkwassergewinnung
1	Baarbach	Löschwasser	1	1
2	Ruhr	Öle/Kraftstoffe	1	1
3	Ruhr	Industriechemikalien	1	2
4	Abbabach	Abwasser/Organisch	1	1
5	Biggetalsperre	Öle/Kraftstoffe	1	1
6	Ruhr	Öle/Kraftstoffe	1	1
7	Ennepe	Industriechemikalien	3	1
8	Lenne	Öle/Kraftstoffe	1	1
9	Ruhr	Öle/Kraftstoffe	1	1
10	Baarbach/Ruhr	Schwermetalle	1	1
11	Ruhr	Öle/Kraftstoffe	1	2
12	Erlenbach	Öle/Kraftstoffe	1	1
13	Lenne	Öle/Kraftstoffe	1	1
14	Ruhr	Öle/Kraftstoffe	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

## Auswertung der Ereignisse der vergangenen drei Dekaden

Gewässerverunreinigungen werden bereits seit mehreren Jahrzehnten systematisch durch den Ruhrverband dokumentiert. An dieser Stelle sollen die Ereignisse der letzten zehn Jahre zusammenfassend betrachtet und mit denjenigen der beiden vorangegangenen Dekaden verglichen werden [15.3].

In Tabelle 15.2 sind die relevanten Gewässerverunreinigungen der Jahre 2000 bis 2009 zusammengefasst und den beiden vorangegangenen Dekaden gegenübergestellt. Neben der Gesamtzahl der Ereignisse, differenziert nach Ruhr und Nebengewässern sowie der Ereignisse mit Fischsterben, wird hinsichtlich der stofflichen Ursache, der Unfallursache und dem Verursacher unterschieden.

Mit insgesamt 128 bekannt gewordenen Gewässerverunreinigungen in der letzten Dekade, d. h. rund 13 Ereignissen im Jahr, ist im langjährigen Vergleich ein merklicher Rückgang zu verzeichnen. So wurden in den Dekaden 1980-1989 noch 182 und 1990-1999 noch 163 Verunreinigungen registriert. Dies gilt umso mehr unter Berücksichtigung einer Dunkelziffer, die aufgrund des gestiegenen Bewusstseins für eine intakte Umwelt und der strengeren Kontrollen durch die Umweltbehörden zweifellos abgenommen hat.

Auch die Zahl der Fischsterben hat merklich abgenommen. So waren in der Dekade 1980-1989 mit 67 Fällen noch mehr als ein Drittel aller Ereignisse mit Fischsterben verbunden. In der letzten Dekade ist dieser Anteil auf 26 Ereignisse, entsprechend 20%, gesunken. Dabei ist zu berücksichtigen, dass einige Fischsterben auf natürliche Ursachen, wie z. B. die durch Bakterien hergerufene Fleckenseuche, zurückzuführen waren. In der letzten Dekade war dies bei sechs Ereignissen der Fall, so dass sich die Zahl der auf Sauerstoffmangel oder stoffliche Einflüsse zurückzuführenden Fischsterben auf 20 bzw. rund 16% reduziert.

Von diesen 20 Ereignissen war in sieben Fällen Sauerstoffmangel die Ursache, wobei drei Vorgänge auf Abschlüge von Mischwasser zurückzuführen waren. Weitere stoffliche Ursachen waren Einträge von Schwermetallen, Säuren bzw. alkalischen Baustoffen. Bei drei Ereignissen konnte weder der Stoff noch die Ursache bzw. der Verursacher der Fischsterben ermittelt werden.

Bei den stofflichen Ursachen waren wie in den beiden vorangegangenen Dekaden in der Mehrzahl Öle und Kraftstoffe die verunreinigende Komponente. Insgesamt sind 54 der 128 Verunreinigungen, d. h. rund 40%, dieser Stoffgruppe zuzuschreiben.

[15.3] Ruhrverband: Auswertung von Alarmfällen im Ruhreinzugsgebiet für die Zeit von 1990 bis 1999. In: Ruhrgütebericht 1999, Essen, S. 80 bis 84

Tabelle 15.2: Zusammenfassung der relevanten Gewässerunreinigungen im Ruhrinzugsgebiet für die Dekade 2000 bis 2009 und Vergleich mit den beiden vorangegangenen Dekaden

Table 15.2: Summary of relevant cases of water pollution in the Ruhr catchment area from 2000 to 2009 and comparison with the two previous decades

	Anzahl				Stoffliche Ursache *									Ursache					Verursacher		
	Gesamt	Fischsterben	Ruhr	Nebengewässer	Öle/Kraftstoffe	Schwermetalle	Cyanide	Säuren/Laugen	Org. Verunreinigungen	Sauerstoffmangel	Abwasser	Sonstige	Unbekannt	Verkehrsunfälle	Betriebsunfälle	Löscharbeiten	Natürliche Ursachen	Sonstige	Unbekannt	bekannt	unbekannt
2000	18	2	8	10	10				3		1		4	2	7			2	7	9	9
2001	20	5	9	11	6	4		2	1	2	1	7			10		2	1	7	13	7
2002	18	5	8	10	10			1		3	1	4		4	8	1	4		1	17	1
2003	11	3	7	4	4				1	3		3			5		2		4	7	4
2004	11	1	5	6	5	1			4	1	1	1		1	5				5	6	5
2005	7	1	5	2	3					1	1	2			3	1			3	4	3
2006	14	3	3	11	5	3		1	2		1	2	1	1	7		1	1	4	9	5
2007	7	3	2	5	1	1		1	1		1	2	1		3				4	3	4
2008	9	2	2	7	3				2		1	2	1	2	4	1			2	7	2
2009	14	1	6	8	8	1		1	2		1	1	1	1	8	2		1	2	12	2
Dekade 2000-2009	129	26	55	74	55	10		6	16	10	9	24	8	11	60	5	9	5	39	87	42
		20%	43%	57%	40%	7%		4%	12%	7%	7%	17%	6%	9%	47%	4%	7%	4%	30%	67%	33%
Dekade 1990-1999	163	38	72	91	72	12	8	3	9	3	8	38	16	8	51	9	10	24	61	99	64
		23%	44%	56%	43%	7%	5%	2%	5%	2%	5%	22%	9%	5%	31%	6%	6%	15%	37%	61%	39%
Dekade 1980-1989	182	67	107	75	59	15	8	7	19	2	4	39	29	11	55	7	6	18	85	91	91
		37%	59%	41%	32%	8%	5%	4%	11%	1%	2%	21%	16%	6%	30%	4%	3%	10%	47%	50%	50%

\* In wenigen Fällen waren mehrere Schadstoffe gleichzeitig die stoffliche Ursache einer Gewässerunreinigung (Mehrfachzählungen)

Bei der Mehrzahl dieser Ereignisse handelte es sich um betriebliche Unfälle bzw. Störfälle, gefolgt von Verkehrsunfällen. In 16 Fällen blieb sowohl der Verursacher als auch die Ursache unbekannt.

Von den 24 sonstigen stofflichen Ursachen abgesehen folgen mit 12 % (16 Ereignisse) die organischen Verunreinigungen. Bei dieser Stoffgruppe führten mehrfach die routinemäßigen Screeninguntersuchungen der Rückstellproben aus den Gewässerüberwachungsstationen zu Befunden diverser Industriechemikalien. So wurde beispielsweise in einigen Überwachungsstationen an der unteren Ruhr Sulfolan (Tetrahydrothiophen-1,1-dioxid) in Konzentrationen bis zu 6 µg/l nachgewiesen. Nachforschungen durch die Behörden und den Ruhrverband hatten einen Haupteintragungspfad in die Lenne bei Iserlohn-Letmathe ergeben. Verursacher war ein Indirekteinleiter, der das mit Sulfolan belastete Abwasser sukzessive zur Kläranlage Iserlohn-Letmathe abgeleitet hatte. Die Einleitung in die Kläranlage wurde nach bekannt werden der Belastung sofort eingestellt. Ebenfalls dieser Kategorie zugeordnet sind beispielsweise Einträge aus der Landwirtschaft, die nicht selten aufgrund einer damit verbundenen Sauerstoffzehrung mit einem Fischsterben einhergehen.

Es folgen die Verunreinigungen durch Schwermetalle (10), Abwasser (9), Säuren bzw. Laugen (6) sowie die Kategorie Sauerstoffmangel (10). In der Regel werden diese Schadstoffe durch Betriebsunfälle in die Gewässer eingetragen, wo sie häufig zu einer Schädigung der Biozönose führen. Sauerstoffmangelsituationen können sich bei ungünstigen Randbedingungen ausbilden, beispielsweise wenn bei Bauarbeiten kleinere Gewässerabschnitte für längere Zeit vom Hauptgewässer abgeschottet werden. In den Sommermonaten kann der Sauerstoffgehalt in diesen Abschnitten durch Zehrungsvorgänge und erhöhte Wassertemperaturen kritische Bereiche annehmen. Bei acht Ereignissen, die meist erst durch Fischsterben bekannt wurden, konnte die stoffliche Ursache nicht ermittelt werden.

Die unter sonstige stoffliche Ursachen zusammengefassten Ereignisse sind vielfältiger Natur. So führte beispielsweise eine Betriebsstörung in einem Kalkwerk zu einer erhöhten mineralischen Trübung und einem pH-Anstieg, wobei die unterhalb gelegene Rohwasserentnahme kurzzeitig eingestellt werden musste. In einem anderen Fall handelte es sich um die illegale „Entsorgung“ von Milch in ein Gewässer durch einen Landwirt.

Nicht immer ist die stoffliche Ursache einer Gewässerunreinigung direkt eindeutig zu klären. Ein Beispiel dafür ist eine „Ölverschmutzung“ im Mündungsbereich des Deilbachs in den Baldeysee Ende März 2001. Spaziergänger hatten die Feuerwehr alarmiert, weil sie hier eine schimmernde Fläche als „Ölfilm“ interpretierten. Die Feuerwehr hatte daraufhin eine Ölsperre ausgebracht. Eine Prüfung durch Mitarbeiter des Ruhrverbands ergab, dass es sich nicht um Öl, sondern um eine Schicht aus Eisenverbindungen handelte. Diese sehr dünnen Schichten wirken optisch ähnlich wie ein Ölfilm, da sie auch eine typische Lichtbrechung hervorrufen. Ursache waren anscheinend die anaeroben Verhältnisse im Sediment, die die unlöslichen Eisen(III)-Verbindungen zunächst in lösliche Eisen(II)-Verbindungen überführt hatten. Werden parallel dazu Sulfate zu Sulfiden reduziert, kann sich daraus unlösliches Eisen(II)-sulfid bilden. Diese dünnen Strukturen können sich bei entsprechendem Auftrieb, z. B. durch kleinste anhaftende Methanbläschen, die ebenfalls in der anaeroben Zone entstehen, an der Oberfläche ansammeln.

Erfreulich ist die Zunahme der Aufklärungsquote sowohl bei den Ursachen als auch den Verursachern der Gewässerunreinigungen. So konnte in der ersten Dekade lediglich die Hälfte der Ursachen und Verursacher ermittelt werden, in der letzten Dekade stiegen diese Anteile jeweils auf rund 70%.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Zahl der Gewässerunreinigungen weiter abgenommen hat. So wurde in den letzten zehn Jahren annähernd in jedem Monat ein Ereignis registriert, in der Dekade 1980 bis 1989 lag die Zahl noch rund 50% höher. Dies gilt insbesondere auch unter Berücksichtigung einer Dunkelziffer, die aufgrund des weiter gestiegenen Umweltbewusstseins gewiss kleiner geworden ist. Leider sind einige Ereignisse immer noch mit Fischsterben verbunden, die zwar in der Häufigkeit abgenommen, aber in einigen Fällen weiterhin erst eine vorangegangene Gewässerunreinigung angezeigt haben. Stoffliche Ursache der Unreinigungen waren meist Öle und Kraftstoffe, die überwiegend als Folge von Betriebsunfällen in die Gewässer gelangten. Ursache und Verursacher konnten nur in etwa einem Drittel aller Ereignisse nicht ermittelt werden, gegenüber rund 50% in der ersten Dekade.

## 16 Leistungsvergleich der Kläranlagen des Ruhrverbands

Um die Öffentlichkeit über die Qualität der Abwasserreinigung beim Ruhrverband in verständlicher Form zu informieren, wird alljährlich ein Vergleich der Kläranlagen aufgestellt, der den aktuellen Stand der Reinigungsleistung wiedergibt. Die Berechnungen sind konform zu denen der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), die einen bundesweiten Leistungsvergleich aller Kläranlagen veröffentlicht. Grundlage bilden die mittleren Ablaufkonzentrationen aus dem Jahr 2009 hinsichtlich der Kenngrößen Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB<sub>5</sub>), Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB), Phosphor (TP) sowie Ammonium-Stickstoff (NH<sub>4</sub>-N) und Gesamtstickstoff (TN). Die Ergebnisse entstammen im Wesentlichen den laufenden Untersuchungen des Betriebspersonals im Rahmen der Selbstüberwachung (SüwV). Daneben finden die Untersuchungsergebnisse des Laboratoriums des Ruhrverbands und der Aufsichtsbehörden Verwendung.

Das Ergebnis des Leistungsvergleichs enthält Tabelle 16.1 und die langjährige Entwicklung der Kenngrößen BSB<sub>5</sub>, CSB und NH<sub>4</sub>-N ist in Bild 16.1 grafisch dargestellt. Die Grafik der drei Kenngrößen

Tabelle 16.1: Kennzahlen der Ruhrverbandskläranlagen im Jahr 2009  
Table 16.1: Parameters of the Ruhrverband's sewage treatment plants in 2009

Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB <sub>5</sub> )	3,6 mg/l
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	23,0 mg/l
Ammonium-Stickstoff (NH <sub>4</sub> -N)	1,1 mg/l
Stickstoff anorganisch (TIN)	7,2 mg/l
Gesamtstickstoff (TN)	8,3 mg/l
Gesamtphosphor (TP)	0,51 mg/l

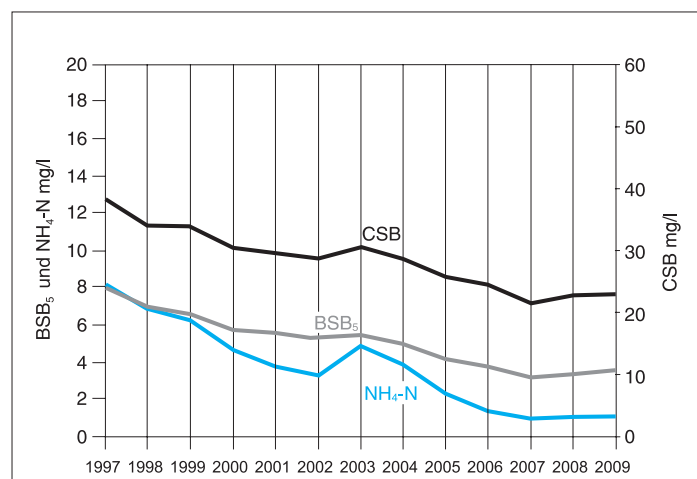


Bild 16.1: Entwicklung der Kennzahlen der Ruhrverbandskläranlagen  
Fig. 16.1: Development of parameters of the Ruhrverband's sewage treatment plants

zeigt jeweils eine leichte Erhöhung der Konzentrationen gegenüber dem Vorjahr. Eine ähnliche Tendenz zeigt sich auch bei den eingeleiteten Frachten, die in Bild 16.2 dargestellt sind. Für diesen Vergleich wurden von den 72 Verbandskläranlagen 70 Anlagen herangezogen, da zwei Kläranlagen wegen ihrer geringen Größe bzw. der Mitbehandlung von kommunalem Abwasser auf einer industriellen Anlage ausgeschlossen wurden. Im Jahresmittel wurden 2009 ca. 12,2 m<sup>3</sup>/s Abwasser behandelt – dies sind 2 % weniger als im Vorjahr.

Der Leistungsvergleich nach DWA nimmt eine Einteilung der Kläranlagenabläufe in Leistungsklassen bezüglich Sauerstoffbedarf und Nährstoffbelastung vor. In die Sauerstoffbedarfsstufen (O-Stufen) gehen zu gleichen Anteilen die Konzentrationen des BSB<sub>5</sub>, des CSB und des Ammonium-Stickstoffs ein. Die Nährstoffbelastungsstufen (N-Stufen) beruhen jeweils auf den Konzentrationen des Phosphors und des gesamten anorganischen Stickstoffs (TIN). Die Bilder 16.3 und 16.4 zeigen das Resultat dieser Einteilung für die Ruhrverbandskläranlagen hinsichtlich Anzahl und Einwohnerwerte für die einzelnen O- und N-Stufen. Die Stufen 1 und 2 stellen jeweils eine „sehr geringe“ bis „geringe“ Restverschmutzung dar.

Beim Sauerstoffbedarf halten 67 Anlagen mit 99,7 % der Gesamteinwohnerwerte die Grenzwerte der Stufen 1 und 2 ein. In den Stufen 4 und 5 sind keine Anlagen einzuordnen und in Stufe 3 werden noch 3 Anlagen registriert. Einwohnerwertgewichtet wird von den Anlagen des Ruhrverbands wie im Vorjahr die Sauerstoffbedarfsstufe 1,1 erreicht.

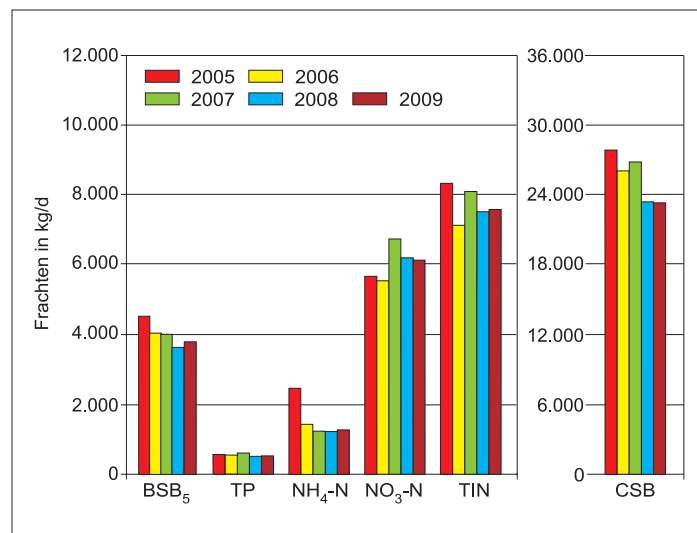


Bild 16.2: Entwicklung der eingeleiteten Frachten der Ruhrverbandskläranlagen

Fig. 16.2: Development of the loads discharged by the Ruhrverband's sewage treatment plants

In den Nährstoffbelastungsstufen können 57 Anlagen mit 96 % der Einwohnerwerte als „sehr gering“ bis „gering“ verschmutzt eingestuft werden. In Stufe 4 befinden sich noch drei Anlagen und der Stufe 3 gehören in diesem Jahr zehn Anlagen an. Im Jahresmittel erreichen die Anlagen des Ruhrverbands bei der Nährstoffbelastung die Stufe 1,3 und damit 0,1 Stufen mehr als 2008.

Sauerstoffbedarfsstufe	Ausbaugröße KA EW	Anzahl der Kläranlagen
1	2.873.475	48
2	340.800	19
3	9.100	3
4	0	0
5	0	0
<b>Jahresmittel = 1,14</b>	<b>3.223.375 Gesamt</b>	<b>70 Gesamt</b>

Bild 16.3: Sauerstoffbedarfsstufen der Ruhrverbandskläranlagen 2009; Einordnung nach Ausbaugröße und Anzahl der Kläranlagen

Fig. 16.3: Oxygen demand levels of the Ruhrverband's facilities 2009; classification according to size and number of sewage treatment plants

Nährstoffbelastungsstufe	Ausbaugröße KA EW	Anzahl der Kläranlagen
1	1.539.650	23
2	1.561.025	34
3	113.950	10
4	8.750	3
5	0	0
<b>Jahresmittel = 1,34</b>	<b>3.223.375 Gesamt</b>	<b>70 Gesamt</b>

Bild 16.4: Nährstoffbelastungsstufen der Ruhrverbandskläranlagen 2009; Einordnung nach Ausbaugröße und Anzahl der Kläranlagen

Fig. 16.4: Nutrient load levels of the Ruhrverband's facilities 2009; classification according to size and number of sewage treatment plants

Seit Abschluss des Ausbauprogramms für die Ruhrverbandskläranlagen halten alle Anlagen die Mindestanforderungen gemäß Abwasserverordnung ein. Dabei werden die in den Bescheiden geforderten Grenzkonzentrationen teilweise deutlich unterschritten. Die Darstellung dieser Unterschreitung zeigen Bild 16.5 und Bild 16.6 als Gesamtergebnis der Ruhrverbands-Kläranlagen. 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 gegenüber gestellt werden. Auf die Stick-

stoffkenngrößen in Bild 16.6 ist besonders hinzuweisen. Die dargestellten Ergebnisse der Sommermonate zeigen eine deutliche Unterschreitung bei den Überwachungswerten für TIN mit 7,9 mg/l (Anforderungen 14,9 mg/l) und für NH<sub>4</sub>-N mit 1,1 mg/l (Anforderung 8,2 mg/l). Überwachungswerte für die Kläranlagen bestehen lediglich während der Sommermonate. Als überobligatorischer Aufwand für die Ruhrverbands-Mitgliedergruppe der Wasserentnehmer werden aber selbst in den Wintermonaten Ablaufwerte von 9,3 mg/l TIN und 2,1 mg/l NH<sub>4</sub>-N durch gezielte Nitrifikation und Denitrifikation auf den Kläranlagen erreicht.

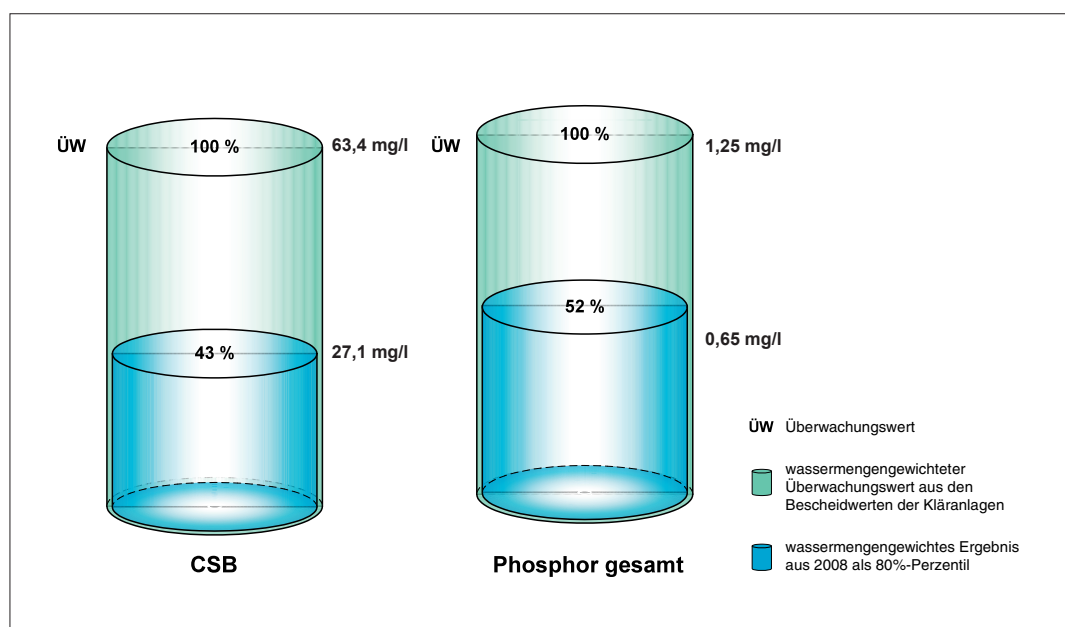


Bild 16.5: Gesamtergebnis der RV-Kläranlagen 2009 im Vergleich zu den Bescheidwerten bei CSB und Gesamtphosphor  
 Fig. 16.5: Combined results of the Ruhrverband's sewage treatment plants 2009 compared to the legal discharge limits for COD and total phosphorus

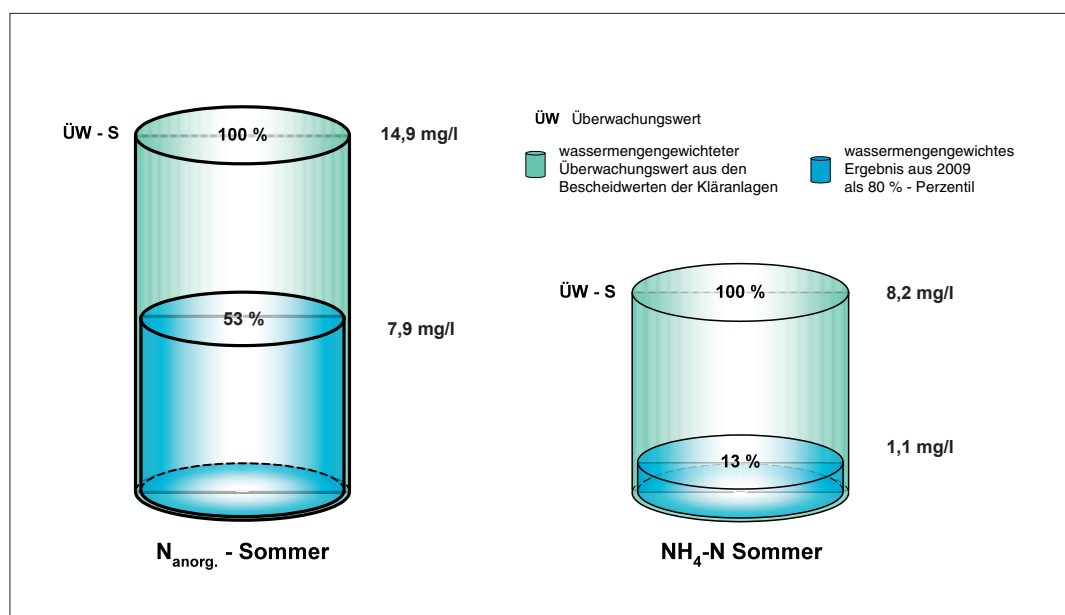
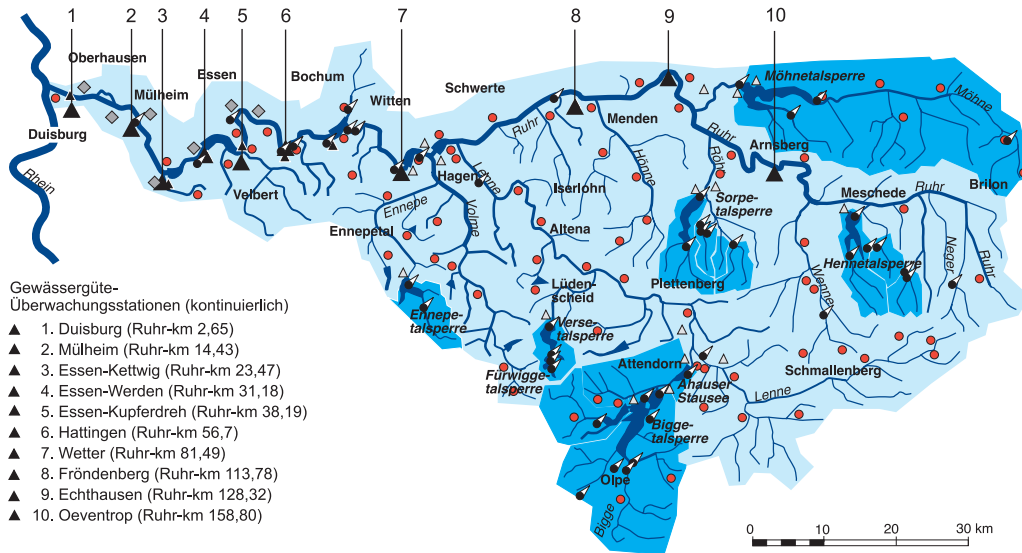


Bild 16.6: Gesamtergebnis der RV-Kläranlagen 2009 im Vergleich zu den Bescheidwerten beim anorganischen Stickstoff und Ammonium-Stickstoff  
 Fig. 16.6: Combined results of the Ruhrverband's sewage treatment plants 2009 compared to the legal discharge limits for inorganic nitrogen and ammonium nitrogen

# Der Ruhrverband in Zahlen



Gewässergüte-Überwachungsstationen (kontinuierlich)

- ▲ 1. Duisburg (Ruhr-km 2,65)
- ▲ 2. Mülheim (Ruhr-km 14,43)
- ▲ 3. Essen-Kettwig (Ruhr-km 23,47)
- ▲ 4. Essen-Werden (Ruhr-km 31,18)
- ▲ 5. Essen-Kupferdreh (Ruhr-km 38,19)
- ▲ 6. Hattingen (Ruhr-km 56,7)
- ▲ 7. Wetter (Ruhr-km 81,49)
- ▲ 8. Fröndenberg (Ruhr-km 113,78)
- ▲ 9. Echthausen (Ruhr-km 128,32)
- ▲ 10. Oeventrop (Ruhr-km 158,80)

8 Talsperren  
Einzugsgebiete der Talsperren

- 5 Stauseen
- 72 Kläranlagen mit insgesamt 549 Niederschlagswasserbehandlungsanlagen
- ◆ 6 Rückpumpwerke
- ⚡ 54 Gewässerpegel (RV anteilig)
- ▲ 16 Wasserkraftwerke
- ▲ 10 Gewässergüte-Überwachungsstationen
- 110 Pumpwerke

Charakterisierung des Ruhrreinzugsgebiets nach EG-WRRRL

Fläche: 4.485 km<sup>2</sup>  
 Höhenverhältnisse: 20 bis 800 m ü. NN  
 Anzahl der Planungseinheiten: 9  
 Gesamtlänge der Fließgewässer: -7.000 km  
 Anzahl Gewässer im Einzugsgebiet > 10 km<sup>2</sup>: 124  
 Anzahl Grundwasserkörper 30  
 183 natürliche und 86 als erheblich verändert ausgewiesene Wasserkörper

## Betriebsanlagen

### Bereich Wassergütwirtschaft

Kläranlagen	_____	72
Niederschlagswasserbehandlungsanlagen	_____	549
Stauseen	_____	5
Pumpwerke	_____	111
Wasserkraftwerke	_____	3

### Bereich Wassermengenwirtschaft

Talsperren	_____	8
mit einem Gesamtstauraum (in Mio. m <sup>3</sup> )	_____	462,9
Rückpumpwerke	_____	6
Wasserkraftwerke	_____	14

## Mitglieder

Mitglieder insgesamt \_\_\_\_\_ 554

## MitarbeiterInnen

MitarbeiterInnen in Vollzeitäquivalenten \_\_\_\_\_ 1.009

## Finanzen Jahresabschluss 2009

Anlagevermögen zu AHK	_____	2.836,6 Mio. €
Umsatz	_____	295,4 Mio. €
davon Verbandsbeiträge	_____	271,2 Mio. €
Eigenkapitalquote	_____	30,9%
Investitionen	_____	27,5 Mio. €

### Leistungen der Wassergütwirtschaft

Abwasserentsorgung eines Gebietes mit \_\_\_\_\_ 2,11 Mio. Einwohnern\*  
Anschlussgrad \_\_\_\_\_ rd. 98%\*  
Gesamtkapazität der 72 Kläranlagen \_\_\_\_\_ 3,262 Mio. Einwohnerwerte  
Gesamtabwasservolumen  
(einschließlich Niederschlagswasser) \_\_\_\_\_ 386 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr

### Ablaufwerte des gereinigten Abwassers (mengengewichtete Mittelwerte)

Biochemischer Sauerstoffbedarf (ATH-BSB<sub>5</sub>) \_\_\_\_\_ 3,6 mg/l  
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) \_\_\_\_\_ 23,0 mg/l  
Ammonium-Stickstoff (NH<sub>4</sub>-N) \_\_\_\_\_ 1,1 mg/l  
Stickstoff (N<sub>anorganisch</sub>) \_\_\_\_\_ 7,2 mg/l  
Stickstoff (N<sub>gesamt</sub>) \_\_\_\_\_ 8,3 mg/l  
Phosphor (P<sub>gesamt</sub>) \_\_\_\_\_ 0,51 mg/l  
Klärschlammbehandlung  
entsorgte Trockenmasse von \_\_\_\_\_ 42.983 t<sub>TR</sub>/Jahr

\* 2008

### Leistungen der Wassermengewirtschaft

Sicherung der Wasserversorgung  
eines Gebietes mit \_\_\_\_\_ 4,6 Mio. Einwohnern  
bei einer Entnahme für die Versorgung  
innerhalb des Ruhreinzugsgebietes von \_\_\_\_\_ 326 Mio. m<sup>3</sup> Wasser  
bei einer Entnahme für die Versorgung  
außerhalb des Ruhreinzugsgebietes  
(einschließlich aller Wasserverluste) von \_\_\_\_\_ 213 Mio. m<sup>3</sup> Wasser  
Schutz vor Hochwasser und Wassermangel  
(bezogen auf die Ruhrmündung)  
durch Verringerung des Maximalabflusses von \_\_\_\_\_ 292 auf 263 m<sup>3</sup>/s  
durch Erhöhung des Minimalabflusses von \_\_\_\_\_ 1,5 auf 19,1 m<sup>3</sup>/s

### Sonstige Leistungen

#### Qualitätsüberwachung und Beratung

Probenahmen mit insgesamt \_\_\_\_\_ 230.000 Bestimmungen

#### Stromerzeugung

LLK-Biggegruppe \_\_\_\_\_ 32,6 Mio. kWh  
LLK-Nordgruppe \_\_\_\_\_ 34,3 Mio. kWh  
Ruhrverband-Stauseen \_\_\_\_\_ 83,0 Mio. kWh  
Blockheizkraftwerke auf Kläranlagen \_\_\_\_\_ 39,0 Mio. kWh  
Stromerzeugung insgesamt \_\_\_\_\_ 188,9 Mio. kWh

#### Forstwirtschaft und Fischerei

Aufforstungsfläche \_\_\_\_\_ 253 ha  
Fischereierlaubnisscheine \_\_\_\_\_ 4.610 Stück

**Stand: 31. Dezember 2009**

Die Arbeitsgemeinschaft  
der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) im Jahre 2009









Dipl.-Geol.  
Helmut Sommer

Der vorliegende 37. Ruhrgütebericht verdeutlicht die vielfältigen Tätigkeiten des Ruhrverbands und der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR) im zurückliegenden Jahr. So konnten auch 2009 durch Messprogramme und darauf aufbauende Maßnahmen wieder viele Erfolge zur Qualitätssicherung des Ruhrwassers erzielt werden. Es ist aber auch festzustellen, dass noch Probleme bestehen und auch zukünftig weitere Maßnahmen ergriffen werden müssen.

Auch im Jahr 2009 konnten die Ruhrwasserwerke die gewohnt hohe Versorgungsqualität in der Trinkwasserversorgung sicherstellen. Hierzu beigetragen haben besonders auch das Umweltministerium durch die Schaffung umweltverbessernder Regelungen, die wasserwirtschaftlichen Behörden durch gezielte Maßnahmen vor Ort und der Ruhrverband, verantwortlich für die Bewirtschaftung des Gewässers Ruhr.

So konnten die Belastungen der Ruhr durch perfluorierte Tenside, vor allem durch die beiden Einzelstoffe PFOA und PFOS, in den zurückliegenden Jahren kontinuierlich vermindert werden. Durch eine gezielte Sanierung besonders belasteter Flächen im Ruhr-einzugsgebiet sowie durch Maßnahmen in den Wasserwerken wurden inzwischen die Konzentrationen dieser Substanzen in der Ruhr und im daraus gewonnenen Trinkwasser bis an den Bereich der analytischen Nachweisgrenze abgesenkt. Zurzeit stellen daher diese Stoffe für die Ruhrwasserwerke kein qualitatives Problem dar.

Auch die Gewässerbelastung durch die Substanz Tetraoxaspiro (5,5)undekan, kurz TOSU genannt, die 2008 als Problemsubstanz in der Ruhr erkannt und intensiv in der Öffentlichkeit diskutiert wurde, stellt inzwischen keine Beeinträchtigung mehr für die Wasserwirtschaft dar. Auf Veranlassung des Umweltministeriums wurde an der Einleitungsstelle kurzfristig eine geeignete Abwasserbehandlungsanlage installiert, die inzwischen eine nachhaltige

Verminderung der TOSU-Fracht in der Ruhr unter die Nachweisgrenze ermöglicht.

Allerdings wurden auch im Berichtszeitraum 2009 neue Gewässerbelastungen festgestellt, die ein gemeinsames Handeln aller wasserwirtschaftlichen Institutionen erforderlich machten. Beispielfähig sind hier erhöhte Sulfolan-Belastungen in der Lenne im Februar/März 2009 zu nennen, die über den Abwasserpfad in das Gewässer gelangten und auch bis in die Ruhr zu verfolgen waren. Auch ein Großbrand in Iserlohn, bei dem Löschwasser in das Flusssystem gelangte, führte zu kurzzeitigen Belastungen der Ruhr durch organische Spurenstoffe und Schwermetalle.

Trotz einer fortlaufenden und deutlichen Verbesserung der Ruhrgüte in den zurückliegenden Jahren, ein positives Ergebnis vieler durchgeführter Maßnahmen, zeigen diese Beispiele doch, dass die Ruhr als „offenes“ Gewässer nicht vollständig gegen alle Belastungen geschützt werden kann. Durch technische Störungen, Unfälle, fehlende Kenntnisse oder auch kriminelles Handeln werden auch in Zukunft immer wieder im Einzelfall erhöhte Belastungen des Gewässers festzustellen sein.

Besonders bedeutsam für die Wassergewinnung sind aus heutiger Sicht die mikrobiologischen Belastungen des Gewässers sowie die vielfältigen organischen Spurenstoffe, z. B. Lösemittel, Medikamentenrückstände, Pflanzenbehandlungsmittel, Flammenschutzmittel. Hier sind gemeinsam durch alle Beteiligten Strategien zu entwickeln, um das Ökosystem Ruhr besser zu schützen, gleichzeitig in der Zukunft aber auch weiterhin eine sichere Trinkwasserversorgung auf hohem Qualitätsniveau sicherstellen zu können.

Die Landesregierung hat hierzu das Programm „Reine Ruhr“ entwickelt, das von den Wasserwerken ausdrücklich unterstützt wird. Es sieht verschiedene Maßnahmen in der Fläche des Ruhr-einzugsgebiets vor, um Schadstoffeinträge in das Gewässer aus diffusen Quellen zu reduzieren. Dadurch soll nachhaltig die Gewässergüte verbessert und eine Beeinträchtigung der Flora und Fauna in der Ruhr und ihren Nebengewässern vermieden werden.

Das Programm „Reine Ruhr“ richtet sich allerdings auch an die Wasserwerke an der Ruhr, die Oberflächenwasser entnehmen und durch verschiedene Techniken, beispielsweise auch durch die künstliche Grundwasseranreicherung, zu Trinkwasser aufbereiten. Da eine erhöhte Gewässerbelastung besonders durch mikrobiologische Parameter und organische Spurenstoffe zukünftig nicht auszuschließen ist, fordert die Landesregierung aus Gründen der Vorsorge eine Ergänzung verschiedener Wasserwerke um zusätzliche geeignete Aufbereitungsstufen. Hierdurch soll auch bei unerwarteten Gewässerbelastungen die sichere Trinkwasserversorgung unserer Region gewährleistet werden.

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e. V. hat bereits in der Arnsberger Vereinbarung (2006) ihre grundsätzliche Bereitschaft zur Umsetzung dieser Forderungen erklärt. Viele Wasserversorgungsunternehmen haben inzwischen mit der Ergänzung ihrer Aufbereitungstechniken begonnen bzw. geeignete

Konzepte zur Verbesserung einer Schadstoffelimination im Falle von Gewässer- und Grundwasserverunreinigungen erarbeitet.

Allerdings bedingt eine Umsetzung dieser technischen Maßnahmen sehr hohe Investitionen der Wasserwerksbetreiber, die sich zwangsläufig im Wasserpreis niederschlagen werden. Deshalb erwarten die Wasserwerke, auch im Interesse ihrer Kunden, für die weitergehenden Aufbereitungsmaßnahmen eine langfristige Planungs- und Rechtssicherheit. Derzeit stehen die Ruhrwasserwerke daher in einem engen Dialog mit dem Umweltministerium (MUNLV), um gemeinsam die entsprechenden Grundlagen für die notwendigen Schritte zu einer noch weitergehenden Wasseraufbereitung zu schaffen.

Einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Ruhrwasserbeschaffenheit und Sicherung der Trinkwasserversorgung leistet seit Jahrzehnten eine Kooperation zwischen Landwirtschaft und Wasserwirtschaft im Ruhreinzugsgebiet. Im Rahmen dieser Kooperation beraten durch die Wasserwerke finanzierte Fachkräfte vor allem landwirtschaftliche Betriebe im Ruhreinzugsgebiet und unterstützen diese bei einem optimierten, umweltorientierten Einsatz von Düngern und Pflanzenbehandlungsmitteln. Dies ist ein wichtiger Beitrag zum Umweltschutz und die Erfolge dieser Beratungsleistungen in der Ruhr lassen sich auch qualitativ nachweisen. Die Ruhrwasserwerke haben sich daher entschlossen, auch über das Jahr 2009 hinaus den landwirtschaftlichen Betrieben die erfolgreichen Beratungen anzubieten und den Kooperationsvertrag mit der Landwirtschaftskammer daher erneut verlängern.

Zur Zeit werden die Trinkwasserverordnung, das Landeswassergesetz in Nordrhein Westfalen sowie die deutschen Grund- und Oberflächenwasserverordnungen novelliert bzw. erarbeitet. Diese Gesetze bzw. Verordnungen schaffen wesentliche Grundlagen eines wasserwirtschaftlichen Handelns der Ruhrwasserwerke in den nächsten Jahren und bilden die Voraussetzungen für viele Untersuchungsprogramme und technische Maßnahmen. Es ist daher eine wichtige Aufgabe für die Ruhrwasserwerke, die Erarbeitung dieser Gesetze und Verordnungen aktiv mit zu begleiten und die hier vorliegenden Erfahrungen in die Ausarbeitung der Regelungen einfließen zu lassen. Wichtig ist dabei, dass das über Jahrzehnte bewährte Multi-Barrieren-Prinzip der Ruhrwasserwerke, das sich u. a. auf die künstliche Grundwasseranreicherung zur Sicherstellung ausreichender Wasserkommen stützt, in diesem gesetzgeberischen Verfahren eine ausreichende Berücksichtigung findet.

Der AWWR gehören inzwischen 18 Mitglieder an, nachdem in den zurückliegenden Monaten auch die Stadtwerke Sundern und die Stadtwerke Brilon AÖR der Gemeinschaft beigetreten sind.

Damit in Zukunft die Ruhrwasserwerke schneller auf neue Herausforderungen reagieren und gemeinsam handeln können, haben sich die Unternehmen 2009 noch enger zusammen geschlossen. Im November wurde daher die bisherige Arbeitsgemeinschaft der Ruhrwasserwerke in einen eingetragenen Verein überführt, der zukünftig unter dem Namen AWWR Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V. tätig sein wird. Eine gleichzeitig

verabschiedete neue Satzung regelt das gemeinsame Handeln und stellt sicher, dass die AWWR auch zukünftig ein kompetenter Partner für unsere Mitbürger, die wasserwirtschaftlichen Behörden und den Ruhrverband ist.

Herr Sander, der bisherige Vorsitzende der AWWR, hat der neuen Satzung entsprechend nicht erneut für den Vorsitz der Arbeitsgemeinschaft kandidiert, steht aber dem Präsidium der Ruhrwasserwerke mit seinen langjährigen Erfahrungen weiterhin zur Verfügung. Für seine Tätigkeit als Vorsitzender der Ruhrwasserwerke in den zurückliegenden, für die Wasserwirtschaft wichtigen drei Jahren möchte ich Herrn Sander an dieser Stelle besonders danken.

Im November 2009 hat die AWWR ein neues Präsidium gewählt, das sich nun aus folgenden Mitgliedern zusammensetzt:

Robert Dietrich (Hochsauerlandwasser GmbH)  
Dr. Christoph Donner (RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH)  
Roland Rütger (Mark-E)  
Hansjörg Sander (VWW Verbundwasserwerk Witten GmbH)  
Helmut Sommer (Wasserwerke Westfalen GmbH)

Wir sind sicher, dass die AWWR durch die Vereinsgründung gestärkt wurde und damit auch zukünftig weiterhin einen wichtigen Beitrag zum Schutz unserer Ruhr und der Trinkwasserversorgung des Ruhrgebiets und angrenzender Bereiche liefern kann.

Ich danke an dieser Stelle allen Beteiligten für ihr großes persönliches Engagement sowie die wertvolle Unterstützung unserer Gemeinschaft.



Dipl.-Geol. Helmut Sommer  
Wasserwerke Westfalen GmbH  
Vorsitzender des Präsidiums der Arbeitsgemeinschaft  
der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR)

---

## 18 AWWR-Ausschusstätigkeit

---

### Ausschuss Wassergüte

*Obfrau: Ninette Zullei-Seibert, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH und Institut für Wasserforschung GmbH, Schwerte*

---

Der Fachausschusses Wassergüte hat sich im Jahr 2009 zur 83. und 84. Sitzung zusammengefunden. Im Ausschuss vertreten sind Mitglieder aus dem Bereich der Wasserversorgungsunternehmen, dem Hygiene-Institut des Ruhrgebiets Gelsenkirchen (H.I.), dem Institut für Wasserforschung GmbH Dortmund (IfW), dem Ruhrverband (RV) und der Westfälischen Wasser- und Umweltanalytik GmbH (WWU). Im Berichtsjahr ist Dr. Volkmar Neitzel, Ruhrverband, ausgeschieden. Der Ausschuss dankt ihm auch an dieser Stelle ausdrücklich für seine langjährige zuverlässige und kollegiale Unterstützung. Die Zusammenstellung und Berichterstattung der Daten aus den Ruhrlängsuntersuchungen und den zeitdichten Messungen übernimmt künftig Hans-Peter Lipka, Ruhrverband. Weiterhin wurde Jürgen Schwarberg, Stadtwerke Sundern, als neues Mitglied aufgenommen.

Im Berichtsjahr hat sich der Ausschuss mit einer Vielzahl von übergeordneten und praktischen Themen beschäftigt. Darunter fielen die Novellierung der Trinkwasserverordnung, das Verbändememorandum „Forderung zum Schutz von Oberflächenwasser zur Sicherung der Trinkwasserversorgung“ sowie die geplanten Forschungsaktivitäten zum Programm „Reine Ruhr“, die Durchführung von Vergleichsuntersuchungen zu anorganischen, organischen und mikrobiologischen Parametern oder die Zusammenstellung von Vorgehensweisen bei bakteriologischen Freigaben von Rohrnetzmaßnahmen.

Die Nachwirkungen der „Arnsberger Vereinbarung“ zwischen AWWR und MUNLV aus dem Jahr 2006 sowie das Aktionsprogramm „Reine Ruhr“ des MUNLV prägten einmal mehr die Arbeit des Ausschusses Wassergüte. Infolge des PFT-Schadens ist eine deutliche Sensibilisierung der Verantwortlichen gegenüber unerwünschten Veränderungen der Ruhrgüte zu beobachten. Beispiele hierfür waren der Eintrag von Sulfolan sowie der Fehlalarm bei Limonen.

Die im Ausschuss vertretenen Wasserversorgungsunternehmen haben durch eigene Untersuchungen Behörden und Ruhrverband bei der Suche nach den Eintragsquellen von Sulfolan bestärkt und unterstützt. Einen wesentlichen Beitrag zur sicheren Befundbewertung hat der Arbeitskreis Organische Spurenanalytik mit der Durchführung von Vergleichsuntersuchungen geleistet.

Allerdings haben die Vorkommnisse im letzten Jahr auch gezeigt, dass die bestehenden Kommunikationsstrukturen zwischen AWWR, Behörden und Ruhrverband Optimierungspotenzial aufweisen. Die Mitarbeit der AWWR an einem neuen behördlichen

Warn- und Informationsplan Ruhr wird daher von den Ausschussmitgliedern begrüßt und fachlich unterstützt. Dies trägt der Erfahrungen Rechnung, dass trotz zielgerichteter Untersuchungsprogramme Überraschungen nicht auszuschließen sind und bei Störmeldungen schnelle und schlanke Informationsketten zwischen den verschiedenen Betroffenen und Akteuren bestehen müssen.

Seit Mitte des Jahres 2008 betreut der Ausschuss gemeinsam mit dem Institut für Wasserforschung GmbH, Schwerte, das Monitoring der AWWR zu relevanten organischen Stoffen in der Ruhr. Da die Konzentrationen von TOSU nach entsprechenden Minimierungsmaßnahmen des Einleiters deutlich abgenommen hatten, wurden eigene Untersuchungen hierzu eingestellt. Die regelmäßigen Messungen des LANUV werden derzeit als ausreichend erachtet.

Alle Ergebnisse des AWWR-Monitorings sind in diesem Ruhrgüterbericht nachzulesen (siehe „Organische Spurenstoffe in der Ruhr – Fortsetzung des AWWR-Monitorings“, Christian Skark, Institut für Wasserforschung GmbH). Sie zeigen, dass die Ruhr erwartungsgemäß nicht frei von den Auswirkungen menschlichen Handelns ist. Unerwünschten Stoffeinträgen ist durch wirksame Maßnahmen entgegen zu treten, um die Ruhr und das daraus gewonnene Trinkwasser nachhaltig zu schützen. Das Monitoring der AWWR trägt dazu bei, Defizite der Ruhrwassergüte zu erkennen und zu benennen, lokale Eintragsquellen von Schadstoffen zu ermitteln, Minimierungsstrategien zur Vermeidung weiterer Belastungen zu entwickeln und die Behörden bei ihren Bestrebungen zur nachhaltigen Sicherung der Wassergüte zu unterstützen.

Die Befunde der „traditionellen“ Gewässerinhaltsstoffe erfordern, mit Ausnahme der Komplexbildner, nach Auffassung des Ausschusses wenig oder keinen Handlungsbedarf. Ihre Entwicklung wird im diesjährigen Beitrag von Dr. Henning Schünke kommentiert und anhand der gültigen Zielwerte bewertet. Ergänzend werden die Komplexbildner von Dr. Mathias Schöpel im Artikel „Vorkommen von Komplexbildnern in der unteren Ruhr und deren Verhalten in der Trinkwasseraufbereitung bei RWW“ behandelt.

Mit den derzeit gültigen Qualitätszielen für die Ruhrgüte wird sich der Ausschuss in naher Zukunft intensiv befassen. Sie sind anhand der Entwicklung im Umfeld und der neuen Untersuchungsergebnisse kritisch zu überprüfen und bei Bedarf zu überarbeiten.

Pflanzenschutzmittel und ihre Abbauprodukte besitzen aufgrund der guten Beratung im Rahmen der Kooperation Landwirtschaft/Wasserwirtschaft an der Ruhr und den Anwendungsmodalitäten im Ruhreinzugsgebiet für die Trinkwassergewinnung aus der Ruhr keine Relevanz. Änderungen im eingesetzten Wirkungsspektrum müssen allerdings in regelmäßigen Abständen ermittelt werden, um die Untersuchungsprogramme gemäß den Anforderungen der Trinkwasserverordnung an die Praxis anzupassen. Aus diesem

Anlass sind im Beitrag von Dominik Schröder, Daniel Wibbeke und Ninette Zullei-Seibert detaillierte Auswertung aus zwei Teil-einzugsgebieten der Ruhr dargestellt. Den von der AWWWR finanzierten Beratern, die ihre Tätigkeit unter anderem auf Informationen aus dem Ausschuss Wassergüte stützen, sei an dieser Stelle für ihr Engagement zum Erhalt und zur Verbesserung der Wassergüte gedankt.

### **Arbeitskreis Allgemeine und anorganische Analytik**

*Obmann: Dr. Georg Böer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte*

Der Arbeitskreis (AK) hat im Berichtszeitraum einmal am 26.11.2009 getagt (70. Sitzung). Ihm gehören 11 Mitglieder an (s. Mitgliederliste Ausschüsse und Arbeitskreise). Die Besprechung der Vergleichsanalysen war wie immer wichtiger Punkt des Treffens. Die vier Vergleichsanalysen VA 75 - 78 zeigten weiterhin gute Übereinstimmungen unter den beteiligten Laboratorien, auch bei den Parametern Ammonium, Nitrit und Phosphat, die dem Wasser aufgrund geringer natürlicher Gehalte zugesetzt werden. Die Zusätze liegen im Bereich von ca. 0,1 bis 1 mg/L (bis ca. 3 mg/L bei Phosphat) und wurden bei allen vier VA gut und innerhalb der vom AK festgelegten Schwankungsbreiten wiedergefunden.

Die Laboratorien hatten auch mit der jährlichen Sonderprobe mit dotierten Schwermetallen wie üblich keine Probleme. Mit der für 2010 avisierten Umstellung des Probenwassers auf Wasser aus der Ruhr rechnet der AK allerdings aufgrund der langjährigen Erfahrungen mit einer Verschlechterung bei den Übereinstimmungen von Mangan, Eisen und vor allem Aluminium, verursacht durch schwebstoffgebundene Anteile. Als zusätzliche Kontrollmaßnahme wurde daher beschlossen, ab 2010 zur Schwermetallsonderprobe zusätzlich Mangan, Eisen und Aluminium zuzusetzen.

Der intensivierte Erfahrungsaustausch soll auch zukünftig fortgesetzt werden. Auf der Tagesordnung stehen besondere Erfahrungsberichte, die den Informationsaustausch stärken sollen.

### **Arbeitskreis Organische Spurenanalytik**

*Obfrau: Petra Bröcking, Hygiene-Institut Gelsenkirchen*

Der Arbeitskreis organische Spurenanalytik (7 Mitglieder, s. Mitgliederliste Ausschüsse und Arbeitskreise) hat sich im Jahr 2009 aus organisatorischen Gründen nur zu einem Arbeitstreffen zusammen gefunden (April). Der Schwerpunkt dieser Sitzung des Arbeitskreises war das zu diesem Zeitpunkt hochaktuelle Thema Sulfolan.

