1

Wesentliche Ergebnisse aus dem ARW-Untersuchungsprogramm 2016

Michael Fleig und Heinz-Jürgen Brauch

DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW)
Karlsruher Strasse 84
76139 Karlsruhe

Carsten K. Schmidt

Arbeitsgemeinschaft
Rhein-Wasserwerke e.V. (ARW)
Parkgürtel 24
50823 Köln

1.1 Einleitung

Mit Jahresbeginn 2016 fanden eine Umstellung und Weiterentwicklung des ARW-Untersuchungsprogramms statt, bei der die Parameter den Teilprogrammen neu zugeordnet wurden. Parameter aus Teilprogramm C, die weiterhin untersucht werden sollen, wurden den Langzeitbeobachtungen (Teil B) zugeordnet. Im Teilprogramm C befinden sich jetzt aktuell relevante und neu aufgenommene Spurenstoffe. Zudem wurden die Stofflisten um weitere pharmazeutische Wirkstoffe und Metaboliten ergänzt.

Die Art der Probenahme wurde in allen drei Teilbereichen auf einheitlich 28-tägliche Stichproben umgestellt. Hierdurch konnte der Aufwand für die Entnahme der Proben bei den beteiligten Mitgliedsunternehmen deutlich reduziert werden. Die Aussagekraft der ARW-Daten bleibt davon weitestgehend unbeeinflusst.

Allen Mitgliedsunternehmen, die sich durch Probenahme, Analytik und Datenerhebung beteiligen, wird an dieser Stelle ausdrücklich gedankt.

1.2 Abflüsse von Rhein und Main

Die Konzentrationen von Wasserqualitätsparametern und organischen Spurenstoffen schwanken in Fließgewässern häufig erheblich in Abhängigkeit von Wasserführungen, Einleitungsereignissen, Jahreszeiten u.a. mehr. Daneben spielen die Eintragswege von Stoffen (Punkteinleitungen, diffuse Einleitungen), die Lage der Entnahmestellen und lokale Abwassereinträge eine bedeutende Rolle.

Wie in Tabelle 1.1 ersichtlich ist, liegen für das Jahr 2016 die Jahresmittelwerte der Abflüsse im Rheineinzugsgebiet über den langjährigen Mittelwerten. Dargestellt sind die täglichen Abflussdaten für die Messstellen Biebesheim (Bild 1.1), Köln (Bild 1.2) und Bischofsheim/Main (Bild 1.3). Am Jahresbeginn sowie kurz vor der Jahresmitte werden die langjährigen Mittelwerte deutlich überschritten. Insbesondere die typischen „Juni-Hochwässer“ sind zu erkennen. In der zweiten Jahreshälfte werden wie bereits 2015 durchweg länger andauernde Niedrigwasserphasen beobachtet.

Tabelle 1.1: Jahresmittel der Abflüsse des Rheins (2014 - 2016) im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten (Angaben in m^3/s)

Wasserführung in m^3/s	Langjähriger Mittelwert	Mittelwert 2014	Mittelwert 2015	Mittelwert 2016
Basel	1035 (1931 - 2007)	1030 (-1 %)	940 (-9 %)	1150 (+11 %)
Karlsruhe	1250 (1931 - 2012)	1210 (-3 %)	1130 (-10 %)	1360 (+9 %)
Mainz	1610 (1931 - 2012)	1540 (-4 %)	1450 (-10 %)	1740 (+8 %)
Koblenz	1710 (1936 - 2012)	1600 (-6 %)	1500 (-13 %)	1800 (+5 %)
Köln	2100 (1931 - 2012)	1910 (-9 %)	1820 (-13 %)	2240 (+7 %)
Düsseldorf	2140 (1931 - 2012)	1920 (-11 %)	1830 (-14 %)	2260 (+6 %)
Wesel	2300 (1951 - 2012)	2030 (-12 %)	1960 (-15 %)	2350 (+2 %)

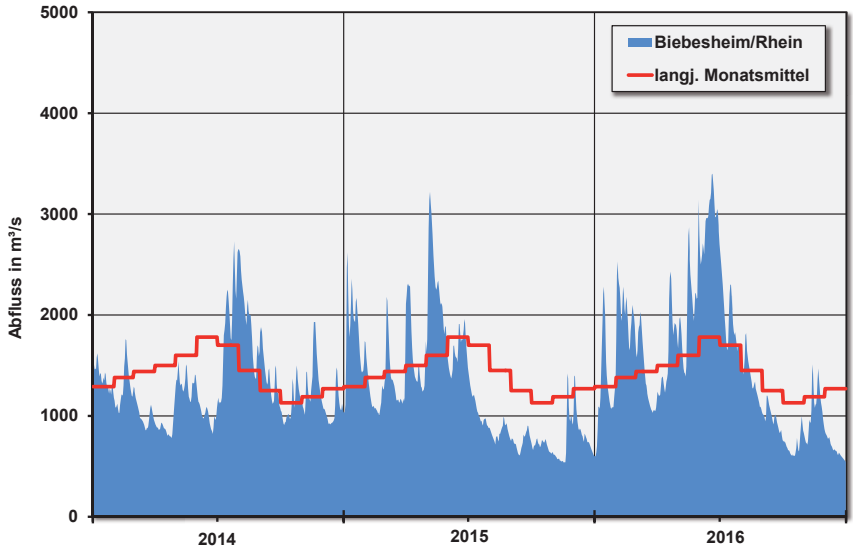

Bild 1.1: Abflussganglinien an der Messstelle Biebesheim/Rhein (2014 - 2016)

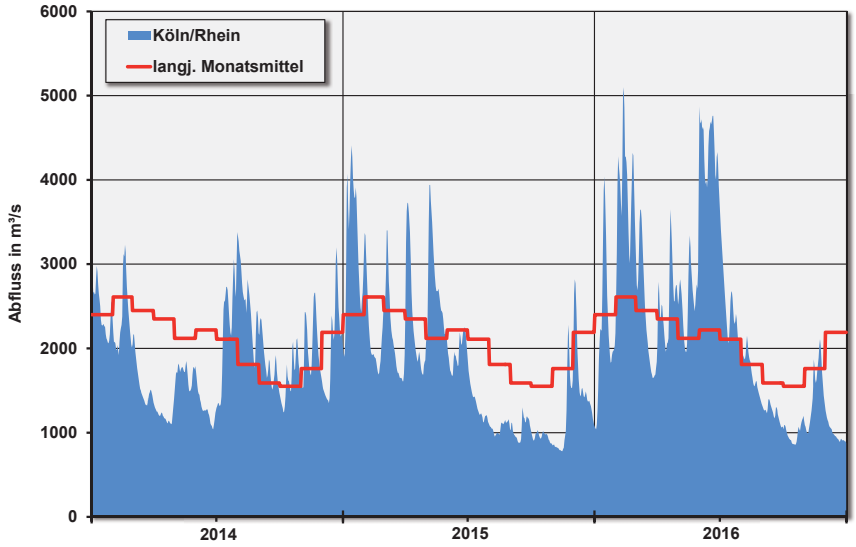

Bild 1.2: Abflussganglinien an der Messstelle Köln/Rhein (2014 - 2016)

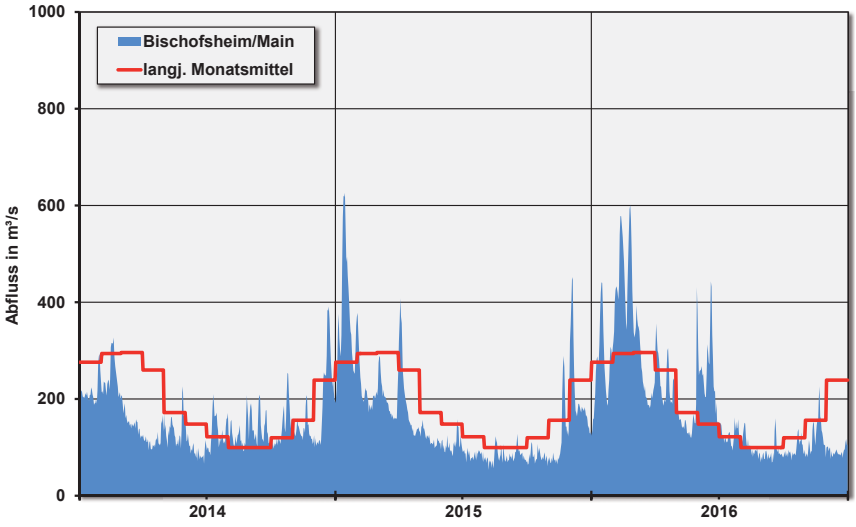

Bild 1.3: Abflussganglinien an der Messstelle Bischofsheim/Main (2014 - 2016)

1.3 Allgemeine und anorganische Messgrößen

Für die allgemeinen Parameter **Wassertemperatur**, **Sauerstoffgehalt** (ERM-Zielwert als Mindestgehalt), **elektrische Leitfähigkeit** und **pH-Wert** wurden im Jahr 2016 die Zielwerte des Europäischen Fließgewässermemorandums (ERM) weitestgehend eingehalten. Nur am Niederrhein und im Main wurden mehrfach Unterschreitungen des ERM-Zielwertes von 8 mg/L für Sauerstoff festgestellt. Während die Temperaturen des Rheinwassers und der hiervon abhängigen Sauerstoffgehalte jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen, wird die elektrische Leitfähigkeit von den Konzentrationen von Chlorid und anderen anorganischen Ionen beeinflusst. Daher korrelieren diese beiden Größen für alle Messstellen auch bei unterschiedlichen Randbedingungen recht zuverlässig.

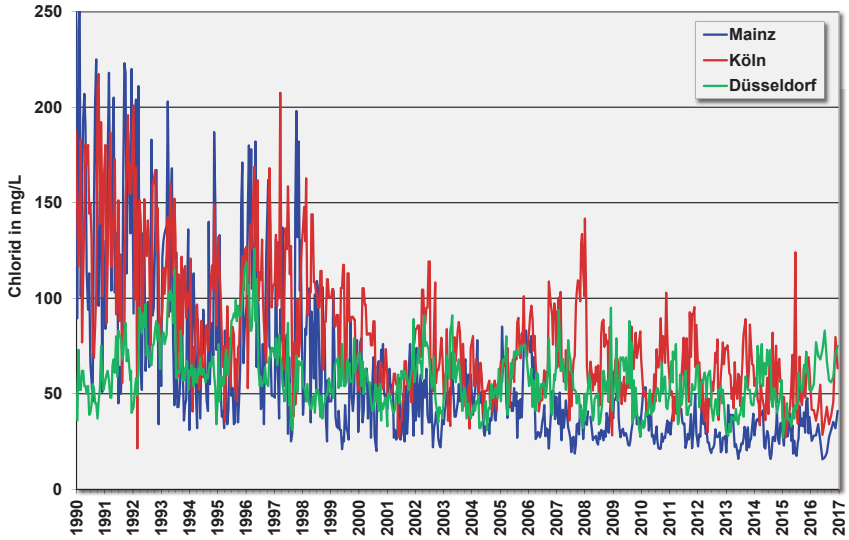

Bild 1.4: Chlorid-Konzentrationen im Mittel- und Niederrhein (1990 - 2016)

In den Jahren seit etwa 2000 lagen die **Chlorid**-Gehalte mit wenigen Ausnahmen am Niederrhein deutlich unter dem ERM-Zielwert von 100 mg/L. Die Konzentrationen steigen hierbei erwartungsgemäß im Längsprofil an (Bild 1.4). Die Chlorid-Frachten liegen am Oberrhein weiter auf niedrigem Niveau und nehmen bis zum Mittelrhein bei Koblenz nur leicht zu (Bild 1.5). Die überwiegend aus Frankreich stammenden hohen Chlorid-Einträge, die über die Mosel in den Rhein eingetra-

gen werden, zeigen sich in den erhöhten Messwerten bei Köln. Am Niederrhein kommen weitere Chlorid-Einträge aus den Grubenwässern des nordrhein-westfälischen Bergbaureviers hinzu. Die Messstelle Wesel wird zusätzlich durch die Emscher mit hohem Abwasseranteil beeinträchtigt.

