

1

WESENTLICHE ERGEBNISSE AUS DEM ARW-UNTERSUCHUNGSPROGRAMM 2015

Heinz-Jürgen Brauch und Michael Fleig

DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW)

Karlsruher Strasse 84

76139 Karlsruhe

Carsten K. Schmidt

Arbeitsgemeinschaft

Rhein-Wasserwerke e.V. (ARW)

Parkgürtel 24

50823 Köln

1.1 Abflüsse von Rhein und Main

Die Konzentrationen von Wasserqualitätsparametern und organischen Spurenstoffen sind in Fließgewässern häufig in gewissen Schwankungsbreiten von den spezifischen Abflüssen abhängig. Im Untersuchungsgebiet der ARW zwischen den Messstellen Biebesheim (km 463,6) und Wesel (km 814) unterscheiden sich jedoch die langjährigen Jahresmittel der Abflüsse lediglich um 30 und 40 %, so dass eine signifikante Abhängigkeit der Messwerte von der Wasserführung eher zu vernachlässigen ist. Dennoch sind die Stoffkonzentrationen in den Nebenflüssen des Rheins wie z. B. in Neckar, Main, Mosel und Ruhr in der Regel zum Teil deutlich höher, was vor allem auf die höheren Anteile von gereinigtem Abwasser in den jeweiligen Fließgewässern zurückzuführen ist. Die maßgeblichen Stoffeinträge in die Gewässer erfolgen überwiegend über industrielle und kommunale Kläranlagen sowie diffuse Einträge über oberflächliche Abschwemmungen, insbesondere nach Niederschlagsereignissen. Kurzzeitig stark ansteigende Stoffeinträge und Gewässerbelastungen sind vor allem bei Starkregenereignissen zu erwarten, wenn selbst Kläranlagen überflutet werden und nicht gereinigte Abwässer in die Oberflächengewässer gelangen können, was zunehmend durch Klimaveränderungen erfolgen kann.

Wie in Tabelle 1.1 ersichtlich ist, sind im Rheineinzugsgebiet die Jahresmittel 2015 im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten deutlich niedriger (zwischen 10 und 15 %). Vor allem im zweiten Halbjahr 2015 waren an den ARW-Messstellen Biebesheim, Köln und Bischofsheim/Main vergleichsweise niedrige Abflüsse beobachtet worden, die erst gegen Jahresende wieder angestiegen sind. In den Bildern 1.1 bis 1.3 ist dies im Vergleich mit den eingezeichneten langjährigen Monatsmitteln gut zu erkennen. An allen ARW-Messstellen wurden im ersten Halbjahr 2015 erheblich höhere Abflüsse beobachtet, was im Allgemeinen auch den langjährigen Pegelständen im Rheineinzugsgebiet entspricht.

Tabelle 1.1: Jahresmittel der Abflüsse des Rheins (2013 - 2015) im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten (Angaben in m³/s)

Wasserführung in m ³ /s	Langjähriger Mittelwert	Mittelwert 2013	Mittelwert 2014	Mittelwert 2015
Basel	1035 (1931 - 2007)	1990 (+15 %)	1030 (-1 %)	940 (-9 %)
Karlsruhe	1250 (1931 - 2012)	1450 (+16 %)	1210 (-3 %)	1130 (-10 %)
Mainz	1610 (1931 - 2012)	1940 (+21 %)	1540 (-4 %)	1450 (-10 %)
Koblenz	1710 (1936 - 2012)	2050 (+19 %)	1600 (-6 %)	1500 (-13 %)
Köln	2100 (1931 - 2012)	2490 (+18 %)	1910 (-9 %)	1820 (-13 %)
Düsseldorf	2140 (1931 - 2012)	2530 (+18 %)	1920 (-11 %)	1830 (-14 %)
Wesel	2300 (1951 - 2012)	2600 (+12 %)	2030 (-12 %)	1960 (-15 %)

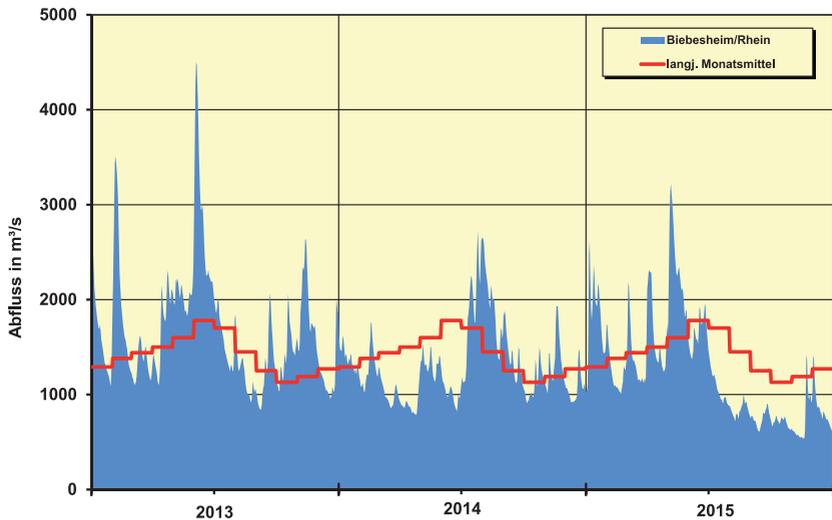


Bild 1.1: Abflussganglinien an der Messstelle Biebesheim/Rhein (2013 - 2015)

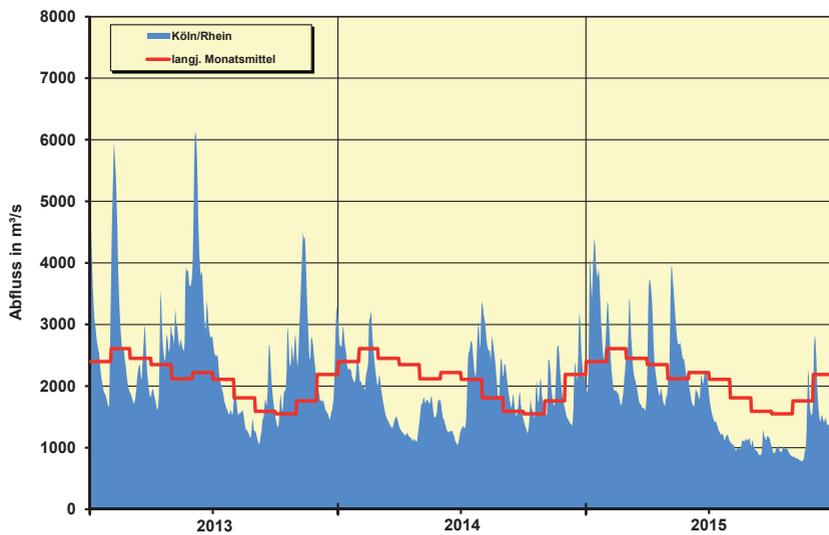


Bild 1.2: Abflussganglinien an der Messstelle Köln/Rhein (2013 - 2015)

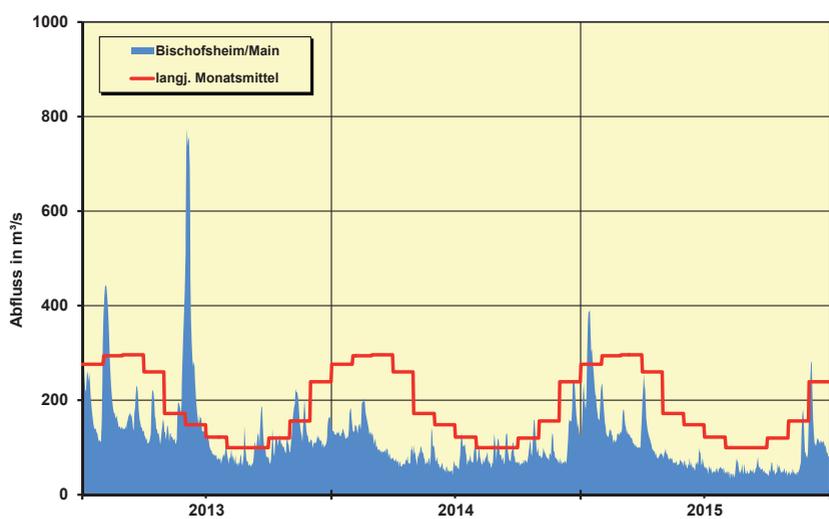


Bild 1.3: Abflussganglinien an der Messstelle Bischofsheim/Main (2013 - 2015)

1.2 Allgemeine und anorganische Messgrößen

Wie den Messdaten im Tabellenanhang zu entnehmen ist, wurden im Berichtsjahr 2015 die Zielwerte des Europäischen Fließgewässermemorandums (ERM) für **Wassertemperatur**, **Sauerstoffgehalt** (Minimum), **elektrische Leitfähigkeit** und **pH-Wert** nur in Einzelfällen über- bzw. unterschritten. Dabei unterliegen die Temperaturen des Rheinwassers und die von der Wassertemperatur abhängigen Sauerstoffgehalte typischen jahreszeitlichen Schwankungen. Die Zahlenwerte der elektrischen Leitfähigkeit hängen primär von den Konzentrationen der gelösten Ionen ab, wobei vor allem die Chlorid-Gehalte bestimmend sind. Im Allgemeinen ist daher eine gute Korrelation zwischen den Zahlenwerten der elektrischen Leitfähigkeit und den Chlorid-Konzentrationen an den einzelnen Messstellen zu erkennen. In Bild 1.4 sind die **Chlorid**-Konzentrationen an den Messstellen Mainz, Köln und Düsseldorf im Zeitraum 1990 - 2015 dargestellt.

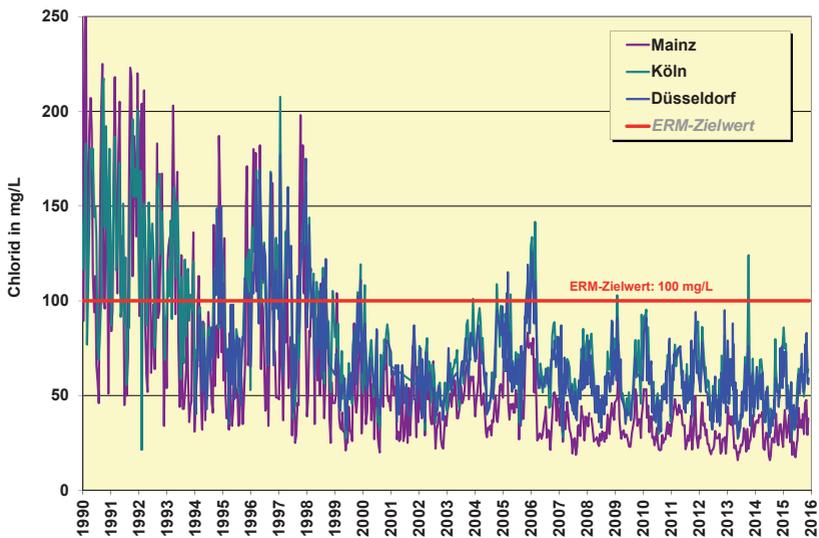


Bild 1.4: Chlorid-Konzentrationen im Mittel- und Niederrhein (1990 - 2015)

In den letzten zehn Jahren lagen die Chlorid-Gehalte in der Regel deutlich unter dem IAWR-Zielwert von 100 mg/L, wobei die Zahlenwerte im Längsprofil deutlich ansteigen. An der Messstelle Wesel (km 814) werden die höchsten Chlorid-

Konzentrationen gemessen, was unter anderem auf die stark abwasserbelastete Emscher zurückzuführen ist.

