

Abschlussbericht
zum Forschungsvorhaben
**„Eintragungspotenzial von Industriechemikalien
durch Industriebetriebe
am Beispiel des Eintragsgebietes der Ruhr“**

(„MIKRORUHR“)

Phase I

AZ IV-7-042 600 001A

Vergabenummer 08/058.1

**Elimination von Arzneimitteln und organischen Spurenstoffen:
Entwicklung von Konzeptionen und innovativen, kostengünstigen
Reinigungsverfahren**

Im Auftrag des




**Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen**



Aachen, den 30.11.2013
Bevollmächtigter Vertreter
der Arbeitsgemeinschaft:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. J. Pinnekamp
Direktor des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft
der RWTH Aachen

Mülheim an der Ruhr, den 30.11.2013
Projektleiter:
Dr. Axel Bergmann
Bereichsleiter Wasserressourcen-Management
IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für
Wasserforschung gemeinnützige GmbH
Moritzstr. 26
45476 Mülheim an der Ruhr

Projektpartner

Projektleiter		Dr. Axel Bergmann
Partner		Bearbeiter
	<p>IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH</p> <p>Moritzstr. 26</p> <p>45476 Mülheim an der Ruhr</p> <p>Tel.: 0208 40303-0</p> <p>Fax: 0208 40303-80</p> <p>Email: info@iww-online.de</p> <p>www.iww-online.de</p>	<p>Dr.-Ing. Hans-Joachim Mälzer</p>
	<p>Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen Univ.-Prof. Dr.-Ing. J. Pinnekamp</p> <p>Mies-van-der-Rohe-Str. 1</p> <p>52074 Aachen</p> <p>Tel.: 0241 80 25207</p> <p>Fax: 0241 80 22285</p> <p>Email: isa@isa.rwth-aachen.de</p> <p>www.isa.rwth-aachen.de</p>	<p>Dipl.-Biol. Bettina Schürmann</p>
	<p>Ruhrverband</p> <p>Kronprinzenstr. 37</p> <p>45128 Essen</p> <p>Email: info@ruhrverband.de</p> <p>www.ruhrverband.de</p>	<p>Dr.-Ing. Michael Weyand</p>

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	II
Verzeichnis der Bilder.....	VII
Verzeichnis der Tabellen.....	XVI
Verzeichnis der Abkürzungen und der Symbole.....	XXII
1 Veranlassung des Projektes.....	1
2 Zielsetzung.....	4
3 Stand des Wissens.....	6
3.1 Das Flusseinzugsgebiet der Ruhr.....	6
3.2 Überwachung der Gewässerbelastungen.....	7
3.3 Identifizierung des Eintrags von organischen Industriechemikalien über Einleitungen aus Industriebetrieben.....	12
3.3.1 BREF-Dokumente.....	14
3.3.2 Pollutant Release and Transfer Register.....	14
3.3.3 REACH.....	17
3.3.4 Die Anhänge der Abwasserverordnung.....	17
3.4 Industriechemikalien und ihre Verteilung in der Umwelt.....	18
3.5 Stoffflussmodelle zur Bewertung der Belastungen in der aquatischen Umwelt.....	19
4 Verwendete Datenquellen.....	24
4.1 Indirekteinleiter und kommunale Kläranlagen.....	24
4.2 Industrielle Direkteinleiter.....	24
4.3 Daten der Oberflächenwasserüberwachung der Ruhr und deren Nebengewässer.....	24
4.4 Rohwasserdaten der Wasserwerke.....	25
4.5 Trinkwasserdaten der Wasserwerke.....	25
5 Identifikation relevanter Einleiter im Einzugsgebiet der Ruhr.....	26
5.1 Indirekteinleiter.....	26
5.2 Kommunale Kläranlagen.....	36
5.3 Industrielle Direkteinleiter.....	40

5.3.1	Ermittlung von eingeleiteten Frachten anhand der Überwachungsergebnisse von Direkteinleitern	55
5.3.2	Schlussfolgerungen aus der Auswertung der Daten zu Direkteinleitungen.....	60
6	Ermittlung des Eintragungspotenzials organischer Industriechemikalien im Ruhrlängsverlauf	62
6.1	Ermittlung des Eintragungspotenzials organischer Industriechemikalien durch Indirekteinleiter im Ruhrlängsverlauf.....	63
6.2	Ermittlung des Eintragungspotenzials organischer Industriechemikalien durch Direkteinleiter im Ruhrlängsverlauf	63
6.3	Schlussfolgerungen	66
7	Identifikation potenzieller Inhaltsstoffe in Abwässern der metallbe- und metallverarbeitenden Industrie.....	68
7.1	Nachweis von Industriechemikalien der metallbe- und metallverarbeitenden Industrie in der Ruhr	68
7.2	Eingesetzte Industriechemikalien der metallbe- und metallverarbeitenden Industrie als potenzielle Einträge in der Ruhr	70
7.2.1	Spanende Verfahren.....	70
7.2.2	Beschichtungsverfahren.....	73
7.2.3	Galvanik.....	75
7.2.4	Schlussfolgerungen	76
8	Identifikation relevanter Industriechemikalien und Berechnung ihrer Frachten in der Ruhr	78
8.1	Identifikation relevanter Industriechemikalien in der Ruhr	78
8.2	Berechnung der Frachten relevanter Industriechemikalien in der Ruhr.....	87
8.2.1	Komplexbildner	93
8.2.2	Chlorierte phosphororganische Flammschutzmittel.....	95
8.2.3	Perfluorierte Tenside.....	97
8.2.4	Benzinzusatzstoffe.....	102
8.2.5	Weichmacher.....	103
8.2.6	Organische Lösungsmittel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	107

8.2.7	Weitere Industriechemikalien	115
8.3	Abhängigkeit der Fracht von der Wasserführung	122
8.4	Zeitlicher Verlauf der Fracht	126
8.5	Schlussfolgerungen	130
9	Identifikation und Bewertung relevanter Industriechemikalien im Kontext der Trinkwasserversorgung im Ruhreinzugsgebiet	133
9.1	Identifikation relevanter Industriechemikalien im Wasser der Ruhr	133
9.2	Identifikation rohwassergängiger Industriechemikalien für die Wasserwerke an der Ruhr	133
9.3	Identifikation trinkwassergängiger Industriechemikalien für die Wasserwerke an der Ruhr	135
9.4	Bewertung relevanter Industriechemikalien hinsichtlich Abbaubarkeit und ökosowie humantoxischer Eigenschaften.....	139
9.4.1	Stoffauswahl zur Bewertung relevanter Industriechemikalien.....	140
9.4.2	Bewertung der Abbaubarkeit von ausgewählten Industriechemikalien in Kläranlagen.....	142
9.4.3	Bewertung des photolytischen Abbaus ausgewählter Industriechemikalien ...	145
9.4.4	Bewertung der ausgewählten Industriechemikalien unter gewässerökologischen Gesichtspunkten.....	146
9.4.5	Bewertung der Trinkwasserrelevanz der Industriechemikalien	154
9.4.6	Bewertung der Humantoxizität der Industriechemikalien	158
9.4.7	Zusammenfassende Bewertung der Toxizität der ausgewählten Industriechemikalien	160
10	Berechnung der Konzentration von Industriechemikalien in der Ruhr mittels des DWA-Fließgewässergütemodells	163
10.1	Abschätzung des Stoffeintrags aus kommunalen Kläranlagen und Industriebetrieben am Beispiel der Stoffe EDTA und TCPP.....	165
10.2	Berechnung der Auswirkungen von Emissionen mit verschiedenen Einleitungsmustern.....	173
11	Fazit	206
12	Empfehlungen und Handlungsoptionen	214