Zur Erinnerung: Im Rahmen der zeitnahen Ruhr-Überwachung durch das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) wurde Anfang März 2009 Sulfolan in der Ruhr sicher identifiziert. Die Gehalte des eher gering toxischen Stoffes lagen im unteren µg/l-Bereich. Auch im Trinkwasser der betroffe-

nen Wasserwerke konnte Sulfolan nachgewiesen werden. Nach Einschätzung des LANUV bestand auf Grund der Funde keine gesundheitliche Besorgnis. [18.1]

Für diesen Stoff wurde daraufhin in einigen Laboren des Arbeitskreises sehr kurzfristig ein Untersuchungsverfahren entwickelt. Im Arbeitskreis „organische Spurenanalytik“ wurden unter Beteiligung des zuständigen Labors im LANUV (Gast: Herr Dr. Sielex) die eingesetzten Verfahren zur Probenaufbereitung und Messung diskutiert sowie aktuelle Informationen ausgetauscht.

Um einen Eindruck von der Vergleichbarkeit der mit den unterschiedlichen Labormethoden erzielten Ergebnisse zu bekommen, erklärten sich alle betroffenen Labore bereit, an einer Vergleichsuntersuchung teilzunehmen. Es wurden zwei vorbereitete Proben verteilt, davon eine Probe mit aufgestocktem, bekanntem Gehalt. Die Ergebnisse dieser Vergleichsuntersuchung zeigten für die eingesetzten Ad-hoc-Verfahren gute Ergebnisse. Es wurden von allen teilnehmenden Laboren Gehalte gleicher Größenordnung gefunden.

Die Bearbeitung des Themas „Bestimmung von Sulfolan“ zeigt, dass innerhalb des Arbeitskreises dringende analytische Themen auch kurzfristig bearbeitet werden können und sogar Vergleichsuntersuchungen möglich sind. Hier ist sicherlich die auch räumliche Nähe der Arbeitskreismitglieder zueinander sowie die hohe Bereitschaft der fachlichen Zusammenarbeit hilfreich.

Auch im Jahr 2009 wurden zahlreiche weitere Vergleichsuntersuchungen innerhalb des Arbeitskreises durchgeführt. Hier kann allgemein eine gute Vergleichbarkeit der Analysenergebnisse festgestellt werden. Im regelmäßigen Erfahrungsaustausch wurde aus den Laboren u. a. über Beschaffungen und neue Entwicklungen berichtet.

### **Arbeitskreis Mikrobiologie**

*Obfrau: Dr. Gudrun Preuß, Institut für Wasserforschung GmbH Dortmund, Schwerte*

In den letzten Jahren befasste sich der Arbeitskreis Mikrobiologie regelmäßig mit der Umsetzung neuer bzw. revidierter Normen und Regelwerke, die für die mikrobiologische Überwachung von Roh- und Trinkwasser eine Rolle spielen. Hierfür werden je nach aktueller Fragestellung Vergleichsuntersuchungen von den im Arbeitskreis vertretenen Laboratorien durchgeführt. Außerdem stehen jeweils aktuelle Themen zur Qualitätssicherung, Methodenverbesserung oder Befundbewertung auf der Tagesordnung.

Ein wichtiges Thema des Arbeitskreises war im Jahr 2009 die Vergleichbarkeit unterschiedlicher Verfahren zum Nachweis des Fäkalindikators *Escherichia coli* (*E. coli*) und von coliformen Bakterien im Wasser. Hintergrund ist eine mögliche Ablösung der bisherigen Verfahren mit Endo-Agar (für Oberflächenwasser) sowie mit TTC-Agar (für Trinkwasser) durch das Verfahren mit

[18.1] <http://www.lanuv.nrw.de/umwelt/stoerfaelle/andere.htm>

Chromocult®-Coliformen-Agar. Hiermit können im Gegensatz zum derzeit durch die Trinkwasserverordnung vorgegebenen TTC-Verfahren Trink- und Oberflächenwässer gleichermaßen untersucht werden.

Für die Vergleichsuntersuchung wurden zwei Proben untersucht (Probe 1 = unbehandeltes Ruhrwasser, Probe 2 = mit 6 coliformen Spezies dotiertes Ruhrwasser). Es nahmen neun Labore an der Vergleichsuntersuchung teil. Einige Labore bestimmten parallel *E. coli* mittels Mikrotiterplattenverfahren (für Badegewässer) bzw. *E. coli* und Coliforme mit dem MPN-Verfahren „Colilert® 2000“.

Für den Nachweis von *E. coli* wurde eine gute Übereinstimmung zwischen Colilert®, Mikrotiterplatten- und Chromocult®-Verfahren beobachtet. Bei dem Nachweis coliformer Bakterien: bestätigte sich eine in Fachkreisen diskutierte Tendenz zu leicht höheren Coliformenbefunden mit dem Colilert®-Verfahren. Die Unterschiede zum Endo-Verfahren sind jedoch nicht als signifikant anzusehen. Auf dem zukünftig wahrscheinlich als Referenzverfahren vorgesehenen Chromocult®-Agar wurden geringfügig niedrigere Werte als auf dem Endo-Agar beobachtet. Es wuchs weniger Begleitflora, was eine erleichterte Auswertbarkeit bedeutet.

Langfristig soll der im Rahmen der Ruhruntersuchungen bisher verwendete Endo-Agar durch ein aktuelleres Verfahren abgelöst werden. Das Chromocult®-Verfahren scheint hierfür gut geeignet.

---

## Ausschuss Wassergewinnung

*Obmann: Ulrich Peterwitz, GELSENWASSER AG, Gelsenkirchen*

---

Der Ausschuss Wassergewinnung hat im Berichtsjahr 2009 turnusmäßig zweimal getagt, und zwar am 17. Februar 2009 beim Ruhrverband in Essen und am 29. September 2009 bei der Hochsauerlandwasser GmbH. In der personellen Zusammensetzung des Ausschusses gab es keine Veränderungen. Themenschwerpunkte waren die Erneuerung des AWWR Meldeplans Ruhr, Erdwärmennutzung in Wassereinzugs- bzw. Wasserschutzgebieten, die Planung des Landes Nordrhein-Westfalen zur Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie sowie die Konsequenzen aus der Novellierung des Wasserhaushaltsgesetzes.

Nachdem die Landesregierung Ende 2008 das Maßnahmenprogramm und den Bewirtschaftungsplan zur Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie in NRW vorgelegt hat, wurde innerhalb der AWWR ein Ausschuss übergreifender Arbeitskreis gebildet, der sich mit der Landesplanung auseinandergesetzt und eine gemeinsame Stellungnahme für die AWWR erarbeitet hat.

### *Berichte aus den Mitgliedsunternehmen*

Die Stadtwerke Menden haben das Wasserwerk Lendringsen aufgegeben. Aus diesem Wasserwerk wurde die Stadt Balve beliefert. Stattdessen erfolgt die Belieferung nunmehr aus dem Ruhrwasserwerk der Stadtwerke Menden. Das zugehörige Wasserschutzgebiet wurde lt. Meldung im Amtsblatt der Bezirksregierung Arns-

berg vom 28. März 2009 aufgehoben mit Wirkung zum 23. März 2009.

Die Stadtwerke Arnsberg haben sich entschieden, das Wasserwerk Möhnebogen und das Wasserwerk Langel jeweils um eine Membranfiltrationsanlage, Aktivkohlefiltration und UV-Desinfektion zu erweitern. Der Baubeginn ist für 2010 und die Inbetriebnahme für 2011 vorgesehen.

Die Bauarbeiten für das Verbundprojekt der Wassergewinnung Essen GmbH haben begonnen. Unter anderem wurde bei Verlegung eines neuen Ruhr-Dükers ein neues Verfahren zur Betonummantelung der Wassertransportleitungen eingesetzt.

### *Neuer AWWR Meldeplan Ruhr*

Für die Auslösung der Meldekette der Mitgliedsunternehmen der AWWR bei Ereignissen, die in akuter Weise negativ auf die Wasserbeschaffenheit und das Abflussgeschehen der Ruhr Einfluss nehmen oder einzuwirken drohen, wurde der neue AWWR Meldeplan Ruhr aufgestellt. Er wurde aus einem bestehenden Alarmplan weiterentwickelt und bezieht die maßgeblichen behördlichen Stellen des Landes mit ein.

Als wesentliche Änderungen sind die Erweiterung der AWWR um die neuen Mitglieder Hochsauerlandwasser GmbH, Wasserbeschaffungsverband Arnsberg, die Stadtwerke Sundern und die Stadtwerke Brilon AöR, die Neuordnung der Behördenstruktur und die Unterscheidung zwischen einer „Information“ oder einem „Alarm“ zu nennen. Zudem stehen die Meldeformulare zukünftig digital zur Verfügung.

### *Erdwärmennutzungen in Wassereinzugsgebieten*

Die Wasserwerke Westfalen GmbH, GELSENWASSER sowie RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH haben gemeinsame Gespräche mit den Zulassungsbehörden für Erdwärmennutzungen in Wassereinzugsgebieten über die Möglichkeit geführt, die Positionen des DVGW zur Erdwärmennutzung in der Genehmigungspraxis zu berücksichtigen. Zentrale Punkte waren hierbei die unterschiedliche Genehmigungs- und Überwachungspraxis, die mögliche Begleitung der Bauarbeiten durch einen unabhängigen Sachverständigen sowie die Diskussion über ein von der Wasserversorgung gefordertes Verbot der Erdwärmennutzung in der Schutzzone III/IIIA. Ausgangspunkt waren bekannte gewordene Unfälle und Defizite bei der Bauausführung, die zu einer Gefährdung des Grundwassers führen können. Das große Interesse an dieser Form der Nutzung regenerativer Energiequellen und die starke Zunahme neuer Anlagen haben auch bundesweite Überlegungen über neue Regelungen ausgelöst. Die Gespräche werden fortgesetzt.

### *Scheitern des Umweltgesetzbuches, Novelle des Wasserhaushaltsgesetzes*

Mit der Einführung eines so genannten Umweltgesetzbuches (UGB) sollten die derzeitigen nebeneinander stehenden deutschen

Umweltgesetze zusammengeführt werden. Es wurde dabei das Ziel verfolgt, von der bisher sektoralen Betrachtung zu einem integrierten Umweltschutz zu kommen, wie er im europäischen Umweltrecht verankert ist. Nachdem die Wirtschaft dem Vorhaben anfangs aufgeschlossen gegenüberstand, scheiterte das Umweltgesetzbuch letztlich im dritten Anlauf Anfang Februar 2009. Stattdessen wurde seitens des Gesetzgebers eine zügige Novellierung des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) vorangetrieben. Hierbei konnte man auf Bausteine des ehemaligen UGB (Zweites Buch, Wasserwirtschaft) zurückgreifen. Nach der Verkündung des neuen WHG traten einzelne Vorschriften bereits am 7. August 2009 in Kraft, die übrigen wurden am 1. März 2010 wirksam.

Das WHG ist nunmehr ein bundesweit geltendes Wassergesetz und hat aufgrund dieser Funktion deutlich an Umfang gewonnen. Aus ehemals 45 Paragraphen sind nunmehr 106 nebst zwei Anlagen geworden. Bei Vorschriften, die nicht unter die Begriffe „stoff- und anlagenbezogene Regelungen“ fallen, können die Bundesländer allerdings weiterhin abweichen, z. B. bei der Festsetzung von Uferstrandstreifen zum Schutz der Gewässer vor dem Eintrag von Verschmutzungen aus der Landwirtschaft.

Gewässerbenutzungen bedürfen einer Genehmigung. Alte Rechte und Befugnisse, etwa Verleihungen nach preußischem Recht, gelten weiterhin, wenn sie im Wasserbuch eingetragen sind und bestimmungsgemäß ausgeübt werden. Mit dem neuen WHG wurde bundesweit die Genehmigungsform der „gehobenen Erlaubnis“ entsprechend den bestehenden Regelungen in einigen Landeswassergesetzen eingeführt.

Der Schutz der öffentlichen Wasserversorgung gegenüber konkurrierenden Nutzungen wurde nicht verbessert. Die Breite von Gewässerrandstreifen zum Schutz vor Einträgen aus der Landwirtschaft wurde auf lediglich 5 Meter festgesetzt.

---

## Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit

*Obmann: Jörg Prostka, AVU Aktiengesellschaft für Versorgungsunternehmen, Gevelsberg (bis 12.01.2010); Obfrau: Ulrike Hütter, Wasserwerke Westfalen GmbH (ab 12.01.2010)*

---

Der Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit kam im Jahr 2009 turnusgemäß zu drei Arbeitssitzungen zusammen. Im Vergleich zu den Vorjahren gab es keine aktuellen Themen oder Situationen, die zu einer verstärkten Öffentlichkeitsarbeit führten.

In der Diskussion bewerteten die PR-Fachleute der AWWR-Mitgliedsunternehmen diese Entwicklung auch als Indiz, dass die schnelle, kontinuierliche und transparente Öffentlichkeitsarbeit bei den Medien eine Vertrauensbasis geschaffen hat. Aktiv hat sich die AWWR nur mit einer Pressemitteilung zur Vereinsgründung zu Wort gemeldet und so die Botschaft „Stärkung der Interessensvertretung“ positionieren können. Auch AWWR-intern begleitete der Ausschuss diese Professionalisierung. Die neuen Vereins-Strukturen mit einem fünfköpfigen Präsidium, einem Geschäftsführer und weiteren Verbesserungen in der Vereinssatzung nahm der

Ausschuss zum Anlass, auch für ein regelmäßiges Budget der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit zu plädieren. Zu den Überlegungen gehören ein allgemeines Informationsfaltblatt über die AWWR, Informationen und Aktionen über das Thema Arzneimittelrückstände sowie ein gemeinsamer Aktionstag in den Wasserwerken. Diese Vorschläge können nach und nach umgesetzt werden, sofern Mitgliederversammlung und Präsidium dies befürworten.

In der September-Sitzung des Ausschusses waren die Pressesprecher des NRW-Umweltministeriums und des LANUV zu Gast: In einer intensiven und kollegialen Diskussion wurden viele Themen rund um die Wasserversorgung an der Ruhr bzw. in NRW angesprochen und zahlreiche Anregungen ausgetauscht. Die Teilnehmer vereinbarten, dass bei Presseanfragen, geplanten Aktivitäten und anderen relevanten Themen sich die AWWR bzw. die Mitgliedsunternehmen einerseits und MUNLV/LANUV andererseits gegenseitig informieren. Als weitere Anregung nimmt die AWWR mit, mittels Pressekonferenz „gute Botschaften“ zu kommunizieren. Im September gab es auf der Pressekonferenz zum Ruhrgütebericht eine solche gute Botschaft, die der Ruhrverband präsentierte: Die Medien interessierten sich sehr für die Lachse, die wieder in der Ruhr laichen. Kritische Themen zu Spurenstoffen in der Ruhr oder die Konsequenzen für die Trinkwasseraufbereitung kamen so nicht vor. Für die AWWR-Pressearbeit bedeutete dies selbstverständlich, dass die Lachse und damit der Ruhrverband das Thema waren.

Nach der Vereinsgründung Anfang November 2009 und dem Wechsel an der AWWR-Spitze war es für den amtierenden Obmann klar, dass auch ein Wechsel bei der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit vollzogen werden sollte. Das Prinzip „Nähe zum Chef“ gilt auch für Verbandspressarbeit. Mit Ulrike Hütter als neuer Obfrau ist dieser Grundsatz und eine kontinuierliche PR-Arbeit gewährleistet. Der Ausschuss wählte sie Anfang Januar 2010 und benannte zwei Stellvertreter: Markus Rüdel (Ruhrverband) bleibt in dieser Position, Jörg Prostka (AVU) wird sich weiterhin um den AWWR-Internetauftritt kümmern.

## 19 Vorkommen von Komplexbildnern in der unteren Ruhr und deren Verhalten in der Trinkwasseraufbereitung bei RWW

Dr. Mathias Schöpel, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr

### Einleitung

Nitrilotriacetat (NTA), Ethylendiamintetraacetat (EDTA) und Diethylentriaminpentaacetat (DTPA) gehören zu den Komplexbildnern, die als naturfremde Stoffe über den Abwasserpfad in Oberflächengewässer eingetragen werden und in der Ruhr, aber auch im Rhein regelmäßig nachgewiesen werden [19.1, 19.2]. Sie finden Anwendung u. a. in Wasch- und Reinigungsmitteln, in der industriellen Behandlung von Oberflächen, in der Papier- und Zellstoffindustrie (zur Komplexierung von Eisen und Mangan), in Düngemitteln und als Konservierungsmittel (Lebensmittel, Kontaktlinsen, Kosmetika) sowie in der Humanmedizin (zur Schwermetallentgiftung, in der Zahnmedizin). Während NTA mikrobiell leicht abbaubar ist, sind die beiden Komplexbildner EDTA und DTPA nur als schlecht abbaubar einzustufen und werden in der Abwasserreinigung kaum zurückgehalten. EDTA ist sogar mit modernsten Abwasserbehandlungstechniken (Membranbioreaktor) kaum zu entfernen [19.3].

In Rhein und Ruhr werden aus diversen industriellen und kommunalen Einleitungen (Direkteinleitungen der Industrie und Kläranlagen) die Komplexbildner eingetragen und insbesondere die beiden Stoffe EDTA und DTPA in Konzentrationen in ein- und zweistelligem Mikrogramm-Bereich gefunden, wobei die Konzentrationen und Frachten flussabwärts durch die höheren Abwasseranteile zunehmen.

Im Rhein lagen die EDTA-Frachten zwischen 1991 und 2002 noch deutlich höher und nahmen vermutlich durch gezielte Maßnahmen der Industrie deutlich ab. Jedoch sind hier sowohl beim EDTA als auch beim DTPA in den letzten Jahren nahezu gleichbleibende Frachten feststellbar, wobei insbesondere der Main nach wie vor zu hohen DTPA-Einträgen beiträgt. In der mittleren und unteren Ruhr werden gegenüber dem Rhein höhere Konzentrationen an EDTA und vor allem DTPA nachgewiesen. Hiervon sind nicht nur die mittleren Konzentrationen (Tabelle 19.1), sondern vor allem die Maximalwerte betroffen.

Insbesondere bei niedriger Wasserführung der Ruhr werden durch den hohen Abwasseranteil (bis ca. 20-25 % Anteil gereinigtes Abwasser an der Ruhrmündung in Trockenphasen) hohe EDTA- bzw. DTPA-Konzentrationen im Ruhrwasser nachgewiesen. An der unteren Ruhr nehmen beide Stoffe vermutlich durch mikrobielle Abbaugänge wieder ab, wobei der EDTA-Abbau allerdings

Tabelle 19.1: Konzentrationen der Komplexbildner in Rhein und Ruhr  
Table 19.1: Concentrations of complexing agents in the Rhine and the Ruhr

Fluss/Messstelle	NTA in µg/l		EDTA in µg/l		DTPA in µg/l	
	Mittelw.	Max.	Mittelw.	Max.	Mittelw.	Max.
Rhein*						
Karlsruhe	0,6	1,2	3,5	5,9	1,7	3,7
Koblenz	< 0,5	1,0	5,1	7,0	1,3	2,8
Duisburg-Wittlaer	0,7	1,2	4,5	6,1	1,3	2,7
Ruhr*						
Echthausen	< 1,0	4,4	2,9	13,2	< 2,0	2,7
Witten	< 1,0	2,6	11,5	36,4	20,0	34,6
Essen	< 2,0	6,4	9,0	23,0	11,1	33,0

\* Quelle: ARW Jahresbericht 2008 [1] und Ruhrgütebericht 2008 [2]

deutlich geringer ausfällt. Eine Ursache hierfür ist möglicherweise die Bildung von EDTA beim DTPA-Abbau. Aus den unterschiedlichen Untersuchungen zur Ruhrwassergüte (Ruhrverband, AWWR, LANUV) wird klar, dass ein großer Anteil der EDTA- und DTPA-Frachten im Bereich von Hagen in die Ruhr eingeleitet wird [19.2]. Im Gegensatz dazu wird das NTA in der Ruhr auf einem deutlich niedrigeren Niveau nachgewiesen, wobei sich die Konzentrationen an der mittleren und unteren Ruhr nur unwesentlich unterscheiden.

### Bewertung der Komplexbildner

Im Zusammenhang mit dem Vorkommen verschiedener organischer Spurenstoffe in der Ruhr wurde auf Bitte des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW (MUNLV) hin in 2008 vom Bundesumweltamt (UBA) eine Reihe von Mikroverunreinigungen aus toxikologischer und trinkwasserhygienischer Sicht bewertet. Nach der Stellungnahme vom UBA vom 14. März 2008 [19.4] sind demnach die beiden in der Ruhr relevanten Komplexbildner EDTA und DTPA auf Basis chronischer und subchronischer tierexperimenteller Studien gut bewertet. Für EDTA publizierte die WHO im Jahre 2003 einen lebenslang duldbaren Leitwert (LW) für Trinkwasser in Höhe von LW = 600 µg/l. Für DTPA würde sich aus UBA-Sicht bei einer Bewertung ein LW in vergleichbarer Höhe ableiten lassen.

Das UBA hat daraufhin für die Summe der beiden Komplexbildner EDTA + DTPA einen „Vorsorgewert (GOW)“ von 10 µg/l in der oben zitierten Stellungnahme an das MUNLV festgelegt. Nach der aktuellen UBA-Systematik zur Festlegung und Ableitung von Grenz-, Leit-, Orientierungs- und Maßnahmenwerten aus 2009 [19.5] sind allerdings die beiden genannten Komplexbildner weder als Einzelstoffe noch als Summenwert in der betreffenden Bewertungsliste aufgelistet. Die aktuelle Bewertung sieht zudem eine Differenzierung zwischen „Vorsorgewert (= VW)“ und „Gesundheitlichem Orientierungswert (= GOW)“ vor. Insofern stellt sich



hier grundsätzlich die Frage nach der Verbindlichkeit des in der UBA-Stellungnahme 2008 genannten Summenwertes von 10 µg/l für EDTA + DTPA für das Trinkwasser. Der Autor geht in Übereinstimmung mit vielen Experten der Wasserwirtschaft davon aus, dass es sich bei diesem Wert daher um einen Vorsorgewert im Sinne der neuen UBA-Systematik handelt.

### Komplexbildner in der Trinkwasseraufbereitung

NTA und auch DTPA sind mikrobiologisch abbaubar und werden in der Untergrundpassage z. B. bei der Uferfiltration und der speziell an der Ruhr betriebenen Langsandsfiltration mit der sich anschließenden Untergrundpassage relativ gut eliminiert. EDTA ist dagegen nur schlecht mikrobiell abbaubar, so dass hier innerhalb der Untergrundpassage lediglich ein Teilabbau stattfindet. So wurde für die aerobe Uferfiltration am Niederrhein im Wasserwerk Duisburg-Wittlaer ein Wirkungsgrad der dortigen Untergrundpassage von etwa 50 bis 60 % beim EDTA-Abbau ermittelt [19.6].

Ozon kann EDTA oxidieren, wobei die Wirksamkeit des EDTA-Abbaus von der Ozondosis abhängig ist [19.1, 19.3]. Die üblicherweise in der Trinkwasseraufbereitung eingesetzte Dosis an Ozon reicht allerdings nicht aus, das EDTA vollständig zu oxidieren. Ein besserer EDTA-Abbau kann durch den Einsatz von Ozon/Wasserstoffperoxid bzw. Wasserstoffperoxid/UV erzielt werden. Mit der in der Trinkwasseraufbereitung häufig eingesetzten Kombination von Ozon/Aktivkohle, die z. B. an Rhein und Ruhr in den so genannten „Düsseldorfer Verfahren“ und „Mülheimer Verfahren“ ihre Anwendung findet, können Komplexbildner gut entfernt werden, wobei der Abbau von EDTA nur partiell erfolgt.

Beim Abbau von DTPA kann EDTA gebildet werden [19.3], so dass EDTA gegenüber den Ausgangskonzentrationen im Rohwasser im Laufe des Trinkwasseraufbereitungsprozesses partiell sogar teilweise ansteigen kann. Nähere wissenschaftliche Untersuchungen zu diesem Umwandlungsprozess stehen noch aus.

Die Komplexbildner und hier insbesondere EDTA sind wegen ihrer Eigenschaften als persistente und schwer abbaubare bzw. adsorbierbare Stoffe die Substanzen, die aus heutiger Sicht in der Trinkwasseraufbereitung mit herkömmlichen, aber auch fortschrittlichen Technologien einschließlich Membranverfahren nur schwer zu eliminieren sind und daher als trinkwasserrelevant einzustufen sind.

RWW hat schon seit den 1990er Jahren begonnen, zunächst NTA und EDTA und später auch DTPA im Roh- und Trinkwasser regelmäßig zu untersuchen, um u. a. die Wirksamkeit des in ihren Ruhrwasserwerken eingesetzten „Mülheimer Verfahrens“ zu ermitteln. Dieses Verfahren wurde in den 1970er Jahren von RWW zusammen mit dem damaligen Engler-Bunte-Institut der TH Karlsruhe (heute TZW Technologiezentrum Wasser) entwickelt und zählt auch heute noch zu den fortschrittlichsten Verfahren der Trinkwasseraufbereitung aus abwasserbelasteten Oberflächengewässern. Es ist als Multi-Barrieren-Verfahren angelegt und beinhaltet eine Vielzahl von Aufbereitungsstufen (Bild 19.1), wobei RWW in ihren vier Ruhrwasserwerken zwei Verfahrensvarianten einsetzt.

Basierend auf den herkömmlichen Stufen der Flockung, Sedimentation und Filtration beinhaltet das Verfahren den Einsatz von Ozon in Kombination mit biologisch wirksamen Mehrschicht- und Aktivkohlefiltern. Gerade die letztgenannten Stufen tragen ganz wesentlich zur Elimination von Mikroverunreinigungen bei. Weiterhin ist eine Untergrundpassage entweder vorab (mit Langsandsfiltration) oder im Anschluss an die Aufbereitung (als hydraulisch gekapseltes System) im Verfahren integriert. Im Wasserwerk Mülheim-Styrum-Ost besteht zudem die Möglichkeit, neben Ruhrwasser zusätzlich Rheinuferfiltrat aus dem RWW-Wasserwerk Duisburg-Mündelheim als Rohwasser vor der Aufbereitung (in die Langsandsfiltration oder in den Sammelbrunnen nach der Untergrundpassage) einzuspeisen. Eine Besonderheit des Wasserwerks Styrum-Ost ist es auch, alternativ zur üblichen Sicherheitsdesinfektion über Chlor seit 2003 die UV-Desinfektion hier anzuwenden.

### Untersuchungsergebnisse

Im Folgenden werden für die Komplexbildner NTA, EDTA und DTPA zunächst die Ausgangskonzentrationen im Ruhrwasser den Konzentrationen nach dem Aufbereitungsprozess im Trinkwasser gegenübergestellt. Es wurden hierzu die zwischen 1993 und 2009 gemessenen NTA- und EDTA-Konzentrationen sowie die zwischen 1999 und 2010 ermittelten DTPA-Konzentrationen für beide Aufbereitungsvarianten am Beispiel der Wasserwerke Mülheim-Styrum-Ost (= Variante 1) und Essen-Kettwig (= Variante 2) herangezogen und zur besseren Bewertung der Konzentrationsentwicklung zusätzlich der lineare Trend im betrachteten Zeitraum dargestellt. Für EDTA wurde außerdem die Trendentwicklung 1993 bis 2003 für den Rhein und im Uferfiltrat des Wasserwerks Duisburg-Mündelheim ermittelt.

In einem weiteren Untersuchungsschritt wurden dann für beide Verfahrensvarianten am Beispiel von EDTA die Abbauraten der jeweiligen Aufbereitungsstufen betrachtet. Hierzu wurden in 2006

[19.1] Brauch, H.-J., Fleig, M., Kühn, W. u. M. Schmitt: Wesentliche Ergebnisse aus dem ARW-Untersuchungsprogramm 2008. – in: ARW Jahresbericht 2008 (2009)

[19.2] Neitzel, V. u. H. Schünke (2008): AWWR-Analysenergebnisse des Ausschusses Wassergüte. – in: Ruhrgütebericht 2008, Essen (2009)

[19.3] UBA Umweltbundesamt: Protokoll zum Komplexbildnerfachgespräch am 18. Nov. 2004 in Berlin (mit Einzelberichten) – über: [www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/stoffhaushalt/komplexbildnerFG2004\\_Protokoll.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/stoffhaushalt/komplexbildnerFG2004_Protokoll.pdf)

[19.4] UBA Umweltbundesamt: Öffentliche Trinkwasserversorgung – Bewertung organischer Mikroverunreinigungen. – Schreiben UBA vom 14.03.2008 an das MUNLV Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW

[19.5] Dieter, H. H.: Grenzwerte, Leitwerte, Orientierungswerte, Maßnahmenwerte – Definitionen und Festlegungen mit Beispielen aus dem UBA. – Fortschreibung eines Vortrags zur 42. Essener Tagung für Wasser- und Abfallwirtschaft „Mikroschadstoffe in der aquatischen Umwelt“ vom 18.-20. März 2009 im EUROGRESS Aachen, 9S., Berlin: UBA Umweltbundesamt (2009) und über: [www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwassertoxikologie/grenzwerte\\_leitwerte.pdf](http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwassertoxikologie/grenzwerte_leitwerte.pdf)

[19.6] Denecke, E. u. C. K. Schmidt: Langjährige Untersuchungen zur Calcitlösekapazität und Spurenstoffentfernung bei der aeroben Uferfiltration am Niederrhein in Wittlaer. – in: ARW Jahresbericht 2008 (2009)

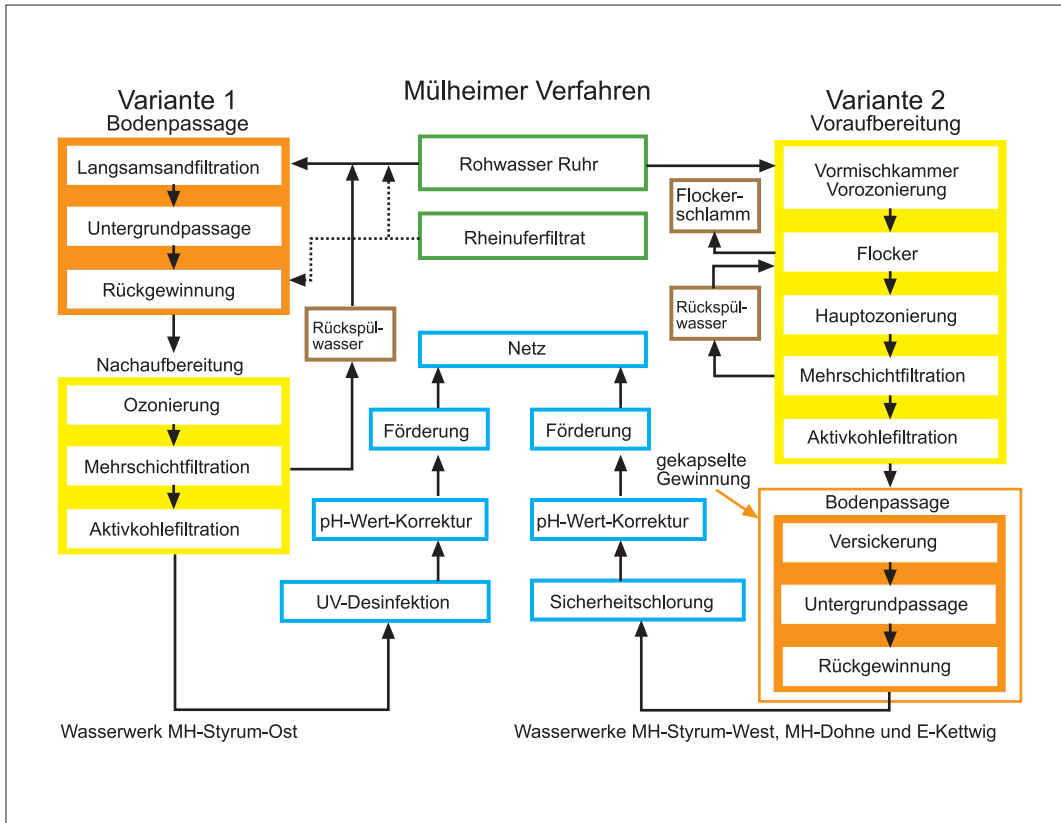


Bild 19.1: Mülheimer Verfahren mit Varianten bei RWW  
 Fig. 19.1: Mülheim approach with varieties at RWW (Renish-Westphalian Waterworks Society)

jeweils an vier Probenahmeterminen zeitgleich die wichtigsten Stufen innerhalb der Aufbereitungsprozesse der beiden Wasserwerke Mülheim-Styrum-Ost und Styrum-West (= Variante 2) untersucht.

Bild 19.2 zeigt zunächst für die Ruhr bei Mülheim-Styrum und für das Trinkwasser der beiden RWW-Wasserwerke Mülheim-Styrum-Ost und Essen-Kettwig die zwischen 1993 und 2009 gemessenen NTA-Gehalte (= Bestimmungsgrenze 0,2 µg NTA). Es wird deut-

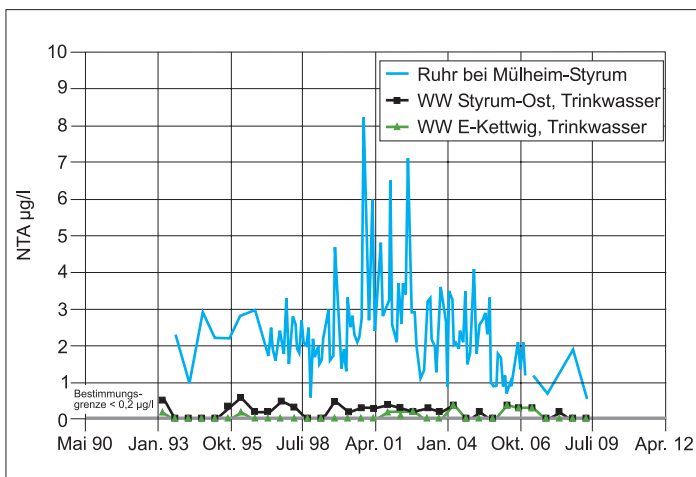


Bild 19.2: NTA-Gehalte in der unteren Ruhr und im RWW-Trinkwasser  
 Fig. 19.2: NTA levels in the lower Ruhr and in RWW drinking water

lich, dass NTA mit Ausnahme des Zeitraums 2000 bis 2002, in dem offensichtlich höhere NTA-Gehalte bis etwa 8 µg/l gefunden wurden, in der unteren Ruhr in einer Größenordnung von etwa 1 bis 4 µg/l vorkommt. Im Trinkwasser wurden bei beiden Verfahrensvarianten Konzentrationen von < 0,2 bis 0,5 µg/l bestimmt, so dass NTA zu etwa 90 % in der Aufbereitung bei RWW zurückgehalten werden kann.

In Bild 19.3 sind allerdings auf einer gegenüber NTA deutlich geringeren Datenlage die entsprechenden Ruhr- und Trinkwasserkonzentrationen an DTPA dargestellt. Trotz teilweise hoher Gehalte der unteren Ruhr, die gut mit den in Tabelle 19.1 für die an der unteren Ruhr genannten Werten übereinstimmen, wird das DTPA in beiden Aufbereitungsvarianten sehr gut eliminiert und oberhalb der Bestimmungsvariante von 0,5 µg/l kein DTPA mehr im RWW-Trinkwasser nachgewiesen. Die Rückhaltungsleistung des Mülheimer Verfahrens liegt damit deutlich über 90 %.

Die in Bild 19.4 aufgetragenen EDTA-Gehalte der unteren Ruhr schwanken zwischen 2 und etwa 18 µg/l und liegen im Mittel (1993 und 2009) bei etwa 6 bis 8 µg/l EDTA. Wegen der nach wie vor stark schwankenden EDTA-Konzentrationen im Ruhrwasser ist bisher kein statistisch abgesicherter Trend einer EDTA-Abnahme erkennbar, zumal die jeweilige Wasserführung der Ruhr nicht berücksichtigt ist und auch nicht Inhalt dieses Beitrages ist.

Die in beiden Wasserwerken Mülheim-Styrum-Ost und Essen-Kettwig gemessenen EDTA-Konzentrationen des Trinkwassers zeigen

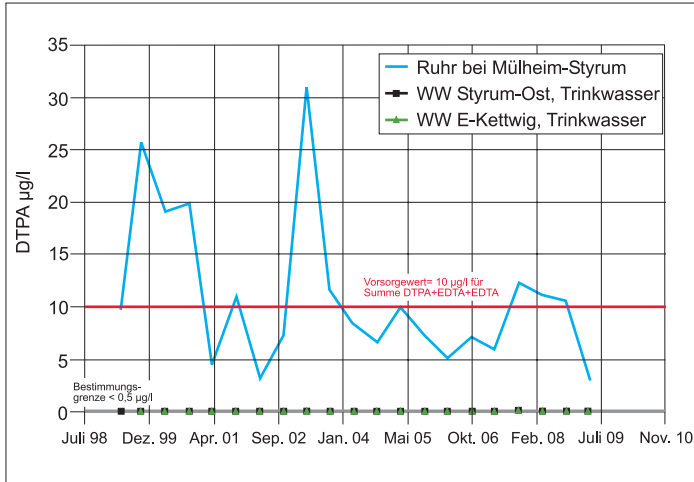


Bild 19.3: DTPA-Gehalte in der Ruhr und im RWW-Trinkwasser  
 Fig. 19.3: DTPA levels in the Ruhr and in RWW drinking water

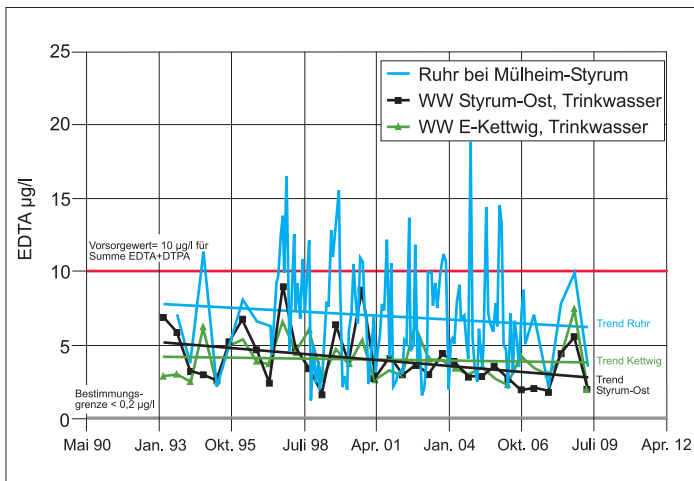


Bild 19.4: EDTA-Gehalt in der unteren Ruhr und im RWW-Trinkwasser  
 Fig. 19.4: EDTA levels in the lower Ruhr and in RWW drinking water

zunächst deutlich geringere Schwankungsbereiche. Dieser Effekt ist auf die Ausgleichsfunktion insbesondere der Untergrundpassage durch Dispersion zurückzuführen, die damit eine wichtige Aufgabe zur Reduzierung von Spitzenbelastungen der Ruhr wahrnimmt. Die Rückhalteleistung der Trinkwasseraufbereitung bei RWW liegt nach Bild 19.4 in einer Größenordnung von 40 bis 60%, wenn man die jeweiligen mittleren Konzentrationen zugrunde legt. Hierbei ist allerdings nicht der EDTA-Anteil berücksichtigt, der bei dem o. g. DTPA-Abbau entsteht.

Im Hinblick auf den vom Umweltbundesamt in seiner Stellungnahme 2008 genannten Vorsorgewert von 10 µg/l für die Summe EDTA + DTPA ist aus Bild 19.4 ersichtlich, dass unter Berücksichtigung der DTPA-Gehalte, die generell unter der Bestimmungsgrenze von 0,5 µg/l liegen, der Vorsorgewert in beiden RWW-Wasserwerken zu keiner Zeit überschritten wurde. Die Werte unterschreiten aber teilweise nur knapp den genannten Vorsorgewert von 10 µg/l.

Wie oben bereits gesagt, besteht am Wasserwerk Mülheim-Styrum-Ost die Möglichkeit, zusätzlich Rheinuferfiltrat aus dem RWW-Wasserwerk Duisburg-Mündelheim einzuspeisen (Bild 19.1). Allerdings ist diese Einspeisung mengenmäßig begrenzt und erreicht einen Anteil von maximal 30% der Gesamtförderung im Werk Styrum-Ost. Betrachtet man zunächst die zwischen 1993 und 2002 am Wasserwerk Duisburg-Mündelheim gemessenen EDTA-Gehalte im Rheinwasser und Rheinuferfiltrat, so ist eine deutliche Reduzierung der entsprechenden EDTA-Gehalte bereits im Uferfiltrat gegenüber dem Rhein erkennbar (Bild 19.5). Generell nehmen am Rhein die EDTA-Gehalte leicht ab und liegen heute bei etwa 5 µg/l, einem Wert, der auch 2008 für die Messstelle Duisburg-Wittlaer (Tabelle 19.1) genannt ist.

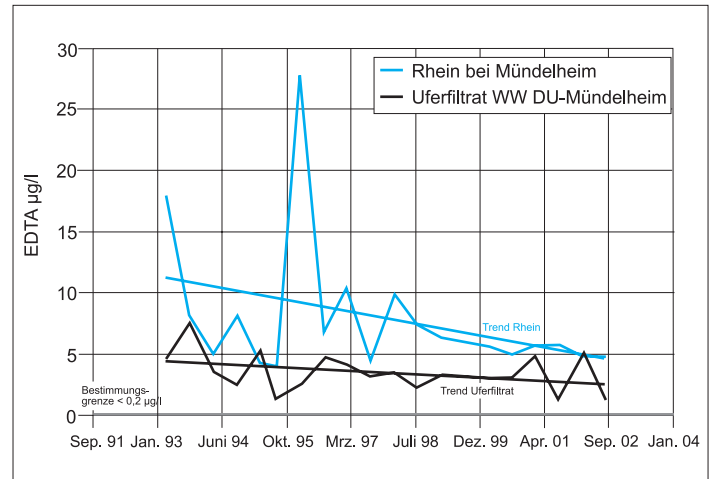


Bild 19.5: EDTA-Gehalte im Rhein und Rheinuferfiltrat, WW Duisburg-Mündelheim  
 Fig. 19.5: EDTA levels in the Rhine and Rhine bank filtrate, Waterworks Duisburg-Mündelheim

Der Wirkungsgrad der Uferfiltratpassage im Wasserwerk Duisburg-Mündelheim, der dort auf einen mikrobiologischen Abbau unter aeroben Bedingungen schließen lässt, liegt bei etwa 50% und entspricht damit der Größenordnung des Abbaus, der im benachbarten Wasserwerk Wittlaer der Stadtwerke Duisburg in der dortigen Uferfiltration (50-60%) ermittelt wurde [19.6].

Im Sonderuntersuchungsprogramm des Jahres 2006 wurden im Wasserwerk Mülheim-Styrum-Ost zwischen Mai und August monatlich folgende Zwischenstufen der Aufbereitung untersucht (Bild 19.6):

- Ruhr bei Mülheim-Styrum
- Sammelbrunnen nach Langsandsandfiltration / Untergrundpassage
- nach Ozonierung
- nach Mehrschichtfiltration
- nach Aktivkohle / UV-Desinfektion

Aus Bild 19.6 ist zunächst eine teilweise Zunahme der EDTA-Gehalte nach der Langsandsandfiltration/Untergrundpassage erkennbar. Ursache hierfür dürfte vermutlich die oben erwähnte

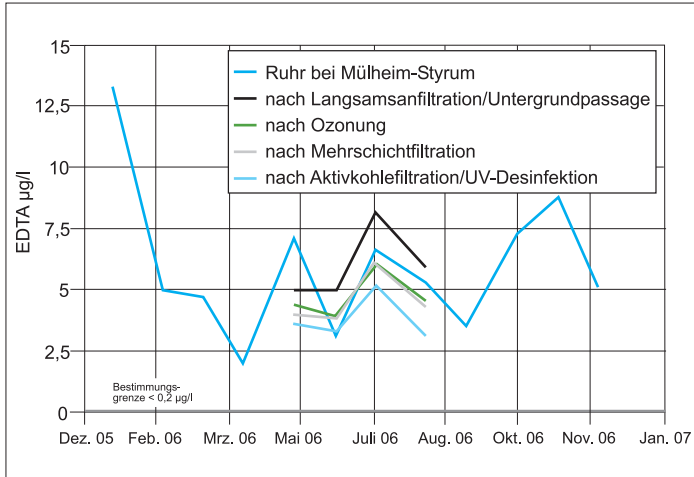


Bild 19.6: EDTA-Gehalte in der Trinkwasseraufbereitung Mülheim-Styrum-Ost  
 Fig. 19.6: EDTA levels in the drinking water treatment at Mülheim-Styrum-Ost

zusätzliche Bildung von EDTA beim mikrobiologischen DTPA-Abbau im Untergrund sein, die wegen der zum Teil hohen DTPA-Gehalte der unteren Ruhr den hier normalerweise erwarteten EDTA-Abbau überlagert. Aussagen zum Wirkungsgrad des mikrobiellen EDTA-Abbaus in der schwach anaeroben Untergrundpassage sind aus diesem Grunde nicht machbar.

Im Wasserwerk Mülheim-Styrum-Ost tragen insbesondere die Ozonierung und Aktivkohlefiltration zum EDTA-Abbau bei (ca. 40% Reduzierung in beiden Stufen). Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass die hier eingesetzte Aktivkohle seit über 25 Jahren im Einsatz ist und nach jeweils 2 bis 4 Jahren reaktiviert wurde. Die bei der Reaktivierung, beim Transport und beim Betrieb anfallenden Verluste an Aktivkohle wurden jeweils durch Frischkohle ausgeglichen. Die letzte Reaktivierung erfolgte Ende 2002, so dass die Aktivkohlefilter zum Zeitpunkt der Untersuchung bereits eine hohe Laufzeit von etwa 3,5 Jahren aufwiesen.

Infolge der hohen Laufzeiten der Aktivkohlefilter war die Adsorptionsleistung der Aktivkohlen (Bild 19.7) nur noch gering, während der mikrobiologische Abbau durch die lange Betriebszeit der eingefahrenen Aktivkohle sehr intensiv war. Die mikrobiologische Aktivkohlefiltration ist ein besonderes Merkmal des Mülheimer Verfahrens. Es findet vermutlich zunächst eine (temporäre) Adsorption von EDTA an der noch aktiven Kornoberfläche statt. Die vorhandene adaptive Mikrobiologie baut das EDTA anschließend ab und schafft hierbei wieder freie Adsorptionsplätze für die nachfolgenden EDTA-Moleküle.

Im Wasserwerk Mülheim-Styrum-West wurden (als Beispiel für die zweite Aufbereitungsvariante des Mülheimer Verfahrens) 2006 folgende Aufbereitungsstufen auf EDTA untersucht:

- Ruhr bei Mülheim-Styrum
- nach Ozonierung
- nach Mehrschichtfiltration
- nach Aktivkohlefiltration

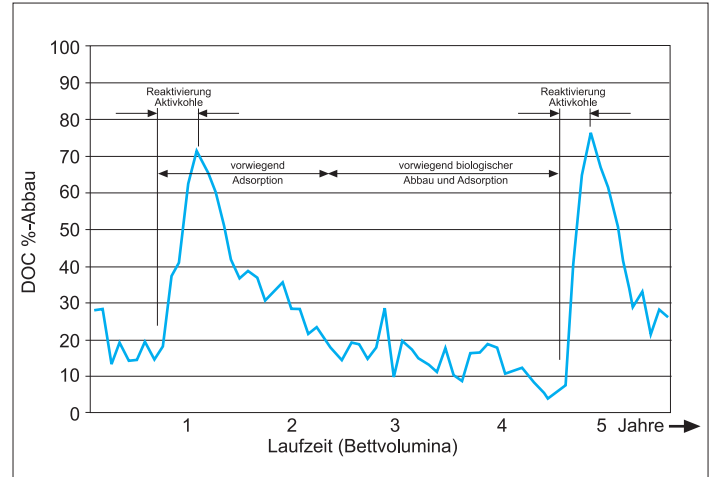


Bild 19.7: Prinzip der biologischen Aktivkohlefiltration bei RWW  
 Fig. 19.7: Principle of biological activated carbon filtration of RWW

Aus Bild 19.8 ist ersichtlich, dass insbesondere in der Ozonung und in der Mehrschichtfiltration das EDTA abgebaut und hierbei eine Gesamtreduktion von über 40% erreicht wird. Im Gegensatz zum Wasserwerk Mülheim-Styrum-Ost trägt die Aktivkohlefiltration im Werk Styrum-West kaum zum EDTA-Abbau bei. Offensichtlich kommt es in der Aktivkohlefiltration zu einer zusätzlichen Bildung von EDTA, das den mikrobiologischen Abbauprozess in den Aktivkohlefiltern überlagert. Der Wirkungsgrad der Aktivkohlefiltration beim EDTA-Abbau kann daher nicht näher bestimmt werden.

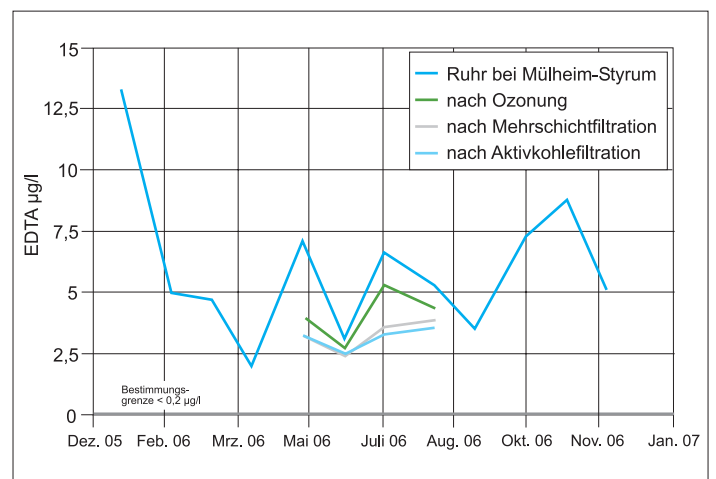


Bild 19.8: EDTA-Gehalte in der Trinkwasseraufbereitung Mülheim-Styrum-West  
 Fig. 19.8: EDTA levels in the drinking water treatment at Mülheim-Styrum-West

Im Wasserwerk Mülheim-Styrum-West ist die Ozon-Dosis verfahrensbedingt gegenüber Styrum-Ost höher und kann damit die bessere EDTA-Abbauleistung nach der Ozonierung im Werk Styrum-West erklären. Auffallend ist weiterhin, dass im Werk Styrum-West insgesamt der EDTA-Abbau höher im Vergleich zu

Styrum-Ost ausfällt. Eine Erklärung hierfür ist möglicherweise die Tatsache, dass bei der zweiten Aufbereitungsvariante verfahrensbedingt mehr Eisen-III bei der Ozonierung vorhanden ist, das bei der Oxidation von EDTA möglicherweise eine katalytische Wirkung ausübt. Entsprechende Untersuchungen stehen allerdings noch aus.

## Bewertung und Konsequenzen

NTA und DTPA werden weitgehend und EDTA teilweise durch das Mülheimer Verfahren in beiden Verfahrensvarianten abgebaut. Die Rückhalteleistung von 40 bis 60 % an EDTA bezüglich der Ausgangskonzentrationen im Ruhrwasser dürfte allerdings höher liegen, wenn man hierbei noch berücksichtigt, dass beim Aufbereitungsprozess durch den mikrobiellen Abbau von DTPA als Abbauprodukt EDTA entsteht. Der EDTA-Abbau wird insbesondere durch die Ozonierung und durch die biologische Aktivkohlefiltration gefördert. Bei der zweiten Verfahrensvariante mit der Voraufbereitung entsteht durch die hier höhere Ozondosis und durch die höheren Ausgangskonzentrationen von Eisen im Ruhrwasser Eisen-III, das bei der EDTA-Entfernung scheinbar einen positiven Einfluss ausübt.

Am Rheinwasserwerk Duisburg-Mündelheim kann die Uferfiltration unter den dort vorherrschenden aeroben Bedingungen der Untergrundpassage etwa 50 % an EDTA entfernen. Die Langsam sandfiltration bzw. Untergrundpassage in den RWW-Ruhrwasserwerken kann wegen der dort herrschenden ungünstigen hydrogeologischen Rahmenbedingungen EDTA nur unwesentlich entfernen, da zum einen die Verweilzeit des Wassers im Untergrund im Vergleich zum Rhein deutlich kürzer und damit der mikrobielle Abbau weniger ausgeprägt ist. Zum anderen entstehen beim DTPA-Abbau, der wegen der hohen Vorbelastung der Ruhr von größerer Bedeutung ist, als Abbauprodukt wahrscheinlich höhere Anteile von EDTA.

Die EDTA-Reduktion kann durch eine höhere Ozon-Dosis gefördert werden. Neben der Oxidationswirkung des Ozons selbst, wird der Abbau von EDTA möglicherweise auch durch das Vorhandensein von Eisen-III begünstigt.

Die biologische Aktivkohlefiltration, ein besonderes Merkmal des Mülheimer Verfahrens, ist in der Lage, EDTA zu reduzieren, wobei Aktivkohlen mit hohen Laufzeiten aufgrund ihrer höheren mikrobiologischen Aktivität eine bessere Wirksamkeit zeigen. Der vom Umweltbundesamt in der Stellungnahme vom 14.3.2008 genannte Vorsorgewert von 10 µg/l für die Summe von EDTA + DTPA kann durch das Mülheimer Verfahren grundsätzlich eingehalten werden, wie am Beispiel der beiden RWW-Wasserwerke Mülheim-Styrum-Ost und Essen-Kettwig (Bild 19.4) gezeigt werden kann. Ein Problem der Ruhr sind allerdings teilweise hohe EDTA-Gehalte und insbesondere DTPA-Spitzenbelastungen im Ruhrwasser, die insbesondere bei einer geringen Wasserführung und/oder einer hohen Einleitmenge der beiden Stoffe auftreten können. Es sind daher konsequenterweise Maßnahmen zur EDTA- und DTPA-Reduktion an den (Einleitungs-)Quellen aus Sicht der Wasserwirtschaft an der Ruhr zu ergreifen, um vor allem an den wichtigsten

Einleitungsschwerpunkten („Hot Spots“) eine deutliche Reduzierung der Einleitefrachten zu erreichen.

Maßnahmen zur nachhaltigen Senkung der EDTA- und DTPA-Gehalte im Ruhrwasser, die im Sinne des Programms „Reine Ruhr“ und des vorbeugenden Gewässerschutzes vorrangig an der Quelle der Belastung ansetzen sollten, kommen damit nicht nur der Trinkwassergewinnung, sondern auch gerade der Wasserqualität der Ruhr selbst zugute, zumal entsprechende Verfahren zur Abwasserbehandlung von EDTA-haltigen Abwässern bereits existieren [19.7]. Das EDTA gehört bekanntlich zu den Trinkwasser-relevanten Substanzen, die selbst mit fortschrittlichen Technologien der Trinkwasseraufbereitung – hierzu gehören das hier dargestellte Mülheimer Verfahren, aber auch Membranverfahren – nur teilweise zu entfernen sind. Weitere Maßnahmen in der Trinkwasseraufbereitung sind daher wenig zielführend, zumal sich die Wasserwirtschaft nicht als „Reparaturbetrieb“ für Gewässerbelastungen sieht.

