

1

WESENTLICHE ERGEBNISSE AUS DEM ARW-UNTERSUCHUNGSPROGRAMM 2011

Heinz-Jürgen Brauch, Michael Fleig

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

Matthias Schmitt

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

1.1 Wasserführung von Rhein und Main 2011

Die in den letzten Jahren im Rheineinzugsgebiet zu beobachtenden geringeren Abflüsse haben sich auch im Kalenderjahr 2011 fortgesetzt, wie den Abflussganglinien in den Bildern 1.1 bis 1.3 zu entnehmen ist. Vor allem im ersten Halbjahr 2011 wurden sehr niedrige Pegelstände gemessen, die zum Teil auch im zweiten Halbjahr anhielten. Lediglich zu Beginn und zu Ende des Jahres 2011 wurden kurzzeitig sehr hohe Abflüsse registriert, die höher als in den Vorjahren waren.

Aus der grafischen Darstellung in Bild 1.4 geht hervor, dass im Mittel ca. 20 % geringere Wasserführungen im Jahr 2011 im Vergleich zu den langjährigen mittleren Abflüssen zu beobachten waren.

Die Jahresmittel der Abflüsse des Rheins an sieben Messstellen zwischen Basel und Wesel sind für die Jahre 2009 bis 2011 in Tabelle 1.1 zusammengefasst. Im Vergleich zu den beiden Vorjahren wurden im Berichtsjahr 2011 im gesamten Rheineinzugsgebiet deutlich geringere Abflüsse ermittelt.

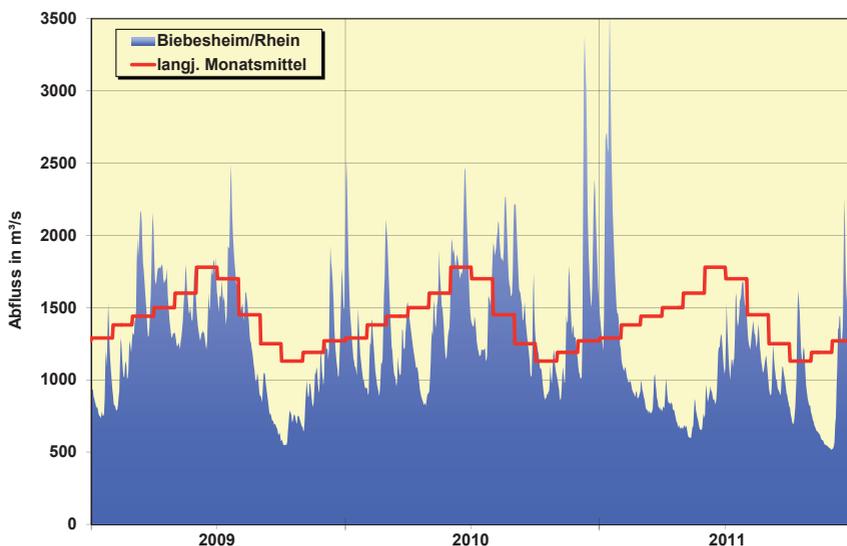


Bild 1.1: Abflussganglinien an der Messstelle Biebesheim/Rhein (2009 - 2011)

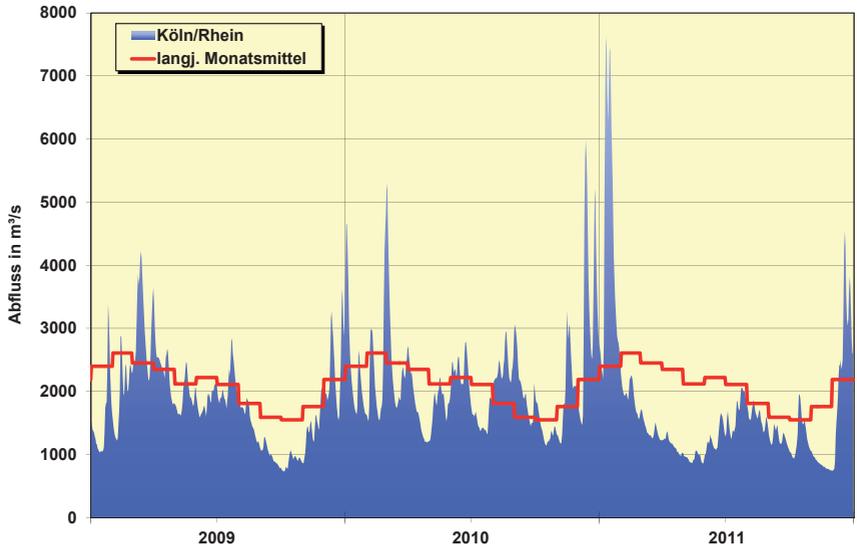


Bild 1.2: Abflussganglinien an der Messstelle Köln/Rhein (2009 - 2011)

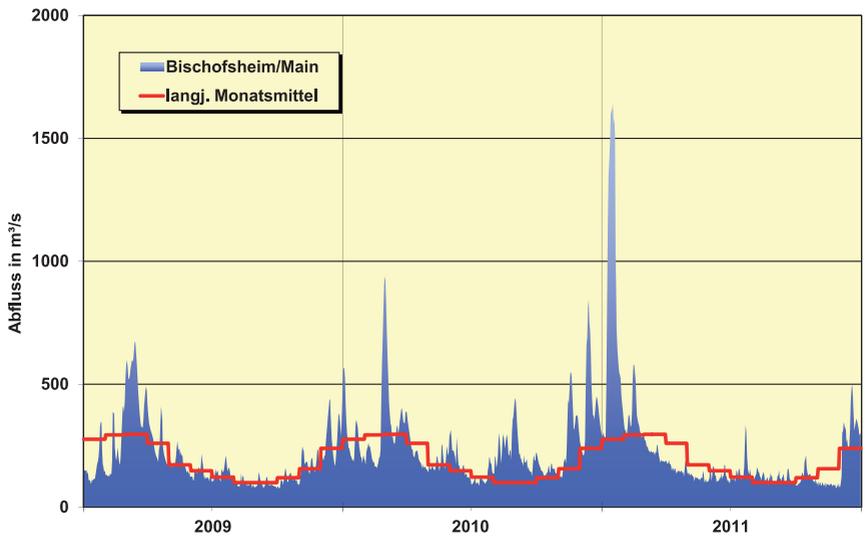


Bild 1.3: Abflussganglinien an der Messstation Bischofsheim (2009 - 2011)



Bild 1.4: Prozentuale Abweichungen der mittleren Abflüsse am Rhein (1996 - 2011) vom langjährigen Referenzwert

Tabelle 1.1: Jahresmittel der Abflüsse des Rheins (2009 - 2011) im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten (Angaben in m³/s)

Wasserführung in m ³ /s	Langjähriger Mittelwert	Mittelwert 2009	Mittelwert 2010	Mittelwert 2011
Basel	1030 (1931-2007)	990 (-4 %)	1070 (+4 %)	820 (-20 %)
Karlsruhe	1250 (1931-2007)	1110 (-11 %)	1250 (+0 %)	960 (-23 %)
Mainz	1610 (1931-2007)	1510 (-6 %)	1750 (+9 %)	1360 (-16 %)
Koblenz	1754 (1992-2009)	1560 (-11 %)	1800 (+3 %)	1420 (-19 %)
Köln	2110 (1931-2006)	1850 (-13 %)	2160 (+2 %)	1700 (-19 %)
Düsseldorf	2150 (1931-2006)	1820 (-15 %)	2130 (-1 %)	1740 (-19 %)
Wesel	2329 (1992-2009)	1990 (-15 %)	2330 (+0 %)	1840 (-21 %)

1.2 Allgemeine und anorganische Messgrößen

Die von den ARW-Mitgliedsunternehmen erhobenen Messwerte entlang des Mittel- und Niederrheins lassen die mittel- und längerfristige Entwicklung der Beschaffenheit des Rheinwassers erkennen. Anhand der „klassischen“, für die Wasserversorgung relevanten Qualitätsparameter wird nachfolgend die aktuelle Situation diskutiert.

Die **Temperatur** des Rheinwassers hat sich in den letzten 10 bis 15 Jahren im Mittel kaum verändert, wenn man beispielhaft die Ganglinien der Wassertemperaturen an den Messstellen Biebesheim (Bild 1.5) und Wittlaer (Bild 1.6) heranzieht. Der IAWR-Zielwert von 25 °C wurde in den letzten Jahren lediglich an einzelnen Tagen überschritten. In welchem Ausmaß die prognostizierte Klimaerwärmung zu einer Erhöhung der Wassertemperaturen führt und welche Auswirkungen auf die Rohwasserentnahme nach einer Uferfiltration zu erwarten sind, kann derzeit nicht seriös vorhergesagt werden. Fakt ist jedoch, dass die Wassertemperaturen des Rheins nicht nur durch die klimatischen Verhältnisse, sondern auch durch Wärmelasten von Industrie, Kraftwerken und sonstigen Einleitungen beeinflusst werden.

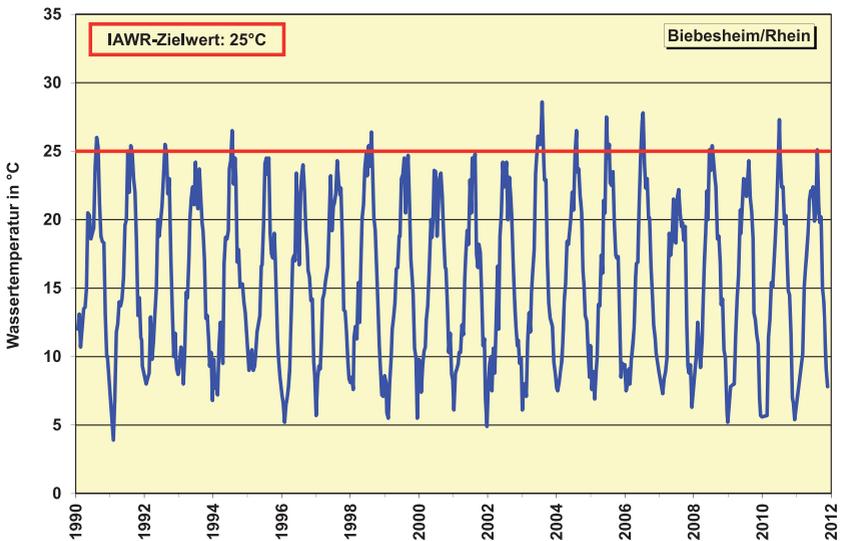


Bild 1.5: Wassertemperaturen (1990 - 2011) im Rhein an der Messstelle Biebesheim

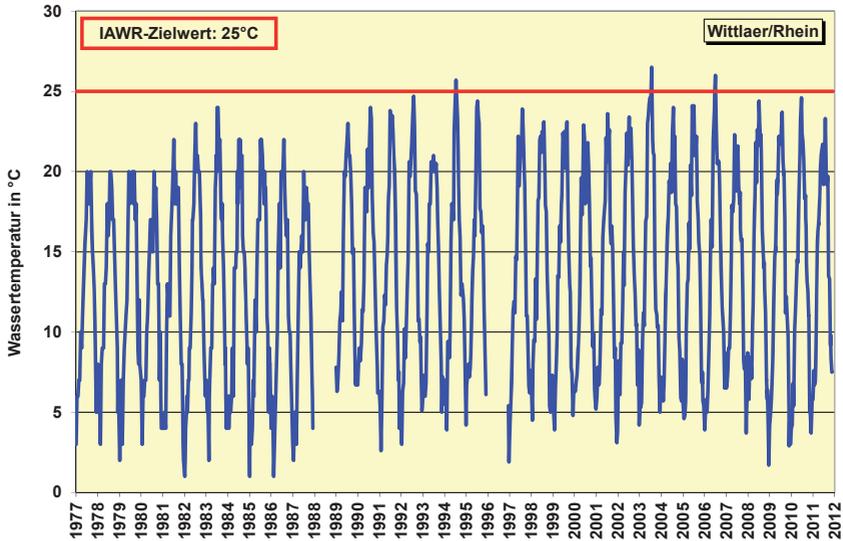


Bild 1.6: Wassertemperaturen (1977 - 2011) im Rhein an der Messstelle Wittlaer

Sehr positiv haben sich in den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten die **Sauerstoff**-Gehalte im Rhein entwickelt. Nach dem Ausbau der Kläranlagen und der Verbesserung der Abwasserreinigung in den 70er und 80er Jahren des letzten Jahrhunderts sind die Sauerstoff-Konzentrationen auf ein akzeptables Niveau angestiegen und liegen heute an allen Messstellen entlang des Rheins, auch bei erhöhten Temperaturen in den Sommermonaten, mit wenigen Ausnahmen über dem IAWR-Zielwert von 8 mg/L (Bild 1.7 und Bild 1.8).

Mit dem Rückgang der Chlorid-Konzentrationen haben naturgemäß auch die Zahlenwerte der **elektrischen Leitfähigkeit** abgenommen, wie in den Bildern 1.9 und 1.10 zu erkennen ist.

Der IAWR-Zielwert von 70 mS/m wurde in den letzten Jahren nur bei einzelnen Analysen überschritten. Im Vergleich zum Rhein sind die Zahlenwerte der elektrischen Leitfähigkeit in den Mainwasserproben unter anderem aufgrund der geringeren Abflüsse leicht erhöht (Tabelle 1.2).

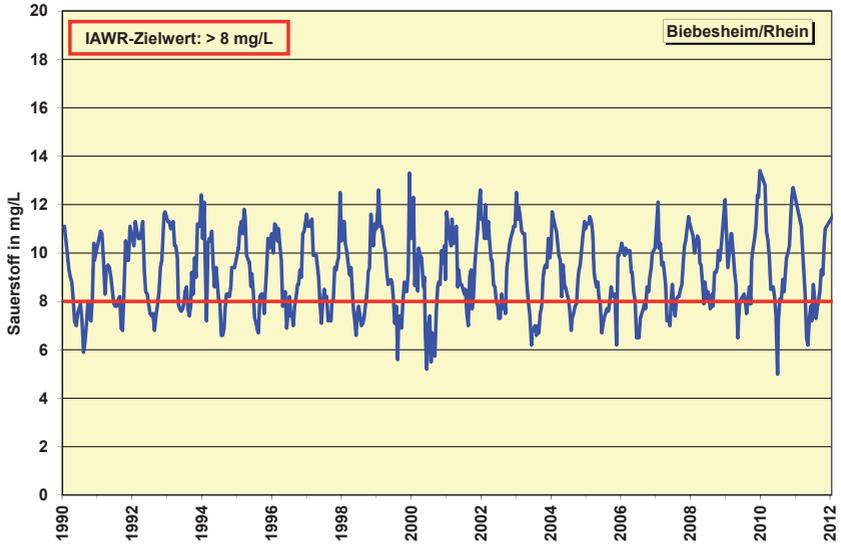


Bild 1.7: Sauerstoffgehalte (1990 - 2011) im Rhein an der Messstelle Biebesheim

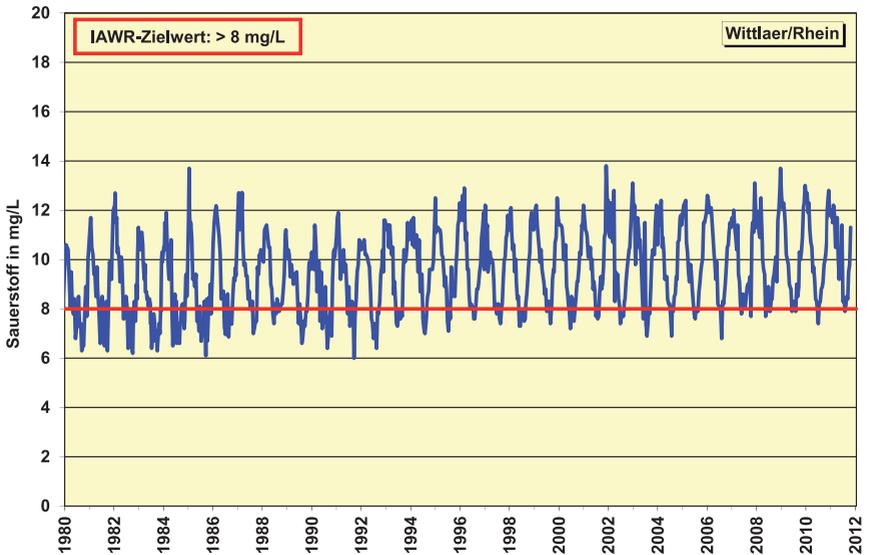


Bild 1.8: Sauerstoffgehalte (1980 - 2011) im Rhein an der Messstelle Wittlaer

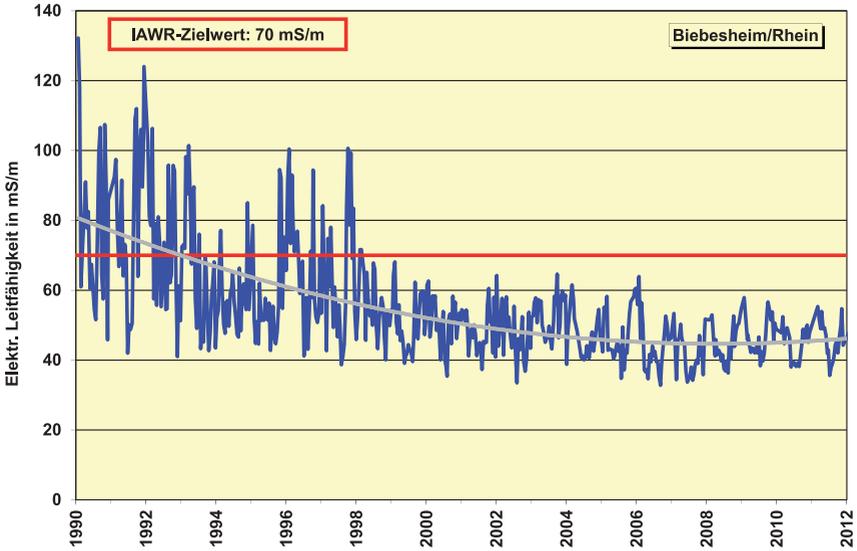


Bild 1.9: Ganglinie der elektrischen Leitfähigkeit (1990 - 2011) an der Messstelle Biebesheim

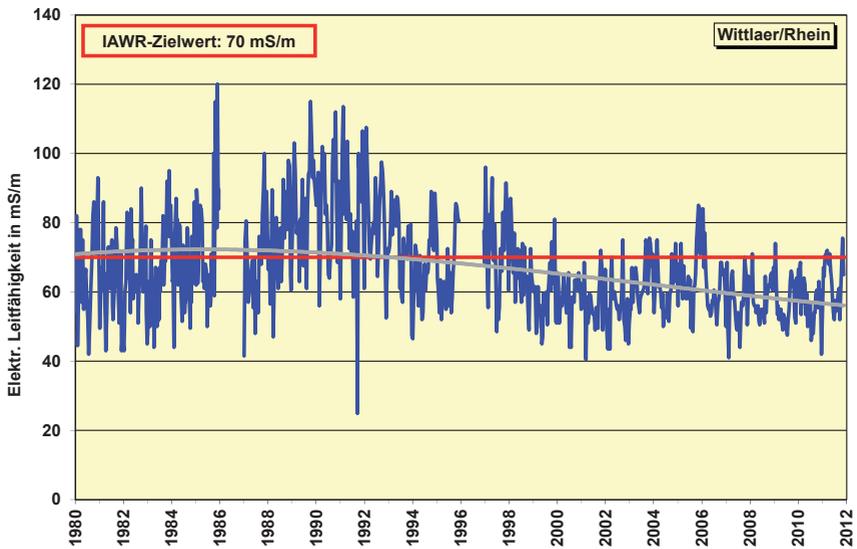


Bild 1.10: Ganglinie der elektrischen Leitfähigkeit (1980 - 2011) an der Messstelle Wittlaer

Tabelle 1.2: Mittel- und Maximalwerte der elektrischen Leitfähigkeit (2009 - 2011) - Angaben in mS/m

Messstelle	2009		2010		2011	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Biebesheim	52	65	45	52	46	55
Mainz	48	61	41	51	39	49
Wiesbaden	47	63	45	58	49	57
Koblenz	54	67	44	55	45	55
Köln	59	78	59	72	78	112
Benrath	57	77	55	70	66	81
Düsseldorf-Flehe	57	73	57	75	61	76
Wittlaer	59	75	57	69	62	76
Wesel	57	74	58	73	68	101
Frankfurt/Main	73	85	65	79	70	81
Mainz-Kastel/Mainfahne	63	80	57	72	55	77
IAWR-Zielwert: 70 mS/m						

Nach wie vor von Bedeutung für die Wasserwerke am Rhein sind die **Chlorid-**Konzentrationen und -Frachten entlang des Rheins, da Einträge von Chlorid sowohl durch punktuelle Einleitungen (z. B. aus Kläranlagen) als auch über diffuse Einträge (z. B. Streusalz) festzustellen sind. Die in den letzten 30 Jahren erzielten Verbesserungen hinsichtlich der Chlorid-Belastung sind in den Bildern 1.11 und 1.12 zu erkennen.