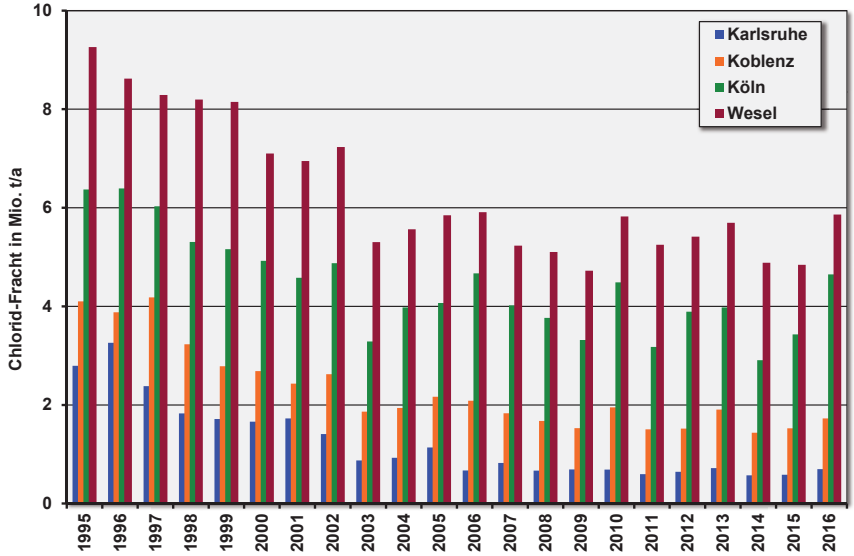

Bild 1.5: Chlorid-Frachten im Rhein (1995 - 2016)

Für die Parameter **Nitrat** und **Sulfat** liegen die Konzentrationen durchweg deutlich unterhalb des ERM-Zielwertes von 25 mg/L (Nitrat) bzw. 100 mg/L (Sulfat). Im Jahr 2016 wurden die höchsten Werte für Nitrat mit 17,5 mg/L im Rhein bei Benrath und 21,3 mg/L im Main bei Frankfurt ermittelt (Tabelle 1.2). In Bild 1.6 belegen die Jahresmittelwerte einen Rückgang der Nitrat-Konzentrationen seit den 90er Jahren. Im Mittel liegen die aktuellen Konzentrationen am Oberrhein zwischen 5 und 6 mg/L und am Niederrhein knapp über 10 mg/L. Die Nitratwerte in Köln (Bild 1.7) weisen den typischen jahreszeitlichen Verlauf auf, der auf den besseren Nitrat-Abbau bei höheren Temperaturen zurückzuführen ist. Die Sulfat-Konzentrationen in Tabelle 1.3 zeigen die durchgängige Einhaltung des ERM-Zielwertes im Rhein und die deutlich höheren Konzentrationen nahe des ERM-Zielwertes im Main.

Tabelle 1.2: Mittel- und Maximalwerte der Nitrat-Konzentrationen (2014 - 2016) - Angaben in mg/L

	2014		2015		2016	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Biebesheim	8,1	11,8	7,3	10,3	8,5	11,6
Mainz	8,0	12,7	8,0	18,3	8,5	10,9
Wiesbaden	8,2	12,3	7,7	10,8	8,6	11,7
Koblenz	9,3	12,2	8,9	13,0	10,3	13,1
Köln	10,8	15,2	10,2	14,4	11,3	15,0
Benrath	10,2	16,2	9,9	15,0	12,7	17,5
Düsseldorf-Flehe	10,0	14,6	9,9	14,4	10,4	15,4
Wittlaer	9,3	14,6	9,4	14,5	-	-
Wesel	9,8	14,4	10,1	14,7	10,4	14,8
Frankfurt/Main	17,2	22,5	15,2	22,2	17,3	21,3
Mainz-Kastel/Mainfahne	15,8	25,7	14,3	22,8	16,2	21,2
ERM-Zielwert: 25 mg/L						

Tabelle 1.3: Mittel- und Maximalwerte der Sulfat-Konzentrationen (2014 - 2016) - Angaben in mg/L

Messstelle	2014		2015		2016	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Biebesheim	40	53	41	59	41	58
Mainz	40	54	41	57	39	58
Wiesbaden	40	52	42	64	39	54
Koblenz	45	69	44	58	42	58
Köln	55	77	56	88	56	86
Benrath	56	79	57	81	51	59
Düsseldorf-Flehe	49	76	50	73	50	72
Wittlaer	53	83	52	67	-	-
Wesel	56	75	56	78	55	77
Frankfurt/Main	91	116	84	102	81	98
Mainz-Kastel/Mainfahne	75	100	67	97	71	96
ERM-Zielwert: 100 mg/L						

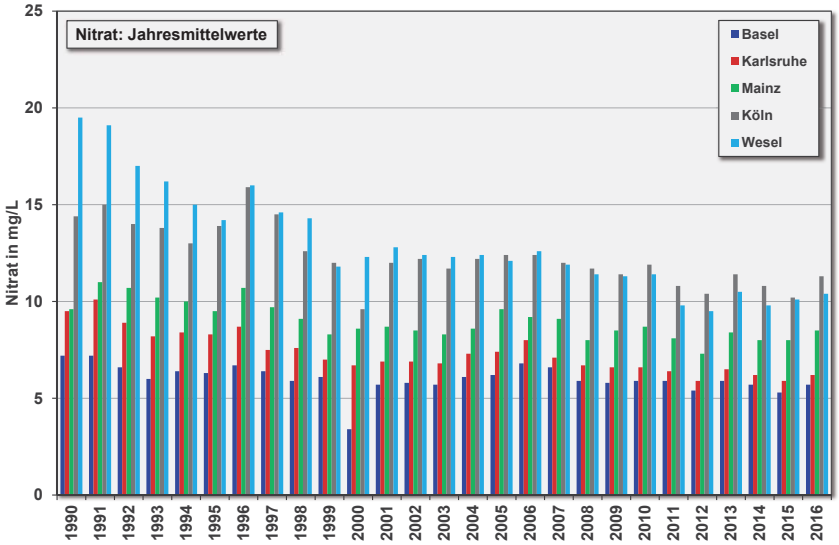

Bild 1.6: Nitrat-Jahresmittelwerte am Rhein (1990 - 2016)

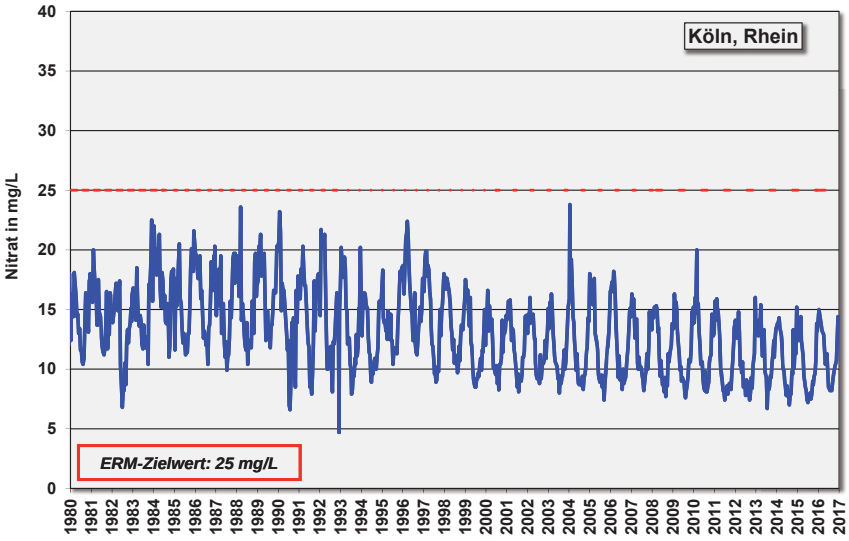

Bild 1.7: Nitrat-Konzentrationen an der Messstelle Köln (1980 - 2016)

Die **Ammonium**-Gehalte im Rhein, die wie Nitrat von den Wassertemperaturen beeinflusst werden, liegen meist deutlich unterhalb des ERM-Zielwertes von 0,3 mg/L. Lediglich an der Messstelle Wesel wird der ERM-Zielwert gelegentlich überschritten (Bild 1.8). Nach dem deutlichen Rückgang der Ammonium-Konzentrationen ist im Rhein eine Sauerstoffzehrung durch Transformation zu Nitrat nicht mehr messbar.

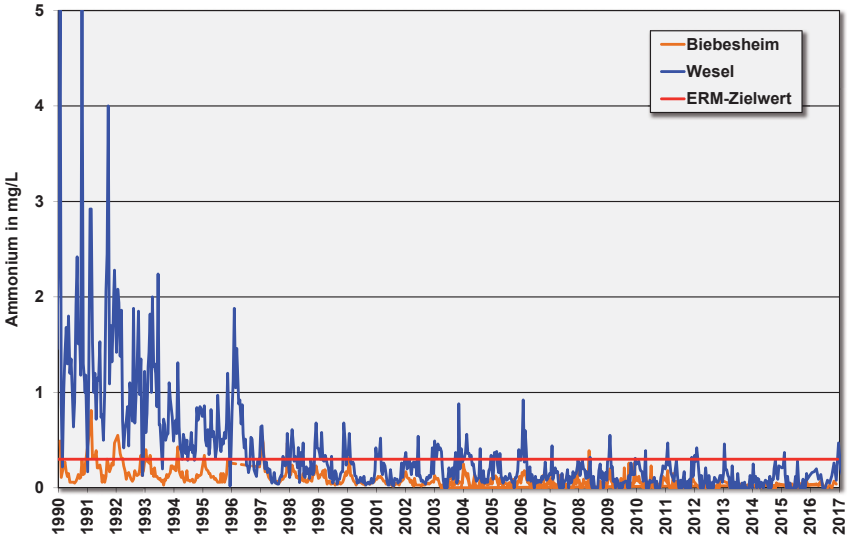

Bild 1.8: Konzentrationen von Ammonium im Rhein bei Biebesheim und Wesel (1980 - 2016)

Bromid ist wegen der bekannten Bromat-Bildung bei der Ozonung von Bedeutung für die Trinkwasseraufbereitung. Die Konzentrationen im Rhein weisen eine auffällig hohe Schwankungsbreite auf. Die Langzeitreihe von der Messstelle Düsseldorf (Bild 1.9) enthält Daten der ARW sowie der Stadtwerke Düsseldorf und ist derzeit die längste vorhandene Zeitreihe zu Bromid. Aus den Ergebnissen von Untersuchungen in der Schweiz geht hervor, dass der natürliche Anteil im Bereich von etwa 10 µg/L verhältnismäßig gering ist. Als wesentliche Quellen für abwasserbürtige Bromid-Einträge wurden vorrangig Müllverbrennungsanlagen sowie Industrieeinleitungen identifiziert. Nicht unerheblich scheint auch die mit dem Regen einhergehende Auswaschung mariner Aerosole zu sein.

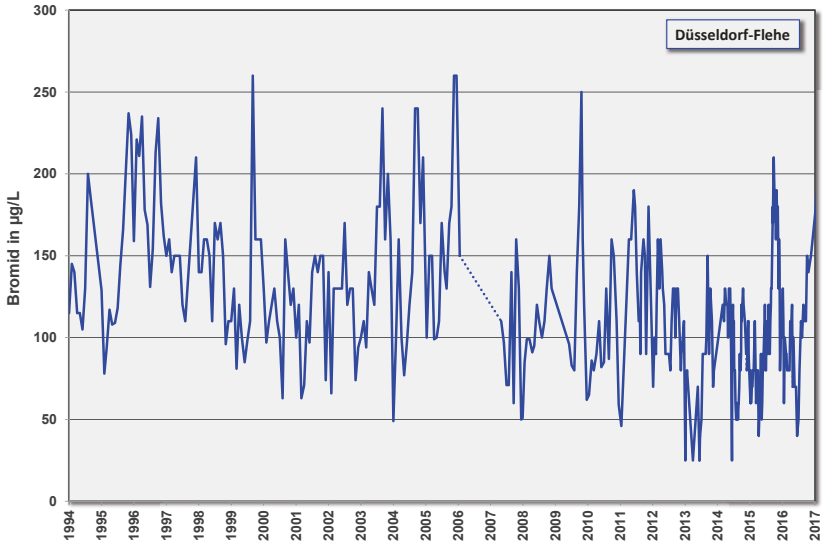

Bild 1.9: Konzentrationen von Bromid im Rhein bei Düsseldorf (1994 - 2016)
Eigenanalysen der SW Düsseldorf und Daten der ARW

1.4 Summarische organische Messgrößen

Mit den summarischen organischen Messgrößen TOC (total organic carbon), DOC (dissolved organic carbon), AOX (adsorbierbare organische Halogenverbindungen) und AOS (adsorbierbare organische Schwefelverbindungen) wird die organische Belastung von Fließgewässern erfasst und charakterisiert. Die Parameter dienen als Indikatoren für Veränderungen der Fließgewässerbeschaffenheit, sind jedoch in ihrer Aussagekraft eingeschränkt. Bereits seit vielen Jahren sind bei diesen Messgrößen keine größeren Veränderungen der ermittelten Konzentrationen festzustellen.