Ergänzend sind in Bild 1.5 die Chlorid-Frachten vom Oberrhein bis zum Niederrhein dargestellt. Deutlich erkennbar ist der seit Jahren signifikante Anstieg der Chlorid-Frachten zwischen den Probenahmestellen Koblenz und Köln, der auf vergleichsweise hohe Chlorid-Einträge über die Mosel zurückzuführen ist (hauptsächlich aus Frankreich). Im Bereich des Niederrheins unterhalb von Köln erfolgen bekanntlich seit vielen Jahren erhebliche Chlorid-Einträge aus den Grubenwässern des nordrhein-westfälischen Bergbaureviere.

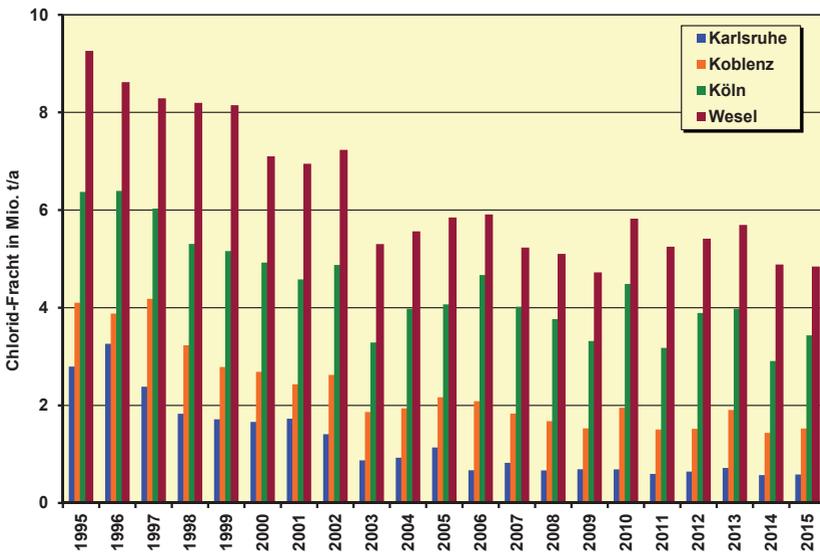


Bild 1.5: Chlorid-Frachten im Rhein (1995 - 2015)

Aufgrund der vergleichsweise hohen Abflüsse des Rheins liegen die **Nitrat-** und **Sulfat-**Konzentrationen im Mittel- und Niederrhein relativ niedrig. Beispielsweise wurden für das Kalenderjahr 2015 Mittelwerte von Nitrat von 7,3 mg/L (Messstelle Biebesheim) bis 10,1 mg/L (Messstelle Wesel) ermittelt. Im Untermain lagen die gemittelten Nitrat-Gehalte deutlich höher (Tabelle 1.2). Die entsprechenden Mittel- und Maximalwerte der Sulfat-Konzentrationen sind in Tabelle 1.3 zusammengestellt. Auch für Sulfat wurden erheblich höhere Zahlenwerte im Main festgestellt.

Tabelle 1.2: Mittel- und Maximalwerte der Nitrat-Konzentrationen (2013 - 2015) - Angaben in mg/L

Messstelle	2013		2014		2015	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Biebesheim	8,7	11,7	8,1	11,8	7,3	10,3
Mainz	8,4	12,3	8,0	12,7	8,0	18,3
Wiesbaden	8,6	11,6	8,2	12,3	7,7	10,8
Koblenz	10,4	14,1	9,3	12,2	8,9	13,0
Köln	11,4	15,4	10,8	15,2	10,2	14,4
Benrath	11,0	17,2	10,2	16,2	9,9	15,0
Düsseldorf-Flehe	10,8	16,5	10,0	14,6	9,9	14,4
Wittlaer	11,6	17,0	9,3	14,6	9,4	14,5
Wesel	10,5	14,6	9,8	14,4	10,1	14,7
Frankfurt/Main	18,7	24,2	17,2	22,5	15,2	22,2
Mainz-Kastel/Mainfahne	18,3	31,8	15,8	25,7	14,3	22,8
ERM-Zielwert: 25 mg/L						

Tabelle 1.3: Mittel- und Maximalwerte der Sulfat-Konzentrationen (2013 - 2015) - Angaben in mg/L

Messstelle	2013		2014		2015	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Biebesheim	39	57	40	53	41	59
Mainz	37	56	40	54	41	57
Wiesbaden	39	53	40	52	42	64
Koblenz	42	64	45	69	44	58
Köln	51	78	55	77	56	88
Benrath	52	74	56	79	57	81
Düsseldorf-Flehe	49	65	49	76	50	73
Wittlaer	50	67	53	83	52	67
Wesel	53	69	56	75	56	78
Frankfurt/Main	82	108	91	116	84	102
Mainz-Kastel/Mainfahne	69	116	75	100	67	97
ERM-Zielwert: 100 mg/L						

Auch die Nitrat-Konzentrationen (Bild 1.6) weisen in Oberflächengewässern einen typischen saisonalen Verlauf mit höheren Gehalten in den Wintermonaten auf, da der Nitrat-Abbau in Kläranlagen und in Gewässern maßgeblich von der Wassertemperatur abhängig ist.

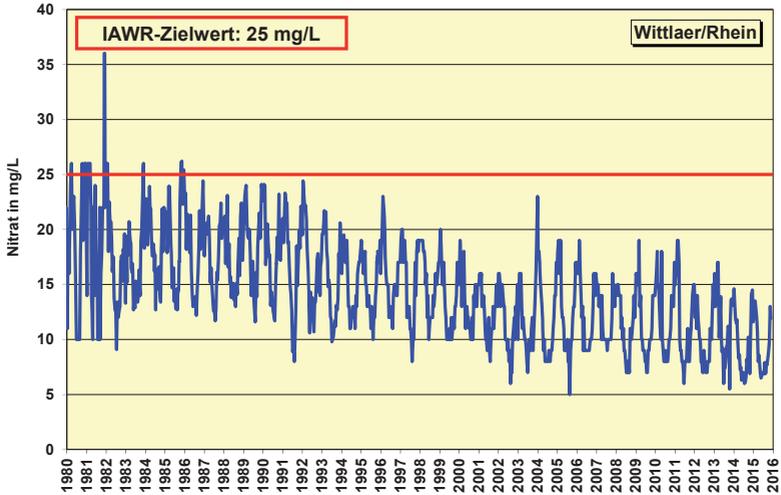


Bild 1.6: Nitrat-Konzentrationen an der Messstelle Wittlaer (1980 - 2015)

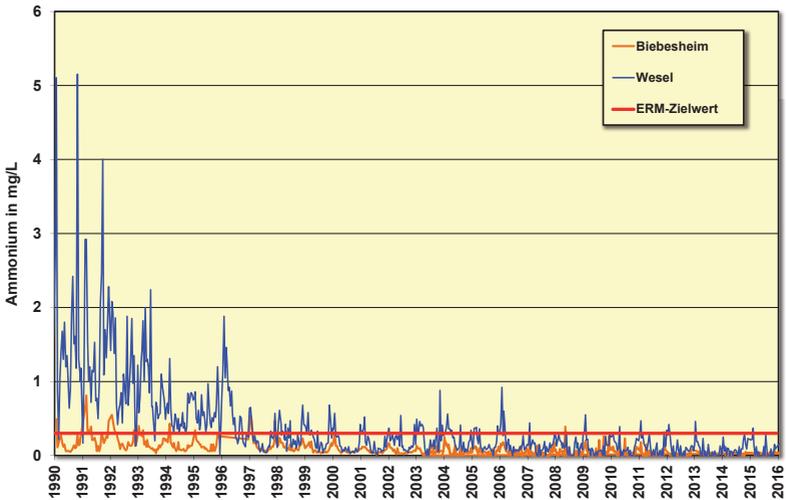


Bild 1.7: Ammonium-Konzentrationen im Mittel- und Niederrhein (1990 - 2015)

Wie aus Bild 1.7 hervorgeht, lagen die **Ammonium**-Gehalte mit Ausnahme der Messstelle Wesel zum Teil deutlich unterhalb des ERM-Zielwertes von 0,3 mg/L. Auch für Ammonium gilt, dass bei niedrigen Wassertemperaturen höhere Gehalte resultieren. Wegen der allgemein sehr niedrigen NH_4^+ -Konzentrationen im Untersuchungsgebiet der ARW spielt Ammonium heute im Gegensatz zu den 80er und 90er Jahre des vergangenen Jahrhunderts keine wesentliche Rolle für die Sauerstoffversorgung des Rheins und ist daher ohne Einfluss auf die Wasserbeschaffenheit.

Die **Bromid**-Konzentrationen im Rhein liegen zwischen 30 und 200 $\mu\text{g/L}$ und schwanken unerwartet stark (Bild 1.8). Eine nachvollziehbare Ursache ist nicht bekannt. Da die entsprechenden Chlorid-Gehalte weniger streuen, kann vermutet werden, dass vor allem anthropogen bedingte Bromid-Einträge dafür verantwortlich sind. Vor allem in Müll-, Kehr- und Sondermüllverbrennungsanlagen fallen häufig Rückstände mit erhöhten Bromid-Gehalten an, die aufgrund ihrer guten Wasserlöslichkeit relativ leicht in Gewässern eingetragen werden können. Zudem können auch über industrielle und kommunale Kläranlagen unregelmäßige Bromid-Einträge erfolgen. Im Vergleich zu den natürlichen Hintergrundgehalten von Bromid im Rheineinzugsgebiet von etwa 10 bis 30 $\mu\text{g/L}$ erscheinen die derzeit gemessenen Bromid-Gehalte relativ hoch.