13	Literaturverzeichnis	219
14	Anhang.....	228
14.1	Anhänge der Abwasserverordnung	228
14.2	Verwendete Daten der Datendrehscheibe D-E-A	229
14.2.1	Verwendete Daten zur Auswertung der Indirekteinleiter und kommunaler Kläranlagen.....	229
14.2.2	Verwendete Daten zur Auswertung der Direkteinleitungen	230
14.3	Indirekteinleiter des Ruhreinzugsgebietes	232
14.4	Karten des Ruhreinzugsgebietes mit Indirekteinleitern	234
14.5	Direkteinleiter im Ruhreinzugsgebiet (Stand 20.07.2010)	240
14.6	Mittelwerte, Standardabweichungen, Wasserführungsabhängigkeit und zeitlicher Verlauf der Frachten.....	253
14.6.1	EDTA	253
14.6.2	DTPA	256
14.6.3	NTA	259
14.6.4	Phosphorsäuretris(2-chlorisopropyl)ester (TCPP).....	262
14.6.5	Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)ester (TCEP)	265
14.6.6	Phosphorsäure-tris(1,3-dichlor-isopropyl)ester (TDCP).....	268
14.6.7	Perfluorbutansäure (PFBA).....	271
14.6.8	Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)	274
14.6.9	Perfluorpentansäure (PFPeA).....	277
14.6.10	Perfluorhexansäure (PFHxA)	279
14.6.11	Perfluoroctansäure (PFOA).....	281
14.6.12	Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)	285
14.6.13	Summe aus PFOA und PFOS.....	288
14.6.14	Summe aus 10 PFT	291
14.6.15	Methyl-tert-butylether (MTBE).....	294
14.6.16	Ethyl-tert-butylether (ETBE)	297
14.6.17	Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester (DEHP).....	300

14.6.18	Phthalsäurediethylester (DEP)	303
14.6.19	Phthalsäuredibutylester (DBP)	306
14.6.20	Tetrachlorethen.....	309
14.6.21	Chloroform.....	312
14.6.22	Toluol.....	314
14.6.23	m-Xylol und p-Xylol.....	317
14.6.24	Naphthalin.....	320
14.6.25	PAK	323
14.6.26	Surfynol 104.....	326
14.6.27	Nonylphenol.....	329
14.6.28	Nonylphenolmonoethoxylate	332
14.6.29	Bisphenol A.....	334
14.6.30	Phosphorsäuretriisobutylester (TiBP).....	336
14.6.31	Phosphorsäuretributylester (TBP)	337
14.7	Quellen zur Bewertung relevanter Industriechemikalien	340
14.8	Daten des Monitorings 2008 bis 3. Quartal 2010 der AWWR	344

Verzeichnis der Bilder

Bild 3.1:	Lage der Kläranlagen und Wasserwerke mit Oberflächenwassereinfluss im Einzugsgebiet der Ruhr (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband).....	6
Bild 3.2:	Elektronisches Wasserwirtschaftliches Verbundsystem (ELWAS) (http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/faltblatt_elwas.pdf)	9
Bild 3.3:	Frachten aus kommunalen und industriellen Einleitungen im Flussgebiet der Ruhr (in %) – Stand 2010 (aus MKULNV NRW, 2010)	10
Bild 5.1:	Summe der Anzahl der Indirekteinleiter im Ruhrverlauf (Daten aus INKA)	27
Bild 5.2:	Anzahl der Indirekteinleiter im Ruhreinzugsgebiet mit Angabe der Nummer der Abwasserverordnung (n.z. = nicht zuzuordnen)(Daten aus INKA)	30
Bild 5.3:	Lage der Kläranlagen mit Anzahl der Indirekteinleiter (5) nach Anhang 24 der AbwV: Eisen-, Stahl- und Tempergießerei (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband).....	32
Bild 5.4:	Lage der Kläranlagen mit Indirekteinleitern (43) nach Anhang 29 der AbwV: Eisen- und Stahlerzeugung (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)	33
Bild 5.5:	Lage der Kläranlagen mit Indirekteinleitern (5) nach Anhang 39 der AbwV: Nichteisenherstellung (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)	33
Bild 5.6:	Lage der Kläranlagen mit Indirekteinleiter (448) nach Anhang 40 der AbwV: Metallbearbeitung, Metallverarbeitung (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband).....	34
Bild 5.7:	Lage der Kläranlagen mit Indirekteinleitern (6) nach Anhang 54 der AbwV: Herstellung von Halbleiterbauelementen (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband).....	34
Bild 5.8	Lage der Kläranlagen mit Indirekteinleitern (60) nach Anhang 56 der AbwV: Herstellung von Druckformen, Druckerzeugnissen und grafischen Erzeugnissen (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)	35
Bild 5.9:	Lage der Kläranlagen mit Indirekteinleitern (59) nach Anhang 31 der AbwV: Wasseraufbereitung, Kühlsysteme, Dampferzeugung	

	(Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)	35
Bild 5.10:	Lage der Kläranlagen mit Indirekteinleitern (1.976) nach Anhang 49 der AbwV: mineralöhlhaltiges Abwasser (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)	36
Bild 5.11:	Menge des aus Kläranlagen eingeleiteten gereinigten Abwassers im Verlauf der Ruhr (Daten aus ELWAS-IMS; Stand: März 2012)	39
Bild 5.12:	Direkteinleiter und Jahresschmutzwassermengen im Einzugsgebiet der Ruhr (Daten aus NIKLAS-IGL)	42
Bild 5.13:	Lage der Direkteinleiter in Ruhreinzugsgebiet, die Abwässer nach Anhang 1 der AbwV einleiten (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)	43
Bild 5.14:	Lage der Direkteinleiter in Ruhreinzugsgebiet, die Abwässer nach Anhang 31 der AbwV einleiten (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)	44
Bild 5.15:	Lage der Direkteinleiter in Ruhreinzugsgebiet, die Abwässer einleiten, die keinem Anhang der Abwasserverordnung zugeordnet sind (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)	44
Bild 5.16:	Lage der Direkteinleiter verschiedener Abwässer nach Anhängen der AbwV mit insgesamt weniger als 10 Nennungen im Ruhreinzugsgebiet (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)	45
Bild 5.17:	Lage und NIKLAS-IGL Betriebsnummer der Betriebe, die Abwässer sowohl als Direkt- als auch als Indirekteinleiter ableiten (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)	53
Bild 6.1:	Stationierung der Einleitung der größten Nebenflüsse und der größten Kläranlagen, die direkt in die Ruhr einleiten	62
Bild 6.2:	Summen der Anzahl und der Abwassermengen von Betrieben, die Abwässer nach Anhang 1 AbwV (Häusliches und kommunales Abwasser) einleiten (Daten aus NIKLAS-IGL)	64
Bild 6.3:	Summen der Anzahl und der Abwassermengen von Betrieben, die Abwässer nach Anhang 31 AbwV (Wasseraufbereitung, Kühlsysteme, Dampferzeugung) einleiten (Daten aus NIKLAS-IGL)	65

Bild 6.4:	Summen der Anzahl und der Abwassermengen von Betrieben, die Abwässer einleiten, die keinem Anhang der Abwasserverordnung zugeordnet sind (Daten aus NIKLAS-IGL).....	66
Bild 8.1:	Konzentrationen verschiedener Industriechemikalien in der Ruhr mit Konzentrationen über 10 µg/l (Daten aus GÜS und INGO, Zeitraum 2000 bis 2009)	78
Bild 8.2:	Konzentrationen verschiedener Industriechemikalien in der Ruhr mit Konzentrationen zwischen 1,0 und 10 µg/l (Daten aus GÜS und INGO, Zeitraum 2000 bis 2009).....	79
Bild 8.3:	Konzentrationen verschiedener Industriechemikalien in der Ruhr mit Konzentrationen zwischen 0,1 und 1 µg/l (Daten aus GÜS und INGO, Zeitraum 2000 bis 2009).....	79
Bild 8.4:	Einleitungen großer Nebenflüsse und Kläranlagen in die Ruhr	88
Bild 8.5:	Fracht von EDTA über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)	93
Bild 8.6:	Fracht von DTPA über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)	94
Bild 8.7:	Fracht von NTA über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)	94
Bild 8.8:	Fracht von Phosphorsäuretris(2-chlorisopropyl)ester (TCPP) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009).....	95
Bild 8.9:	Fracht von Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)ester (TCEP) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009).....	96
Bild 8.10:	Fracht von Phosphorsäure-tris(1,3-dichlor-isopropyl)ester (TDCP) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)	96
Bild 8.11:	Fracht von Perfluorbutansäure (PFBA) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2007-2009).....	98
Bild 8.12:	Fracht von Perfluorbutansulfonsäure (PFBS) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2007-2009)	98
Bild 8.13:	Fracht von Perfluorpentansäure (PFPeA) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2007-2009).....	99
Bild 8.14:	Fracht von Perfluorhexansäure (PFHxA) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2007-2009).....	99
Bild 8.15:	Fracht von Perfluoroctansäure Isomeren (PFOA) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2007-2009)	100