Da am Oberrhein nach Beendigung der Aktivitäten der elsässischen Kaliminen nur noch geringe Einträge erfolgen, liegen die in den letzten Jahren gemessenen Chlorid-Konzentrationen inzwischen deutlich unter dem IAWR-Zielwert von 100 mg/L (Bild 1.11). Am Niederrhein sind die Konzentrationen von Chlorid auch zurückgegangen (Bild 1.12); allerdings ist dieser Rückgang vor allem auf die geringere Belastung des Oberrheins zurückzuführen, da die Chlorid-Einträge über die Mosel aus Frankreich nach wie vor sehr hoch sind. Die Bilanzierung über die Chlorid-Frachten, die in Bild 1.13 dargestellt sind, lässt eindeutig erkennen, dass lediglich der Rückgang der Chlorid-Frachten am Oberrhein für die positive Entwicklung der Chlorid-Belastung am Niederrhein verantwortlich ist. Das heißt, die

Chlorid-Einträge über die Mosel und aus dem nordrhein-westfälischen Bergbau-revier in den Rhein haben sich in den letzten Jahren praktisch nicht verändert. Da die Maximalwerte der Chlorid-Konzentrationen in der Nähe des IAWR-Zielwertes von 100 mg/L liegen und Chlorid weder bei einer Bodenpassage noch bei der technischen Wasseraufbereitung entfernt werden kann, sehen die Wasserwerke am Rhein nach wie vor Handlungsbedarf für eine weitere Reduzierung der Chlorid-Belastungen im Rheineinzugsgebiet (s. Tabelle 1.3).

Tabelle 1.3: Mittel- und Maximalwerte der Chlorid-Konzentrationen (2009 - 2011) - Angaben in mg/L

Messstelle	2009		2010		2011	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Biebesheim	27	43	27	39	30	39
Mainz	36	64	33	53	36	49
Wiesbaden	32	61	31	48	35	46
Koblenz	36	62	34	53	38	52
Köln	59	103	61	95	62	85
Benrath	56	95	68	95	73	97
Düsseldorf-Flehe	56	91	52	91	62	94
Wittlaer	55	97	60	92	64	85
Wesel	80	119	80	114	103	108
Frankfurt/Main	44	58	44	71	48	60
Mainz-Kastel/Mainfahne	51	77	51	87	55	72

IAWR-Zielwert: 100 mg/L

Aufgrund der hohen Abflüsse sind die **Nitrat-** und Sulfat-Konzentrationen im Rheineinzugsgebiet vergleichsweise niedrig. Allerdings steigen die Nitrat-Konzentrationen im Rheinlängsprofil erwartungsgemäß aufgrund von Einträgen aus der Landwirtschaft und aus Abwassereinleitungen an, während die Sulfat-Gehalte, die inzwischen überwiegend auf geogene Quellen zurückzuführen sind, keine signifikanten Veränderungen zeigen. In den Bildern 1.14 und 1.15 ist die lang-jährige Entwicklung der Nitrat-Konzentrationen an den Messstellen Mainz und Wittlaer zu erkennen. Positiv zu vermerken ist der leichte Rückgang der Nitrat-

Gehalte in den letzten Jahren sowie die Tatsache, dass der IAWR-Zielwert von 25 mg/L nicht überschritten wurde.

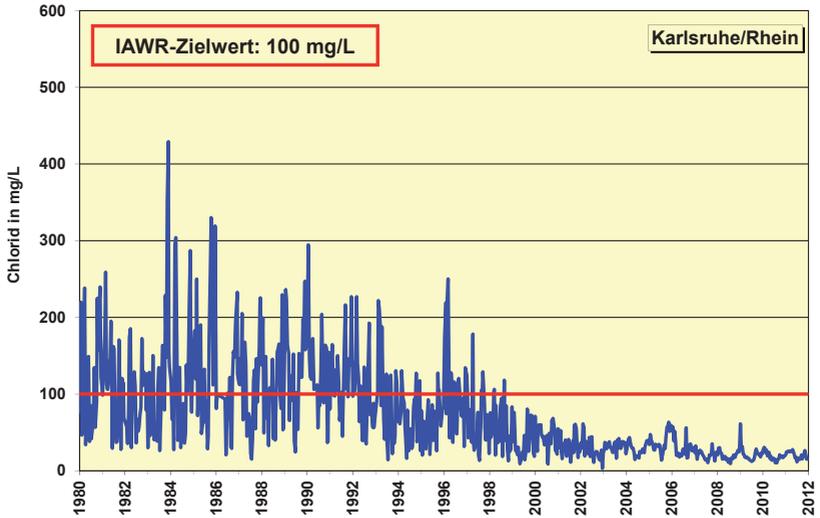


Bild 1.11: Chlorid-Konzentrationen (1980 - 2011) an der Messstelle Karlsruhe

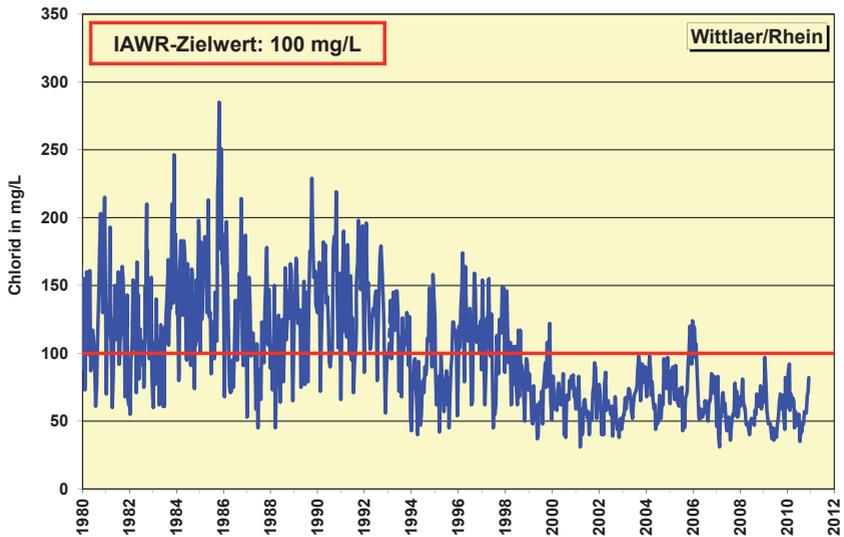


Bild 1.12: Chlorid-Konzentrationen (1980 - 2011) an der Messstelle Wittlaer

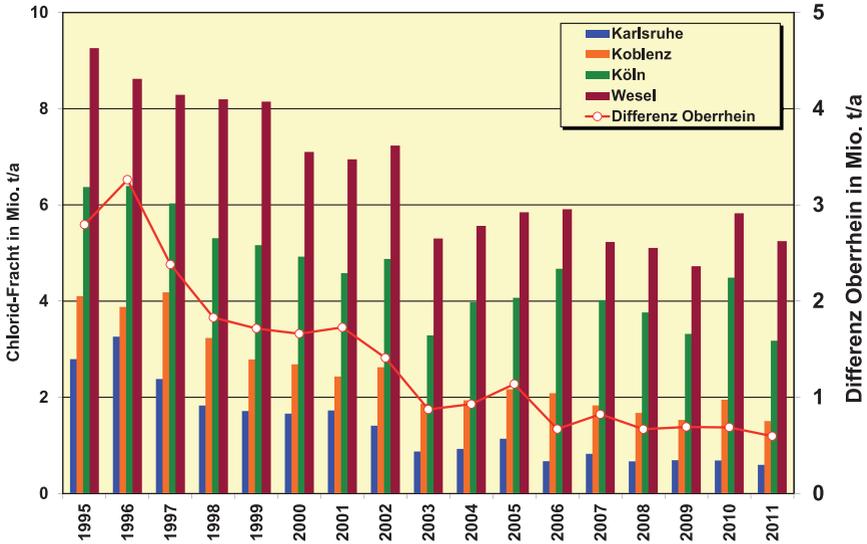


Bild 1.13: Chlorid-Frachten im Rhein (1995 - 2011)

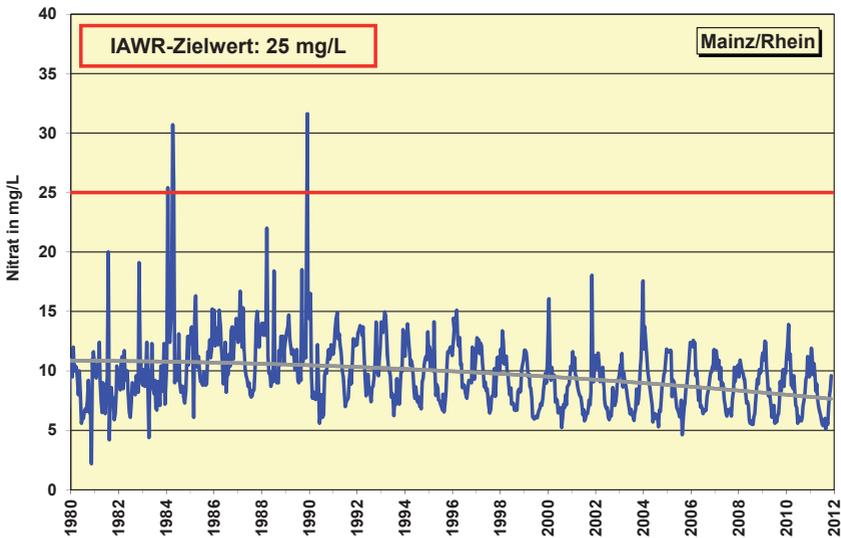


Bild 1.14: Nitrat-Konzentrationen (1980 - 2011) im Rhein an der Messstelle Mainz

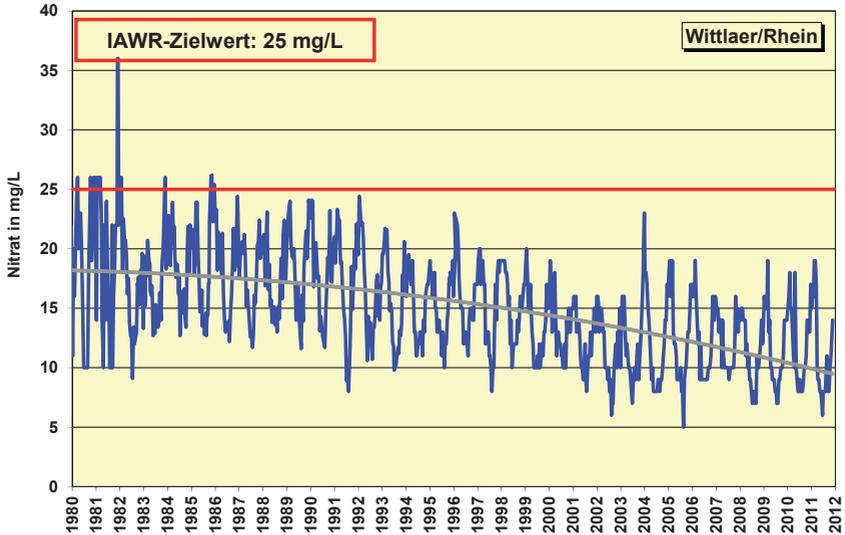


Bild 1.15: Nitrat-Konzentrationen (1980 - 2011) im Rhein an der Messstelle Wittlaer

Mittel- und Maximalwerte der **Sulfat**-Konzentrationen aus den Jahren 2009 - 2011 sind in der Tabelle 1.4 zusammengestellt. An den Rhein-Messstellen liegen selbst die Maximalwerte deutlich unter dem IAWR-Zielwert von 100 mg/L. Höhere Sulfat-Gehalte werden dagegen im Main gefunden, wie aus dem Bild 1.16 ersichtlich ist.

Neben den „klassischen“ Anionen Chlorid, Nitrat und Sulfat wird seit dem Jahr 2009 auch **Fluorid** bestimmt, da im Donau-, Maas- und Rhein-Memorandum ein Zielwert von 1,0 mg/L festgelegt wurde. Wie den Zahlenwerten in Tabelle 1.5 zu entnehmen ist, liegen die aktuellen Fluorid-Werte (Mittel- und Maximalwerte) deutlich unter diesem Zielwert und sind daher ohne Bedeutung für die Wasserbeschaffenheit des Rheins.

Tabelle 1.4: Mittel- und Maximalwerte der Sulfat-Konzentrationen (2009 - 2011) - Angaben in mg/L

Messstelle	2009		2010		2011	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Basel	26	29	26	29	28	34
Karlsruhe	27	31	26	30	28	33
Biebesheim	44	66	41	56	47	61
Mainz	43	61	40	49	46	59
Wiesbaden	44	64	41	50	48	59
Köln	57	86	54	67	66	84
Benrath	48	77	56	70	69	95
Düsseldorf-Flehe	51	70	49	64	59	76
Frankfurt / Main	84	101	76	101	90	109

IAWR-Zielwert: 100 mg/L

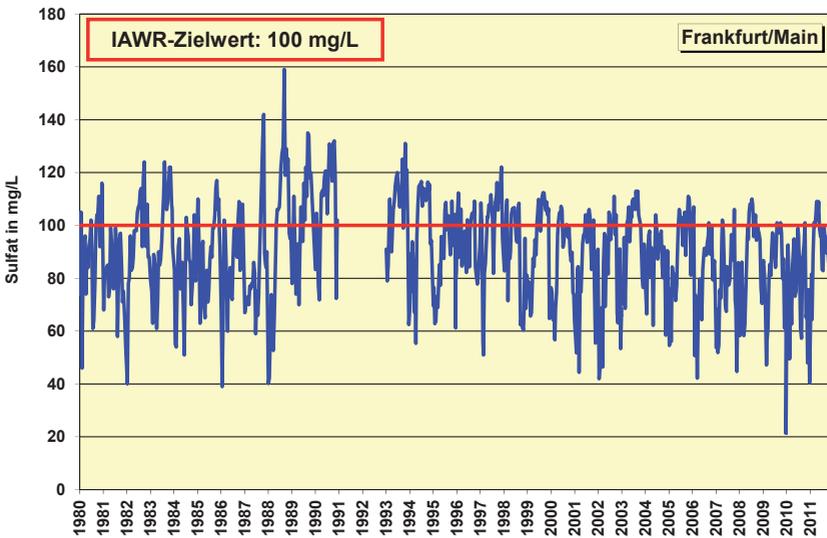


Bild 1.16: Sulfat-Konzentrationen (1980 - 2011) im Main an der Messstelle Frankfurt

Tabelle 1.5: Mittel- und Maximalwerte der Fluorid-Konzentrationen (2009 - 2011) – Angaben in mg/L

Messstelle	2009		2010		2011	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Basel	0,08	0,09	0,08	0,09	0,08	0,09
Karlsruhe	-	-	0,09	0,10	0,09	0,10
Biebesheim	0,11	0,14	0,09	0,13	0,11	0,13
Mainz	-	-	-	-	<0,2	<0,2
Wiesbaden	0,12	0,14	0,08	0,14	0,10	0,14
Benrath	-	-	0,12	0,21	0,13	0,20
Düsseldorf-Flehe	-	-	0,12	0,17	0,14	0,17
Frankfurt / Main	0,15	0,17	0,13	0,17	0,14	0,17
IAWR-Zielwert: 1,0 mg/L						

Zu den positivsten Entwicklungen bei der Rheinsanierung in den 80er und 90er Jahren des letzten Jahrhunderts zählt der signifikante Rückgang der **Ammonium**-Konzentrationen und -Frachten, der unter anderem dazu geführt hat, dass der Sauerstoffhaushalt im Rhein wieder ein gutes Niveau erreicht hat. Die aktuellen Ammonium-Gehalte liegen mit Ausnahme der Messstelle Wesel, die von der hoch abwasserbelastenden Emscher beeinflusst wird, unter dem IAWR-Zielwert von 0,3 mg/L. Aktuelle Mittel- und Maximalwerte aus den Jahren 2009 - 2011 sind in der Tabelle 1.6 zusammengefasst. Auch aus den grafischen Darstellungen in den Bildern 1.17 und 1.18 ist der erhebliche Rückgang der Ammonium-Konzentrationen in den letzten Jahrzehnten deutlich zu erkennen.