Für die Parameter **TOC** (Tabelle 1.4) und **DOC** (Tabelle 1.5) wurden in den letzten Jahren häufiger Überschreitungen der ERM-Zielwerte von 4 mg/L (TOC) und 3 mg/L (DOC) an Mittel- und Niederrhein beobachtet. Auffällig sind die durchweg höheren Mittel- und Maximalwerte 2016, die auf die Umstellung der Probennahmeart zurückzuführen sein dürften. Seit 2016 werden 28-tägliche Stichproben

entnommen, während zuvor arbeitstägliche Stichproben über 28 Tage gesammelt, gemischt und tiefgekühlt bis zur Analyse gelagert wurden.

Die ERM-Zielwerte für **AOX** (25 µg/L) und **AOS** (80 µg/L) werden am Niederrhein seit vielen Jahren fast durchweg eingehalten. Nur in wenigen Einzelfällen sind Überschreitungen festzustellen, die sich jedoch auf einzelne Stichproben beziehen. In Bild 1.10 ist ersichtlich, dass die AOX-Konzentrationen an den Messstellen der Wasserwerke schon seit ca. 25 Jahren deutlich unterhalb des ERM-Zielwertes liegen. In den Jahren 2015 und 2016 schwanken die AOX-Konzentrationen im Bereich um 10 µg/L. Für den Summenparameter AOS an der Messstelle Düsseldorf (Bild 1.11), dessen Konzentrationen in den 90er-Jahren erheblich zurückgingen, ist ab 2005 ein weiterer Rückgang zu verzeichnen. Mittlerweile schwanken die Werte meist im Bereich von 40 µg/L. Seit dem Jahr 2016 werden auch die summarischen organischen Parameter nicht mehr in arbeitstäglichen Sammelproben, sondern in Stichproben gemessen. Dies kann im Einzelfall zu höheren Maximalwerten führen, da der Ausgleich in einer Mischprobe entfällt. Größere Veränderungen in der Beurteilung dieser Parameter sind nicht zu erwarten oder aus den Ergebnissen für 2016 abzuleiten.

Tabelle 1.4: Mittel- und Maximalwerte der TOC-Konzentrationen (2014 - 2016) - Angaben in mg/L

Messstelle	2014		2015		2016	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Schaffhausen	1,6	1,7	1,5	2,0	-	-
Basel	2,0	2,6	2,0	2,8	2,3	3,1
Karlsruhe	2,2	3,5	2,1	2,5	2,4	3,6
Mainz	2,2	2,4	2,1	2,7	2,8	4,8
Koblenz	2,6	3,0	2,7	3,1	3,1	5,5
Köln	3,2	4,2	3,2	4,6	3,5	6,6
Düsseldorf-Flehe	2,4	2,7	2,3	2,8	3,4	6,9
Wittlaer	2,6	3,1	2,7	3,2	3,4	6,0
Frankfurt/Main	4,1	5,0	4,6	6,0	4,1	6,0
ERM-Zielwert: 4 mg/L						

Tabelle 1.5: Mittel- und Maximalwerte der DOC-Konzentrationen (2014 - 2016) - Angaben in mg/L

Messstelle	2014		2015		2016	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Schaffhausen	1,5	1,6	1,3	1,8	-	-
Basel	1,8	2,0	1,7	2,2	1,9	2,5
Karlsruhe	2,0	2,7	1,8	2,0	2,2	3,5
Mainz	2,1	2,3	1,9	2,6	2,3	3,3
Koblenz	2,3	2,7	2,2	3,0	2,4	3,6
Köln	3,0	3,9	2,8	3,9	2,8	4,2
Düsseldorf-Flehe	2,3	2,7	2,1	2,8	2,6	3,8
Wittlaer	2,3	2,8	2,2	2,8	2,7	3,8
Frankfurt/Main	3,7	4,2	3,7	4,2	3,7	5,6
ERM-Zielwert: 3 mg/L						

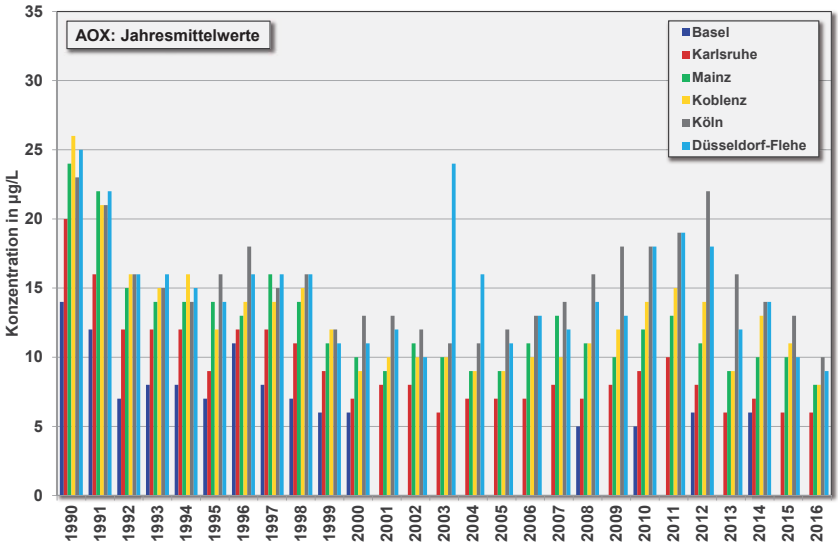

Bild 1.10: AOX-Jahresmittelwerte im Rhein (1990 - 2016)

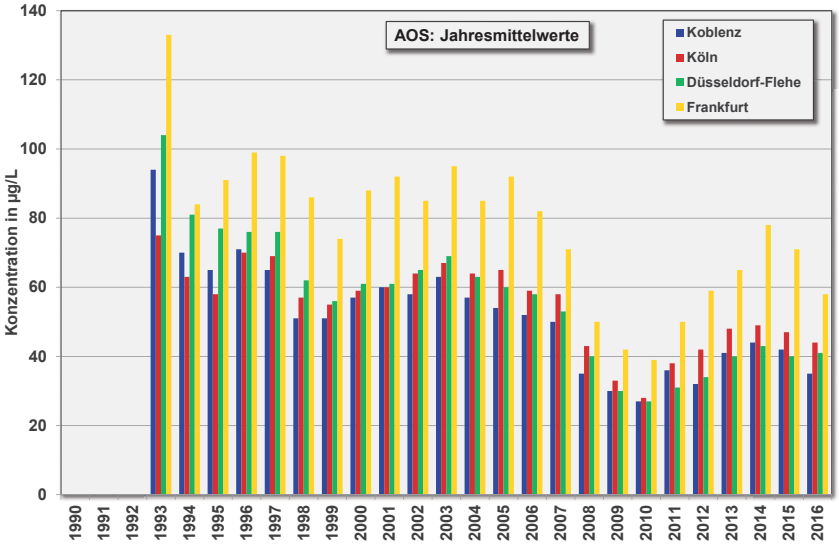

Bild 1.11: AOS-Jahresmittelwerte in Rhein und Main (1993 - 2016)

1.5 Organische Spurenstoffe

Synthetische organische Komplexbildner

Die synthetischen Komplexbildner **EDTA**, **DTPA** und **NTA** werden seit 25 Jahren von der ARW an allen Messstellen untersucht. Mit dem Europäischen Fließgewässermemorandum (ERM) wurde ab 2013 der Zielwert für synthetische Komplexbildner auf 1 µg/L herabgesetzt und damit an den Wert für andere nicht toxische, vollständig bewertbare Stoffe angepasst. Für NTA (Tabelle 1.6) wurden 2016 Überschreitungen im Rhein festgestellt, die wegen der guten mikrobiellen Abbaubarkeit jedoch von untergeordneter Bedeutung sind. Die Konzentrationen von EDTA hingegen überschreiten den ERM-Zielwert von 1 µg/L sowohl im Rhein als auch im Main häufig. Seit einigen Jahren stagnieren die Werte im Bereich knapp unterhalb von 5 µg/L (Bild 1.12). Für den Komplexbildner DTPA hat sich die Situation am Rhein seit dem Jahr 2009 erheblich verbessert. Der Rückgang der Frachten um ca. 50 % ist auf Maßnahmen verschiedener Einleiter aus dem Bereich der Papier- und Zellstoffproduktion zurückzuführen. Im Main liegen die

Konzentrationen von EDTA und DTPA deutlich höher (Tabelle 1.6). Die hohen DTPA-Konzentrationen können der Einleitung eines zellstoff- und papierverarbeitenden Betriebs zugeordnet werden. Bislang ist hier keine Verbesserung erreicht worden, obwohl dieser Eintrag seit langem den Behörden bekannt ist.

Tabelle 1.6: Mittel- und Maximalwerte der Konzentrationen von NTA, EDTA und DTPA (2016) - Angaben in µg/L

Messstelle	NTA		EDTA		DTPA	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Basel	<0,5	0,7	0,9	1,9	<1	<1
Karlsruhe	<0,5	1,1	1,9	3,3	<1	<1
Mainz	1,1	2,2	3,0	5,3	<1	<1
Koblenz	0,7	1,1	3,5	6,7	<1	2,2
Köln	<0,5	1,1	4,9	10	<1	1,6
Düsseldorf-Flehe	0,7	1,4	4,2	7,6	<1	1,1
Wittlaer	0,6	1,4	3,9	6,7	<1	1,1
Frankfurt/Main	<0,5	0,7	7,4	12	7,5	22
Bischofsheim/Main	<0,5	<0,5	8,6	15	7,2	14
ERM-Zielwert: 1 µg/L						

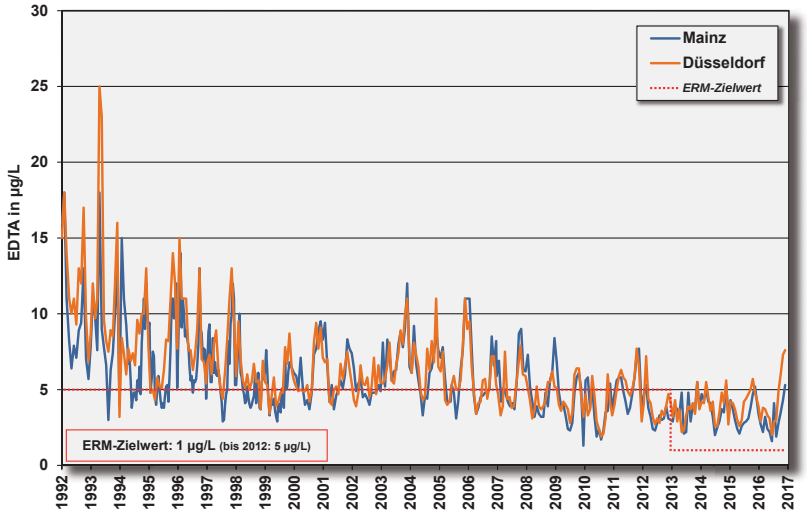

Bild 1.12: EDTA-Konzentrationen im Rhein bei Mainz und Düsseldorf (1992 - 2016)

Pflanzenschutzmittelwirkstoffe (PSM) und PSM-Metaboliten

Die ERM-Zielwerte von 0,1 µg/L für PSM und PSM-Metaboliten konnten 2016 in den meisten Proben eingehalten werden (Tabelle 1.7). Überschreitungen ergaben sich am Niederrhein nur für die Metaboliten **Metazachlor-C-Metabolit** (Köln: 0,19 µg/L; Düsseldorf: 0,14 µg/L) und **Metazachlor-S-Metabolit** (Köln: 0,24 µg/L; Düsseldorf: 0,18 µg/L). Für **Isoproturon** gab es nur wenige Befunde oberhalb der Bestimmungsgrenze; nach der Anwendung im Herbst wurden maximal 0,03 bis 0,05 µg/L Isoproturon nachgewiesen. Die höchsten Einträge stammten in den letzten Jahren aus dem Einzugsgebiet der Mosel.