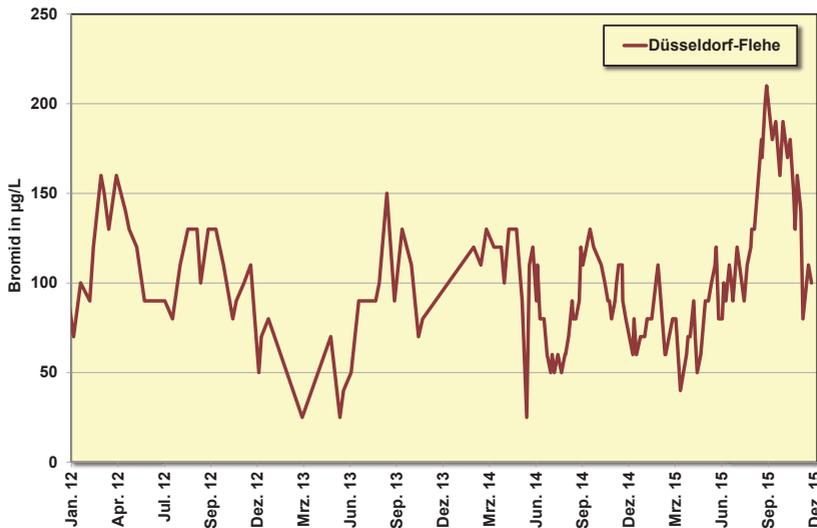


Bild 1.8: Bromid-Konzentrationen im Rhein bei Düsseldorf (2012 - 2015)

1.3 Summarische organische Messgrößen

Die summarischen organischen Messgrößen **TOC** (total organic carbon), **DOC** (dissolved organic carbon), **AOX** (adsorbierbare organische Halogenverbindungen) und **AOS** (adsorbierbare organische Schwefelverbindungen) werden häufig zur Charakterisierung der organischen Belastung von Fließgewässern herangezogen. In den letzten Jahren sind bezüglich dieser Parameter keine größeren Veränderungen mehr festzustellen. Während für die beiden Parameter TOC und DOC in den letzten Jahren häufiger Überschreitungen der ERM-Zielwerte von 4 mg/L (TOC) und 3 mg/L (DOC) auch in Mischproben festzustellen waren, werden die Zielwerte für AOX von 25 µg/L und AOS von 80 µg/L am Niederrhein meist eingehalten. In den Tabellen 1.4 und 1.5 finden sich hierzu die Mittel- und Maximalwerte von TOC und DOC im Zeitraum 2013 - 2015.

In Bild 1.9 ist ersichtlich, dass die AOX-Konzentrationen an der Messstelle Wittlaer schon seit Jahren häufig zwischen 10 und 20 µg/L liegen und damit unterhalb des Zielwertes von 25 µg/L. Ähnliches gilt für den Qualitätsparameter AOS, der ebenfalls in den letzten 10 Jahren das Qualitätsziel von 80 µg/L im Rhein zum Teil deutlich unterschreitet (Bild 1.10).

Tabelle 1.4: Mittel- und Maximalwerte der TOC-Konzentrationen (2013 - 2015)
- Angaben in mg/L

Messstelle	2013		2014		2015	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Schaffhausen	1,4	1,6	1,6	1,7	1,5	2,0
Basel	1,8	2,0	2,0	2,6	2,0	2,8
Karlsruhe	2,0	2,5	2,2	3,5	2,1	2,5
Mainz	2,2	3,3	2,2	2,4	2,1	2,7
Koblenz	2,7	3,5	2,6	3,0	2,7	3,1
Köln	3,8	6,0	3,2	4,2	3,2	4,6
Düsseldorf-Flehe	2,5	3,1	2,4	2,7	2,3	2,8
Wittlaer	2,7	3,7	2,6	3,1	2,7	3,2
Frankfurt/Main	4,8	13	4,1	5,0	4,6	6,0
ERM-Zielwert: 4 mg/L						

Tabelle 1.5: Mittel- und Maximalwerte der DOC-Konzentrationen (2013 - 2015)
- Angaben in mg/L

Messstelle	2013		2014		2015	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Schaffhausen	1,3	1,5	1,5	1,6	1,3	1,8
Basel	1,7	1,9	1,8	2,0	1,7	2,2
Karlsruhe	1,8	2,3	2,0	2,7	1,8	2,0
Mainz	2,1	2,6	2,1	2,3	1,9	2,6
Koblenz	2,4	3,3	2,3	2,7	2,2	3,0
Köln	3,5	5,8	3,0	3,9	2,8	3,9
Düsseldorf-Flehe	2,4	3,1	2,3	2,7	2,1	2,8
Wittlaer	2,4	3,4	2,3	2,8	2,2	2,8
Frankfurt/Main	3,7	5,0	3,7	4,2	3,7	4,2

ERM-Zielwert: 3 mg/L

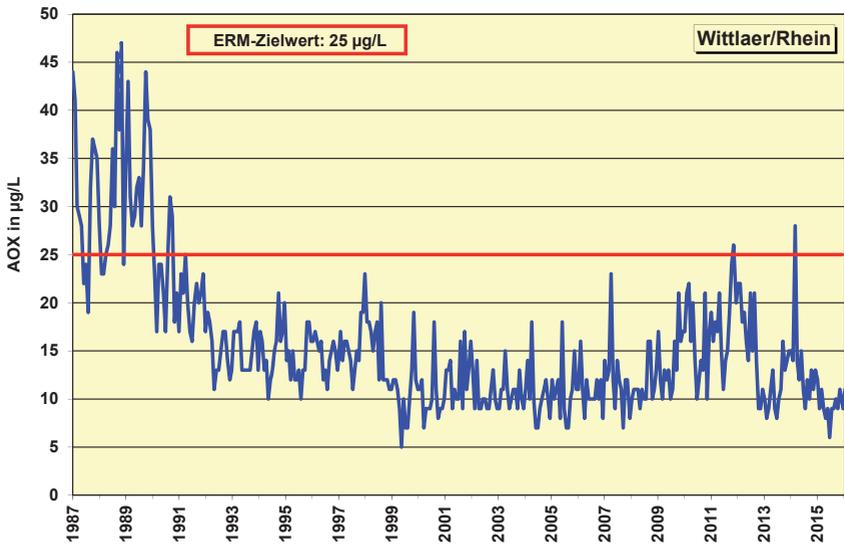


Bild 1.9: AOX-Konzentrationen im Rhein bei Wittlaer (1987 - 2015)

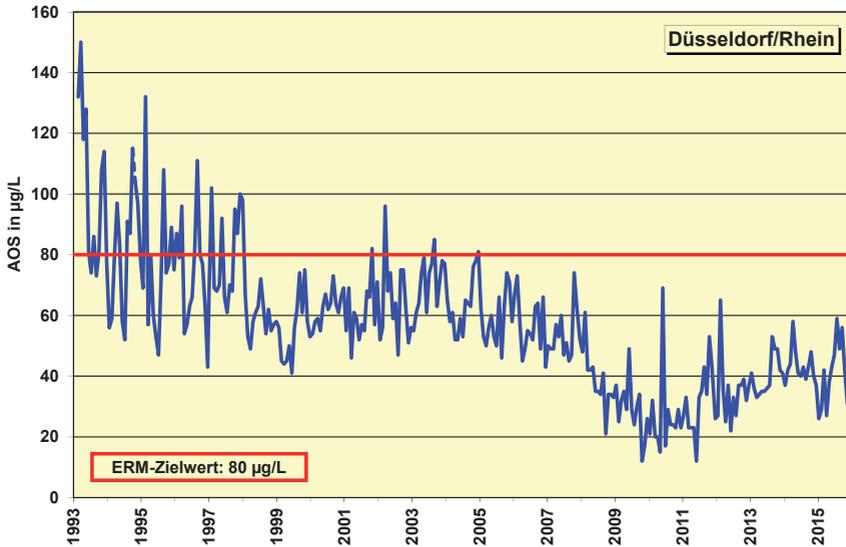


Bild 1.10: AOS-Konzentrationen im Rhein bei Düsseldorf (1993 - 2015)

Da ab dem Kalenderjahr 2016 auch die summarischen organischen Parameter in Stichproben gemessen werden, ist über den Jahresverlauf mit stärkeren Schwankungen der Messwerte zu rechnen, was jedoch nicht zu einer veränderten Beurteilung der Rheinwasserbeschaffenheit hinsichtlich dieser Parameter führen dürfte.

1.4 Organische Spurenstoffe

Synthetische organische Komplexbildner

Schon seit Jahren werden im ARW-Untersuchungsprogramm die synthetischen Komplexbildner EDTA, DTPA und NTA untersucht. Da vor allem die **EDTA**-Konzentrationen seit vielen Jahren rückläufig sind (Bild 1.11) wird der ERM-Zielwert von 1 µg/L im Rheineinzugsgebiet häufig überschritten (Tabelle 1.6). Während NTA als leicht biologisch abbaubar eingestuft wird, gilt DTPA und vor allem EDTA als mikrobiell schwer abbaubar. EDTA wird daher in den Uferfiltratwässern am Niederrhein durchweg in Konzentrationen um 1 µg/L gefunden.

Bei der Erarbeitung des Europäischen Fließgewässer-Memorandums (ERM) wurde der Zielwert für synthetische Komplexbildner auf 1 µg/L, wie für andere organische Stoffe ohne besondere Toxizität, abgesenkt.

In den Nebenflüssen des Rheins sind die Konzentrationen von EDTA, DTPA und NTA zum Teil deutlich höher, wie in Tabelle 1.6 am Beispiel der Messstellen Frankfurt/Main und Bischofsheim/Main zu erkennen ist. Die vergleichsweise hohen DTPA-Konzentrationen stammen hier aus der Einleitung eines zellstoff- und papierverarbeitenden Betriebes im bayerischen Main-Einzugsgebiet (siehe auch Kapitel 3 dieses Jahresberichts).