Weitere Messdaten von allgemeinen und anorganischen Parametern wie pH-Wert, Trübung, Anionen und Kationen sowie Schwermetallen und Spurenelementen, die im Rahmen der Eigenuntersuchungen von den ARW-Mitgliedswerken erhoben werden, sind im Tabellenanhang dokumentiert. Da die entsprechenden Konzentrationen im Rheinwasser in der Regel niedrig bzw. sehr niedrig sind und die Uferfiltration eine wirksame Barriere für viele dieser Parameter darstellt, wurde in diesem Bericht auf eine weitere Auswertung verzichtet. Im Übrigen wird an dieser Stelle auf das umfangreiche Rhein-Untersuchungsprogramm der RheinEnergie AG Köln mit den aktuellen Messdaten aus dem Jahr 2011 hingewiesen, welches im Anhang 2 dieses Jahresberichtes erläutert wird. Zudem

werden mit gewisser zeitlicher Verzögerung die Messdaten 2011 der Monitoring-Programme von DKR und IKSR auf deren Websites zur Verfügung gestellt.

Tabelle 1.6: Mittel- und Maximalwerte der Ammonium-Konzentrationen (2009 - 2011) – Angaben in mg/L

Messstelle	2009		2010		2011	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Biebesheim	0,04	0,20	<0,05	0,13	<0,05	0,14
Mainz	0,07	0,26	0,05	0,23	<0,05	0,18
Wiesbaden	0,04	0,24	<0,05	0,11	<0,05	0,12
Koblenz	<0,05	0,14	0,05	0,20	0,06	0,16
Köln	0,06	0,27	0,06	0,19	0,05	0,19
Benrath	0,06	0,25	0,06	0,20	0,06	0,13
Düsseldorf-Flehe	0,07	0,29	0,06	0,20	0,05	0,17
Wittlaer	0,09	0,28	0,08	0,22	0,06	0,18
Wesel	0,12	0,55	0,13	0,39	0,14	0,47
Frankfurt/Main	0,11	0,47	0,09	0,27	0,07	0,27
Mainz-Kastel/Mainfahne	0,13	0,65	0,10	0,28	0,10	0,26

IAWR-Zielwert: 0,3 mg/L

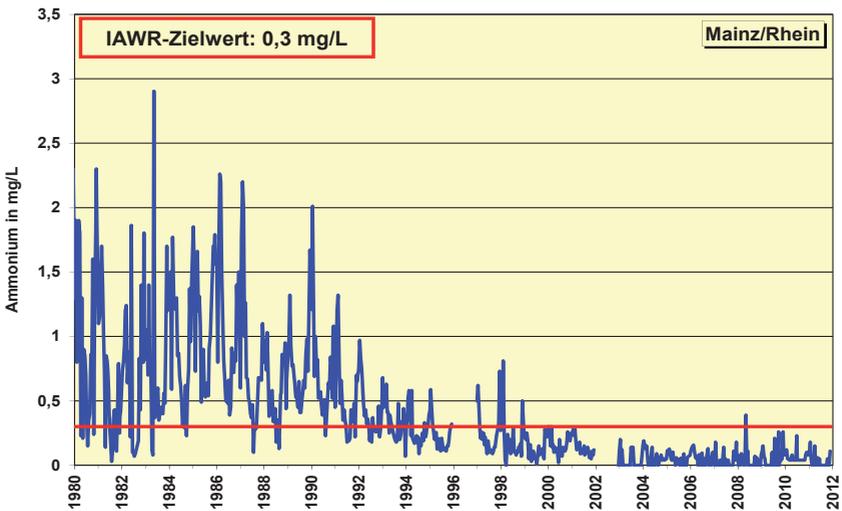


Bild 1.17: Ammonium-Konzentrationen (1980 - 2011) im Rhein an der Messstelle Mainz

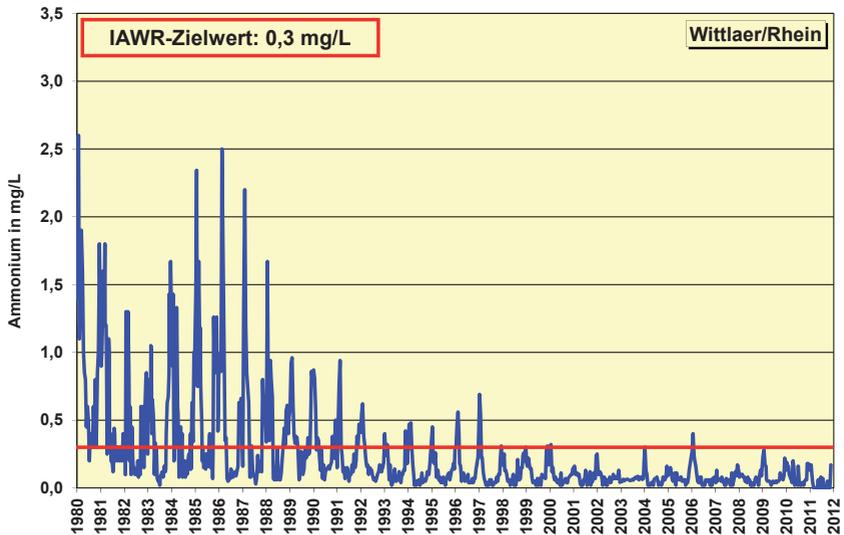


Bild 1.18: Ammonium-Konzentrationen (1980 - 2011) im Rhein an der Messstelle Wittlaer

1.3 Summarische organische Messgrößen

Neben den allgemeinen und anorganischen Parametern zählen auch die summarischen organischen Messgrößen zu den sogenannten Basis-Qualitätsparametern, die üblicherweise bei der Untersuchung von Oberflächengewässern bestimmt werden. Insbesondere bei der Bewertung von Messdaten aus Sicht der Trinkwassergewinnung und bei der Auswahl von geeigneten Aufbereitungsverfahren spielen organische Stoffe eine wichtige Rolle, zumal häufig eine Reduzierung der organischen Belastung der Rohwässer erwünscht ist. Am Niederrhein wird dabei allein schon durch eine Bodenpassage (Uferfiltration) im Mittel eine etwa 50%ige Reduzierung der Konzentrationen der organischen Stoffe erreicht.

Die längerfristige Entwicklung der **DOC**-Konzentrationen am Niederrhein ist in Bild 1.19 ersichtlich.

Ähnlich wie bei anderen Qualitätsparametern (Sauerstoff, Ammonium, Chlorid etc.) ist in den letzten Jahrzehnten eine erfreuliche Entwicklung zu erkennen, die dazu geführt hat, dass die aktuellen DOC-Gehalte inzwischen auf einem akzeptablen Niveau liegen. Seit dem Jahr 2004 werden zusätzlich auch die **TOC** (Total Organic Carbon)-Konzentrationen bestimmt, die die partikulär vorliegenden organischen Stoffe mit erfassen und im Mittel um 20 bis 30 % höher als die entsprechenden DOC-Werte liegen. Die Ganglinien der DOC- und TOC-Gehalte an der Messstelle Wittlaer sind in Bild 1.20 dargestellt.

Zu beachten ist, dass es sich bei den Ergebnissen der summarischen organischen Messgrößen um Mischproben über 28 Tage handelt, so dass größere Schwankungen der Analysenwerte durch die Art der Probenahme weitgehend kompensiert werden. Dies führt dazu, dass Überschreitungen der IAWR-Zielwerte für DOC (Zielwert 3 mg/L) und TOC (Zielwert 4 mg/L) weniger häufig als bei Einzel-/Stichproben nachgewiesen werden.

Auch die in der Vergangenheit zum Teil recht hohen **AOX**-Konzentrationen im Rhein liegen inzwischen in der Regel unter dem Zielwert von 25 µg/L, wie in Tabelle 1.7 ersichtlich ist.

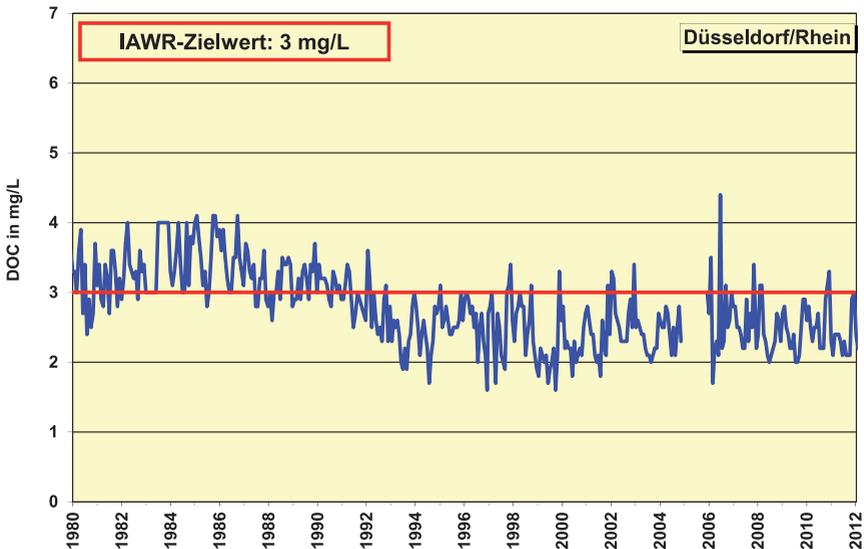


Bild 1.19: DOC-Konzentrationen (1980 - 2011) im Rhein an der Messstelle Düsseldorf-Flehe

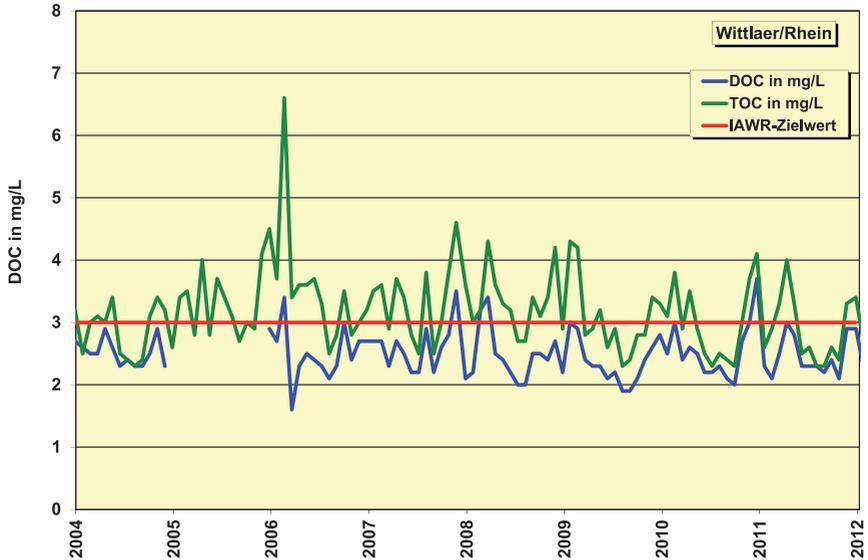


Bild 1.20: DOC- und TOC-Konzentrationen (2004 - 2011) im Rhein an der Messstelle Wittlaer

Tabelle 1.7: Maximalwerte der AOX-Konzentrationen (2007 - 2011) – Angaben in µg/L

Messstelle	2007	2008	2009	2010	2011
Au-Lustenau / Diepoldsau	<5	-	-	-	-
Basel	9	9	7	10	9
Karlsruhe	12	12	11	12	15
Ludwigshafen	11	11	11	15	12
Mainz	15	13	15	15	20
Koblenz	13	17	14	20	20
Köln	22	25	32	21	27
Düsseldorf-Flehe	17	18	20	28	25
Wittlaer	23	16	21	22	26
Frankfurt/Main	13	19	23	25	25
IAWR-Zielwert: 25 µg/L					

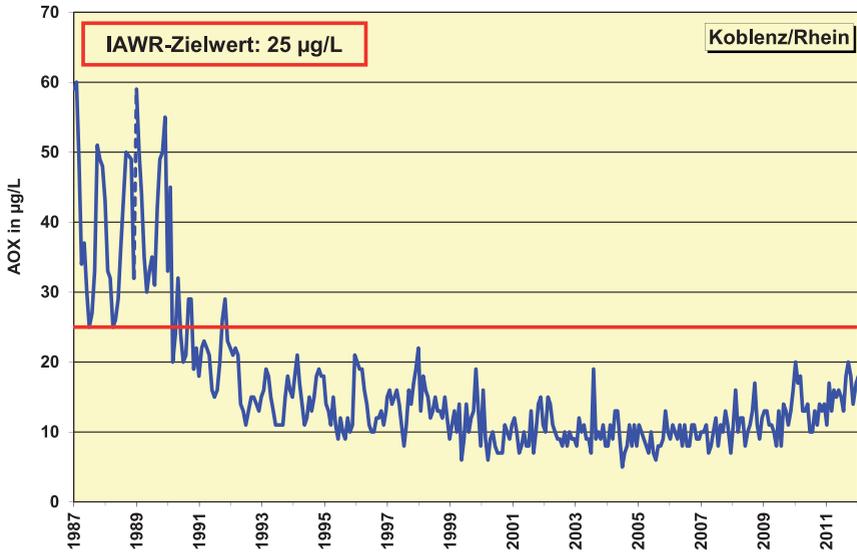


Bild 1.21: AOX-Konzentrationen (1987 - 2011) an der Messstelle Koblenz/Rhein

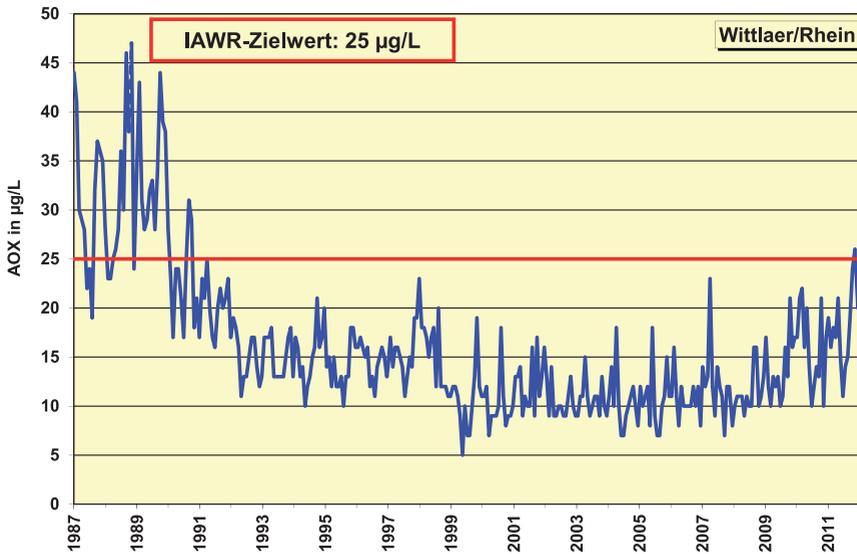


Bild 1.22: AOX-Konzentrationen (1987 - 2011) an der Messstelle Wittlaer/Rhein

Allerdings ist an den ARW-Messstellen am Niederrhein eine leichte Zunahme der AOX-Gehalte zu erkennen, deren Ursache derzeit noch nicht bekannt ist. Beispielhaft sind in den Bildern 1.21 und 1.22 die Ganglinien der AOX-Konzentrationen an den Messstellen Koblenz und Wittlaer dargestellt.

Noch viel deutlicher ist der AOX-Anstieg in Bild 1.23 zu erkennen, wenn eine Auswertung über die jährlichen Frachten erfolgt.

Die **AOS**-Konzentrationen in Rhein und Main sind in den letzten Jahren erfreulicherweise zurückgegangen. Dies zeigt sich zum einen dadurch, dass der IAWR-Zielwert von 80 µg/L fast durchweg eingehalten wird (Tabelle 1.8) und zweitens an der mittelfristigen Entwicklung der AOS-Frachten im Rhein (Bild 1.24).

Der Rückgang der AOS-Konzentrationen im Rheineinzugsgebiet dürfte überwiegend auf geringere Emissionen aus der chemischen und zellstoff-/papierverarbeitenden Industrie sowie aus der Textilindustrie und der Farbstoffherstellung zurückzuführen sein. Darüber hinaus ist durch Produktänderungen bei Inhaltsstoffen von Wasch- und Reinigungsmitteln die biologische Abbaubarkeit von schwefelhaltigen Verbindungen deutlich verbessert worden.

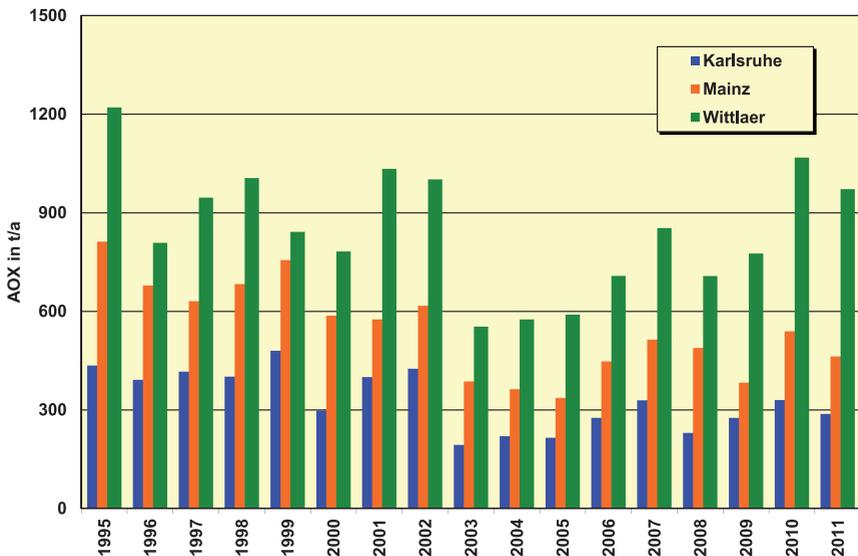


Bild 1.23: AOX-Frachten im Rhein (1995 - 2011)

Tabelle 1.8: Maximalwerte der AOS-Konzentrationen (2007 - 2011) – Angaben in µg/L

Messstelle	2007	2008	2009	2010	2011
Au-Lustenaus / Diepoldsau	22	17	24	24	18
Basel	51	34	23	20	42
Karlsruhe	43	46	48	35	32
Ludwigshafen	58	47	34	69	38
Mainz	62	60	42	66	60
Koblenz	59	53	46	43	57
Köln	79	60	55	72	80
Düsseldorf-Flehe	74	61	49	69	53
Wittlaer	74	60	59	52	60
Frankfurt/Main	97	65	110	82	85

IAWR-Zielwert: 80 µg/L

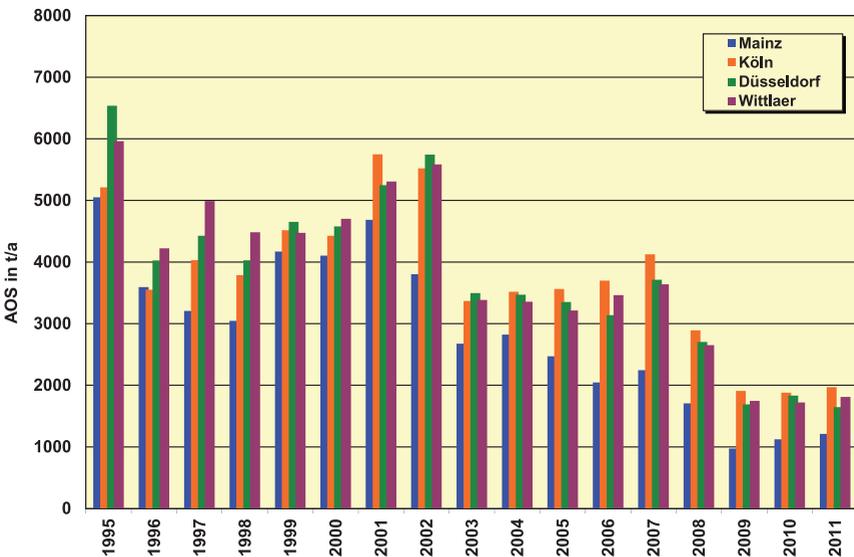


Bild 1.24: AOS-Frachten im Rhein (1995 - 2011)

1.4 Anthropogene naturfremde Stoffe

Ebenso wie die summarischen organischen Messgrößen werden die synthetischen organischen Komplexbildner NTA, EDTA und DTPA in 28-Tagesmischproben bestimmt, um zuverlässige Frachten ermitteln und Bilanzierungen vornehmen zu können. In den Bildern 1.25 und 1.26 sind die Frachten von **EDTA** und **DTPA** im Rhein seit rund 20 Jahren dargestellt.