Die Konzentrationen von **N,N-Dimethylsulfamid (DMS)** erreichen seit einigen Jahren maximal Werte um 0,04 µg/L (Bild 1.13). DMS ist wegen der Bildung von NDMA bei der Ozonung für die Wasserwerke jedoch weiterhin wichtig und zu beobachten.

Die PSM-Metaboliten **Desphenylchloridazon** sowie **S-Metolachlor-C-Metabolit** und **S-Metolachlor-S-Metabolit** konnten ebenfalls in Stichproben nachgewiesen werden, lagen aber mit dem jeweiligen Maximalwert deutlich unterhalb des ERM-Zielwertes (Tabelle 1.7).

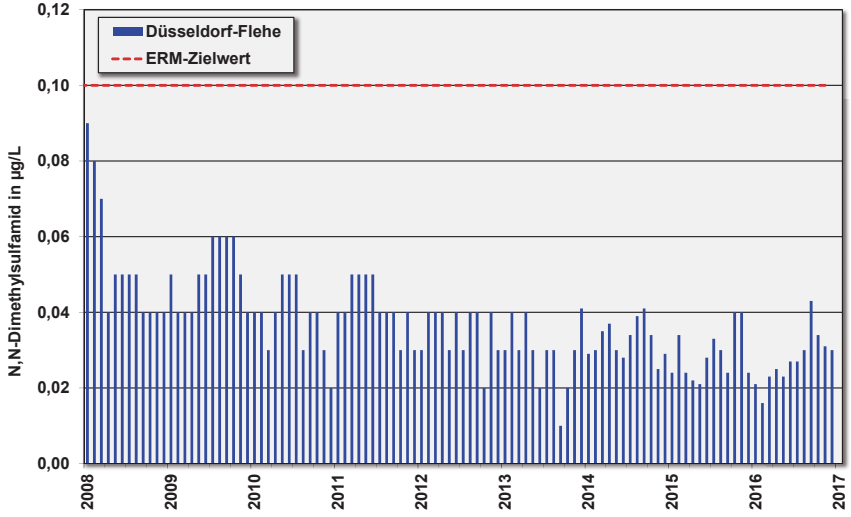

Bild 1.13: N,N-Dimethylsulfamid (DMS)-Konzentrationen im Rhein bei Düsseldorf (2008 - 2016)

Tabelle 1.7: Mittel- und Maximalwerte der Konzentrationen von PSM-Metaboliten im Rhein (2016) - Angaben in µg/L

Parameter	Mainz		Köln		Düsseldorf	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
N,N-Dimethylsulfamid (DMS)	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04
Desphenylchloridazon (DPC, Metabolit B)	0,03	0,04	0,04	0,07	0,04	0,07
Methyldesphenylchloridazon (Metabolit B1)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Metazachlor-C-Metabolit	0,01	0,03	0,04	0,19	0,04	0,14
Metazachlor-S-Metabolit	0,01	0,03	0,08	0,24	0,07	0,18
S-Metolachlor-C-Metabolit	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05
S-Metolachlor-S-Metabolit	0,03	0,07	0,03	0,07	0,03	0,06
ERM-Zielwert: 0,1 µg/L						

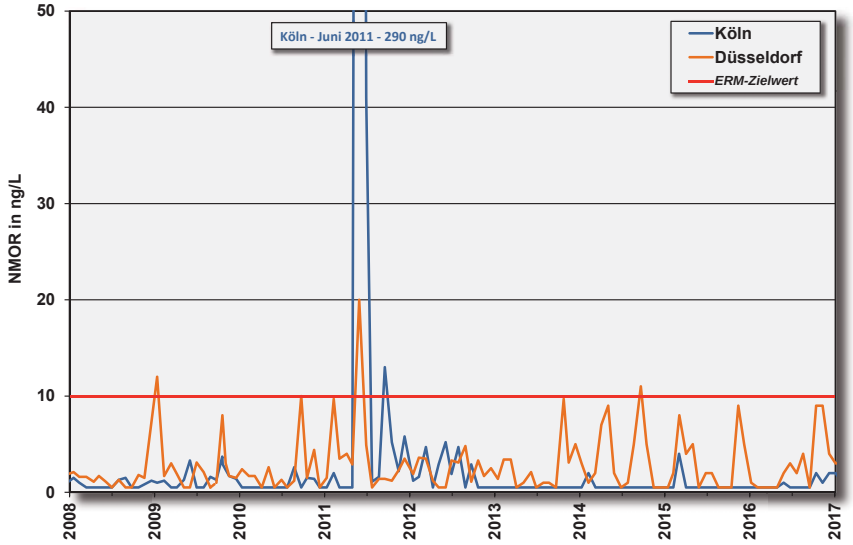

Bild 1.14: NMOR-Konzentrationen im Niederrhein (2008 - 2016)

N-Nitrosamine

Seit dem Jahr 2008 sind die als gentoxisch und kanzerogen eingestuften Nitrosamine **NDMA** und **NMOR** fester Bestandteil im Untersuchungsprogramm der ARW. Der ERM-Zielwert wurde auf 0,01 µg/L festgesetzt. Das Augenmerk liegt dabei vorrangig auf NMOR, das bei Bodenpassage und Aktivkohlefiltration kaum entfernt wird und daher als trinkwasserrelevant gilt. Der Zielwert für NMOR wird an den Messstellen Köln und Düsseldorf am Niederrhein weitestgehend eingehalten (Bild 1.14). Im Juni 2011 wurde für beide Messstellen eine deutliche Überschreitung festgestellt. Nachfolgende Untersuchungen in den letzten Jahren lassen vermuten, dass die Einträge sehr unregelmäßig durch Industriebetriebe oberhalb von Köln bis Düsseldorf erfolgen (Daten 2016/2017)

Arzneimittelwirkstoffe (AMW) und AMW-Metaboliten

Im ARW-Untersuchungsprogramm werden 41 Arzneimittelwirkstoffe und Metaboliten einschließlich der Röntgenkontrastmittel analysiert. Neu aufgenommen wurden z.B. die verschiedenen Sartane (Valsartan, Valsartansäure, Candesartan und Telmisartan) sowie die Einzelstoffe Oxipurinol und Sitagliptin. Die Auswahl dieser Stoffe erfolgte auf der Grundlage von Vorbefunden, vergleichsweise hohen Verordnungsmengen und Stoffeigenschaften, die eine Wasserwerks- oder Trinkwasserrelevanz erwarten lassen. In Tabelle 1.8 sind die wesentlichen Befunde zusammengefasst. In einzelnen Proben überschritten **Diclofenac** und **Metoprolol** den Zielwert von 0,1 µg/L am Niederrhein. Für **Metformin** und insbesondere den in deutlich höheren Konzentrationen nachweisbaren Metaboliten **Guanylharnstoff** (Maximalwerte 2 – 3 µg/L) werden die größten Überschreitungen beobachtet. **Gabapentin**, **Hydrochlorothiazid** und **Lamotrigin** sowie die beiden Metaboliten von Metamizol **AAA** und **FAA** weisen immerhin noch Maximalwerte bis zu 0,30 µg/L auf. Auch für den Wirkstoff **Carbamazepin** liegen die Konzentrationen des Metaboliten **10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin** höher als die des eigentlichen Wirkstoffes (Bild 1.15).

Tabelle 1.8: Mittel- und Maximalwerte der Konzentrationen von Arzneimittelwirkstoffen (AMW) im Rhein (2016) - Angaben in µg/L.

Parameter	Mainz		Köln		Düsseldorf	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Bezafibrat	<0,01	0,03	<0,01	0,03	<0,01	0,02
Carbamazepin	0,03	0,06	0,04	0,09	0,04	0,08
Diclofenac	0,04	0,10	0,06	0,14	0,07	0,17
Metoprolol	0,03	0,08	0,05	0,09	0,06	0,14
Sotalol	<0,01	<0,01	0,01	0,02	0,01	0,03
Sulfamethoxazol	0,02	0,03	0,02	0,05	0,03	0,06
Metformin	0,41	0,59	0,52	0,71	0,55	0,94
Guanylharnstoff	0,91	1,4	1,2	1,9	1,5	2,3
Gabapentin	0,11	0,15	0,18	0,24	0,20	0,30
Lamotrigin	0,03	0,04	0,06	0,24	0,04	0,06
Hydrochlorothiazid	0,04	0,10	0,07	0,13	0,10	0,22
10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin	0,04	0,09	0,06	0,13	0,07	0,13
N-Acetyl-Sulfamethoxazol	<0,01	<0,01	0,01	0,02	<0,01	0,01
N-Acetyl-4-aminoantipyrin (AAA)	0,10	0,15	0,13	0,18	0,15	0,25
N-Formyl-4-aminoantipyrin (FAA)	0,08	0,14	0,12	0,22	0,15	0,28
ERM-Zielwert: 0,1 µg/L						

Sitagliptin (Bild 1.16) wird bei Diabetis Mellitus Typ 2 eingesetzt. Die Anwendung erfolgt als Mono- oder Kombipräparat mit Metformin und ist für die langfristige Therapie gedacht. Aufgrund der gegenüber Metformin niedrigeren erforderlichen Tagesdosis und wegen der erheblich höheren Kosten für den Wirkstoff Sitagliptin liegen die Konzentrationen deutlich unter denen von Metformin, überschreiten jedoch den ERM-Zielwert häufiger. Ebenfalls neu im ARW-Untersuchungsprogramm ist die Wirkstoffgruppe der **Sartane**, die blutdrucksenkend wirken und als Alternative zu den ACE-Hemmern eingesetzt werden.

Insbesondere **Telmisartan** wird als sehr gut verträglich eingeschätzt und weist eine mit 20 h recht lange Halbwertszeit im Blut auf. **Candesartan** hat hingegen den Vorteil einer sehr geringen Wirkdosis. Für **Valsartan** sind die Anwendungsmengen in den letzten 10 Jahren erheblich gestiegen, was auch für das Transformationsprodukt **Valsartansäure** einen Anstieg der Konzentrationen zur Folge haben dürfte. Für die ARW-Messstelle Düsseldorf sind die Konzentrationen der verschiedenen analysierten Sartane in Bild 1.17 dargestellt.