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) setzt sich seit Jahren für eine stetige Verbesserung der Wasserqualität ein. In ihrem Papier zur Einhaltung von „Zielwerten für die Qualität des Ruhrwassers 2005“ [19.8] wurden für die Ruhrwassergüte für NTA, EDTA und DTPA als 90-Perzentil-Werte jeweils 10 µg/l genannt, wobei diese Zielwerte unter den besonderen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen im Ruhreinzugsgebiet vergleichsweise hoch angesetzt sind. Es muss festgestellt werden, dass bezüglich EDTA und DTPA diese Zielwerte bis heute an der mittleren und unteren Ruhr nicht erreicht werden (siehe Tabelle 19.1).

---

[19.7] Sörensen, M., Weckenmann, J., Hofmann, R., Pagel, J. Weber, A. u. F. Harder: Zerstörung von komplexem Cu-EDTA. – in: *Galvanotechnik* 8/2002 (2002)

[19.8] AWWR Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr: *Zielwerte für die Qualität des Ruhrwassers (2005)*

## 20 Einsatz von Kornaktivkohle im Wasserwerk Mengesohl (Meschede) der Hochsauerlandwasser GmbH (HSW)

Robert Dietrich, Technischer Geschäftsführer der HSW und Mitglied des Präsidiums bzw. des Ausschusses „Wassergewinnung“ der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e. V. (AWWR)

### Situation

Die HSW, ein Kommunalunternehmen der Gemeinde Bestwig sowie der Städte Meschede und Olsberg, betreibt insgesamt 21 Wassergewinnungsanlagen im Ruhreinzugsgebiet. Davon liegen vier direkt an der oberen Ruhr. Eines davon, das Wasserwerk Mengesohl, befindet sich östlich von Meschede und wurde in einer ersten Ausbaustufe in den zwanziger Jahren des letzten Jahrhunderts in Form eines Schachtbrunnens errichtet. Ca. 20 Jahre später folgten – bedingt durch einen gestiegenen Wasserbedarf – zwei weitere Schachtbrunnen und in den fünfziger Jahren eine das Ruhrtal querende Sickerleitung nebst Sammelbrunnen mit offener Sohle.

Das gewinnbare Rohwasser besteht neben Grundwasser des Ruhrtals vor allem aus Uferfiltrat der Ruhr. Eine besondere Situation besteht darin, dass die Anlage einerseits ca. einen Kilometer oberhalb der Hennemündung in die Ruhr und somit außerhalb des Einflussbereiches der Hennetalsperre des Ruhrverbands (RV) liegt. Andererseits befindet sich ca. vier Kilometer oberstromig der Wassergewinnungsanlage die große Kläranlage „Bestwig-Velmede“ des Ruhrverbands mit Einleitung des gereinigten Abwassers in die Ruhr. Beides zusammen führt im Sommer bei relativ geringen Abflüssen zu einem höheren Abwasseranteil in der Ruhr.

### Erste Ausbaustufe

In den Jahren 2004/2005 wurde im Wasserwerk Mengesohl eine Trinkwasseraufbereitungsanlage errichtet. Anlass dazu waren immer wieder auftretende mikrobiologische Beeinträchtigungen insbesondere bei ausufernden Hochwässern der Ruhr und damit verbundenen Trübungseinbrüchen. Bis zu diesem Zeitpunkt wurde das Rohwasser lediglich mit Chlor bzw. später mit Chlordioxid desinfiziert. Nach den Empfehlungen einer Studie des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wasser Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH (IWW) aus Mülheim erfolgt nun eine Aufbereitung mittels einer Ultrafiltrationsmembrananlage (UF), so dass sämtliche mikrobiologische Risiken ausgeschlossen werden können (Bild 20.1).

Zum damaligen Zeitpunkt stellte sich bei der Planung eines Multi-barrierenkonzepts zwar schon die Frage nach dem Einbau einer weiteren Barriere in Form von Aktivkohlefiltern. Jedoch wurde wegen des fehlenden Nachweises entsprechender Stoffe, wie z. B. Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel (PBSM),



Bild 20.1: Ultrafiltrationsmembran(UF)-Anlage im Wasserwerk Mengesohl  
Fig. 20.1: Ultra membrane filtration plant (UF) at the waterworks Mengesohl

auf deren Realisierung verzichtet. Vorausschauend dimensionierte man aber das für die UF-Anlage erforderliche Gebäude so, dass eine Aktivkohlestufe ohne eine weitere aufwändige Baumaßnahme im Wasser- und Landschaftsschutzgebiet bzw. im Überschwemmungsgebiet der Ruhr lediglich durch Öffnen des Daches jederzeit problemlos nachgerüstet werden konnte.

### Zweite Ausbaustufe

Im Jahr 2006 (gerade einmal ein Jahr nach Inbetriebnahme der UF-Anlage im Wasserwerk Mengesohl) wurden Perfluorierte Chemikalien (PFC) auch im Wasser der oberen Ruhr nachgewiesen und es gelangten allgemein die Spurenstoffe in die Diskussion. Bei sämtlichen Nachweisen der in der Folge im Rohwasser dieser Wassergewinnungsanlage festgestellten Stoffe handelte es sich jedoch nicht um kritische Größenordnungen, die ein sofortiges Handeln erfordert hätten. Neben verschiedenen PFC (Perfluorobutanoat [C4-Säure], Perfluoropentanoat [C5-Säure], Perfluorohexanoat [C6-Säure], Perfluorooctanoat [C8-Säure] in Summe < 0,1 µg/l) wurden auch Arzneimittel (Carbamazepin) und Röntgenkontrastmittel (Amidotrizoesäure und Iopamidol) gefunden. Im Ruhrwasser selbst wurden am Standort Mengesohl darüber hinaus weitere Vertreter verschiedener Gruppen von Spurenstoffen detektiert.

Aus Vorsorgegründen und aufgrund von Forderungen der Aufsichtsbehörden entschloss man sich bei der HSW dazu, im Jahr 2009 das Wasserwerk Mengesohl um zwei geschlossene Filterkessel mit einem Durchmesser von 3,5 Metern und einem Volumen von je 22 m<sup>3</sup> Kornaktivkohle bei einer Schichthöhe von 2,29 Metern nachzurüsten (Bild 20.2 und 20.3). Dabei werden die Filter hinter der UF-Anlage in Reihe betrieben, was bei einer maximalen Aufbereitungsleistung von 220 m<sup>3</sup>/h und einer sich daraus ergebenden ebenfalls maximalen Filtergeschwindigkeit von knapp 23 m/h eine Mindestkontaktzeit von zwölf Minuten



Bild 20.2: Installation zweier geschlossener Filterkessel für Kornaktivkohle im Wasserwerk Mengesohl im Jahr 2009

Fig. 20.2: Installation of two closed filter units for granular activated carbon at the waterworks Mengesohl



Bild 20.3: Die Aktivkohlefilter werden nach der UF-Anlage in Reihe betrieben

Fig. 20.3: The activated carbon filtration follows the UF-plant in series

gewährleistet. Beim Durchbruch eines Stoffes durch den ersten Filter bietet sich zudem eine entsprechende Sicherheit über den zweiten Filter. Das DVGW-Arbeitsblatt W 239 „Planung und Betrieb von Aktivkohlefiltern für die Wasseraufbereitung“ (Juli 1991) beschreibt den Betrieb von Filtern in der Praxis mit Schichthöhen von ein bis drei Metern, mit Kontaktzeiten von 10 bis 30 Minuten und Filtergeschwindigkeiten von 5 bis 20 m/h. Die Anordnung der Aktivkohlestufe hinter der UF-Anlage bietet den Vorteil, dass die Filter mit einem äußerst partikel- und keimarmen Zwischenfiltrat beaufschlagt und somit „geschont“ werden können und daher im laufenden Betrieb nicht gespült werden müssen.

Aufgrund umfangreicher Untersuchungen zur Auswahl einer geeigneten Aktivkohle bei den benachbarten Stadtwerken Arnberg unter ähnlichen Randbedingungen entschied man sich bei der

HSW für den Einsatz des Produktes FILTRASORB 300 der Firma Chemviron Carbon GmbH mit einer Korngrößenverteilung zwischen 0,6 und 2,36 mm bei einem Hauptkorndurchmesser von 0,9 mm. Die agglomerierte, wasserdampfaktivierte Kornaktivkohle hat durch ihren Herstellungsprozess eine besondere Porenstrukturverteilung. Diese soll bei der Abreinigung von PFC und anderen Spurenstoffen in deren üblicher Rohwasserkonzentration bei gleichzeitiger organischer Hintergrundbelastung (DOC bzw. TOC im ppm-Bereich) deutliche Vorteile mit sich bringen. Da die Filter erst im Januar 2010 in Betrieb gegangen sind, gibt es bezüglich der Standzeiten und der Betriebskosten in dieser Anlage noch keinerlei Erfahrungen. Man geht seitens der Betreiberin jedoch davon aus, dass eine Reaktivierung der Aktivkohle frühestens nach einem Jahr Betriebszeit erforderlich sein wird. Als Leitparameter für die Entscheidung zur Rehabilitation der Filter wurde zunächst die Gruppe der PFC gewählt, da sie momentan unter allen bekannten Spurenstoffen noch die „stärkste“ Konzentration aufweisen. Die Untersuchungsfrequenz liegt z. Zt. bei einer Analyse pro Monat im Zwischenfiltrat hinter dem ersten Aktivkohlefilter.

### Absetzbecken

Mit der Nachrüstung der Filter allein ist es allerdings noch nicht getan. Da bei deren Befüllung und Entleerung bzw. beim Klarspülen der Aktivkohle relativ viel „schwarzes“, mit feinen Aktivkohlepartikeln angereichertes Spülwasser anfällt, wird im Wasserwerk Mengesohl derzeit noch ein offenes Betonabsetzbecken mit einem Nutzvolumen von ca. 150 m<sup>3</sup> errichtet. Hierin soll das Spülwasser vor Einleitung in die Ruhr durch einen Absetz- bzw. Rückhaltevorgang (Phasenseparation) mechanisch gereinigt werden.

### Kosten

Die Investitionskosten der noch nicht schlussgerechneten Nachrüstung der Aktivkohlestufe samt Absetzbecken bei vorhandenem Gebäude werden sich voraussichtlich auf ca. 450.000 € belaufen. Die durchschnittlichen jährlichen Betriebskosten können z. Zt. lediglich mit ca. 20.000 € abgeschätzt werden, was bei einer Aufbereitungsmenge von etwa einer Mio. m<sup>3</sup> im Jahr einem Wasserpreisanteil von ca. 0,02 €/m<sup>3</sup> entspricht (ohne Abschreibung und Verzinsung!).

Die HSW erwartet, dass bei einer möglichen Überprüfung der Wasserpreise durch die Kartellbehörden Investitionen dieser Art in die Qualität unseres Lebensmittels Nr. 1 auch entsprechend Anerkennung und Berücksichtigung finden!

## 21 Zusammenschluss der Werke Essen-Horst und Essen-Überruhr der Wassergewinnung Essen GmbH / Verlegung eines Doppeldükers DN 1400 in der Ruhr

Andreas Lütz, Wassergewinnung Essen GmbH

Zu Beginn des Jahres 2003 nahm die Wassergewinnung Essen GmbH das operative Geschäft für den Betrieb der beiden Wasserwerke Essen-Horst und Essen-Überruhr auf. Diese bislang der GELSENWASSER AG und der Stadtwerke Essen AG zugehörigen Werke sollten aber nicht dauerhaft getrennt betrieben werden, denn Ziel der Gründung der Wassergewinnung Essen GmbH ist die Zusammenlegung dieser beiden Werke und die Erweiterung der bestehenden Aufbereitungstechnik.

Im fertigen Trinkwasserverbundsystem wird dann das oberhalb der Wassergewinnung Burgaltendorf in Bochum-Dahlhausen entnommene Ruhrwasser in der bestehenden Schnellfilteranlage vorgereinigt und anschließend über Langsamsandfilter in den Untergrund versickert. Das in Sammelleitungen gefasste Bodenfiltrat wird auf der gegenüberliegenden Horster Seite von einer neu zu errichtenden Pumpstation aus in Richtung Überruhr gefördert; hierbei muss wiederum die Ruhr gekreuzt werden. Die Errichtung dieses Dükers ist der erste große Bauabschnitt des Trinkwasserverbundsystems.

Die Vervollständigung der zukünftigen verfahrenstechnischen Aufbereitungstechnik benötigt dann im weiteren Verlauf die Schritte Ozonung, Flockung und Schnellfiltration über zwei Schichtfilter, die bereits in der Wasseraufbereitungsanlage in Überruhr bestehen. Danach wird sich eine noch zu erstellende weitergehende Aufbereitung anschließen, welche die Verfahrensschritte Aktivkohlefiltration, physikalische Entsäuerung und UV-Desinfektion enthalten wird. Von einem in diese Anlage zu integrierenden Trinkwasserspeicher aus wird das fertige Trinkwasser dann den bestehenden Pumpwerken in freiem Gefälle zugeleitet und in die Versorgungsnetze der Gesellschafter eingespeist. Der vom Standort Horst nach Überruhr zurückgelegte ca. 2,8 km lange Weg muss nun also noch einmal rohrleitungstechnisch erschlossen werden, womit sich die Funktion des Doppeldükers ergibt:

Eine der beiden Leitungen fördert Bodenfiltrat in Richtung der Wasseraufbereitungsanlagen, die andere Trinkwasser von dort zurück zum Pumpwerk Horst. Zusammen mit diesen beiden Stahlleitungen im Durchmesser DN 1400 bildet ein mittig angebrachtes Stahlrohr DN 1200 als Schutzrohr für diverse Energie- und Datenkabel das 600 t schwere Gesamtgebilde.

Im Zeitraum Juni bis September 2009 wurden die Arbeiten zur Baugrundvorbereitung, Dükerfertigung und Dükerverlegung durchgeführt. Da eine Baumaßnahme dieser Größenordnung tiefgreifende Einschnitte in das Baustellengelände nach sich zieht, sind im Vorfeld mit den zuständigen Behörden umfangreiche Abstimmungen über die Art der Dükerverlegung erfolgt sowie

Genehmigungen bzgl. der Leitungsverlegung im Überschwemmungsgebiet, zur Grundwasserhaltung, Entnahme und Einleitung (Bauwasserhaltung) sowie zur Befreiung von den Verbotsvorschriften des Landschaftsschutzes eingeholt worden.

Die eigentliche Dükererstellung fand in einem im 90°-Winkel zur Ruhr gelegenen Trockendock statt (Bild 21.1). Dieses nahm den Düker in seiner kompletten Länge von 92 m auf und wurde zum umliegenden Gelände und zur Ruhr hin abgespundet. Die im Bereich der Grubensohle rd. 6,80 m breite und rd. 5,90 m tiefe Montagegrube diente im gefluteten Zustand zugleich als Einschwimmgrube nach Fertigstellung des Dükers. Die unmittelbare Nähe der Baugrube zur Ruhr bedingte den Einsatz einer leistungsfähigen Wasserhaltung über die gesamte Bauphase.



Bild 21.1: Das Trockendock mit dem in der Fertigung befindlichen Düker aus der Vogelperspektive

Fig. 21.1: The dry dock and the siphon under construction from a bird's eye view

Vor dem Einzug erhielten die Stahlrohre eine mittels Textilschalung geformte Betonummantelung, die als Schutz vor mechanischer Beschädigung fungiert sowie gleichzeitig in die Auftriebsberechnungen positiv einfließt.

Ein von einem Schwimmponton aus agierender Bagger entfernte rd. 9.000 m<sup>3</sup> Material aus dem Ruhrbett und formte so die ca. 4 m tiefe Baugrube für den Düker (Bild 21.2). Das an dieser Stelle anzutreffende Aushubmaterial bestand erwartungsgemäß aus Ruhrkies und Schotter und konnte nach Einzug des Dükers problemlos als Verfüllmaterial Verwendung finden. Auf eine zusätzliche Sicherung mittels Wasserbausteinen wurde verzichtet. In den Folgejahren werden regelmäßige Lotungen im Ruhrbett die vereinbarte Überdeckung des Dükers sicherstellen. Einen Tag vor Beginn der Baggerarbeiten nahm die Westfälische Wasser und Umweltanalytik GmbH eine Elektrofischung im direkten Baustellenbereich vor, deren Ziel es war, die erfassbaren, bodenorientiert lebenden Fischarten abzufischen und in einen von den Baumaßnahmen nicht beeinträchtigten Ruhrabschnitt umzusetzen bzw. so weit wie möglich aus dem Gefahrenbereich temporär zu vertreiben.





Bild 21.2: Die Baggerarbeiten im Ruhrbett fanden unter optimalen Abflussbedingungen der Ruhr statt.  
 Fig. 21.2: Excavator work in the Ruhr bed took place under optimal runoff conditions

Der 8. September 2009 markierte mit dem Einzug des Dükers in die Ruhr für dieses Projekt einen schwierigen Teil, zugleich setzte Werkleiter Gregor Langenberg mit der traditionellen Dükertaufe an diesem Tag einen feierlichen Meilenstein im Gesamtprojekt „Verbundsystem“. Dazu wurde zunächst die im Ruhrufer angebrachte Spundung entfernt und die Baugrube geflutet. Pontons nahmen den zur Ruhr zeigenden Teil des Dükers auf, zwei Raupenbagger den hinteren Teil. Parallel dazu wirkte eine am gegenüberliegenden Ruhrufer stehende Seilwinde mittels Stahlseil auf das fertige, mit Wasser teilgefüllte Bauwerk ein und bugsierte es in die gewünschte Position über dem ausgehobenen Ruhrbett,



Bild 21.3: Der Düker befindet sich direkt über dem ausgehobenen Ruhrbett und wird nun abgesenkt. Die auf dem Rohrscheitel sichtbaren Tüllen stammen von der Textilschalung der Betonummantelung.  
 Fig. 21.3: The siphon above the excavated Ruhr bed, about to be lowered. The spouts visible on the soffit originate from the textile lining of the concrete casing

wo es dann kontrolliert abgesenkt wurde (Bild 21.3). Schließlich sorgte die Komplettfüllung des Dükers, die Verdämmung des Mittelrohres und das Aufschieben von Betonballastringen auf die aufsteigenden Äste für die nötige Auftriebssicherheit. Insgesamt verlief der Dükereinzug planmäßig und konnte an einem Tag beendet werden, nicht zuletzt auch wegen optimaler Abflusswerte der Ruhr.

Die Arbeiten für den Zusammenschluss der beiden Werke gehen auch im Jahr 2010 weiter. Unter anderem werden Großteile der an den Düker anschließenden Doppelrohrleitung fertig gestellt sowie der Bau der neuen Wasseraufbereitungsanlage inkl. Trinkwasserspeicher angegangen. Nach jetzigem Stand wird das Verbundsystem Mitte 2012 komplettiert sein und in Betrieb genommen.

## 22 Geprüftes Umweltmanagement bei der Wasserwerke Westfalen GmbH

Ulrike Hütter, Wasserwerke Westfalen GmbH,  
und Barbara Ransiek, GELSENWASSER AG

### Situation

Als ein Unternehmen, welches die grundlegende Ressource Wasser nutzt, tragen die Wasserwerke Westfalen GmbH (WWW) eine besondere Verantwortung für die Umwelt. Denn nur ein intakter Wasserkreislauf und eine geschützte Umwelt ermöglichen auf Dauer die Gewinnung von gesundem Trinkwasser.

Zur kontinuierlichen Verbesserung der Umweltleistung beteiligen sich die WWW deshalb seit 2003 an einem Gemeinschaftssystem der europäischen Union für das freiwillige Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung (EMAS). EMAS ist die Kurzbezeichnung für Eco-Management and Audit Scheme und ist ein von den Europäischen Gemeinschaften 1993 entwickeltes Instrument für Unternehmen, die ihre Umweltleistung verbessern wollen. Rechtsgrundlage ist die Verordnung (EG) 1221/2009. Der Aufbau eines Umweltmanagementsystems und die Abläufe entsprechen seit 2001 auch bei EMAS der DIN EN ISO 14001. Im Anschluss an die Erstvalidierung ist in dreijährigen Abständen ein Revalidierungsaudit durchzuführen. Darüber hinaus findet zusätzlich jährlich ein Überwachungsaudit statt. Die Audits werden durch einen unabhängigen Umweltgutachter durchgeführt, der dabei die Umweltorganisation, betriebliche Abläufe und die Einhaltung von umweltrechtlichen Bestimmungen überprüft.

Nach der Erstvalidierung im Jahr 2003 erfolgte im Jahr 2009 erfolgreich bereits die zweite Revalidierung der Wasserwerke Westfalen. Hierbei wurde die angekündigte Weiterentwicklung des Unternehmens sowie die Einbettung des Umweltschutzes in die gesamte Unternehmensorganisation erneut bestätigt. Die Wasserwerke Westfalen sind bei der Registrierungsstelle der Industrie- und Handelskammer Dortmund im EMAS-Verzeichnis eingetragen und berechtigt, das EMAS-Logo (Bild 22.1) zu nutzen.

Bild 22.1: EMAS-Logo  
Fig. 22.1: EMAS logo



Seit der Einführung des geprüften Umweltmanagementsystems werden die Wasserwerke Westfalen von der Gelsenwasser AG hierin fachlich unterstützt und begleitet.

Im Rahmen der Einführung von EMAS wurde erstmals ein Umweltmanagement-Handbuch erstellt, welches der Dokumentation der Aufbau- und Ablauforganisation mittels Leitsätzen und Regeln für den betrieblichen Umweltschutz dient. Es wird seitdem regelmäßig fortgeschrieben und den betrieblichen Erfordernissen angepasst. Jedes Jahr erstellen die Wasserwerke Westfalen auch eine Umwelterklärung, mit der der Öffentlichkeit Informationen über die Umweltauswirkungen und Umweltleistung des Unternehmens sowie über deren kontinuierliche Verbesserung gegeben werden. Die Umwelterklärung ist im Internetauftritt der WWW für jeden Interessierten zugänglich.

Jährlich stattfindende interne Audits bzw. Umweltschutzbegehungen an allen Standorten (Bild 22.2) werden in einem Kurzbericht dokumentiert, der Angaben zum geprüften Betriebsstandort, den Auditor(en), dem Ziel und Umfang des Audits, festgestellten Übereinstimmungen bzw. Abweichungen sowie Maßnahmenvorschläge enthält.



Bild 22.2: Umweltschutzbegehung im Wasserwerk Echthausen (hier: UV-Desinfektionsanlage)  
Fig. 22.2: Environmental protection visit at the waterworks Echthausen (here: UV disinfection facility)

### Umweltpolitik

Im Jahr 2003 haben die Wasserwerke Westfalen erstmals die Umweltpolitik in Form von Umweltleitlinien formuliert. Diese stellen die Richtschnur für das umweltorientierte Handeln im Unternehmen dar. Die Umweltleitlinien wurden 2009 überarbeitet und neu verabschiedet:

### *Umweltschutz als ständige Herausforderung*

Unsere Verantwortung für den Schutz der Umwelt muss bei allen Entscheidungen im Unternehmen berücksichtigt werden. Dies setzt ganzheitliches Denken voraus, das alle Umwelteinflüsse berücksichtigt, die von diesem Unternehmen ausgehen. Die Einhaltung der bestehenden Gesetze und Verordnungen betrachten wir als Mindestanforderung. Wir verpflichten uns darüber hinaus zu einer kontinuierlichen Verbesserung der Umwelleistung. Die Zertifizierung unseres Unternehmens gemäß EMAS betrachten wir nicht nur als Bestätigung des Status Quo, sondern auch als Herausforderung.

### *Schutz des natürlichen Wasserkreislaufs*

Als Wasserversorger beziehen wir unseren Rohstoff aus der Natur. Der Wasserkreislauf muss intakt bleiben, um auf Dauer qualitativ hochwertiges Trinkwasser gewinnen zu können. Unser Engagement für den vorbeugenden Boden- und Gewässerschutz ist darauf gerichtet, auch in Zukunft Trinkwasser mit naturnahen Aufbereitungsverfahren gewinnen zu können (so viel Natur wie möglich, so wenig Technik wie nötig).

### *Schutz der Gewässer*

Die Gewässer sind als natürlicher Lebensraum zu schützen. Im Rahmen unserer Möglichkeiten unterstützen wir eine Verbesserung des ökologischen Zustands der Oberflächengewässer. Eigene Einleitungen werden so geklärt, dass die gesetzlichen Mindestanforderungen deutlich überschritten werden.

### *Schonende Nutzung von Ressourcen*

Wir treten ein für den schonenden Umgang mit den Ressourcen – vor allem Grund- und Oberflächenwasser. Dies gilt nicht nur für unser Unternehmen. Die Einhaltung dieses Grundsatzes erwarten wir auch von unseren Zulieferern und Auftragnehmern.

### *Vermeidung von Abfällen*

Schutz natürlicher Ressourcen bedeutet auch die Verminderung und, soweit dies nicht möglich ist, die Verwertung von Abfällen. Dies fängt bereits bei der Beschaffung an. Für uns gilt: Vermeidung vor Verwertung vor Beseitigung.

### *Ökologische Flächennutzung*

Die für den Betrieb unserer Anlagen (Wassergewinnung, Pumpwerke, Wasserkraftanlagen) notwendigen Flächen bewirtschaften wir unter ökologischen Gesichtspunkten. Dies fordern wir auch von unseren Pächtern durch entsprechende Regelungen in den Pachtverträgen. Wir unterstützen Maßnahmen des Natur- und Landschaftsschutzes sowie des Artenschutzes sowohl durch aktives Handeln als auch z. B. durch Zur-Verfügung-Stellung von Flächen.

### *Nutzung regenerativer Energien*

Wir betreiben Anlagen zur Erzeugung elektrischer und mechanischer Energie aus Wasserkraft, Windkraft und Photovoltaik. Auf dem Gebiet der Nutzung regenerativer Energien werden wir uns weiter engagieren und entwickeln. Innovative Entwicklungen neuer Techniken auf diesem Gebiet sollen auch in Zukunft intensiv beobachtet und – soweit auch wirtschaftlich vorteilhaft – verstärkt eingesetzt werden.

### *Umweltverantwortung aller Mitarbeiter*

Umweltschutz geht alle Mitarbeiter an. Nur so kann er verwirklicht werden. Wir setzen deshalb auf kreative, umweltorientierte Mitarbeiter. Darüber hinaus ist in diesem Zusammenhang betriebseigene Kompetenz essenziell. Deshalb bilden wir unsere Mitarbeiter regelmäßig und zielgerichtet weiter.

### *Überprüfung unseres Umwelthandelns*

Wir wollen unser Handeln im Umweltschutz auch in Zukunft durch interne wie externe Audits (z. B. nach EMAS) überprüfen lassen.

### *Dialog mit der Öffentlichkeit*

Wir wollen den Dialog mit der Öffentlichkeit und berichten offen über unsere Umweltziele und das Erreichte.

## **Umweltprogramm**

Ziel eines Umweltprogramms ist es, die Umwelleistung kontinuierlich zu verbessern. Das Umweltprogramm ist dynamisch und wird jährlich im Rahmen der einmal im Quartal stattfindenden Umweltkreissitzungen diskutiert und aktualisiert. Die dabei vorgeschlagenen Maßnahmen, Verantwortlichkeiten und finanziellen Mittel werden mit der Geschäftsführung abgestimmt und von ihr zur Umsetzung freigegeben. Die Zielsetzungen und Einzelziele sind auf der Kenntnis der wesentlichen Umweltauswirkungen festgelegt worden.

Zu den Zielsetzungen des aktuellen Umweltprogramms zählen die Förderung des Natur- und Artenschutzes (z. B. das Aussetzen gefährdeter Fischarten, wie Nase und Aal, in die Ruhr), die Verbesserung des aktiven und passiven Gewässerschutzes, die schonende Nutzung von Ressourcen (z. B. der verstärkte Einsatz regenerativer Energien), die Vermeidung von Abfällen und Emissionen (z. B. die Verminderung der Emissionen der Betriebsfahrzeuge) sowie die ökologische Flächennutzung (z. B. Renaturierung durch Aufhebung von Gewässerverrohrungen).

Ergänzend dazu unterstützen die Wasserwerke Westfalen gezielt Umweltprojekte mit regionalem Bezug zur Ruhr und den Wasserwerken, um Naturräume zu schützen und in ihrer Vielfalt zu bewahren. Die vor der Öffentlichkeit geschützten Bereiche der Trinkwassergewinnungsanlagen im Ruhrtal bieten weitgehend ungestörte Lebensräume für zahlreiche Pflanzen- und Tierarten.

Insgesamt nutzt das Unternehmen eine Fläche von 587 Hektar als engere Betriebsfläche. An der Ruhr und in ihrer Umgebung konnten sich auf ihr im Laufe der Jahre zahlreiche schutzwürdige Biotope entwickeln. Informationen über die einzelnen Umweltprojekte können auch im Internetauftritt eingesehen werden.

### **Schlussfolgerungen und Ausblick**

Organisationen mit dem EMAS-Logo handeln umweltbewusst, weil sie Produkte, Tätigkeiten und Dienstleistungen im Hinblick auf die Umweltauswirkungen des Unternehmens verbessern; hierdurch tragen sie entscheidend zu einer nachhaltigen Verbesserung der Umweltsituation und einer Steigerung der Lebensqualität bei.

Die Einführung eines geprüften Umweltmanagements bei den Wasserwerken Westfalen hat sich positiv bewährt, da EMAS einen umfassenden betriebsbezogenen Umweltschutzansatz enthält. Neben der Betrachtung aller von einzelnen Standorten ausgehenden Umweltauswirkungen bei der Einführung des Umweltmanagementsystems fordert EMAS, dass Betriebsabläufe regelmäßig hinterfragt werden. Aktuelle Änderungen der Unternehmensstruktur und rechtlicher Bestimmungen werden systematisch erkannt und bewertet.

Darüber hinaus treten EMAS validierte Unternehmen mit einer von unabhängigen Sachverständigen – nämlich den zugelassenen Umweltgutachtern – kritisch überprüften Umwelterklärung an die Öffentlichkeit. Sie informieren darin glaubhaft über Umweltschutzaktivitäten, Umweltziele, aber auch über Probleme und ihre Beseitigung.

Die Einbeziehung der Beschäftigten in das EMAS-Verfahren führt im Betrieb zu einem allgemeinen Verständnis über den Nutzen des betrieblichen Umweltschutzes. Zum einen steigt die Sensibilität für das Thema Umweltschutz. Die Mitarbeiter stehen offen und interessiert Umweltfragen gegenüber und sind in den Verbesserungsprozess eingebunden. Zum anderen identifizieren sich Mitarbeiter verstärkt mit ihren Aufgaben.

Seit Inkrafttreten der EMAS-Verordnung werden teilnehmenden Unternehmen Vorteile zugesagt. So können die Wasserwerke Westfalen nach einem längeren Prozess mittlerweile Erleichterungen nutzen, die durch die Anpassung gesetzlicher Regelungen auf Bundes- und Landesebene geschaffen wurden. Dazu gehören beispielsweise die Reduzierung des Unterlagenumfanges in Antragsverfahren und überwachungsrechtliche Vereinfachungen (§ 166a LWG NRW, § 24 WHG). Eine spürbare Vereinfachung sieht das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2009) vor. Bei Anträgen auf Ausgleich für stromintensive Unternehmen gemäß EEG beim zuständigen Bundesamt BAFA sind seit 2009 zusätzliche Anforderungen zu erbringen. Danach müssen die antragstellenden Unternehmen erstmals ein Energiemanagement nachweisen. Dieser Nachweis kann inzwischen ohne zusätzlichen Aufwand auch durch den Nachweis der EMAS-Zertifizierung erbracht werden.

Die Fortsetzung der freiwilligen Umweltprüfungen gemäß EMAS und die Umsetzung der dort festgelegten Maßnahmen zur Weiterentwicklung des Umweltmanagementsystems bei den Wasserwerken Westfalen sind u. a. auch deshalb als Unternehmensziel festgeschrieben worden.

---

## 23 Der Mäander-Fischpass® – zehn Jahre Fischaufstieg an der Stauanlage Fröndenberg der Wasserwerke Westfalen GmbH

*Rüdiger Szymczak, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Dr. Burkhard Westphal, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Ingo Becker, Wasserwerke Westfalen GmbH*

---

### Einleitung

Inzwischen ist es fast zehn Jahre her, dass die Wasserwerke Westfalen GmbH (WWW) die Inbetriebnahme eines Fischpasses an der Stauanlage Fröndenberg der (Fach-)Öffentlichkeit mitteilen konnte. Die Inbetriebnahme eines Fischpasses war zu jener Zeit für sich genommen vielleicht keine besondere Meldung wert. Was sie zu einer besonderen Meldung gemacht hat, war die Entscheidung für den Einsatz einer bis heute besonders innovativen Technik – des Mäander-Fischpasses.

Die andauernde Diskussion von Vor- und Nachteilen unterschiedlicher Technologien bei der Herstellung der Durchgängigkeit von Stauanlagen war Anlass für die WWW, die Funktionsfähigkeit der Mäandertechnologie an einer Ruhrstauanlage nach langjährigem Betrieb näher zu beleuchten.

Es ist allgemein bekannt, dass die Laichwanderungen der Aale vom Meer aus bis in die Oberläufe der Flüsse und wieder zurück führen. Umfangreiche so genannte potamodrome Wanderungen innerhalb eines Gewässers führen auch die Bachforelle, die Barbe und das Bachneunauge durch. Voraussetzung dafür ist, dass die Fließgewässer nicht unüberwindbar verbaut sind. Nicht nur für die so genannten „Wanderfischarten“, sondern auch für die übrige Fischfauna, deren Nährtiere und für die kleineren Organismen des Gewässerbodens (die Makrozoobenthosgemeinschaft) ist es von Bedeutung, dass sich deren Populationen innerhalb eines Fließgewässers ausbreiten können. Nur so kann einer genetischen Verarmung begegnet oder können Wiederbesiedelungen nach besonderen Ereignissen sichergestellt werden. Hohe lokale Populationsverluste können beispielsweise nach Hochwasserereignissen, aufgrund befristeter Gewässerbelastungen oder zu hohem Fraßdruck durch so genannte Räuber (wie den Kormoran) auftreten. In dieser Hinsicht können Wehre und andere Bauwerke ein Gewässer zerschneiden und schwerwiegende Besiedlungsgrenzen darstellen.

Anfang des 20. Jahrhunderts wurde die Bedeutung der Durchgängigkeit der Gewässer für die Fisch- und Nährtierfauna erkannt und bereits 1914 an der Stauanlage Fröndenberg ein betonierter, damals üblicher Beckenpass als Fischaufstieg in die Mitte der Wehranlage integriert. Im Vordergrund stand insbesondere, den Wanderfischen den Aufstieg zu ermöglichen. Nach heutigem Kenntnisstand ist die Lage und die Bemessung des damals angelegten Beckenpasses als nicht günstig zu bewerten. Das Aufstiegs-

bauwerk befand sich nicht im Hauptströmungsbereich der Wehranlage, zudem fehlten sohlennahe Öffnungen für die bodenorientiert lebenden Fischarten. Er wurde vermutlich, wenn überhaupt, nur während einzelner sehr kurzer Zeitintervalle von Fischen zum Aufstieg genutzt.

### Mäander-Fischpass®

Im Zusammenhang mit der Absicht, die Wasserkraftanlage Fröndenberg in absehbarer Zeit zur Energiegewinnung zu reaktivieren, hat die GELSENWASSER AG 1996 als damaliger Eigentümer eine strömungstechnisch günstig gelegene Aufstiegsanlage zu planen begonnen, mit dem Ziel, die Durchgängigkeit in diesem Abschnitt der Ruhr für alle Gewässerbewohner herzustellen.

Auf Basis einer Machbarkeitsstudie, erstellt im Rahmen einer Diplomarbeit an der Gesamthochschule Paderborn, Abt. Höxter, wurde die Firma Ökofisch mit der Planung und Umsetzung eines Mäander-Fischpasses® beauftragt. Die Aufstiegsanlage wurde Ende 2000/Anfang 2001 in Betrieb genommen.

Grundlage der Entscheidung für den Einsatz der Mäandertechnik waren seinerzeit mehrere Aspekte, wobei die gegenüber anderen Techniken platz- und kostensparende Bauweise schließlich den Ausschlag gab. Darüber hinaus spielte insbesondere der schon seinerzeit nachgewiesene hohe Wirkungsgrad hinsichtlich der Durchwanderbarkeit eine weitere ausschlaggebende Rolle. Ein nicht zu vernachlässigender Aspekt für die Entscheidung zugunsten der Mäandertechnik war der vergleichsweise geringe Wasserbedarf für den Betrieb der Anlage in der Größenordnung von höchstens 300 l/s.

### Fischereibiologische Untersuchungen der Ruhr an der Stauanlage Fröndenberg

Die Genehmigung der Planungen zur Nutzungsänderung des Wehres (Umbau zwecks Wasserkraftnutzung und Installieren einer Fischaufstiegshilfe) war verbunden mit der Auflage, eine Möglichkeit zur Funktionskontrolle zu schaffen. Mit den Untersuchungen wurde die Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH (WWU) beauftragt und mit den Erhebungen 2002 begonnen.

Aufgrund von Vorgaben bezüglich der Stauhaltung sowie den damals vorhandenen unzureichenden Möglichkeiten zur Steuerung des Wasserabflusses, konnte während der Inbetriebnahmephase nur vereinzelt ein Fischaufstieg nachgewiesen werden. Nach Optimierung der Lockströmung des Beckenpasses und verschiedener Modifikationen an den Schlitzweiten der einzelnen Rundbecken verbesserte sich die Situation im Laufe des Jahres. Aufgrund umfangreicher Sanierungsmaßnahmen am Massivbauteil der Wehrkörpers, mit mehrmalig erforderlicher Absenkung des Staus, konnten in den Folgejahren nur sporadisch Kontrollen durchgeführt werden, bei denen vereinzelt Fische nachgewiesen wurden. 2004 war es erstmals möglich, über einen längeren Zeitraum Aufstiegskontrollen durchzuführen. Dabei wurden regelmäßig aufsteigende Fische nachgewiesen, deren Anzahl jedoch unter den Erwartungen blieb.

Wesentliche Ursache war die für den Fischaufstieg ungünstige Abflusssituation am Wehr. Bauartbedingt war der Abfluss, der zur Strömunglenkung über den ehemaligen Turbinenauslauf geleitet wurde, stark mit Luftblasen durchsetzt. Diese Luftblasenfahne überlagerte die zum Auffinden des Fischpasses erforderliche Lockströmung. Erschwerend kam hinzu, dass die Abflussregelung im Bereich des Turbinengebäudes selbst nicht automatisiert war und nur gelegentlich manuell nachgeregelt werden konnte. Bild 23.1 zeigt den starken Austrag von Luftblasen im Unterwasser des linken Turbinenschlauchs.



Bild 23.1: Luftblasent Teppich, hervorgerufen durch ungünstige Strömungsverhältnisse vor Einbau der Turbine. Am linken Bildrand ist der Fischpass zu erkennen.

Fig. 23.1: Air bubbles generated through unfavourable flow before the installation of the turbine. The fish bypass is visible to the very left.

Die vergleichsweise geringe Anzahl an aufsteigenden Individuen ist aber nicht nur den technischen Aspekten der Lockströmung, sondern nach wie vor insbesondere auch dem allgemein niedrigen Fischbestand des Gewässerabschnitts geschuldet. Dieser beruht vermutlich darauf, dass die Ruhr vielfach gestaut ist und in den oberhalb und unterhalb liegenden Wehren entweder keine oder teils nur unzureichend funktionierende Fischaufstiegsanlagen installiert sind.

Die sehr geringen Bestände an Bachforelle, Schmerle, Barsch, Döbel, Karpfen und Kaulbarsch sind bereits durch eine Elektrobefischung 1995 dokumentiert. Im Gewässerabschnitt zu erwartende Barben, Äschen und Elritzen wurden bei dieser Befischung nicht nachgewiesen. Lediglich der zur damaligen Zeit noch starke Aalbesatz führte zu einem überhöhten lokalen Bestand mit der Folge eines hohen Fraßdrucks auf die übrige Fischfauna, insbesondere die Jung- und Kleinfische.

Eine im Mai 2004 durchgeführte Elektrobefischung im Unterwasser der Stauanlage Fröndenberg nach Inbetriebnahme der Aufstiegsanlage ergab ein nur geringes Vorkommen an Bachforellen und Elritzen. Der Aal zeigte auch bei dieser Befischung noch die

stärksten Bestände im Gewässerabschnitt. Andere Arten wurden nicht erfasst.

### Erste Funktionskontrollen im Mäanderfischpass

Bei den Überprüfungen bis September 2005 wurden im Mäanderfischpass regelmäßig Bachforellen, Regenbogenforellen, Mühlkoppen, Elritzen, Aale, Rotaugen, Rotfedern und vereinzelt Äschen vorgefunden. Die für die Kontrolle erforderliche Reusen-einrichtung setzte sich wegen des hohen Anteils an Treibgut leider phasenweise zu. Da die Funktionsprüfung des Fischaufstiegs grundsätzlich positiv verlief, wurde ab 2006 auf ständige Reusenkontrollen verzichtet.

Ab 2007 konnte der Einbau der neuen Wasserkraftturbine, der mit einer automatischen Regelung des Wehrüberfalls verbunden war, eine deutliche Verbesserung der Strömungsverhältnisse im Unterwasser geschaffen werden - ohne störende Luftblasenbildung.

Durch die Anordnung der Turbine im linken Turbinenkanal konnte zudem der Hauptwasserstrom im Mittelwasserbereich näher an die Einstiegsöffnung des Mäander-Fischpasses „herangezogen“ werden, was die Auffindbarkeit für den aufstiegswilligen Fisch offensichtlich deutlich verbesserte. Die Baumaßnahme dauerte insgesamt etwa 1 ½ Jahre und war verbunden mit umfangreichen Trockenlegungs- und Wiedereinstau-Phasen, in denen der Fischpass nur zeitweise betrieben werden konnte.

### Aufstiegskontrollen nach Umbau des Wehres und Einbau der neuen Turbine

Bereits bei der ersten Aufstiegskontrolle nach Umbau und Inbetriebnahme der Wasserkraftturbine im Juli 2008 waren die hierauf beruhenden positiven Effekte erkennbar. Entlang des Ufers bildete sich ausgehend vom Fischpass eine lange Strömungsfahne aus, die ein gutes Auffinden des Einstiegs ermöglichte. Die Bilder 23.2 und 23.3 zeigen die geschilderten Verbesserungen deutlich.



Bild 23.2: Verbesserung der Lockströmung nach Reaktivierung der Wasserkraftanlage im Jahr 2007/2008.

Fig. 23.2: Improvement of flow after the waterworks reactivation in 2007/2008.



Bild 23.3: Blick nach Unterwasser. Gut zu erkennen ist die klare Strömungsführung zum Einstieg des Fischpasses hin.  
 Fig. 23.3: Underwater view. The flow direction toward the fish bypass entrance is clearly visible.

Bei der Aufstiegskontrolle selbst befanden sich vier Bachschmerlen (6 bis 7 cm), zwei Elritzen (6 cm), zwei Mühlkopfen (3 cm), ein Gründling (10 cm) und eine kleine Bachforelle (7 cm) in der auf Höhe des Oberwassers befindlichen Kontrollreue. Bild 23.4 zeigt zwei der aufgestiegenen Schmerlen und die beiden Elritzen.



Bild 23.4: Aufgestiegene Schmerlen und Elritzen  
 Fig. 23.4: Loach and minnow migrating upstream

Die Funktionsfähigkeit der Aufstiegshilfe für die Fische der Gewässerregion wurde durch weitere acht Aufstiegskontrollen belegt, die nach der Verbesserung der Lockströmung durchgeführt wurden. Bei allen Kontrollen wurden Fische im Beckenpass angetroffen. Insgesamt waren es 43 Tiere, verteilt auf neun Fischarten, davon 21 Bachforellen (bis 54 cm und alle anderen Größenklassen), acht Mühlkopfen, vier Schmerlen, drei Aale, zwei Elritzen, zwei Barben, eine Äsche, eine Regenbogenforelle und ein Gründling.



Bild 23.5: Große Bachforelle  
 Fig. 23.5: Large brown trout



Bild 23.6: Barbe und Aal  
 Fig. 23.6: Barbel and eel



Bild 23.7: Mühlkoppe und Bachforelle  
 Fig. 23.7: Bullhead and brown trout



Bild 23.8: Sohlsubstrat im Fischpass  
Fig. 23.8: Bed substrate in the fish bypass



Bild 23.9: Sohlsubstrat mit Eintagsfliegenlarven  
Fig. 23.9: Bed substrate with mayfly larvae



Bild 23.10: Sohlsubstrat mit Dreieckskopf-Strudelwurm  
Fig. 23.10: Bed substrate with planarian flatworms

### Durchgängigkeit für Fische

Seit der Inbetriebnahme des neu errichteten Mäander-Fischpasses 2000/2001 am Wehr Fröndenberg der Wasserwerke Westfalen GmbH haben nachweislich zehn Fischarten das Wehr zum Aufstieg ins Oberwasser genutzt. Die größten aufgestiegenen Fische waren über 50 cm große Bachforellen mit ausgeprägtem Laichhaken (deutlich größere Fische sind in dem Gewässerabschnitt nicht zu erwarten), der kleinste Fisch eine wenige cm große, junge Bachforelle. Auch bodenorientiert lebende Fische wie Bachschmerlen, Gründlinge und Mühlkopen finden den Einstieg in den Fischpass und nutzen ihn als Aufstiegshilfe. Auch für den Aal ist der Aufstieg nachgewiesen.

### Durchgängigkeit für Makrozoobenthos

Bereits nach kurzer Zeit hat sich an den Wandungen der Rundbecken eine Biozönose aus Fadenalgen und Moosgeflechten gebildet und an den mit Vlies bzw. Geotextilmatten belegten Böden ein dem Gewässer entsprechendes Bodensubstrat abgelagert. Im beruhigten Mittelbereich der Becken lagern sich „Schotterbänke“ (Korngröße einige wenige Millimeter) ab. In Bereichen mit stärkerer Strömung sind die Textilmatten mit Kies unterschiedlicher Körnung, Feinsediment, Holzstückchen, Moosthalien, Fadenalgen und Gräsern durchsetzt. Stellenweise hat sich Treibgut verklauselet. Auf der Sohle der Aufstiegsanlage haben sich Kleinbiotope ausgebildet, die mit wirbellosen Tieren intensiv besiedelt sind.

Nachfolgend das Protokoll der Auswertung einer Probe, die einem kleinen Abschnitt der Textilmatte entnommen wurde. Für die Beprobung wurde ein Stück der Textilmatte in der Wasserströmung ausgeschüttelt und die ausgespülten Organismen und Sedimente mittels eines Keschers aufgefangen.



Probenahme: März 2010

nachgewiesene Taxa	
Borstenwürmer:	diverse
Strudelwürmer:	Vielaugenstrudelwurm ( <i>Polycelis tenuis</i> ) Dreieckskopf-Strudelwurm ( <i>Dugesia gonocephala</i> )
Wassermilben:	Flusmilbe ( <i>Hygrobatas fluviatilis</i> )
Eintagsfliegenlarven:	diverse, z. B. : <i>Baetis rhodani</i> , <i>Ecdyonurus venosus</i>
Steinfliegenlarven:	diverse
Käferlarven:	<i>Elmis spec.</i>
Käfer:	Klauenkäfer <i>Elmis maugetii</i>
Köcherfliegenlarven:	wenige eruciforme Larven (köchertragende), viele campodeiden Larven: Bergbach-Köcherfliegen ( <i>Rhyacophila spec.</i> ), Wassergeistchen ( <i>Hydropsyche spec.</i> ), Etui-Köcherfliege ( <i>Hydroptila spec.</i> )
Zuckmückenlarven:	diverse
Kriebelmückenlarven:	Simuliide spec. (stark vertreten)
Flohkrebe:	<i>Gammarus pulex</i> (massenhaft)
Wasserasseln:	<i>Asellus aquaticus</i>

### Zusammenfassung

Mit dem Bau eines Mäander-Fischpasses vor zehn Jahren ist es den Wasserwerken Westfalen unter Nutzung einer bis heute innovativen Technik gelungen, die Fischdurchgängigkeit am Standort Fröndenberg herzustellen und nachhaltig zu sichern, wobei neben der Funktionsfähigkeit auch die Wirtschaftlichkeit der Lösung Grundlage der damaligen Entscheidung waren.

Die im Zusammenhang mit der EU-Wasserrahmenrichtlinie sowie der energetischen Nutzung in Teilbereichen durchzuführenden ökologischen Verbesserungen an den Wehranlagen erfordern auch in Zukunft ökonomisch und ökologisch vernünftige Ansätze beim Bau und Betrieb von Anlagen zur Verbesserung der Fischdurchgängigkeit. Dass dieses anspruchsvolle Ziel auch unter Einsatz der Mäander-Technik erreicht werden kann, legt der vorliegende Bericht eindrucksvoll dar.

---

## 24 Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Bereich der Ruhr – aktuelle Erhebungen der Kooperation Landwirtschaft / Wasserwirtschaft

*Dominik Schröder und Daniel Wibbeke, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Unna, Ninette Zullei-Seibert, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte*

---

Die Kooperation Landwirtschaft/Wasserwirtschaft im Einzugsgebiet der Ruhr (Ruhrkooperation) wurde im Jahr 1991 gegründet. Ihr Ziel ist es, die Ruhr als Trinkwasserreservoir für ca. 5 Millionen Menschen so weit wie möglich vor Einträgen von Pflanzenschutzmitteln und Pflanzennährstoffen zu schützen. Die Ruhrkooperation wird durch die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) finanziert. Mit einer Fläche von ca. 449.000 ha handelt es sich um die größte Flächenkooperation in Nordrhein-Westfalen. Von der östlichsten Stelle (Brilon) bis zur westlichsten (Duisburg) sind es ca. 130 km. Die Nord-Süd-Achse reicht mit ca. 45 km vom Möhnesee bis Schmallenberg. Im Auftrag der Ruhrkooperation beraten drei Agraringenieure bei der Landwirtschaftskammer NRW mehr als 820 im Ruhreinzugsgebiet wirtschaftende landwirtschaftliche Betriebe. Die Landwirte und auch Gartenbauer können der Ruhrkooperation durch Unterzeichnung der Kooperationserklärung beitreten. Sie erklären sich damit bereit, den Eintrag von

- Nährstoffen
- trinkwasserhygienisch bedenklichen Mikroorganismen und
- Pflanzenschutzbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln

in die Ruhr und ihre Zuflüsse (ca. 970 Teileinzugsgebiete) zu vermeiden.

Aber auch im außerlandwirtschaftlichen Bereich werden Besitzer von Haus- und Kleingartenanlagen durch die Kooperationsberater auf Gewässer schonende Maßnahmen bei der Unterhaltung ihres Eigentums hingewiesen.

In der Vergangenheit konnten etliche, zumeist in höheren Mengen verwendete Pflanzenschutzmittelwirkstoffe in der Ruhr und ihren Zuflüssen nachgewiesen werden. Eintragungsschwerpunkte, Belastungspfade und relevante Stoffe wurden u. a. in mehreren gezielten Monitoring-Programmen der Kooperation ermittelt. Durchgeführt wurden beispielsweise Untersuchungen von Kläranlagen oder Teileinzugsgebieten auf Triazine, Phenylharnstoffe, Phenoxy-carbonsäuren oder auch Glyphosat. Die gewonnenen Erkenntnisse sind wesentliche Grundlage einer erfolgreichen Beratung der Pflanzenschutzmittel-Anwender, in die auch die Daten der regelmäßigen Untersuchungen der Wasserversorgungsunternehmen einfließen.

Ein weiterer Schwerpunkt der Kooperation ist die in regelmäßigen Abständen durchgeführte Erhebung des eingesetzten Wirkstoffspektrums. In enger Abstimmung mit dem Ausschuss Wassergüte der AWWR und dessen Arbeitskreis Organische Spurenstoffe werden die Ergebnisse anhand der Anwendungsmenge, der behandelten Kulturen und ihrer Anbauflächen, der physikalisch-chemischen Eigenschaften (z. B. Abbaubarkeit und Wasserlöslichkeit) sowie der Analysierbarkeit der Stoffe bewertet. Die Ergebnisse dieser Datenabfragen werden den für Roh- und Trinkwasser zuständigen Behörden vorgestellt und die Untersuchungsprogramme auf Basis der Abstimmung geändert oder belassen. Damit wird die Anforderung der Trinkwasserverordnung an die Wasserversorgungsunternehmen erfüllt, nach der die im Einzugsgebiet relevanten Stoffe und ihre relevanten Metabolite zu untersuchen sind.

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist nach Pflanzenschutzgesetz nur zulässig auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Flächen. Ruhrwasseruntersuchungen und Flächenbesichtigungen belegen beispielsweise, dass Pflanzenschutzmittel verbotenerweise auf befestigten Flächen (z. B. Parkplätze, Garageneinfahrten, Verkehrsflächen) verwendet worden sind.

Wirkstofffunde von Diuron und anderen Substanzen, die nicht im landwirtschaftlichen Bereich eingesetzt werden, deuten auf illegale Anwendungen in den o.g. Bereichen hin. Da es seit einiger Zeit diesen Wirkstoff in Kleingebinden nicht mehr zu kaufen gibt, ist Diuron im Ruhrwasser kaum mehr nachweisbar (Bild 24.1). Insgesamt werden seit einigen Jahren auch zugelassene Wirkstoffe, wie zum Beispiel Terbutylazin oder Isoproturon, in der Ruhr nur

noch vereinzelt und meist in sehr niedrigen Konzentrationen nachgewiesen. Die jährliche Befundlage ist in den Ruhrgüteberichten ausführlich dargestellt.

Festzuhalten bleibt allerdings, dass Wirkstoffe aus Pflanzenschutzmitteln auch in anderen Bereichen des alltäglichen Gebrauchs eingesetzt werden. Diese Wirkstoffe können u. a. in Reinigungsmitteln, Reifen, Farben und Lacken für den Außenbereich oder Teerpappen enthalten sein und durch Aus- und Abwaschungen zu Belastungen in Gewässern führen.