Bild 8.16:	Fracht von Perfluoroktansulfonsäure Isomeren (PFOS) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2007-2009).....	100
Bild 8.17:	Fracht der Summe aus PFOA und PFOS Isomeren über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2007-2009).....	101
Bild 8.18:	Fracht der Summe aus 10 PFT über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2008-2009).....	101
Bild 8.19:	Fracht von Methyl-tert-butylether (MTBE) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009).....	102
Bild 8.20:	Fracht von Ethyl-tert-butylether (ETBE) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009).....	103
Bild 8.21:	Fracht von Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester (DEHP) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009).....	106
Bild 8.22:	Fracht von Phthalsäurediethylester (DEP) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009).....	106
Bild 8.23:	Fracht von Phthalsäuredibutylester (DBP) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009).....	107
Bild 8.24:	Fracht von Tetrachlorethen über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009).....	109
Bild 8.25:	Fracht von Chloroform über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009).....	109
Bild 8.26:	Fracht von Toluol über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009).....	110
Bild 8.27:	Fracht von m-Xylol und p-Xylol über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009).....	111
Bild 8.28:	Fracht von Naphtalin über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009).....	112
Bild 8.29:	Fracht von PAK über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)	115
Bild 8.30:	Fracht von Surfynol 104 über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2008-2009).....	116
Bild 8.31:	Fracht von Nonylphenol über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009).....	119
Bild 8.32:	Fracht von Nonylphenolmonoethoxylaten über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009).....	119

Bild 8.33:	Fracht von Bisphenol A über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009).....	120
Bild 8.34:	Fracht von Phosphorsäuretriisobutylester (TiBP) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009).....	121
Bild 8.35:	Fracht von Phosphorsäuretributylester (TBP) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009).....	122
Bild 8.36:	Fracht von Tetrachlorethen in Abhängigkeit von der Wasserführung der Ruhr an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg (Zeitraum 2005-2009).....	123
Bild 8.37:	Fracht von NTA in Abhängigkeit von der Wasserführung der Ruhr an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg (Zeitraum 2005-2009).....	124
Bild 8.38:	Fracht von EDTA in Abhängigkeit von der Wasserführung der Ruhr an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg (Zeitraum 2005-2009).....	124
Bild 8.39:	Fracht von MTBE in Abhängigkeit von der Wasserführung der Ruhr an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg (Zeitraum 2005-2009).....	125
Bild 8.40:	Fracht von Phosphorsäuretris(2-chlorisopropyl)ester (TCPP) in Abhängigkeit von der Wasserführung der Ruhr an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg (Zeitraum 2005-2009).....	125
Bild 8.41:	Fracht der Summe aus PFOA und PFOS Isomeren in Abhängigkeit von der Wasserführung der Ruhr an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg (Zeitraum 2005-2009).....	126
Bild 8.42:	Zeitlicher Verlauf der Fracht von Tetrachlorethen an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg.....	127
Bild 8.43:	Zeitlicher Verlauf der Fracht von NTA an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg.....	128
Bild 8.44:	Zeitlicher Verlauf der Fracht von EDTA an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg.....	128
Bild 8.45:	Zeitlicher Verlauf der Fracht von MTBE an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg.....	129
Bild 8.46:	Zeitlicher Verlauf der Fracht von Phosphorsäuretris(2-chlorisopropyl)ester (TCPP) an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg.....	129
Bild 8.47:	Zeitlicher Verlauf der Fracht der Summe aus PFOA und PFOS Isomeren an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg.....	130

Bild 9.1:	Konzentrationen rohwassergängiger Industriechemikalien an der Ruhr (Zeitraum 2000 bis 2009)	134
Bild 9.2:	Konzentrationen trinkwassergängiger Industriechemikalien im Trinkwasser der Ruhrwasserwerke (Zeitraum 2000 bis 2010)	136
Bild 9.3:	Konzentrationen trinkwassergängiger Industriechemikalien im Trinkwasser der Ruhrwasserwerke (Zeitraum 2000 bis 2010)	136
Bild 9.4:	Amerikanische Dickkopfelnritze (<i>Pimephales promelas</i>) (www.dec.ny.gov/images/fish_marine_images/fatheadminnow.gif , 27.3.2012)	146
Bild 9.5:	Wasserfloh (<i>Daphnia magna</i>) (http://elementy.ru/images/news/daphnia_magna_300.jpg , 27.3.2012)	147
Bild 9.6:	Einzellige Grünalge (<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>) (http://www.ecotox.ca/ImagewebGIF/selenastrum.gif , 27.3.2012)	147
Bild 10.1:	Arithmetische Mittelwerte der EDTA-Frachten entlang des Ruhrlängsverlaufs	167
Bild 10.2:	Arithmetische Mittelwerte der TCPP-Frachten entlang des Ruhrlängsverlaufs	167
Bild 10.3:	Darstellung des Simulationsgebietes Oeventrop bis Duisburg	174
Bild 10.4:	Darstellung des Simulationsgebietes der unteren Ruhr	175
Bild 10.5:	Darstellung des Simulationsgebietes der mittleren Ruhr	176
Bild 10.6:	Darstellung des Simulationsgebietes der oberen Ruhr	177
Bild 10.7:	Auswertung der Abflussdaten der Wasserwirtschaftsjahre 2006 bis 2009 als Tagesmittelwerte für den Pegel Hattingen	178
Bild 10.8:	Auswertung der Abflussdaten des Wasserwirtschaftsjahres 2007 für den Pegel Hattingen	179
Bild 10.9:	Gegenüberstellung der Pegelraten mit Simulationsergebnis Abfluss für NQ, MQ und HQ	181
Bild 10.10:	Frachteinleitungsprofile Szenario 1 und 2, für NQ, MQ und HQ	182
Bild 10.11:	Frachteinleitungen Szenario 1 und 2	183
Bild 10.12:	Szenario 1 NQ: Einmalige Stoffeinleitung bei Niedrigwasser an drei Stationierungspunkten entlang der Ruhr	185
Bild 10.13:	Szenario 1 NQ: Retention und Verdünnung	186

Bild 10.14:	Szenario 1 NQ: Wirkung der Fließgeschwindigkeit und Einfluss der longitudinalen Dispersion	187
Bild 10.15:	Szenario 1 MQ: Einmalige Stoffeinleitung bei Mittelwasser an drei Stationierungspunkten entlang der Ruhr.....	188
Bild 10.16:	Szenario 1 HQ: Einmalige Stoffeinleitung bei Hochwasser an drei Stationierungspunkten entlang der Ruhr.....	189
Bild 10.17:	Szenario 2 NQ: Stoffeinleitung bei Niedrigwasser an drei Stationierungspunkten entlang der Ruhr bei werktäglichem Betrieb über 15 h/d	190
Bild 10.18:	Szenario 2 MQ: Stoffeinleitung bei Mittelwasser an drei Stationierungspunkten entlang der Ruhr bei werktäglichem Betrieb über 15 h/d	191
Bild 10.19:	Szenario 2 HQ: Stoffeinleitung bei Hochwasser an drei Stationierungspunkten entlang der Ruhr bei werktäglichem Betrieb über 15 h/d	192
Bild 10.20:	Szenario 2 HQ: Herausstellung von Überlagerungseffekten bei Hochwasser durch Stoffeinleitungen an drei Stationierungspunkten entlang der Ruhr.....	193
Bild 10.21:	Szenario 2 HQ: Darstellung des Konzentrationsverlaufs im Fließgewässer bei Hochwasser durch Stoffeinleitungen an drei Stationierungspunkten entlang der Ruhr für einen festgelegten Betrachtungszeitpunkt	194
Bild 10.22:	Szenario 3: Datenaufbereitung aller bekannter Einleiterdaten	196
Bild 10.23:	Szenario 3 NQ: EDTA-Stoffeinleitung eines einzelnen Emittenten.....	199
Bild 10.24:	Struktur der berücksichtigten Einleiterdaten im Simulationsmodell	200
Bild 10.25:	Szenario 3 NQ: EDTA-Stoffeinleitung bei Niedrigwasser; Darstellung Perspektive	201
Bild 10.26:	Szenario 3 NQ: EDTA-Stoffeinleitung bei Niedrigwasser; Darstellung Draufsicht.....	202
Bild 10.27:	Szenario 3 NQ: Darstellung der Abflussverhältnisse an den Pegeln Villigst, Hagen Hohenlimburg und Hattingen.....	202
Bild 10.28:	Szenario 3 MQ: EDTA-Stoffeinleitung bei Mittelwasser	203
Bild 10.29:	Szenario 3 HQ: EDTA-Stoffeinleitung bei Hochwasser	204