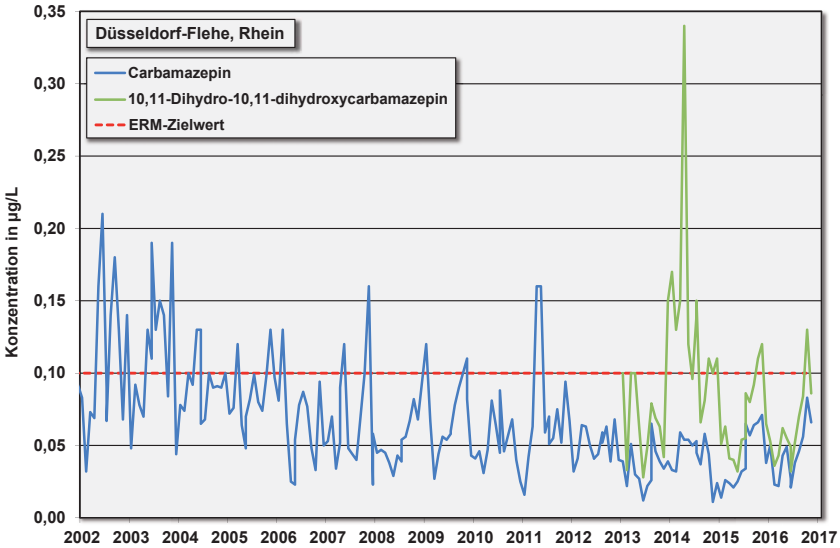

Bild 1.15: Carbamazepin- und 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin-Konzentrationen im Rhein bei Düsseldorf (2002 - 2016)

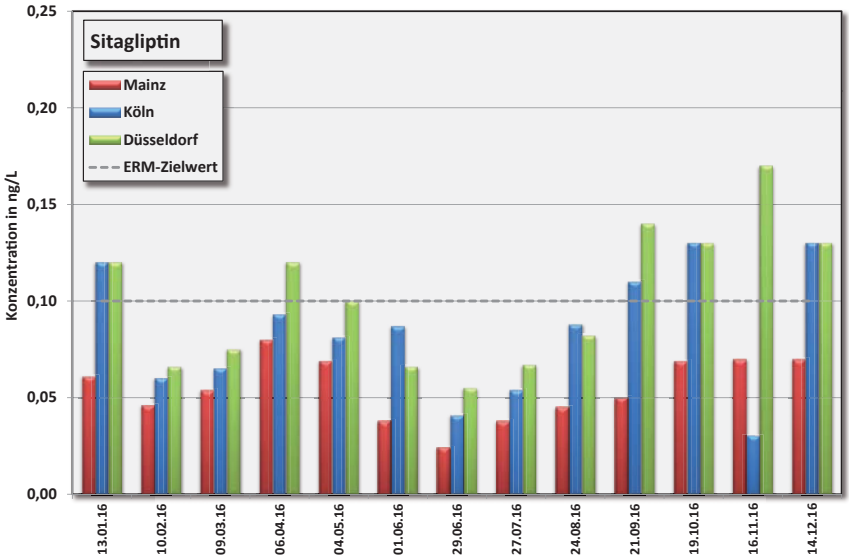

Bild 1.16: Sitagliptin-Konzentrationen im Rhein (2016)

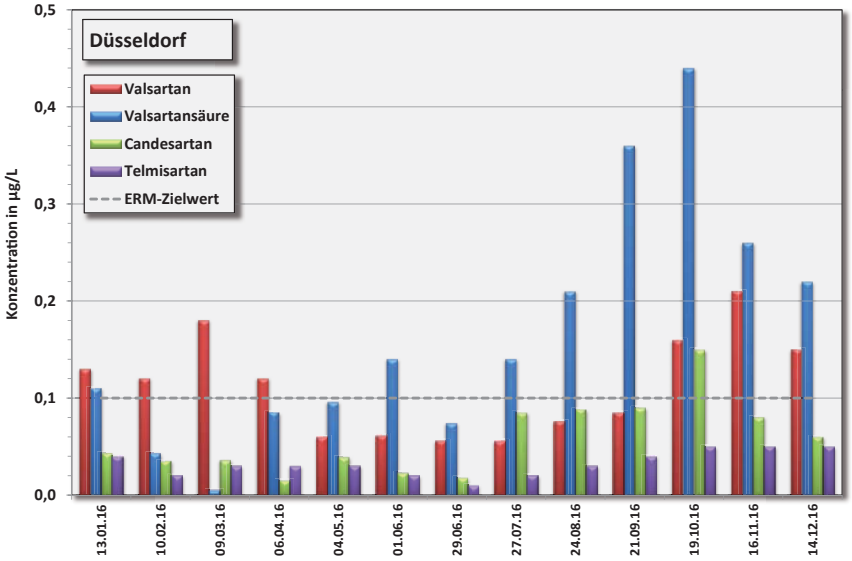

Bild 1.17: Konzentrationen verschiedener Sartane im Rhein bei Düsseldorf (2016)

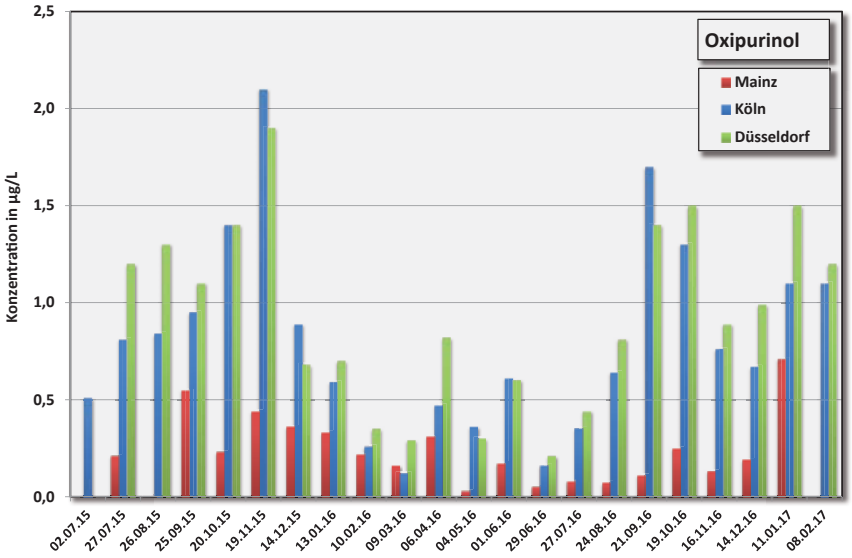

Bild 1.18: Oxipurinol-Konzentrationen im Rhein (2015 - 2016)

Mit **Oxipurinol** wird seit Juli 2015 ein reaktiver Metabolit (im Körper gebildeter Wirkstoff) beobachtet, dessen Vorkommen auf relativ hohe Verordnungsmengen des in Gichtmitteln verwendeten Pharmazeutikums **Allopurinol** zurückzuführen ist. Aus den bekannten Verordnungsmengen konnte der Konzentrationsbereich am Niederrhein auf über 1 µg/L abgeschätzt werden. Die in Bild 1.18 dargestellten Konzentrationen für die ARW-Hauptmessstellen Mainz, Köln und Düsseldorf bestätigen diese Schätzung, obwohl jahreszeitliche Unterschiede festzustellen sind.

Iodierte Röntgenkontrastmittel (RKM)

Iodierte Röntgenkontrastmittel weisen zwar keine pharmakologischen Wirkungen auf den Menschen auf, werden jedoch in Deutschland gemäß Arzneimittelgesetz als Arzneimittel geführt. Voraussetzung für ihre Anwendungen ist eine hohe Persistenz und Wasserlöslichkeit, so dass sie in verhältnismäßig kurzer Zeit wieder unverändert aus dem Körper ausgeschieden werden. RKM werden in Krankenhäusern und Röntgenpraxen in relativ großen Mengen eingesetzt und als wasserwerks- und trinkwasserrelevant bewertet. Der ERM-Zielwert liegt bei 0,1 µg/L je Einzelsubstanz. Die höchsten Konzentrationen weisen **Amidotrizoesäure** und **Iomeprol** auf, deren Frachten der Jahre 2002 bis 2016 in den Bildern 1.19 und 1.20 wiedergegeben sind.

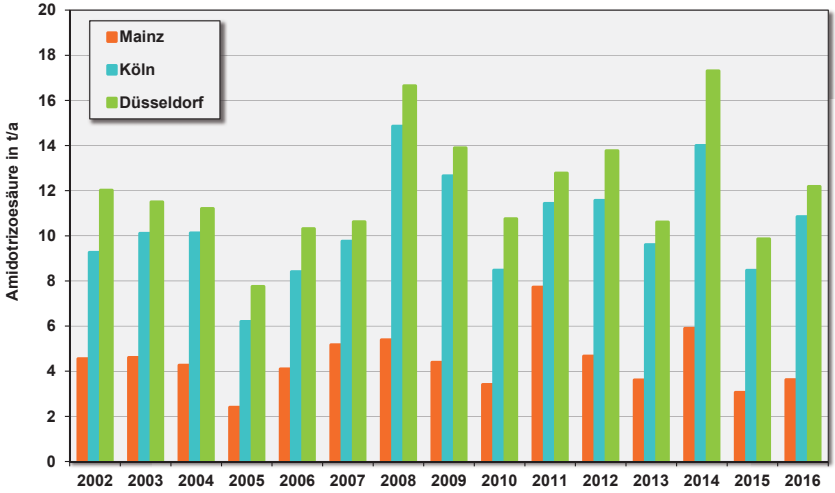

Bild 1.19: Amidotrizoesäure-Frachten im Rhein (2002 - 2016)

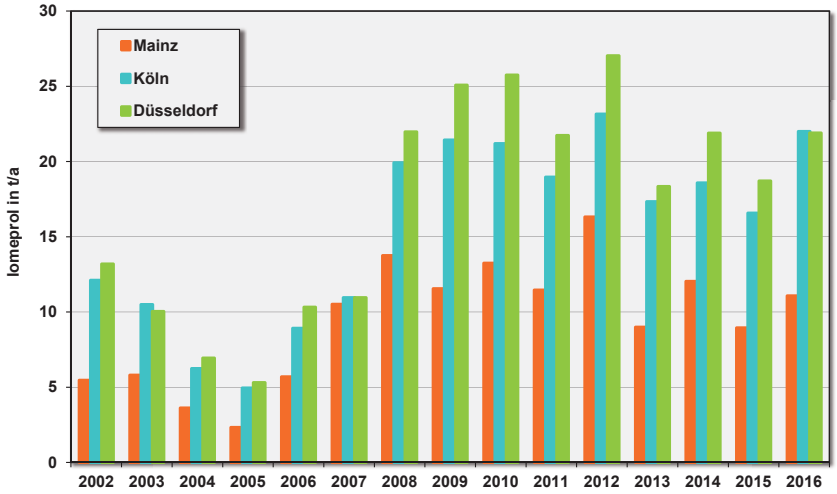

Bild 1.20: Iomeprol-Frachten im Rhein (2002 - 2016)

Für Iomeprol sind seit dem Jahr 2008 die Frachten erheblich angestiegen und liegen aktuell bei über 20 t/a am Niederrhein. In Tabelle 1.9 sind die Mittel- und Maximalwerte am Niederrhein und am Main bei Frankfurt für das Jahr 2016 zusammengestellt. Der Zielwert des ERM wird von allen Verbindungen an allen Stellen deutlich überschritten. Am Main liegen die beobachteten Konzentrationen erheblich höher.

Tabelle 1.9: Mittel- und Maximalwerte der RKM-Konzentrationen in Mittel-, Niederrhein und Main (2016) - Angaben in µg/L

Parameter	Mainz		Köln		Düsseldorf		Frankfurt	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Amidotrizoesäure	0,08	0,15	0,16	0,34	0,19	0,40	0,39	0,72
Iohexol	0,06	0,13	0,11	0,18	0,14	0,34	0,16	0,29
Iomeprol	0,23	0,39	0,30	0,52	0,29	0,51	0,30	0,88
Iopamidol	0,21	0,37	0,24	0,50	0,28	0,60	0,36	0,69
Iopromid	0,12	0,21	0,13	0,19	0,15	0,31	0,25	0,49
ERM-Zielwert: 0,1 µg/L								

Per- und polyfluorierte Verbindungen (PFC)

Die Bilder 1.21 und 1.22 belegen, dass die Konzentrationen von **PFBA (Perfluorbutanoat)** und **PFBS (Perfluorbutansulfonat)** am Niederrhein seit Beginn der Untersuchungen im Jahr 2008 bzw. 2007 deutlich zurückgegangen sind und sich auf niedrigem Niveau stabilisiert haben. Dies kann als Ergebnis der Interventionen der ARW in Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden in NRW angesehen werden.

PFOS (Tabelle 1.10) ist als prioritäre Substanz gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie eingestuft und mit einer sehr niedrigen Umweltqualitätsnorm (UQN) von 0,65 ng/L (Jahresdurchschnittswert) belegt. Diese UQN wird im gesamten Rheineinzugsgebiet überschritten und dürfte auch in den nächsten Jahren nicht eingehalten werden können.