Für beide Verbindungen ist eine zum Teil deutliche Abnahme der Frachten im Rhein festzustellen. Während im Fall von EDTA durch intensive Zusammenarbeit und Informationsaustausch von Behörden, Industrie und Wasserwirtschaft – vor allem in den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts – die Einsatzmengen von EDTA reduziert werden konnten, wurden durch spezifische Maßnahmen bei der Zellstoff- und Papierindustrie die DTPA-Emissionen in den Rhein (Oberrhein) in den letzten Jahren beträchtlich verringert.

Wie den Zahlenwerten in Tabelle 1.9 zu entnehmen ist, sind die EDTA- und DTPA-Konzentrationen im Main höher als im Niederrhein.

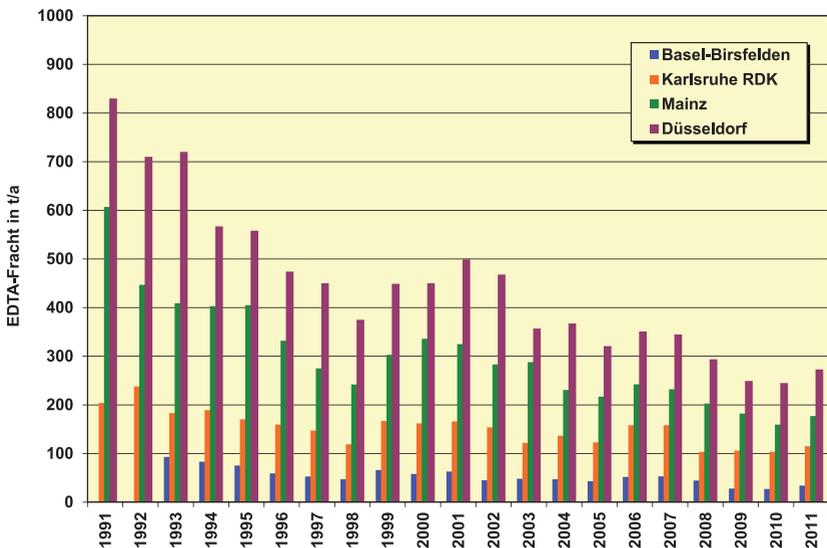


Bild 1.25: EDTA-Frachten im Rhein (1991 - 2011)

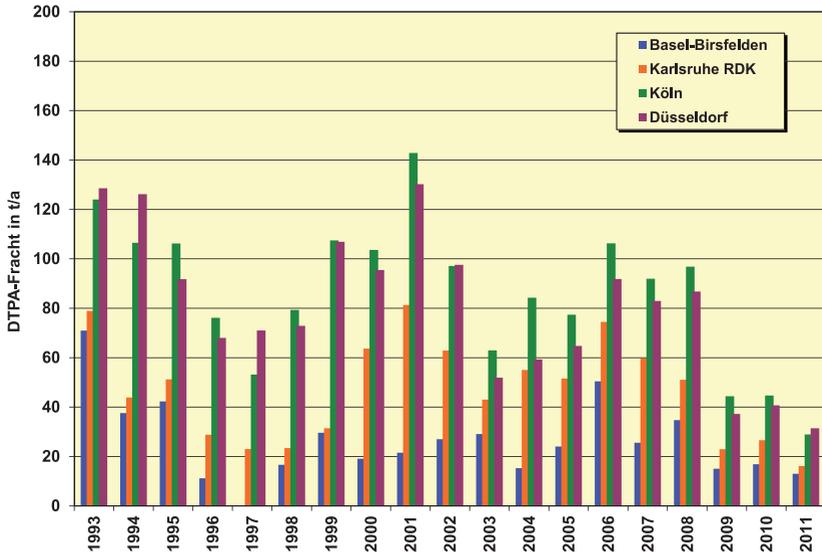


Bild 1.26: DTPA-Frachten im Rhein (1993 - 2011)

Tabelle 1.9: Mittel- und Maximalwerte von NTA, EDTA und DTPA in Rhein und Main (2011) – Angaben in µg/L.

Messstelle	NTA		EDTA		DTPA	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Au-Lustenau / Diepoldsau	<0,5	0,9	<0,5	<0,5	<1	<1
Basel	2,2	5,1	1,4	3,0	<1	<1
Karlsruhe	0,9	1,9	4,0	6,3	<1	1,1
Ludwigshafen	0,7	1,3	4,2	5,6	<1	<1
Mainz	1,3	1,9	5,2	7,7	<1	<1
Koblenz	1,0	1,4	5,5	8,4	<1	1,1
Köln	1,0	1,4	5,7	7,9	<1	1,2
Düsseldorf-Flehe	1,2	2,1	5,4	7,7	<1	1,4
Wittlaer	1,0	1,8	5,3	7,2	<1	<1
Frankfurt/Main	0,8	2,2	6,2	9,8	5,2	19
Bischofsheim/Main	0,9	3,9	8,3	17	4,4	17

IAWR-Zielwert: 5 µg/L

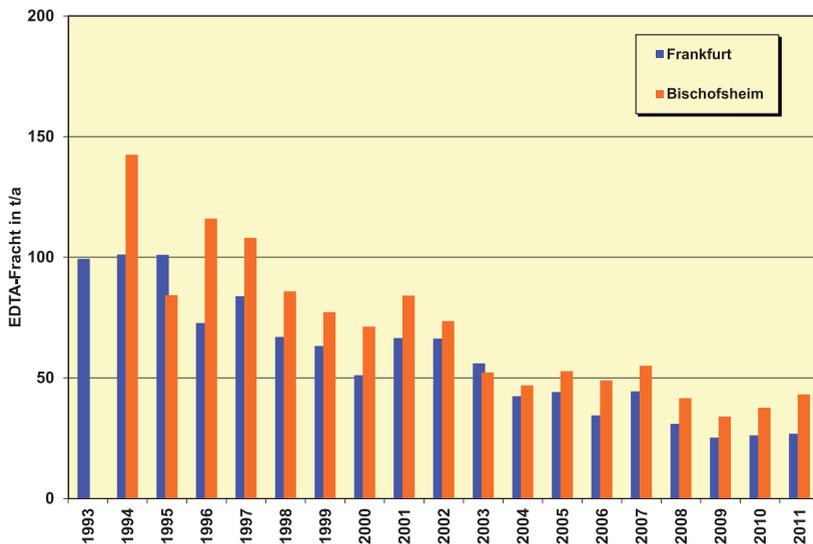


Bild 1.27: EDTA-Frachten im Main (1993 - 2011)

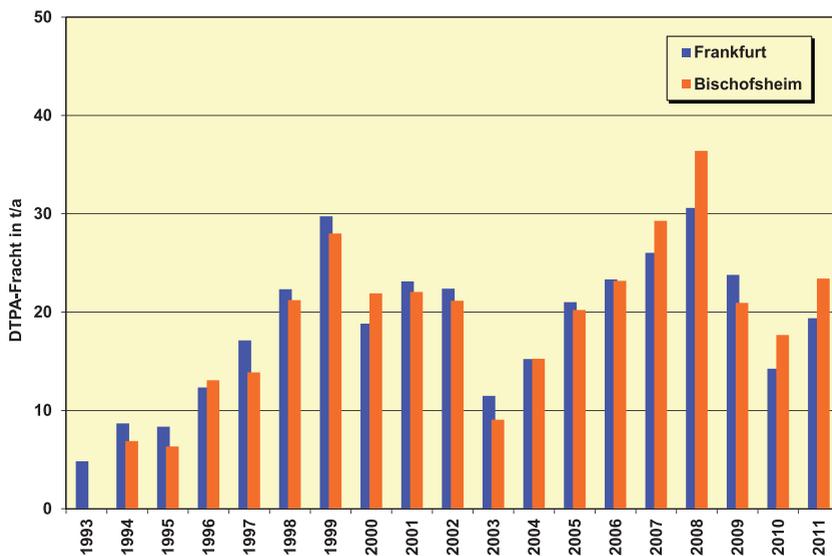


Bild 1.28: DTPA-Frachten im Main (1993 - 2011)

Während im Main an den Messstellen Frankfurt und Bischofsheim die EDTA-Frachten in den letzten 20 Jahren ebenfalls um mehr als 50 % zurückgegangen sind (Bild 1.27), sind hier die DTPA-Frachten deutlich angestiegen, was auf den verstärkten Einsatz von DTPA in einem Zellstoffwerk am Obermain zurückzuführen ist (Bild 1.28).

Nach wie vor werden von den ARW-Mitgliedsunternehmen umfangreiche Untersuchungen auf **Pflanzenschutzmittel (PSM)** und **PSM-Metabolite** durchgeführt, deren Ergebnisse im Tabellenanhang enthalten sind. Wie den Zahlenreihen der letzten Jahre zu entnehmen ist, wurden an den Messstellen am Niederrhein (Köln und Düsseldorf) nur einzelne Befunde oberhalb des IAWR-Zielwertes von 0,1 µg/L festgestellt. Dies betrifft fast ausschließlich die Getreideherbizide **Chlortoluron** und **Isoproturon**, die mit erhöhten Konzentrationen > 0,1 µg/L im Spätherbst im Rheinwasser gefunden wurden.

Wesentlich größeres Interesse findet derzeit das Vorkommen der PSM-Metabolite **N,N-Dimethylsulfamid (DMS)** und **Desphenylchloridazon (DPC)**, die regelmäßig in Rhein- und Mainwasserproben auftreten und als persistent und mobil einzustufen sind. In Bild 1.29 sind die DMS-Konzentrationen im Zeitraum 2008 - 2011 an den Messstellen Mainz, Köln und Düsseldorf dargestellt. Die entsprechenden Ganglinien von Desphenylchloridazon finden sich in Bild 1.30.

Während sowohl die DMS- als auch die DPC-Konzentrationen in den Rheinwasserproben in der Regel unterhalb des Zielwertes von 0,1 µg/L liegen, werden an der Messstelle Frankfurt/Main insbesondere erhöhte DPC-Konzentrationen gefunden (Bild 1.31). Dies ist auf den verbreiteten Einsatz von Chloridazon im Zuckerrübenanbau am Oberlauf des Mains zurückzuführen, da der Wirkstoff Chloridazon rasch zu DPC abgebaut und DPC als persistente und mobile Verbindung relativ leicht in Grund- und Oberflächengewässer eingetragen wird.

Festzustellen ist, dass die DMS-Konzentrationen im Rheineinzugsgebiet zurückgehen, da die Ausgangsverbindung Tolyfluanid inzwischen europaweit nicht mehr zugelassen ist. Dagegen wird Chloridazon weiterhin angewendet, auch wenn eine freiwillige Vereinbarung zur Nicht-Anwendung in Wasserschutzgebieten abgeschlossen wurde. Aus den vorliegenden Daten ist zumindest kein signifikanter Rückgang der DPC-Konzentrationen am Main zu erkennen.

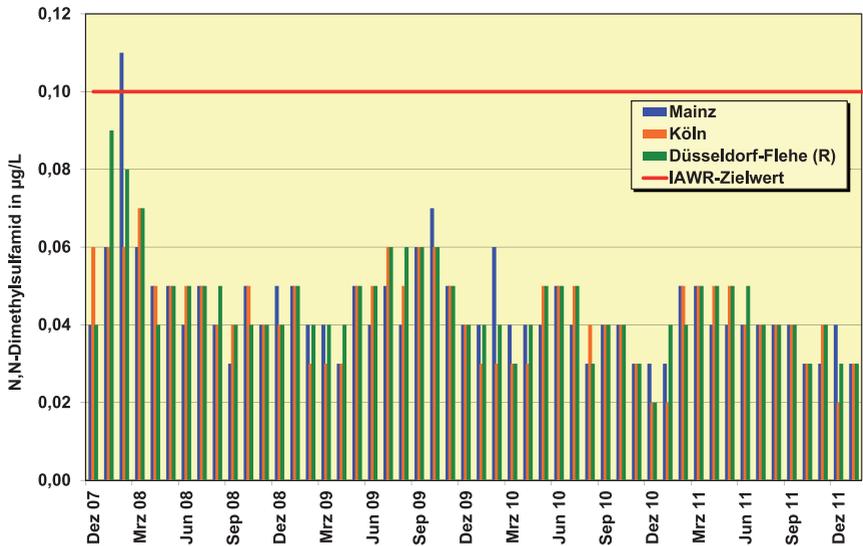


Bild 1.29: DMS-Konzentrationen im Rhein (2008 - 2011)

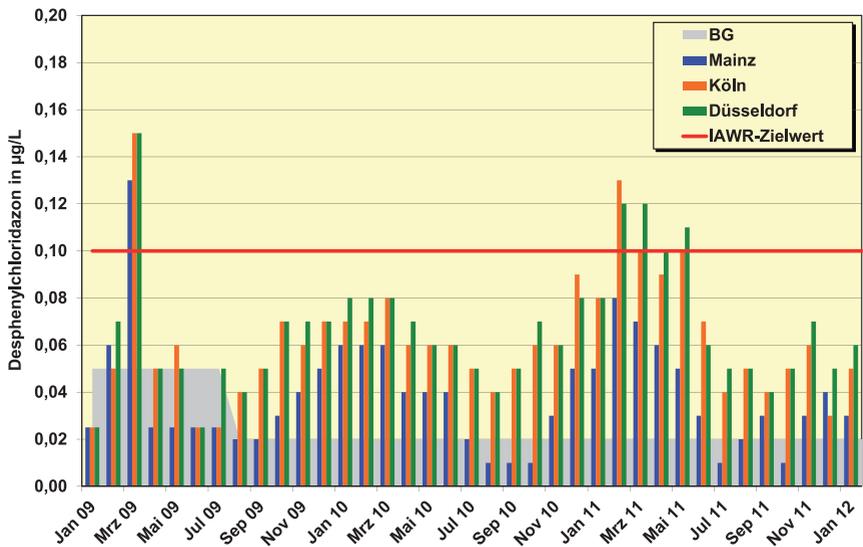


Bild 1.30: Desphenylchloridazon (DPC)-Konzentrationen im Rhein (2009 - 2011)

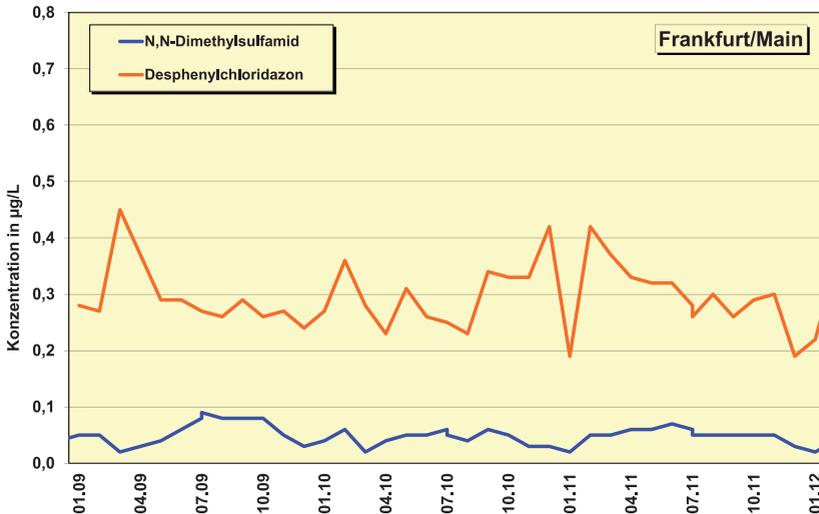


Bild 1.31: DMS- und Desphenylchloridazon (DPC)-Konzentrationen im Main (2009 - 2011) an der Messstelle Frankfurt

Wie in den Vorjahren wurden auch im Berichtsjahr 2011 umfangreiche Untersuchungen auf **Arzneimittelrückstände** an den Messstellen Mainz, Köln und Düsseldorf sowie Frankfurt/Main durchgeführt. In der Regel wurden in etwa 4-wöchigem Abstand Stichproben (entspricht 13 Proben/Jahr) entnommen und vor allem auf diejenigen Wirkstoffe analysiert, die in der Vergangenheit mit die höchsten Konzentrationen aufwiesen. Hierzu zählen unter anderem die Verbindungen **Carbamazepin, Diclofenac, Sulfamethoxazol** und **Metoprolol** sowie verschiedene iodierter Röntgenkontrastmittel (RKM) wie zum Beispiel **Amidotrizoesäure, Iohexol, Iomeprol, Iopamidol** und **Iopromid**. Für alle Einzelstoffe gilt ein IAWR-Zielwert von jeweils 0,1 µg/L.

Für die wichtigsten Wirkstoffe sind in Tabelle 1.10 die Mittel- und Maximalwerte aus den letzten drei Jahren für die Messstelle Frankfurt/Main sowie in Tabelle 1.11 die entsprechenden Zahlenwerte für die RKM zusammengestellt. Wenn auch die Konzentrationen der angegebenen Wirkstoffe im Main bei Frankfurt etwas höher liegen als am Niederrhein, so sind doch stets die selben Wirkstoffe mit Konzentrationen > 0,1 µg/L auffällig. Erwartungsgemäß kann nicht von einem Rückgang der Konzentrationen ausgegangen werden, wie in den Bildern Bildern 1.32 und 1.33 festzustellen ist.