Tabelle 1.6: Mittel- und Maximalwerte der Konzentrationen von NTA, EDTA und DTPA (2015) - Angaben in µg/L

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

ERM-Zielwert: 1 µg/L

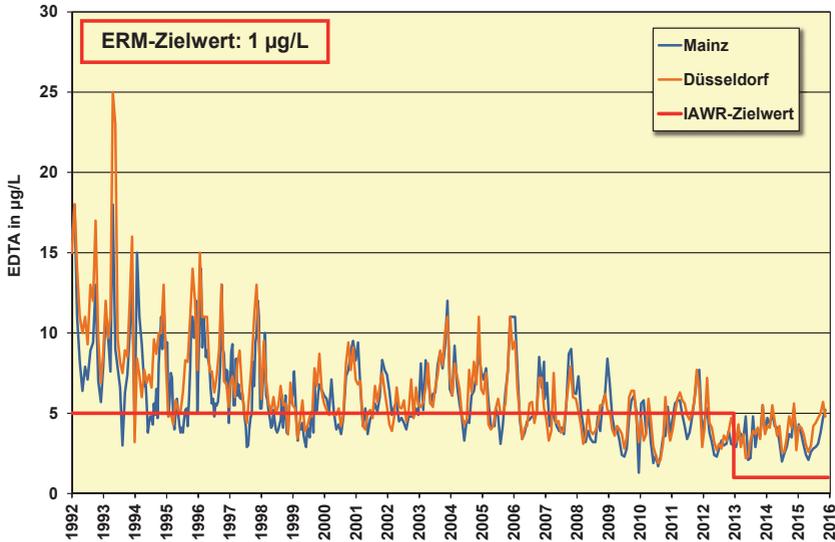


Bild 1.11: EDTA-Konzentrationen im Rhein beim Mainz und Düsseldorf (1992 - 2015)

Pflanzenschutzmittelwirkstoffe (PSM) und PSM-Metaboliten

Mit Ausnahme ungünstiger Verhältnisse (erhöhte Einträge von Isoproturon nach Anwendung und nachfolgenden Starkregenereignissen) wird der Zielwert für PSM und PSM-Metaboliten am Niederrhein weitgehend eingehalten. Von einigen wichtigen Wirkstoffen (Chloridazon, Metazachlor und S-Metolachlor) werden vor allem die entsprechenden Metaboliten gefunden, wie aus der Tabelle 1.7 hervorgeht. Lediglich der Metabolit **Metazachlor-S-Metabolit** überschreitet mit 0,18 µg/L den IAWR-Zielwert von 0,1 µg/L. Die Konzentrationen von **DMS** (N,N-Dimethylsulfamid) haben sich im Niederrhein auf ein relativ niedriges Niveau von 0,03 bis 0,04 µg/L eingependelt, was jedoch immer noch ausreicht, um bei der Wasseraufbereitung mit Ozon geringe NDMA-Konzentrationen entstehen zu lassen (Bild 1.12).

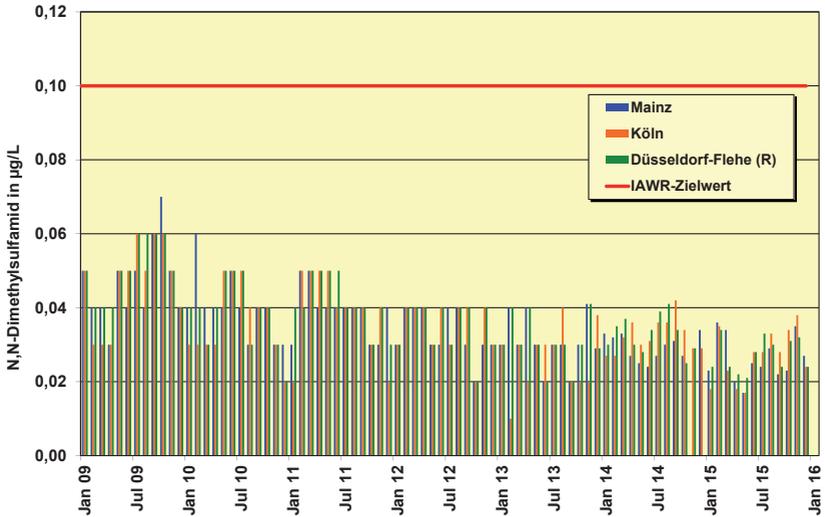


Bild 1.12: N,N-Dimethylsulfamid (DMS)-Konzentrationen im Rhein (2008 - 2015)

Tabelle 1.7: Mittel- und Maximalwerte der Konzentrationen von PSM-Metaboliten im Rhein (2015) - 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	0,03
Desphenylchloridazon (DPC, Metabolit B)	0,02	0,06	0,03	0,07	0,03	0,07
Methyl-desphenylchloridazon (Metabolit B1)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,04
Metazachlor-C-Metabolit	0,01	0,02	0,02	0,10	0,02	0,07
Metazachlor-S-Metabolit	0,01	0,02	0,05	0,18	0,02	0,07
S-Metolachlor-C-Metabolit	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,02
S-Metolachlor-S-Metabolit	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02	0,04

ERM-Zielwert: 0,1 µg/L

N-Nitrosamine

Da N-Nitrosamine als gentoxisch und kanzerogen eingestuft werden, wurde von der IAWR der Gesundheitliche Orientierungswert (GOW) von $0,01 \mu\text{g/L}$ ($= 10 \text{ ng/L}$) auch als Qualitätsziel für das Rheineinzugsgebiet übernommen. Wie in Bild 1.13 ersichtlich ist, wird für NMOR (N-Nitrosomorpholin) der Zielwert von 10 ng/L mit Ausnahme einer extrem hohen Konzentration im Juni 2011 unterschritten. NMOR wird im Gegensatz zu NDMA (N-Nitrosodimethylamin) als trinkwasserrelevant eingestuft, da es weder bei der Uferpassage noch bei einer Aktivkohlefiltration weitgehend zu entfernen ist.

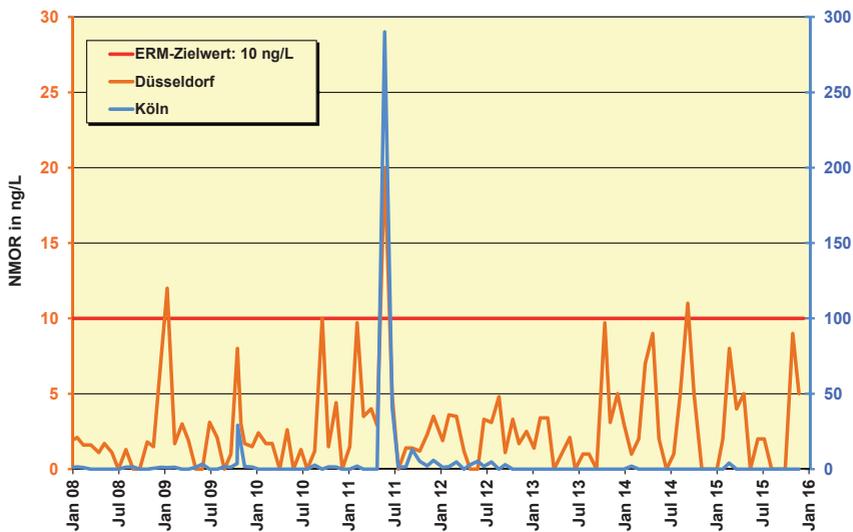


Bild 1.13: NMOR-Konzentrationen im Niederrhein (2008 - 2015)

Arzneimittelwirkstoffe (AMW) und AMW-Metaboliten

In den letzten Jahren hat sich die Anzahl der im ARW-Untersuchungsprogramm analysierten Arzneimittelwirkstoffe und Metaboliten deutlich erhöht, da immer mehr neue Wirkstoffe auf den Markt kamen und auch die analytischen Möglichkeiten und Techniken zu einer besseren Erfassung dieser Stoffe geführt haben. Vor einigen Jahren wurde die Stoffliste um wichtige Pharmakawirkstoffe wie **Metformin**, **Gabapentin** etc. sowie stabile AWM-Metaboliten ergänzt. Mit Beginn

des Kalenderjahres 2016 wurden, wiederum über die IAWR abgestimmt, weitere neue Wirkstoffe wie z. B. Oxipurinol, Sartane etc. in das Untersuchungsprogramm aufgenommen. Wichtige Kriterien für die Stoffauswahl sind neben den Verordnungsmengen aus dem Arzneimittelreport die physikalisch-chemischen und biologischen Stoffeigenschaften der entsprechenden Wirkstoffe sowie von stabilen Metaboliten bzw. Transformationsprodukten. Vor allem Stoffe, die bei der Uferpassage nicht zurückgehalten werden können (wasserwerksrelevant) und auch bei der technischen Aufbereitung mittels Aktivkohle nicht weitgehend zu entfernen sind (trinkwasserrelevant), sind von besonderem Interesse für die Wasserwerke am Rein. In den folgenden Tabellen und Bildern werden die wesentlichen Ergebnisse vorgestellt und erläutert.

Tabelle 1.8: Mittel- und Maximalwerte der Konzentrationen von Arzneimittelwirkstoffen (AMW) im Rhein (2015) - Angaben in µg/L.

Parameter	Mainz		Köln		Düsseldorf	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Bezafibrat	<0,01	0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,02
Carbamazepin	0,03	0,05	0,04	0,08	0,04	0,07
Diclofenac	0,04	0,09	0,06	0,10	0,07	0,11
Metoprolol	0,03	0,04	0,04	0,08	0,05	0,09
Sotalol	0,01	0,04	0,01	0,03	0,01	0,02
Sulfamethoxazol	0,02	0,04	0,03	0,06	0,03	0,05

ERM-Zielwert: 0,1 µg/L

Tabelle 1.9: Mittel- und Maximalwerte von AMW- und AMW-Metaboliten im Rhein (2015) - Angaben in µg/L

Parameter	Mainz		Köln		Düsseldorf	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Metformin	0,39	0,61	0,54	1,2	0,52	0,74
Guanylharnstoff	1,1	2,3	1,3	2,8	1,6	2,9
Gabapentin	0,11	0,19	0,20	0,39	0,24	0,34
Lamotrigin	0,04	0,07	0,05	0,11	0,05	0,10

Parameter	Mainz		Köln		Düsseldorf	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Hydrochlorothiazid	0,04	0,08	0,07	0,20	0,09	0,19
10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin	0,04	0,07	0,06	0,13	0,07	0,12
N-Acetyl-Sulfamethoxazol	<0,01	< 0,01	<0,01	< 0,01	<0,01	< 0,01
N-Acetyl-4-aminoantipyrin (AAA)	0,10	0,15	0,14	0,20	0,16	0,20
N-Formyl-4-aminoantipyrin (FAA)	0,16	0,41	0,21	0,51	0,28	0,75
ERM-Zielwert: 0,1 µg/L						

Wie den Tabellen 1.8 und 1.9 zu entnehmen ist, weisen die Wirkstoffe **Metformin**, sein Metabolit **Guanylharnstoff** und das Antikonvulsivum **Gabapentin** die höchsten Konzentrationen im Rhein auf. Dies ist vor allem auf die stark angelegenen Verordnungsmengen des Antidiabetikums Metformin und seiner relativ guten Abbaubarkeit zu Guanylharnstoff sowie den ungünstigen Stoffeigenschaften von Gabapentin (schlecht abbaubar und kaum entfernbar) zurückzuführen. Auffällig ist weiterhin, dass in einigen Fällen die Konzentrationen der Metaboliten bzw. Transformationsprodukte (TP) höher als die der eigentlichen Wirkstoffe sind. Zum Beispiel liegen die Konzentrationen von **10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin** (Metabolit, der im menschlichen Körper und nicht in der Umwelt gebildet wird) in der Regel höher als der Wirkstoff **Carbamazepin**, der selbst als weitgehend persistent in der aquatischen Umwelt eingestuft wird (Bild 1.14). Die Muttersubstanz **Metamizol** der beiden Metaboliten **AAA** und **FAA** wird aufgrund ihrer leichten Abbaubarkeit nicht in Rheinwasserproben nachgewiesen, wohingegen die beiden Metaboliten den ERM-Zielwert von 0,1 µg/L häufiger überschreiten.