Tabelle 1.10: Mittel- und Maximalwerte der PFOS-Konzentrationen in Rhein und Main (2014 - 2016) - Angaben in µg/L

	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Basel	0,004	0,008	0,003	0,007	0,003	0,005
Karlsruhe	0,007	0,008	0,005	0,010	0,005	0,006
Mainz	0,006	0,010	0,005	0,008	0,004	0,008
Köln	0,006	0,010	0,005	0,008	0,004	0,006
Düsseldorf	0,006	0,009	0,005	0,008	0,004	0,006
Frankfurt/Main	0,003	0,004	0,004	0,005	0,003	0,004
ERM-Zielwert: 0,1 µg/L						

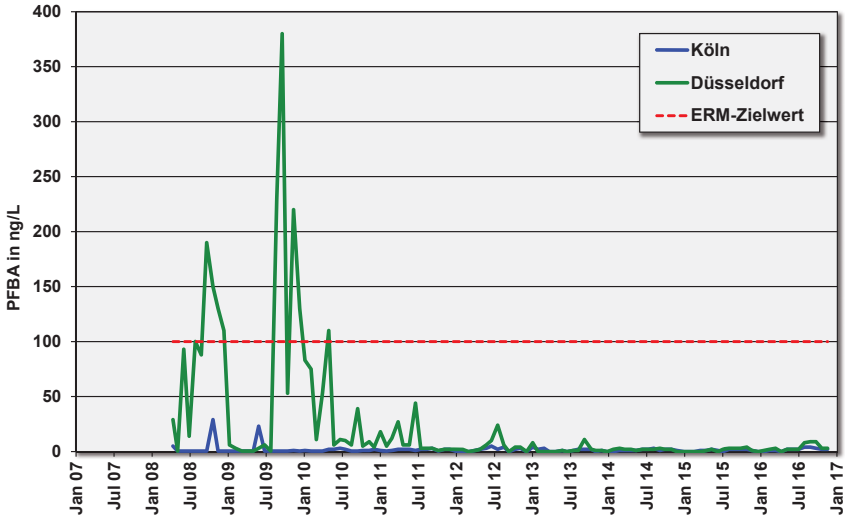

Bild 1.21: PFBA-Konzentrationen im Rhein (2007 - 2016)

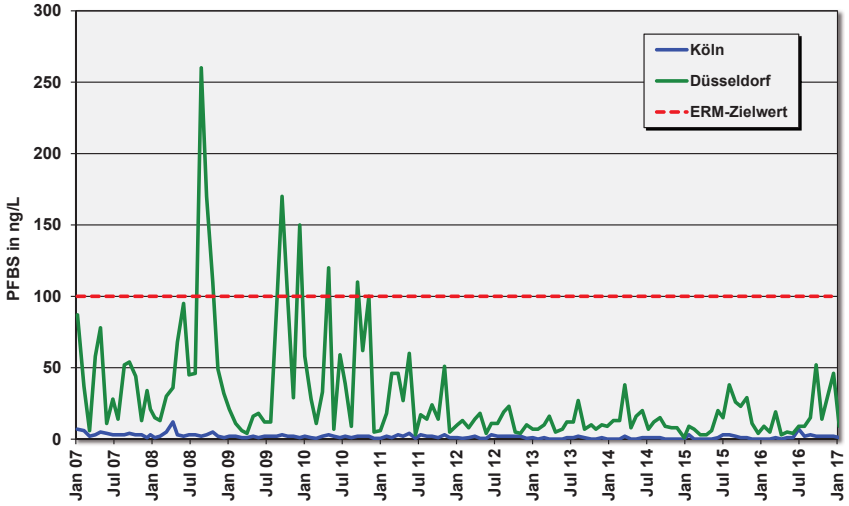

Bild 1.22: PFBS-Konzentrationen im Rhein (2007 - 2016)

Benzotriazole

Benzotriazole finden als Korrosionsinhibitoren einen weitverbreiteten Einsatz und sind großräumig in Fließgewässern nachweisbar. Als Maximalwert wurde ein ERM-Zielwert von 0,1 µg/L festgelegt.

Am Beispiel von **1-H-Benzotriazol** an der ARW-Messstelle in Düsseldorf (Bild 1.23) wird deutlich, dass der ERM-Zielwert durchweg überschritten wird (Tabelle 1.11). Für die beiden Isomere **4- und 5-Methylbenzotriazol** steigen die Konzentrationen im Rheineinzugsgebiet ebenfalls an, da die Einträge überwiegend über kommunale und industrielle Einleitungen erfolgen.

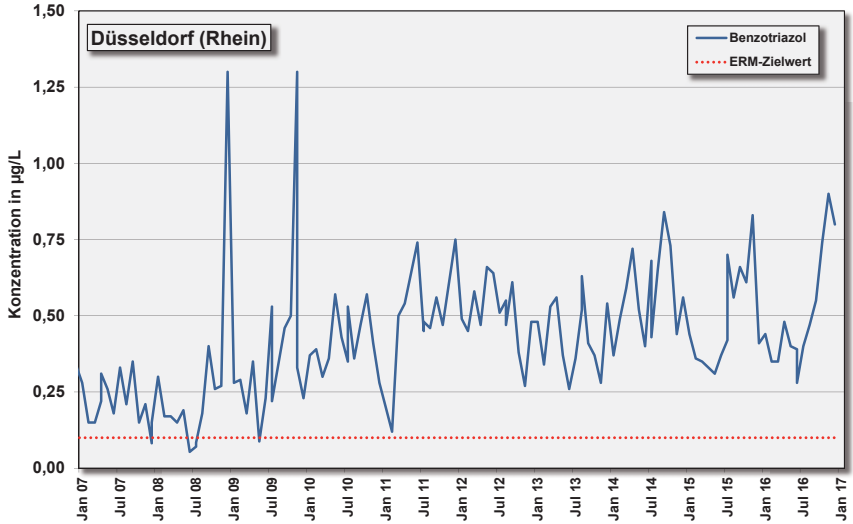

Bild 1.23: 1-H-Benzotriazol-Konzentrationen im Rhein bei Düsseldorf (2007 - 2016)

Tabelle 1.11: Mittel- und Maximalwerte der Konzentrationen von Benzotriazolen im Rhein und Main (2016) - Angaben in µg/L

	1-H-Benzotriazol		4-Methylbenzotriazol		5-Methylbenzotriazol	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Basel	0,17	0,27	0,05	0,08	0,03	0,05
Karlsruhe	0,21	0,29	0,06	0,09	0,04	0,06
Mainz	0,32	0,50	0,16	0,32	0,06	0,09
Köln	0,51	0,86	0,27	0,50	0,11	0,22
Düsseldorf	0,50	0,90	0,23	0,43	0,10	0,17
Frankfurt/Main	0,85	1,3	0,26	0,42	0,11	0,17
ERM-Zielwert: 0,1 µg/L (vor 2014: 1 µg/L)						

Künstliche Süßstoffe

Künstliche Süßstoffe sind als Lebensmittelzusatzstoffe gelistet und wegen ihrer geringen Humantoxizität mit einem ERM-Zielwert von 1 µg/L belegt. In Tabelle 1.12 sind die Mittel- und Maximalwerte von **Acesulfam** aufgeführt. Diese nehmen wie erwartet im Längsprofil des Rheins stetig zu. Im Main mit höheren Abwasseranteilen liegen die Konzentrationen über denen des Rheins. Die Konzentrationen von Acesulfam sind in den letzten Jahren im Mittel- und Niederrhein deutlich zurückgegangen (Bild 1.24). Dies überrascht, da in den letzten Jahren z.B. Getränke mit Süßstoffen stärker am Markt vertreten sind. Gleichzeitig steigen die Gehalte von **Sucralose** leicht an, jedoch nicht in gleichem Maße wie der beobachtete Rückgang an Acesulfam. Vermutet wird, dass dies durch die etwa dreifach größere Süßkraft von Sucralose gegenüber Acesulfam sowie dem Einsatz neuer Süßstoffe erklärbar ist.

Tabelle 1.12: Mittel- und Maximalwerte von Acesulfam in Rhein und Main (2014 - 2016) - Angaben in µg/L

	2014		2015		2016	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Basel	0,45	0,76	0,34	0,58	0,26	0,45
Karlsruhe	0,49	0,78	0,37	0,66	0,30	0,45
Mainz	0,65	1,1	0,45	0,90	0,35	0,58
Köln	0,86	1,5	0,53	0,76	0,41	0,56
Düsseldorf	0,92	1,6	0,57	0,85	0,43	0,61
Frankfurt/Main	1,5	2,6	1,0	1,7	0,6	1,0
ERM-Zielwert: 1 µg/L						

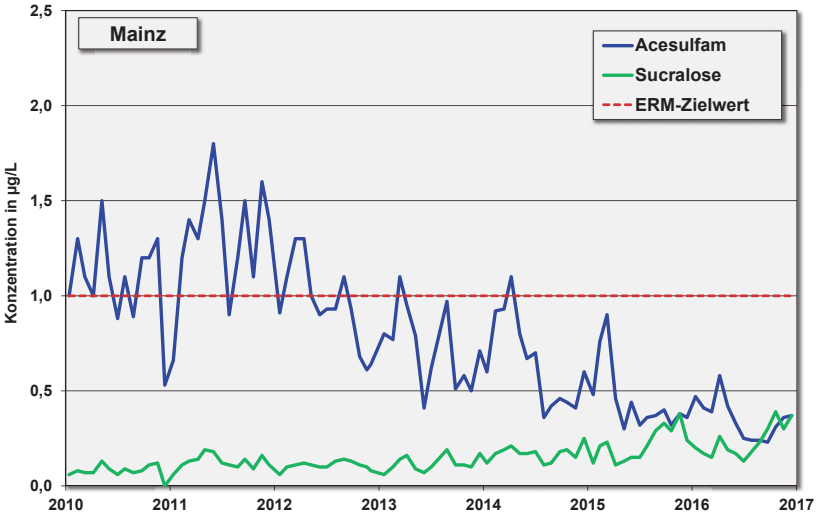

Bild 1.24: Acesulfam- und Sucralose-Konzentrationen im Rhein bei Mainz (2010 - 2016)

Neue organische Spurenstoffe

Im Untersuchungsjahr 2016 wurden wiederum erhöhte Konzentrationen von **Melamin** und **1,4-Dioxan** gefunden. Beide Stoffe werden sowohl aus Industrieklär-anlagen als auch aus kommunalen Kläranlagen in die Gewässer eingetragen. Das Qualitätsziel für das als trinkwasserrelevant eingestufte 1,4-Dioxan liegt bei 0,1 µg/L; für Melamin wurde der Zielwert auf 1 µg/L festgelegt. In den Tabellen 1.13 und 1.14 sind aktuelle Daten von Melamin und 1,4-Dioxan zusammengestellt. Ergänzend sind in Bild 1.25 und 1.26 die Melamin- und 1,4-Dioxan-Konzentrationen im Niederrhein dargestellt. Für beide Stoffe konnten in 2016 Überschreitungen der Anforderungen des ERM festgestellt werden.