Tabelle 1.10: Mittel- und Maximalwerte der Konzentrationen von pharmazeutischen Wirkstoffen im Main bei Frankfurt (2009 - 2011) - Angaben in µg/L

Parameter	2009		2010		2011	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Bezafibrat	0,02	0,07	0,02	0,05	0,02	0,05
Carbamazepin	0,12	0,20	0,07	0,13	0,11	0,18
Diclofenac	0,07	0,12	0,08	0,12	0,06	0,13
Ibuprofen	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,04
Indometacin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Pentoxifyllin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Atenolol	0,01	0,02	0,01	0,02	<0,01	<0,01
Metoprolol	0,09	0,14	0,09	0,16	0,09	0,17
Sotalol	0,04	0,07	0,02	0,04	0,02	0,04
Sulfamethoxazol	0,08	0,12	0,06	0,09	0,07	0,10
IAWR-Zielwert: 0,1 µg/L						

Tabelle 1.11: Mittel- und Maximalwerte der Konzentrationen von iodierten Röntgenkontrastmitteln (RKM) im Main bei Frankfurt (2009 - 2011) - Angaben in µg/L

Parameter	2009		2010		2011	
	Mw.	Max.	Mw.	Max.	Mw.	Max.
Amidotrizoessäure	0,52	1,1	0,25	0,47	0,52	0,92
Iodipamid	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Iohexol	0,19	0,81	0,13	0,23	0,14	0,26
Iomeprol	0,44	1,2	0,28	0,56	0,35	0,62
Iopamidol	0,43	0,81	0,21	0,32	0,33	0,50
Iopromid	0,28	0,57	0,25	0,46	0,28	0,49
Iotalaminsäure	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ioxaglinsäure	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ioxitalaminsäure	0,04	0,08	0,03	0,04	0,03	0,08
IAWR-Zielwert: 0,1 µg/L						

Eine deutliche Zunahme der Konzentrationen wurde in den vergangenen Jahren für den Wirkstoff **Metoprolol** gefunden, wie in Bild 1.34 ersichtlich ist. Diese Konzentrationserhöhung von Metoprolol geht parallel mit der Zunahme der Verordnungsmengen, die im Arzneimittelreport der Bundesrepublik Deutschland veröffentlicht werden. Es ist davon auszugehen, dass Arzneimittelwirkstoffe, die hinsichtlich der Verordnungsmengen in der TOP 10 oder TOP 100-Liste aufgeführt sind, auch in Wasser- und Umweltproben auftreten können, wenn Sie biologisch schlecht abbaubar (persistent) und gut wasserlöslich (mobil) sind. Des Weiteren ist zu erwarten, dass neben den Wirkstoffen auch Arzneimittel-Metabolite und Transformationsprodukte gefunden werden, die jedoch derzeit noch nicht im ARW-Untersuchungsprogramm bestimmt werden.

Die Konzentrationen und Frachten der **iodierten Röntgenkontrastmittel** sind in den letzten Jahren trotz vergleichsweise großer Schwankungen der Einzelwerte weitgehend unverändert geblieben. Die größere Schwankungsbreite der Einzelkonzentrationen ist hier sowohl auf die relativ geringe Anzahl von Analysen pro Kalenderjahr (13 Proben) als auch auf die praktische Anwendung bzw. den Verbrauch von RKM in Krankenhäusern und Röntgenpraxen zurückzuführen. In der Regel werden für die gebräuchlichsten RKM ausgeprägte Tages- und Wochenanglinien bezüglich der Ablaufkonzentrationen von Kläranlagen festgestellt, die sich dann unmittelbar in den Gewässerkonzentrationen bemerkbar machen. Beispielfhaft sind in Bild 1.35 die Anglinien der Amidotrizoesäure-Konzentrationen an den Messstellen Köln und Düsseldorf aufgetragen

Von den wichtigen Verbindungen **Amidotrizoesäure, Iohexol, Iomeprol, Iopamidol** und **Iopromid** sind in den Bildern 1.36 - 1.40 die entsprechenden Frachten im Rheinlängsprofil dargestellt.

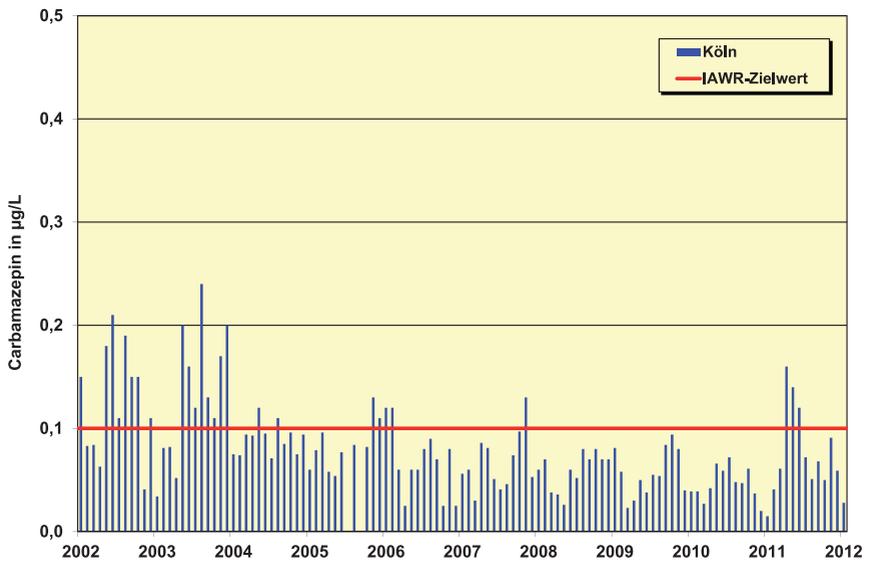
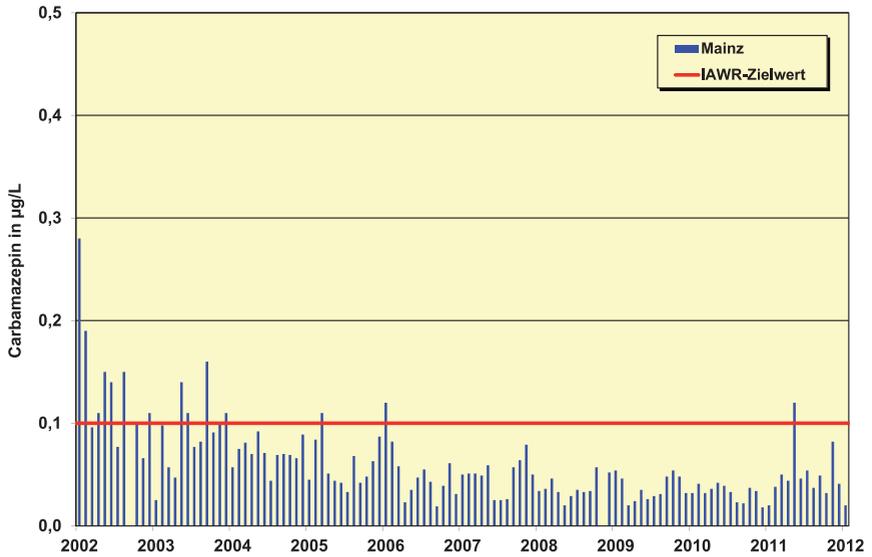


Bild 1.32: Carbamazepin-Konzentrationen im Rhein (2002 - 2011)

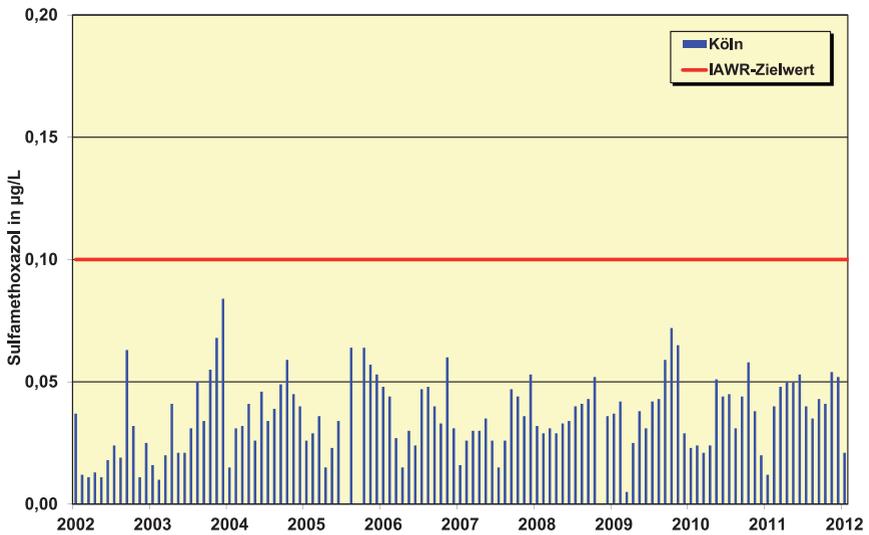
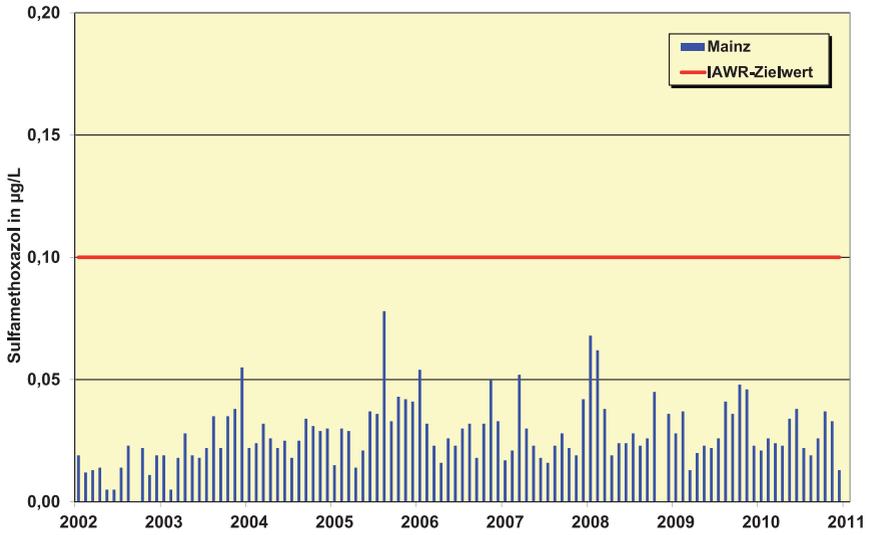


Bild 1.33: Sulfamethoxazol-Konzentrationen im Rhein (2002 - 2011)

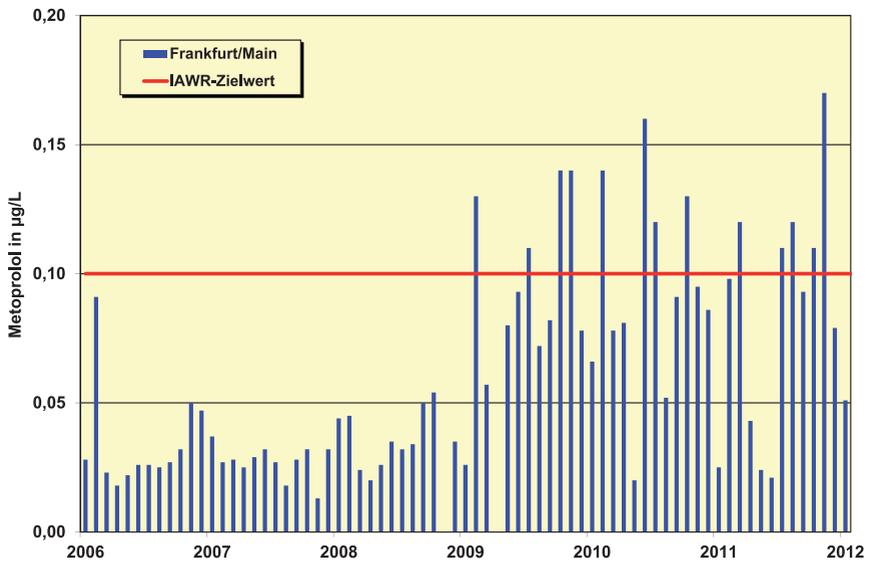
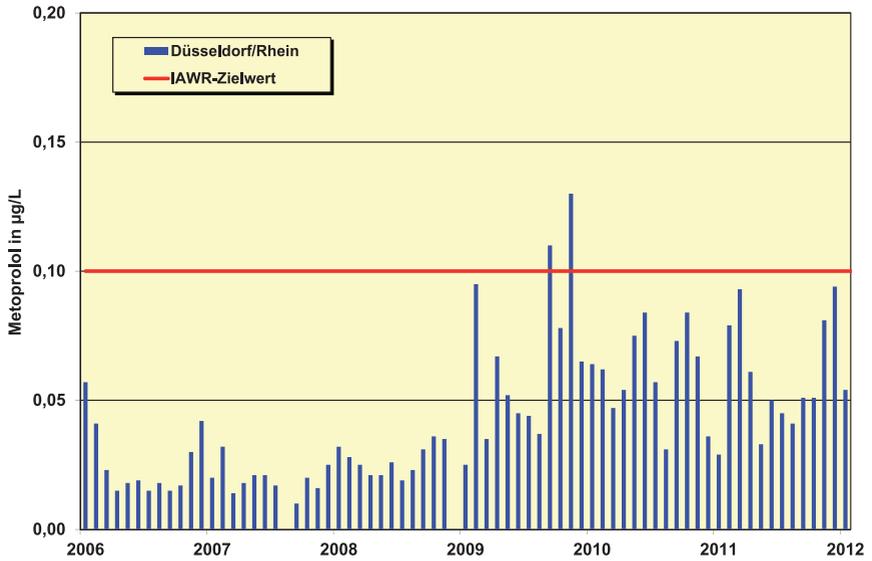


Bild 1.34: Metoprolol-Konzentrationen in Rhein und Main (2006 - 2011)

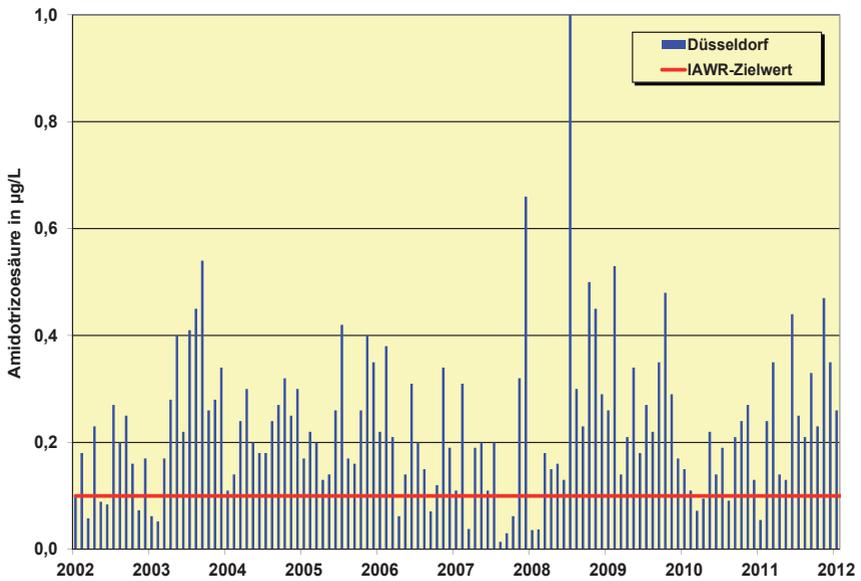
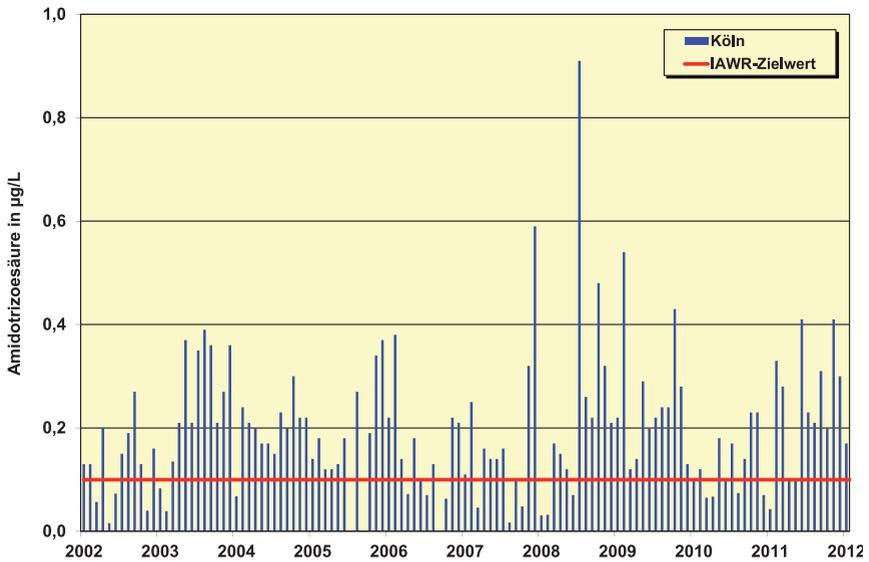


Bild 1.35: Amido-trizoessaeure-Konzentrationen im Rhein (2002 - 2011)

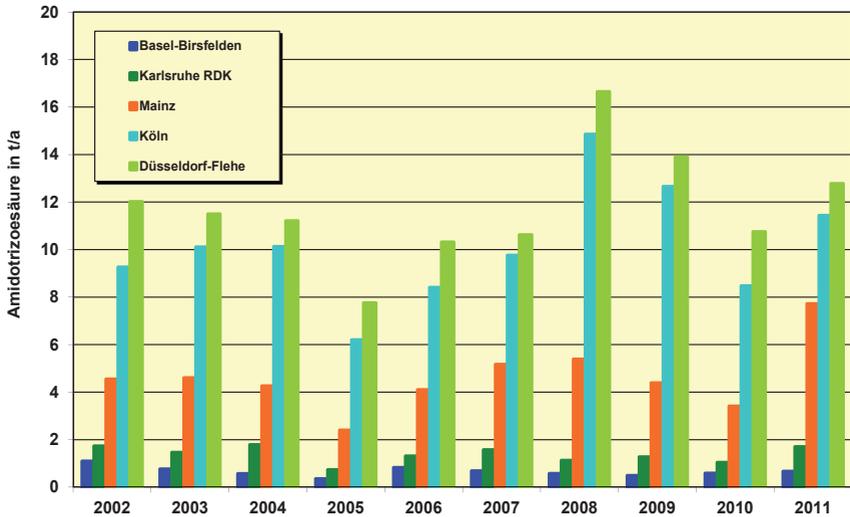


Bild 1.36: Amido-tri-zoosäure-Frachten im Rhein (2002 - 2011)