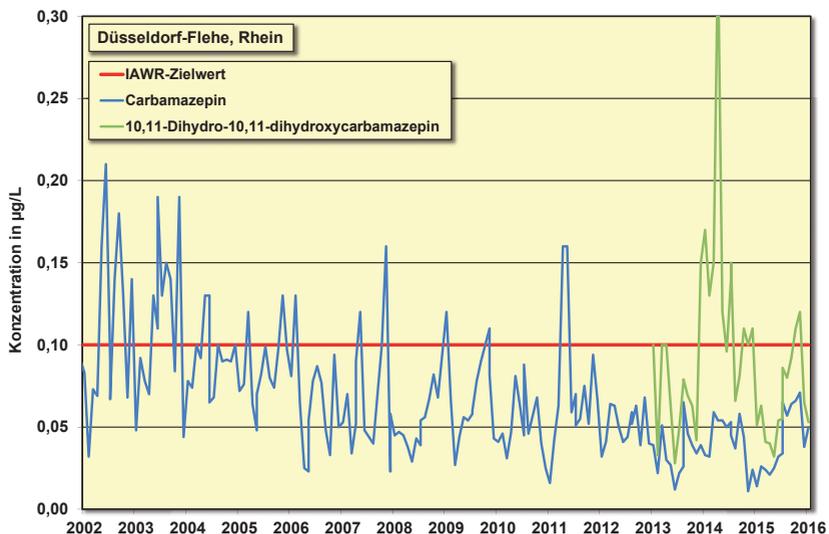


Bild 1.14: Carbamazepin- und 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin-Konzentrationen im Rhein bei Düsseldorf (2002 - 2015)

Iodierte Röntgenkontrastmittel

Seit vielen Jahren weist die ARW darauf hin, dass die Konzentrationen von iodierten Röntgenkontrastmitteln (RKM) im Rhein zu hoch sind und permanent den ERM-Zielwert von 0,1 µg/L überschreiten. Obwohl die Stoffgehalte der Einzelverbindungen zum Teil erheblich schwanken, was auf den spezifischen Einsatz in Krankenhäusern und Röntgenpraxen zurückzuführen ist, sind die ermittelten Frachten an den jeweiligen Entnahmestellen weitgehend vergleichbar, wie aus den Bildern 1.15 und 1.16 am Beispiel von **Amidotrizoensäure** und **lomeprol** hervorgeht.

Allerdings werden in Jahren mit geringeren Abflüssen (z. B. 2015) auch niedrigere Frachten ermittelt, was auf eine gewisse Abhängigkeit der Frachtberechnung vom Abfluss hinweist. Dies wird auch bei anderen Wasserqualitätsparametern beobachtet.

Die höchsten Stofffrachten am Niederrhein weist das RKM **lomeprol** (Bild 1.16) auf, was sich vor allem an dem starken Anstieg der Frachten seit dem Jahr 2008

bemerkbar macht. Die aktuellen Mittel- und Maximalwerte der fünf wichtigsten RKM sind für das Berichtsjahr 2015 in Tabelle 1.10 zusammengestellt.

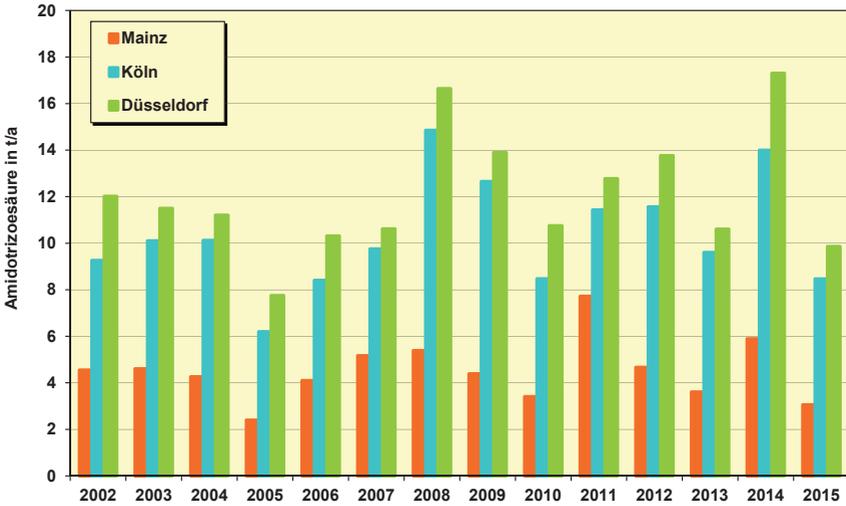


Bild 1.15: Amido-trizoensäure-Frachten im Rhein (2002 - 2015)

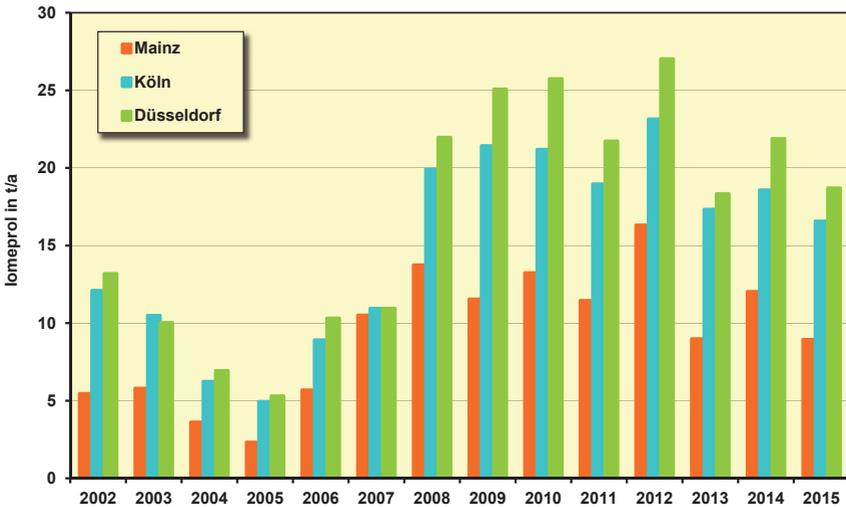


Bild 1.16: Iomeprol-Frachten im Rhein (2002 - 2015)

Tabelle 1.10: Mittel- und Maximalwerte der RKM-Konzentrationen im Mittel- und Niederrhein (2015) - Angaben in µg/L

Parameter	Mainz		Köln		Düsseldorf	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Amidotrizoesäure	0,08	0,16	0,17	0,45	0,19	0,43
lohexol	0,05	0,10	0,10	0,19	0,12	0,20
lomeprol	0,21	0,40	0,28	0,46	0,31	0,44
lopamidol	0,27	0,49	0,24	0,54	0,28	0,58
lopromid	0,08	0,12	0,08	0,13	0,09	0,13
ERM-Zielwert: 0,1 µg/L						

Kritisch zu bewerten sind insbesondere die beide RKM **Amidotrizoesäure** und **lopamidol**, da sie bei der Untergrundpassage bzw. Uferfiltration nicht bzw. nur teilweise entfernt werden können. Die Verbindungen lohexol, lomeprol und lopromid werden üblicherweise nicht in ufernahen Brunnen gefunden; allerdings konnten in den letzten Jahren einzelne stabile Transformationsprodukte von RKM nachgewiesen werden.

Per- und polyfluorierte Verbindungen (PFC)

Seit dem Zeitraum 2009/2010 sind die Konzentrationen von **PFBA** (Perfluorbutanoat) und **PFBS** (Perfluorbutansulfonat) am Niederrhein deutlich zurückgegangen (Bild 1.17 und 1.18). Ursache waren entsprechende Initiativen und Beschwerden der NRW-Behörden und der ARW, so dass in den letzten Jahren ein akzeptabler Zustand bezüglich dieser beiden Verbindungen festzustellen ist. Sowohl PFBA als auch PFBS werden toxikologisch weniger kritisch als die Verbindungen **PFOA** (Perfluoroctanoat) und **PFOS** (Perfluoroctansulfonat) eingeschätzt, da sie keine Bioakkumulation aufweisen. Derzeit wird vom Umweltbundesamt (UBA) eine Neubewertung dieser Verbindungen vorgenommen, wobei zu erwarten ist, dass vor allem die bioakkumulierbaren Verbindungen (PFOA, PFOS und längerkettige Verbindungen) kritischer bewertet werden, wohingegen die Kurzketten humantoxikologisch als weniger kritisch gelten. Allerdings ist PFOS als prioritäre Substanz gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie eingestuft (UQN = 0,65 ng/L als Jahresdurchschnittswert). Die derzeit am Mittel- und Niederrhein vorliegenden PFOS-Konzentrationen überschreiten diesen Wert um etwa das 10-fache, so-

dass derzeit an Mittel- und Niederrhein der gute chemische Zustand nicht erreichbar ist.