Bild 14.1:	Lage der Kläranlage mit Indirekteinleitern von kommunalem Abwasser (Anhang 1 der AbwV) (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)	234
Bild 14.2:	Lage der Kläranlage mit Indirekteinleitern nach Anhang 22 der AbwV: Chemische Industrie) (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhr-gütebericht 2007, Ruhrverband)	234
Bild 14.3:	Lage der Kläranlage mit Indirekteinleitern nach Anhang 26 der AbwV: Steine und Erden (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)	235
Bild 14.4:	Lage der Kläranlage mit Indirekteinleitern nach Anhang 27 der AbwV: Behandlung von Abfällen durch chemische und physikalische Verfahren (SP-Anlagen) sowie Altölaufbereitung (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband).....	235
Bild 14.5:	Lage der Kläranlage mit Indirekteinleitern nach Anhang 47 der AbwV: Wäsche von Rauchgasen aus Feuerungsanlagen (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband).....	236
Bild 14.6:	Lage der Kläranlage mit Indirekteinleitern nach Anhang 48 der AbwV: Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband).....	236
Bild 14.7:	Lage der Kläranlage mit Indirekteinleitern nach Anhang 50 der AbwV: Zahnbehandlung (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)	237
Bild 14.8:	Lage der Kläranlage mit Indirekteinleitern nach Anhang 51 der AbwV: Oberirdische Ablagerung von Abfällen (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband).....	237
Bild 14.9:	Lage der Kläranlage mit Indirekteinleitern nach Anhang 52 der AbwV: Chemischreinigung (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)	238
Bild 14.10:	Lage der Kläranlage mit Indirekteinleitern nach Anhang 53 der AbwV: Fotografische Prozesse (Silberhalogenid-Fotografie (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband).....	238
Bild 14.11:	Lage der Kläranlage mit Indirekteinleitern nach Anhang 55 der AbwV: Wäschereien (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)	239

Bild 14.12: Lage der Kläranlagen mit in den Datenbanken verzeichneten Indirekteinleitern, die keinem Anhang der AbwV zugeordnet werden konnten (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)239

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 3.1:	Ergebnisübersicht der Mediane von Tagesfrachten [g/d]. Für die Frachtermittlung werden Konzentrationen unter der BG nicht berücksichtigt (modifiziert Ruhrverband und AWWR, 2010).....	11
Tabelle 3.2:	Gemeldete Emissionen organischer Industriechemikalien aus den verschiedenen Branchen in das Wasser und Abwasser innerhalb aller Flussgebiete in Deutschland (2009). (Auswertungen von Angaben des Umweltbundesamtes, 2012)	16
Tabelle 3.3:	Übersicht über wesentliche Software-Produkte zur Gewässergütesimulation (RAUCH et al. (1998)).....	21
Tabelle 5.1:	Anzahl der angeschlossenen Indirekteinleiter an die Kläranlagen des Ruhreinzugsgebietes (Daten aus INKA)	29
Tabelle 5.2:	Überblick über die im Zeitraum 2002 bis 2010 durchgeführten Untersuchungen bei Indirekteinleitern (Daten aus INKA)	31
Tabelle 5.3:	Kläranlagen der Größenklassen 1 bis 3 (Daten aus ELWAS-IMS; Stand: März 2012)	37
Tabelle 5.4:	Kläranlagen der Größenklassen 4 und 5 (Daten aus ELWAS-IMS; Stand: März 2012)	38
Tabelle 5.5:	Anzahl der Direkteinleiter im Ruhreinzugsgebiet mit Angabe des Anhangs der AbwV (Daten aus NIKLAS-IGL)	41
Tabelle 5.6:	Jahresschmutzwassermengen der Direkteinleiter im Ruhreinzugsgebiet mit Angabe des Anhangs der AbwV (Daten aus NIKLAS-IGL).....	41
Tabelle 5.7:	Art und Anzahl der Nennungen von Anlagen nach der 4. BImSchV (Daten aus NIKLAS-IGL)	47
Tabelle 5.8:	Art und Anzahl der Nennungen von Anlagen nach der IVU-Richtlinie (Daten aus NIKLAS-IGL)	48
Tabelle 5.9:	Art und Anzahl der Nennungen von Anlagen nach der Abwasser - Emissionserklärungsverordnung NRW (Daten aus NIKLAS-IGL).....	48
Tabelle 5.10:	Art und Anzahl der Nennungen von Anlagen nach der PRTR-Verordnung (Daten aus NIKLAS-IGL)	48
Tabelle 5.11:	Art und Anzahl der Betriebe, die als potenzielle Einleiter von organischen Industriechemikalien aufgrund Einstufung der Anlagen nach	

BImSchG, IVU-Richtlinie, Nose-P und PRTR identifiziert wurden (Daten aus NIKLAS-IGL).....	49
Tabelle 5.12: Art und Anzahl der Betriebe, in denen anfallende Abwässer in einer Abwasserbehandlungsanlage (ABA) behandelt werden. (Daten aus NIKLAS-IGL).....	50
Tabelle 5.13: Eingesetzte Verfahren in den Abwasserbehandlungsanlagen (ABA) (Daten aus NIKLAS-IGL)	52
Tabelle 5.14: Betriebe im Ruhreinzugsgebiet, die Abwässer sowohl als Direkt- als auch als Indirekteinleiter ableiten (Daten aus NIKLAS-IGL und INKA).....	54
Tabelle 5.15: Anzahl der überwachten Messstellen und der Messstellen mit möglicher Frachtberechnung für organische Stoffe aus den Jahren 2000 bis 2009 (Daten aus D-E-A)	56
Tabelle 5.16: Direkteinleiter, die in den Jahren 2000 bis 2008 auf organische Einzelstoffe überwacht wurden (Daten aus D-E-A)	56
Tabelle 5.17: Organische Einzelstoffe, die in den Jahren 2000 bis 2008 bei Direkteinleitern überwacht wurden und Anzahl der Überwachungsergebnisse (Daten aus D-E-A)	57
Tabelle 5.18: Eingeleitete Frachten aus den Jahren 2000 bis 2008 (arith. Mittelwerte) (Daten aus D-E-A)	59
Tabelle 7.1: Industriechemikalien mit Anwendung in der metallbe- und metallverarbeitenden Industrie, die im LANUV-Messprogramm im Einzugsgebiet der Ruhr untersucht wurden (Zeitraum 2000 bis 2009, n.d. = nicht nachgewiesen).	69
Tabelle 7.2: Auswahl von Stoffen bzw. Stoffklassen, die in wassermischbaren Kühlschmierstoffen in hohen Jahresmengen eingesetzt werden (nach: BAUMANN & HERBERG-LIEDTKE, 1996, verändert). Für die Stoffe ist angegeben, ob sie im LANUV-Messprogramm im Einzugsgebiet der Ruhr untersucht werden.....	72
Tabelle 7.3: Reinigungs- und Entfettungsmittel, die in Beschichtungsverfahren der metallverarbeitenden Industrie eingesetzt werden (OEKOpro-Datenbank, 2011).	73
Tabelle 7.4: Organische und metallorganische Chemikalien, die in der Dünnschichttechnologie eingesetzt werden (OEKOpro-Datenbank, 2011).	74