### Pflanzenschutzmitteleinsatz in der Landwirtschaft – Ackerschlagkarteiauswertung

Die Hauptaufgabe der Kooperationsberater ist die Beratung von landwirtschaftlichen Betrieben zum Einsatz und Umgang mit Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln. Im Jahr 2009 erfolgte eine erneute Erhebung zum Pflanzenschutzmitteleinsatz in der Landwirtschaft, um diese Aufgabe unterstützen und die bestehenden Monitoring-Programme hinsichtlich ihrer Aktualität bewerten zu können. Dabei spielen insbesondere Anwendungsgebiete, -zeitraum und Einsatzmengen von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen eine Rolle. Manche Wirkstoffe unterliegen im praktischen Einsatz einer starken Dynamik. Die Ursachen sind vielfältig und reichen von Resistenzproblemen, den Auswirkungen des Strukturwandels, dem Einsatz moderner Techniken, der Beauftragung von Lohnunternehmern bis hin zu Fortbildungsveranstaltungen mit entsprechenden Informationen. Dies bestätigt einmal mehr die Notwendigkeit, in regelmäßigen Abständen Praxisgegebenheiten mit bestehenden Gewässeruntersuchungsprogrammen abzugleichen.

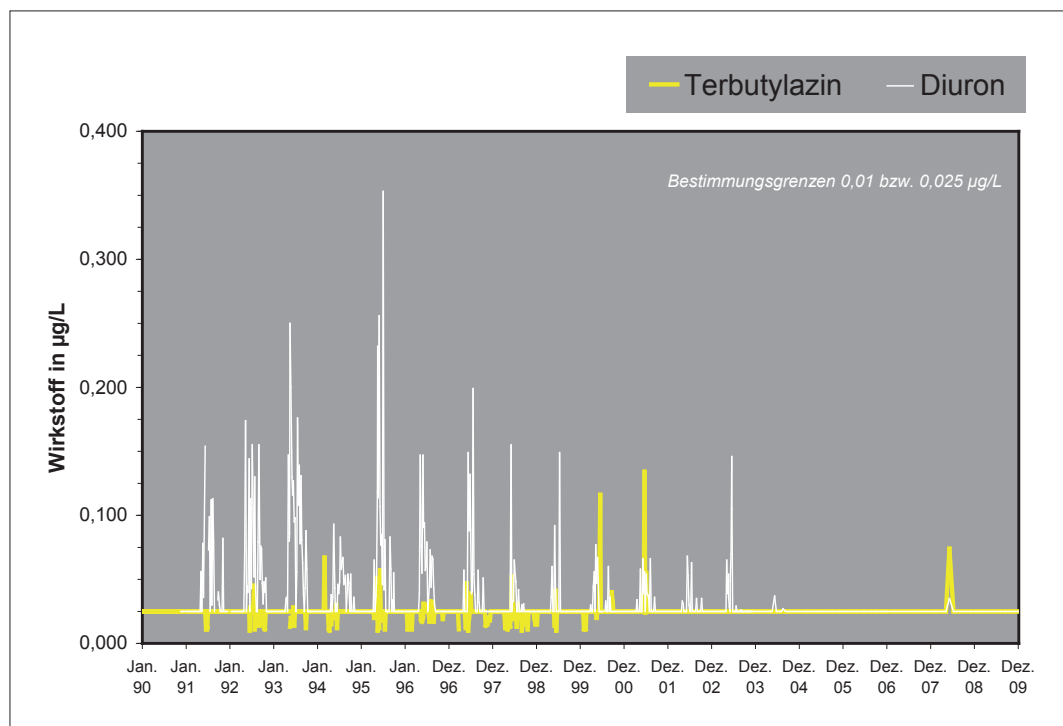


Bild 24.1: Diuron und Terbutylazin – langjährige Untersuchungsergebnisse der Ruhr bei Hengsen (Daten: Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH und Wasserwerke Westfalen GmbH)

Fig. 24.1: Diuron and terbuthylazine – long-term results from evaluations of the Ruhr water at Hengsen (data: Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH and Wasserwerke Westfalen GmbH)

Um den aktuellen Stand zu erfassen, wurde von den Beratern der Pflanzenschutzmitteleinsatz repräsentativ von 20 im Ruhreinzugsgebiet wirtschaftenden landwirtschaftlichen Betrieben erfasst und ausgewertet. Bei der Erfassung der Ackerschlagkarteien wurde eine Differenzierung nach Flächennutzung (Acker oder Grünland) und Fruchtarten (Winterweizen, Wintergerste, Winterraps, Mais, ...) vorgenommen.

Der jeweilige Pflanzenschutzmitteleinsatz wurde in folgende Bereiche eingeteilt:

- Herbizide (Unkraut- und Ungrasbekämpfung)
- Fungizide (Pilz hemmend oder verhindernd)
- Insektizide (Kontrolle von Schadinsekten)
- Phytohormone (Wachstumsregulator; Wachstumsreglereinsatz)
- Molluskizide (Schneckenbekämpfung)

### Unterschiede im landwirtschaftlichen Bereich im Ruhreinzugsgebiet

Aufgrund der Größe des Kooperationsgebietes ist festzustellen, dass dieses Gebiet sehr unterschiedlich ist, was die Nutzung der Flächen und den Anbau von Kulturen anbelangt. Im Einzugsgebiet des Sauerlandes (u. a. Höhenlage, flachgründige Böden, Hanglagen) dominiert die Nutzung der Flächen als Grünland (Bild 24.2).

Im Gegensatz dazu stehen die Auenböden im Bereich der Ruhr. Hier werden die Flächen überwiegend als Ackerland genutzt: vorwiegend für den Anbau von Gerste, Weizen, Mais, Raps, Roggen, Triticale und Hafer; aber auch Sonderkulturen wie Obst und Gemüse werden zum Teil angebaut. Aufgrund des Anbauumfangs haben hier die Kulturen Wintergerste, Winterweizen, Winterraps und Mais die größte Bedeutung (Bild 24.3).

Festzustellen ist, dass in Übergangs- und Höhenlagen der Maisanbau zunimmt. Er wird als Futtergrundlage für die Milchviehfütterung bzw. immer öfter auch zur Biogaserzeugung verwandt.

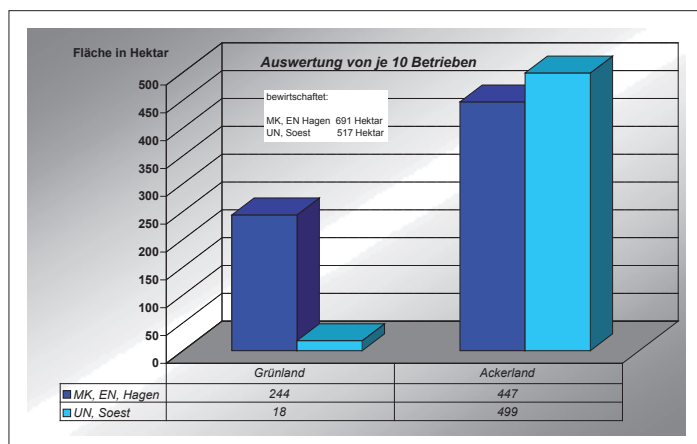


Bild 24.2: Flächennutzung in den Modellgebieten  
Fig. 24.2: Land use in the model areas

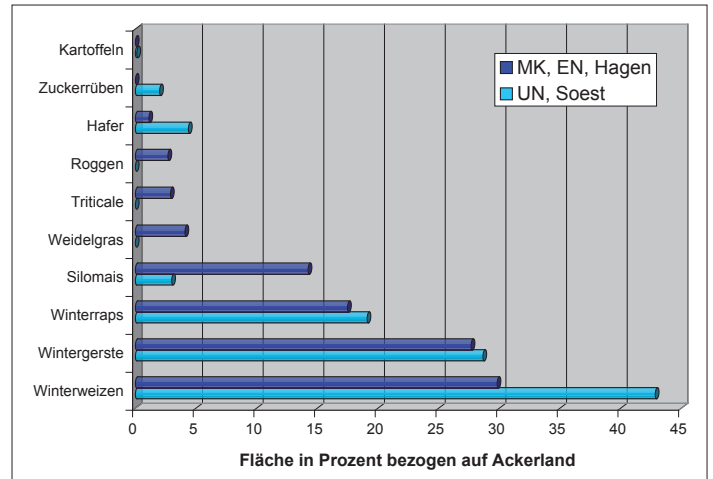


Bild 24.3: Verteilung des Feldfruchtanbaus in den Modellgebieten  
Fig. 24.3: Distribution of crop cultivation in the model areas

### Eingesetzte Wirkstoffe

Die Auswertung der Ackerschlagkarteien zeigt, dass der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln kulturabhängig ist und im Detail regional schwankt. Ackerflächen haben gegenüber Grünlandflächen einen bedeutend höheren Behandlungsindex.

Aus der Sicht des Gewässerschutzes sind es vor allem die Herbizide mit Bodenwirkung, zur Bekämpfung von Ungräsern und Unkräutern, die in Analyseergebnissen auftauchen. Da Herbizide mit Bodenwirkung für gute Wirkungsgrade in der Regel viel Feuchtigkeit benötigen, sind sie z. B. gegenüber Fungiziden, die blattaktiv wirken, anders zu bewerten. Einsatzzeitpunkt und die Bedingungen, unter denen die jeweiligen Mittel wirken, müssen völlig verschieden sein. Weiterhin erfordern zunehmende Resistenzen z. B. im Bereich der Ackerfuchsschwanzbekämpfung seit einigen Jahren ein Resistenzmanagement, das sich in der Wahl der Wirkstoffe widerspiegelt. So wird zum Beispiel der Wirkstoff Iso-protruron, der auch für den Gewässerschutz nicht unproblematisch ist, zunehmend durch Alternativwirkstoffe ersetzt.

Bei den befragten Landwirten waren 51 herbizid wirksame Einzelsubstanzen in 52 Handelsprodukten im Gebrauch. Während Insektizide und sonstige Stoffklassen lediglich eine Wirkkomponente enthielten, wurden bei den Herbiziden und Fungiziden auch Kombinationsprodukte mit zwei oder mehr Wirkstoffen verwendet (Bild 24.4). Dabei kommen in beiden Teileinzugsgebieten der Ruhr die identischen Handelsprodukte zum Einsatz.

Im Bereich der Fungizide, Insektizide, (Phytohormone) Wachstumsregler und Molluskizide kann der Einsatz dieser Pflanzenschutzmittel je nach Auftreten des Schaderregers jährlich stärker schwanken. Dieses lässt sich zum Einen auf die unterschiedlichen Witterungsverläufe zurück führen, mit der Folge, dass z. B. ertrags-schädigende Insekten, Pilze oder Schnecken und Mäuse im Jahresverlauf und von Jahr zu Jahr unterschiedlich stark auftreten.

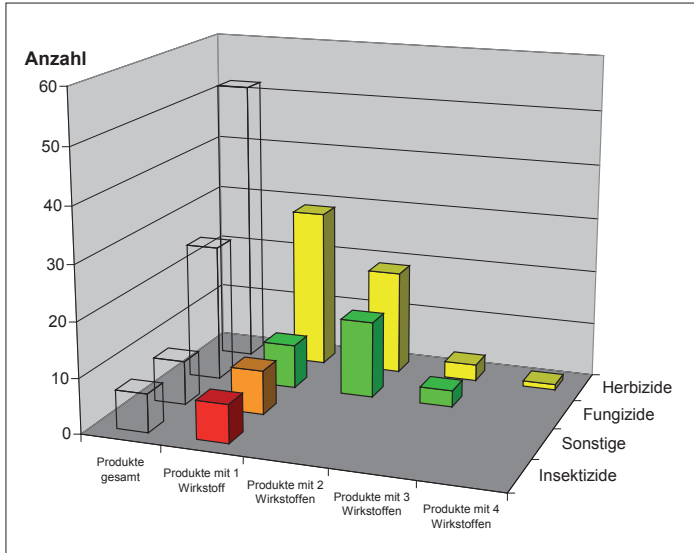


Bild 24.4: Übersicht zur Anzahl eingesetzter Handelsprodukte und Wirkstoffkombinationen

Fig. 24.4: Number of pesticide products and combinations of active ingredients in use

Anhand der Ackerschlagkarteien wurden insgesamt 93 Einzelwirkstoffe identifiziert (Tabelle 24.1), die in sehr unterschiedlichen und zum Teil äußerst geringen Aufwandmengen eingesetzt werden. Die Anzahl der zugelassenen Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln wird zunehmend geringer. Dies hängt u. a. mit steigenden Kosten für Forschung, Rückstands- und Verträglichkeitsversuchen bzw. aufwändigen Zulassungsverfahren zusammen. Diese Tendenz schränkt die Mittelvielfalt stark ein und so kann es sein, dass in einem Jahr z. B. bei der Herbizid-Behandlung nur wenige Handelspräparate mit artverwandten Wirkstoffen zur Verfügung stehen. Je nach Wirkstoffabbau, Auswaschungsverhalten und Witterungsverlauf können unter Umständen Wirkstoffe in der Ruhr oder ihren Zuflüssen nachgewiesen werden.

Beispielhaft sollen hier die zum Teil früher in Winterraps verwendeten Wirkstoffe Quinmerac, Dimetufuron und Carbetamid genannt werden. Diese Wirkstoffe waren im Rahmen der EU-Wasserrahmenrichtlinien-Untersuchungen des Refflinger Baches auffällig.

## Fazit

Zum nachhaltigen Schutz der Ruhrgüte und der Trinkwassergewinnung ist es wichtig abzuschätzen, welche Pflanzenschutzmittelwirkstoffe auf landwirtschaftliche Flächen ausgebracht werden und wo somit ein möglicher Eintrag in die Gewässer stattfinden kann.

Das hier vorgestellte Ergebnis von repräsentativ ausgewählten Ackerschlagkarteien zeigt, dass in beiden Beispielregionen „Kreis Unna/Soest“ und „Märkischer Kreis/Ennepe-Ruhr-Kreis/Hagen“ identische Handelsprodukte und damit auch Wirkstoffe zum Einsatz kommen. Die Art und Menge ihrer Anwendung unterliegt

den regionalen und klimatischen Randbedingungen und weist somit entsprechende Variationen auf.

In den Überwachungsprogrammen werden auch künftig erwartungsgemäß Herbizide an prominenter Stelle zu finden sein. Die AWWR überprüft derzeit auf Basis der hier vorgestellten Detailauswertung und ergänzender Informationen aus anderen Ruhr-einzugsgebieten das in den Untersuchungsprogrammen zu berücksichtigende Substanzspektrum.

Im Sinne des Gewässerschutzes als positiv stellt sich der Pflanzenschutzmitteleinsatz bei den für die Ackerschlagkarteien zuständigen Landwirten dar. Häufig werden die von den Herstellern empfohlenen Aufwandmengen unterschritten. Darüber hinaus versuchen die Berater der Kooperation Landwirtschaft/Wasserwirtschaft an der Ruhr in ihrer täglichen Arbeit für den Gewässerschutz, sich abzeichnenden, problematischen Tendenzen entgegen zu wirken und durch gezielte Beratung zur guten Qualität des Ruhrgüte beizutragen. Die kontinuierliche Verbesserung der Ruhrgüte durch geringere Einträge an Pflanzenschutzmitteln zeigt den Erfolg der gemeinsamen Handlungsstrategie „Beraten, Berücksichtigen, Kontrollieren“.

Tabelle 24.1: Übersicht zu den eingesetzten Wirkstoffen  
 Table 24.1: Overview of active ingredients used

Herbizide	Fungizide	Insektizide	Sonstige
Amidosulfuron	Azoxystrobin	Alpha-Cypermethrin	Chlormequat-Chlorid
Aminopyralid	Boscalid	Bifenthrin	Ethephon
Bentazon	Chlorothalonil	Deltamethrin	Mepiquatchlorid
Bromoxynil	Difenoconazol	Esfenvalerat	Metadehyd
Carfentrazon Ethyl	Dimoxystrobin	lambda-Cyhalothrin	Methiocarb
Chloridazon	Epoxiconazol	Pirimicarb	Trinexapacethyl
Clomazone	Fenpropidin	Thiacloprid	
Clopyralid	Fenpropimorph		
Cycloxydim	Fluazinam		
Deiqat	Fluopicloide		
Desmedipham	Fluoxastribin		
Dichlorprop-P	Fluquincoazol		
Diflufenican	Kresoxin-methyl		
Dimethachlor	Mancozeb		
Ethofumesat	Maneb		
Fenoxaprop	Metalaxyl-M		
Florasulam	Metconazol		
Flufenacet	Metrafenone		
Flupyrsulfuron	Prochloraz		
Fluroxypyr	Propamocarb		
Glyphosat	Propiconazol		
Iodosulfuron	Proquinazid		
Iodosulfuron-methyl-natrium	Prothioconazol		
Isoproturon	Pyraclostrobin		
MCPA	Quinoxifen		
Mefenpyr-diethyl	Spiroxamine		
Mesosulfuron	Tebuconazol		
Mesotrione			
Metamitron			
Metazachlor			
Metribuzin			
Metsulfuron-Methyl			
Metsulfuron			
Napropamid			
Nicosulfuron			
Pendimethalin			
Picloram			
Pinoxaden			
Propaquizafop			
Propyzamid			
Prosulfocarb			
Prosulfuron			
Pyroxulam			
Quinmerac			
Quizalofop-P			
Rimsulfuron			
S-Metolachlor			
Terbutylazin			
Tribenuron			
Triclopyr			
Trifluspulfuron			

## 25 Organische Spurenstoffe in der Ruhr – Fortsetzung des AWWR-Monitorings

Christian Skark, Institut für Wasserforschung GmbH, Schwerte

In einem gemeinsamen Monitoring der AWWR werden regelmäßig über 30 Verbindungen, die nicht explizit in der Trinkwasserverordnung genannt sind, im Oberflächenwasser der Ruhr untersucht [25.1]. Zu den untersuchten Substanzen gehören polare organische Spurenstoffe, wie relevante Humanpharmaka (HP), Röntgenkontrastmittel (RKM), perfluorierte Chemikalien (PFC) und Organophosphor-Flammschutzmittel (FSM). Dabei konzentriert sich die instrumentelle Analytik auf Verbindungen, die eine beträchtliche Beständigkeit in der aquatischen Umwelt aufweisen und deren Nachweis in geklärtem Abwasser bereits erfolgte. Die Untersuchungsergebnisse für die bisherigen sechs Probenahmen in den Jahren 2008 und 2009 werden im Folgenden vorgestellt, nachdem ein erster Zwischenbericht im Ruhrgütebericht 2008 erfolgte [25.2].

### Probenahmeorte und Untersuchungsmethoden

Das Monitoringkonzept wurde gegenüber 2008 nicht geändert. Die Probenahmestellen an der Ruhr entsprechen den Rohwasserentnahmestellen der beteiligten Wassergewinnungsanlagen (WGA), die mit den beteiligten Wasserversorgungsunternehmen (WVU) sowie ihrer Entfernung von der Ruhrmündung gemäß der Gewässerstationierungskarte in Tabelle 25.1 zusammengestellt sind [25.3].

Die einzelnen Probenahmestellen repräsentieren unterschiedliche Anteile des ca. 4.500 km<sup>2</sup> großen Einzugsgebiets der Ruhr (zwischen 400 km<sup>2</sup> in Meschede und 4.400 km<sup>2</sup> in Mülheim, Tabelle 25.5). Insbesondere zwischen Schwerte (WGA Westhofen) und Hagen (WGA Hengstey) nimmt das oberstromige Einzugsgebiet und der Abfluss durch den Zufluss der Lenne stark zu.

Das untersuchte Stoffspektrum sowie die Bestimmungsgrenzen (BG) für eine sichere Quantifizierung in den Wasserproben gibt Tabelle 25.2 wieder. Das Untersuchungsspektrum umfasst derzeit 33 Verbindungen, deren Auswahl auf einer retrospektiven Auswertung von Untersuchungen der AWWR-Mitgliedsunternehmen sowie auf Sonderuntersuchungen zu einzelnen Stoffgruppen beruht [25.4 bis 25.8]. Zu den untersuchten Substanzen gehören 6 phosphororganische Flammschutzmittel (FSM), 10 perfluorierte Verbindungen (PFC), 11 Arzneimittel (einschließlich 4 Antibiotika), 6 Röntgenkontrastmittel (RKM, Tabelle 25.2). Der Komplexbildner Tetraoxospiroundecan (TOSU) entfiel ab Beginn des Jahres 2009, da die Konzentrationen in der Ruhr durch eine weitergehende Abwasserreinigung an der Quelle der Einleitung dieser Verbindung, einer Chemiefabrik, ab Mitte 2008 drastisch gesenkt wurden.

Die Analytik der Wasserproben wird bei der Westfälischen Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen und Schwerte, nach den bei [25.2] beschriebenen Methoden durchgeführt.

Tabelle 25.1: Lage der Probenahmestellen für Oberflächenwasser der Ruhr  
Table 25.1: Location of sampling points for the Ruhr's surface water

Ort	Probenahmestelle	Unternehmen	Probenahme	Fluss-km	R	H
Meschede	Mengesohl	HSW	HSW	183,7	3451500	5690675
Arnsberg	Langel	WBVA	SWA	163,78	3442325	5694030
Wickede	Echthausen	WWW	WWU	128,31	3423191	5708418
Fröndenberg	Warmen	SWH	SWH	121,17	3418239	5704957
Schwerte [1]	Westhofen	WWW	WWU	95,15	3397065	5698871
Hagen	Hengstey	Mark E	Mark E	88,75	2601077	5697215
Bochum	Stiepel	WMM	WWU	62,65	2584913	5698250
Essen	Spillenburg Wehr	WGE	WWU	44,13	2574293	5701049
Mülheim	Styrum-Ost	RWW	RWW	11,25	2559430	5700950

H – Hochwert, HSW – Hochsauerlandwasser GmbH, Mark E – Mark E AG, R – Rechtswert, SWA – Stadtwerke Arnsberg, SWH – Stadtwerke Hamm GmbH, RWW – Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, WBVA – Wasserbeschaffungsverband Arnsberg, WEG – Wassergewinnung Essen GmbH, WMM – Wasserbeschaffung mittlere Ruhr GmbH, WWU – Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, WWW – Wasserwerke Westfalen GmbH  
[1] im Jahr 2008 Probenahmestelle Hengsen Fluss-km 107,13 R 3407035, H 5704395

H – Northing, R – Easting

[1] in 2008 sampling site Hengsen river-km 107,13 R 3407035, H 5704395

- [25.1] Zullei-Seibert, N.; Schöpel, M.; Schünke, H.: Monitoring der AWWR zum Vorkommen anthropogener organischer Stoffspuren in der Ruhr – eine Ankündigung.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2007.- Gevelsberg, Essen, 140-142 (2008)
- [25.2] Skark, C.: Organische Spurenstoffe in der Ruhr – erste Ergebnisse des Monitorings der AWWR.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2008.- Gevelsberg, Essen, 131-140 (2009)
- [25.3] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: Gewässerstationierungskarte GSK3B.- 3. Auflage, <http://www.lanuv.nrw.de/wasser/gstat.htm>, Stand 01.07.08 (2006)
- [25.4] Andresen, J.; Becker, I.; Bester, K.; Schöpel, M.; Zullei-Seibert, N.: Verhalten von Organophosphaten bei der Trinkwasseraufbereitung – Ergebnisse orientierender Untersuchungen.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2004.- Essen, 123-129 (2005)
- [25.5] Andresen, J.A.; Weigel, S.; Bester, K.: Organophosphate flammretardants and plasticizers.- in: Bester, K., Andresen, J. A., Schlüsener, M. P., Weigel, S.: Personal Care Compounds in the Environment. Pathways, Fate, and Methods for Determination.- Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 74-128 (2007)
- [25.6] Schlett, C.; Zullei-Seibert, N.: Vorkommen und Relevanz von Arzneimitteln und ausgewählten Umweltchemikalien in der Ruhr.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2006.- Gevelsberg, Essen, 140-145 (2007)
- [25.7] Skark, C.; Schulte-Ebbert, U.; Zullei-Seibert, N.: Organische Spurenstoffe und ihre Entfernung in der Trinkwasseraufbereitung an der Ruhr – Ergebnisse im Rahmen der Arnsberger Vereinbarung.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2007.- Gevelsberg, Essen, 144-148 (2008)
- [25.8] Zullei-Seibert, N.; Schöpel, M.; Strücker, G. (2008b): Stoffspuren in der Ruhr – Ergebnisse aus den Wasserversorgungsunternehmen zu Arzneimitteln und Flammschutzmitteln.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2007.- Gevelsberg, Essen, 148-159.

Tabelle 25.2: Untersuchte Stoffe im AWWR-Monitoring „Organische Spurenstoffe in der Ruhr“  
 Table 25.2: Substances analysed as part of the AWWR monitoring “Organic trace substances in the Ruhr”

Lfd. Nr.	Substanz	Kurzzeichen	Stoffgruppe	CAS-RN	Anteil Positivbefunde %	BG µg/l
1	Tributylphosphat	TBP	FSM	126-73-8	74	0,010
2	Trisphenylphosphat	TPP	FSM	115-86-6	4	0,010
3	Tris-(2-Chlorethyl)-phosphat	TCEP	FSM	115-96-8	93	0,010
4	Tris-(2-Chlorpropyl)-phosphat	TCPP	FSM	13674-84-5	100	0,010
5	Tris-(butoxyethyl)-phosphat	TBEP	FSM	78-51-3	96	0,010
6	Tris-(dichlorpropyl)-phosphat	TDCP	FSM	13674-87-8	96	0,010
7	Perfluoroctanoat	g-PFOA	PFC	335-67-1	96	0,010
8	Perfluoroctansulfonat	g-PFOS	PFC	1763-23-1	76	0,010
9	Perfluorbutanoat	PFBA	PFC	375-22-4	72	0,010
10	Perfluorpentanoat	PFPA	PFC	2706-30-3	46	0,010
11	Perfluorhexanoat	PFHxA	PFC	307-24-4	59	0,010
12	Perfluorheptanoat	PFHpA	PFC	375-85-9	0	0,010
13	Perfluornonanoat	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	48	0,010
16	Perfluorhexansulfonat	g-PFHxS	PFC	432-50-7	2	0,010
17	Atenolol		HP	29122-68-7	17	0,025
18	Bezafibrat		HP	41859-67-0	72	0,025
19	Carbamazepin		HP	298-46-4	96	0,025
20	Diclofenac		HP	15307-86-5	96	0,025
21	Ibuprofen		HP	15687-27-1	20	0,025
22	Metoprolol		HP	51384-51-1	98	0,025
23	Sotalol		HP	3930-20-9	98	0,025
24	Sulfamethizol		HP/VP-AB	144-82-1	0	0,025
25	Sulfamethoxazol		HP-AB	723-46-6	98	0,025
26	Sulfapyridin		HP-AB	144-83-2	63	0,025
27	Trimetoprim		HP/VP-AB	738-70-5	2	0,025
28	Amidotrizoesäure		RKM	117-96-4	85	0,050
29	Iohexol		RKM	66108-95-0	48	0,050
30	Iomeprol		RKM	78649-41-9	70	0,050
31	Iopamidol		RKM	60166-93-0	85	0,050
32	Iopromid		RKM	73334-07-3	59	0,050
33	Ioxithalaminsäure		RKM	28179-44-4	2	0,050

AB – Antibiotika, BG – Bestimmungsgrenze, CAS-RN – Chemical Abstract Service Registrierungsnummer, FSM – Flammschutzmittel, HP – Humanpharmaka, PFC – perfluorierte Carbonsäuren, RKM – Röntgenkontrastmittel, VP – Veterinärpharmaka

Grün – Anteil der Untersuchungen mit Positivbefund < 10 %, hellgelb – Anteil der Untersuchungen mit Positivbefund > 90 %, Anzahl aller Untersuchungen n = 54

AB – antibiotics, BG – limit of quantification, CAS-RN – Chemical Abstract Service registry number, FSM – flame retardants, HP – human pharmaceuticals, KB – complex building substances, PFC – perfluorinated carbonic acids, RKM – X-ray contrast media, VP – veterinary pharmaceuticals

Green – substances with less than 10 % results above BG, pale yellow – ratio of results > BG exceeds 90 % of all samples, number of samples n = 54

## Ergebnisse

Es wurden bislang 6 Beprobungen an den 9 Probenahmestellen durchgeführt. In Tabelle 25.2 werden für die verschiedenen Untersuchungsparameter die Anteile der Positivbefunde über den jeweiligen Bestimmungsgrenzen an der Anzahl der Untersuchungen ( $n = 9 \times 6 = 54$ ) angegeben.

Wie im Vorjahr werden bei 8 der 33 Substanzen keine oder in weniger als 10 % der Untersuchungen Positivbefunde festgestellt. Hierzu gehören 4 PFC, 2 Antibiotika und ein FSM sowie ein RKM. Zusätzlich werden für den Betablocker Atenolol und das Schmerzmittel Ibuprofen in weniger als 13 Untersuchungen ein Gehalt über der Bestimmungsgrenze gefunden (< 25%). Umgekehrt werden 10 Substanzen in mindestens 51 der 54 Untersuchungen über der BG detektiert (> 95%). Darunter fallen 4 FSM, Perfluorooctanoat (PFOA) sowie 5 Pharmaka.

## Konzentrationsbetrachtungen

In Tabelle 25.3 wird ein Überblick zu Konzentrationsgrößen ausgewählter Substanzen gegeben (25 Stoffe mit Positivbefunden in mehr als 10% der Analysen). Es werden alle 6 Probenahmen an den 9 Entnahmestellen berücksichtigt ( $n = 54$ ). 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, wird es in den Tabellen vermerkt.

Für das FSM Tris-(2-Chlorpropyl)-phosphat (TCPP), den Betablocker Metoprolol sowie 5 RKM liegen bereits die Medianwerte über 0,1 µg/l. Konzentrationen über 0,5 µg/l treten in der Regel nur für Röntgenkontrastmittel auf.

Tabelle 25.4 stellt bezogen auf die Probenahmeorte die Medianwerte von 23 Stoffen mit mehr als 20% Positivbefunden dar. Die Anzahl der Parameter, die Mediankonzentrationen über 0,1 µg/l zeigen, nehmen ruhrabwärts zu. In Wickede sind dies nur 2 RKM (Amidotrizoesäure, Iopamidol), während bereits in Fröndenberg TCPP und Metoprolol dazu kommen.

Weiter ruhrabwärts treten mit 2 anderen FSM, 4 Pharmaka und 3 RKM insgesamt 13 Verbindungen mit Medianwerten über 0,1 µg/l auf.

Bei den perfluorierten Carbonsäuren werden an keiner Probenahmestelle Mediangehalte über 0,1 µg/l gefunden. Während für Perfluorbutansulfonat (PFBS) oberhalb von Schwerte ein Mediangehalt < BG ermittelt wird, können Perfluorbutanoat (PFBA), Perfluorpentanoat (PFPA) und Perfluorhexanoat (PFHxA) unterhalb der Lennemündung im Mittel nur unter der Bestimmungsgrenze detektiert werden (Tabelle 25.4).

In den Jahren 2007 und 2008 wurden viele der in diesem Monitoring-Programm auffälligen Substanzen mit ähnlichen Konzentrationen bei Untersuchungen der AWWVR-Mitgliedsunternehmen sowie des Ruhrverbands in der Ruhr gefunden [25.8 bis 25.12].

Tabelle 25.3: Ergebnisübersicht aller Analysen für Stoffe mit Anteilen von Positivbefunden über 10%

Table 25.3: Overview of analytical results for substances for which positive results of over 10% occur

Lfd. Nr.	Substanz	P25	arithm. Mittelwert	Median	P75	P90	Maximum
1	TBP	0,017	0,054	0,026	0,053	0,095	0,552
2	TCEP	0,022	0,070	0,048	0,086	0,139	0,285
3	TCPP	0,058	0,134	0,117	0,188	0,240	0,458
4	TBEP	0,049	0,083	0,075	0,117	0,132	0,206
5	TDCPP	0,021	0,027	0,027	0,032	0,038	0,049
6	g-PFOA	0,017	0,031	0,030	0,038	0,051	0,093
7	g-PFOS	0,017	0,035	0,029	0,050	0,064	0,091
8	PFBA	0,014	0,021	0,019	0,024	0,033	0,053
9	PFPA	0,011	0,014	0,012	0,014	0,021	0,026
10	PFHxA	0,012	0,015	0,013	0,018	0,024	0,027
11	g-PFBS	0,017	0,029	0,020	0,028	0,051	0,1
12	Atenolol	0,026	0,030	0,030	0,032	0,035	0,041
13	Bezafibrat	0,033	0,045	0,042	0,057	0,068	0,078
14	Carbamazepin	0,045	0,080	0,074	0,100	0,130	0,18
15	Diclofenac	0,049	0,083	0,077	0,105	0,140	0,18
16	Ibuprofen	0,028	0,032	0,030	0,036	0,037	0,047
17	Metoprolol	0,072	0,129	0,110	0,180	0,230	0,28
18	Sotalol	0,046	0,076	0,075	0,097	0,120	0,15
19	Sulfa-methoxazol	0,040	0,070	0,066	0,089	0,110	0,14
20	Sulfapyridin	0,031	0,043	0,038	0,049	0,062	0,11
21	Amidotrizoesäure	0,183	0,334	0,335	0,480	0,565	0,68
22	Iohexol	0,061	0,196	0,120	0,250	0,520	0,61
23	Iomeprol	0,158	0,441	0,300	0,578	0,960	1,7
24	Iopamidol	0,280	0,513	0,470	0,720	0,975	1,4
25	Iopromid	0,097	0,141	0,140	0,175	0,210	0,27

P – Perzentil, sonstige Abkürzungen vgl. Tabelle 2

hellgelb:  $0,09 \mu\text{g/l} < \text{Konzentration} < 0,1 \mu\text{g/l}$

gelb:  $0,1 \mu\text{g/l} < \text{Konzentration} < 0,5 \mu\text{g/l}$ , rot:  $\text{Konzentration} > 0,5 \mu\text{g/l}$

Werte < BG werden für die Berechnung mit  $0,5 * \text{BG}$  angesetzt

P – percentile, other abbreviations cf. table 2

pale yellow:  $0,09 \mu\text{g/l} < \text{concentration} < 0,1 \mu\text{g/l}$ ,

yellow:  $0,1 \mu\text{g/l} < \text{concentration} < 0,5 \mu\text{g/l}$ , red:  $\text{concentration} > 0,5 \mu\text{g/l}$

Calculation considered values < BG with  $0,5 * \text{BG}$



Tabelle 25.4: Ergebnisübersicht der Mediangehalte [ $\mu\text{g/l}$ ] in den einzelnen Probenahmestellen ( $k = 6$ )  
 Table 25.4: Overview of median concentrations [ $\mu\text{g/l}$ ] in the respective sampling points ( $k = 6$ )

Median 07/08 – 10/09										
Lfd. Nr.	Probenahmestelle Merkmal	Meschede	Arnsberg	Wickede	Fröndenberg	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
		$\mu\text{g/l}$								
1	TBP	< BG	0,055	0,034	0,017	0,013	0,031	0,021	0,018	0,015
2	TCEP	0,017	0,049	0,034	0,030	0,058	0,041	0,116	0,048	0,032
3	TCPP	0,041	0,042	0,090	0,171	0,149	0,146	0,164	0,167	0,161
4	TBEP	0,020	0,020	0,071	0,078	0,135	0,082	0,104	0,101	0,110
5	TDCPP	0,027	0,019	0,021	0,023	0,028	0,024	0,037	0,031	0,029
6	g-PFOA	0,061	0,036	0,035	0,032	0,036	0,017	0,018	0,016	0,015
7	g-PFOS	< BG	< BG	0,010	< BG	0,027	0,056	0,044	0,036	0,043
8	PFBA	0,017	0,012	0,027	0,025	0,022	< BG	< BG	< BG	< BG
9	PFPA	0,017	0,012	0,012	0,011	0,012	< BG	< BG	< BG	< BG
10	PFHxA	0,017	< BG	0,015	0,014	0,013	< BG	< BG	< BG	< BG
11	g-PFBS	< BG	< BG	< BG	< BG	0,020	0,023	0,020	0,017	0,018
12	Bezafibrat	< BG	< BG	0,029	0,032	0,045	0,038	0,047	0,048	0,050
13	Carbamazepin	0,038	0,030	0,062	0,064	0,086	0,078	0,102	0,110	0,135
14	Diclofenac	0,083	0,032	0,057	0,069	0,125	0,064	0,083	0,076	0,103
15	Metoprolol	0,075	0,042	0,095	0,110	0,170	0,087	0,185	0,180	0,235
16	Sotalol	0,061	0,034	0,071	0,072	0,104	0,060	0,087	0,093	0,100
17	Sulfamethoxazol	0,061	0,032	0,054	0,054	0,090	0,064	0,086	0,094	0,115
18	Sulfapyridin	< BG	< BG	< BG	0,027	0,062	0,032	0,047	0,041	0,035
19	Amidotrizesäure	< BG	< BG	0,245	0,235	0,310	0,325	0,485	0,475	0,520
20	Iohexol	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,071	0,145	0,093	0,410
21	Iomeprol	< BG	< BG	0,067	0,070	0,124	0,240	0,505	0,560	0,585
22	Iopamidol	< BG	< BG	0,375	0,480	0,730	0,335	0,450	0,450	0,605
23	Iopromid	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,155	0,145	0,155	0,150

Abkürzungen vgl. Tabelle 2

grün: Konzentration < BG, hellgelb:  $0,09 \mu\text{g/l} < \text{Konzentration} < 0,1 \mu\text{g/l}$ , gelb:  $0,1 \mu\text{g/l} < \text{Konzentration} < 0,5 \mu\text{g/l}$ , rot: Konzentration  $> 0,5 \mu\text{g/l}$   
 Werte < BG werden für die Berechnung mit  $0,5 \cdot \text{BG}$  angesetzt

abbreviations cf. table 2

green: concentration < BG, pale yellow:  $0,09 \mu\text{g/l} < \text{concentration} < 0,1 \mu\text{g/l}$ , yellow:  $0,1 \mu\text{g/l} < \text{concentration} < 0,5 \mu\text{g/l}$ , red: concentration  $> 0,5 \mu\text{g/l}$

Die Mediangehalte ausgewählter Stoffe aus Tabelle 25.4 werden in den folgenden Bildern 25.1 bis 25.4 stoffgruppenbezogen dargestellt.

### Phosphororganische Flammschutzmittel

Von den 6 untersuchten FSM zeigt lediglich Triphenylphosphat wenige Positivbefunde in der Größenordnung der Bestimmungsgrenze, während die anderen 5 FSM häufig über der BG analysiert werden (Bild 25.1). Mittlere Gehalte über  $0,1 \mu\text{g/l}$  werden für TCPP sowie für Tris-(butoxyethyl)-phosphat (TBEP) und vereinzelt

[25.9] Ruhrverband: Organische Spurenstoffe in der Ruhr.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2007.- Gevelsberg, Essen, 66-75 (2008)

[25.10] Ruhrverband: Organische Spurenstoffe in der Ruhr.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2008.- Gevelsberg, Essen, 68-79 (2009)

[25.11] Ruhrverband: Die PFT-Situation im Jahr 2008.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2008.- Gevelsberg, Essen, 83-86 (2009)

[25.12] Ruhrverband: Konzentrationen an PFOA und PFOS im Fließverlauf der Ruhr.- siehe auch: [http://www.ruhrverband.de/ruhrverband\\_de/html/pft/ergebnisse\\_pft\\_internet\\_ruhr\\_fliess-verlauf.pdf](http://www.ruhrverband.de/ruhrverband_de/html/pft/ergebnisse_pft_internet_ruhr_fliess-verlauf.pdf), Stand: 10.12.2009

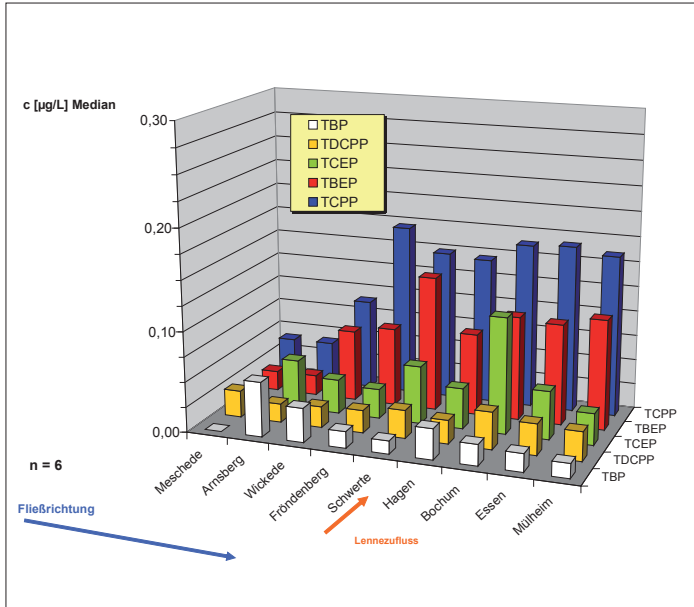


Bild 25.1: Median-Konzentrationen von phosphororganischen Flammschutzmitteln in der Ruhr (k = 6); Abkürzungen vgl. Tabelle 2

Fig. 25.1: Median concentrations of organic phosphorus flame retardants in the Ruhr (k = 6): abbreviations cf. table 2

für Tris-(2-Chlorethyl)-phosphat (TCEP) festgestellt (Tabelle 25.4). Der Lennezufluss zwischen Schwerte und Hagen scheint bei 4 FSM verdünnend zu wirken, da die Konzentrationen vorübergehend sinken. Auf dem weiteren Fließweg steigen die mittleren Gehalte jedoch in der Regel wieder an. Während der 6 Beprobungen liegt die Summenkonzentration der FSM mit einer Ausnahme unter 0,6 µg/l. Der Vorsorgewert für Trinkwasser, der gesundheitliche Orientierungswert (GOW), von 1 µg/l für Tris-(2-Chlorpropyl)-phosphat (TCPP) wird also im Beobachtungszeitraum bereits im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser eingehalten [25.13, 25.14].

### Perfluorierte Kohlenstoffverbindungen

Bei den PFC werden die Verbindungen Perfluorheptanoat, Perfluornonanoat, Perfluordecanoat nicht über der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l gefunden (Tabelle 25.2). Perfluorhexylsulfonat wird lediglich ein Mal in der Größenordnung der Bestimmungsgrenze detektiert. Bei PFBA, PFPA und PFHxA scheint die Lenne wiederum verdünnend zu wirken, da diese Spezies unterhalb des Lennezuflusses nur eingeschränkt und mit verminderter Konzentration festgestellt werden (Bild 25.2, vgl. [25.12]). PFBS wird hingegen in Meschede und Arnsberg nicht gefunden und tritt erst ab Wickede vereinzelt und nach dem Lennezufluss häufiger in der Ruhr auf.

Nur PFOA tritt fast in jeder Probe, jedoch mit maximalen Konzentrationen unter 0,1 µg/l auf. Relativ hohe mittlere PFOA-Konzentrationen werden mit 0,06 µg/l in Meschede festgestellt [25.11, 25.12]. Die PFOS-Konzentrationen steigen nach dem Zufluss der Lenne an.

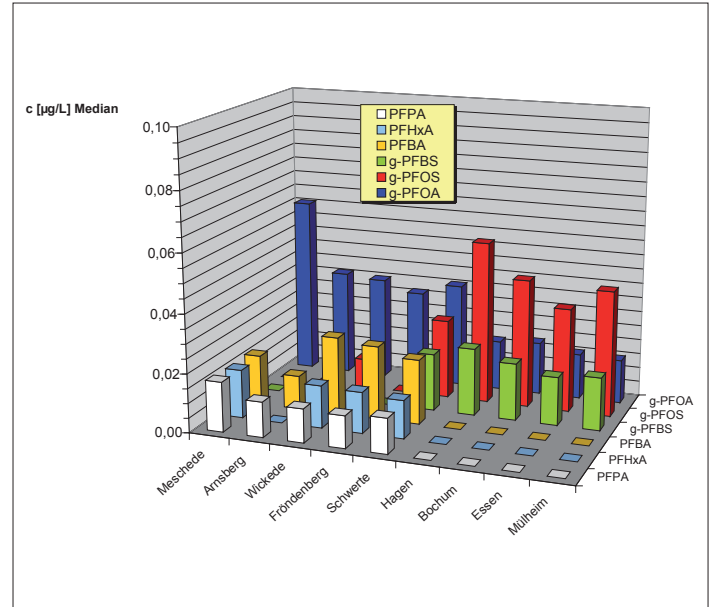


Bild 25.1: Median-Konzentrationen von phosphororganischen Flammschutzmitteln in der Ruhr (k = 6); Abkürzungen vgl. Tabelle 2

Fig. 25.1: Median concentrations of organic phosphorus flame retardants in the Ruhr (k = 6): abbreviations cf. table 2

Der Trinkwasservorsorgewert für die Summe von PFOA und PFOS von 0,1 µg/l wird im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser lediglich vereinzelt überschritten (jeweils einmal in Schwerte, Hagen und Mülheim) [25.15 bis 25.17]. Auch für die Summe von PFBA und PFBS wird der Trinkwasservorsorgewert von 0,1 µg/l bereits im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser zumeist eingehalten [25.17]. Es werden lediglich 2 Überschreitungen festgestellt.

Die Summenkonzentration von PFC liegt an jeder Probenahmestelle immer unter 0,25 µg/l und überschreitet lediglich in 6 Proben an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeitpunkten 0,2 µg/l.

Zur Bewertung werden die Quotienten zwischen den Konzentrationen einzelner PFC und den zugehörigen gesundheitlichen Orientierungswerten bzw. Leitwerten für Trinkwasser gebildet und aufsummiert [25.17, 25.18]. Unterschreitet diese Summe den Wert von 1, ist ein entsprechendes Trinkwasser lebenslang gesundheitlich bedenkenlos genießbar. Die maximale Summe für eine Oberflächenwasserprobe im ausgewerteten Monitoringzeitraum beträgt 0,49 und zeigt somit keine Überschreitung von Warn- oder Besorgniswerten an.

Der Anteil der Summe von PFOA und PFOS an der gesamten erfassten Belastung des Ruhrwassers mit PFC beträgt im Mittel ca. 50%, wobei sowohl am Ober- als auch am Unterlauf an den Standorten Schwankungsbreiten zwischen ca. 30 und 75% auftreten.

## Arzneimittel

Das Antiepileptikum Carbamazepin, das Schmerzmittel Diclofenac sowie die Betablocker Metoprolol und Sotalol werden sehr häufig mit Konzentrationen oberhalb der BG gefunden. Lediglich in Meschede und Arnsberg werden für diese Stoffe Gehalte unterhalb der BG festgestellt. Der Betablocker Atenolol sowie das Schmerzmittel Ibuprofen treten hingegen nur vereinzelt auf (Tabelle 25.2).

Die Konzentrationen nehmen längs des Ruhrverlaufs zunächst zu (Bild 25.3). Nach einer Konzentrationsabnahme durch den Lennezufluss steigen die Konzentrationen bis Mülheim weiter an. Lediglich für Metoprolol wird ein Mediangehalt über 0,2 µg/l festgestellt. Die gesundheitlichen Orientierungswerte für Carbamazepin und Diclofenac von jeweils 0,3 µg/l werden jedoch bereits im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser an allen Probenahme-stellen eingehalten.

Unter den Antibiotika wird das Sulfonamid Sulfamethoxazol in fast jeder Probe bis zu einer maximalen Konzentration von 0,14 µg/l gefunden. Ein weiteres Sulfonamid, Sulfapyridin, tritt vor allem unterhalb von Fröndenberg in der Ruhr auf (Tabelle 25.4).

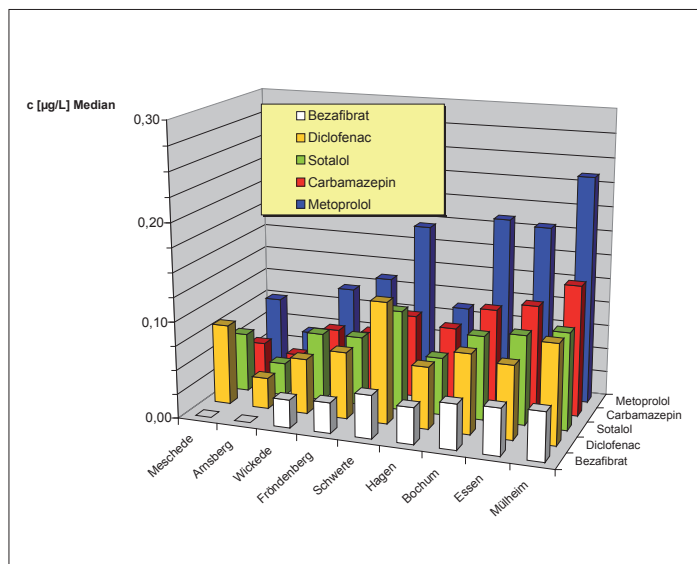


Bild 25.3: Median-Konzentrationen von Humanpharmaka in der Ruhr (k = 6)

Fig. 25.3: Median concentrations of human pharmaceuticals in the Ruhr (k = 6)

## Röntgenkontrastmittel

In den oberstromigen Messstellen Meschede und Arnsberg werden RKM vereinzelt gefunden. Die Konzentrationen von Iohexol und Iopromid fallen auch weiter flussabwärts noch unter die Bestimmungsgrenze. Unterhalb der Lennemündung werden jedoch auch diese beiden RKM mit Median-Gehalten über 0,1 µg/l ermittelt (Tabelle 25.4, Bild 25.4). Ioxithalaminsäure wird lediglich in einer Probe in Essen über der Bestimmungsgrenze festgestellt.

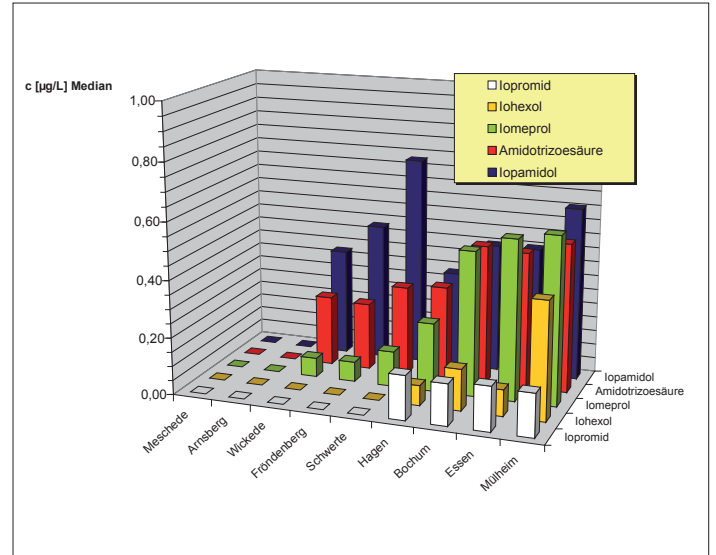


Bild 25.4: Median-Konzentrationen von Röntgenkontrastmitteln in der Ruhr (k = 6)

Fig. 25.4: Median concentrations of radiocontrast agents in the Ruhr (k = 6)

Außer für Iopamidol, dessen Mediankonzentration zunächst sinkt, steigen die Mediankonzentrationen der anderen RKM nach der Lennemündung deutlich (Bild 25.4).

Im Juli 2009 werden an der mittleren und unteren Ruhr RKM-Summenkonzentrationen über 3 µg/l beobachtet (Bochum, Essen, Mülheim). Im Übrigen liegen mittlere Summenkonzentrationen an RKM bei ca. 1 µg/l. Im Mittel trägt die Iopamidolkonzentration ca. ein Drittel zur Gesamtkonzentration an RKM bei. Dies tritt vor

- [25.13] Umweltbundesamt: Bewertung der Anwesenheit nicht oder nur teilbewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus gesundheitlicher Sicht. – Bundesgesundheitsblatt, 46 (3), 249-251 (2003)
- [25.14] Umweltbundesamt: Öffentliche Trinkwasserversorgung – Bewertung organischer Mikroverunreinigungen.- Schreiben vom 14.03.2008 an das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW (2008)
- [25.15] Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit: Vorläufige Bewertung von perfluorierten Verbindungen im Trinkwasser am Beispiel von Perfluorooctansäure (PFOA) und Perfluorsulfonsäure (PFOS). Stellungnahme der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit beim Umweltbundesamt vom 13.07.2006.- 8 S. (2006)
- [25.16] Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit: Aktuelle gesundheitliche und gewässerhygienische Bewertung perfluorierter Verbindungen (PFC). Stellungnahme der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit vom 07.08.2007.- 2 S. siehe auch: <http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwasserkommission/fazit-hbm-studie-pft.pdf> (2007)
- [25.17] Dieter, H.H.: Grenzwerte, Leitwerte, Orientierungswerte, Maßnahmenwerte - Definitionen und Festlegungen mit Beispielen aus dem UBA.- Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Stand: Oktober 2009; [http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwassertoxikologie/grenzwerte\\_leitwerte.pdf](http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwassertoxikologie/grenzwerte_leitwerte.pdf)
- [25.18] NRW: Antwort der Landesregierung auf die Kleine Anfrage 3728 vom 11. Januar 2010 des Abgeordneten Johannes Remmel Bündnis 90 / Die Grünen.- Düsseldorf, Landtags-Drucksache 14/10662 (2010)

allem ab Schwerte ruhrabwärts auf. Die Vorsorgewerte für Trinkwasser (GOW) von 1,0 µg/l je Stoff werden im Oberflächenwasser jedoch nur vereinzelt für Iomeprol dreimal und für Iopamidol viermal überschritten [25.17].

## Abflussbetrachtung

Für die Betrachtung des Ruhrabflusses an den Probenahmestellen werden Abflusspegel einbezogen, die in der Nähe der Probenahmestellen liegen (Tabelle 25.5). Die Probenahmestelle Fröndenberg kann für abflussbezogene Ergebnisermittlungen nicht betrachtet werden, da keine Dokumentation der Abflusswerte des Pegels vorliegt. Im Mittel liegen die Abflusspegel 3,4 km unterhalb der Probenahmestellen. Die mittleren Abflüsse im gesamten Probenahmezeitraum zwischen Juli 2008 und November 2009 fallen niedriger aus als die langjährigen Mittelwerte (Tabelle 25.5). Die Tagesabflüsse an den Probenahmeterminen betragen zwischen 33 und 162 % des langjährigen mittleren Abflusses (MQ) an den berücksichtigten Pegeln. Der durchschnittliche Probenahme-Tagesabfluss liegt zwischen 52 und 74 % des MQ (Juli 2008 – November 2009).