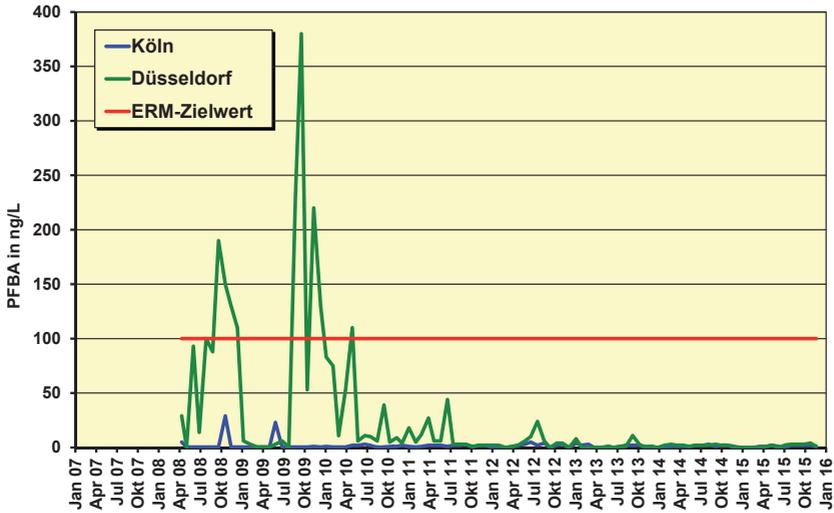


Bild 1.17: PFBA-Konzentrationen im Rhein (2007 - 2015)

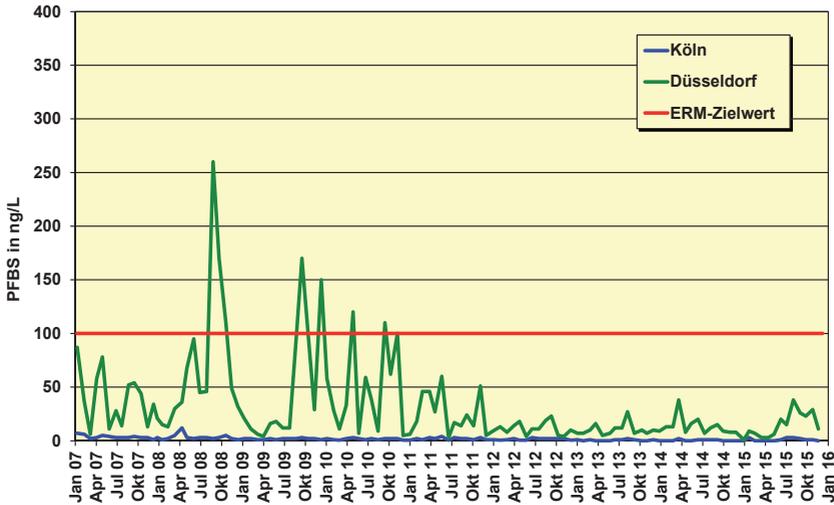


Bild 1.18: PFBS-Konzentrationen im Rhein (2007 - 2015)

Benzotriazole

Seit einigen Jahren werden Benzotriazole in Mittel- und Niederrhein in erhöhten Konzentrationen gefunden, die den ERM-Zielwert von 0,1 µg/L regelmäßig überschreiten. In Bild 1.19 sind beispielhaft die 1H-Benzotriazol-Konzentrationen im Rhein bei Düsseldorf dargestellt. Weitere Daten sind in Tabelle 1.11 enthalten.

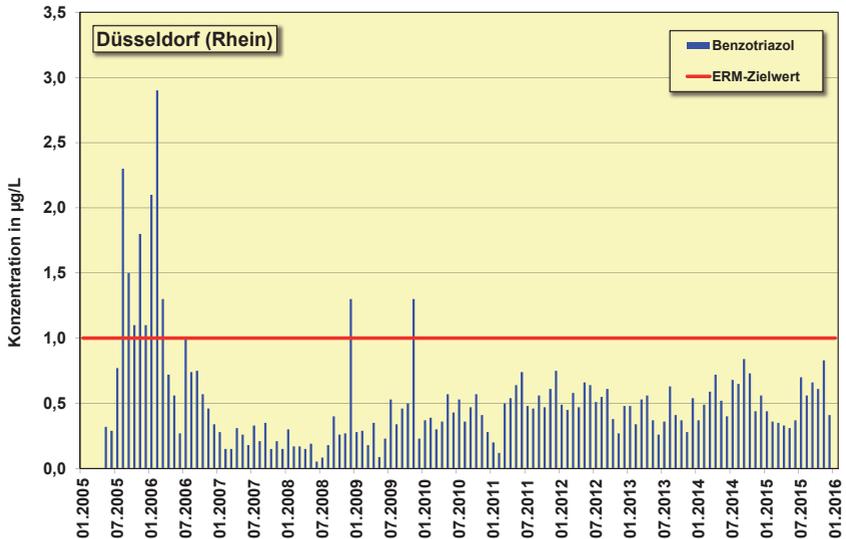


Bild 1.19: 1H-Benzotriazol-Konzentrationen im Rhein bei Düsseldorf (2007 - 2015)

Die untersuchten Verbindungen **1H-Benzotriazol** sowie die beiden Isomeren **4- und 5-Methylbenzotriazol** werden praktisch in allen Oberflächengewässern nachgewiesen, da sie in verschiedenen technischen Produkten (als Korrosionsinhibitoren) und als Enteisungsmittel weit verbreitet eingesetzt werden.

Tabelle 1.11: Mittel- und Maximalwerte der Konzentrationen von Benzotriazolen im Rhein und Main (2015) - Angaben in µg/L

	1-H-Benzotriazol		4-Methylbenzotriazol		5-Methylbenzotriazol	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Basel	0,18	0,25	0,06	0,08	0,03	0,05
Karlsruhe	0,20	0,27	0,08	0,15	0,05	0,06
Mainz	0,31	0,48	0,19	0,36	0,08	0,11
Köln	0,46	0,81	0,31	0,63	0,11	0,19
Düsseldorf	0,49	0,83	0,27	0,44	0,12	0,19
Frankfurt/Main	0,88	1,3	0,33	0,56	0,13	0,20
ERM-Zielwert: 0,1 µg/L (vor 2014 1 µg/L)						

Künstliche Süßstoffe

Künstliche Süßstoffe werden als Lebensmittelzusatzstoffe bewertet und ihre Humantoxizität gilt als sehr gering. Als ERM-Zielwert wurde daher 1 µg/L/Einzelsubstanz festgelegt. Wie aus Bild 1.20 und Tabelle 1.12 hervorgeht, sind die Konzentrationen von **Acesulfam** in den letzten Jahren im Mittel- und Niederrhein deutlich zurückgegangen, während die Gehalte an **Sucralose** angestiegen sind. Beide Substanzen gelten als nicht leicht abbaubar. Aufgrund seiner hohen Wasserlöslichkeit und Mobilität wird Acesulfam häufig als chemischer Tracer eingesetzt, während Sucralose bei der Uferfiltration weitgehend entfernt wird. Die ebenfalls mit analysierten Süßstoffe Cyclamat und Saccharin weisen trotz hoher Verbrauchs- und Einsatzmengen in Nahrungsmitteln und Getränken aufgrund ihrer leichten mikrobiellen Abbaubarkeit in Kläranlagen und der aquatischen Umwelt niedrigere Konzentrationen im Rheineinzugsgebiet auf.

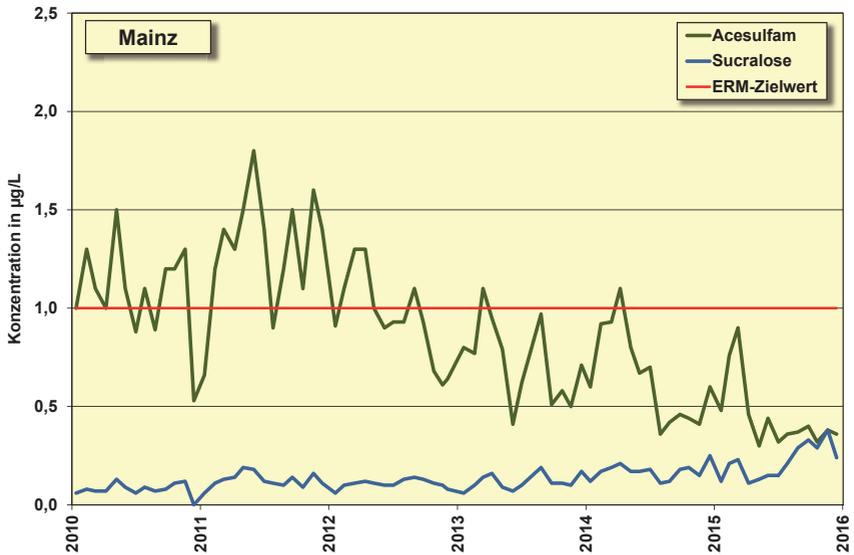


Bild 1.20: Acesulfam- und Sucralose-Konzentrationen im Rhein bei Mainz (2010 - 2015)

Tabelle 1.12: Mittel- und Maximalwerte von Acesulfam in Rhein und Main (2013 - 2015) - Angaben in µg/L

	2013		2014		2015	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Basel	0,5	0,7	0,5	0,8	0,3	0,6
Karlsruhe	0,5	0,9	0,5	0,8	0,4	0,7
Mainz	0,7	1,1	0,7	1,1	0,5	0,9
Köln	0,9	1,4	0,9	1,5	0,5	0,8
Düsseldorf	1,0	1,6	0,9	1,6	0,6	0,9
Frankfurt/Main	1,3	2,5	1,5	2,6	1,0	1,7

ERM-Zielwert: 1 µg/L

Weitere organische Spurenstoffe

Erhöhte Konzentrationen wurden im Berichtsjahr 2015 von den beiden Verbindungen **Melamin** und **1,4-Dioxan** ermittelt. Melamin ist der Ausgangsstoff für melaminbasierte Werkstoffe und wird üblicherweise sowohl aus Industriekläranlagen als auch aus kommunalen Kläranlagen in den Rhein eingetragen. Dasselbe gilt auch für 1,4-Dioxan, welches häufig als Lösungsmittel verwendet wird. 1,4-Dioxan wird mit einem Qualitätsziel von 0,1 µg/L bewertet, während für Melamin ein Zielwert von 1 µg/L gilt. In der Tabelle 1.13 sind aktuelle Daten von Melamin zusammengestellt. Ergänzend sind in den Bildern 1.21 und 1.22 die Melamin- und 1,4-Dioxan-Konzentrationen im Mittel- und Niederrhein enthalten.

Tabelle 1.13: Mittel- und Maximalwerte der Konzentrationen von Melamin im Rheineinzugsgebiet (2013 - 2015) - Angaben in µg/L

	2013		2014		2015	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Felsenau (Aare)	0,16	0,36	0,18	0,29	0,19	0,25
Basel-Birsfelden	0,16	0,28	0,27	0,86	0,24	0,35
Karlsruhe	0,30	0,55	0,25	0,49	0,39	0,61
Mainz	1,1	1,9	0,88	1,4	1,3	2,3
Köln	0,72	1,5	0,96	1,9	1,2	2,5
Düsseldorf	0,94	1,8	1,1	1,8	1,2	2,2
Frankfurt/Main	1,1	2,2	1,4	2,5	1,6	2,8
ERM-Zielwert 1 µg/L						

Wie aus den aktuellen Daten hervorgeht, werden die Zielwerte für 1,4-Dioxan von 0,1 µg/L und Melamin von 1 µg/L zum Teil deutlich überschritten. Aufgrund der intrinsischen Stoffeigenschaften ist 1,4-Dioxan als trinkwasserrelevant einzustufen, während Melamin als wasserwerksrelevant zu bewerten ist, da mit Aktivkohle eine Entfernung möglich ist. Es ist zu erwarten, dass zukünftig Anzahl und Vielfalt der im Rheineinzugsgebiet nachweisbaren Verbindungen immer mehr zunehmen wird, da die analytischen Techniken laufend verbessert werden und gezielt nach neuen Wirkstoffen und Industriechemikalien gesucht wird. Wichtig ist für die ARW und die Wasserwerke am Rhein, aus der Vielzahl von möglichen Stoffen diejenigen auszuwählen und zu selektieren, die aus Sicht der Wasserversorgung am Rhein relevant bzw. trinkwasserrelevant sind.