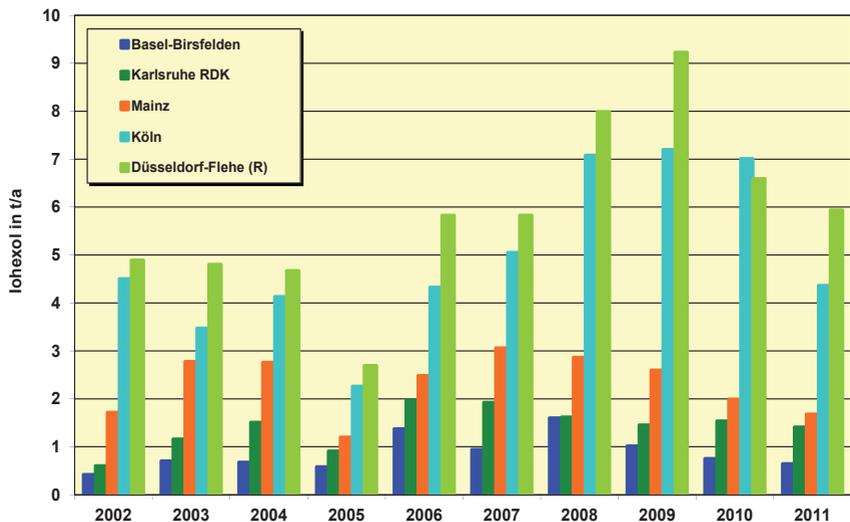


Bild 1.37: Iohexol-Frachten im Rhein (2002 - 2011)

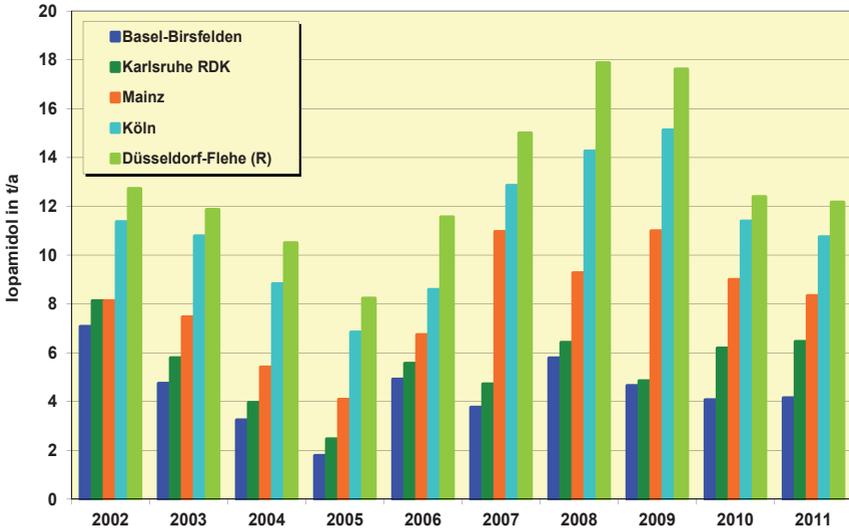


Bild 1.38: loperamid-Frachten im Rhein (2002 - 2011)

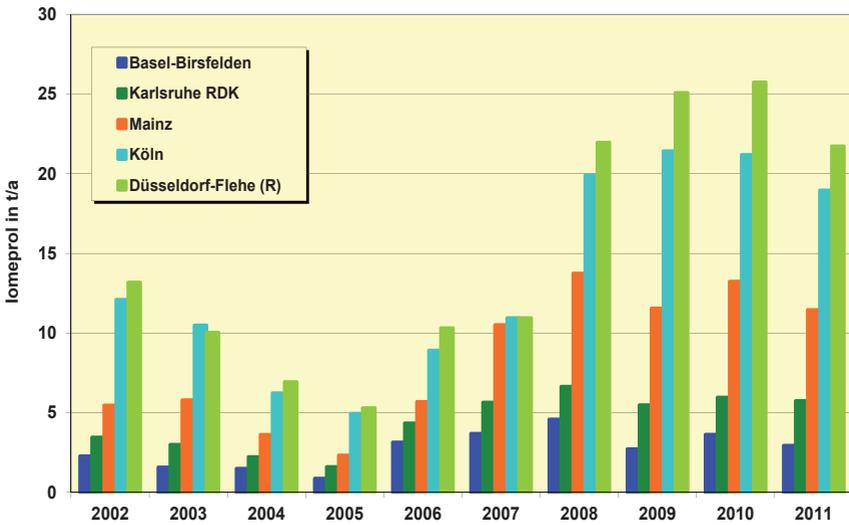


Bild 1.39: lomeprol-Frachten im Rhein (2002 - 2011)

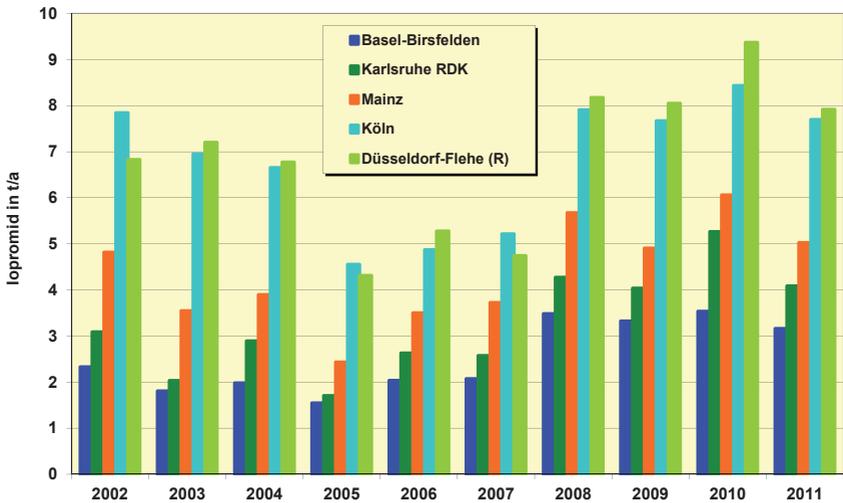


Bild 1.40: loproimid-Frachten im Rhein (2002 - 2011)

Im 10-Jahreszeitraum (2002 - 2011) sind die spezifischen Frachten weitgehend konstant geblieben, auch wenn größere Schwankungen von Kalenderjahr zu Kalenderjahr erkennbar waren. Lediglich die Frachten von Iomeprol sind im Vergleich zum Ausgangsjahr 2002 deutlich angestiegen (Bild 1.39). Iomeprol weist inzwischen auch die höchsten Konzentrationen in Rhein- und Mainwasserproben auf. Die spezifischen RKM-Frachten im Main an der Messstelle Frankfurt liegen in der Regel um den Faktor 5 - 10 niedriger als am Niederrhein, da trotz höherer Einzelstoffkonzentrationen die Abflüsse des Mains erheblich geringer sind.

Wie in den Bildern 1.41 und 1.42 ersichtlich ist, sind die **MTBE-** und **ETBE-**Konzentrationen im Rhein und Main weiter zurückgegangen. In den letzten Jahren wurde bei den ARW-Messungen der IAWR-Zielwert von jeweils 1 µg/L nicht mehr überschritten. Allerdings wurden auch im vergangenen Jahr bei der zeitnahen Überwachung des Rheins in Nordrhein-Westfalen kurzzeitige MTBE- bzw. ETBE-Konzentrationsspitzen > 1 µg/L erfasst. Der positive Trend zu rückläufigen Konzentrationen ist jedoch ein Beleg für die erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen Industrie, Behörden und Wasserwerken im Rheineinzugsgebiet bezüglich der Verminderung der MTBE- bzw. ETBE-Emissionen in den Rhein.

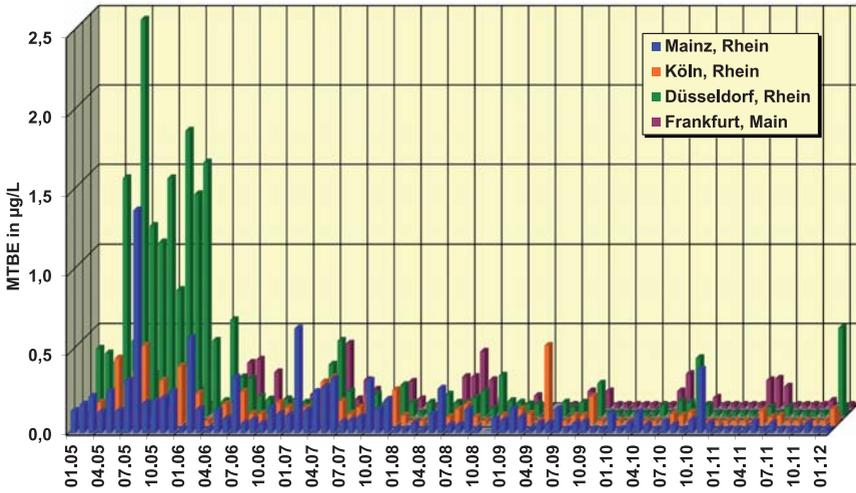


Bild 1.41: MTBE-Konzentrationen in Rhein und Main (2005 - 2011)

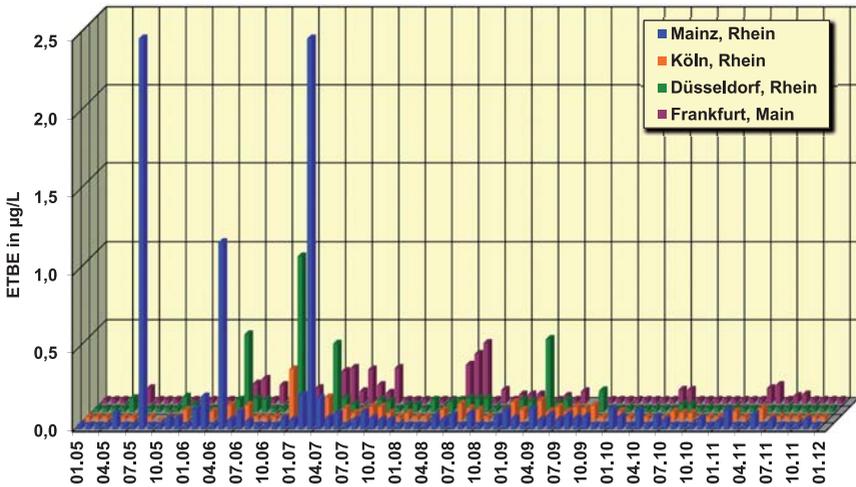


Bild 1.42: ETBE-Konzentrationen in Rhein und Main (2005 - 2011)

Bei den **perfluorierten Verbindungen (PFC)** zeigt sich in den letzten fünf Jahren ein etwas differenzierteres Bild. Die Konzentrationsverläufe der vier wichtigsten Einzelverbindungen **PFOA** und **PFOS** sind in Bild 1.43 sowie **PFBA** und **PFBS** in Bild 1.44 dargestellt.

Generell sind die Konzentrationen der genannten PFC im Vergleich zum IAWR-Zielwert von jeweils 0,1 µg/L (\triangleq 100 ng/L) sehr niedrig. Von PFOA werden in der Regel Konzentrationen bestimmt, die auch in anderen Oberflächengewässern gemessen werden und quasi die Hintergrundkonzentrationen widerspiegeln. Für PFOS wurden deutlich höhere Konzentrationen bis zu 30 - 40 ng/L gefunden, die auf spezifische Einträge aus Kläranlagen zurückzuführen sind (Bild 1.43). Deutlich höhere Konzentrationen (zum Teil $> 0,1 \mu\text{g/L} \triangleq 100 \text{ ng/L}$) von PFBA und PFBS wurden in den letzten Jahren an der Messstelle Düsseldorf festgestellt. Ursache für die erhöhten und auch stark schwankenden Konzentrationen sind Einleitungen aus dem Raum Leverkusen, die in den letzten beiden Jahren bezüglich der Konzentrationen abgenommen haben. Der IAWR-Zielwert für beide Verbindungen wurde dann auch im Berichtsjahr 2011 unterschritten.

Seit dem Jahr 2008 werden an den Messstellen Köln und Düsseldorf sowie an der Messstation Bischofsheim/Main N-Nitrosamine bestimmt, die aufgrund ihrer genotoxischen Eigenschaften mit einem Zielwert von 0,01 µg/L (\triangleq 10 ng/L) belegt sind. Während in den letzten Jahren die NDMA-Konzentrationen in Köln und Düsseldorf unter 10 ng/L lagen, wurden für die Verbindung NMOR auch kurzzeitig höhere Konzentrationen gefunden (Bild 1.46). Im Juni 2011 wurde eine sehr hohe Konzentration von **NMOR** im Rhein bei Köln mit 290 ng/L in einer Einzelprobe festgestellt, deren Ursache trotz umfangreicher Recherchen nicht aufgeklärt werden konnte. An der Messstation Düsseldorf wurden am gleichen Tag 20 ng/L NMOR bestimmt. Nachfolgende Messungen in Uferfiltratproben ergaben zum Teil NMOR-Konzentrationen $> 5 \text{ ng/L}$, die auf die stark erhöhten Konzentrationen im Rhein zurückzuführen waren. Da NMOR persistent und vergleichsweise gut wasserlöslich ist, wird diese Verbindung kaum im Untergrund retardiert. Die entsprechenden NDMA-Konzentrationen im Rhein (Bild 1.45) waren im Untersuchungszeitraum 2008 - 2011 unauffällig.

Erhöhte Konzentrationen von **NEMA** ($> 10 \text{ ng/L}$) und auch von **NDMA** wurden jeweils kurzzeitig im Main an der Messstation Bischofsheim gemessen. Ursache für diese Befunde sind Einleitungen aus einem Chemiepark,

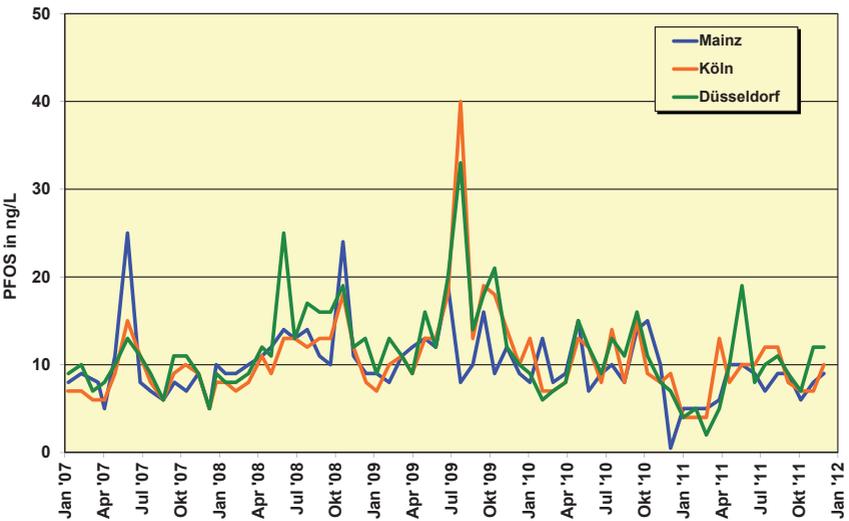
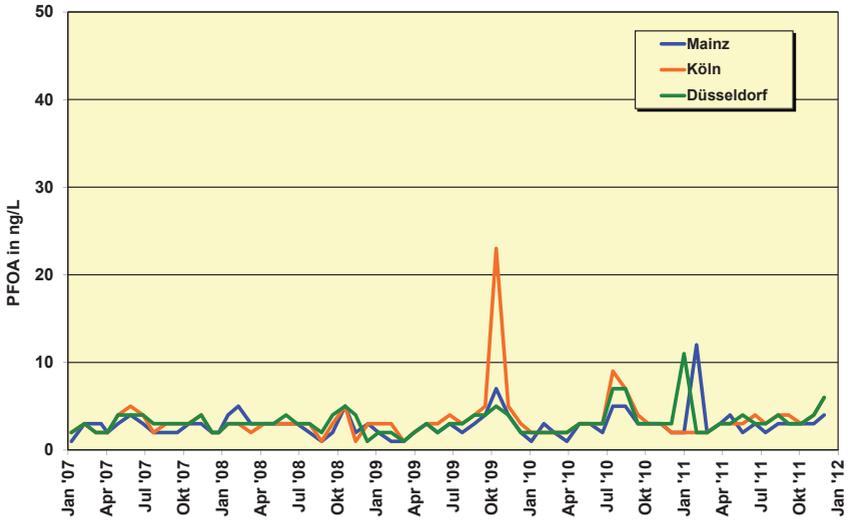


Bild 1.43: PFOA- und PFOS-Konzentrationen im Rhein (2007 - 2011)

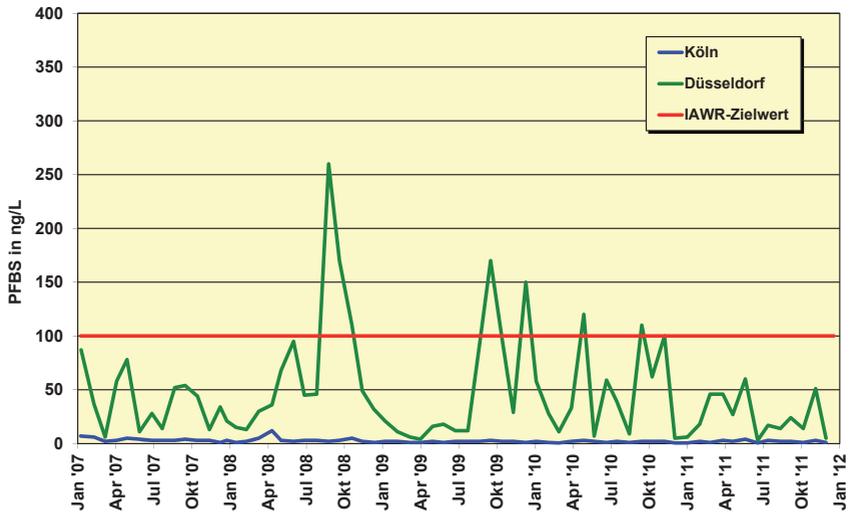
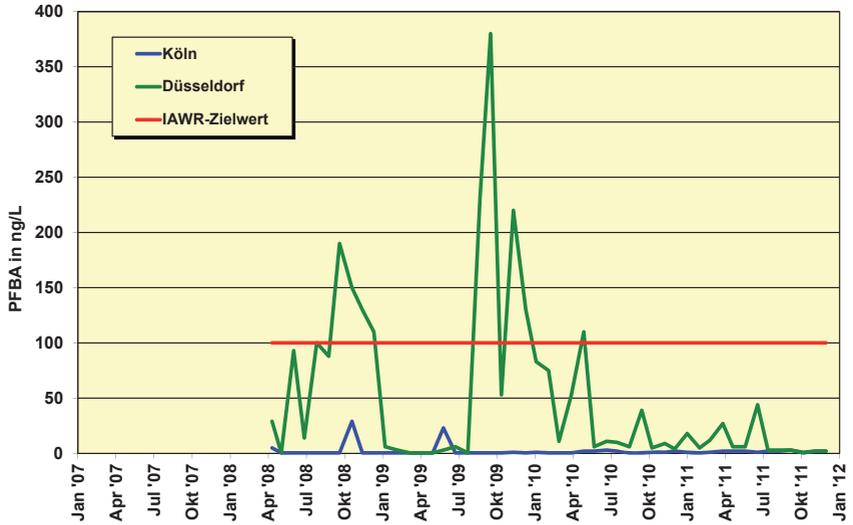


Bild 1.44: PFBA- und PFBS-Konzentrationen im Rhein (2007 - 2011)

die allerdings in den letzten Jahren infolge der Zusammenarbeit von ARW und chemischer Industrie deutlich zurückgegangen sind. Da Stoffkonzentrationen an der Mündung des Mains (Messstelle Bischofsheim) bis zum Niederrhein in der Regel um den Faktor 10 verdünnt werden, ist aus Sicht der ARW derzeit kein dringender Handlungsbedarf gegeben. Ziel ist allerdings, auch im Main den Zielwert von jeweils 0,01 µg/L (\pm 10 ng/L) für die einzelnen N-Nitrosamine einzuhalten. Wie darüber hinaus aus Bild 1.47 hervorgeht waren in den letzten Jahren keine NMOR-Emissionen am Main festzustellen.