Außer für die perfluorierten Verbindungen und mögliche Tierarzneimittel kann angenommen werden, dass der Haupteintrag in die Ruhr mit dem geklärten Abwasser über die Kläranlagen erfolgt. Aber auch für die Summe von PFOA und PFOS wird für das Jahr 2008 ein Anteil von kläranlagenbürtigen Einleitungen, der bei ca. 62 % liegt, ermittelt [25.11].

Bei abwasserbürtigen Einleitungen können hohe Konzentrationen gerade bei niedrigen Abflüssen im Fließgewässer erwartet werden. Bei der Auswertung früherer Untersuchungsreihen konnte dies für einige Parameter nachgewiesen werden (z. B. Carbamazepin) [25.6, 25.9]. Eine derartige Abhängigkeit kann im Rahmen der hier ausgewerteten Untersuchungsergebnisse des Monitorings

nicht festgestellt werden, da mit bisher 6 Untersuchungen je individuellem Probenahmepunkt die Anzahl für eine statistische Betrachtung noch zu gering ist.

Auch eine ortsunabhängige Betrachtung aller Untersuchungsergebnisse oder ein Bezug auf statistische Abwasseranteile im Ruhrwasser kann keine signifikanten Korrelationen zwischen Abflusskenngröße und Konzentration hervorbringen.

## Frachtbetrachtung

Tagesfrachten für die einzelnen Parameter nehmen mit Ausnahme der Stoffe, die unterhalb der Lennemündung nicht mit Gehalten über den Bestimmungsgrenzen gefunden werden (z. B. PFBA), 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 25.6).

Im Mittel liegen die Tagesfrachten einzelner Verbindungen in den oberstromigen Messstellen, Meschede und Arnsberg, unter 50 g/d. Ab Wickede ruhrabwärts nehmen die Untersuchungsparameter zu, bei denen die mittlere Tagesfracht je Einzelstoff 100 g/d übersteigt. Mittlere Frachten über 1 kg/d werden für verschiedene RKM in Hagen und unterhalb gefunden.

Lediglich für das RKM Iomeprol werden in Bochum und Mülheim maximale Tagesfrachten über 5 kg/d festgestellt. Für weitere 3 RKM treten maximale Tagesfrachten über 1 kg/d auf. Iopamidol fällt hierbei bereits in Wickede auf. Darüber hinaus werden die FSM TCP und TBEP sowie das Arzneimittel Metoprolol unterhalb der Lennemündung mit maximalen Tagesfrachten über 1 kg/d beobachtet. Maximale PFC-Frachten liegen nach der Lennemündung deutlich unter 1 kg/d (PFOA < 130 g/d; PFOS < 500 g/d; PFBS < 450 g/d).

Tabelle 25.5: Probenahmestellen und berücksichtigte Abflusspegel  
Table 25.5: Sampling points and gauging stations

Ort	Probenahmestelle	Fluss-km Probenahme	Abflusspegel	Fluss-km Abfluss	Einzugsgebiet [km <sup>2</sup> ]	MQ langjährig [m <sup>3</sup> /s]	MQ (2008-2009) [m <sup>3</sup> /s]
Meschede	Mengesohl	183,7	Meschede 1	179,4	426	9,1	7,4
Arnsberg	Langel	163,8	Oeventrop	159,5	760	14,9	12,6
Wickede	Echthausen	128,3	Bachum	133,8	1.530	27,1	21,8
Menden	Warmen	121,2	Fröndenberg	109,3	1.914	–	–
Schwerte	Westhofen	95,2	Villigst	100,2	2.013	28,8	26,2
Hagen	Hengstey	88,8	Wetter	79,8	3.908	67,6	53,4
Bochum	Stiepel	62,7	Hattingen	56,0	4.118	70,6	55,2
Essen	Spiek	44,1	Werden	29,0	4.337	79,5	57,5
Mülheim	Styrum-Ost	11,3	Mülheim	13,2	4.420	76,3	62,1

MQ – langjähriger, arithmetischer Mittelwert des Abflusses, MQ (2008-2009) – arithmetischer Mittelwert im Zeitraum 07/2008 bis 11/2009

MQ – long term mean discharge, MQ (2008-2008) – mean discharge over the period from 07/2008 to 11/2009

Tabelle 25.6: Ergebnisübersicht der Mediane von Tagesfrachten (k = 6)  
 Table 25.6: Overview of the medians of daily loads (k = 6)

Median 07/08 – 10/09									
Lfd. Nr.	Probenahme-stelle	Meschede	Arnsberg	Wickede	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
	Merkmal	[g/d]							
	Abfluss	4,1	8,1	13,8	16,0	38,1	42,5	43,8	48,0
1	TBP	< BG	42	57	15	106	58	50	55
2	TCEP	5	35	53	83	154	485	184	171
3	TCPP	13	22	103	204	476	608	610	682
4	TBEP	10	14	100	186	277	378	450	449
5	TD CPP	9	11	30	48	63	141	119	142
6	g-PFOA	25	24	41	52	48	54	44	60
7	g-PFOS	2	< BG	11	35	190	198	151	181
8	PFBA	7	8	35	34	17	< BG	< BG	< BG
9	PFPA	7	8	14	11	< BG	< BG	< BG	< BG
10	PFHxA	7	3	19	15	< BG	< BG	< BG	< BG
11	g-PFBS	< BG	< BG	< BG	26	68	59	55	78
12	Bezafibrat	4	< BG	32	67	121	180	171	192
13	Carbamazepin	16	19	73	113	278	373	425	557
14	Diclofenac	32	29	102	154	252	333	336	451
15	Metoprolol	27	23	133	175	320	583	681	827
16	Sotalol	20	21	89	114	206	318	352	441
17	Sulfamethoxazol	22	19	78	109	184	298	310	365
18	Sulfapyridin	< BG	< BG	15	57	83	138	119	100
19	Amidotrizesäure	< BG	< BG	317	381	989	1.371	1.556	1.988
20	Iohexol	< BG	< BG	< BG	< BG	225	483	587	1.840
21	Iomeprol	< BG	< BG	74	183	1.109	2.169	2.816	2.667
22	Iopamidol	< BG	< BG	501	699	1.192	1.921	1.962	2.498
23	Iopromid	< BG	< BG	26	33	552	669	720	664

Für die Frachtermittlung werden Konzentrationen unter der BG nicht berücksichtigt  
 Load calculation do not consider concentrations below BG

grün: Konzentration < BG, hellgelb: 100 g/d < Fracht < 500 g/d  
 gelb: 500 g/d < Fracht < 1.000 g/d, rot: Fracht > 1.000 g/d

green: concentration < BG, pale yellow: 100 g/d < load < 500 g/d  
 yellow: 500 g/d < load < 1.000 g/d, red: load > 1.000 g/d

Aus den 4 Tagesstützpunkten der Probenahme im Jahr 2009 kann auf den Transport während des gesamten Jahres geschlossen werden. Diese Schätzungen von Jahresfrachten stellen orientierende Werte dar. Eine Schätzung nach VERHOFF ergibt die höchsten Jahresfrachten fast immer für die Messstelle Mülheim [25.19]. Für die Einzelsubstanzen der RKM werden hier Jahresfrachten zwischen ca. 200 und 1.000 kg/a ermittelt. Jahresfrachten von Humanpharmaka liegen zwischen ca. 25 und 260 kg/a. In ähnlichen Größenordnungen lassen sich die Jahresfrachten von FSM abschätzen. Deutlich niedrigere Jahresfrachten ergeben sich hingegen für PFC mit Werten zwischen ca. 2 und 65 kg/a. Vor allem

für den Parameter PFOA lässt sich eine starke Verminderung der Fracht im Bilanzzeitraum 2009 gegenüber 2006-2007 ermitteln. Für die Messstellen Schwerte und Mülheim wird im Jahr 2009 eine PFOA-Fracht abgeschätzt, die gegenüber 2006-2007 zwischen 64 und 73 % vermindert ist.

[25.19] Verhoff, F. H.; Yaksich, M.; Melfi, D. A.: River nutrient and chemical transport estimation.- Journal of the Environmental Engineering Division (American Society of Civil Engineering), 106, 592-607 (1980)

## Schlussfolgerungen und Ausblick

Im Monitoring auf 33 polare organische Spurenstoffe an der Ruhr wurde das Oberflächenwasser im Zeitraum 2008-2009 an 9 Probenahmestellen 6 Mal beprobt und untersucht, wobei phosphororganische Flammschutzmittel, perfluorierte Kohlenstoffverbindungen, ausgewählte Humanpharmaka und Röntgenkontrastmittel erfasst wurden.

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 10 Verbindungen aus allen Stoffgruppen wurden bisher entweder gar nicht oder nur vereinzelt im Oberflächenwasser gefunden. Das Muster der Befunde des ersten Monitoringabschnitts im Jahr 2008 wurde im Jahr 2009 sowohl hinsichtlich der Auftretenshäufigkeit als auch hinsichtlich der gefundenen Konzentrationshöhen bestätigt.

Ebenso hat sich durch die weiteren Untersuchungen erhärtet, dass einige Stoffe vor der Lennemündung mit höheren Konzentrationen gefunden werden als danach. Hierzu zählen beispielsweise das Flammschutzmittel TBEP, das Röntgenkontrastmittel Iopamidol und 3 perfluorierte Verbindungen (PFBA, PFPA, PFHxA). Die umgekehrten Konzentrationsverläufe längs der Ruhr, bei denen die Konzentrationen vor allem unterhalb der Lennemündung ansteigen, waren ebenfalls weiterhin zu beobachten (z. B. bei TCEP, PFBS). Dies betraf auch jeweils die gleichen Verbindungen wie bereits 2008. Diese Konzentrationsmuster sind vermutlich auf die unterschiedliche Anwendungscharakteristik der entsprechenden Substanzen im oberstromigen Ruhreinzugsgebiet und dem durch die Lenne beeinflussten Mittel- und Unterlauf der Ruhr zurückzuführen.

Tagesfrachten einzelner Untersuchungsparameter nehmen jedoch in aller Regel längs der Ruhr zu. Die mittleren Tagesfrachten der Einzelsubstanzen liegen in Meschede und Arnsberg noch unter 50 g/d. Mittlere Frachten über 1 kg/d werden nur für RKM unterhalb der Lennemündung beobachtet.

Die durchschnittlichen Abflüsse an den Probenahmetagen liegen unter den langjährigen mittleren Abflüssen. Obwohl der überwiegende Stoffeintrag aus Kläranlagenabläufen stammt, lassen sich keine signifikanten Korrelationen zwischen Abfluss und Konzentration finden. Eine Fortsetzung des Monitorings legt durch eine breitere Datenbasis die Grundlage für eine messstellenbezogene Betrachtung der Konzentrations-Abfluss-Beziehungen.

## 26 Organisation der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V. (AWWR)

Stand 31. Dezember 2009

### Mitglieder und ständige Gäste

#### Vorsitzender des Präsidiums:

*Helmut Sommer*, Wasserwerke Westfalen GmbH

#### Mitglieder:

*Dr. Claus Bongers*, 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 (stellv. Vorsitzender)  
*Helmut Heidenbluth*, Stadtwerke Menden GmbH  
*Bernd Heitmann*, Stadtwerke Fröndenberg GmbH  
*Dr. Bernhard Hörsgen*, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen  
*Dr. Ralf Karpowski*, Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH  
*Thomas Kroll*, Wasserbeschaffungsverband Arnberg  
*Gregor Langenberg*, Wassergewinnung Essen GmbH  
*Johannes Niggemeier*, Stadtwerke Brilon AÖR  
*Roland Rütter*, Mark-E AG, Hagen  
*Hansjörg Sander*, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH  
*Dieter Schick*, Stadtwerke Hamm GmbH  
*Jürgen Schwarberg*, Stadtwerke Sundern  
*Helmut Sommer*, Wasserwerke Westfalen GmbH  
*Dieter Spohn*, Stadtwerke Bochum GmbH

#### Ständige Gäste:

*Prof. Dr. Harro Bode*, Ruhrverband, Essen  
*Matthias Börger*, Bezirksregierung Düsseldorf  
*Klaus Döhmen*, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH  
*Joachim Drüke*, Bezirksregierung Arnberg  
*Prof. Dr. Lothar Dunemann*, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen  
*Prof. Dr. Lothar Gimbel*, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, Mülheim an der Ruhr  
*Prof. Dr. Ralf Klopp*, Ruhrverband, Essen  
*Gerhard Odenkirchen*, Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW, Düsseldorf  
*Dr. Wolfgang van Rienen*, BDEW/DVGW Landesgruppe NRW, Bonn  
*Ortwin Rodeck*, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen  
*Dr. Matthias Schmitt*, ARW Arbeitsgemeinschaft Rhein-Wasserwerke e.V., Köln  
*PD Dr. Georg Joachim Tuschewitzki*, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen  
*Ninette Zullei-Seibert*, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

### Ausschüsse und Arbeitskreise 2009



---

## 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

*Obfrau: Ninette Zullei-Seibert, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH und Institut für Wasserforschung GmbH, Schwerte*

---

*Ingo Becker, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte*  
*Dr. Georg Böer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen*  
*Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen*  
*Prof. Dr. Ralph Klopp, Ruhrverband, Essen*  
*Thomas Kroll, Stadtwerke Arnsberg GmbH & Co. KG, Arnsberg*  
*Thomas Lottes, VWW Verbund Wasserwerk Witten GmbH, Witten*  
*Dr. Volkmar Neitzel, Ruhrverband, Essen*  
*Hans-Peter Lipka, Ruhrverband, Essen*  
*Jürgen Schwarberg, Stadtwerke Sundern GmbH, Sundern*  
*Dr. Gudrun Preuß, Institut für Wasserforschung GmbH Dortmund, Schwerte*  
*Dr. Henning Schünke, Energie- und Wasserversorgung Hamm GmbH, Hamm*  
*Bernhard Schoemaker, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen*  
*Dr. Mathias Schöpel, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim*  
*Gerhard Strücker, Mark-E AG, Hagen (Vertretender Obmann)*  
*Dr. Georg-Joachim Tuschewitzki, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen*  
*Ninette Zullei-Seibert, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH und Institut für Wasserforschung GmbH, Schwerte*

### **Arbeitskreis Allgemeine und anorganische Analytik**

*Obmann: Dr. Georg Böer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte*

*Hans-Jürgen Ammann, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim*  
*Dr. Georg Böer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte*

*Dagmar Hardtke, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen*  
*Kay Jansen, Ruhrverband, Essen*  
*Guido Lens, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim*  
*Hans-Peter Lipka, Ruhrverband, Essen*  
*Thomas Lottes, VWW Verbundwasserwerk Witten GmbH, Witten*  
*Monika Raabe, Mark-E AG, Hagen*  
*Dr. Achim Rübel, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH, Mülheim*  
*Bernhard Schoemaker, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen*  
*Dr. Henning Schünke, Stadtwerke Hamm GmbH, Hamm*

### **Arbeitskreis Organische Spurenanalytik**

*Obfrau: Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen*

*Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen*  
*Heinz-Jürgen Dibowski, Ruhrverband, Essen*  
*Heike Fischer, Wassergewinnung Essen GmbH*  
*Ulrich Gatzemann, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte*  
*Guido Lens, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim*  
*Regina Respondek, LANUV Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Recklinghausen, Außenstelle Düsseldorf*  
*Dr. Friedrich Werres, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH, Mülheim*

### **Arbeitskreis Mikrobiologie**

*Obfrau: Dr. Gudrun Preuß, Institut für Wasserforschung GmbH Dortmund, Schwerte*

*Willy Bodden, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten*  
*Kim Dieckermann, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen*  
*Guido Geburtzky, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim*  
*Christiane Grünberg, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen*  
*Herr Jörg Kriegsmann, Verbundwasserwerk Witten GmbH, Witten*  
*Stefan Kornfeld, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte*  
*Bernd Lange, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung, gemeinnützige GmbH, Mülheim*  
*Bettina Langer, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen*  
*Dr. Gudrun Preuß, Institut für Wasserforschung GmbH Dortmund, Schwerte*  
*Monika Raabe, Mark-E AG, Hagen*  
*Jessica Röhrmuß, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung, gemeinnützige GmbH, Mülheim*  
*Dr. Henning Schünke, Stadtwerke Hamm GmbH, Hamm*  
*Dr. Jost Wingender, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung, gemeinnützige GmbH, Mülheim*  
*Susanne Zander-Hauck, Ruhrverband, Essen*



---

## Ausschuss Wassergewinnung

*Obmann: Ulrich Peterwitz, GELSENWASSER AG, Gelsenkirchen*

---

*Thomas Bock, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte*  
*Thomas Brenne, Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen*  
*Robert Dietrich, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede*  
*Klaus Döhmen, AVU Aktiengesellschaft für Versorgungs-*  
*unternehmen, Gevelsberg*  
*Jürgen Drees, Stadtwerke Fröndenberg GmbH, Fröndenberg*  
*Dr. Peter Evers, Ruhrverband, Essen*  
*Walter Hohlmann, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerks-*  
*gesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr*  
*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*  
*Ulrich Peterwitz, 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*

---

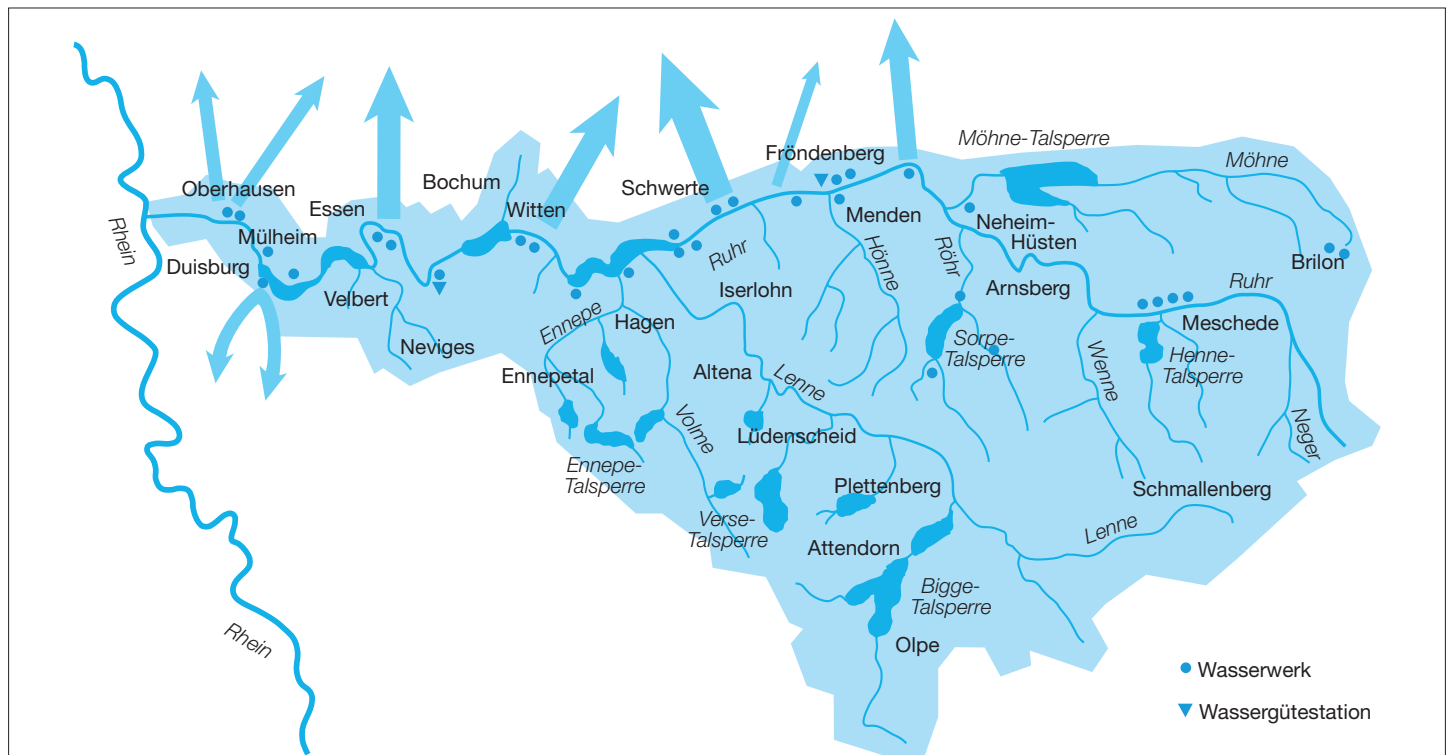
## Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit

*Obfrau: Ulrike Hütter, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte*  
*(ab 12.01.2010)*

---

*Jörg Fröhling, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede*  
*Cornelia Helm, Stadtwerke Hamm GmbH, Hamm*  
*Albert Herzmann, Dortmunder Energie- und Wasserversorgung*  
*GmbH, Dortmund*  
*Ulrike Hütter, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte*  
*Dirk Pomplun, Stadtwerke Essen AG, Essen*  
*Jörg Prostka, AVU Aktiengesellschaft für Versorgungs-*  
*unternehmen, Gevelsberg*  
*Uwe Reuter, Mark-E-AG, Hagen*  
*Markus Rüdell, Ruhrverband, Essen*  
*Ulrich Schallwig, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerks-*  
*gesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr*  
*Thomas Schönberg, Stadtwerke Bochum GmbH, Bochum,*  
*Felix A. Wirtz, GELSENWASSER AG, Gelsenkirchen*

## 27 Die AWWR in Zahlen



Mitglieder der AWWR	Anzahl der Wasserwerke	Gesamt-Wasserförderung
AVU Gevelsberg	1	ca. 265 Mio. m <sup>3</sup> /a
Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH	siehe WWW	
Gelsenwasser AG	s. WWW/WMR/WGE	
Hochsauerlandwasser GmbH	4	
Mark-E Aktiengesellschaft	1	
RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH	4	
Stadtwerke Bochum GmbH	siehe WMR	
Stadtwerke Brilon AöR	2	
Stadtwerke Essen AG	siehe WGE	
Stadtwerke Fröndenberg GmbH	1	
Stadtwerke Hamm GmbH	1	
Stadtwerke Menden GmbH	1	
Stadtwerke Sundern	3	
VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH	1	
Wasserbeschaffung Mittlere Ruhr (WMR)	1	
Wasserbeschaffungsverband Arnsberg	1	
Wassergewinnung Essen GmbH (WGE)	2	
Wasserwerke Westfalen GmbH (WWW)	8	

---

## 28 Analysergebnisse des Ausschusses Wassergüte

---

### Einführung

Dr. Volkmar Neitzel, Ruhrverband

### Allgemeines

Die nachfolgend dokumentierten und ausgewerteten Analysergebnisse zur Ruhrwasserbeschaffenheit 2009 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 28.1 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 28.2 sind für die 13 vereinbarten Stoffe bzw. Stoffgruppen die Zielwerte mit den in 2009 festgestellten Überschreitungen zusammengestellt. Tabelle 28.6 am Ende der Analysenstatistik enthält alle dokumentierten Messgrößen zur besseren Auffindbarkeit in alphabetischer Reihenfolge.

### Ruhrlängsuntersuchungen

Die Auswertung und Dokumentation stützt sich auf rund 3800 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 28.3 zusammengestellten Abflüsse bestimmt werden.

Die Analysergebnisse von 41 Messgrößen sind nachfolgend in Form von Ganglinien dargestellt (Bild 28.1 bis 28.7). Es wurden jeweils sechs Kenngrößen zu einem Block zusammengefasst. Die 42. dargestellte Größe in Bild 28.7 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 28.4 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 28.8). 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 136, teilweise konnten bestimmte Kenngrößen nicht bestimmt werden. Der Auswertung lagen insgesamt etwa 9200 Messwerte (ohne Pflanzenschutzmittel) der zeitlich dichten Ruhrüberwachung zugrunde.

Die Analysergebnisse wurden zu statistischen Parametern wie Mittel-, Extrem- und Perzentilwerten verdichtet und nachfolgend in einer kombiniert tabellarisch/grafischen Form dokumentiert (Bild 28.9 bis 28.32). 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 28.1: Übersicht über die Messstellen und die untersuchenden Laboratorien  
 Table 28.1: 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, Gelsenkirchen und Schwerte

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

Tabelle 28.2: Zielwerte für die Qualität des Ruhrwassers mit Überschreitungen im Jahr 2009  
 Table 28.2: Target values for the quality of Ruhr water and exceedings in 2009

Kenngröße		Überschreitungen der Zielwerte 2009	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 <sub>4</sub>	keine	mg/l	0,6	0,5
Nitrat	NO <sub>3</sub>	keine	mg/l	25	50
Phosphat gesamt gelöst	PO <sub>4</sub>	keine	mg/l	0,5	
Gel. org. geb. Kohlenstoff	DOC	keine	mg/l	5	
Tetrachloethen		keine	µg/l	1	10 für die Summe aus beiden
Trichloethen		keine	µg/l	1	
Diethylentriäthylpentaessigsäure	DTPA	an vier Stellen	µg/l	10	
Ethylendinitrilotetraessigsäure	EDTA	an fünf Stellen	µg/l	10	
Nitrioltriessigsäure	NTA	keine	µg/l	10	
PSM <sup>1)</sup>		keine	ng/l	50	100
Coliforme Bakterien		keine	100 ml <sup>-1</sup>	15000 <sup>2)</sup>	0

<sup>1)</sup> Organisch-chemische Stoffe zur Pflanzenbehandlung und Schädlingsbekämpfung.

<sup>2)</sup> Zielwerte als geometrisches Jahresmittel.

Tabelle 28.3: Mittlere Abflüsse während der Längsuntersuchungen  
 Table 28.3: Average flows during examinations along the course of the river

Längsuntersuchung Untersuchungslabor	Untersuchungs- zeitraum	Abfluss am Pegel Hattingen m <sup>3</sup> /s
Winter / Hygiene-Institut (HYG)	09.02.2009	37,0
Frühjahr / Ruhrverband (RV)	27.4.2009 bis 29.4.2009	39,3
Sommer / Hygiene-Institut (HYG)	10.08.2009	21,2
Herbst / Ruhrverband (RV)	05.10.2009 bis 07.10.2009	37,3

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 2009 rund 7320 Messungen zu den Pflan-

zenschutzmitteln durchgeführt. Von den 40 ausgewerteten PSM lagen bei neun Verbindungen Werte im Arbeitsbereich der Analysenverfahren vor, der Rest lag unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Bei einer Substanz konnte ein Messwert oberhalb des Trinkwassergrenzwerts von 100 ng/l gemessen werden. In der Tabelle 28.5 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.

## Kommentar zu den Untersuchungsergebnissen

Dr. Henning Schünke, Stadtwerke Hamm GmbH

Nachdem im Jahr 2008 bereits unterdurchschnittliche Niederschläge auftraten, wurden für 2009 nochmals niedrigere Niederschläge registriert. Der geringe Niederschlag spiegelte sich auch im Abfluss der Ruhr wider. Neben einem typischen Jahresverlauf – hohe Abflüsse durch die Schneeschmelze im Februar und März, drei bis vier höhere Abflussereignisse im Herbst – waren meist sehr niedrige Abflusswerte festzustellen.

Im Vergleich zum langjährigen Mittel lagen am Pegel Hattingen die Abflüsse nur im März etwas erhöht. In den Herbstmonaten November und Dezember waren durchschnittliche Werte zu verzeichnen, während in den übrigen Monaten stets unterdurchschnittliche Abflüsse gemessen wurden. Bei der Schneeschmelze im Februar und März wurden vereinzelt Abflüsse von mehr als 200 m<sup>3</sup>/s gemessen, während im Herbst maximal 150 m<sup>3</sup>/s er-

reicht wurden. Die mittleren Abflüsse lagen in Hattingen nur im Februar/März und im Dezember über 100 m<sup>3</sup>/s und damit stets weit unter den Durchschnittswerten. Auch bei den minimalen Abflüssen lagen die Werte für die meisten Monate unter dem langjährigen Mittel, so dass für das Jahr 2009 insgesamt eine geringe Wasserführung festzuhalten ist.

Die Wassertemperaturen folgten dem Jahresgang mit einer deutlichen Steigerung ab April 2009. Zwischen Ende Mai und Ende August verharrten sie dann auf hohem Niveau. Im unteren Ruhrverlauf überstieg deshalb der 90-Perzentilwert die 20 °C, wobei die 25 °C-Schwelle zu keiner Zeit erreicht wurde (Bild 28.9). Ein geringer kontinuierlicher Anstieg der Wassertemperaturen konnte auch bei den Ruhrlängsuntersuchungen gezeigt werden (Bild 28.1).

Der direkte Einfluss der geringeren Wasserführung war bei den Leitfähigkeiten festzustellen, die etwas oberhalb derjenigen der Vorjahre lagen und über den Ruhrverlauf zunahm (Bild 28.10). Der Anstieg wurde auch bei den Längsuntersuchungen deutlich (Bild 28.1).

Für den pH-Wert wurden 2009 im oberen Ruhrlauf ausgeglichene Werte über das Jahr gemessen. Erst durch den Stau des Hengsteysees traten größere Schwankungen auf (Bild 28.11), die auf biologische Aktivität wie dem Algenwachstum basieren dürften. In der Ruhrlängsuntersuchung wurden diese Effekte für das Frühjahr ebenfalls nachgewiesen (Bild 28.1), während in den Messungen zu den anderen Jahreszeiten ein ausgeglichener pH-Wert über den Verlauf der Ruhr vorlag.

Die Trübung zeigte auf Grund der niedrigen Wasserführung über das Jahr nur wenige Ereignisse mit erhöhten Werten. Höhere Trübungseinheiten wurden vor allem am Oberlauf bei höherer Wasserführung im Frühjahr und Herbst/Winter gemessen (Bild 28.12). Deutlich schwächer konnten diese Effekte auch am Mittel- und Unterlauf beobachtet werden.

Im zurückliegenden Jahr 2009 war der Verlauf deutlich korrespondierend zur Temperatur, wobei die Sauerstoffwerte trotz der geringen Wasserführung durchschnittlich etwas über den Werten des Vorjahres lagen. Im Regelfall wurde die kritische Sauerstoffkonzentration von 5 mg/L nicht unterschritten (Bild 28.15). Auch bei der Längsuntersuchung im Ruhrverlauf konnte die Temperaturabhängigkeit nachgewiesen werden. Unklar blieben hier die Schwankungen des Sauerstoffs bei der Messung im Sommer in der mittleren Ruhr (Bild 28.2), die weder mit dem Biologischen Sauerstoffbedarf noch mit den Wassertemperaturen korrelierten.

Die Chlorophyllgehalte (Bild 28.13) zeigten für 2009 einen typischen Frühjahrsanstieg ab April, bei dem deutliche Gehalte unterhalb von Witten nachweisbar waren. Mit Ausnahme des Auslaufes des Hengsteysees im August wurden 2009 keine weiteren nennenswerten Chlorophyllgehalte dokumentiert. In der Frühjahrsmessung konnte im Ruhrverlauf ein deutlicher Anstieg des Chlorophylls über den Flussverlauf nachgewiesen werden (Bild 28.1).

Bei den Summenparametern, dem spektralen Absorptionskoeffizienten SAK 436 nm (Bild 28.18) und dem gelösten organischen Kohlenstoff DOC (Bild 28.16), konnten mit Ausnahme von Ausreißern weitgehend einheitliche Verläufe festgehalten werden. Einzig der SAK 254 nm (Bild 28.17) zeigte einen Verlauf mit einem Anstieg im Sommerhalbjahr, der auf die biologische Aktivität durch Algen zurückzuführen sein dürfte. Im Ruhrverlauf wurde für die Parameter SAK 254 nm und DOC ein leichter Anstieg beobachtet, während der SAK 436 nm keinen einheitlichen Verlauf zeigte (Bild 28.2).

Von den Nährstoffparametern wurde Ammonium im Ober- und Unterlauf mit starken Schwankungen nachgewiesen, wobei vor allem in den Wintermonaten Spitzenwerte auftraten (Bild 28.19), während im Sommer meist nur geringe Belastungen nachgewiesen wurden. Auch für Nitrat konnten leicht höhere Werte in den Wintermonaten gezeigt werden (Bild 28.20), während der Nährstoff Phosphat sein Minimum im Frühjahr zu Beginn des Algenwachstums aufwies (Bild 28.21) und nur geringe Schwankungen im Jahresverlauf zeigte. Die Untersuchung des Ruhrverlaufs bestätigt diese Ergebnisse: Im Winter konnten hohe Ammoniumwerte besonders im mittleren Lauf der Ruhr festgestellt werden, während sich die Konzentration von Ammonium zu den anderen Jahreszeiten wie die Nitratkonzentration einheitlich auf einem niedrigen Niveau befand (Bild 28.3). In der Längsuntersuchung wurde neben dem Ammonium der organisch gebundene Stickstoff analysiert, der im Winter einen deutlichen Anstieg zeigte.

Die Schwermetalle Cadmium und Chrom konnten im oberen Verlauf der Ruhr wie in den Vorjahren nicht nachgewiesen werden (Bild 28.22, 28.23). Ab dem mittleren Ruhrabschnitt wurden vereinzelt Werte an der Bestimmungsgrenze gemessen. Die Zielwerte für die Ruhrwasserqualität wurden in keiner Probe erreicht. Insgesamt verbesserte sich die Situation trotz der geringeren Abflüsse im Vergleich zum Vorjahr. Auch in der Längsuntersuchung der Ruhr wurden diese Metalle, mit Ausnahme von Einzelwerten, nur an der Bestimmungsgrenze gefunden (Bild 28.4).

Gegenläufig zum abnehmenden Trend zeigte Nickel eine leichte Zunahme der Konzentrationen über den gesamten Verlauf der Ruhr (Bild 28.24). Die Zielwerte der AWWR wurden jedoch bei diesem Metall an keiner Probenahmestelle erreicht. Einzelwerte wiesen jedoch z. T. deutliche Belastungen auf. Dieser Eintrag an Nickel konnte auch an Hand der zunehmenden Konzentrationen im Verlauf bei den Längsuntersuchungen betätigt werden, die überwiegend zwischen 30 und 50 % des Zielwerts der AWWR lagen (Bild 28.4).

Weitere Metalle wurden nur in der Längsuntersuchung erfasst, für die aber geringe Werte gemessen wurden. Schwankende Werte konnten bei Zink festgestellt werden (Bild 28.4), die im Allgemeinen auf einem etwas erhöhten Niveau lagen. Blei und Kupfer ließen sich demgegenüber nur in geringen Konzentrationen nachweisen.

Das gelöste Mangan (Bild 28.25) konnte für 2009 im gesamten Verlauf der Ruhr mit höheren Gehalten gegenüber den Vorjahren

nachgewiesen werden. Spitzenlasten traten in der mittleren Ruhr bei hohen Abflüssen auf. Auch bei der Längsuntersuchung konnte Mangan bei den höheren Abflüssen verstärkt nachgewiesen werden (Bild 28.5). Der gleiche Effekt zeigte sich auch für gelöstes Eisen.

In der zeitdichten Untersuchung folgten die Salzfrachten, repräsentiert durch Chlorid, in der oberen Ruhr der Wetterentwicklung: Nach zwei Spitzen am Ende des Winters (Streusalzeinträge) wurde eine Verdünnung durch Schmelzwasser im Frühjahr und durch Niederschläge am Herbst erreicht. Im mittleren bis unteren Ruhrverlauf wiesen die Sommermonate im Flusslauf steigende Konzentrationen auf, die besonders zu abflussarmen Zeiten ihre Spitzenwerte erreichten (Bild 28.26). Der deutliche Konzentrationsanstieg im Unterlauf wurde neben Chlorid auch für weitere Kationen und Anionen nachgewiesen (Bild 28.6), dabei blieben die Werte selbst in den Spitzen unter 100 mg/l. Der Verlauf entspricht damit in etwa dem der Vorjahre.

Organisch gebundene Halogene (AOX) wurden nur im unteren Flussabschnitt regelmäßig nachgewiesen, da hier mit einer niedrigen Bestimmungsgrenze analysiert wurde (Bild 28.27). Vereinzelt wurden dabei Konzentrationen ermittelt, die die Bestimmungsgrenze der übrigen Messstellen überschritten. Insgesamt lagen damit die Werte (90er-Perzentil) unterhalb einer Konzentration von 10 µg/L und damit deutlich unterhalb des zuvor geltenden Zielwerts der AWWR. Im Vergleich zum Vorjahr wurden zudem niedrigere Werte festgestellt. Diese Werte wurden in der Ruhrlängsuntersuchung bestätigt (Bild 28.7).

Als Einzelstoffe wurden bei den Halogenkohlenwasserstoffen Tetrachlorethen (Bild 28.28) und Trichlorethen (Bild 28.29), vor allem im oberen Verlauf der Ruhr, untersucht. Tetrachlorethen zeigte dabei nachweisbare Konzentrationen im Ruhrabschnitt zwischen Wickede und Hagen. Im weiteren Verlauf wurde, wie auch bei Trichlorethen, die Bestimmungsgrenze meist nicht mehr erreicht.

Auch 2009 wurden bei den Komplexbildnern EDTA und DTPA, sowohl in dem zeitdichten Monitoring (Bild 28.30, 28.31) als auch in der Längsuntersuchung, auffällige Befunde nachgewiesen. Während im oberen Ruhrverlauf keine Nachweise für DTPA und nur geringe Konzentrationen an EDTA auftraten, wurde ab der Messstelle Hengstey ein deutlicher Anstieg nachgewiesen, der auf einen punktuellen Eintrag zurückgeführt werden muss. Bei DTPA wird dabei der Zielwert der AWWR um das 5-fache überschritten, zeigt im weiteren Verlauf abnehmende Konzentrationen, bis der Zielwert bei Mülheim knapp unterschritten wurde. Bei der erheblich stabileren Verbindung EDTA zeigte sich ein geringerer Anstieg auf das etwa 2,5-fache des Zielwertes, der durch Verdünnung reduziert wurde, aber bis zur Mündung der Ruhr den angestrebten Wert deutlich überstieg. Der gleiche Effekt des Abbaus konnte für DTPA in der Längsuntersuchung nachgewiesen werden, während das EDTA ab der Eintragsstelle im Bereich der Lenne auf einem gleichbleibend hohen Niveau bis zur Mündung nachzuweisen war (Bild 28.7).

Im Vergleich zu den Vorjahren war bei der Belastung durch die Komplexbildner nach dem Lennezuffluss ein Rückgang bei DTPA festzustellen, während von EDTA annähernd gleiche Konzentrationen wie in den Vorjahren auftraten. Das NTA trat als biologisch abbaubarer Komplexbildner im Gegensatz zu den vorgenannten Substanzen nicht in nennenswerten Konzentrationen auf (Bild 28.32, 28.7).

Pflanzenschutzmittel wurden nur vereinzelt oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen (Tab. 28.5). Die Nachweiswahrscheinlichkeit des Auftretens oberhalb der Bestimmungsgrenze variierte zwischen 0,5 und 10,2 %. Nur einmalig wurde ein Wert oberhalb des Trinkwassergrenzwerts von 0,100 µg/L gefunden. Die niedrigeren Ruhrzielwerte von 0,050 µg/L wurden in fünf Proben überschritten, lagen damit aber deutlich unterhalb eines 90er-Perzentils. Damit hat sich erneut ein positiver Trend auch im Jahr 2009 fortgesetzt.

Als mikrobiologischer Indikator für die hygienische Belastung werden die coliformen Bakterien untersucht. In der zeitdichten Untersuchung unterschritten alle Messstellen den Zielwert der AWWR (Bild 28.14). Mit Ausnahme des Probenortes Warmen wurden an allen Messstellen niedrigere Werte als im Vorjahr festgestellt. Im oberen Ruhrverlauf wurden besonders hohe Schwankungen nachgewiesen, während im mittleren und unteren Ruhrverlauf 2009 geringere Streuungen auftraten. Damit konnte im mittleren und unteren Flussverlauf eine Verbesserung erzielt werden.

Bei den Nebengewässern wurden einzelne Belastungen im Vergleich zu den Konzentrationen der Ruhr in Bild 28.8 dargestellt. Anhand der nachgewiesenen Werte konnte gezeigt werden, dass die Nebengewässer z. T. einen deutlichen Eintrag in die Ruhr bewirkten. So wurden für den Baarbach und den Ölbach neben den exemplarisch dargestellten Belastungen durch chlororganische und organische Verbindungen auch Nährstoff-Zuströme aufgezeigt (Bild 28.8). Auffällige Befunde, die eine deutliche Belastung durch Abwässer nachwiesen, konnten für diese beiden Gewässer auch durch die Gütemerkmale (Tab. 28.4) belegt werden, die durch ihre Salzlasten, organischen Lasten, Komplexbildner, bakteriellen Lasten und im Fall des Baarbachs auch durch Schwermetalle dokumentiert werden. Der Eintrag der Komplexbildner im Bereich der Lenne wird durch die Untersuchung dieses Nebengewässers nicht erfasst, wahrscheinlich da die Probenahmestelle der Lenne weit oberhalb der Mündung liegt (Tab. 28.1).

## Zusammenfassung

Das Jahr 2009 war durch die geringen Niederschläge mit einem unterdurchschnittlichen Abfluss geprägt, der sich aber auf die untersuchten Konzentrationen nicht stark auswirkte. Die nachgewiesenen Konzentrationen waren meist mit denen der Vorjahre vergleichbar. Der überwiegende Anteil der untersuchten Substanzen wies keine Überschreitungen der Zielwerte auf. Erhöhte Werte stellten hier Einzelbefunde dar.

Regelmäßige Befunde wurden bei den Komplexbildnern DTPA und EDTA nachgewiesen, die auch 2009 ab der Einleitungsstelle

im Bereich Lenne zu einer permanenten Zielwertüberschreitung führten. Während für EDTA ähnliche Konzentrationen wie in den Vorjahren gemessen wurden, zeigte die DTPA-Konzentration einen Rückgang zu den Vorjahren, überstieg aber trotzdem auch weiterhin die Zielwerte um ein Mehrfaches.

Die mikrobiologische Belastung blieb auch 2009 unter den Zielwerten. Neben einer leichten Verbesserung im unteren Verlauf der Ruhr war an einer Messstelle im Mittellauf eine Verschlechterung nachzuweisen.



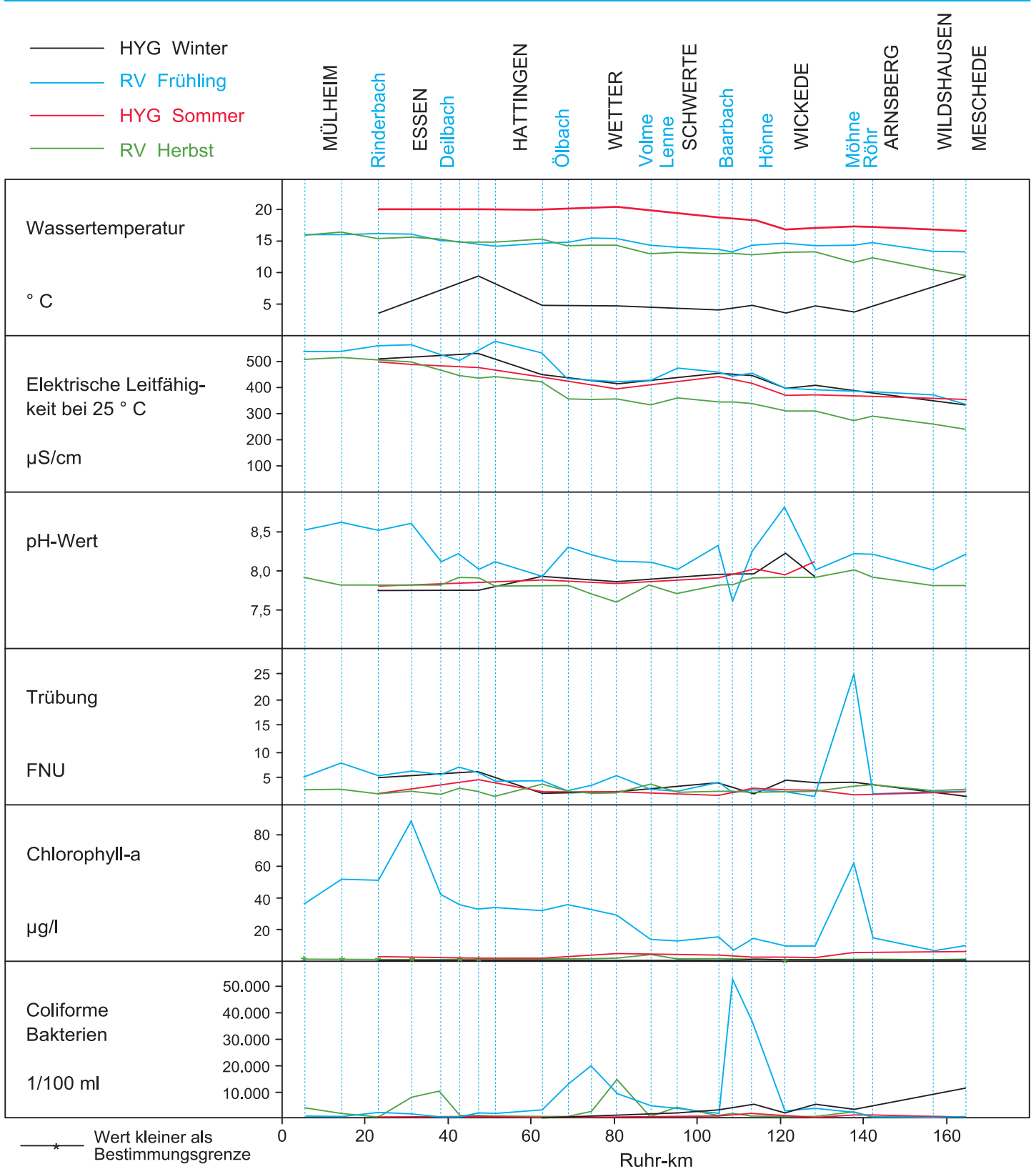


Bild 28.1: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“  
 Fig. 28.1: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee



Bild 28.2: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“  
 Fig. 28.2: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

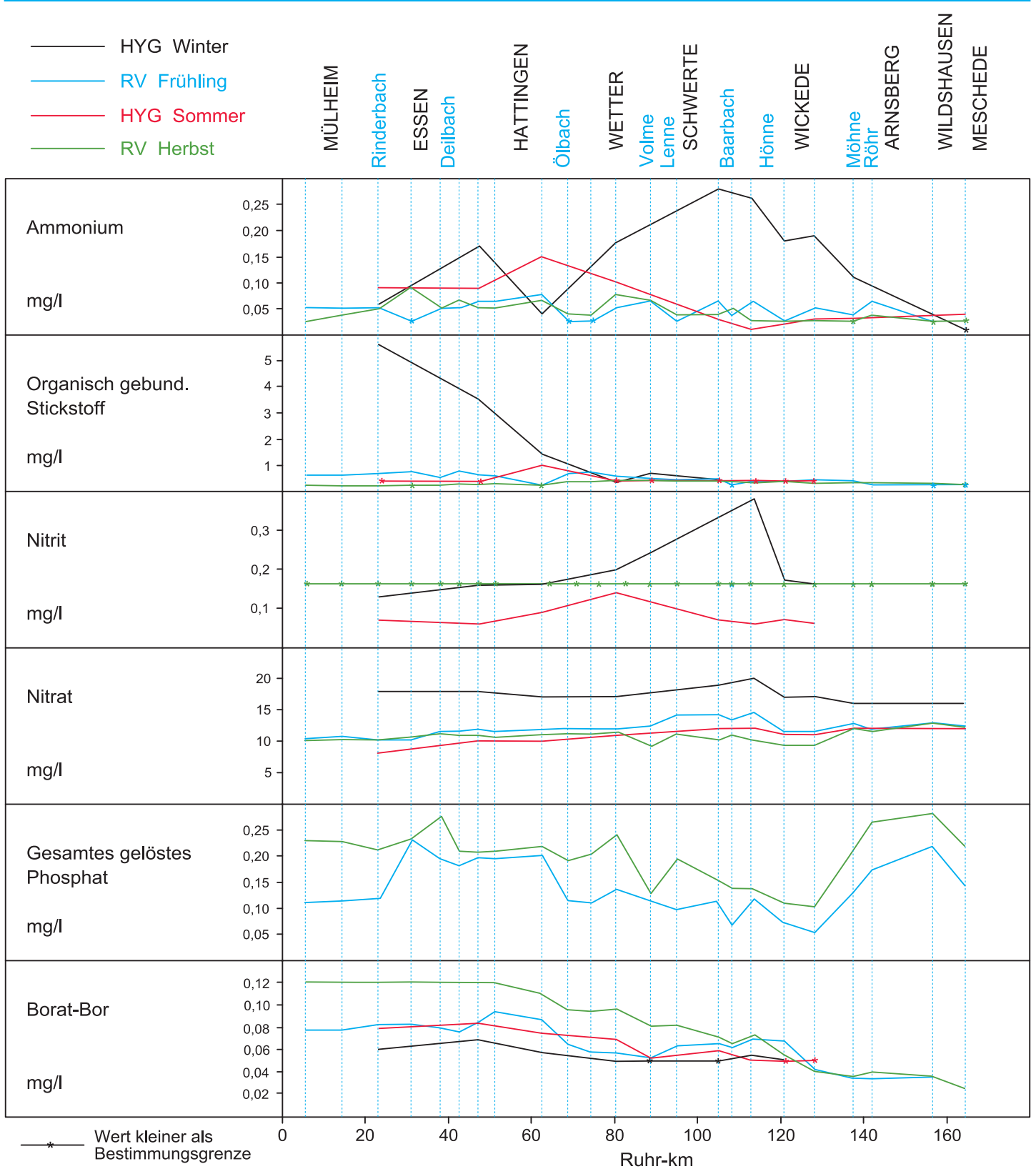


Bild 28.3: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“  
 Fig. 28.3: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

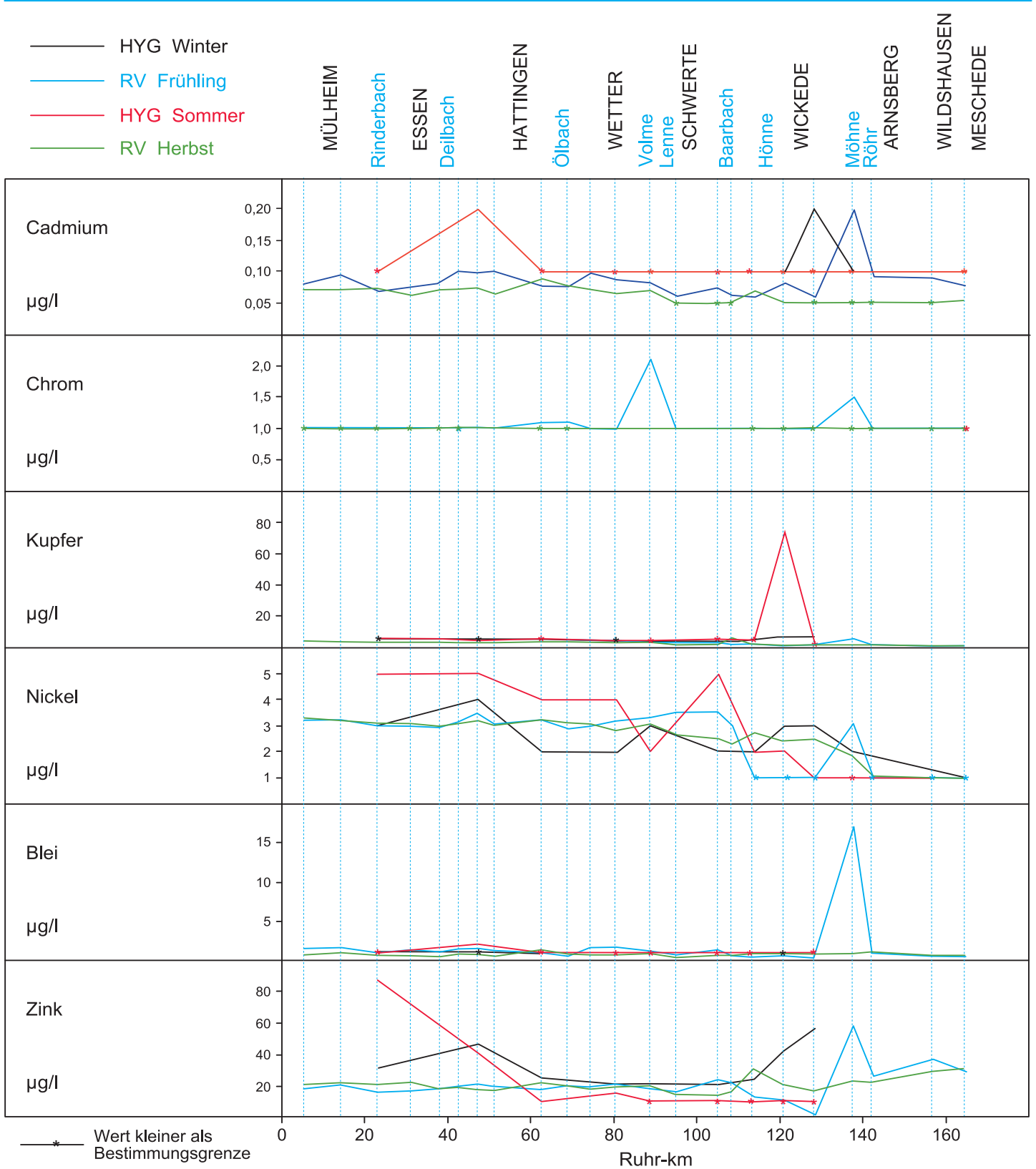


Bild 28.4: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“  
 Fig. 28.4: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee



Bild 28.5: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“  
 Fig. 28.5: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee



Bild 28.6: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“  
 Fig. 28.6: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee



Bild 28.7: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“  
 Fig. 28.7: Water condition of the Ruhr according to analyses of the AWWR water quality committee

Tabelle 28.4: Mittelwerte ausgewählter Gütemerkmale von acht Nebenflüssen der Ruhr  
 Table 28.4: Averages of selected quality parameters for eight tributaries of the Ruhr