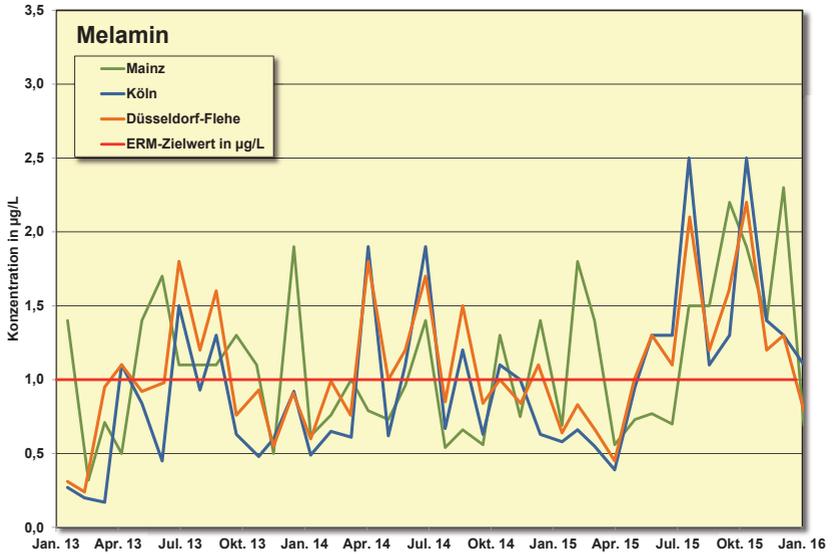


Bild 1.21: Melamin-Konzentrationen im Rhein (2013 - 2015)

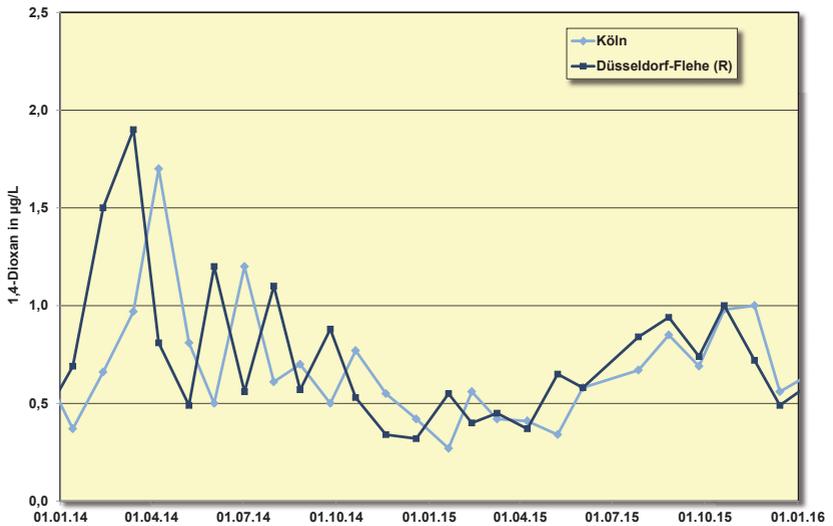


Bild 1.22: Konzentrationen von 1,4-Dioxan im Rhein bei Köln und Düsseldorf (2014 - 2015)

1.5 Vergleich mit dem Qualitätszielen des Europäischen Fließgewässermemorandums (ERM)

Wie in den Vorjahren sind in den Tabellen 1.14 bis 1.16 die Maximalwerte von allgemeinen Kenngrößen, anorganischen und organischen Parametern an den Messstellen Mainz, Köln und Düsseldorf angegeben. Ziel dabei ist es zu prüfen, ob und inwieweit die Qualitätsziele des ERM eingehalten werden oder nicht. Handlungsbedarf für die ARW gibt es vor allem bei den summarischen organischen Parameter **DOC** und **TOC**, die die Zielwerte von 3 bzw. 4 mg/L zum Teil häufiger überschreiten. Anspruch der ARW muss es dabei sein, die organische Belastung des Rheinwassers weiter zu reduzieren, wobei der Ausbau von Kläranlagen mit einer vierten Reinigungsstufe sicherlich zielführend sein kann.

In Tabelle 1.17 sind für das Berichtsjahr 2015 die Maximalwerte von im ARW-Untersuchungsprogramm analysierten und wichtigen Spurenstoffe zusammengestellt. Auffällig ist, dass eine Vielzahl von organischen Stoffen die Zielwerte von 0,1 bzw. 1 µg/L an den ARW-Messstellen überschreiten. Dies gilt nicht nur für Wirkstoffe (Pharmaka, PSM) oder Industriechemikalien an sich, sondern auch stabile Metaboliten und Transformationsprodukte geraten zunehmend in die Diskussion. Vor allem Spurenstoffe, deren Maximalkonzentrationen deutlich über den entsprechenden Zielwerten liegen, weisen auf Handlungsbedarf und Vermeidungsmaßnahmen hin, die aus Vorsorgegründen vor allem direkt an der Quelle anzusetzen sind.

Tabelle 1.14: Vergleich der ERM-Zielwerte mit den Maximalwerten an der Messstelle Mainz (2013 - 2015)

Qualitätsanforderung (Maximalwert)			2013	2014	2015
ALLGEMEINE KENNGRÖSSEN					
Temperatur	°C	25	25,4	22,3	25,7
Sauerstoffgehalt (Minimum)	mg/L	> 8	7,4	7,9	7,4
Elektrische Leitfähigkeit	mS/m	70	50	49	47
pH-Wert	-	7 - 9	7,0 - 8,6	7,2 - 8,3	7,9 - 8,4
ANORGANISCHE STOFFE (GELÖST)					
Chlorid	mg/L	100	44	41	48

Qualitätsanforderung (Maximalwert)			2013	2014	2015
Sulfat	mg/L	100	56	54	57
Nitrat	mg/L	25	12,3	12,7	18,3
Ammonium	mg/L	0,3	0,21	0,17	0,08
ORGANISCHE STOFFE					
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	mg/L	3	2,6	2,3	2,6
TOC	mg/L	4	3,3	2,4	2,7
Spektraler Absorptionskoeffizient (SAK 254 nm)	1/m	10	7,9	7,6	7,5
Adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX)	µg/L	25	15	15	13
Adsorbierbare organische Schwefelverbindungen (AOS)	µg/L	80	39	53	61

Tabelle 1.15: Vergleich der ERM-Zielwerte mit den Maximalwerten an der Messstelle Köln (2013 - 2015)

Qualitätsanforderung (Maximalwert)			2013	2014	2015
ALLGEMEINE KENNGRÖSSEN					
Temperatur	°C	25	24	22	24
Sauerstoffgehalt (Minimum)	mg/L	> 8	7,8	8,0	7,6
Elektrische Leitfähigkeit	mS/m	70	75	69	75
pH-Wert	-	7 - 9	7,9 - 8,5	7,9 - 8,4	7,9 - 8,4
ANORGANISCHE STOFFE (GELÖST)					
Chlorid	mg/L	100	44	80	56
Sulfat	mg/L	100	78	77	88
Nitrat	mg/L	25	15	15	14
Ammonium	mg/L	0,3	0,11	0,09	0,16
ORGANISCHE STOFFE					
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	mg/L	3	5,5	3,9	3,9

Qualitätsanforderung (Maximalwert)			2013	2014	2015
TOC	mg/L	4	6,0	4,2	4,6
Spektraler Absorptionskoeffizient (SAK 254 nm)	1/m	10	10,4	7,6	8,4
Adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX)	µg/L	25	25	19	18
Adsorbierbare organische Schwefelverbindungen (AOS)	µg/L	80	59	66	73

Tabelle 1.16: Vergleich der ERM-Zielwerte mit den Maximalwerten an der Messstelle Düsseldorf (2013 - 2015)

Qualitätsanforderung (Maximalwert)			2013	2014	2015
ALLGEMEINE KENNGRÖSSEN					
Temperatur	°C	25	24	23	24
Sauerstoffgehalt (Minimum)	mg/L	> 8	8,0	5,9	7,1
Elektrische Leitfähigkeit	mS/m	70	68	69	70
pH-Wert	-	7 - 9	7,9 - 8,8	7,9 - 8,4	7,9 - 8,3
ANORGANISCHE STOFFE (GELÖST)					
Chlorid	mg/L	100	88	75	77
Sulfat	mg/L	100	65	76	73
Nitrat	mg/L	25	17	15	14
Ammonium	mg/L	0,3	0,08	0,11	0,07
ORGANISCHE STOFFE					
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	mg/L	3	3,1	2,7	2,8
TOC	mg/L	4	3,1	2,7	2,8
Spektraler Absorptionskoeffizient (SAK 254 nm)	1/m	10	9,0	6,8	8,2
Adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX)	µg/L	25	16	21	14
Adsorbierbare organische Schwefelverbindungen (AOS)	µg/L	80	53	58	59

Tabelle 1.17: Vergleich der ERM-Zielwerte mit den Maximalwerten für organische Spurenstoffe (2015)