Tabelle 1.13: Mittel- und Maximalwerte der Konzentrationen von Melamin im Rheineinzugsgebiet (2014 - 2016) - Angaben in µg/L

	2014		2015		2016	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Felsenau (Aare)	0,18	0,29	0,19	0,25	0,14	0,21
Basel-Birsfelden	0,27	0,86	0,24	0,35	0,17	0,21
Karlsruhe	0,25	0,49	0,39	0,61	0,28	0,44
Mainz	0,88	1,4	1,3	2,3	0,83	1,6
Köln	0,96	1,9	1,2	2,5	1,1	2,1
Düsseldorf	1,1	1,8	1,2	2,2	1,0	2,1
Frankfurt/Main	1,4	2,5	1,6	2,8	1,4	3,1
ERM-Zielwert 1 µg/L						

Tabelle 1.14: Mittel- und Maximalwerte der Konzentrationen von 1,4-Dioxan im Rheineinzugsgebiet (2014 - 2016) - Angaben in µg/L

	2014		2015		2016	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Felsenau (Aare)	-	-	-	-	0,04	0,05
Basel-Birsfelden	-	-	-	-	0,18	0,47
Karlsruhe	-	-	-	-	0,15	0,34
Mainz	-	-	-	-	0,67	1,1
Köln	0,75	1,7	0,61	1,0	0,67	1,7
Düsseldorf	0,85	1,9	0,62	1,0	0,59	1,1
Frankfurt/Main	-	-	-	-	0,54	0,86
ERM-Zielwert 0,1 µg/L						

Die Mitte 2015 entdeckte Belastung des Niederrheins mit Pyrazol mit einer Menge von damals ca. 1 t/d konnte durch die Firma deutlich zurückgenommen werden. Eine endgültige und anlagentechnische Lösung wird bis Mitte 2018 erwartet. In Bild 1.27 sind die Pyrazol-Konzentrationen an den Hauptmessstellen der ARW dargestellt. Erwartungsgemäß liegen die Konzentrationen stromab höher und schwanken in Düsseldorf im Bereich zwischen ca. 1 und 1,5 µg/L. Auffallend sind die Konzentrationen in Mainz, die erheblich über den bei Köln nachgewiesenen Werten liegen, was auf eine weitere und vermutlich kleinere Eintragsquelle oberhalb der Messstelle hindeutet. Einen nennenswerten Beitrag des Mains gibt es nicht; hier liegen die Untersuchungsergebnisse alle unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/L.

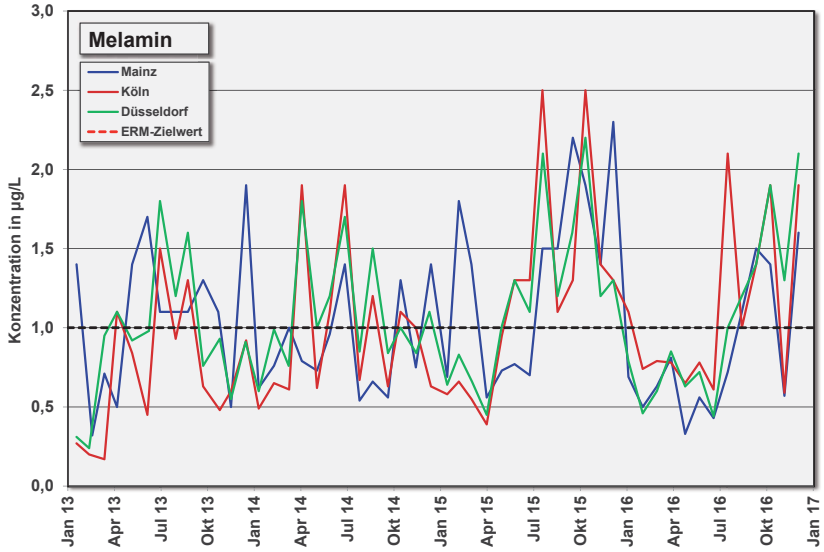

Bild 1.25: Melamin-Konzentrationen im Rhein (2013 - 2016)

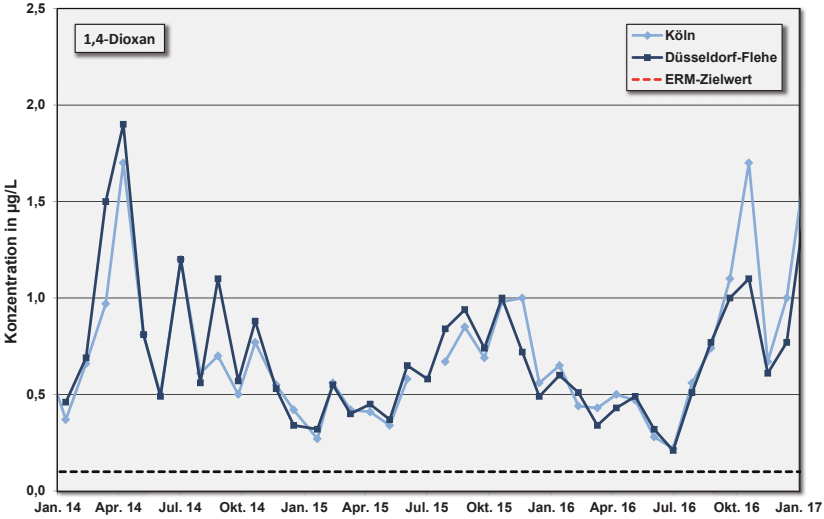

Bild 1.26: 1,4-Dioxan-Konzentrationen im Rhein (2014 - 2016)

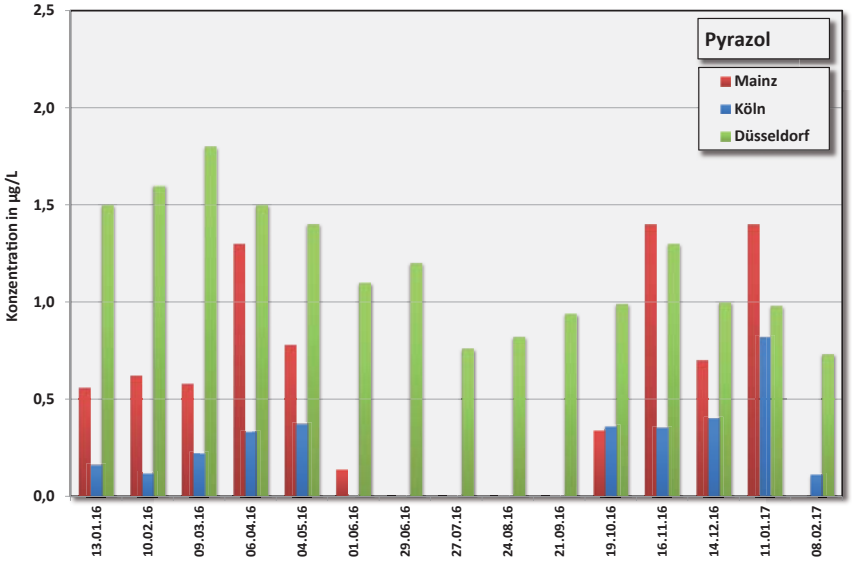

Bild 1.27: Pyrazol-Konzentrationen im Rhein (2016/2017)

1.6 Vergleich mit dem Qualitätszielen des Europäischen Fließgewässermemorandums (ERM)

Aufgabe der Arbeitsgemeinschaften der Wasserwerke ist es, die laufenden Untersuchungsergebnisse auf die Einhaltung der ERM-Zielwerte hin zu überprüfen. In den Tabellen 1.15 bis 1.17 sind die Maximalwerte von allgemeinen Kenngrößen, anorganischen und organischen Parametern für die Messstellen Mainz, Köln und Düsseldorf aufgeführt. Überschreitungen der ERM-Zielwerte werden in den Tabellen rot markiert. Bei den allgemeinen Kenngrößen und anorganischen Stoffen konnte nur in Düsseldorf für Sauerstoff eine geringfügige Unterschreitung des Mindestgehaltes festgestellt werden. Bei den summarischen organischen Parametern DOC und TOC werden die Zielwerte von 3 bzw. 4 mg/L zum Teil mehrfach überschritten. Die entsprechenden Befunde sind Proben hoher Wasserführung zuzuordnen und dürften mit Einträgen aus Abschwemmungen (z.B. nach Niederschlagsereignissen) in Zusammenhang stehen.

Die Maximalwerte der Befunde organischer Spurenstoffe für das Jahr 2016 an den Messstellen Mainz, Köln und Düsseldorf sind in den Tabellen 1.18 bis 1.20 zusammengestellt. Hier überschreiten eine Vielzahl von Einzelstoffen die Zielwerte von 0,1 bzw. 1 µg/L. Dies gilt beispielsweise für verschiedene pharmazeutische Wirkstoffe (Tabelle 1.9).

Für Metformin (Antidiabetikum bei Diabetis Mellitus Typ 2) wird der ERM-Zielwert von 0,1 µg/L um ein Vielfaches überschritten. Mit bis zu 2,3 µg/L wesentlich höher liegen die Maximalkonzentrationen des Abbauproduktes Guanylharnstoff. Eine durchgängige Überschreitung der ERM-Zielwerte teilweise um mehr als das Fünffache des ERM-Zielwertes wurde auch für iodierte Röntgenkontrastmittel festgestellt.

Bei den Industriechemikalien (Tabelle 1.20) liegen für synthetische Komplexbildner und Benzotriazole die Maximalwerte in 2016 über den Anforderungen der IAWR. Ebenso überschreiten Melamin (Grundstoff für Harze, Leime, Schäume) und 1,4-Dioxan (inertes Lösungsmittel) die ERM-Zielwerte zum Teil erheblich.

Als Fazit ist festzuhalten, dass für die üblichen Qualitätsparameter (allgemeine, anorganische und summarische organische Parameter) die Anforderungen weitgehend eingehalten sind und nur kurzfristige Überschreitungen festgestellt werden konnten. Für viele organische Spurenstoffe besteht weiterer Handlungsbedarf bezüglich einer erheblichen Reduzierung.

Tabelle 1.15: Vergleich der ERM-Zielwerte mit den Maximalwerten der Messstelle Mainz (2014 – 2016)

Qualitätsanforderung (Maximalwert)			2014	2015	2016
ALLGEMEINE KENNGRÖSSEN					
Temperatur	°C	25	22,3	25,7	24,0
Sauerstoffgehalt (Minimum)	mg/L	> 8	7,9	7,4	8,2
Elektrische Leitfähigkeit	mS/m	70	49	47	51
pH-Wert	-	7 - 9	7,2 - 8,3	7,9 - 8,4	7,7 - 8,2
ANORGANISCHE STOFFE (GELÖST)					
Chlorid	mg/L	100	41	48	41
Sulfat	mg/L	100	54	57	58
Nitrat	mg/L	25	12,7	18,3	10,9
Ammonium	mg/L	0,3	0,17	0,08	0,10
ORGANISCHE STOFFE					
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	mg/L	3	2,3	2,6	3,3
Gesamter organischer Kohlenstoff TOC	mg/L	4	2,4	2,7	4,8
Spektraler Absorptionskoeffizient (SAK 254 nm)	1/m	10	7,6	7,5	10
Adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX)	µg/L	25	15	13	12
Adsorbierbare organische Schwefelverbindungen (AOS)	µg/L	80	53	61	57

Tabelle 1.16: Vergleich der ERM-Zielwerte mit den Maximalwerten der Messstelle Köln (2014 – 2016)

Qualitätsanforderung (Maximalwert)			2014	2015	2016
ALLGEMEINE KENNGRÖSSEN					
Temperatur	°C	25	22	24	23
Sauerstoffgehalt (Minimum)	mg/L	> 8	8,0	7,6	8,4
Elektrische Leitfähigkeit	mS/m	70	69	75	71
pH-Wert	-	7 - 9	7,9 - 8,4	7,9 - 8,4	7,9 - 8,1
ANORGANISCHE STOFFE (GELÖST)					
Chlorid	mg/L	100	80	56	95
Sulfat	mg/L	100	77	88	86
Nitrat	mg/L	25	15	14	15
Ammonium	mg/L	0,3	0,09	0,16	0,11
ORGANISCHE STOFFE					
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	mg/L	3	3,9	3,9	4,2
Gesamter organischer Kohlenstoff TOC	mg/L	4	4,2	4,6	6,6
Spektraler Absorptionskoeffizient (SAK 254 nm)	1/m	10	7,6	8,4	10,7
Adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX)	µg/L	25	19	18	12
Adsorbierbare organische Schwefelverbindungen (AOS)	µg/L	80	66	73	65

Tabelle 1.17: Vergleich der ERM-Zielwerte mit den Maximalwerten der Messstelle Düsseldorf (2014 – 2016)