Kenngröße	Einheit	Zufluss/Ruhr-km							
		Rinderbach 23,24	Ölbach 67,35	Volme 87,67	Lenne 92,72	Baarbach 106,96	Hönnne 116,58	Möhne 137,35	Röhr 141,83
Wassertemperatur	° C	14,0	15,6	12,6	14,3	14,2	10,9	12,3	10,5
pH-Wert		8,30	7,70	8,05	7,90	7,40	8,30	8,05	7,95
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	624	1908	350	306	892	653	318	314
Trübung	FNU	4,6	2,7	8,7	4,2	21,6	2,2	1,0	1,9
Spektr. Absorptionskoeff. bei 254 nm	1/m	7,5	12,1	7,3	4,3	13,1	3,3	6,8	3,2
Spektr. Absorptionskoeff. bei 436 nm	1/m	0,45	0,60	0,45	0,17	0,75	0,10	0,15	< 0,1
Biochem. Sauerstoffbedarf in 5 Tagen	mg/l	1,4	2,5	< 3,0	< 3,0	5,4	1,5	0,9	1,1
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	mg/l	12,4	25,7	11,9	9,9	41,1	6,8	7,7	5,1
Gelöster organ. gebund. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	3,0	5,3	3,2	2,1	5,9	1,5	2,8	1,7
Gelöster Sauerstoff	mg/l	10,1	6,7	9,8	8,9	8,8	10,8	10,1	10,4
Chlorophyll-a	µg/l	4,0	23,5	10,0	8,5	32,5	5,0	2,7	5,2
Gesamter gelöster Phosphor als PO4	mg/l	0,60	0,46	0,45	0,13	1,21	0,20	< 0,05	0,07
Borat-Bor	mg/l	0,12	0,41	0,13	0,07	0,25	0,12	0,03	0,03
Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)	µg/l	5,7	35,5	4,5	9,6	15,5	4,1	< 2,0	< 2,0
Nitrilotriessigsäure (NTA)	µg/l	< 2,0	2,4	< 2,0	< 2,0	3,1	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Diethylentrinitripentaessigsäure (DTPA)	µg/l	< 2,0	3,7	< 2,0	< 2,0	3,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Ammonium	mg/l	< 0,03	1,41	0,14	0,05	0,14	< 0,03	< 0,03	0,04
Nitrat	mg/l	23,0	15,3	15,1	11,7	19,9	22,2	8,6	14,2
Nitrit	mg/l	< 0,2	0,36	< 0,2	< 0,2	0,21	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Organisch gebundener Stickstoff	mg/l	0,40	0,94	0,67	0,77	2,15	< 0,2	0,25	< 0,2
Mangan	µg/l	22	135	43	34	315	16	24	23
Gelöstes Mangan	µg/l	< 10,0	115	< 10,0	19	69	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Eisen	mg/l	0,20	0,20	0,25	0,14	1,29	0,05	0,04	0,07
Gelöstes Eisen	mg/l	< 0,02	< 0,02	0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Natrium	mg/l	47	310	28	31	66	55	26	12
Kalium	mg/l	9,1	17,5	3,9	3,6	14,0	5,0	2,4	2,3
Magnesium	mg/l	12,0	18,5	5,9	6,7	8,5	8,2	5,8	6,6
Calcium	mg/l	64	62	32	31	101	92	40	53
Barium	µg/l	11	195	36	26	22	47	25	44
Kupfer	µg/l	2,3	2,2	< 5,0	< 5,0	18,7	3,1	1,4	1,8
Nickel	µg/l	2,7	4,4	3,0	2,4	25,0	2,6	1,2	2,1
Chrom	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	4,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Zink	µg/l	14	18	36	23	123	28	7	12
Blei	µg/l	2,3	0,5	1,5	< 1,0	6,9	0,4	0,1	0,7
Cadmium	µg/l	0,06	< 0,1	0,15	< 0,1	0,61	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Chlorid	mg/l	70	440	41	35	180	88	37	17
Sulfat	mg/l	73	93	43	31	79	48	24	42
Fluorid	mg/l	0,15	0,22	0,09	0,08	0,13	0,08	0,11	0,08
Polycyclische aromat. Kohlenwasserstoffe	ng/l	5	3	14	0	8	2	0	3
Adsorb. org. geb. Halogene (AOX)	µg/l	10	17	< 10,0	< 10,0	15	< 10,0	6	< 5,0
Coliforme Bakterien	1/100 ml	5800	52500	39500	3600	153000	8370	1550	1750



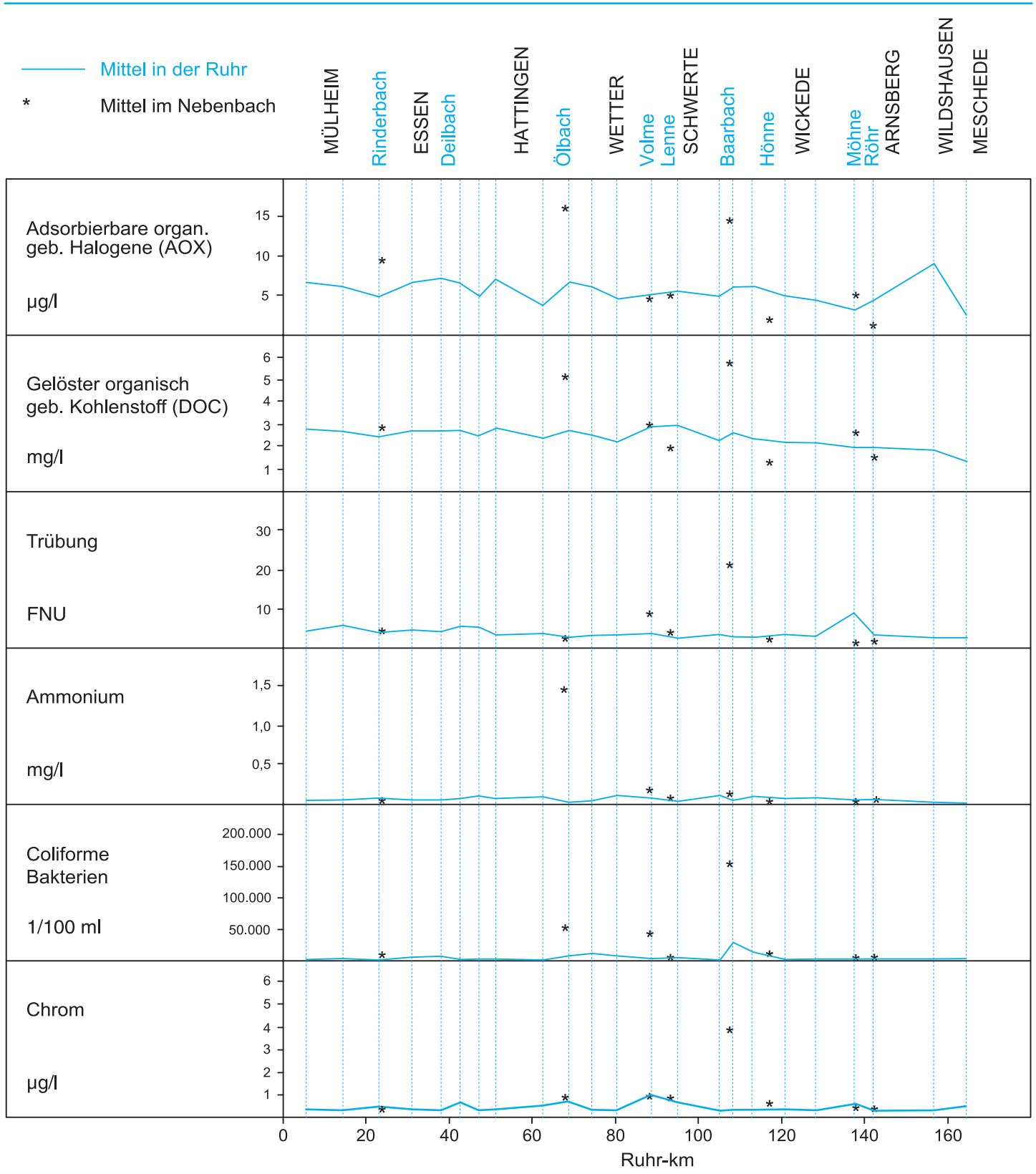


Bild 28.8: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr und ihrer Nebenbachmündungen anhand von sechs ausgesuchten Güteparametern  
 Fig. 28.8: Water condition of the Ruhr and its tributaries at their inflows indicated by six selected parameters

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	50	50	108	67	52	52	53	52	117	52
Arith. Jahresmittel	12,3	12,6	12,5	12,4	12,3	12,4	11,1	10,7	10,5	10,8
Geom. Jahresmittel	9,1	9,9	9,1	9,8	9,7	10,6	8,0	7,9	8,3	8,9
Geom. Sommermittel	18,2	18,6	17,7	17,8	17,6	16,5	16,1	15,0	14,5	15,1
Geom. Wintermittel	4,8	5,5	4,1	5,3	5,3	6,5	4,1	4,1	4,7	5,3
Maximalwert	24,7	24,9	24,4	23,9	22,8	22,4	20,9	19,2	18,5	20,1
Datum des Max.	06.07	06.07	03.07	06.07	17.08	29.06	06.07	06.07	24.07	27.07
90-Perzentil	21,2	21,0	21,1	21,3	20,6	19,9	19,2	17,2	17,1	16,9
50-Perzentil	12,8	13,1	14,4	13,5	12,6	12,2	11,8	11,4	11,1	12,0
10-Perzentil	3,5	3,6	3,5	3,5	3,5	4,5	2,9	2,6	3,2	3,2
Minimalwert	0,1	0,5	0,1	0,6	0,4	1,3	0,2	0,1	0,1	0,9
Datum des Min.	12.01	12.01	07.01	12.01	12.01	05.01	13.01	12.01	08.01	21.12

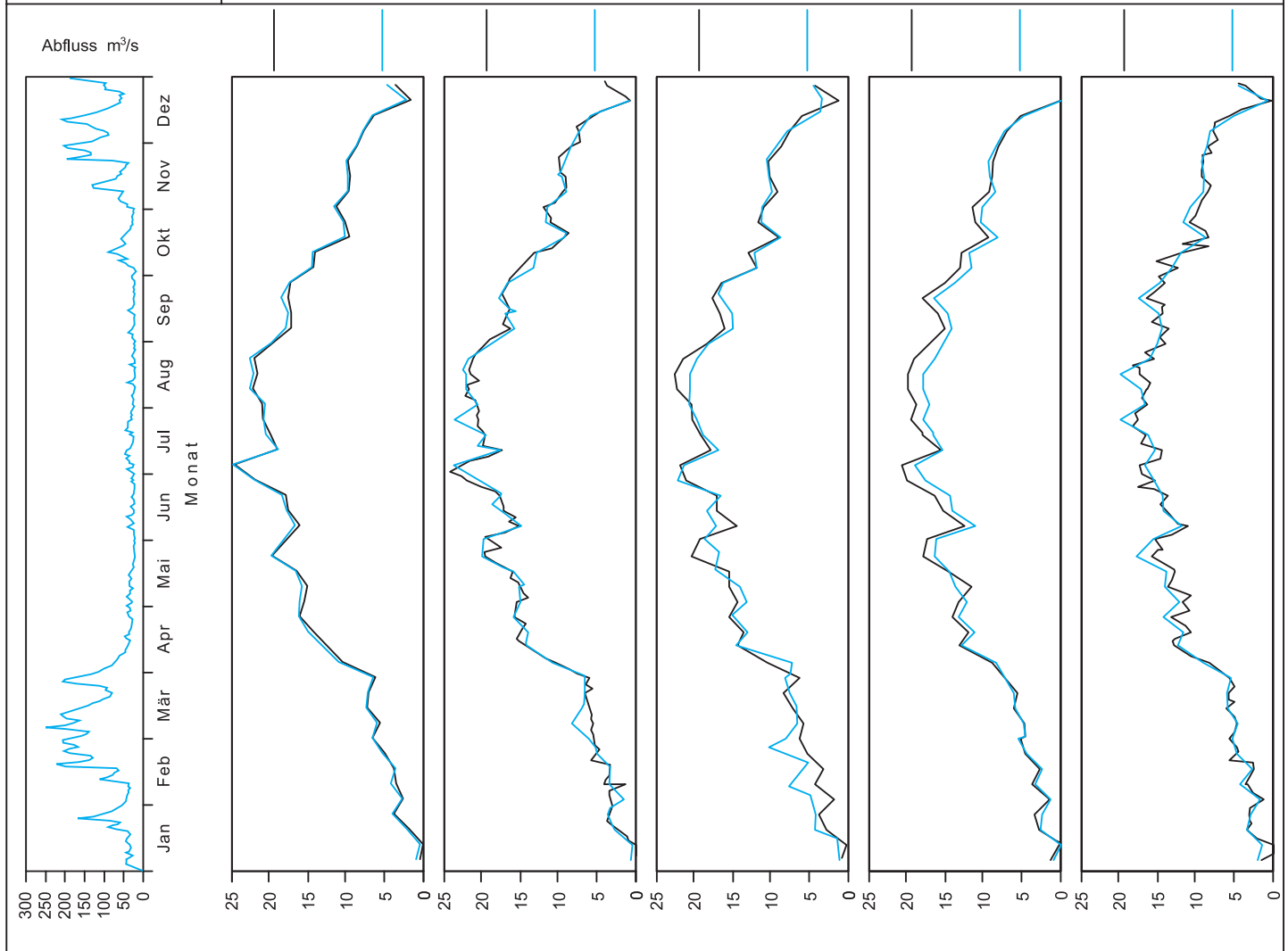


Bild 28.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.9: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Elektrische Leitfähigkeit bei 25 ° C

Einheit:  $\mu\text{S/cm}$

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	50	50	109	4	48	52	50	49	118	48
Arith. Jahresmittel	475	474	429	416	348	361	380	361	360	326
Geom. Jahresmittel	465	463	419	411	345	356	377	358	358	324
Geom. Sommermittel	535	532	474	434	368	378	396	375	369	332
Geom. Wintermittel	409	408	362	390	323	334	359	341	347	317
Maximalwert	631	640	591	473	423	451	478	446	470	409
Datum des Max.	05.10	05.10	30.09	17.02	16.02	19.01	16.02	16.02	19.01	16.02
90-Perzentil	583	582	526	470	395	426	434	407	409	369
50-Perzentil	500	502	453	434	358	370	388	370	366	325
10-Perzentil	325	326	308	347	292	277	309	296	303	283
Minimalwert	276	273	220	322	234	207	270	262	275	255
Datum des Min.	14.12	14.12	30.11	17.11	14.12	20.07	30.11	30.11	30.11	14.12

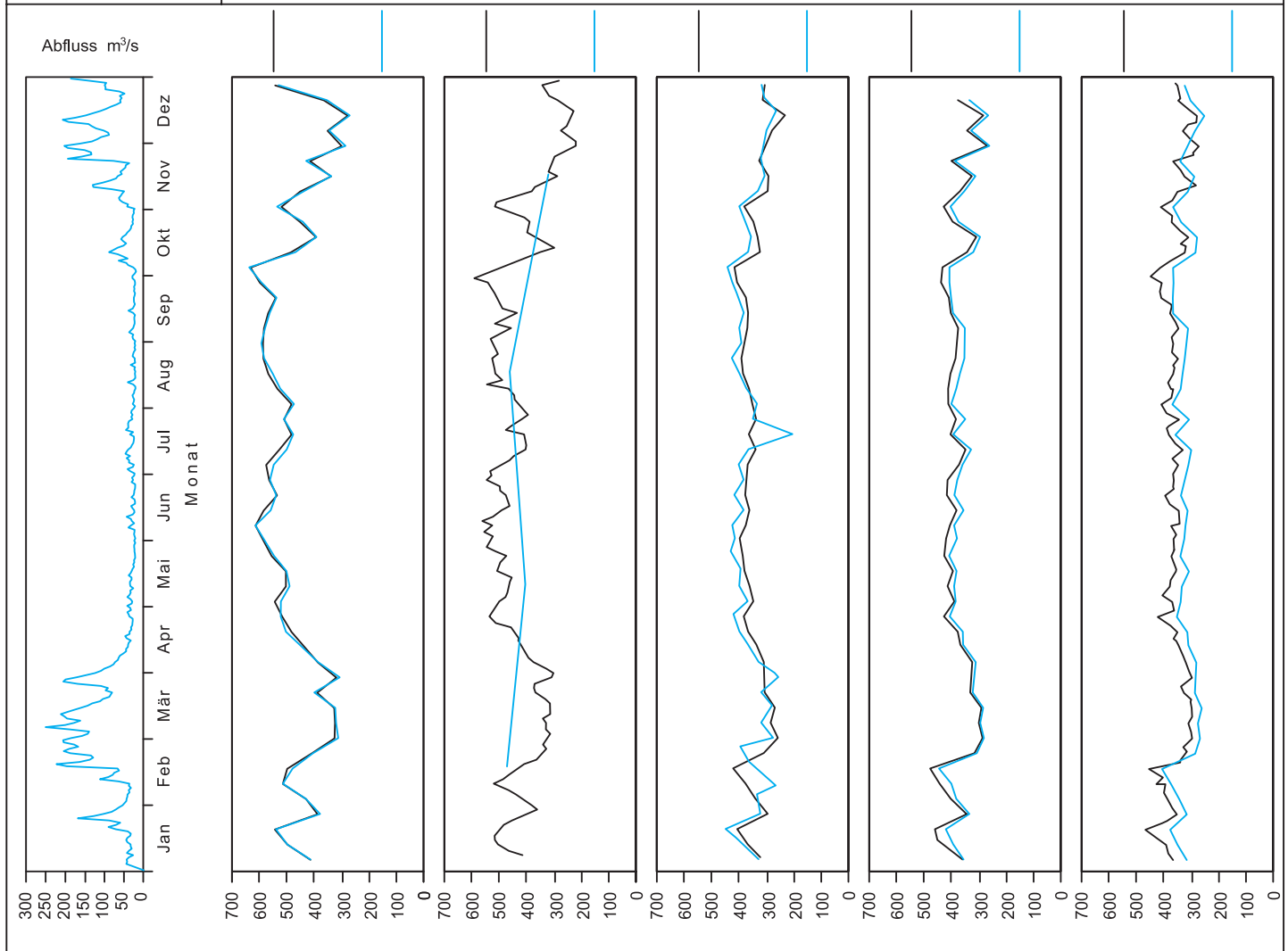


Bild 28.10: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.10: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	50	50	109	4	48	52	50	49	118	48
Arith. Jahresmittel	7,92	7,81	7,91	7,82	7,79	7,92	7,82	7,88	7,94	7,88
Geom. Jahresmittel	7,92	7,81	7,91	7,82	7,79	7,92	7,82	7,88	7,94	7,88
Geom. Sommermittel	7,80	7,75	7,97	7,96	7,83	8,07	7,81	7,89	7,97	7,91
Geom. Wintermittel	8,03	7,87	7,85	7,68	7,75	7,75	7,82	7,87	7,92	7,84
Maximalwert	8,15	8,08	8,80	8,15	8,07	9,48	7,95	8,05	8,44	8,13
Datum des Max.	05.10	27.04	27.04	18.08	27.04	03.08	21.09	14.04	16.04	27.04
90-Perzentil	8,13	7,94	8,10	8,04	7,93	8,28	7,89	7,96	8,07	8,02
50-Perzentil	7,94	7,84	7,90	7,75	7,79	7,84	7,82	7,88	7,93	7,87
10-Perzentil	7,74	7,65	7,70	7,67	7,67	7,60	7,71	7,81	7,81	7,75
Minimalwert	7,50	7,41	7,60	7,65	7,62	7,44	7,59	7,75	7,55	7,66
Datum des Min.	06.07	20.07	02.12	17.02	04.05	01.04	18.05	13.07	24.02	13.07

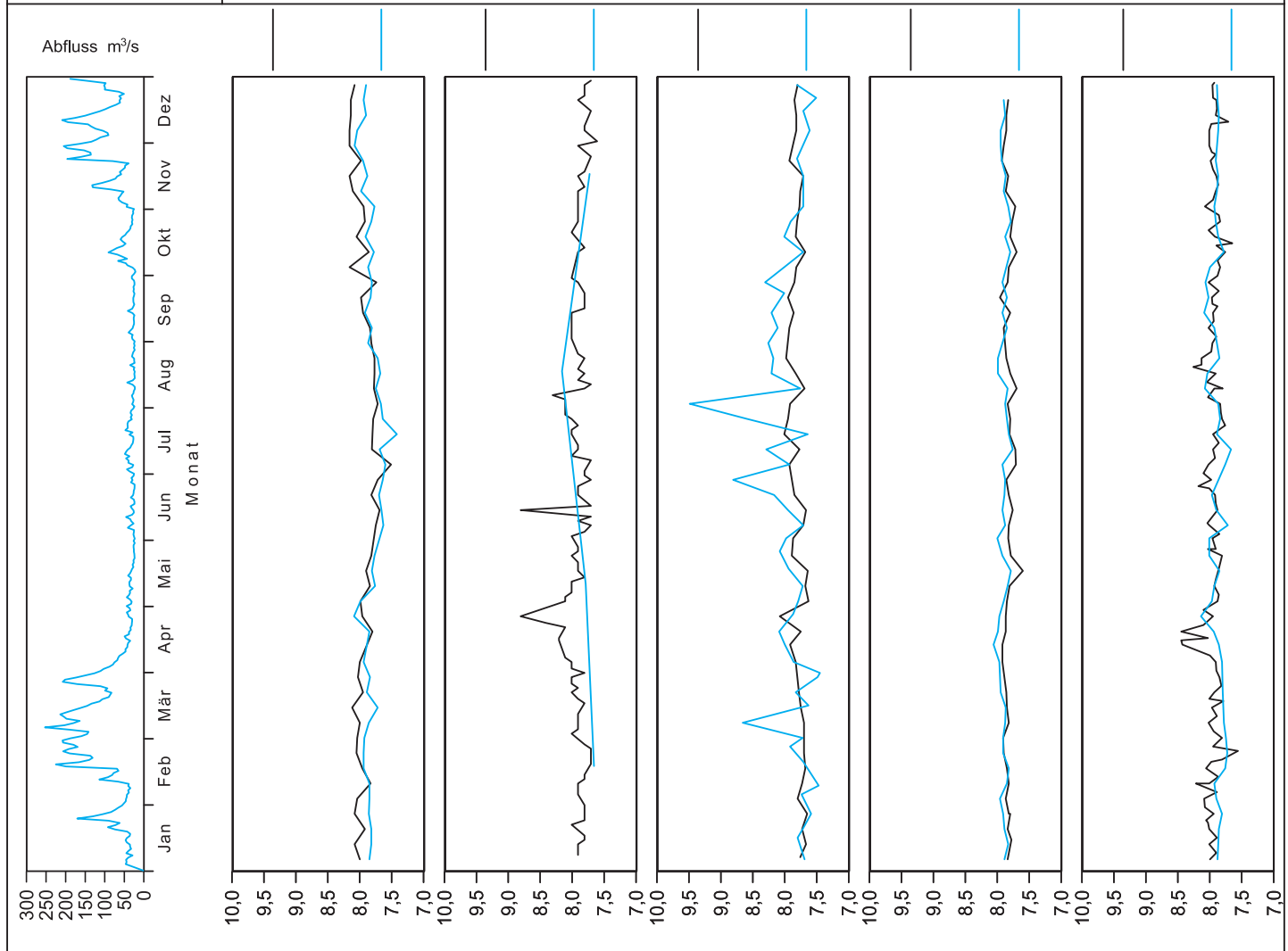


Bild 28.11: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.11: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Trübung

Einheit: FNU

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	50	50	109		24	52	30	30	118	24
Arith. Jahresmittel	3,8	4,7	4,8		3,4	3,9	4,5	4,5	5,8	3,5
Geom. Jahresmittel	2,8	3,9	3,8		2,8	2,9	3,6	3,5	4,0	2,7
Geom. Sommermittel	2,1	3,6	3,3		2,3	2,2	3,0	3,0	2,8	2,0
Geom. Wintermittel	3,6	4,1	4,5		3,4	4,0	4,8	4,5	5,7	3,7
Maximalwert	19,0	17,9	40,0		16,0	15,7	22,2	21,2	63,0	15,0
Datum des Max.	26.01	26.01	18.02		02.03	24.11	23.02	23.02	24.02	02.03
90-Perzentil	7,4	8,3	8,0		5,1	6,6	7,0	7,6	11,9	7,0
50-Perzentil	2,6	3,9	3,7		2,5	3,0	3,4	3,1	3,1	2,4
10-Perzentil	1,3	1,7	2,0		1,4	0,9	1,8	2,0	1,9	1,5
Minimalwert	1,0	1,3	1,1		1,2	0,6	1,3	1,4	1,3	1,2
Datum des Min.	21.09	26.10	28.10		07.09	23.09	28.09	12.01	31.08	20.04

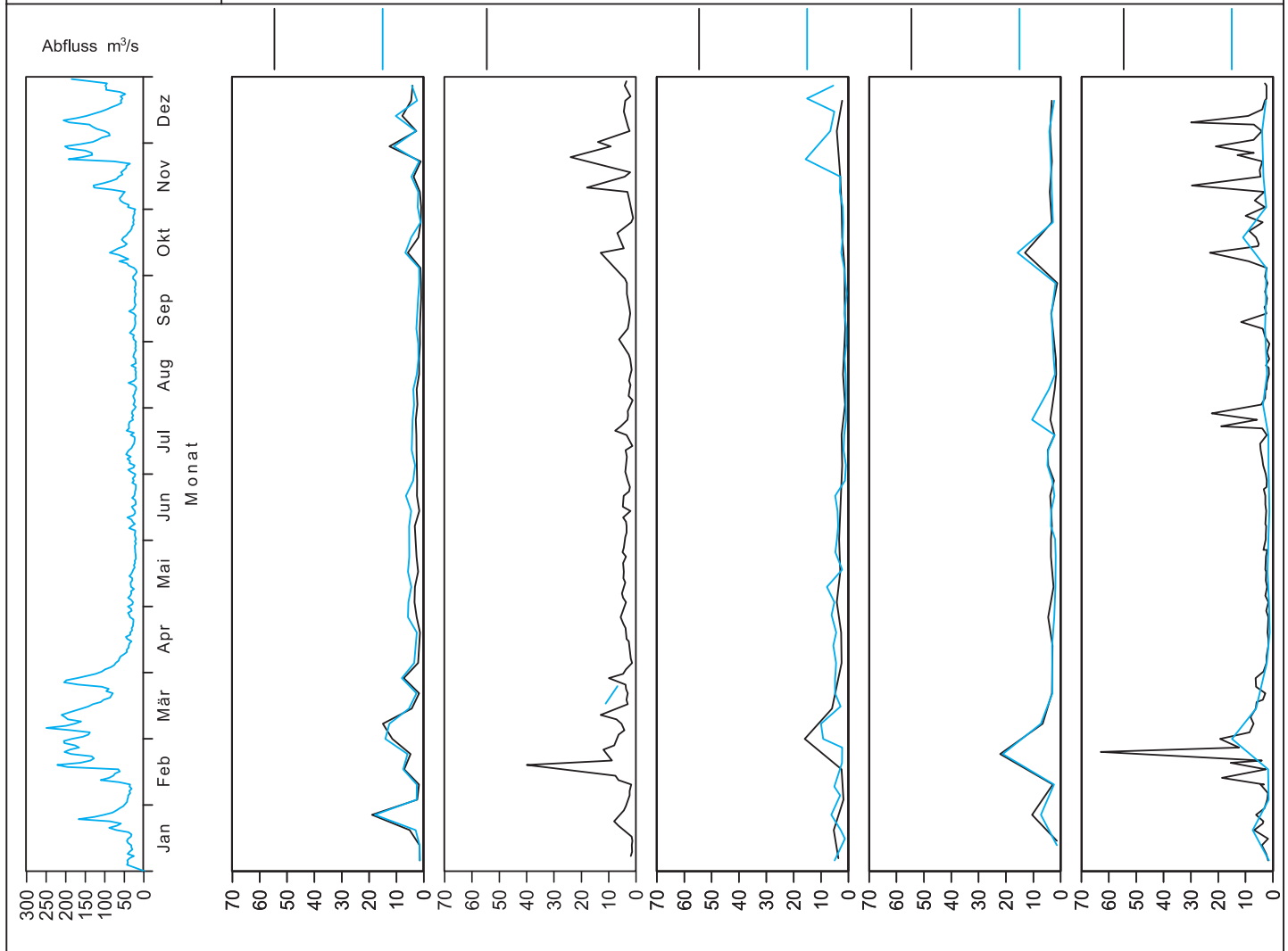


Bild 28.12: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.12: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	12	12	68		24	52	24	25	13	36
Arith. Jahresmittel	3,2	3,4	4,3		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	2,4	< 5,0
Geom. Jahresmittel	2,2	2,1	1,5		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	2,0	< 5,0
Geom. Sommermittel	3,9	3,6	1,5		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	2,1	< 5,0
Geom. Wintermittel	1,2	1,2	1,3		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	2,0	< 5,0
Maximalwert	13,5	17,6	49,0		30,7	13,0	7,6	5,4	6,6	11,5
Datum des Max.	04.05	04.05	27.04		27.04	17.08	06.07	06.07	20.02	27.04
90-Perzentil	5,4	5,0	9,0		12,3	9,5	6,4	< 5,0	3,4	< 5,0
50-Perzentil	2,2	2,0	1,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	1,9	< 5,0
10-Perzentil	1,1	1,2	< 1,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	1,1	< 5,0
Minimalwert	< 1,0	< 1,0	< 1,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	1,0	< 5,0
Datum des Min.	05.01	05.01	Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	23.01	Mehrere

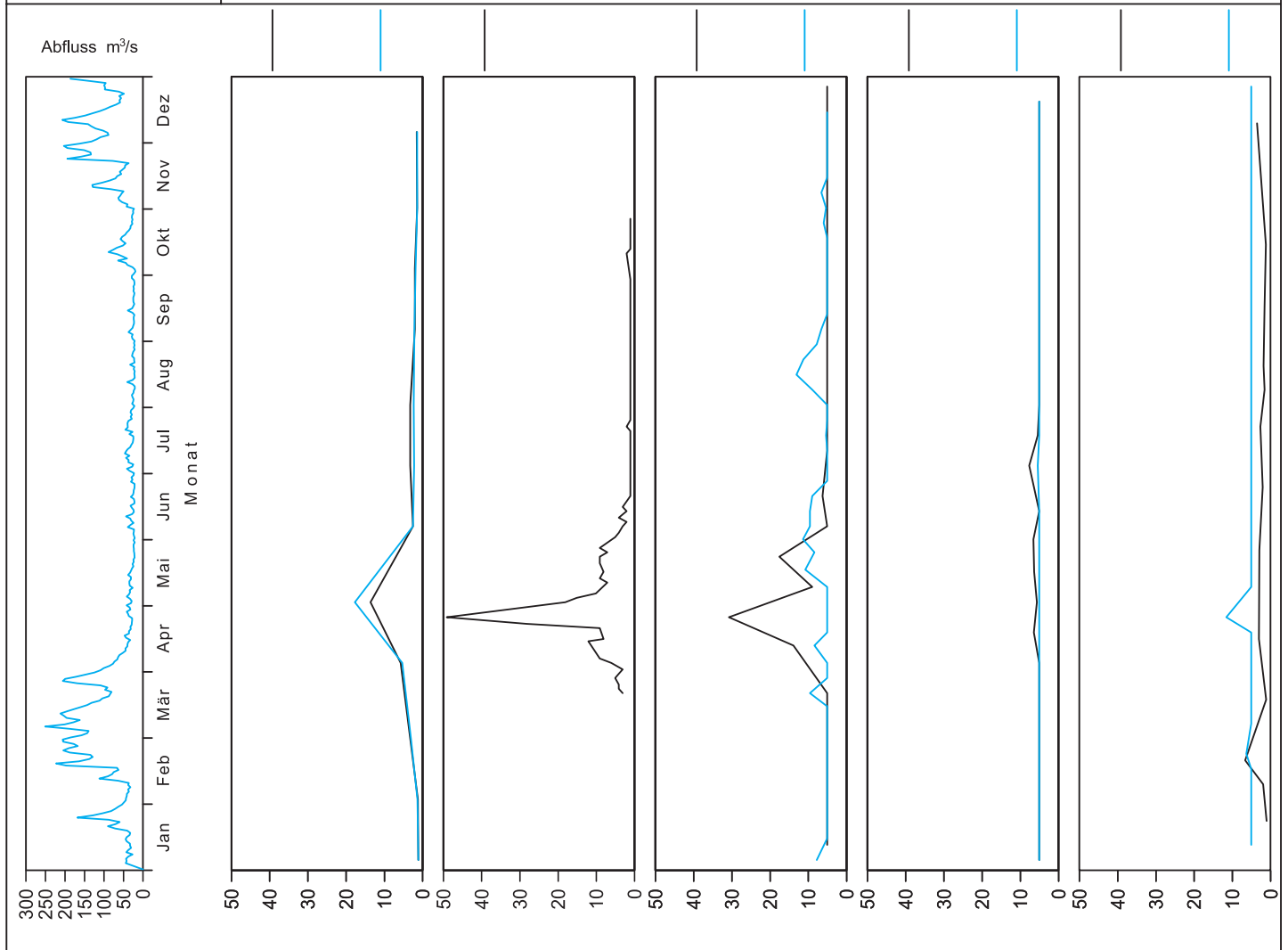


Bild 28.13: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.13: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Coliforme Bakterien

Einheit: 1/100 ml

Zielwert: 15000 1/100 ml

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 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	50	50	34	10	52	52	39	39	136	52
Arith. Jahresmittel	4329	2724	3267	1070	2150	3680	8954	7964	4518	4268
Geom. Jahresmittel	2176	1028	1041	386	1032	1286	3164	3618	1952	1656
Geom. Sommermittel	1285	530	579	218	656	749	1806	2277	1143	1000
Geom. Wintermittel	3539	1896	2012	906	1623	2305	6087	6210	3315	2742
Maximalwert	24200	24200	29000	7500	15600	74000	79000	58000	44000	50000
Datum des Max.	26.01	26.01	09.03	21.01	07.12	24.11	16.03	16.03	12.10	08.06
90-Perzentil	10440	6991	9790	1650	6830	5380	19600	19600	12100	10810
50-Perzentil	1700	765	655	300	700	1400	2200	3400	1710	1500
10-Perzentil	636	231	293	100	382	269	680	660	488	300
Minimalwert	262	130	140	100	100	92	100	400	100	100
Datum des Min.	09.02	20.04	06.04	15.04	15.06	14.04	11.05	20.04	02.06	04.05

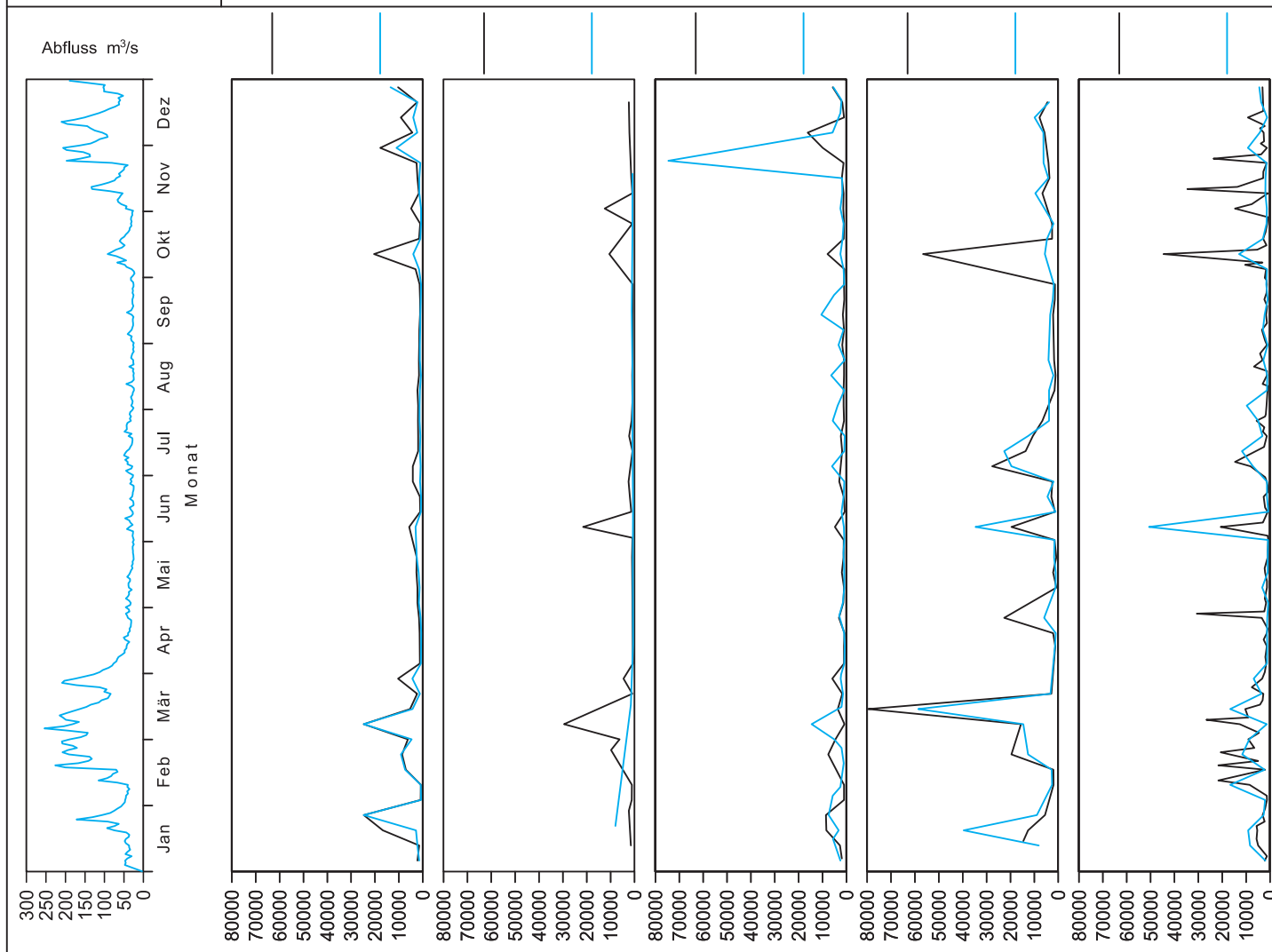


Bild 28.14: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.14: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	50	50	109	4	48	52	48	48	66	48
Arith. Jahresmittel	9,4	9,5	10,2	10,5	10,1	10,2	10,1	10,2	10,8	10,1
Geom. Jahresmittel	9,1	9,2	10,0	10,4	10,0	10,1	10,0	10,1	10,6	10,0
Geom. Sommermittel	7,3	7,7	8,7	9,2	8,8	9,7	8,9	8,9	9,3	9,0
Geom. Wintermittel	11,1	11,0	11,8	11,7	11,2	10,7	11,2	11,3	12,1	11,1
Maximalwert	13,0	13,0	14,0	12,7	14,0	12,9	13,4	13,6	16,9	13,7
Datum des Max.	05.01	05.01	09.01	17.02	12.01	03.08	19.01	12.01	17.12	12.01
90-Perzentil	12,0	12,0	12,6	12,1	12,7	11,8	12,5	12,7	13,2	12,5
50-Perzentil	9,8	9,8	9,8	10,5	9,6	10,2	9,9	9,5	10,9	9,6
10-Perzentil	6,6	6,7	8,0	8,8	8,6	8,4	8,3	8,5	8,4	8,3
Minimalwert	4,2	5,8	6,2	8,2	5,3	6,5	6,4	7,6	4,0	7,9
Datum des Min.	06.07	06.07	03.07	18.08	06.07	24.08	06.07	06.07	10.08	09.02

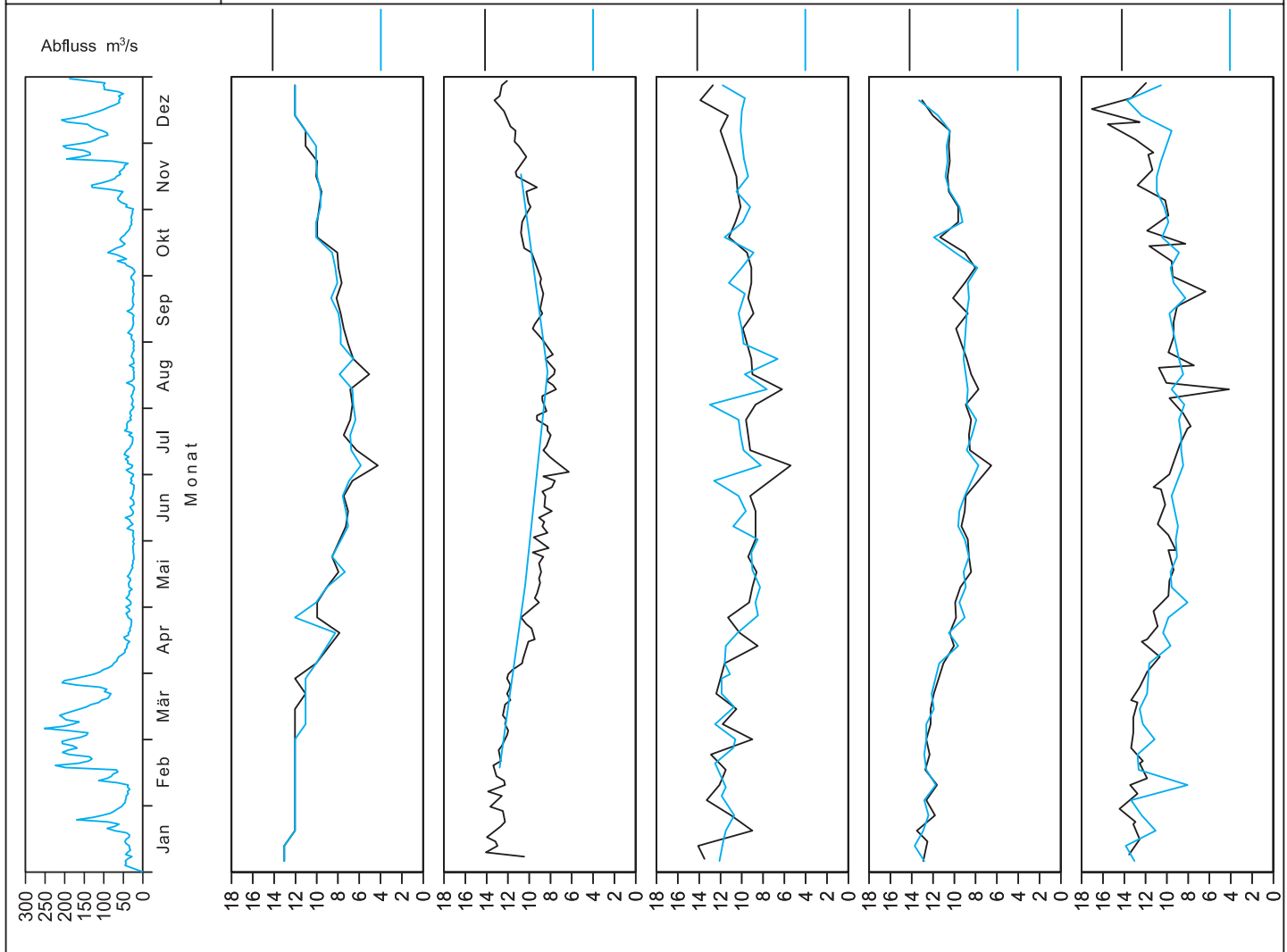


Bild 28.15: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.15: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water



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	50	50	108		48	48	49	48	65	48
Arith. Jahresmittel	2,3	2,3	2,5		2,5	2,0	2,6	2,6	2,6	2,5
Geom. Jahresmittel	2,3	2,2	2,5		2,4	1,9	2,5	2,5	2,4	2,4
Geom. Sommermittel	2,6	2,6	2,7		2,8	2,2	2,9	2,9	2,6	2,7
Geom. Wintermittel	2,0	2,0	2,2		2,1	1,7	2,2	2,2	2,3	2,1
Maximalwert	3,0	3,0	4,3		3,8	3,0	3,8	3,9	9,4	4,0
Datum des Max.	13.07	06.07	12.10		17.08	23.09	12.10	12.10	01.10	12.10
90-Perzentil	2,9	2,7	3,1		3,1	2,6	3,2	3,2	3,0	3,1
50-Perzentil	2,5	2,4	2,6		2,6	2,0	2,7	2,8	2,5	2,6
10-Perzentil	1,7	1,7	1,9		1,7	1,4	1,8	1,8	1,6	1,8
Minimalwert	1,6	1,5	1,3		1,4	1,1	1,6	1,5	0,8	1,5
Datum des Min.	12.01	05.01	23.03		23.03	23.03	23.03	23.03	11.12	23.03

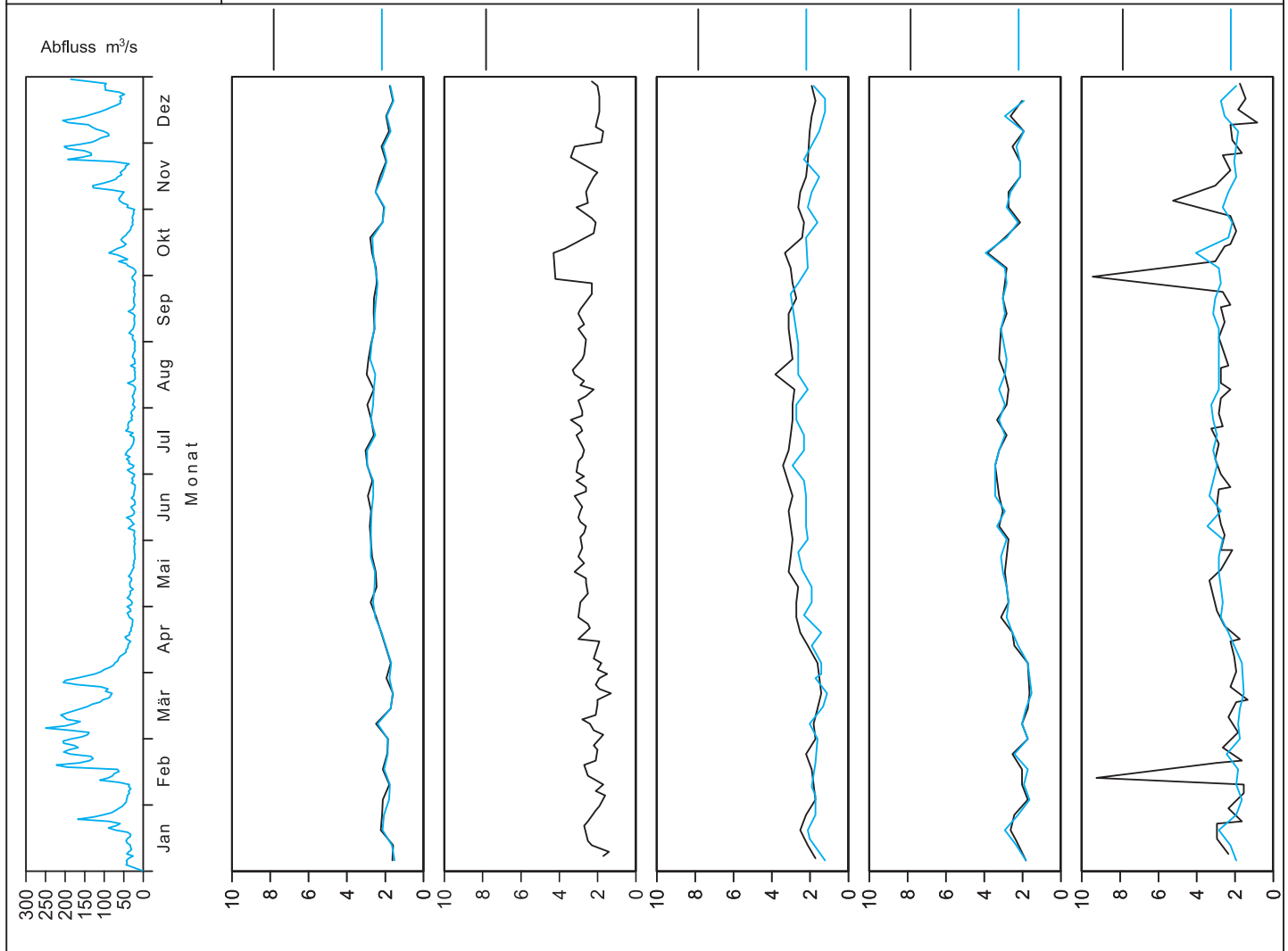


Bild 28.16: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.16: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	50	50	98	4	48	50	50	49	52	48
Arith. Jahresmittel	5,9	5,8	5,4	5,7	5,6	5,9	5,5	5,5	5,7	5,5
Geom. Jahresmittel	5,8	5,7	5,3	5,6	5,4	5,8	5,4	5,3	5,6	5,3
Geom. Sommermittel	6,4	6,3	5,7	6,4	6,1	6,2	5,8	5,8	6,1	6,0
Geom. Wintermittel	5,2	5,1	4,7	4,9	4,9	5,3	5,0	4,9	5,1	4,7
Maximalwert	8,3	7,8	8,8	7,0	8,3	8,8	9,6	11,3	7,8	10,7
Datum des Max.	19.10	13.07	14.10	18.08	12.10	23.09	12.10	27.07	12.02	12.10
90-Perzentil	7,2	7,2	6,8	6,7	6,7	7,3	6,7	7,0	7,3	6,9
50-Perzentil	6,1	6,0	5,7	5,8	5,7	6,0	5,5	5,4	5,8	5,4
10-Perzentil	4,3	4,2	3,8	4,7	4,1	4,1	4,0	3,8	4,2	4,1
Minimalwert	3,6	3,6	1,6	4,3	3,3	3,4	3,5	3,1	3,3	3,1
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	08.06	17.02	06.01	22.12	Mehrere	21.12	22.12	21.12

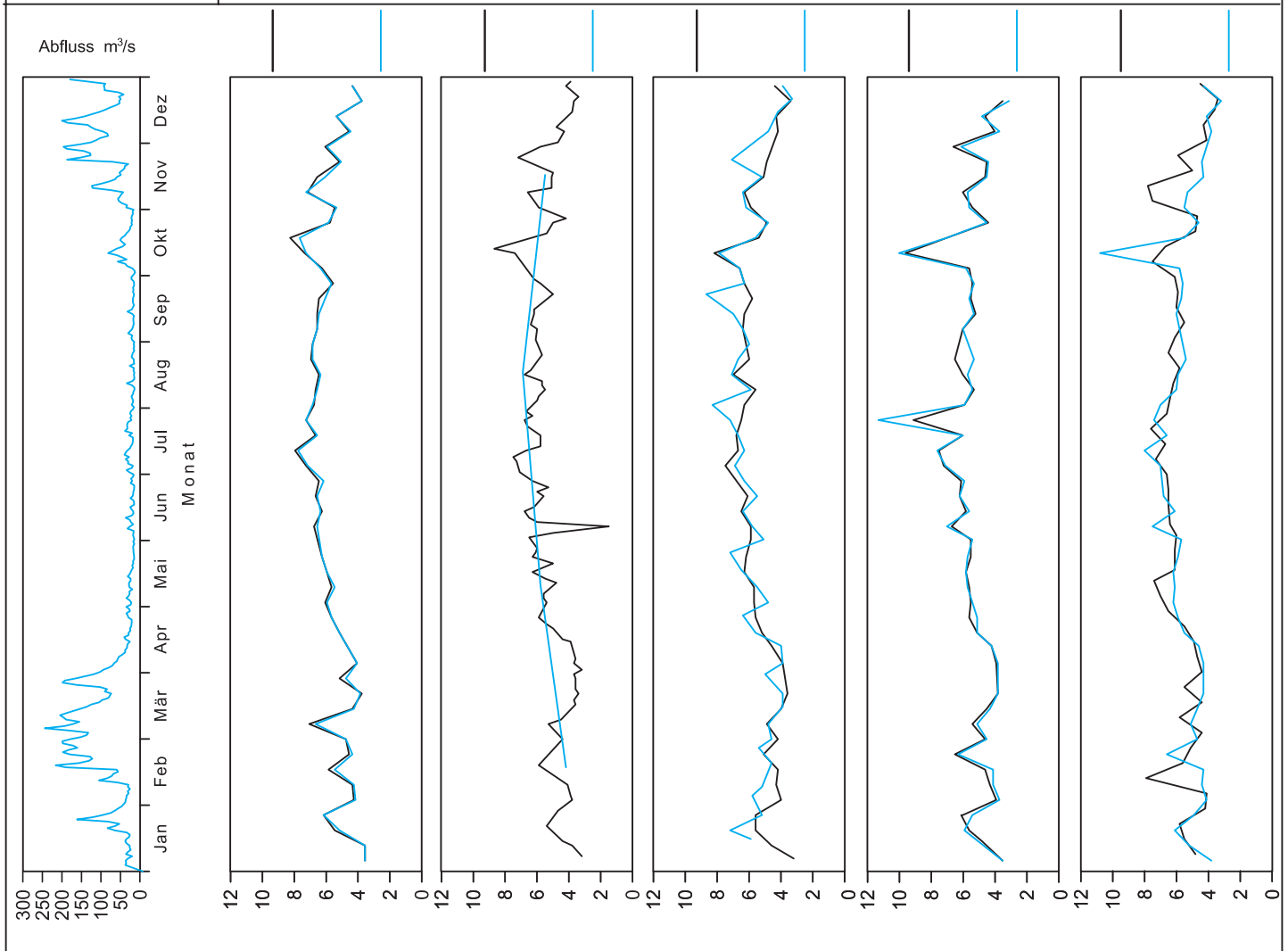


Bild 28.17: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.17: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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			98			51	11	11	52	
Arith. Jahresmittel			0,26			0,31	0,34	0,33	0,34	
Geom. Jahresmittel			0,23			0,25	0,33	0,33	0,32	
Geom. Sommermittel			0,26			0,28	0,33	0,33	0,36	
Geom. Wintermittel			0,19			0,22			0,29	
Maximalwert			0,60			1,10	0,50	0,50	0,60	
Datum des Max.			14.10			23.09	13.07	13.07	10.09	
90-Perzentil			0,40			0,50	0,40	0,40	0,40	
50-Perzentil			0,30			0,30	0,30	0,30	0,30	
10-Perzentil			0,10			0,10	0,30	0,27	0,20	
Minimalwert			0,10			< 0,10	0,29	0,27	0,13	
Datum des Min.			Mehrere			Mehrere	29.06	Mehrere	29.12	