Qualitätsanforderung (Maximalwert)			Mainz	Köln	Düsseldorf
PSM-WIRKSTOFFE/METABOLITEN					
Atrazin	µg/L	0,1	-	<0,05	<0,05
Bentazon	µg/L	0,1	-	<0,05	<0,05
Chloridazon	µg/L	0,1	-	<0,05	<0,05
Chlortoluron	µg/L	0,1	<0,05	<0,05	<0,05
Diuron	µg/L	0,1	<0,05	<0,05	<0,05
Isoproturon	µg/L	0,1	<0,05	0,06	0,09
N,N-Dimethylsulfamid	µg/L	0,1	0,04	0,04	0,03
Desphenylchloridazon	µg/L	0,1	0,06	0,07	0,07
Chloridazon-Metabolit B1	µg/L	0,1	<0,02	<0,02	0,04
PHARMAZEUTISCHE WIRKSTOFFE					
Bezafibrat	µg/L	0,1	0,01	0,02	0,02
Carbamazepin	µg/L	0,1	0,05	0,08	0,07
Diclofenac	µg/L	0,1	0,09	0,10	0,11
Metoprolol	µg/L	0,1	0,04	0,08	0,09
Sotalol	µg/L	0,1	0,04	0,03	0,02
Sulfamethoxazol	µg/L	0,1	0,04	0,06	0,05
Metformin	µg/L	0,1	0,61	1,2	0,74
Guanylharnstoff	µg/L	0,1	2,3	2,8	2,9
Gabapentin	µg/L	0,1	0,19	0,39	0,34
Lamotrigin	µg/L	0,1	0,07	0,11	0,10
Hydrochlorothiazid	µg/L	0,1	0,08	0,20	0,19
10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin	µg/L	0,1	0,07	0,13	0,12
N-Acetyl-Sulfamethoxazol	µg/L	0,1	<0,01	<0,01	<0,01
N-Acetyl-4-aminoantipytrin (AAA)	µg/L	0,1	0,15	0,20	0,20
N-Formyl-4-aminoantipytrin (FAA)	µg/L	0,1	0,41	0,51	0,75
IODIERTE RÖNTGENKONTRASTMITTEL					
Amidotrizoesäure	µg/L	0,1	0,16	0,45	0,43
Iohexol	µg/L	0,1	0,13	0,35	0,26
Iomeprol	µg/L	0,1	0,19	0,60	0,73
Iopamidol	µg/L	0,1	0,23	0,58	0,57
Iopromid	µg/L	0,1	0,25	0,66	0,23
KOMPLEXBILDNER					
Nitriilotriacetat	µg/L	1	1,7	1,2	1,2
Ethylendinitriilotetraacetat	µg/L	1	5,2	7,4	5,7
Diethyltrinitriolpentaacetat	µg/L	1	<1	1,2	<1

Qualitätsanforderung (Maximalwert)		Mainz	Köln	Düsseldorf
PERFLUORIERTE VERBINDUNGEN				
Perfluorbutanoat (PFBA)	µg/L 0,1	0,003	0,002	0,004
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/L 0,1	0,002	0,003	0,038
Perfluoroctanoat (PFOA)	µg/L 0,1	0,004	0,005	0,003
Perfluoroctansulfonat (PFOS)	µg/L 0,1	0,008	0,008	0,008
BENZOTRIAZOLE				
1-H-Benzotriazol	µg/L 0,1	0,48	0,81	0,83
4-Methylbenzotriazol	µg/L 0,1	0,36	0,63	0,44
5-Methylbenzotriazol	µg/L 0,1	0,11	0,19	0,19
KÜNSTLICHE SÜßSTOFFE				
Acesulfam	µg/L 1	0,90	0,76	0,85
Cyclamat	µg/L 1	0,11	0,10	0,14
Saccharin	µg/L 1	0,12	0,12	0,14
Sucralose	µg/L 1	0,54	0,64	0,38
NITROSAMINE				
NDMA	µg/L 0,01	-	<0,001	0,004
NMOR	µg/L 0,01	-	<0,001	0,009
INDUSTRIECHEMIKALIEN				
Melamin	µg/L 1	2,3	2,5	2,2
1,4-Dioxan	µg/L 0,1	-	1,0	0,97

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Wasserbeschaffenheit des Rheins im Berichtsjahr 2015 insgesamt einen guten bis befriedigenden Zustand aufweist. Die Zielwerte für die üblichen Qualitätsparameter (allgemeine, anorganische und summarische organische Parameter) werden in der Regel eingehalten bzw. nur kurzzeitig überschritten. Nichteinhaltung der Zielwerte und Handlungsbedarf für die ARW ergeben sich insbesondere aus der zunehmenden Anzahl von organischen Spurenstoffen (Pharmaka-Wirkstoffe und Metaboliten sowie Industriechemikalien), die im Rheineinzugsgebiet detektiert werden und deren physikalisch-chemische und biologische Stoffeigenschaften ungünstig sind, so dass sie als trinkwasserrelevant zu bewerten sind. In diesem Kontext müssen die Stoffeinträge in die Gewässer - sei es aus kommunalen und industriellen Kläranlagen oder aus diffusen Abschwemmungen - wirksamer als bislang reduziert werden, um langfristig die Sicherheit der Trinkwassergewinnung im Rheineinzugsgebiet zu gewährleisten.

1.6 Mikrobiologische Untersuchungen

Von ARW-Mitgliedsunternehmen werden schon seit vielen Jahren mikrobiologische Untersuchungen durchgeführt, die einen wichtigen Bestandteil des ARW-Messprogramms darstellen. Untersucht werden routinemäßig die Parameter **Koloniezahl**, **coliforme Bakterien**, **E. coli** und **Enterokokken** sowie an einzelnen Entnahmestellen auch **somatische Coliphagen** und **Clostridium Perfringens**. Die Messdaten sind im Tabellenanhang aufgeführt und dokumentiert, wobei eine erste Auswertung der Daten bezüglich des Median und des 95-Perzentils vorgenommen wurde.

In den Bildern 1.23 bis 1.25 sind die aus den Messdaten ermittelten Wassergüteklassen nach POPP mit insgesamt sieben hygienisch-bakteriologischen Belastungsstufen für die letzten Jahre dargestellt, wobei sich von 1 bis 7 eine abnehmende Gewässerbeschaffenheit ergibt. Im Untersuchungsgebiet der ARW zwischen Biebesheim und Wesel resultiert aus den Messdaten für die Parameter Koloniezahl (Bild 1.23), Gesamtcoliforme (Bild 1.24) und Fäkalcoliforme (E. coli, Bild 1.25) überwiegend die Güteklasse fünf. Lediglich am Niederrhein (z. B. Messstelle Wesel) wurde in einzelnen Jahren auch die Güteklasse sechs ermittelt.

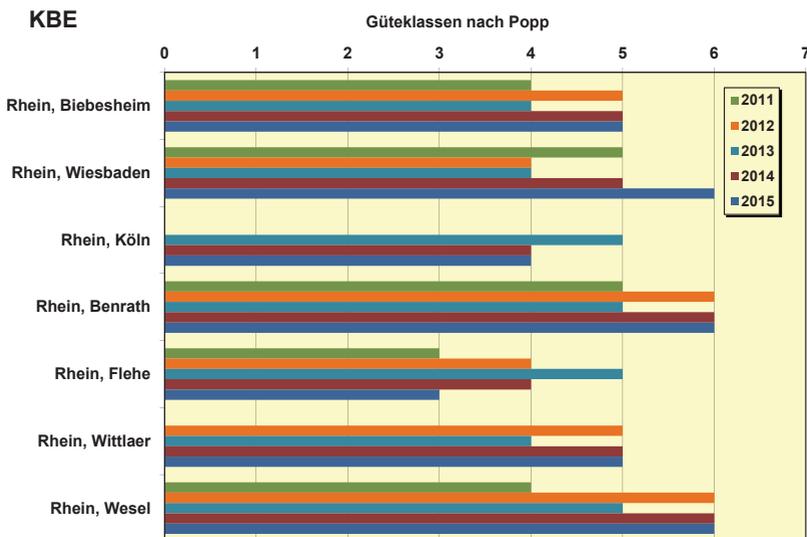


Bild 1.23: Koloniezahl-Güteklassen nach POPP (2011 - 2015)

Gesamtcoliforme

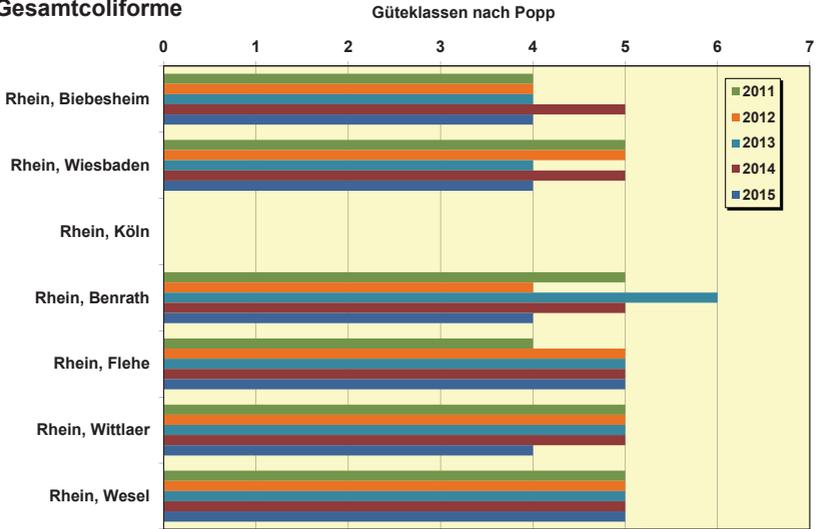


Bild 1.24: Coliforme Bakterien (Gesamtcoliforme)-Güteklassen nach POPP (2011 - 2015)

Fäkalcoliforme

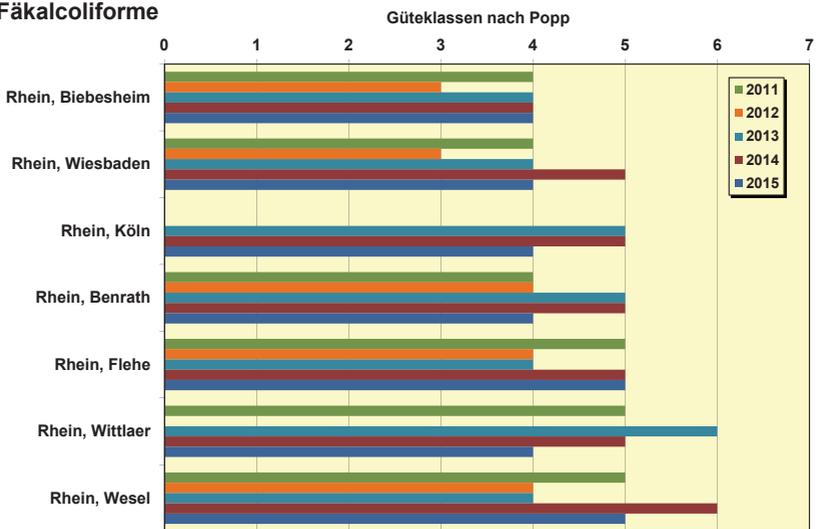


Bild 1.25: E. coli (Fäkalcoliforme)-Güteklasse nach POPP (2011 - 2015)

Auswertungen für die übrigen Parameter Enterokokken, somatische Coliphagen und Clostridium Perfringens können derzeit noch nicht vorgenommen werden, da die Anzahl der Messwerte noch zu gering ist.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass an Mittel- und Niederrhein keine Badewasserqualität nach EU-Badegewässerverordnung vorliegt. Umfangreiche Datensätze und Auswertungen sind im IAWR-Bericht 2015 enthalten, der einen zusammenfassenden Überblick über die mikrobiologische-hygienische Beschaffenheit entlang des Rheins gibt.