Tabelle 7.5:	Organische Chemikalien, die in der Galvanotechnik eingesetzt werden (nach GAIDA et al., 2008).....	76
Tabelle 8.1:	Klassen und Teilbewertungszahlen zur Bewertung von Industriechemikalien hinsichtlich ihres Vorkommens im Rohwasser	80
Tabelle 8.2:	Identifikation und Bewertung des Vorkommens relevanter Industriechemikalien in der Ruhr aufgrund der Messungen des LANUV NRW (Zeitraum 2000 bis 2009)	81
Tabelle 8.3:	Identifikation und Bewertung des Vorkommens relevanter Industriechemikalien in der Ruhr aufgrund der Messungen des Ruhrverbands	83
Tabelle 8.4:	Identifikation und Bewertung des Vorkommens relevanter Industriechemikalien in der Ruhr aufgrund der Messungen an den Wasserwerken Echthausen, Halingen, Stiepel und Witten (Zeitraum 2000 bis 2003).....	84
Tabelle 8.5:	Identifikation und Bewertung des Vorkommens relevanter Industriechemikalien in der Ruhr aufgrund der Messungen der AWWR (Monitoring 2008 bis III/2010)	85
Tabelle 8.6:	Vergleich der Identifizierung und Bewertung relevanter Industriechemikalien in der Ruhr aufgrund der Messungen von LANUV NRW, Ruhrverband, der Ruhrwasserwerke Echthausen, Halingen, Stiepel und Witten und der AWWR	86
Tabelle 8.7:	Kommunale Kläranlagen, die in Ruhrabschnitte zwischen den betrachteten Messstellen des Ruhrverbandes einleiten (Kläranlagen, die direkt in die Ruhr einleiten, sind unterstrichen)	90
Tabelle 8.8:	Summarische Angaben zu kommunalen Kläranlagen, die in Ruhrabschnitte zwischen den betrachteten Messstellen des Ruhrverbandes einleiten.....	91
Tabelle 8.9:	Summe der Indirekteinleiter, die in Ruhrabschnitte zwischen den betrachteten Messstellen des Ruhrverbandes einleiten und deren Zuordnung zu Anhängen der AbwV (n.z.=keinem Anhang der AbwV zugeordnet)	92
Tabelle 8.10:	Summe der Direkteinleiter, die in Ruhrabschnitte zwischen den betrachteten Messstellen des Ruhrverbandes einleiten und deren	

Zuordnung zu Anhängen der AbwV (n.z.=keinem Anhang der AbwV zugeordnet)	92
Tabelle 8.11: Vergleich maximaler Frachten relevanter organischer Industriechemikalien in der Ruhr.....	131
Tabelle 9.1: Klassen und Teilbewertungszahlen zur Bewertung von Industriechemikalien hinsichtlich ihres Vorkommens im Rohwasser von Wasserwerken.....	134
Tabelle 9.2: Identifikation und Bewertung der Rohwassergängigkeit von Industriechemikalien an der Ruhr aufgrund der Messergebnisse der Grundwasserüberwachung NRW.....	135
Tabelle 9.3: Klassen und Teilbewertungszahlen zur Bewertung von Industriechemikalien hinsichtlich ihres Vorkommens im Trinkwasser	137
Tabelle 9.4: Identifikation und Bewertung von trinkwassergängigen Industriechemikalien im Trinkwasser der Ruhrwasserwerke aufgrund der Messergebnisse des Zentralen Trinkwasserdatenerfassungs- und Informationssystems (Z-TEIS)	138
Tabelle 9.5: Identifikation und Bewertung von trinkwassergängigen Industriechemikalien im Trinkwasser der Ruhrwasserwerke aufgrund der Messergebnisse der Wasserwerke Echthausen, Halingen, Stiepel und Witten aus den Jahren 2000 bis 2003.....	139
Tabelle 9.6: Liste der als relevant ausgewählten Industriechemikalien mit Angabe, in welchem Medium dieser Stoff nachgewiesen wurde (Ruhrwasser=1, Rohwasser=2, Trinkwasser=3)	142
Tabelle 9.7: Klassenbildung und Bewertung des OECD-Tests für die Abbaubarkeit in der Kläranlage	143
Tabelle 9.8: Bewertung des Eliminationsverhaltens der ausgewählten Industriechemikalien im OECD-Test (Klassenzuordnung nach Tabelle 9.7).....	144
Tabelle 9.9: Photolytischer Abbau von ausgewählten Industriechemikalien	145
Tabelle 9.10: Klassenbildung der verschiedenen Bewertungsverfahren.....	148
Tabelle 9.11: Ergebnis des Toxizitätstests ausgewählter Chemikalien gegenüber Fischen (Klassenzuordnung nach Tabelle 9.10)	149

Tabelle 9.12: Ergebnis des Toxizitätstests ausgewählter Chemikalien gegenüber Daphnia magna (Klassenzuordnung nach Tabelle 9.10).....	150
Tabelle 9.13: Ergebnis des Toxizitätstests ausgewählter Chemikalien gegenüber Algen (Klassenzuordnung nach Tabelle 9.10).....	151
Tabelle 9.14: Auflistung der in mindestens einem Toxizitätstest mit Klasse 4 bewerteten Industriechemikalien.....	152
Tabelle 9.15: Vergleich der ermittelten PNEC-Werte mit der Höchstkonzentration der ausgewählten Industriechemikalien im Ruhrwasser	153
Tabelle 9.16. Bewertungsschema zur Ermittlung der Trinkwasserrelevanz der Industriechemikalien (n.b. = nicht belegt) nach KUHLMANN et al. (2010)....	156
Tabelle 9.17: Ermittlung der Indexzahlen der ausgewählten Industriechemikalien für Trinkwasserrelevanz.....	157
Tabelle 9.18: Bewertung der Trinkwasserrelevanz ausgewählter Industriechemikalien	157
Tabelle 9.19: Vergleich der gemessenen Konzentrationen mit TDI-Werten.....	159
Tabelle 9.20: Bewertung der gemessenen Maximalkonzentrationen anhand verschiedener europäischer und deutscher Vergleichswerte	160
Tabelle 9.21: Auflistung aller in mindestens einer der Bewertungskategorien als ökotoxisch, nicht abbaubar, trinkwasserrelevant oder mit hohem MECP/PNEC-Quotient bestimmten Industriechemikalien	162
Tabelle 10.1: Berücksichtigte Messstellen an der Ruhr und deren zugehörige Pegel.....	166
Tabelle 10.2: Arithm. Mittelwerte der EDTA- und TCPP-Frachten aus Kläranlagen des Ruhrverbands	169
Tabelle 10.3: Berechnete Frachten von EDTA aus kommunalen Kläranlagen und Direkteinleitungen an verschiedenen Messstellen der Ruhr	170
Tabelle 10.4: Berechnete Frachten von TCPP aus kommunalen Kläranlagen und Direkteinleitungen an verschiedenen Messstellen der Ruhr	170
Tabelle 10.5: Zuordnung potenzieller Emittenten von EDTA und TCPP anhand der Angabe zur Nummer des Anhangs der Abwasserverordnung.....	171
Tabelle 10.6: Berechnete Frachten an EDTA und TCPP an verschiedenen Einleitungsstellen von Direkteinleitern im Einzugsgebiet der Ruhr	172
Tabelle 10.7: Langjährige Gewässerkundliche Hauptzahlen	178

Tabelle 10.8: Darstellung der aggregierten EDTA und TCPP Tagesfrachten im Simulationsgebiet, getrennt für industrielle Direkteinleiter und Kläranlagen des Ruhrverbands.....	197
Tabelle 10.9: Darstellung der aggregierten EDTA und TCPP Tagesfrachten im Simulationsgebiet, kumuliert für die Einleitungspunkte in die Ruhr	198
Tabelle 10.10: Eingangsgroßen in das Simulationsmodell	199
Tabelle 11.1: Industriechemikalien in der Ruhr, die unter den hier angewendeten Kriterien zur Beurteilung gewässerökologischer und toxischer Aspekte sowie wegen ihrer Trinkwasserrelevanz als bedenklich anzusehen sind (Verwendete Datenquellen und Zeiträume siehe Kap. 4.3 bis 4.5).....	212
Tabelle 14.1: Anhänge der Abwasserverordnung.....	228
Tabelle 14.2: Verwendete Daten aus Teilsystem 72 (INKA) der D-E-A	229
Tabelle 14.3: Verwendete Daten aus Teilsystem 77 (NIKLAS-KOM) und Teilsystem 15 (Kataloge) der D-E-A	230
Tabelle 14.4: Verwendete Daten aus Teilsystem 15 (Kataloge) der D-E-A.....	230
Tabelle 14.5: Verwendete Daten aus Teilsystem 16 (Proben und Überwachungsergebnisse) der D-E-A.....	231
Tabelle 14.6: Verwendete Daten aus Teilsystem 70 (NIKLAS-IGL) der D-E-A	231
Tabelle 14.7: Indirekteinleiter des Ruhreinzugsgebietes mit Zuordnung zu einer kommunalen Kläranlage und zu einem Anhang der AbwV – Teil 1	232
Tabelle 14.8: Indirekteinleiter des Ruhreinzugsgebietes mit Zuordnung zu einer kommunalen Kläranlage und zu einem Anhang der AbwV – Teil 2	233