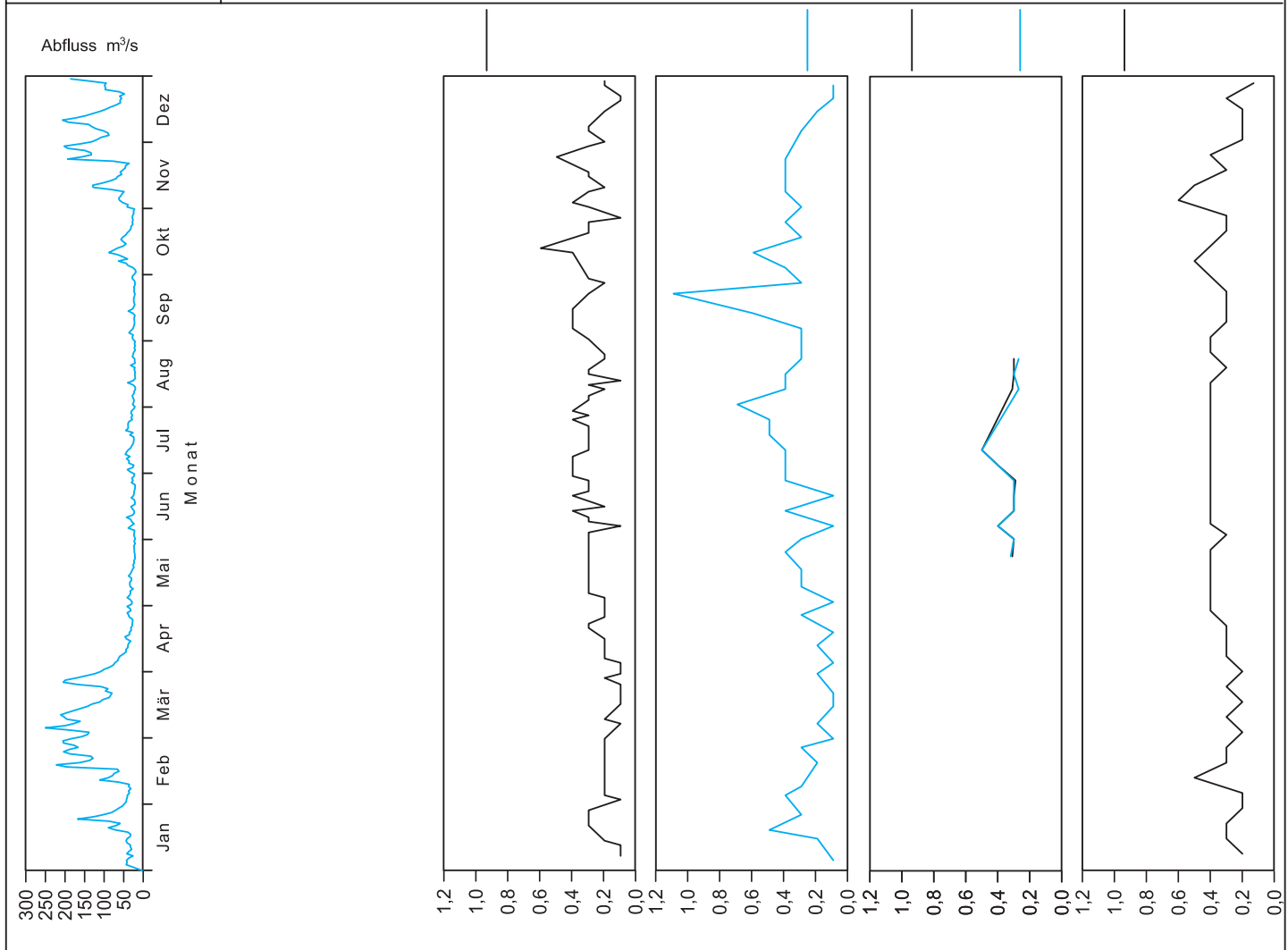


Bild 28.18: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.18: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Ammonium

Einheit: mg/l

Zielwert: 0,6 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	50	50	109	6	48	52	48	48	65	48
Arith. Jahresmittel	0,09	0,10	0,07	0,09	0,06	0,07	0,09	0,10	0,08	0,08
Geom. Jahresmittel	0,08	0,09	0,06	0,08	< 0,05	0,05	0,06	0,08	0,06	0,06
Geom. Sommermittel	0,07	0,09	0,04	0,06	< 0,05	0,04	< 0,05	0,06	0,05	0,06
Geom. Wintermittel	0,08	0,09	0,09	0,10	0,06	0,07	0,09	0,09	0,09	0,07
Maximalwert	0,25	0,25	0,31	0,15	0,22	0,25	0,44	0,39	0,30	0,49
Datum des Max.	19.01	19.01	13.02	17.02	19.01	19.01	14.01	19.01	10.09	12.01
90-Perzentil	0,15	0,15	0,14	0,12	0,11	0,15	0,21	0,18	0,17	0,12
50-Perzentil	0,08	0,09	0,05	0,08	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06	0,08
10-Perzentil	0,05	0,05	0,03	0,06	< 0,05	0,02	< 0,05	< 0,05	0,03	< 0,05
Minimalwert	< 0,02	0,02	< 0,03	0,06	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,05	0,02	< 0,05
Datum des Min.	06.04	06.04	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

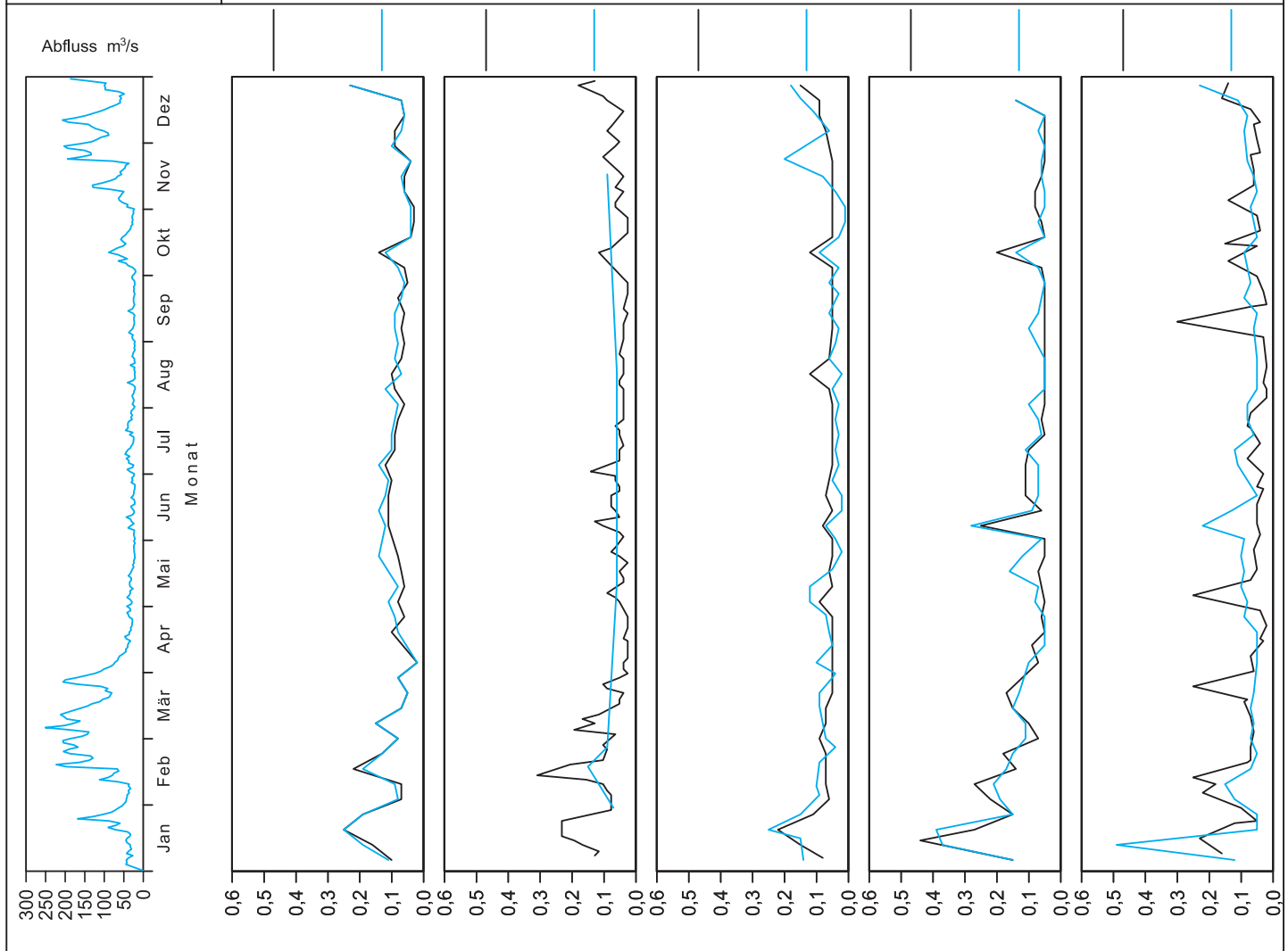


Bild 28.19: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.19: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Nitrat

Einheit: mg/l

Zielwert: 25 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	50	50	109	4	48	52	49	49	66	48
Arith. Jahresmittel	13	13	13	14	14	12	15	14	13	13
Geom. Jahresmittel	13	13	13	13	14	12	14	14	13	13
Geom. Sommermittel	11	10	11	11	12	10	13	13	11	12
Geom. Wintermittel	15	15	16	16	15	14	16	16	15	15
Maximalwert	18	18	18	16	18	21	20	19	17	17
Datum des Max.	02.02	12.01	12.01	17.02	12.01	22.06	21.12	14.12	09.02	28.12
90-Perzentil	17	17	16	16	17	16	18	17	16	16
50-Perzentil	13	13	12	15	14	13	15	14	13	13
10-Perzentil	10	9	10	10	11	8	11	11	10	11
Minimalwert	8	8	9	9	9	5	10	10	9	10
Datum des Min.	31.08	31.08	24.08	18.08	24.08	03.08	07.09	21.09	24.09	21.09

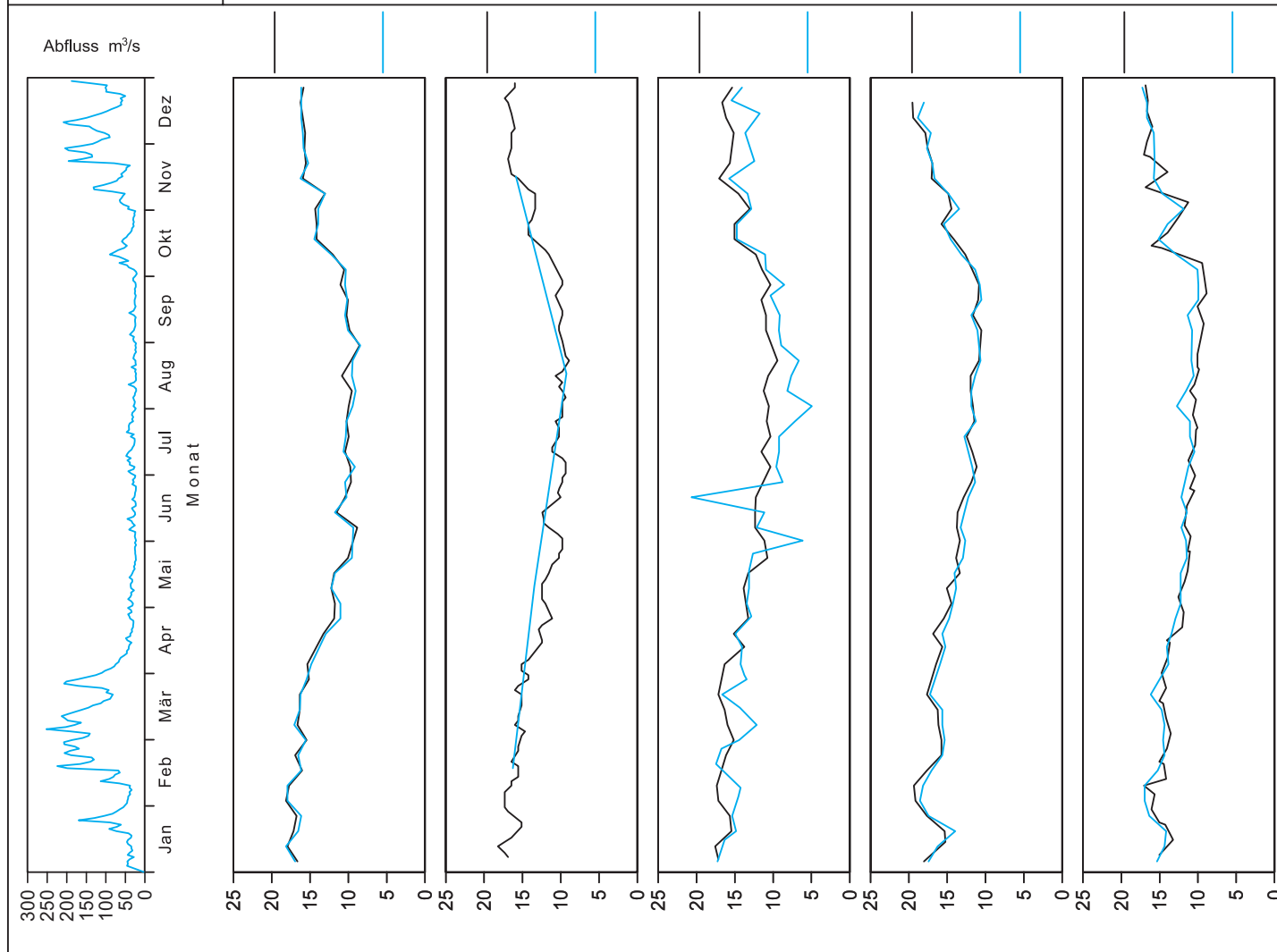


Bild 28.20: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.20: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	4	4	101		48	52	48	48	62	48
Arith. Jahresmittel	0,23	0,22	0,21		0,20	0,20	0,18	0,17	0,15	0,14
Geom. Jahresmittel	0,22	0,21	0,19		0,18	0,18	0,16	0,15	0,14	0,11
Geom. Sommermittel	0,21	0,19	0,21		0,18	0,18	0,16	0,14	0,14	0,10
Geom. Wintermittel	0,23	0,23	0,17		0,17	0,18	0,17	0,16	0,15	0,12
Maximalwert	0,31	0,33	0,34		0,34	0,49	0,34	0,67	0,24	0,28
Datum des Max.	03.08	03.08	Mehrere		12.10	09.03	12.10	16.03	23.07	09.11
90-Perzentil	0,30	0,31	0,30		0,28	0,29	0,25	0,21	0,19	0,21
50-Perzentil	0,24	0,23	0,21		0,21	0,18	0,18	0,15	0,15	0,14
10-Perzentil	0,16	0,14	0,11		0,11	0,11	0,09	0,09	0,09	0,06
Minimalwert	0,14	0,11	< 0,05		< 0,03	< 0,06	0,06	< 0,06	0,07	< 0,03
Datum des Min.	04.05	04.05	27.04		06.04	01.04	Mehrere	02.03	23.04	Mehrere

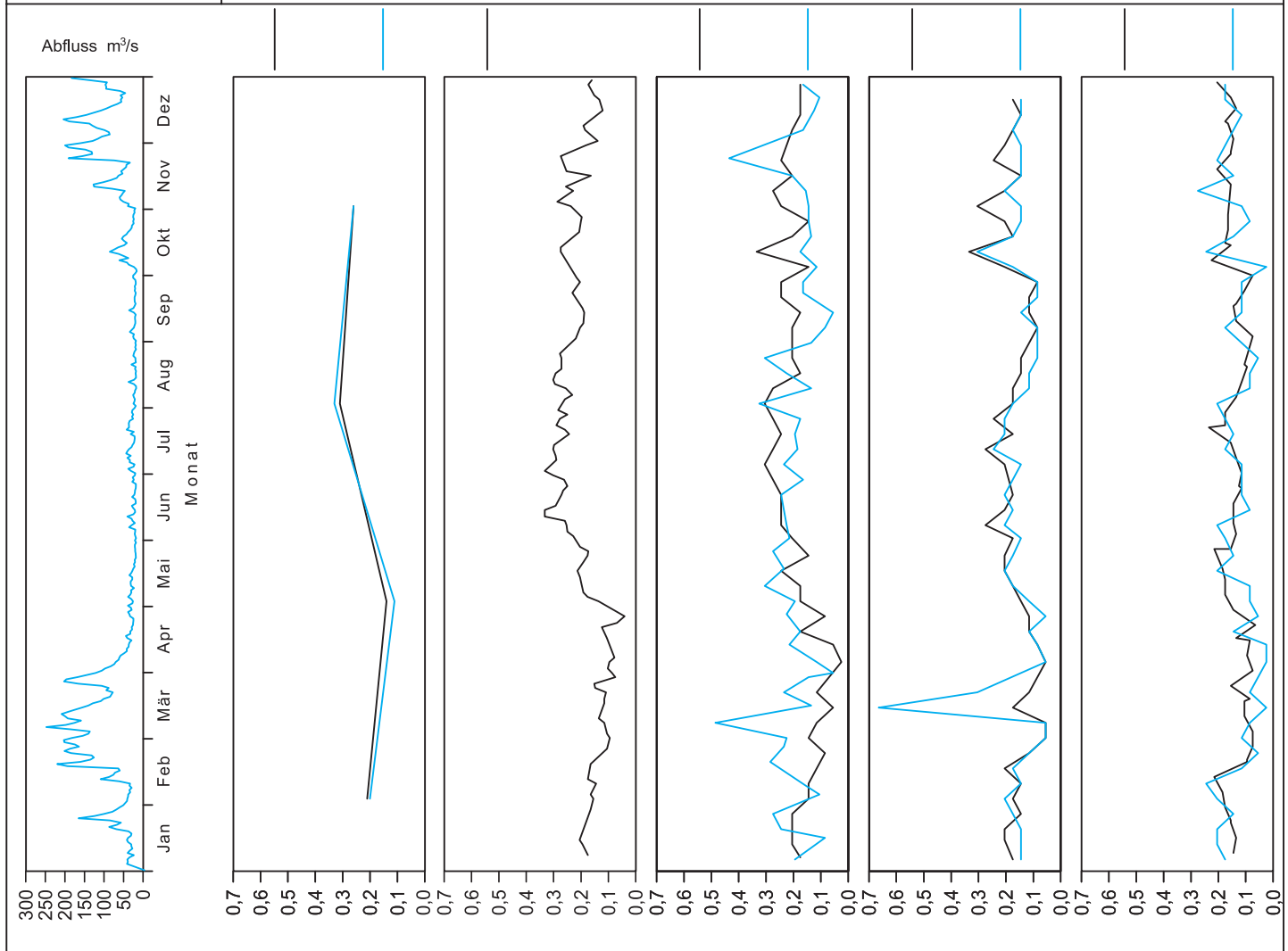


Bild 28.21: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.21: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: 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	12	109		26	52	26	26	26	26
Arith. Jahresmittel	< 0,10	< 0,10	0,09		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Geom. Jahresmittel	< 0,10	< 0,10	0,07		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Geom. Sommermittel	< 0,10	< 0,10	0,07		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Geom. Wintermittel	< 0,10	< 0,10	0,07		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Maximalwert	0,11	0,11	0,69		< 0,30	1,00	0,30	< 0,30	0,10	< 0,30
Datum des Max.	02.03	07.09	13.05		Mehrere	07.09	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere
90-Perzentil	< 0,10	< 0,10	0,13		< 0,30	0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
50-Perzentil	< 0,10	< 0,10	0,08		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
10-Perzentil	< 0,10	< 0,10	0,05		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Minimalwert	< 0,10	< 0,10	< 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

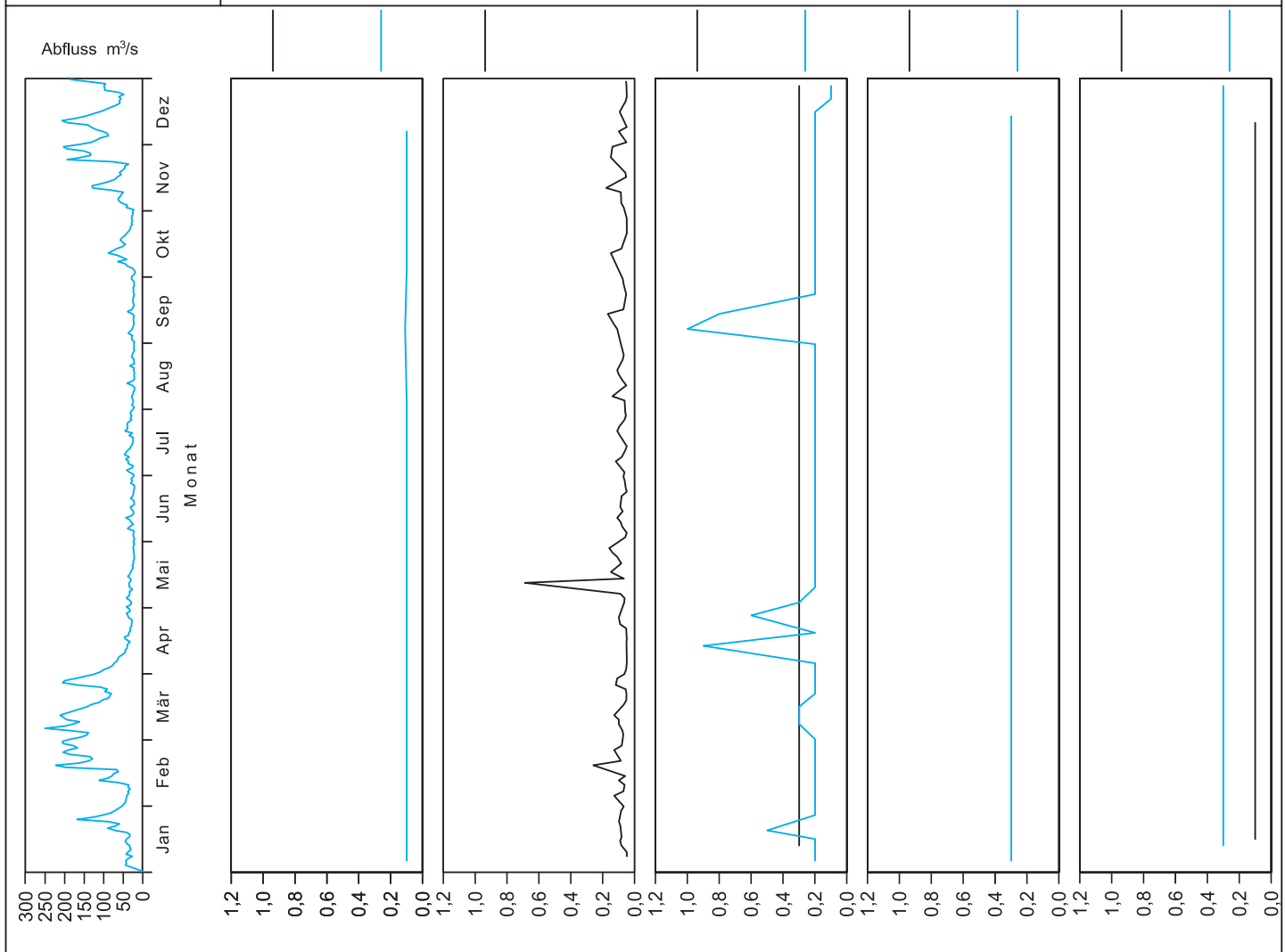


Bild 28.22: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.22: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	14	14	109		26	52	26	26	16	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	1,6	1,4	3,8		< 2,0	3,9	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Datum des Max.	02.03	02.03	18.02		Mehrere	14.09	Mehrere	Mehrere	Mehrere	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

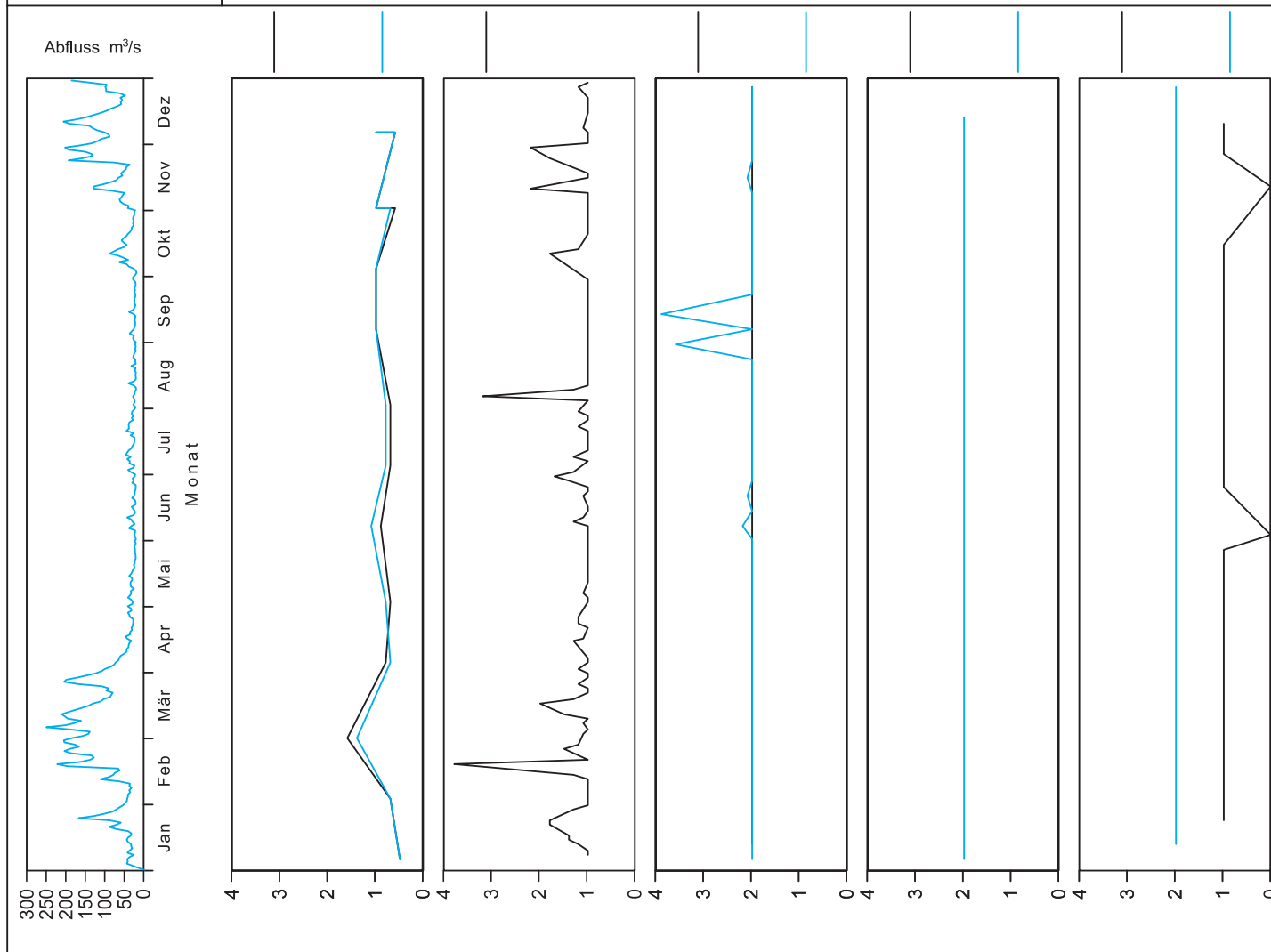


Bild 28.23: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.23: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water



Kenngröße: Nickel

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	Echtthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	109		26	52	26	26	26	26
Arith. Jahresmittel	3,4	3,6	3,2		3,7	3,0	3,1	3,7	2,2	2,6
Geom. Jahresmittel	3,2	3,4	3,0		3,5	2,2	2,8	2,7	2,0	2,5
Geom. Sommermittel	3,9	4,2	3,4		4,1	2,7	3,5	3,8	1,8	2,7
Geom. Wintermittel	2,7	2,8	2,6		2,9	< 2,0	2,2	< 2,0	2,3	2,3
Maximalwert	6,4	7,2	7,4		13,0	9,7	7,0	27,0	4,0	4,0
Datum des Max.	03.08	03.08	18.02		27.07	22.06	03.08	07.09	16.10	Mehrere
90-Perzentil	4,4	4,7	4,1		4,5	5,3	4,0	4,0	3,0	4,0
50-Perzentil	3,6	3,8	3,1		3,0	2,8	3,0	3,0	2,0	3,0
10-Perzentil	2,2	2,2	2,1		3,0	< 2,0	2,0	< 2,0	1,8	2,0
Minimalwert	2,0	2,0	1,1		2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Datum des Min.	05.01	07.12	09.01		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	17.04	12.01

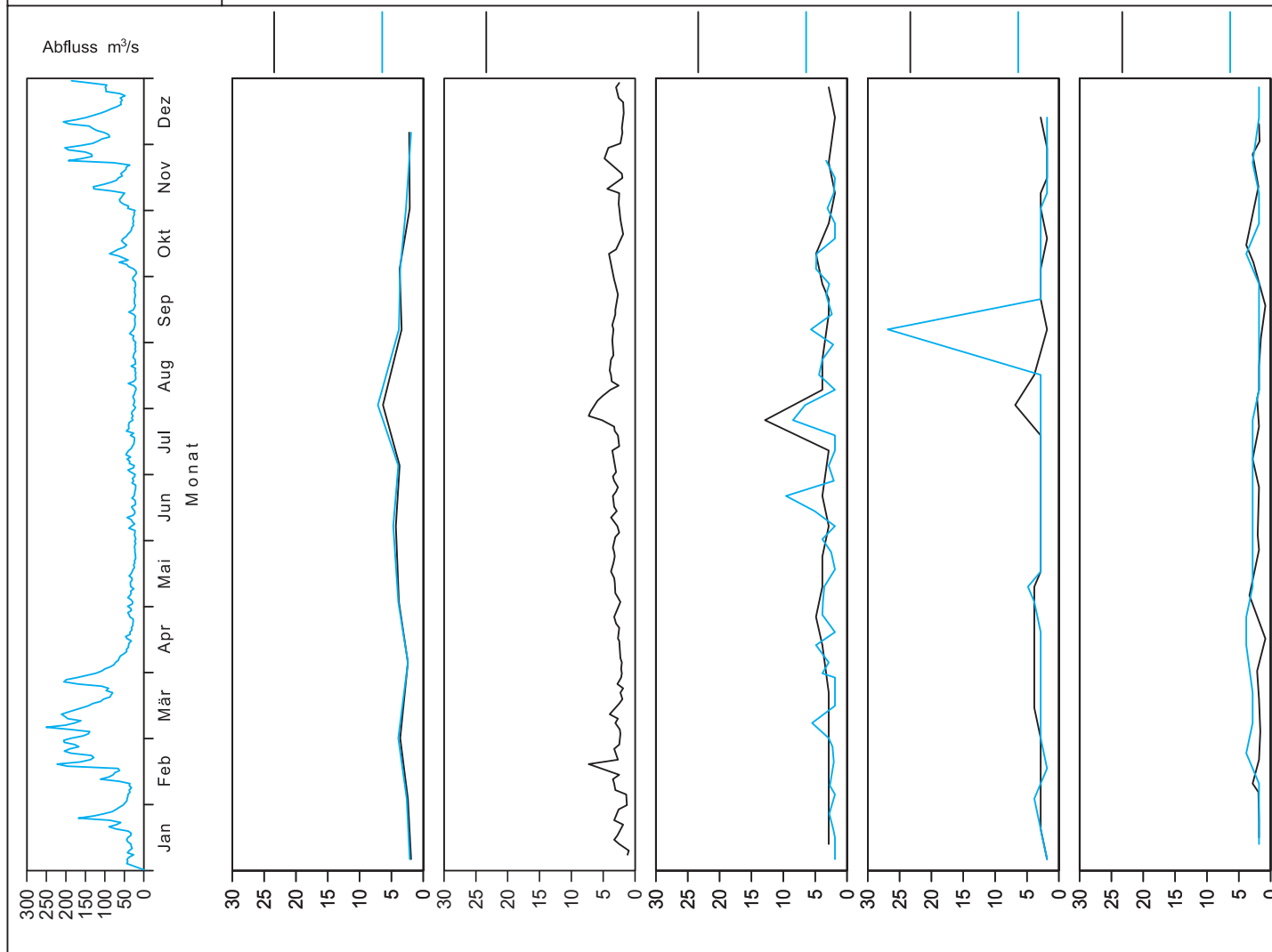


Bild 28.24: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.24: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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			101		48	52	48	48	26	48
Arith. Jahresmittel			21		15	25	14	14	31	17
Geom. Jahresmittel			18		8	14	10	13	30	15
Geom. Sommermittel			15		4	13	6	9	28	14
Geom. Wintermittel			23		19	16	17	17	31	17
Maximalwert			66		48	104	47	39	65	35
Datum des Max.			14.01		12.01	09.03	14.01	14.04	12.02	23.11
90-Perzentil			35		36	51	26	22	38	26
50-Perzentil			19		14	20	13	14	30	15
10-Perzentil			11		< 2	< 10	3	6	24	9
Minimalwert			10		< 2	< 10	< 2	3	14	4
Datum des Min.			Mehrere		Mehrere	Mehrere	27.07	24.08	10.08	20.07

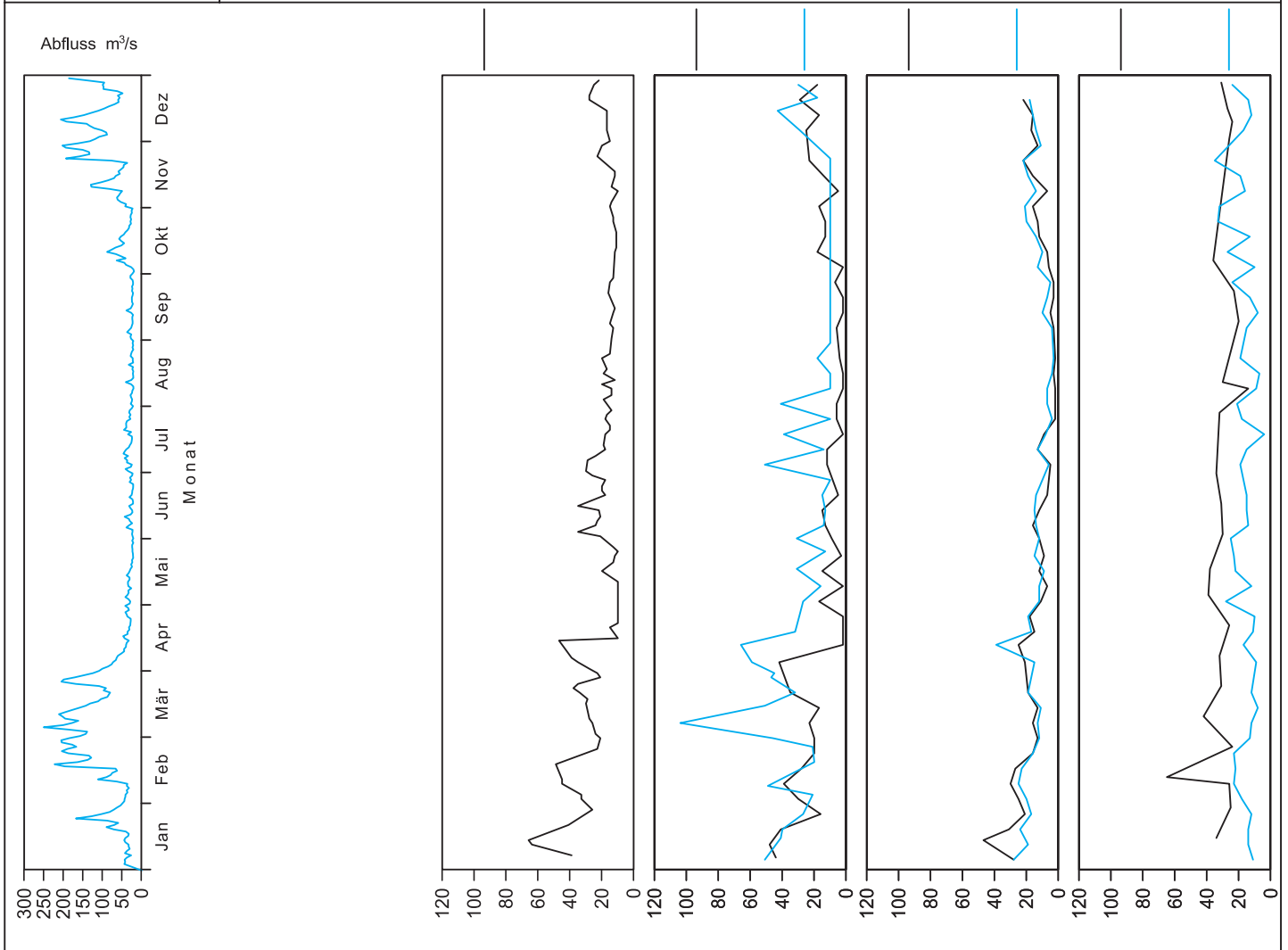


Bild 28.25: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.25: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	50	50	109	4	48	52	49	49	66	48
Arith. Jahresmittel	53	53	49	54	37	35	38	33	27	28
Geom. Jahresmittel	50	50	46	52	36	34	36	32	26	27
Geom. Sommermittel	62	61	55	54	40	39	40	36	29	30
Geom. Wintermittel	41	41	38	49	33	30	33	29	24	25
Maximalwert	84	87	78	78	66	56	68	61	47	55
Datum des Max.	05.10	05.10	30.09	17.02	16.02	19.01	16.02	16.02	12.02	16.02
90-Perzentil	74	73	66	73	44	45	48	42	34	38
50-Perzentil	54	53	51	54	38	36	38	34	27	28
10-Perzentil	28	29	28	36	26	23	25	23	18	19
Minimalwert	19	19	18	31	17	20	16	15	14	14
Datum des Min.	14.12	14.12	02.12	17.11	14.12	08.02	30.11	30.11	27.11	14.12

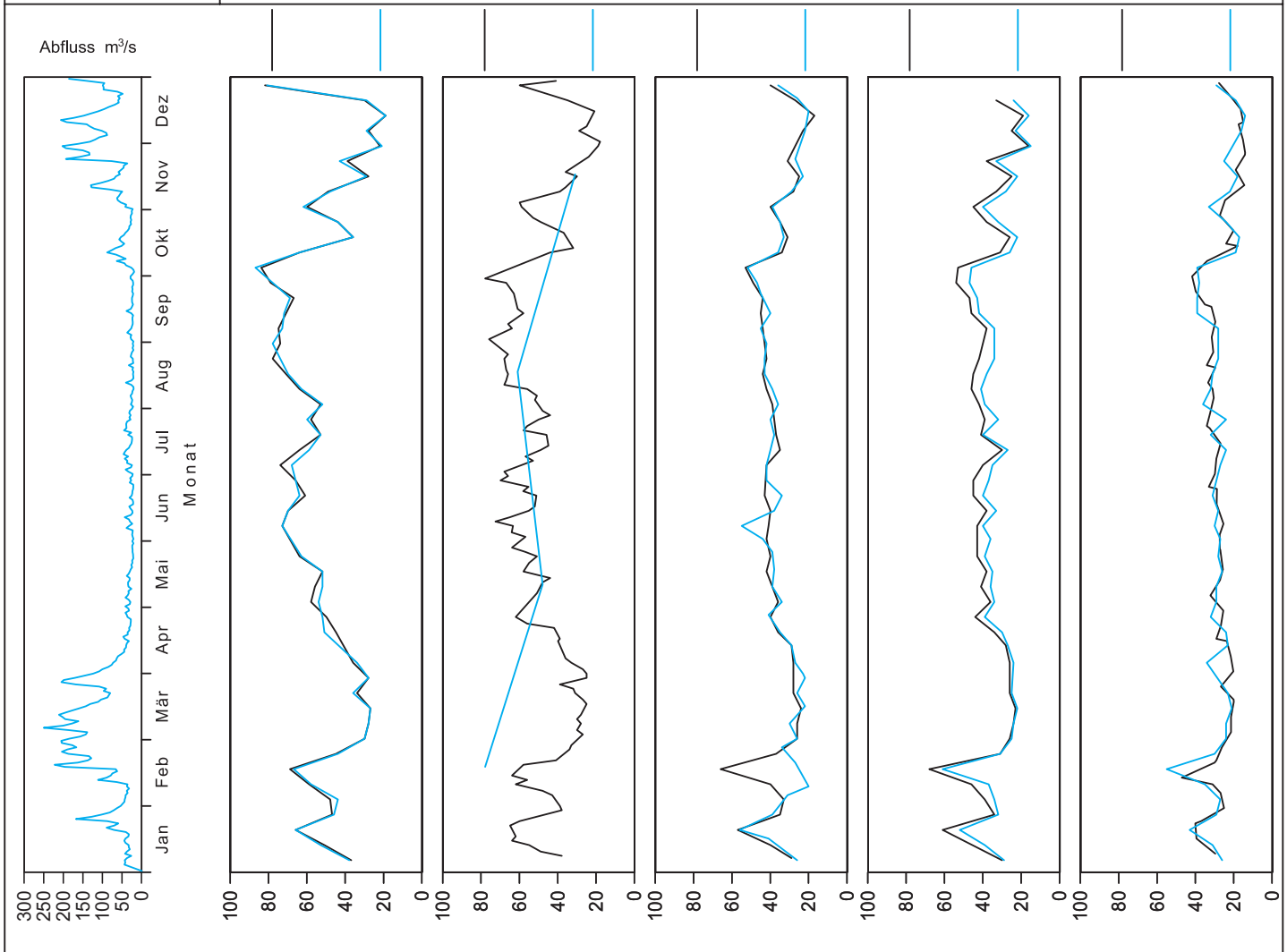


Bild 28.26: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.26: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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			109		26		27	26	14	26
Arith. Jahresmittel			5,1		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Geom. Jahresmittel			< 5,0		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Geom. Sommermittel			< 5,0		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Geom. Wintermittel			< 5,0		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Maximalwert			17,0		16,0		< 10,0	12,0	10,0	10,0
Datum des Max.			14,09		21,09		Mehrere	21,09	23,01	12,01
90-Perzentil			8,2		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
50-Perzentil			5,0		< 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

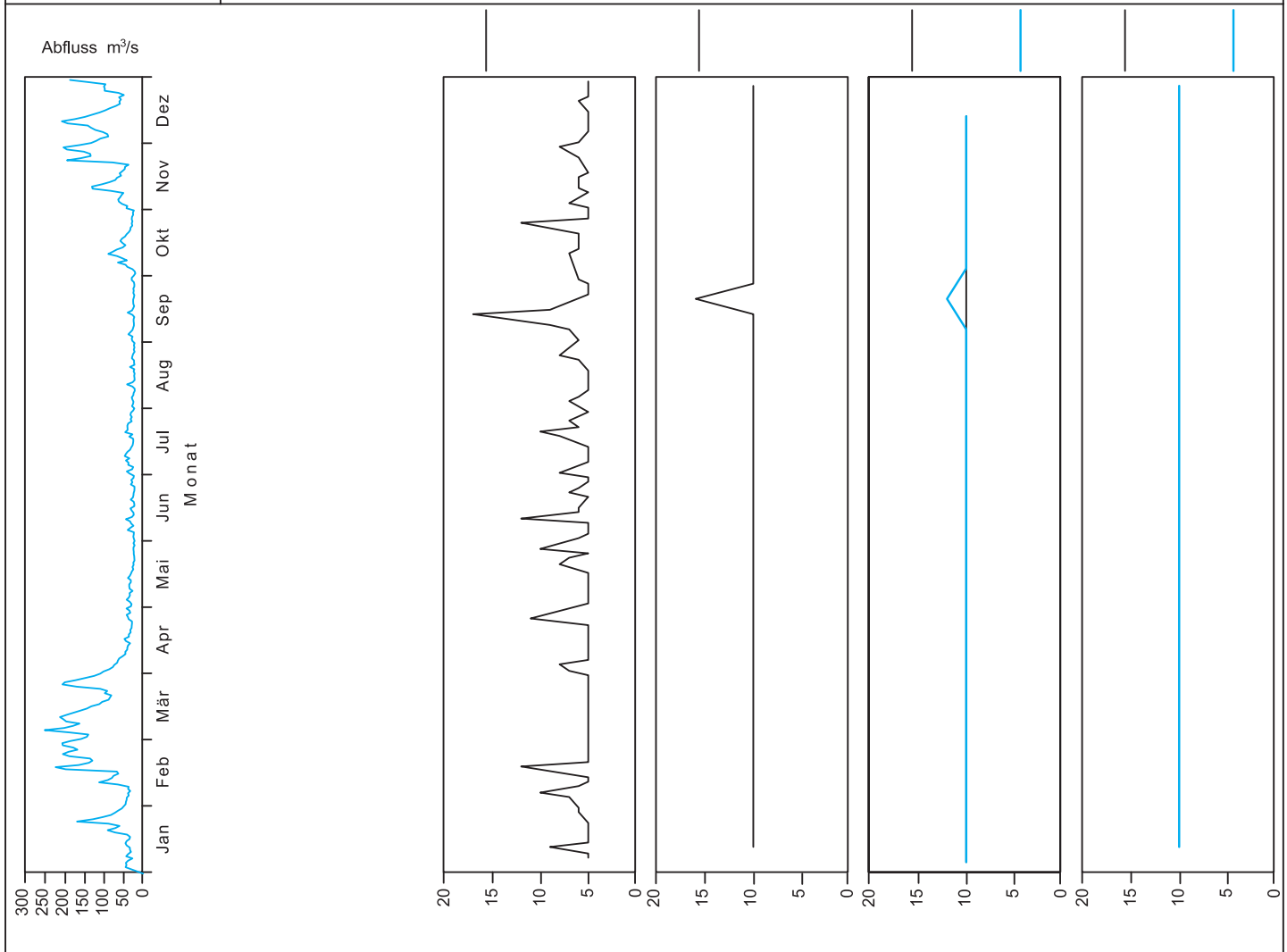


Bild 28.27: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.27: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Kenngröße: Tetrachlorethen

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			37		26	46	26	26	14	26
Arith. Jahresmittel			0,02		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,14	< 0,10
Geom. Jahresmittel			0,02		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,11	< 0,10
Geom. Sommermittel			0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,13	< 0,10
Geom. Wintermittel			0,02		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Maximalwert			0,04		0,10	0,10	0,20	0,20	0,30	0,10
Datum des Max.			09.03		12.01	05.01	Mehrere	Mehrere	24.07	Mehrere
90-Perzentil			0,03		< 0,10	< 0,10	0,10	0,10	0,20	< 0,10
50-Perzentil			0,02		< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,10	0,15	< 0,10
10-Perzentil			0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Minimalwert			< 0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Datum des Min.			03.06		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

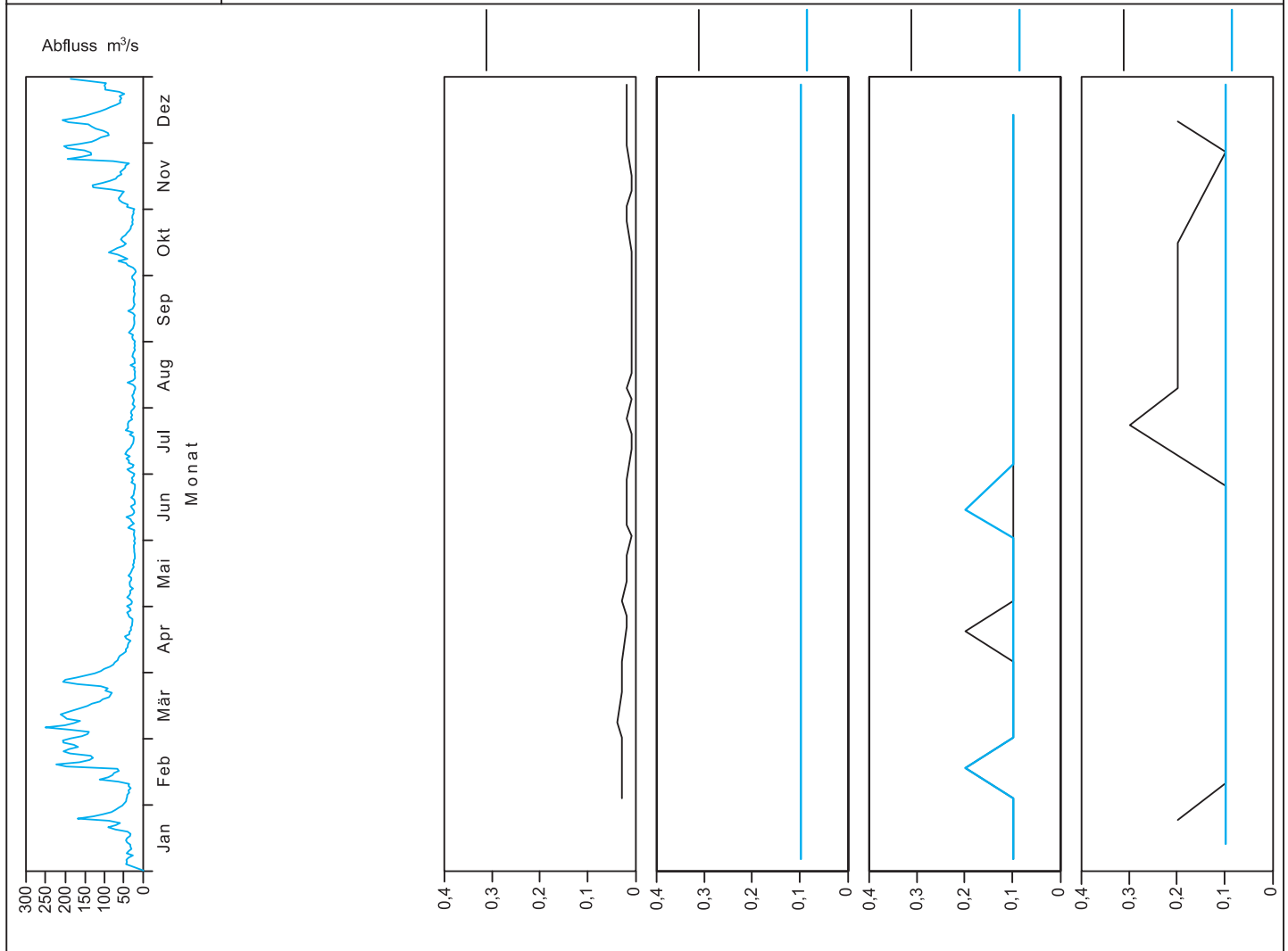


Bild 28.28: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.28: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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			37		26	46	26	26	14	26
Arith. Jahresmittel			< 0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Jahresmittel			< 0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Sommermittel			< 0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Wintermittel			< 0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Maximalwert			< 0,01		0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,10
Datum des Max.			Mehrere		12.01	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	12.01
90-Perzentil			< 0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
50-Perzentil			< 0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
10-Perzentil			< 0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Minimalwert			< 0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Datum des Min.			Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

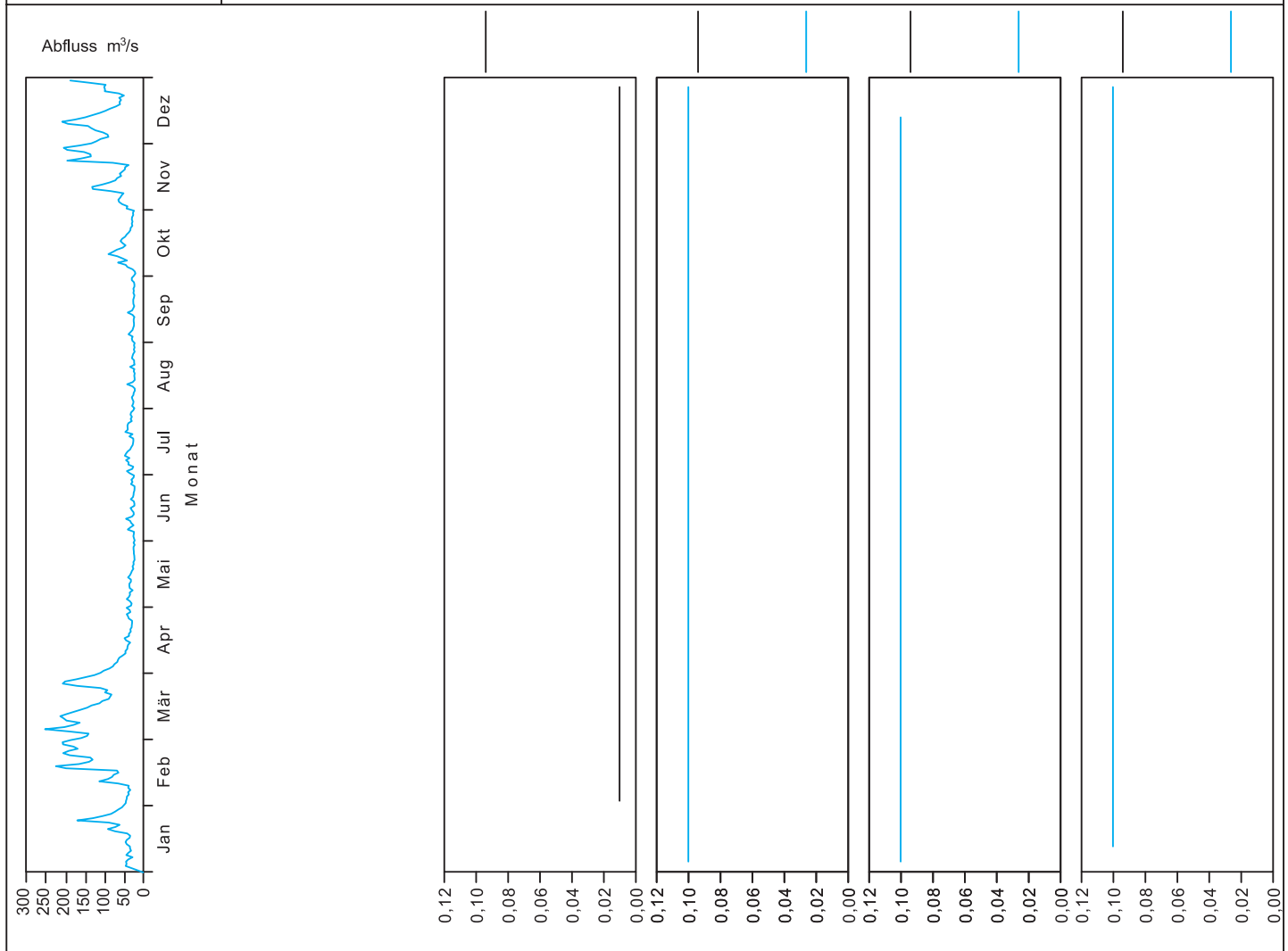


Bild 28.29: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.29: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	2		49	4	23	12	24	24		23
Arith. Jahresmittel	5,8		6,2	6,6	10,2	26,2	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Geom. Jahresmittel	5,2		4,2	5,4	7,4	19,3	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Geom. Sommermittel	3,3		4,8	9,5	8,5	19,8	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Geom. Wintermittel	8,2		3,7	3,1	6,3	18,7	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Maximalwert	8,2		20,0	12,1	32,0	84,0	18,6	17,3		3,4
Datum des Max.	05.10		Mehrere	15.09	12.01	25.01	20.04	20.04		12.01
90-Perzentil	7,7		14,4	10,7	18,5	48,6	2,3	< 2,0		2,2
50-Perzentil	5,8		5,3	6,0	8,0	21,0	< 2,0	< 2,0		< 2,0
10-Perzentil	3,8		< 2,0	2,8	2,9	7,4	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Minimalwert	3,3		< 2,0	2,1	< 2,0	3,9	< 2,0	< 2,0		< 2,0
Datum des Min.	06.04		Mehrere	31.03	Mehrere	20.03	Mehrere	Mehrere		Mehrere