Aufgrund hoher Produktionsmengen und vielfältiger Anwendungen werden **1-H-Benzotriazole** häufiger in Oberflächengewässern nachgewiesen. Auch in Rhein-Wasserproben wurden die Verbindungen **1-H-Benzotriazol**, **4-Methyl- und 5-Methylbenzotriazol** regelmäßig gefunden. In Bild 1.48 sind die 1-H-Benzotriazol-Konzentrationen im Rhein an den Messstellen Mainz, Köln und Düsseldorf sowie in Bild 1.49 die 1-H-Benzotriazol- sowie die Methylbenzotriazol-Gehalte im Main bei Frankfurt dargestellt. An den Rhein-Messstellen (Bild 1.48) wurde der IAWR-Zielwert von 1 µg/L in den letzten Jahren zum Teil deutlich unterschritten. Die 1-H-Benzotriazol-Konzentrationen liegen derzeit am Niederrhein häufig zwischen 0,2 und 0,5 µg/L. Dies gilt auch für die Methylbenzotriazole, die seit dem Jahr 2010 getrennt bestimmt werden. Generell sind im Main (Bild 1.49) die Konzentrationen aufgrund der niedrigeren Abflüsse höher und auch der IAWR-Zielwert von 1 µg/L wird häufiger für 1-H-Benzotriazol überschritten. Die Einzelkonzentrationen von 4- bzw. 5-Methylbenzotriazol sind vergleichsweise geringer, wobei 5-Methylbenzotriazol aufgrund der besseren biologischen Abbaubarkeit auch die niedrigeren Gewässerkonzentrationen aufweist.

Seit dem Kalenderjahr 2010 werden in Rhein- und Main-Wasserproben auch künstliche Süßstoffe bestimmt. Von den insgesamt sieben analysierten Einzelverbindungen treten die Substanzen **Acesulfam**, **Cyclamat**, **Saccharin** und **Sucralose** regelmäßig, aber in zum Teil unterschiedlichen Konzentrationen auf. Die höchsten Gehalte in Rhein- und Main-Wasser weist Acesulfam auf, wobei die Einzelwerte in der Regel zwischen > 1 und 4 µg/L liegen (Bild 1.50). Die Konzentrationen von Cyclamat und Saccharin, die beide als biologisch gut abbaubar eingestuft werden, sind mit Werten im Mittel zwischen 0,1 und 0,2 µg/L deutlich niedriger (Bild 1.51 und Bild 1.52). Sucralose ist ähnlich wie Acesulfam biologisch nicht leicht abbaubar und erreicht in Rhein und Main ebenfalls nur Konzentrationen zwischen 0,1 und 0,2 µg/L, da die Einsatzmengen in der Bundesrepublik

Deutschland derzeit noch gering sind (Bild 1.53). Die Messwerte für die beiden Jahre 2010 und 2011 sind in den Bildern 1.50 - 1.53 dargestellt.

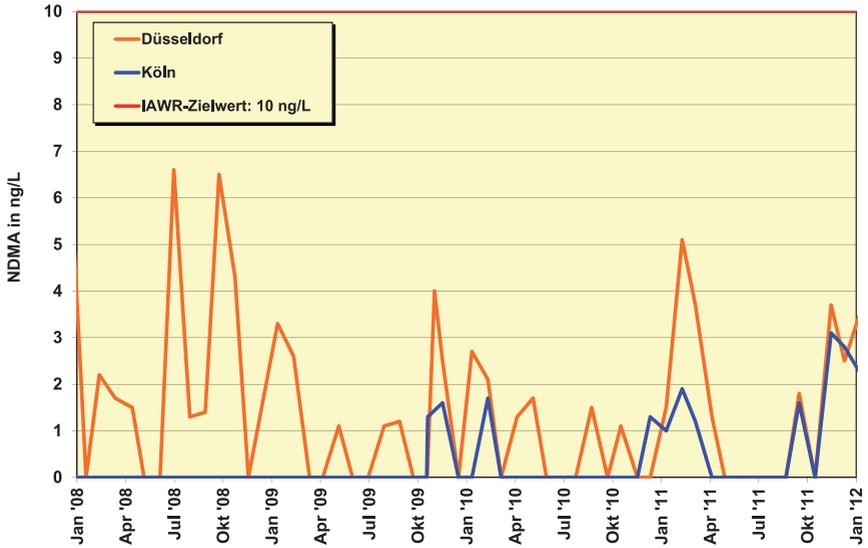


Bild 1.45: NDMA-Konzentrationen im Rhein (2008 - 2011)

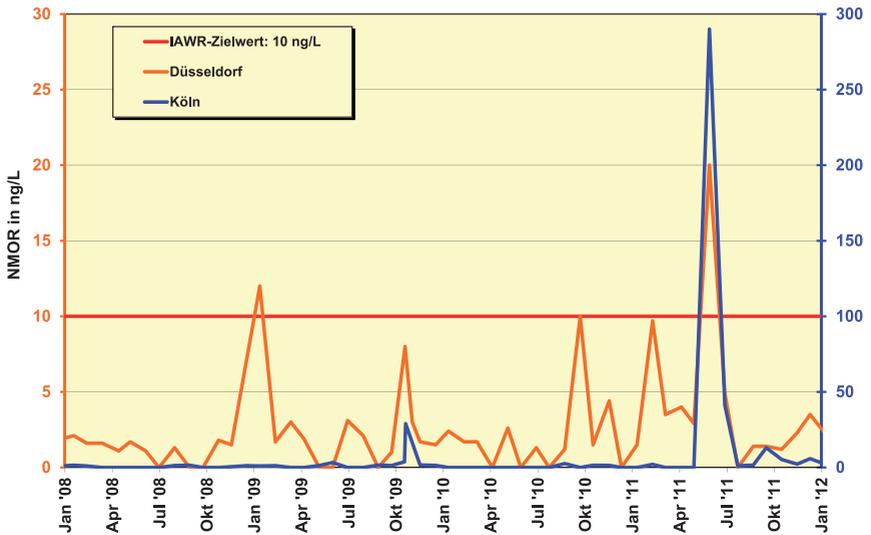


Bild 1.46: NMOR-Konzentrationen im Rhein (2008 - 2011)

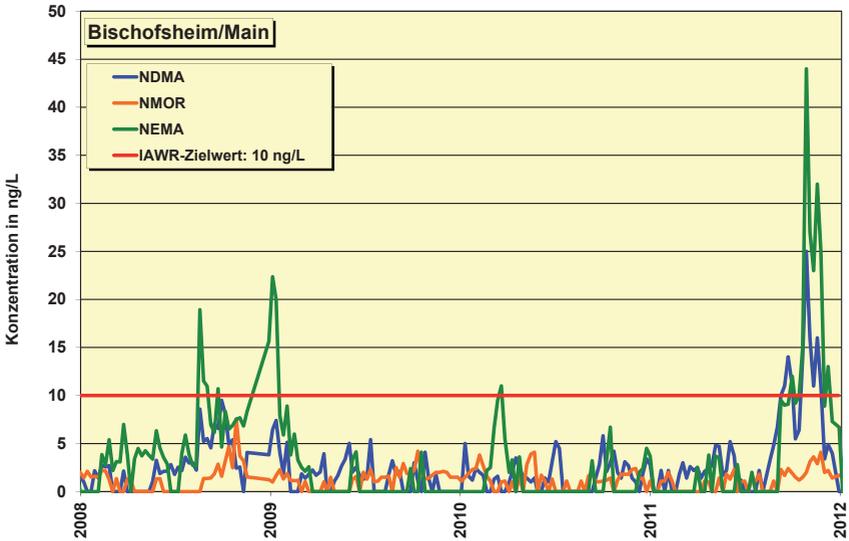


Bild 1.47: Konzentrationen von NDMA, NEMA und NMOR im Main bei Bischofsheim (2008 - 2011)

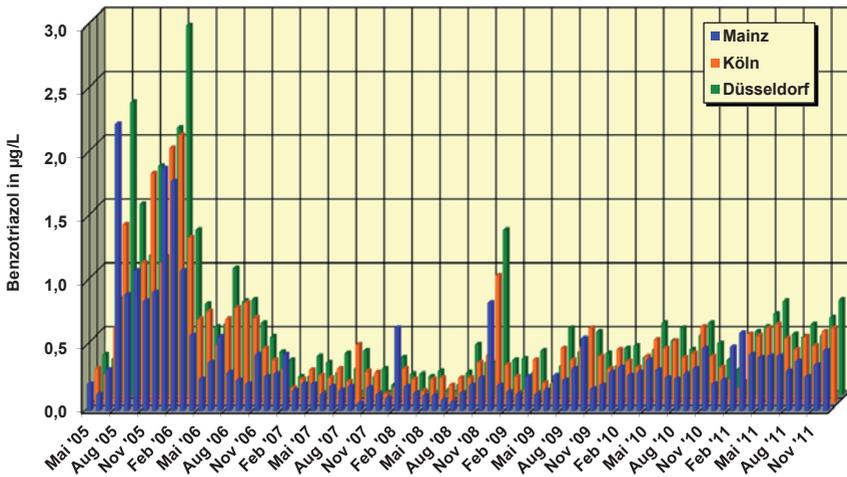


Bild 1.48: 1-H-Benzotriazol-Konzentrationen im Rhein (2005 - 2011)

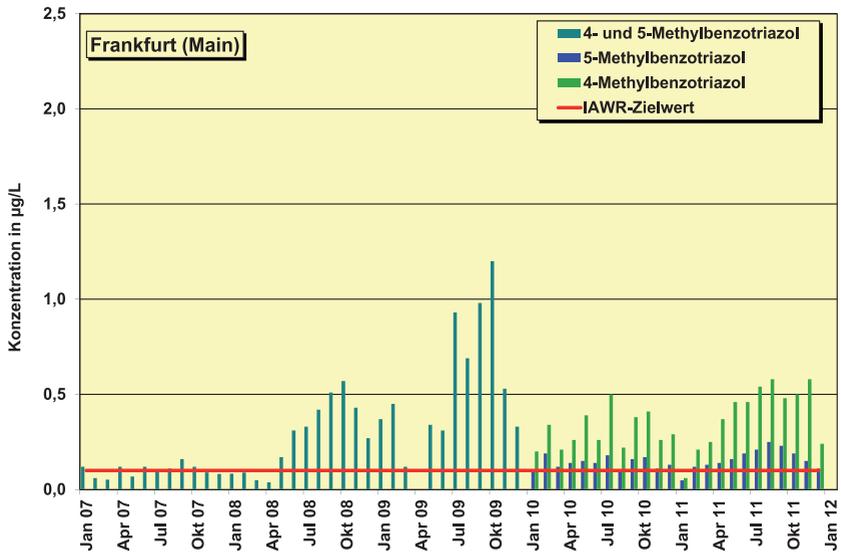
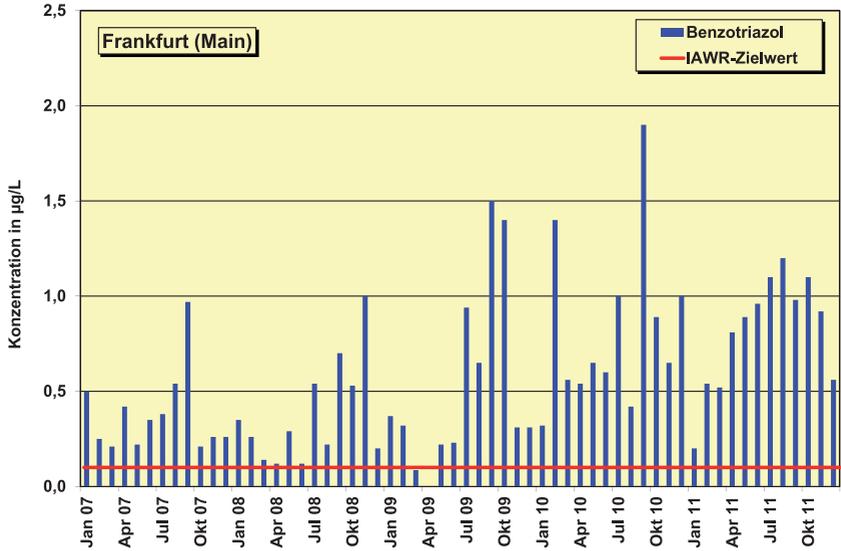


Bild 1.49: 1-H-Benzotriazol- und Methylbenzotriazol-Konzentrationen im Main bei Frankfurt (2007 - 2011)

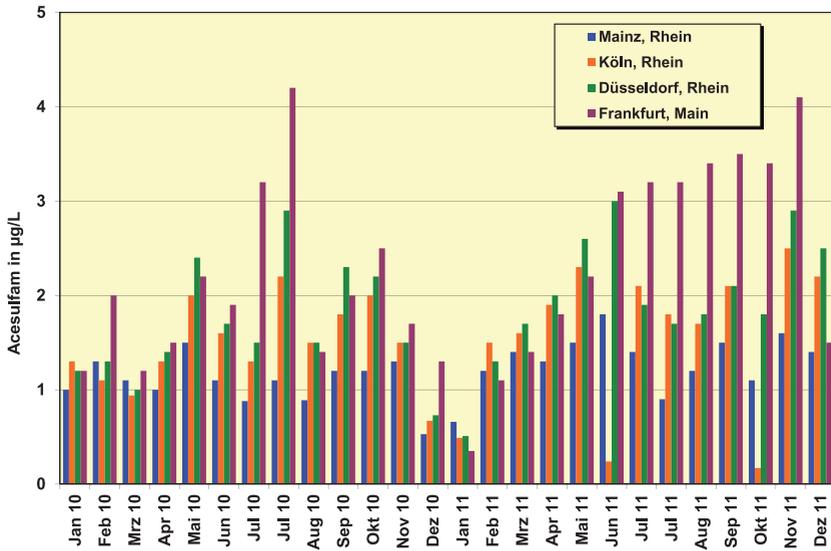


Bild 1.50: Acesulfam-Konzentrationen in Rhein und Main (2010 - 2011)

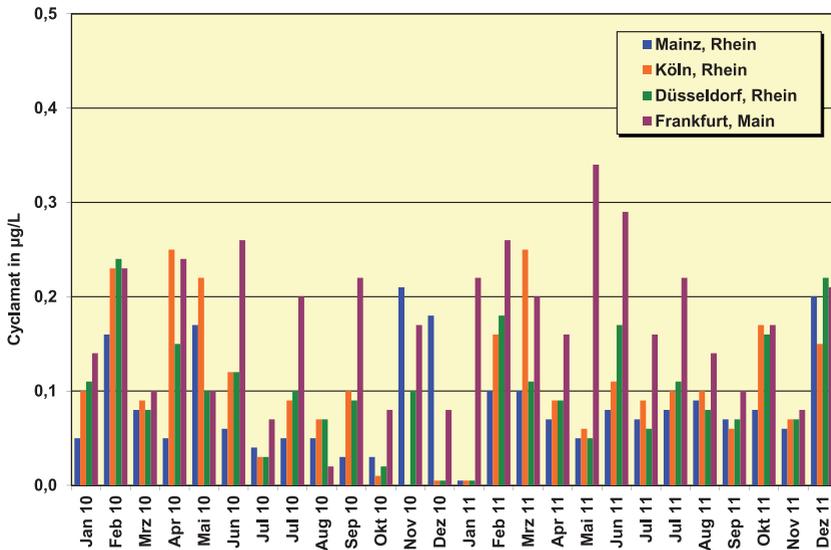


Bild 1.51: Cyclamat-Konzentrationen in Rhein und Main (2010 - 2011)

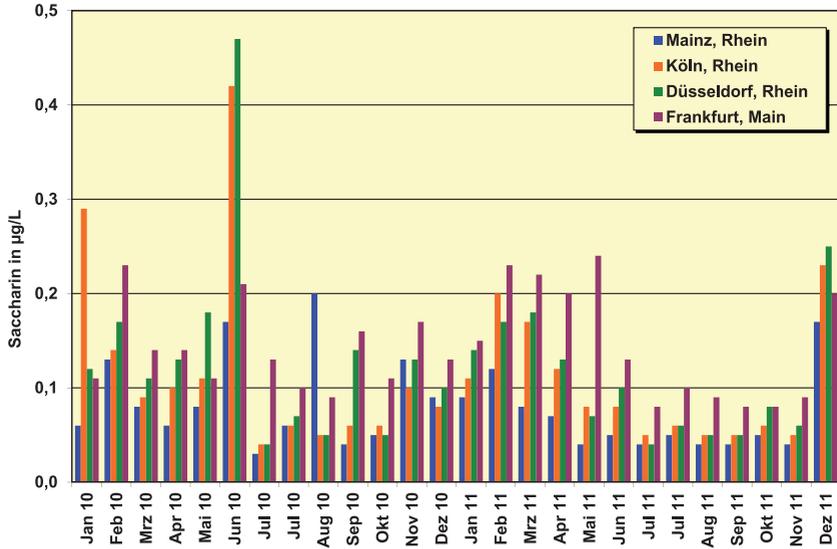


Bild 1.52: Saccharin-Konzentrationen in Rhein und Main (2010 - 2011)