Verzeichnis der Abkürzungen und der Symbole

Abkürzung	Erläuterung	Einheit
ABA	Abwasserbehandlungsanlage	-
AbwV	Abwasserverordnung	-
ATV	Abwassertechnische Vereinigung	-
AWWR	Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr	-
BSB ₅	Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen	[mg/l]
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf	[mg/l]
D-E-A	Datendrehscheibe Einleiterüberwachung Abwasser (NRW)	-
DT ₅₀	Biologische Halbwertszeit	[d] oder [h]
DTPA	Diethylentriaminpentaessigsäure	-
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.	-
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure	-
EG-WRRL	EG-Wasserrahmenrichtlinie	-
ELKA	Einleiterkataster (NRW)	-
ELWAS-IMS	Elektronisches Wasserinformationssystem (NRW)	-
ESIS	European Chemical Substances Information System	-
FGSM	Fließgewässergütesimulationsmodell	-
GOW	Gesundheitlicher Orientierungswert	[µg/l]
GÜS	Datenbank des Gewässerüberwachungssystems (NRW)	-
HygrisC	Grundwasserdatenbank des Landes NRW	-
INGO	Datenbank der intensivierten Gewässerüberwachung (NRW)	-
INKA	Indirekteinleiterkataster (NRW)	-
ISA	Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen	-
IWW	Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH	-
K _{ow}	n-Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizient	-
LANUV NRW	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen	-
Iögd NRW	Landesinstitut für den Öffentlichen Gesundheitsdienst Nordrhein-Westfalen	-
MEC	Measured Environmental Concentration	[µg/l]
MKULNV	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur-	-

	und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen	
MNQ	Mittlerer Niedrigwasserabfluss	[l/s]
MKULNV NRW	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen	-
MUNLV NRW	Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen	-
NIKLAS-IGL	Neues integriertes Kläranlagensystem – für Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft (NRW)	-
NIKLAS-KOM	Neues integriertes Kläranlagensystem für Kommunen und Abwasserzweckverbände (NRW)	-
Nose-P	Nomenclature of Sources of Emissions-Process	-
NTA	Nitrilotriessigsäure	-
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development	-
PAK	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	[µg/l]
PEC	Predicted Environmental Concentration	[µg/l]
PFBA	Perfluorobutanoat	[µg/l]
PFBS	Perfluorobutylsulfonat	[µg/l]
PFC	Perfluorierte Verbindungen	[µg/l]
PFDA	Perfluorodecanoat	[µg/l]
PFHpA	Perfluoroheptanoat	[µg/l]
PFHxA	Perfluorohexanoat	[µg/l]
PFHxS	Perfluorohexylsulfonat	[µg/l]
PFNA	Perfluorononanoat	[µg/l]
PFOA	Perfluorooctanoat	[µg/l]
PFOS	Perfluorooctylsulfonat	[µg/l]
PFPA	Perfluoropentanoat	[µg/l]
PFUA	Perfluoroundecanoat	[µg/l]
PFT	Perfluorierte Tenside	[µg/l]
PNEC	Predicted No-Effect Concentration	[µg/l]
PRTR	Pollutant Release and Transfer Register	-
RRP	Ruhrreinhalteplan	-
TDI	tolerable daily intake (= duldbare tägliche Dosis)	[µg/kg/d]
Z-TEIS	Zentrales Trinkwassererfassungs- und Informationssystem	-

1 Veranlassung des Projektes

Die mögliche Elimination von Spurenstoffen bei der Abwasserbehandlung ist Ziel sowohl der Politik und der Umwelt- und Gesundheitsverwaltung (SRU, 2007; ISOE, 2008) als auch der Fachwelt (DWA, 2008a, 2008b; DWA, 2009; KÜHN, 2007; IAWR, 2007; JOSS et al., 2008; MERKEL et al., 2007). Das Land Nordrhein-Westfalen und insbesondere das Einzugsgebiet der Ruhr und der Ballungsraum Ruhrgebiet mit der Wasserversorgung aus der Ruhr nehmen hierbei eine Sonderstellung ein (IWW, 2006; Umweltbundesamt, 2008; MUNLV NRW & AWWR, 2006; IWW & ISA, 2008; MUNLV, 2008; Ruhrverband, 2008; AGW, 2008).

Im Ballungsraum Ruhrgebiet reichen aufgrund der hydrogeologischen Randbedingungen die Grundwasservorräte für die Trinkwasserversorgung nicht aus, so dass auf das Ruhrwasser als Wasserressource zurückgegriffen werden muss. Heute beziehen mehr als 4 Millionen Menschen ihr Trinkwasser mittelbar aus der Ruhr. Zudem wird das in den Kläranlagen gereinigte Abwasser in die Ruhr und ihre Nebengewässer eingeleitet. Die in den Abwässern enthaltenen organischen und anorganischen Stoffe sowie Krankheitserreger werden, auch wenn die Anlagen zur Behandlung der Abwässer dem Stand der Technik entsprechen, durch eine konventionelle Aufbereitung des Abwassers in Kläranlagen generell nicht vollständig eliminiert und gelangen so in die Ruhr (MUNLV NRW, 2008).

Eine umfassende Auswertung durch die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) von Daten zur Oberflächen-, Grund-, Roh- und Trinkwasserqualität aus dem Zeitraum 2003 bis 2006¹ ergab den Nachweis von insgesamt 298 organischen Spurenstoffen in den unterschiedlichen Kompartimenten. Für eine Vielzahl der z. T. wasserwerks- und trinkwasserrelevanten Stoffe werden die trinkwasserhygienischen Zielwerte, deren Einhaltung eine Trinkwasserproduktion mit natürlichen und naturnahen Verfahren erlauben soll, in der Ruhr z. T. erheblich überschritten (IWW & ISA, 2008). Dies ist umso bedeutender, da nur die Wasserwerke an der unteren Ruhr mit weitergehenden Reinigungsverfahren wie Ozonung und Aktivkohle ausgestattet sind und die Konzentrationen dieser Verbindungen reduzieren können. Zusätzlich zu den in der o. g. Studie aufgeführten Leitsubstanzen gerieten im Jahre 2008 sowie Anfang 2009 die Verbindungen 2,4,8,10-Tetraoxaspiro[5.5]-undecan (TOSU) sowie Sulfolan mit Positivbefunden im Trinkwasser in den Fokus der öffentlichen Diskussion.

¹ Daten zur Verfügung gestellt von AWWR, Ruhrverband, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW), Bezirksregierung Arnsberg und Landesinstitut für den Öffentlichen Gesundheitsdienst Nordrhein-Westfalen (Iögd NRW).

Es ist für das Eintragsgebiet der Ruhr unstrittig, dass zur langfristigen Sicherung einer qualitativ hochwertigen Trinkwasserversorgung grundsätzlich Handlungsbedarf zur Reduktion der Einträge trinkwasserrelevanter organischer Spurenstoffe besteht.

Grundsätzlich muss die Vermeidung des Einsatzes anthropogener Spurenstoffe, die umweltgefährdend sind, angestrebt werden. Dies kann nur durch Herstellungsverbote oder Einsatzverbote erreicht werden, die deutschlandweit, europaweit und weltweit gelten. Da die Umsetzung dieses Zieles jedoch kurzfristig nicht zu erreichen ist, sind weitere Maßnahmen erforderlich, wie der Rückhalt der im Produktionsprozess eingesetzten oder dort entstehenden organischen Verbindungen unmittelbar am Einsatz- oder Entstehungsort, also im Gewerbe- und Industriebetrieb (REMMEL, 2011). Zur Behandlung kleiner Volumenströme am Entstehungsort sind ggf. Verfahrenstechniken zur gezielten Elimination von Schadstoffen anwendbar, die für die Behandlung von großen Volumenströmen nach einer Vermischung und Verdünnung mit weiteren Abwässern nicht oder nur unwirtschaftlich anwendbar wären. Beispiele hierfür sind die separate Behandlung TOSU-haltiger Produktionsabwässer der Firma Perstorp, die PFT-Elimination in Abwässern aus der Chromsäurebehandlung und die Elimination von Komplexbildnern aus dem Abwasser der Firma Stora Enso (MERKEL & PANGLISCH, 2008; NISIPEANU & BISCHOP, 2008; ISA, 2009).

Für die überwiegende Mehrzahl von Mikroschadstoffen gilt, dass sie einer allgegenwärtigen Verwendung unterliegen und auch über kommunale Kläranlagen in die Gewässer eingetragen werden. Die Ertüchtigung der kommunalen Kläranlagen (z. B. mittels Aktivkohle und Ozonung) stellt deshalb eine effiziente Methode dar, um den Eintrag von Mikroverunreinigungen in die Gewässer zu reduzieren (REMMEL, 2011).