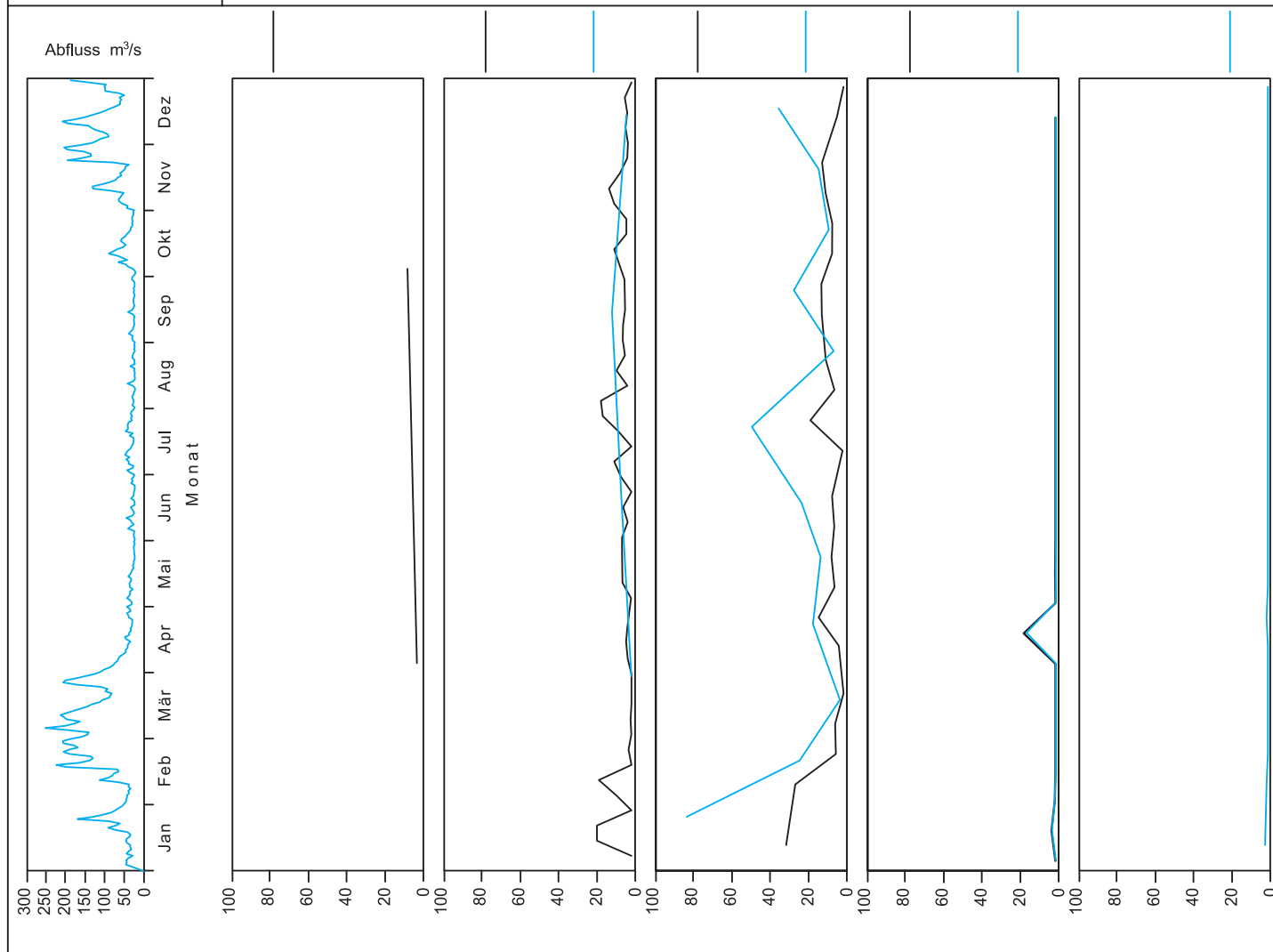


Bild 28.30: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.30: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

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	2		49	6	24	12	24	24		24
Arith. Jahresmittel	9,6		6,3	5,9	8,0	10,9	2,8	2,3		2,7
Geom. Jahresmittel	7,5		4,1	4,2	6,2	8,3	2,4	1,8		2,5
Geom. Sommermittel	3,6		6,1	9,2	8,2	9,6	3,0	2,3		2,9
Geom. Wintermittel	15,7		2,8	2,9	4,7	7,1	1,9	1,5		2,2
Maximalwert	15,7		26,0	16,4	24,5	24,0	6,5	6,4		6,0
Datum des Max.	05.10		19.08	15.09	12.01	Mehrere	19.01	19.01		11.05
90-Perzentil	14,5		14,4	12,0	15,6	23,4	4,1	3,1		4,1
50-Perzentil	9,6		5,0	3,8	5,9	6,8	2,7	2,3		2,6
10-Perzentil	4,8		< 2,0	2,0	2,4	3,3	1,2	< 1,0		1,4
Minimalwert	3,6		< 2,0	1,9	1,8	2,8	< 1,0	< 1,0		1,2
Datum des Min.	06.04		Mehrere	26.02	23.03	20.03	02.03	Mehrere		14.12

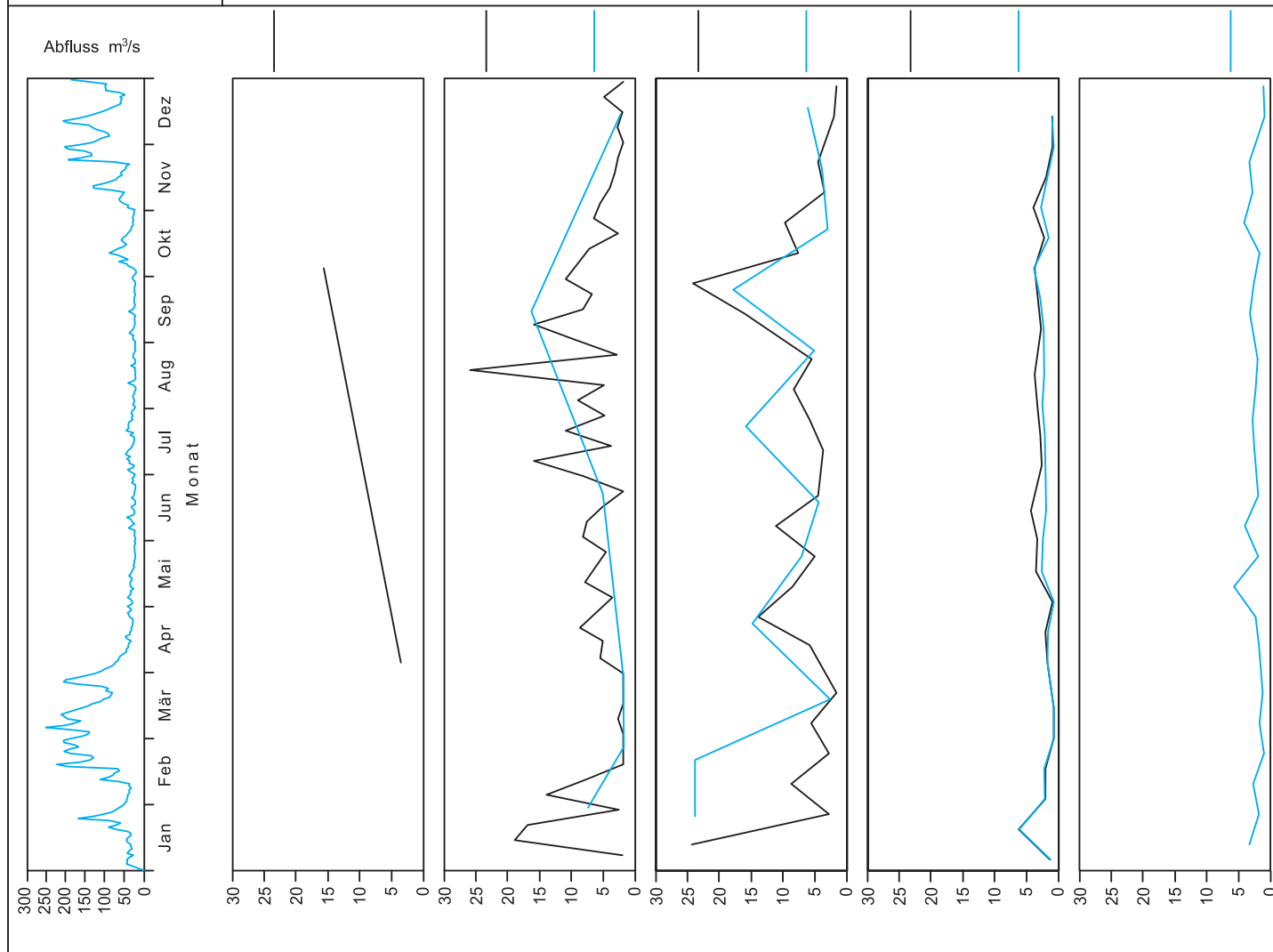


Bild 28.31: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.31: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water



Kenngröße: Nitritriessigsäure (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	2		49	4	24	12	24	24		24
Arith. Jahresmittel	0,6		< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Geom. Jahresmittel	0,6		< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Geom. Sommermittel	0,6		< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Geom. Wintermittel	0,6		< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Maximalwert	0,6		3,5	< 1,0	2,8	2,6	2,1	1,3		1,2
Datum des Max.	Mehrere		17.06	Mehrere	12.01	24.04	18.05	Mehrere		Mehrere
90-Perzentil	0,6		< 2,0	< 1,0	1,9	2,1	1,7	1,2		1,1
50-Perzentil	0,6		< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
10-Perzentil	0,6		< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Minimalwert	0,6		< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0		< 1,0
Datum des Min.	Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere		Mehrere

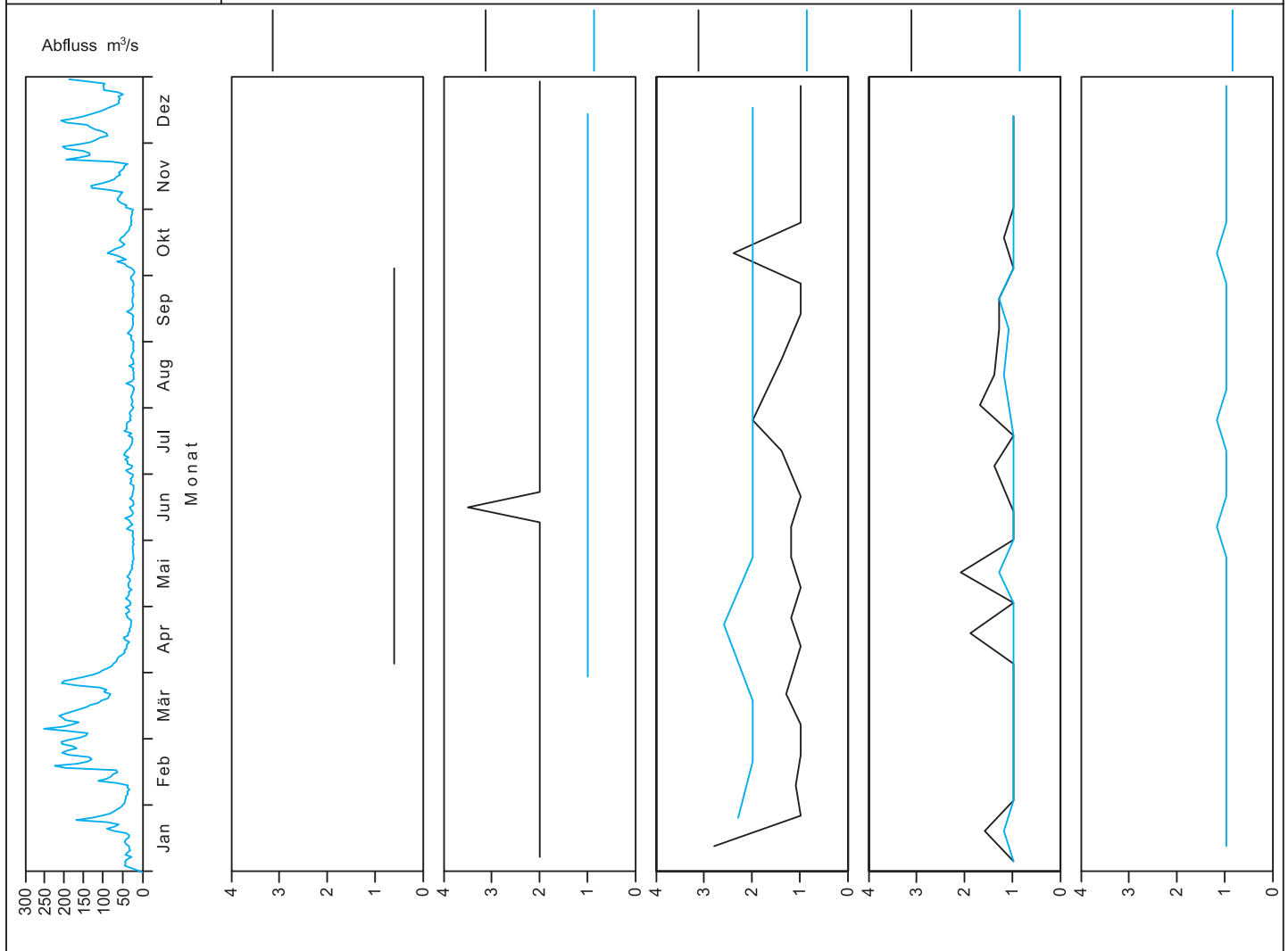


Bild 28.32: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser  
 Fig. 28.32: Statistics on the analysis of selected parameters in Ruhr water

Tabelle 28.5: Im Ruhrwasser bestimmte PSM und Überschreitungen der Trinkwassergrenzwerte von 100 ng/l bzw. der Zielwerte von 50 ng/l  
 Table 28.5: 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	204	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Bentazon	166	3	1,8	0	0,0	0	0,0	-	15
Bifenox	173	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Bromacil	200	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 100
Bromoxynil	166	1	0,6	0	0,0	1	0,6	-	55
Carbetamid	200	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Carfentraton-ethyl	174	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Chloridazon	169	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Chlortoluron	200	1	0,5	1	0,5	1	0,5	-	150
Clodinafop	190	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Clopyralid	155	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
2,4-D	166	6	3,6	0	0,0	0	0,0	-	25
Desethylatrazin	204	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Desethylterbutylazin	204	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Desisopropylatrazin	104	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 20
Dichlorprop	100	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Diflufenikan	200	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Dimefuron	204	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Diuron	203	3	1,5	0	0,0	0	0,0	-	32
Ethofumesat	174	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 100
Fenoxaprop	185	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Flufenacet	200	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Fluroxypyr	165	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Flurtamone	200	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Hexazinon	174	2	1,1	0	0,0	0	0,0	-	40
Ioxynil	165	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Isoproturon	204	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
MCPA	160	10	6,3	0	0,0	0	0,0	-	36
Mecoprop	196	20	10,2	0	0,0	3	1,5	-	62
Metamitron	204	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Metazachlor	204	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Methabenzthiazuron	204	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Metolachlor	204	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Metribuzin	174	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Pendimethalin	200	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Phenmedipham	174	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 100
Prosulfocarb	174	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Quinmerac	166	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Simazin	204	0	0,0	0	0,0	0	0,0	-	< 50
Terbutylazin	204	8	3,9	0	0,0	0	0,0	-	20

## Messwerte, Tabellen und Diagramme

Tabelle 28.6: Dokumentierte Messgrößen in alphabetischer Reihenfolge  
Table 28.6: Documented measured variables in alphabetical order

Qualitätsmerkmal	Tabelle/Seite	Diagramm/Seite	Längsprofil/Seite
Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX)	196	216	195, 197
Ammonium (NH <sub>4</sub> )	185,196	208	191, 197
Atrazin	222		
Barium (Ba)	196		194
Bentazon	222		
Bifenox	222		
Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (BSB <sub>5</sub> )	196		190
Blei (Pb)	196		192
Borat-Bor (B)	196		191
Bromacil	222		
Bromoxynil	222		
Cadmium (Cd)	185, 196	211	192
Calcium (Ca)	196		193
Carbetamid	222		
Carfentraton-ethyl	222		
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	196		190
Chlorid (Cl)	196	215	194
Chloridazon	222		
Chlorophyll-a	196	202	189
Chlortoluron	222		
Chrom (Cr)	196	212	192,197
Clodinafop	222		
Clopyralid	222		
Coliforme Bakterien	185,196	203	189, 193
2,4-D	222		
Desethylatrazin	222		
Desethylterbuthylazin	222		
Desisopropylatrazin	222		
Dichlorprop	222		
Diethyltrinitriolpentaessigsäure (DTPA)	185, 196	219	195
Diflufenikan	222		
Dimefuron	222		
Diuron	222		
Eisen (Fe)	196		193
Elektrische Leitfähigkeit	196	199	189
Ethofumesat	222		
Ethylendinitrioltetraessigsäure (EDTA)	185,196	220	195
Fenoxaprop	222		
Flufenacet	222		
Fluorid (F)	196		194

Qualitätsmerkmal	Tabelle/Seite	Diagramm/Seite	Längsprofil/Seite
Fluroxypyr	222		
Flurtamone	222		
Gelöster organisch gebundener Kohlenstoff (DOC)	195, 196	205	190, 197
Gelöster Sauerstoff (O <sub>2</sub> )	196	204	190
Gelöstes Eisen (Fe)	196		193
Gelöstes Mangan (Mn)	196	214	193
Gesamtes gelöstes Phosphat (PO <sub>4</sub> )	185, 196	210	191
Hexazinon	222		
loxynil	222		
Isoproturon	222		
Kalium (K)	196		194
Kupfer (Cu)	196		192
Magnesium (Mg)	196		193
Mangan (Mn)	196		193
MCPA	222		
Mecoprop	222		
Metamitron	222		
Metazachlor	222		
Methabenzthiazuron	222		
Metolachlor	222		
Metribuzin	222		
Natrium (Na)	196		194
Nickel (Ni)	185, 196	213	192
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	185, 196	209	191
Nitrilotriessigsäure (NTA)	185, 196	221	195
Nitrit (NO <sub>2</sub> )	196		191
Organisch gebundener Stickstoff	196		191
Pendimethalin	222		
Phenmedipham	222		
pH-Wert	196	200	189
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	196		195
Prosulfocarb	222		
Quinmerac	222		
Säurekapazität			
Simazin	222		
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	196	206	190
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436 nm	196	207	190
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	196		194
Terbuthylazin	222		
Tetrachlorethen	185	217	
Trichlorethen	185	218	
Trübung	196	201	189, 197
Wassertemperatur	196	198	189
Zink (Zn)	196		192

**Bettzieche, V.:**

„Das Restrisiko eines Talsperrenbruchs aus Betreibersicht“  
“The residual risk of a dam failure from the owners view”  
(Wasserwirtschaft, 99. Jahrgang, Heft 6/2009, S. 10-14, ISSN 0043 0978)

**Bettzieche, V.; Stötzel, R.:**

„Materialauslaugung in Bruchsteinstaumauern“  
“Elution of material from masonry dams”  
(Vortrag anlässlich des 12. Seminars „Stauanlagenaufsicht“ beim Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) am 22. September 2009 in Essen)

**Bettzieche, V. et al:**

“Investigation of the material of a 50 years old dam in the course of the deepened examination”  
„Materialuntersuchungen an einem 50 Jahre alten Staudamm im Zuge der vertieften Überprüfung“  
(2nd International Conference “Long term behaviour of dams” from 12th to 13th october in Graz)

**Bettzieche, V.:**

„100 Jahre technische Entwicklung des Talsperrenbaus in Deutschland“  
“100 years of technical development in dam construction in Germany”  
(Wasserwirtschaft, 100. Jahrgang, Heft 1-2/2010, S. 67-72)

**Blumensaat, F.; Tränckner, J.; Hoefla, S.; Jardin, N.; Krebs, P.:**

“Quantifying effects of interacting optimisation measures in urban drainage systems”  
„Quantifizierung der Auswirkungen von Optimierungsmaßnahmen in der Siedlungsentwässerung“  
(Urban Water Journal, 2009, Vol. 6, No. 2, S. 93-105)

**Bode, H.:**

„100 Jahre deutsche Wasserwirtschaft“  
“100 years of german „Wasserwirtschaft“”  
(Vortrag anlässlich des 100-jährigen Jubiläums der Fachzeitschrift „Wasserwirtschaft“, Heft 1-2/2010, S. 7, erschienen im Vieweg+Teubner Verlag/GWV Fachverlage GmbH in Wiesbaden, ISSN 00430978)

**Bode, H.; Grünebaum, T.; Klopp, R.:**

„Anthropogene Spurenstoffe aus Kläranlagen“; Teil 1: Herausforderungen für die Wasserwirtschaft in Zusammenarbeit mit anderen Disziplinen“  
“Anthropogenic trace elements from wastewater treatment plants”, part 1: Challenges for the water management sector in cooperation with other disciplines”  
(veröffentlicht in: KA Korrespondenz Abwasser, Abfall, 57. Jahrgang, Heft 2/Februar 2010, S. 138-144, ISSN 1866-0029)

**Bode, H.; Grünebaum, T.; Klopp, R.:**

„Anthropogene Spurenstoffe aus Kläranlagen; Teil 2: Maßnahmen bei der Abwasserbehandlung – Möglichkeiten, Notwendigkeiten und Voraussetzungen“  
„Anthropogen micropollutions from wastewater treatment plants: Chapter 2: Measures of waste water disposal – Options, needs and requirements”  
(veröffentlicht in: KA Korrespondenz Wasser, Abfall, 57. Jahrgang, Heft 3/März 2010, S. 240-244, ISSN 11866-0029)

**Demisch, G.; Roesler, F.; Reintjes, D.:**

„Erstellung von Messanweisungen nach dem DWA-Merkblatt 514 in der Praxis“  
“Development of measuring instructions according to DWA-Standard – DWA-Merkblatt 514 – in practice”  
(Tagungsband “Scientific Reports – Wissenschaftliche Berichte – Journal of the university of applied sciences mittweida (FH); Vortrag von Frau Demisch anlässlich des VII. Mittweidaer Talsperrentages 2010)

**Enxing, K.; Grünebaum, T.; Jardin, N.; Rath, L.; Sadowski, A.:**

„Implementierung von Verfahren zur weitergehenden Spurenstoffelimination auf der Kläranlage Schwerte des Ruhrverbands“  
“Implementation of measures for enhanced elimination of microconstituents on the WWTP Schwerte”  
(Hamburger Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft 2009, Band 70, S. 43-57)

**Enxing, K.; Grünebaum, T.; Jardin, N.; Rath, L.; Sadowski, A.:**

„Veranlassung und Zielstellung der weitergehenden Verfahren zur Spurenstoffelimination auf der Kläranlage Schwerte des Ruhrverbands“  
“Drivers and goals for the implementation of measures for enhanced elimination of microconstituents on the WWTP Schwerte”  
(Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft der Ruhr-Uni Bochum am 2009, Band 57, S. 119-144)

**Enxing, K.; Grünebaum, T.; Jardin, N.; Rath, L.; Sadowski, A.:**

„Spurenstoffelimination durch Ozonierung und Aktivkohle: Planung und Bau der großtechnischen Versuchsanlage auf der Kläranlage Schwerte“  
“Elimination of microconstituents by ozonation and activated carbon adsorption: planning and construction of a full scale pilot plant on the WWTP Schwerte”  
(Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft der Rheinisch Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH Aachen, Band 13, S. 18/1-18/17)

**Evers, P.:**

“Asset management of water supply and wastewater infrastructure – Experience of the Ruhrverband (Ruhr river association) in Germany”  
„Management von Anlagen der Wasserver- und Abwasserentsorgung – Erfahrungen des Ruhrverbandes in Deutschland”  
(Vortrag anlässlich des EWA/WEF/JSWA-Symposiums „On asset management“ am 28. Juli 2009 in Tokio/Japan)

**Friedberger, A.; Helwig, A.; Heller, C.; Reidt, U.; Meixner, L. K.; Neumeier, K.; Hell, W.; Bock, K.; Lindner, P.; Molz, R.:**

„Mikrobiologischer Trinkwassertest in weniger als einer Stunde. Forschungsverbund präsentiert Stand-Alone-Lösung, die mehrtägige Laboruntersuchungen ersetzen könnte“  
“Microbiological drinking water analysis in less than one hour”  
(Optik und Photonik, Heft 1/2009, S. 28-31)  
Grünebaum, T.:

„Die Umsetzung der EU-WRRL-Auswirkungen für Gewerbe und Industrie?“  
“Implementation of the EU-Water framework directive – effects on industries”  
(Forum “Betrieblicher Umweltschutz” der Industrie- und Handelskammer Arnsberg in Erwitte am 10. März 2009; Präsentationen als ppt verfügbar)

**Grünebaum, T.:**

„Das „Strahlwirkungskonzept“ als Umsetzungsplan in NRW“  
“The concept of „radiating effect“ for implementation of WFD in Norrhine-Westphalia”  
(Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie – lebendige Gewässer in NRW am 29. September 2009 in Brüssel; Präsentationen als ppt verfügbar)

**Grünebaum, T.:**

„Strahlwirkung als ökosystemarerer Ansatz für Maßnahmen an Fließgewässern“  
“Radiating effect for an ecological approach in waterbodies”  
(Praxisseminar „Kompensation Blau“ des Aggerverbandes an der Fachhochschule Köln am 5. März 2009; veröffentlicht in: Präsentationen als ppt verfügbar)

**Grünebaum, T.:**

„Mikroschadstoffe in der aquatischen Umwelt“  
“Micropollutants in the aquatic environment”  
(Bericht über das Fachkolloquium des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW am 21. Oktober 2009 in Berlin; veröffentlicht in: KA Korrespondenz Wasser, Abfall, Heft 2/10, 3. Jahrgang, Februar 2010, S. 120-123, ISSN 1865-9926 und KW Korrespondenz Wasserwirtschaft Heft 2/10, 3. Jahrgang, Nr. 2 vom Februar 2010, S. 69-72, ISSN 1865-9926)

**Grünebaum, T.:**

„The effect of public or private structures in wastewater treatment on the conditions for the design, construction and operation of wastewater treatment plants“

„Auswirkungen von öffentlich-rechtlicher oder privatwirtschaftlicher Organisation der Abwasserbehandlung – unterschiedliche Rahmenbedingungen für Planung, Bau und Betrieb von Abwasserbehandlungsanlagen“

(Vortrag anlässlich des „Sino-German-Water Management Symposium“ vom 10. bis 14. April 2010 in Chengdu, Provinz Sichuan, China; Präsentationen als ppt verfügbar)

**Grünebaum, T.; Evers, P.:**

„Erfahrungen aus Planung und Bau einer Ozonungs- und Pulveraktivkohleanlage auf der Kläranlage Schwerte“

„Experience from planning and construction of ozonisation and activated carbon-adsorption plant at the wastewater treatment plant Schwerte“

(Vortrag anlässlich der 43. Essener Tagung vom 17. bis 19. März 2010, Messe Essen; veröffentlicht in: GWA, 220, S. 28/1-28/21, ISBN 978-3-938996-26-3)

**Grünebaum, T.; Nafo, I.:**

„Large-scale investigations on micropollutants removal in municipal wastewater treatment plants“

„Großtechnische Versuchsanlage zur Beseitigung von Mikroverunreinigungen auf einer kommunalen Abwasserbehandlungsanlage“

(Vortrag anlässlich eines Workshops zu „Detection and elimination of organic micropollutants for improved protection of the aquatic environment“ vom 15. bis 16. April 2010 in Tsinghua University Beijing, China; Präsentationen als ppt verfügbar)

**Grünebaum, T.; Resch, H.:**

„Ausrüstung, Sanierung und Optimierung bestehender Nachklärbecken“

„Equipment, reconstruction and optimization of secondary clarifiers“

(DWA WasserWirtschafts-Kurse, Kursteil N/2 – Kommunale Abwasserbehandlung – vom 7. bis 9. Oktober 2009 in Kassel); veröffentlicht im Tagungsband)

**Grünebaum, T.; Weyand, M.:**

„Von der Konzeptplanung der Bewirtschaftungspläne zu konkreten Maßnahmen – Der Umsetzungsplan Untere Ruhr“

„From conceptual planning to specific measures – the implementation plan Untere Ruhr“

(Vortrag auf dem IFWW-Institutskolloquium am 21. April 2010 in Essen)

**Grünebaum, T.; Jardin, N.; Schmitt, F.:**

„Spurenstoffelimination in kommunalen Kläranlagen: Notwendigkeiten und Möglichkeiten“

„Elimination of micropollution from urban wastewater treatment plants: necessities and alternatives“

(Vortrag anlässlich des 23. Mülheimer Wassertechnischen Seminars „Möglichkeiten und Grenzen von oxidativen Prozessen in der Wasserreinigung“ am 11. März 2010 im Aquatorium der RWW in Mülheim; Präsentationen als ppt verfügbar)

**Grünebaum, T.; Enxing, K.; Jardin, N.; Rath, L.; Sadowski, A.:**

„Implementierung von Verfahren zur weitergehenden Spurenstoffelimination auf der Kläranlage Schwerte des Ruhrverbandes“

„Implementation of techniques for removal of micropollutants at the wastewater treatment plant Schwerte of Ruhrverband“

(Vortrag anlässlich des „21. Kolloquiums zur Abwasserwirtschaft“ an der Technischen Universität Hamburg-Harburg am 9. September 2009 in Hamburg-Harburg; veröffentlicht im Tagungsband)

**Grünebaum, T.; Enxing, K.; Jardin, N.; Rath, L.; Sadowski, A.:**

„Spurenstoffelimination durch Ozonierung und Aktivkohleadsorption: Planung und Bau der großtechnischen Versuchsanlage auf der Kläranlage Schwerte“

„Elimination of micropollutants by ozonisation and activated carbon-adsorption: Planning and construction of the large scale wastewater treatment plant Schwerte“

(Vortrag anlässlich des „10. Kölner Kanal- und Kläranlagen-Kolloquiums“ im Maternushaus am 23./24. September 2009 in Köln; veröffentlicht in: Aachener Schriften zur Stadtentwässerung, Band 13, S. 18/1-18/17, ISBN 978-3-938996-06-5)

**Grünebaum, T.; Enxing, K.; Jardin, N.; Rath, L.; Sadowski, A.:**

„Veranlassung und Zielstellung der weitergehenden Verfahren zur Spurenstoffelimination auf der Kläranlage Schwerte des Ruhrverbandes“

„Inducement and goal of further operations for removal of micropollutants at the wastewater treatment plant Schwerte of Ruhrverband“

(Vortrag anlässlich des 27. Bochumer Workshops „Siedlungswasserwirtschaft“ am 1. September 2009 in Bochum; veröffentlicht in: Schriftenreihe SIWAWI RUB Nr. 57, S. 119-144, ISSN 0178-0980)

**Grünebaum, T.; Koenzen, U.; Reinders, D.; Wurzel, A.; Borchers, U.:**

„Identifikation effizienter Maßnahmen zur ökologischen Gewässerentwicklung eines erheblich veränderten Gewässers am Beispiel der unteren Ruhr“

„Identification of efficient measures for ecological improvement of heavily modified waterbodies in the lower Ruhr“

(Vortrag anlässlich des 10. Workshops „Flussgebietsmanagement“. Der Bewirtschaftungsplan – Grundlage für gezieltes wasserwirtschaftliches Handeln vom 11. bis 12. November 2009 in Bredene; Präsentationen als ppt verfügbar)

**Heller, C.; Reidt, U.; Helwig, A.; Müller, G.; Meixner, L.; Neumeier, K.; Lindner, P.; Molz, R.; Wolf, H.; Zullei-Seibert, N.:**

„Fast detection and identification of bacteria in potable water“

„Schnelle Detektion und Identifizierung von Bakterien im Trinkwasser“

(Vortrag anlässlich des „Proceedings of the international conference on biomedical electronics and devices (Biodevices 2009)“ vom 14. bis 17. Januar 2009 in Porto, Portugal)

**Hennerkes, J.:**

„Fremdwassereintrag und Dichtigkeitsprüfungen der Hausanschlüsse gem. § 61a des Landeswassergesetzes“

„Infiltration water and leakproofness test in the federal state of northrhine-westfalia“

(Vortrag anlässlich des Haus-, Wohnungs- und Grundeigentümergebietes Gevelsberg)

**Hennerkes, J.:**

„Integrale Konzepte des Ruhrverbandes zur Fremdwasserreduzierung“

„Integrated concepts for the elimination of infiltration water within the Ruhr catchment area“

(Vortrag anlässlich des „10. Kölner Kanal- und Kläranlagen Kolloquiums“ am 23. und 24. September 2009; Aachener Schriften zur Stadtentwässerung, Band 13)

**Jardin, N.:**

„Abwasserzusammensetzung und erforderliche Grundlagenermittlung zur Bemessung“

„Wastewater quality and the derivation of fundamental design parameters“

(Vortrag anlässlich des DWA-Seminars „Kommunale Abwasserbehandlung N/2“ am 07. Oktober 2009 in Kassel, DWA-Schriftenreihe, 2009, N/2, S. 104-130)

**Jardin, N.:**

„Die International Water Association (IWA) – ein globales Netzwerk für Wasserwirtschaftler“

„The international water association (IWA) – a global network for water professionals“

(Vortrag anlässlich des Wasserforums „International“ am 28. Januar 2010 beim Bayerischen Landesamt für Umwelt in Hof)

**Jardin, N.:**

„Einflussfaktoren auf Investitions- und Betriebskosten von Abwasseranlagen“

„Factors influencing capital and operating costs of wastewater systems“ (Vortrag anlässlich des DWA-Seminars „Kommunale Abwasserbehandlung“ am 17. März 2010, DWA Schriftenreihe, 2010, N/3, S. 6-35)

**Jardin, N.:**

„Fremdwasserkonzepte im Einzugsgebiet der Ruhr“

„Concepts to deal with infiltration water within the Ruhr catchment area“ (Vortrag anlässlich des Kanalseminars der Universität der Bundeswehr München am

12. November 2009; Mitteilungen des Instituts für Wasserwesen der Universität der Bundeswehr München, 2009, Heft 102, C1-C20)

**Jardin, N.:**

„P-Rückgewinnung aus Klärschlammasche“

„Phosphorus recovery from sewage ash“

(Vortrag anlässlich des 85. Darmstädter Seminars am 13. April 2010, Schriftenreihe WAR, 2010, Band 204, S. 93-106)

**Jardin, N.:**

„Produktion von leichtabbaubarem Kohlenstoff zur Denitrifikation und Phosphorelimination sowie Gewinnung von Kunststoff“

„Measures to produce easily biodegradable carbon for denitrification and enhanced biological phosphorus elimination and to convert to commercial plastics“

(Vortrag anlässlich des 1. Darmstädter Ingenieurkongresses – Bau und Umwelt am 15. September 2009)

**Jardin, N.:**

„Treatment or sludge return liquors: Experiences from the operation of full scale plants“

„Schlammwasserbehandlung mit dem Verfahren der Deammonifikation; Erfahrungen aus dem Betrieb großtechnischer Anlagen“

(Vortrag anlässlich eines Workshops zur „Deammonifikation am New York City college“ am 9. April 2010)

**Jardin, N.; Thöle, D.:**

„Auswahl von Belüftungssystemen am Beispiel des Ruhrverbandes“

„Selection of aeration systems using the example of Ruhrverband“

(Vortrag anlässlich der DWA-Energiefachtagung „Energieeffizienz bei Belüftern und bei der Homogenisierung am 18. Juni 2009 in Neuhausen/Fildern)

**Kaste, A.; Thöle, D.:**

„DWA-Arbeitsgruppe Energieanalysen – Stand des Arbeitsblattes DWA-216 „Energieanalysen auf Abwasseranlagen“

„DWA –Task force energy audits – State of manual DWA-A 216: Energy audits of wastewater plants“

(Beitrag „DWA-Energietage“ am 20. April 2010 in Potsdam, großer Städte-DWA-Erfahrungsaustausch am 17. Mai 2010 in Magdeburg)

**Klein, P.:**

„75 Jahre Sorpetalsperre und Einweihung der neuen Sorpepromenade“

„75 years sorpe reservoir and inauguration of the new promenade“

(Ansprache anlässlich der offiziellen Eröffnung der neuen Seepromenade in Sundern am 22. August 2009)

**Klein, P.; Leue, B.; Nielinger, A.:**

„Verkehrssicherungspflichten und Betreiberhaftung an Talsperren des Ruhrverbandes“

„Legal duty to maintain safety and operator's liability at the Ruhrverband's reservoir“

(Vortrag anlässlich des 15. Deutschen Talsperrensymposiums vom 14. bis 16. April 2010 in Aachen; veröffentlicht in der Schriftenreihe des Instituts für Wasserbau und Wasserwirtschaft der RWTH Aachen und Fachzeitschrift Wasserwirtschaft Heft 4/2010)

**Kuhlmann, B.; Mista, M.; Preuß, G.; Zullei-Seibert, N.:**

„Molekularbiologische Methoden in der Wasseranalytik – PCR versus Kulturverfahren“

„Molecular biological methods in water analysis – PCR versus standard methods.“

(DVGW Energie Wasser Praxis, 9. Jahrgang, 2009, S. 132-135)

**Kuhlmann, B.; Mista, M.; Preuß, G.; Zullei-Seibert, N.:**

„PCR-basierte Verfahren in der Wasseranalytik: Wundermittel, Placebo oder fauler Zauber?“

„PCR-based methods in water analysis – magic bullet, placebo or flim-flam?“

(Vortrag anlässlich der Jahrestagung 2009 der Wasserchemischen Gesellschaft – Fachgruppe der Gesellschaft Deutscher Chemiker vom 18. bis 20. Mai 2009 in Stralsund)

**Maus, H.:**

„Synergismen aus der Zusammenarbeit zwischen Kommunen, Industrie und Ruhrverband bzw. RWG – Praxisbeispiele und Perspektiven“

„Synergies from co-operation between municipalities, industry and Ruhrverband and/or RWG – practica examples and perspectives“

(Der o. g. Vortrag steht auf der Intranetseite der Abteilung R-N unter „Veröffentlichungen“ zur Verfügung)

**Neitzel, V.:**

„Strategische Vorgehensweise zur Ablösung zweier „Altsysteme“ durch ein neues LIMS“

„Strategical approach to change two "old systems" by a new LIMS“

(Vortrag anlässlich des LIMS-Forums 2009 am 18. November 2009 in Bonn)

**Neitzel, V.:**

„Vorstellung der IQK-Karten 3 und 4 zur Prüfung der Präzision und Richtigkeit“

„Presentation of the IQC-chards 3 and 4 for inspection the precision and trueness“

(Vortrag anlässlich der Jahresbesprechung 2010 der Lehrer und Obleute von Kläranlagen-Nachbarschaften des DWA-Landesverbands Baden-Württemberg am 25. März 2010 in Stuttgart)

**Nielinger, A.:**

„Verkehrssicherungspflichten und Betreiberhaftung an Talsperren des Ruhrverbandes“

„Legal duty to maintain safety and operator's liability at the Ruhrverband's reservoir“

(Vortrag anlässlich des Deutschen Talsperrensymposiums in Aachen am 14. April 2010)

**Nisipeanu, P.:**

„Abwasser – ein wasserrechtlicher Begriff im Spannungsfeld zwischen Ortsentwässerungsrecht und innovativer Technik“

„Wastewater – a waterlegal term in the suspense between local sewage law and pioneering technology“

(ZFW Zeitschrift für Wasserrecht, Heft 2/2010, S. 69-95)

**Nisipeanu, P.:**

„Anforderungen an den Bau, den Betrieb und die Unterhaltung von Talsperren“

„Requirements on building, operating and maintenance of river-dams“

(Natur und Recht 2010, S. 162-171, ISSN 0172-1631)

**Nisipeanu, P.:**

„Auswirkungen vom Wandel im Recht auf den Bau und Betrieb von Talsperren“

„Effects of the change of legal requirements on building, operating and maintenance of river-dams“

(Wasserwirtschaft, Heft 4/2010, S. 38-40, ISSN 0043 0978)

**Nisipeanu, P.:**

„Tradition oder Fortentwicklung? Wasserrecht im UGB“

„Tradition or advancement? Waterlaw in the environmental code“

(KGV (Koordinierungsstelle für Genehmigungsverfahren), Heft 3 und 4, 2009, S. 55 ff., ISSN 0940-8192)

**Nisipeanu, P.; Bishop, M.:**

„PFT-Elimination in chemisch-physikalischen Abfallbehandlungsanlagen“  
“The elimination of PFT (perfluorinated surfactant) in chemical-physical waste treatment facilities”  
(Suchentrunk, Richard (Hrsg.): „Jahrbuch Oberflächentechnik 2009“, Bad Saulgau, ISSN 978-3-87480-253)

**Nisipeanu, P.; Schrowange, S.:**

„Schlamm-Rekuperator in Modulbauweise“  
“Sludge heat exchanger in modular construction”  
(gwf Wasser Abwasser 2009, S. 752-754, ISSN 0016-3651)

**Nisipeanu, P.:**

„Vom Wandel im Recht auf Bau, Betrieb und Unterhaltung von Talsperren“  
“About the effects of the change of legal requirements on building, operating and maintenance of river-dams”  
(Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft an der RWTH Aachen (Hrsg.) anlässlich des 15. Deutschen Talsperrensymposiums „Talsperren im Wandel“ vom 14. bis 16. April 2010 in Aachen, S. 291-295, ISBN 978-3-8322-9043-6)

**Podraza, P.:**

„Ökologische Aspekte urbaner Gewässer“  
“Ecological aspects in urban water bodies”  
(Haas, H. (Hrsg.): StadtWasser, Fraunhofer IRB Verlag, S. 183-191)

**Podraza, P.:**

„BWK-Praxishandbuch zur Anwendung des Merkblatts 3“  
“Toolbox to the technical bulletin BWK M3”  
(BWK (Hrsg.), 2009, Sindelfingen)

**Podraza, P.; Grünebaum, T.:**

„Entwicklung urbaner Fließgewässer – Teil 2: Strahlwirkung und Trittschneidkonzept – Bewertung von Maßnahmen an urbanen Gewässern“  
“Improving urban waterbodies – chapter 2: Radiating effect and the concept of stepping stone – assessment of measures on urban waterbodies”  
(Vortrag anlässlich des DWA-Seminars „Aktuelle Aspekte zu Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern“ am 16. und 17. Juni 2009 in Bad Honnef; Präsentationen als ppt verfügbar)

**Podraza, P.; Weyand, M.:**

„Ökologische Grundlagen für die Maßnahmenplanung im Gewässer“  
“Ecological principles for best practice planning in running waters”  
(Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft Bochum, Band 57, S. 27-49)

**Podraza, P.:**

„Mass development of Elodea nuttallii in impounded lakes of the river Ruhr – II International Seminar on management and control to aquatic invasive species –“  
„Massenentwicklung von Elodea Nuttallii in den Ruhrstauseen – II International seminar on management and control of aquatic invasive species“  
(Congress-Vortrag in Belo Horizonte (Minas Gerais, Brasilien) vom 30. Juni bis 02. Juli 2009)

**Podraza, P.:**

„Merkblatt M 609-1: Entwicklung urbaner Fließgewässer – Teil 1: Grundlagen, Planung und Umsetzung“  
“Advisory leaflet M 609-1: Urban river restoration – part 1: principles, planning process, implication”  
(DWA GB-2.2 (Hrsg.), 2009, DWA Hennef)

**Podraza, P.; Weyand, M.:**

„Ökologische Grundlagen für die Maßnahmenplanung im Gewässer“  
“Ecological basics for the planning of measure in rivers”  
(Vortrag anlässlich des 27. Bochumer Workshops Siedlungswasserwirtschaft „Gewässerschutz und Gewässergestaltung – von der Idee zur konkreten Maßnahme“ am 1. September 2009 in Bochum, Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft Bochum, Band 57, S. 27-49. Gesellschaft zur Förderung des Lehrstuhls für Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik an der Ruhr-Universität Bochum, 2009, ISSN 0178-0980)

**Preuß, G.; Ziemann, E.; Zullei-Seibert, N.:**

„Fluoreszenzmikroskopische Quantifizierung von Bakterien im Roh- und Trinkwasser“  
“Microscopic determination of bacteria in groundwater and drinking water after fluorescence dyes”  
(Vom Wasser, angenommen im Februar 2010)

**Preuß, G.; Ziemann, E.; Zullei-Seibert, N.:**

„Living and non-living bacteria in groundwater and drinking water“  
“Lebende und nicht lebende Bakterien im Grund- und Trinkwasser“  
(Vortrag anlässlich der VAAM-Jahrestagung 2009 vom 08. bis 11. März 2009 in Bochum)

**Preuß, G.; Lindner, P.; Molz, R.; Hille, M.; Zullei-Seibert, N.:**

„Schnelle und sensitive Detektion von Bakterien auf Mikrofiltern“  
“Fast and sensitive detection of bacteria on microfilters”  
(Poster und Kurzfassung anlässlich der Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft – Fachgruppe der Gesellschaft Deutscher Chemiker vom 10. bis 12. Mai 2010 in Bayreuth)

**Roesler, F.:**

„Neue Standsicherheitsnachweise für 80 Jahre alte Wehrwalzen“  
“New proofs of stability for 80 years old roller drum gates”  
(veröffentlicht in: Wasserwirtschaft, Heft 4/2010 und anlässlich des 15. Deutschen Talsperrensymposiums in Aachen 2010 als Vortrag gehalten)

**Schnatmann, C.:**

„Kostengünstiger Bau und Betrieb von BHKW-Anlagen unter geänderten Rahmenbedingungen – Praxisbeispiele –“  
“Economical building and operation of combined heat and power plants under changed parameters – practical examples –“  
(Vortrag anlässlich des DWA-Seminars „Energieoptimierung auf Kläranlagen“ am 1. Juli 2010 in Osnabrück)

**Schnatmann, C.:**

„Merkblatt DWA-M 212 „Technische Ausrüstung von Faulgasanlagen““  
“DWA rules and standards DWA-M 212: “Technical equipment from digestion plants”“  
(Vortrag anlässlich der DWA Energietage vom 19. bis 21. April 2010 in Potsdam)

**Schnatmann, C.:**

„Sicherer Betrieb von Biogasanlagen“  
“Safety operation of digester gas plants”  
(Vortrag anlässlich des DWA-Tagungsseminars am 19. Mai 2010 in Erfurt)

**Schulte-Ebbert, U.; Preuß, G.; Skark, C.; Kuhlmann, B.; Breuninger, U.; Remmler, F.:**

„Umweltrisiken durch technische Nanomaterialien“  
“Environmental hazards by engineered nanomaterials”  
(Institut für Wasserforschung GmbH Dortmund, Schwerte 2009, S. 1-77, <http://www.lanuv.nrw.de/Gefahrstoffe/pdf/Abschlussbericht.pdf>)

**Skark, C.:**

„Organische Spurenstoffe als Problem für die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm und anderen Sekundärrohstoffen?“  
“Organic trace substances as a problem for the use of sewage sludge and other secondary raw material fertilizers in agriculture?”  
(Vortrag anlässlich des Bremer Kolloquiums produktionsintegrierte Wasser-/Abwassertechnik 2009: „Abwasser als Ressource!“ – Kreislauferschließung, Energie- und Wertstoffrückgewinnung - Tagungsband, Bremen, E-23 – E-42)



**Skark, C.:**

„Organische Spurenstoffe in der Ruhr – erste Ergebnisse des Monitorings der AWWR“

„Organic trace in the river ruhr – first results of an AWWR monitoring“ (Ruhrverband, AWWR Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (Hrsg.): Ruhrgütebericht 2008, Eigenverlag 2009, Essen, S. 131-140)

**Stamminger, Q.; zur Strassen, G.; Huy, P.:**

„Umbau der Leitzentrale des Ruhrverbands für die operationelle Talsperrensteuerung“

„Reconstruction of the reservoir operation centre“ (Wasserwirtschaft, 99. Jahrgang, Heft 11/2009, S. 54-56, ISSN 0043 0978)

**Thöle, D.; Kaste, A.:**

„DWA-Arbeitsgruppe Energieanalysen – Stand des Arbeitsblattes DWA-A216“

„DWA task force energy audits – state of manual DWA-A216“ (Vortrag anlässlich des DWA-Erfahrungsaustausches „Großer Städte“ am 17. Mai 2010 in Magdeburg)

**Thöle, D.; Kaste, A.:**

„Energieanalysen auf Abwasseranlagen – Vorstellung der Arbeiten der DWA-AG“

„Energy audits of wastewater plants – results of DWA – task force“ (DWA Seminar Energieoptimierung am 1. Oktober 2009)

**Thöle, D.; Beier, M.; Sander, M.:**

„Einstufige Deammonifikation im Biofilmverfahren – Potenziale, Regelbetrieb und Störungen“

„Deammonification with a biofilm process – potentials, regular operation, trouble shooting“ (Vortrag anlässlich der 7. Aachener Tagung zur Stickstoffrückbelastung im Mai 2009)

**Thöle, D.; Mitsdoerffer, R.:**

„Energieanalysen von Abwasseranlagen“

„Energy audits of wastewater plants“ (DWA Special Energie auf der IFAT am 15. September 2010 in München)

**Thöle, D.; Schmitt, F.; Lorenz, G.:**

„Vereinfachte CO<sub>2</sub>-Bilanz – Ansätze für eine Bewertung der Aktivitäten eines Wasserverbandes“

„Simplified CO<sub>2</sub>-balance-efforts to evaluate activities of Ruhrverband“ (Vortrag anlässlich des IFWW-Kolloquiums am 21. April 2010 in Essen)

**von Felde, D.:**

„Co-Vergärung von biogenen Abfällen – Erfahrungen aus 7 Jahren großtechnischem Betrieb“

„Co fermentation of biogene wastes – experiences of seven years of full scale operation“

(Vortrag und Veröffentlichung anlässlich der 43. Essener Tagung „Gewässerschutz Wasser“ Abwasserband 220 vom 17. bis 19. März 2010 in Essen)

**Wett, B.; Jardin, N.; Katehis, D.:**

„Environmental technologies to remove nitrogen from high-strength wastewaters“

„Verfahren zur Stickstoffelimination aus hochbelasteten Teilströmen“ (Technologies to treat nitrogen pollution – principles and engineering, IWA Publishing, 2009)

**Weyand, M.:**

„Ansätze einer transparenten Maßnahmenfinanzierung auf Grundlage des Verursacher-Prinzips“

„Transparent measure financing according to the polluter pays principle“ (Vortrag anlässlich des 2. Cross Border Workshops Deutschland – Österreich – Ungarn zu „Erfahrungen bei der Erstellung und Umsetzung der Bewirtschaftungspläne und die Öffentlichkeitsbeteiligung in Deutschland und Österreich“ am 19. März 2009 in Regensburg)

**Weyand, M.:**

„Der Bewirtschaftungsplan – Grundlage für gezieltes wasserwirtschaftliches Handeln“ – Vortrag anlässlich des 10. Workshops Flussgebietsmanagement“

„The management plan – basis for specific activities in water management – 10. Workshop on river basin management“

(KW Korrespondenz Wasserwirtschaft, 3. Jahrgang, Heft 3/2010, Seite 118-123, ISSN 1865-9926)

**Weyand, M.:**

„Die Einbeziehung von Gewässerentwicklungskonzepten in die Bewirtschaftungsplanung gemäß EG-WRRL“

„Including river restoration concepts in the management planning according to the WFD“

(Vortrag anlässlich der Fachtagung „Umsetzung der Maßnahmenprogramme und Gewässerentwicklungskonzepte (GEKs) der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) in Brandenburg“ des Landesumweltamtes Brandenburg am 26. und 27. Mai 2009 in Lebus)

(Vortrag anlässlich des DWA-Tagungsseminars am 19. Mai 2010 in Erfurt)

**Weyand, M.; Schmidt, A.:**

„Umsetzung ökologischer Maßnahmen – Hintergrund, Unterstützungsmöglichkeiten und Praxisbeispiele“

„Realisation of ecological measures – background, support and practical solutions“

(Vortrag auf dem achten Ruhrverbands-Forum „Europäische Wasserrahmenrichtlinie/Umsetzung in das Deutsche Recht, Fremdwasser“ am 26. Juni 2009 in Essen)

**Weyand, M.; Jardin, N.; Podraza, P.:**

„Niederschlagswassereinleitungen und deren Auswirkungen auf den guten Zustand der Gewässer – Erfahrungen aus der integralen Entwässerungsplanung“

„Discharges from combined and separate sewer systems and their impact on the ecological status of running waters. – Experiences from the integrated wastewater management concept“

(Gewässerschutz – Wasser – Abwasser, Schriftenreihe des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, Band 216, S. 11/1-11/15, ISBN 978-3-938996-22-5)

**Weyand, M.; Thöle, D.; Lorenz, G.:**

„Entwicklung der Gewässergüte und Gewässermodellierung in den letzten 25 Jahren“

„Development of river water quality and modelling within the last 25 years“

(gwf Wasser Abwasser, 150. Jahrgang, Jubiläumsausgabe 2009, Seite W26 bis W31, ISSN 0016-3651, 2009)

**Weyand, M.; Grünebaum, T.; Schweder, H.; Huber, C.:**

„How to deal with cost-efficiency aspects at the set-up programmes of measures“

„Wie gehen wir mit Aspekten der Kosteneffizienz bei der Aufstellung der Maßnahmenprogramme um?“

(Water, Science and Technology, 59. Jahrgang, Heft 3/2009, S. 461-467)

**Wilde, J.:**

„Finanzielles Sicherungsmanagement (FSM)“

„Financial Risk Management“

(Vortrag anlässlich des DWA Gesprächskreises „Kaufmännische Leiter der Großen Abwasserbetriebe“ am 16. November 2009 beim Ruhrverband in Essen)

**Wilde, J.:**

„Ruhrverband sichert Zinsrisiken ab“

„Ruhrverband hedges against interest risk“

(Glasklar, Heft 6 vom Oktober 2009, S. 6)

**zur Strassen, G.:**

„Erfahrungen beim Augusthochwasser 2007 an der Möhnetalsperre“

„Lessons learned from the august 2007 flood at the Moehne reservoir“ (Vortrag anlässlich des Seminars „Talsperrenwärterfortbildung“ bei der BEW am 7. Oktober 2009 und am 28. April 2010 in Essen)