Qualitätsanforderung (Maximalwert)			2014	2015	2016
ALLGEMEINE KENNGRÖSSEN					
Temperatur	°C	25	23	24	23
Sauerstoffgehalt (Minimum)	mg/L	> 8	5,9	7,1	7,8
Elektrische Leitfähigkeit	mS/m	70	69	70	69
pH-Wert	-	7 - 9	7,9 - 8,4	7,9 - 8,3	7,8 - 8,2
ANORGANISCHE STOFFE (GELÖST)					
Chlorid	mg/L	100	75	77	78
Sulfat	mg/L	100	76	73	72
Nitrat	mg/L	25	15	14	15
Ammonium	mg/L	0,3	0,11	0,07	0,09
ORGANISCHE STOFFE					
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	mg/L	3	2,7	2,8	3,8
Gesamter organischer Kohlenstoff TOC	mg/L	4	2,7	2,8	6,9
Spektraler Absorptionskoeffizient (SAK 254 nm)	1/m	10	6,8	8,2	11,2
Adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX)	µg/L	25	21	14	13
Adsorbierbare organische Schwefelverbindungen (AOS)	µg/L	80	58	59	79

Tabelle 1.18: Vergleich der ERM-Zielwerte mit den Maximalwerten für organische Spurenstoffe: PSM und PSM-Metaboliten (2016)

Qualitätsanforderung (Maximalwert)			Mainz	Köln	Düsseldorf
PSM-WIRKSTOFFE					
Atrazin	µg/L	0,1	-	<0,05	<0,03
Bentazon	µg/L	0,1	-	<0,05	0,04
Chloridazon	µg/L	0,1	-	<0,05	<0,03
Chlortoluron	µg/L	0,1	0,02	0,02	0,02
Diuron	µg/L	0,1	<0,01	<0,01	<0,01
Isoproturon	µg/L	0,1	0,02	0,04	0,03
N,N-Dimethylsulfamid	µg/L	0,1	0,04	0,04	0,04
Desphenylchloridazon	µg/L	0,1	0,04	0,07	0,07
Chloridazon-Metabolit B1	µg/L	0,1	<0,02	<0,02	<0,02

Tabelle 1.19: Vergleich der ERM-Zielwerte mit den Maximalwerten für organische Spurenstoffe: Pharmaka und Transformationsprodukte (2016)

Qualitätsanforderung (Maximalwert)			Mainz	Köln	Düsseldorf
PHARMAZEUTISCHE WIRKSTOFFE					
Bezafibrat	µg/L	0,1	0,03	0,03	0,02
Carbamazepin	µg/L	0,1	0,06	0,09	0,08
Diclofenac	µg/L	0,1	0,10	0,14	0,17
Metoprolol	µg/L	0,1	0,08	0,09	0,14
Sotalol	µg/L	0,1	<0,01	0,02	0,03
Sulfamethoxazol	µg/L	0,1	0,03	0,05	0,06
Metformin	µg/L	0,1	0,59	0,71	0,94
Guanylharnstoff	µg/L	0,1	1,4	1,9	2,3
Gabapentin	µg/L	0,1	0,15	0,24	0,30
Lamotrigin	µg/L	0,1	0,04	0,24	0,06
Hydrochlorothiazid	µg/L	0,1	0,10	0,13	0,22
10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin	µg/L	0,1	0,07	0,13	0,13
N-Acetyl-Sulfamethoxazol	µg/L	0,1	<0,01	0,02	0,01

Qualitätsanforderung (Maximalwert)			Mainz	Köln	Düsseldorf
N-Acetyl-4-aminoantipytrin (AAA)	µg/L	0,1	0,15	0,18	0,25
N-Formyl-4-aminoantipytrin (FAA)	µg/L	0,1	0,14	0,22	0,28
IODIERTE RÖNTGENKONTRASTMITTEL					
Amidotrizoesäure	µg/L	0,1	0,15	0,34	0,40
Iohexol	µg/L	0,1	0,13	0,18	0,34
Iomeprol	µg/L	0,1	0,39	0,52	0,51
Iopamidol	µg/L	0,1	0,37	0,50	0,60
Iopromid	µg/L	0,1	0,21	0,19	0,31

Tabelle 1.20: Vergleich der ERM-Zielwerte mit den Maximalwerten für organische Spurenstoffe: Industriechemikalien (2016)

Qualitätsanforderung (Maximalwert)			Mainz	Köln	Düsseldorf
KOMPLEXBILDNER					
Nitrilotriacetat	µg/L	1	2,2	1,1	1,4
Ethylendinitrilotetraacetat	µg/L	1	5,3	10	7,6
Diethylentrinitrilopentaacetat	µg/L	1	<1	1,6	1,1
PERFLUORIERTE VERBINDUNGEN					
Perfluorbutanoat (PFBA)	µg/L	0,1	0,003	0,004	0,009
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/L	0,1	0,005	0,005	0,004
Perfluoroctanoat (PFOA)	µg/L	0,1	0,006	0,007	0,052
Perfluoroctansulfonat (PFOS)	µg/L	0,1	0,008	0,006	0,006
BENZOTRIAZOLE					
1-H-Benzotriazol	µg/L	0,1	0,50	0,86	0,90
4-Methylbenzotriazol	µg/L	0,1	0,32	0,50	0,43
5-Methylbenzotriazol	µg/L	0,1	0,09	0,22	0,17
KÜNSTLICHE SÜßSTOFFE					
Acesulfam	µg/L	1	0,58	0,56	0,61
Cyclamat	µg/L	1	0,19	0,19	0,22
Saccharin	µg/L	1	0,10	0,12	0,17
Sucralose	µg/L	1	0,39	0,66	0,69

Qualitätsanforderung (Maximalwert)			Mainz	Köln	Düsseldorf
NITROSAMINE					
NDMA	µg/L	0,01	0,002	0,002	0,002
NMOR	µg/L	0,01	<0,001	0,002	0,009
INDUSTRIECHEMIKALIEN					
Melamin	µg/L	1	1,6	2,1	2,1
1,4-Dioxan	µg/L	0,1	1,1	1,7	1,1

1.7 Mikrobiologische Untersuchungen

Seit einigen Jahren werden im Rahmen des ARW-Untersuchungsprogramms mikrobiologische Untersuchungen auf die Parameter Koloniezahl, coliforme Bakterien, E. coli und Enterokokken sowie an einzelnen Entnahmestellen zusätzlich auf somatische Coliphagen und Clostridium perfringens durchgeführt. Diese Untersuchungen sind ebenfalls über die IAWR für das gesamte Rheineinzugsgebiet koordiniert.

Die Bilder 1.28 bis 1.30 zeigen die aus den Messdaten ermittelten Wassergüteklassen, deren Einstufung nach dem Verfahren von POPP erfolgt. Die Befunde werden dabei anhand der 80-Perzentile (im Fall der Koloniezahl zusätzlich anhand der 50-Perzentile) in eine der insgesamt sieben hygienisch-bakteriologischen Belastungsstufen eingestuft. Güteklasse 1 stellt dabei die beste, Güteklasse 7 die schlechteste Gewässerbeschaffenheit dar. Für die Parameter Koloniezahl (Bild 1.28), Gesamtcoliforme (Bild 1.29) und Fäkalcoliforme (E. coli, Bild 1.30) wird im Bearbeitungsgebiet der ARW überwiegend die Güteklasse fünf vergeben. Eine grundlegende Veränderung ist in den letzten Jahren nicht erkennbar.

Aus den vorliegenden Befunden geht hervor, dass Mittel- und Niederrhein die Anforderungen der EU-Badegewässerverordnung nicht erfüllen. Für die übrigen Parameter Enterokokken, somatische Coliphagen und Clostridium perfringens werden derzeit noch keine langfristigen Auswertungen vorgenommen, da die Anzahl der Messwerte noch zu gering ist.

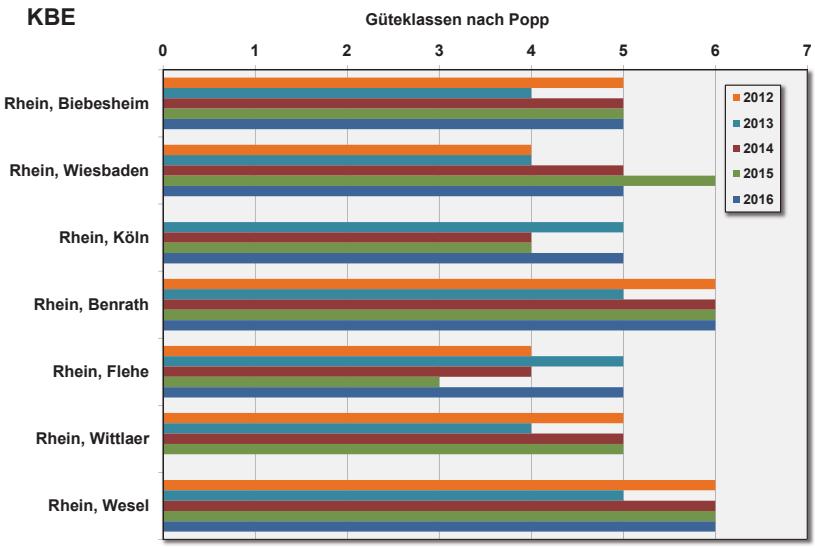

Bild 1.28: Koloniezahl-Güteklassen nach POPP (2012 – 2016)

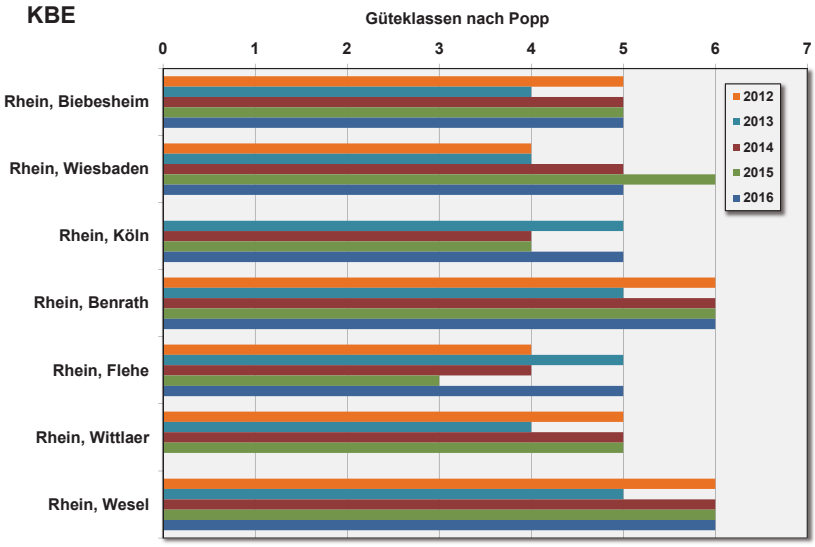

Bild 1.29: Coliforme Bakterien (Gesamtcoliforme)-Güteklassen nach POPP (2012 – 2016)

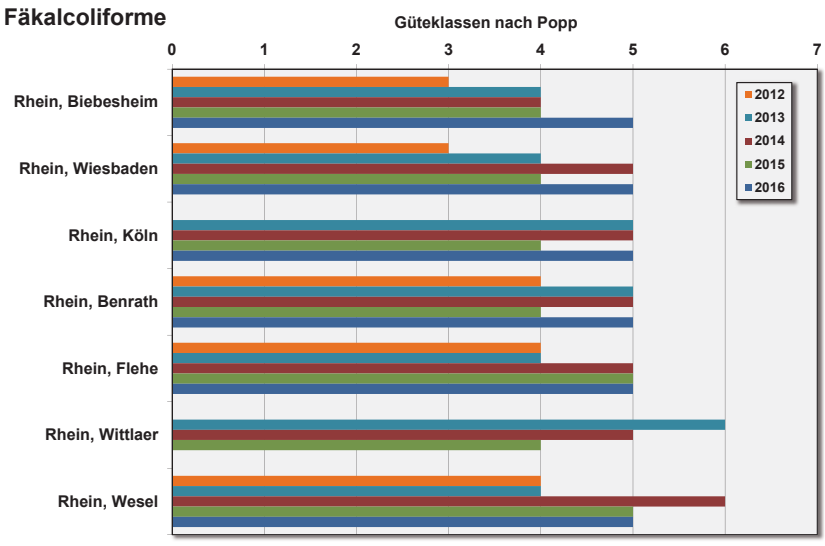

Bild 1.30: E. coli (Fäkalcoliforme)-Güteklassen nach POPP (2012 – 2016)