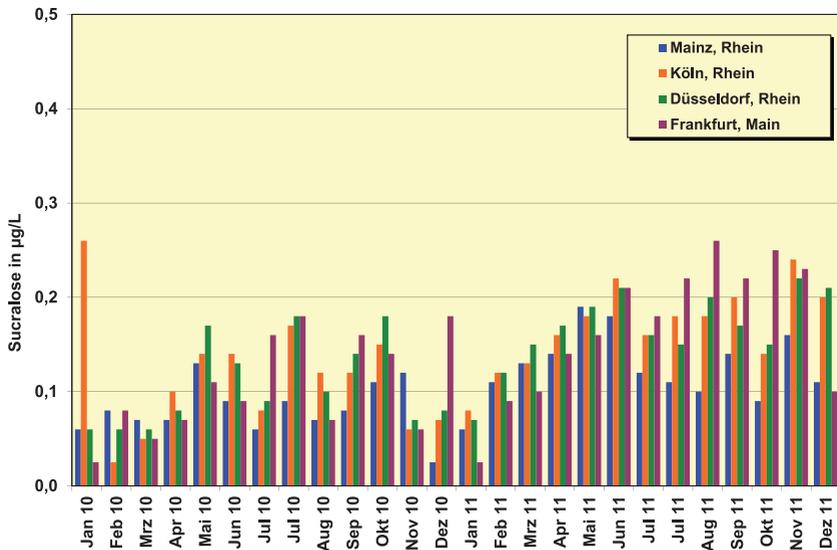


Bild 1.53: Sucralose-Konzentrationen in Rhein und Main (2010 - 2011)

1.5 Mikrobiologische Untersuchungen

Begleitend zum chemisch-analytischen Messprogramm der ARW werden seit Jahren auch mikrobiologische Untersuchungen durchgeführt, die in regelmäßigen Abständen für das Rheineinzugsgebiet von der IAWR ausgewertet werden. Die ARW-Mitgliedswerke beteiligen sich mit ihren Laboratorien und stellen die Messdaten für die jährlichen Auswertungen zur Verfügung: Hessenwasser GmbH (Messstellen Biebesheim und Wiesbaden), RheinEnergie AG (Messstelle Köln), WSW Energie und Wasser AG (Messstelle Benrath), Stadtwerke Düsseldorf AG (Messstelle Düsseldorf-Flehe), Stadtwerke Duisburg AG (Messstelle Wittlaer) und Gelsenwasser AG (Messstelle Wesel). Bestimmt werden die Parameter **Koloniezahl**, **Gesamtcoliforme**, **Fäkalcoliforme (E.coli)** und **Enterokokken** (seit 2009). In den Bildern 1.54 - 1.56 sind die Güteklassen nach POPP - jeweils getrennt nach den Parametern Koloniezahl, coliforme Bakterien (Gesamtcoliforme) und E.coli (Fäkalcoliforme) - für die Jahre 2005 - 2011 aufgetragen. Die Güteklassen 1 (sehr gut) bis 7 (sehr schlecht) beschreiben eine abnehmende hygienisch-bakteriologische Wasserbeschaffenheit, wobei für die Einstufung in die Güteklassen die Auswertung der Daten vereinbarungsgemäß nach den 80-Perzentil-Werten vorgenommen wird.

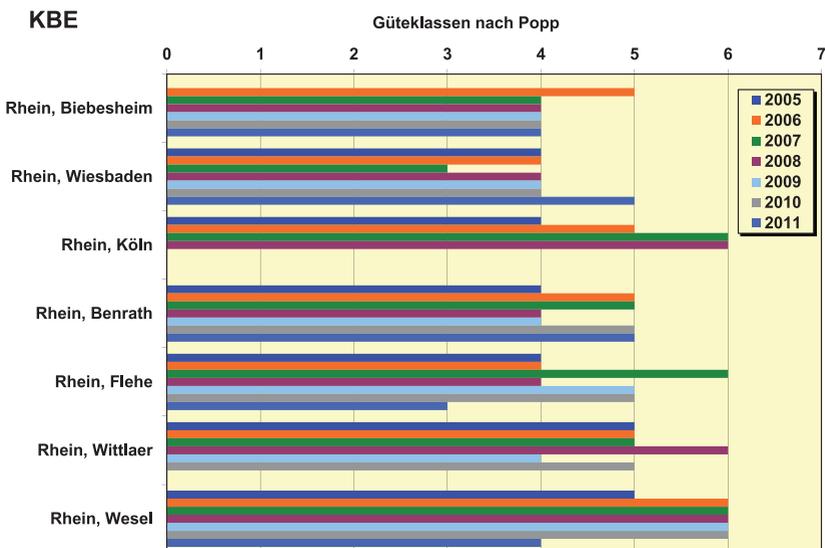


Bild 1.54: Kolonienzahl-Güteklassen nach POPP

Gesamtcoliforme

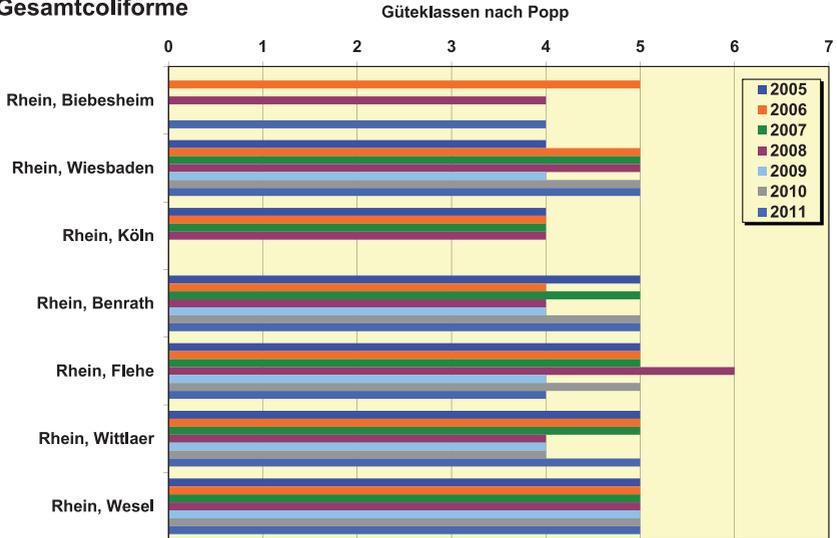


Bild 1.55: Coliforme Bakterien (Gesamtcoliforme) - Güteklassen nach POPP (2005 - 2011)

Fäkalcoliforme

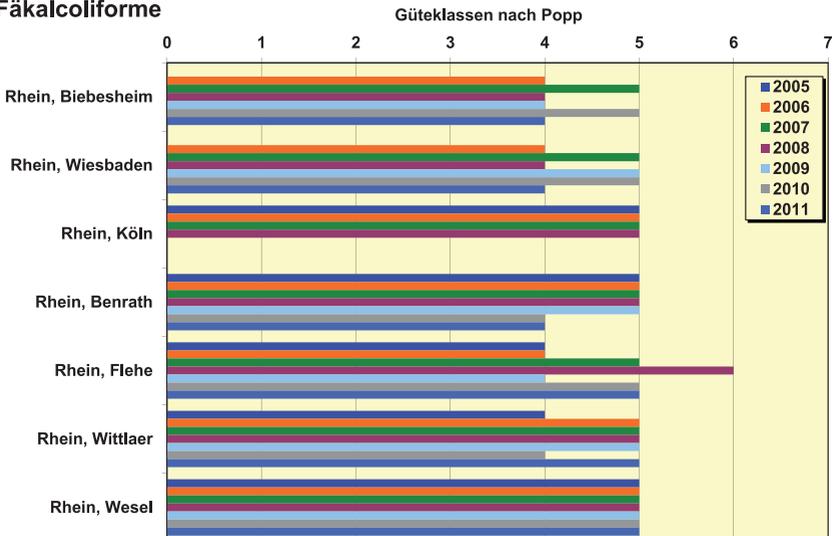


Bild 1.56: E.coli (Fäkalcoliforme) - Güteklassen nach POPP (2005 - 2011)

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass im ARW-Untersuchungsgebiet zwischen Biebesheim und Wesel nur geringe Unterschiede bezüglich der hygienisch-bakteriologischen Belastung des Rheinwassers vorliegen. Für die Koloniezahl wurden in den letzten Jahren die Güteklassen 5 und 6 ermittelt, während für coliforme Bakterien und E.coli üblicherweise die Güteklasse 5 erreicht wurde. Die Messstelle Wesel weist im Vergleich zu den anderen ARW-Messstellen die höchste hygienisch-bakteriologische Belastung auf, was überwiegend auf den Einfluss der hochbelasteten Emscher zurückzuführen ist.

Bei einer Auswertung gemäß den Vorgaben der neuen EU-Badegewässerrichtlinie (2006/2007/EG), die ab 2015 gültig ist, werden nur die Messwerte für Enterokokken und E.coli herangezogen. Für den Rheinabschnitt im Bereich der ARW wird nach dieser Richtlinie an allen Messstellen die Qualitätsstufe mangelhaft ermittelt. Dies bedeutet, dass der Rhein (Mittel- und Niederrhein) keine Badewasserqualität aufweist.

1.6 IAWR-Qualitätsanforderungen

Nachfolgend sind in den Tabellen 1.12 - 1.14 die Maximalwerte der wichtigsten Wasserqualitätsparameter an den drei ARW-Messstellen Mainz, Köln und Düsseldorf für die Jahre 2009 - 2011 zusammengestellt. Erfreulicherweise werden nur für wenige Parameter die entsprechenden IAWR-Zielwerte überschritten, wie zum Beispiel am Niederrhein für elektrische Leitfähigkeit, DOC, TOC und EDTA. Für die meisten der aufgeführten Messgrößen ist in den vergangenen 10 Jahren häufig ein Rückgang der Maximalwerte wie auch der mittleren Konzentrationen festzustellen.

Ergänzend sind in Tabelle 1.15 für das Jahr 2011 die Maximalwerte der für die Wasserversorgung am Rhein wichtigen organischen Spurenstoffe enthalten. Wie in den Vorjahren wurden vor allem für die iodierten Röntgenkontrastmittel Amido-trizoesäure, Iohexol, Iomeprol, Iomapidol und Iopromid sowie für Carbamazepin und Diclofenac und den künstlichen Süßstoff Acesulfam die IAWR-Zielwerte nicht eingehalten, was für die Wasserwerke am Rhein Anlass zum Handeln und zu Forderungen bezüglich einer weiteren Reduzierung der Stoffeinträge gibt.

Tabelle 1.12: Vergleich der IAWR-Qualitätsanforderungen 2008 mit den Maximalwerten an der Messstelle Mainz (km 500,6 M) – Zeitraum 2009 -2011

Qualitätsanforderung (Maximalwert)			2009	2010	2011
ALLGEMEINE KENNGRÖSSEN					
Temperatur	°C	25	24	26	24
Sauerstoffgehalt (Minimum)	mg/L	>8	9,7	7,0	7,8
Elektrische Leitfähigkeit	mS/m	70	61	-	49
pH-Wert	-	7 - 9	8,7	8,6	8,3
ANORGANISCHE STOFFE (GELÖST)					
Chlorid	mg/L	100	64	53	49
Sulfat	mg/L	100	61	49	59
Nitrat	mg/L	25	13	13	12
Ammonium	mg/L	0,3	0,26	0,23	0,18
Bor	mg/L	0,2	<0,05	<0,05	<0,05
Fluorid	mg/L	-	-	0,15	0,13
ORGANISCHE STOFFE					
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	mg/L	3	2,7	2,6	2,9
TOC	mg/L	4	3,1	3,0	3,2
Spektraler Absorptionskoeffizient (SAK 254 nm)	1/m	10	6,8	7,1	8,4
Adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX)	µg/L	25	15	15	20
Adsorbierbare organische Schwefelverbindungen (AOS)	µg/L	80	42	66	60
ANTHROPOGENE NATURFREMDE STOFFE					
NTA	µg/L	5	1,4	1,5	1,9
EDTA	µg/L	5	8,4	5,8	7,7
DTPA	µg/L	5	1,2	1,8	<1

Tabelle 1.13: Vergleich der IAWR-Qualitätsanforderungen 2008 mit den Maximalwerten an der Messstelle Köln (km 684,5 l) – Zeitraum 2009 - 2011

Qualitätsanforderung (Maximalwert)				2009	2010	2011
ALLGEMEINE KENNGRÖSSEN						
Temperatur	°C	25	23	25	23	
Sauerstoffgehalt (Minimum)	mg/L	>8	8,5	8,3	8,2	
Elektrische Leitfähigkeit	mS/m	70	78	72	75	
pH-Wert	-	7 - 9	8,2	8,2	8,6	
ANORGANISCHE STOFFE (GELÖST)						
Chlorid	mg/L	100	103	95	85	
Sulfat	mg/L	100	86	67	84	
Nitrat	mg/L	25	16	20	16	
Ammonium	mg/L	0,3	0,27	0,19	0,19	
Bor	mg/L	0,2	0,06	0,04	0,07	
Fluorid	mg/L	-	-	0,14	0,19	
ORGANISCHE STOFFE						
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	mg/L	3	3,7	4,6	4,6	
TOC	mg/L	4	4,2	5,0	5,0	
Spektraler Absorptionskoeffizient (SAK 254 nm)	1/m	10	7,9	9,2	9,9	
Adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX)	µg/L	25	32	21	27	
Adsorbierbare organische Schwefelverbindungen (AOS)	µg/L	80	55	72	80	
ANTHROPOGENE NATURFREMDE STOFFE						
NTA	µg/L	5	1,5	1,9	1,4	
EDTA	µg/L	5	7,7	6,3	7,9	
DTPA	µg/L	5	1,5	1,6	1,2	

Tabelle 1.14: Vergleich der IAWR-Qualitätsanforderungen 2008 mit den Maximalwerten an der Messstelle Düsseldorf (km 732,1 r) – Zeitraum 2009 - 2011

Qualitätsanforderung (Maximalwert)			2009	2010	2011
ALLGEMEINE KENNGRÖSSEN					
Temperatur	°C	25	24	28	23
Sauerstoffgehalt (Minimum)	mg/L	>8	7,5	7,0	7,6
Elektrische Leitfähigkeit	mS/m	70	73	75	76
pH-Wert	-	7 - 9	8,3	8,3	8,7
ANORGANISCHE STOFFE (GELÖST)					
Chlorid	mg/L	100	91	91	94
Sulfat	mg/L	100	70	64	76
Nitrat	mg/L	25	17	19	17
Ammonium	mg/L	0,3	0,29	0,20	0,17
Bor	mg/L	0,2	0,06	0,05	0,06
Fluorid	mg/L	-	0,06	0,17	0,14
ORGANISCHE STOFFE					
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	mg/L	3	2,9	3,1	3,3
TOC	mg/L	4	3,4	3,5	3,6
Spektraler Absorptionskoeffizient (SAK 254 nm)	1/m	10	7,6	8,2	9,5
Adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX)	µg/L	25	20	28	25
Adsorbierbare organische Schwefelverbindungen (AOS)	µg/L	80	49	69	53
ANTHROPOGENE NATURFREMDE STOFFE					
NTA	µg/L	5	2,2	2,4	2,1
EDTA	µg/L	5	6,4	6,0	7,7
DTPA	µg/L	5	1,3	1,6	1,4

Tabelle 1.15: Vergleich der IAWR-Qualitätsanforderungen 2008 mit den Maximalwerten für organische Spurenstoffe 2011

Qualitätsanforderung (Maximalwert)			Mainz	Köln	Düsseldorf
PSM-WIRKSTOFFE					
Atrazin	µg/L	0,1	0,06	<0,05	<0,05
Bentazon	µg/L	0,1	-	<0,05	<0,05
Chloridazon	µg/L	0,1	<0,05	<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	0,11	0,08
PHARMAZEUTISCHE WIRKSTOFFE					
Bezafibrat	µg/L	0,1	0,02	0,03	0,04
Carbamazepin	µg/L	0,1	0,12	0,16	0,16
Diclofenac	µg/L	0,1	0,08	0,12	0,11
Ibuprofen	µg/L	0,1	0,02	0,02	0,03
Pentoxifyllin	µg/L	0,1	<0,01	<0,01	<0,01
Metoprolol	µg/L	0,1	0,05	0,09	0,09
Sotalol	µg/L	0,1	0,03	0,04	0,04
Sulfamethoxazol	µg/L	0,1	0,04	0,05	0,07
IODIERTE RÖNTGENKONTRASTMITTEL					
Amidotrizoesäure	µg/L	0,1	1,2	0,41	0,47
Iohexol	µg/L	0,1	0,13	0,19	0,24
Iomeprol	µg/L	0,1	0,69	0,75	0,72
Iopamidol	µg/L	0,1	0,38	0,44	0,58
Iopromid	µg/L	0,1	0,24	0,28	0,26
PERFLUORIERTER VERBINDUNGEN					
Perfluorbutanoat (PFBA)	µg/L	0,1	<0,01	<0,01	0,044
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/L	0,1	0,005	0,004	0,060
Perfluoroctanoat (PFOA)	µg/L	0,1	0,012	0,006	0,011
Perfluoroctansulfonat (PFOS)	µg/L	0,1	0,010	0,013	0,019
BENZINZUSATZSTOFFE					
Methyl-tertiär-butylether (MTBE)	µg/L	1	0,07	0,09	0,06
Ethyl-tertiär-butylether (ETBE)	µg/L	1	0,12	0,08	<0,05
Diglyme	µg/L	1	0,41	0,41	0,21
Triglyme	µg/L	1	0,45	1,0	0,70
BENZOTRIAZOLE					
Benzotriazol	µg/L	1	0,61	0,62	0,75
4-Methylbenzotriazol	µg/L	1	0,43	0,52	0,60
5-Methylbenzotriazol	µg/L	1	0,42	0,30	0,28

Qualitätsanforderung (Maximalwert)			Mainz	Köln	Düsseldorf
KÜNSTLICHE SÜSSTOFFE					
Acesulfam	µg/L	1	1,8	2,5	3,0
Cyclamat	µg/L	1	0,20	0,25	0,22
Saccharin	µg/L	1	0,80	0,23	0,25
Sucralose	µg/L	1	0,19	0,24	0,22