In der Studie des IWW und des ISA wurden bereits die Möglichkeiten einer Reduktion der Spurenstoffemissionen durch eine verfahrenstechnische Verbesserung kommunaler Kläranlagen im Ruhreinzugsgebiet unter qualitativen und monetären Aspekten wissenschaftlich untersucht (IWW & ISA, 2008). Die Ergebnisse zeigten, dass durch einen zusätzlichen Einsatz von Aktivkohle und Ozonung an ausgewählten kommunalen Kläranlagen eine maßgebliche Frachtreduktion einwohnerspezifischer Stoffe wie Arzneimittel erzielt werden kann.

Vor dem Hintergrund der intensiven Nutzung der Ruhr sowohl als Trinkwasserressource als auch für Abwassereinleitungen und der damit verbundenen Schadstoffproblematik hat das heutige Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur – und Verbraucherschutz (MKULNV) vorsorgend eine Strategie zur Verbesserung der Situation erarbeitet und das Programm „Reine Ruhr“ entwickelt (http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/programm_reine_ruhr.pdf). Im Sinne eines Multibarrierensystems sind bei der Konzeptionierung "Reine Ruhr" vorrangig Maßnahmen an der Quelle (Stoffvermeidung/produktionsintegrierter

Umweltschutz), aber auch bei der Abwasserbehandlung und Trinkwasseraufbereitung zu prüfen und ggfs. einzuleiten, vorhandene Monitoringprogramme zu verzahnen, zu erweitern und zu optimieren, und durch vernetzte Kommunikationsstrukturen der Wissensaustausch und die Information zu verbessern.

2 Zielsetzung

Mit den in diesem Projekt durchzuführenden Untersuchungen und Berechnungen soll eine wissenschaftlich fundierte, datenbasierte Entscheidungsgrundlage geschaffen werden, die es ermöglicht, Maßnahmen abzuleiten, die dazu geeignet sind

- das Eintragspotenzial organischer Industriechemikalien aus Industrie- und Gewerbebetrieben im Einzugsgebiet der Ruhr zu verringern,
- die Belastung der aquatischen Umwelt sowie des Trinkwassers durch organische Industriechemikalien zu verringern,
- die langfristige Sicherstellung der Trinkwasserversorgung an der Ruhr – möglichst unter Nutzung natürlicher und naturnaher Aufbereitungsverfahren – zu gewährleisten und
- den finanziellen und technischen Aufwand der Vorhaltung einer zusätzlichen Aufbereitungstechnik in den kommunalen Kläranlagen und Trinkwasseraufbereitungsanlagen zu vermindern.

Hierzu müssen die wasserwirtschaftlich relevanten Industriechemikalien identifiziert und hinsichtlich Eintragsverhalten, Öko- und Humantoxizität sowie Trinkwasserrelevanz charakterisiert werden. Weiterhin sind Betriebe mit einem hohen Schadstoffeintragspotenzial sowie Belastungsschwerpunkte zu identifizieren und die davon ausgehenden Belastungen durch organische Industriechemikalien zu quantifizieren.

Auf Grundlage definierter, maximal zulässiger stoffspezifischer Zielwerte im Oberflächengewässer sollen Strategien zur Reduzierung der Stoffeinträge wasserwirtschaftlich relevanter Industriechemikalien (z. B. Modifizierung der Aufbereitungstechnik in den Abwasserbehandlungsanlagen der Betriebe bzw. kommunalen Kläranlagen) entwickelt und Konzentrationen relevanter Industriechemikalien unter Berücksichtigung unterschiedlicher Wasserführungen der Ruhr prognostiziert werden. Bestehende Monitoringkonzepte sollen überprüft und ggf. zielgerichtet hinsichtlich des Parameterspektrums, Untersuchungszeitraumes als auch der Probenahmestellen verfeinert werden.

Im Rahmen dieses Projektes wurden folgende übergeordnete Ziele verfolgt:

- Identifizierung der relevanten Direkt- und Indirekteinleiter im Einzugsgebiet der Ruhr,
- Identifizierung des Eintragspotenzials organischer Industriechemikalien,
- Identifikation relevanter organischer Industriechemikalien und Berechnung/Abschätzung der im Einzugsgebiet der Ruhr eingeleiteten Frachten,

- Bewertung des Eliminationsverhaltens der relevanten eingesetzten organischen Industriechemikalien in Kläranlagen und Oberflächengewässern anhand von Literaturwerten,
- Bewertung der ökotoxikologischen und humantoxikologischen Eigenschaften sowie der Wasserwerks-/Trinkwasserrelevanz der relevanten organischen Industriechemikalien anhand von Literaturwerten und
- Beispielhafte Berechnungen zum Eintrag von Industriechemikalien in die Ruhr unter Nutzung eines Fließgewässergütesimulationsmodells.

3 Stand des Wissens

3.1 Das Flusseinzugsgebiet der Ruhr

Die Ruhr entspringt am Ruhrkopf bei Winterberg und mündet nach 219 km Fließstrecke bei Duisburg-Ruhrort in den Rhein. Das Einzugsgebiet umfasst eine Fläche von 4.478 km². Im Oberlauf ist das Einzugsgebiet geprägt durch land- und forstwirtschaftliche Nutzungen. Der westliche Teil des Ruhreinzugsgebietes gehört zum Ruhrgebiet und ist daher in seiner Landnutzung sehr stark durch städtische und industrielle Bereiche bestimmt (MKULNV NRW 2010).

Die Gewässer im Ruhreinzugsgebiet unterliegen vielfältigen konkurrierenden Nutzungen. Die Ruhr ist für die Wasserversorgung in Nordrhein-Westfalen von zentraler Bedeutung. Etwa 4,6 Millionen Menschen sowie Gewerbe- und Industriebetriebe werden unter Nutzung von Ruhrwasser mit Trink- und Brauchwasser versorgt. Von besonderer Relevanz ist die gleichzeitige Nutzung der Ruhr für die Einleitung von Abwässern in einer Region mit hoher Siedlungsdichte und teilweise starker industrieller Nutzung (siehe Bild 3.1).

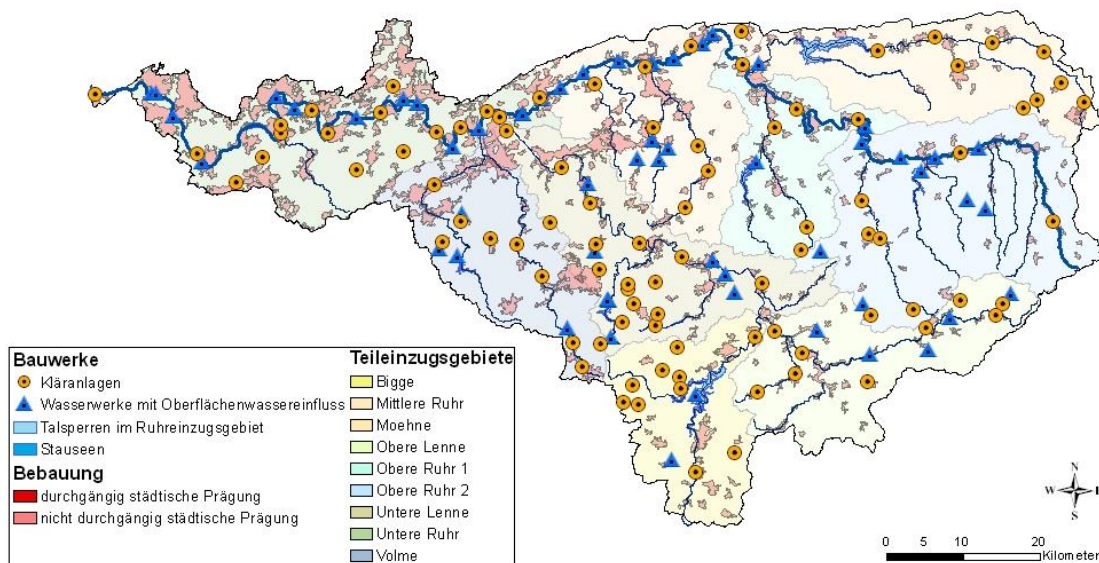


Bild 3.1: Lage der Kläranlagen und Wasserwerke mit Oberflächenwassereinfluss im Einzugsgebiet der Ruhr (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

Über den aktuellen Stand der Belastung der Ruhr und deren Nebenflüsse infolge Abwassereinleitungen gibt der Bericht zu „Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen“ mit Auswertungsstand 2010 Auskunft (MKULNV NRW, 2010).

Demzufolge wurden im Jahr 2010 kommunale Abwässer von 92 überwiegend mechanisch-biologisch betriebenen Kläranlagen (409 Mio. m³ Abwasser) sowie die industriellen Abwässer von 258 Direkteinleitern (33 Mio. m³ Abwasser) in die Ruhr sowie deren Nebengewässer eingeleitet. Der Anteil des in den kommunalen Kläranlagen mitbehandelten gewerblichen Abwassers liegt bei 26 %. Der Abwasseranteil nimmt bis zur Ruhrmündung kontinuierlich zu und beträgt bei Niedrigwasserabfluss (MNQ) am Pegel Schwerte 14 % und am Pegel Mülheim 24 % (mündl. Mittlg., Ruhrverband).

Insgesamt 72 Kläranlagen im Ruhreinzugsgebiet mit einer gesamten Ausbaugröße von 3,3 Mio. EW sind Kläranlagen des Ruhrverbands. Nur 20 Kläranlagen mit einer gesamten Ausbaugröße von ca. 2.700 EW sind verbandsfreie Kläranlagen. Eine Besonderheit stellt die Kläranlage Hagen-Boele des Ruhrverbands dar, die ihre Abwässer nach mechanischer Behandlung in die industrielle Kläranlage Firma Stora Enso Kabel GmbH & Co. KG (Papierfabrik) einleitet.

Insgesamt 57 Wasserwerke im Einzugsgebiet der Ruhr nutzen derzeit Rohwasser mit Oberflächenwassereinfluss zur Trinkwasseraufbereitung. Dabei wird es meist entweder der fließenden Welle entnommen und ggf. nach Aufbereitung zur Grundwasseranreicherung versickert oder als Uferfiltrat zusammen mit landseitig zuströmendem Grundwasser gefasst und zu Trinkwasser aufbereitet. Insgesamt wurden 2008 ca. 44 Mio. m³/a Uferfiltrat und ca. 190 Mio. m³/a angereichertes Grundwasser im Flussgebiet der Ruhr zur Wasserversorgung genutzt (MUNLV NRW, 2008).

Die überwiegende Anzahl der Versorgungsunternehmen, deren Wasserwerke Oberflächenwasser aus der Ruhr, deren Nebenflüssen oder aus Talsperren zur Trinkwasseraufbereitung nutzen, sind in der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Ruhreinzugsgebiet (AWWR) vertreten. Die AWWR verfügt derzeit über 19 Mitgliedsunternehmen, die insgesamt 35 Wasserwerke mit einer Gesamtförderung von ca. 265 Mio. m³/a betreiben (Ruhrverband und AWWR, 2010).

3.2 Überwachung der Gewässerbelastungen

Der Eintrag von Mikroverunreinigungen in Gewässer stellt in zunehmendem Maße eine Herausforderung für den Gewässerschutz und die Trinkwasserversorgung dar, nicht zuletzt da aufgrund von Verbesserungen in der chemischen Analytik Mikroverunreinigungen in immer geringeren Konzentrationen nachgewiesen werden können. Aufgrund der Vielzahl der

Stoffe und ihrer möglichen Umwandlungsprodukte sind jedoch die Wirkungen auf Mensch und Umwelt derzeit nur für die wenigsten dieser Stoffe bekannt.

Zur Überwachung der Gewässerbelastungen bestehen folgende Überwachungsprogramme (LANUV NRW 2010):

- Abwasserüberwachung (Direkteinleiter, Indirekteinleiter und Anlagen, einschließlich Selbstüberwachung durch die Anlagenbetreiber),
- Gewässerüberwachung (Überblicksmonitoring, operatives Monitoring und zeitnahe Gewässerüberwachung, einschließlich Selbstüberwachung durch die Wasserverbände und Wasserwerke/Arbeitsgemeinschaften der Wasserwerke),
- Grundwasserüberwachung (landesweites Grundwassermonitoring, kommunale Überwachung und Selbstüberwachung),
- Rohwasserüberwachung (Selbstüberwachung durch die Betreiber der Wassergewinnungsanlagen)
- Trinkwasserüberwachung (Überwachung durch die Gesundheitsämter und Selbstüberwachung durch die Betreiber der Wassergewinnungsanlagen).

Für eine zeitnahe Information, der Erfüllung von EU-Berichtspflichten, für das Umweltinformationsgesetz, die Festlegung der Abwasserabgabe sowie für die Erteilung von Genehmigungen und zur Ausübung der Gewässerüberwachung ist in Nordrhein-Westfalen ein elektronischer Datenverbund aufgebaut worden. In diesem Datenverbund sind fünf Datenbanken zu einem elektronischen wasserwirtschaftlichen Verbundsystem (ELWAS) zusammengeführt (siehe Bild 3.2). ELWAS hat zum Ziel, Auswertungen wasserwirtschaftlich relevanter Datenbestände fachübergreifend über verschiedene Datenbanken zu ermöglichen, Mehrfacherfassungen zu vermeiden und die Pflege der Daten mit eindeutigen Verantwortlichkeiten zu regeln. Weiterhin wurden ELWAS Auswertetools entwickelt (ELWAS-GIS und ELWAS-IMS). Während ELWAS-GIS nur für die Landes- und Kommunalverwaltung verfügbar ist, kann ELWAS-IMS auch über das Internet unter dem Link www.elwasims.nrw.de durch jedermann genutzt werden (MUNLV NRW, 2008b). Jedoch erhält man bei der Nutzung von ELWAS keine Auskünfte über den Eintrag von Frachten organischer Industriechemikalien aus Industriebetrieben in die Ruhr und deren Nebengewässer.

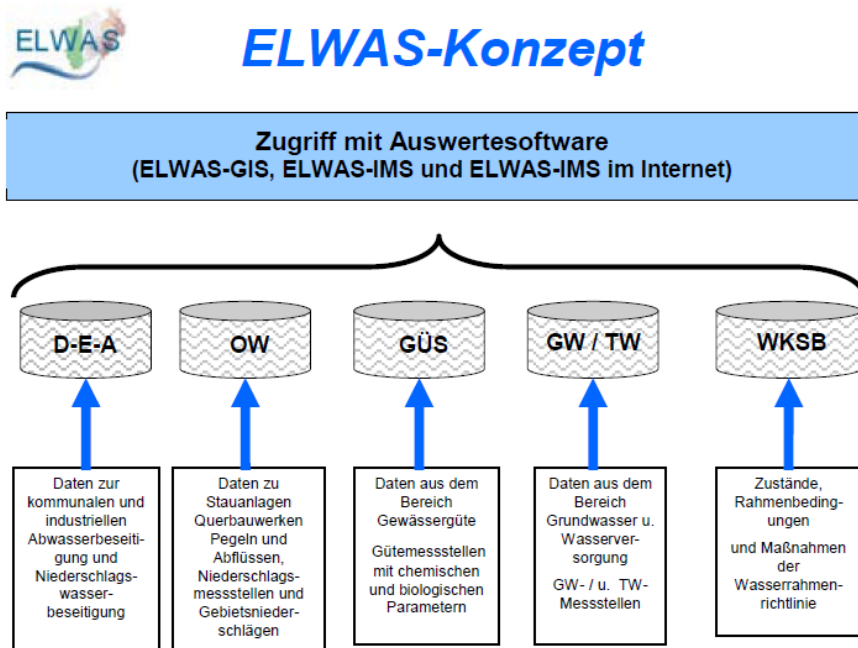


Bild 3.2: Elektronisches Wasserwirtschaftliches Verbundsystem (ELWAS)
(http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/faltblatt_elwas.pdf)

Die Ergebnisse der Überwachungsprogramme werden regelmäßig ausgewertet und in Berichten oder über Internetplattformen (z. B. <http://www.elwasims.nrw.de>) der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Besondere Bedeutung kommt dabei dem im Abstand von 2 Jahren erscheinenden Bericht „Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen“ zu, der vom MKULNV herausgegeben wird sowie dem Ruhrgütebericht, der jährlich vom Ruhrverband und der AWWR erstellt wird.

Zur Herkunft der Abwassermengen sowie der TOC-, P-, N- und AOX-Frachten liegen umfangreiche Auswertungen vor, die in Bild 3.3 zusammenfassend dargestellt sind. Hinsichtlich der eingeleiteten Frachten organischer Industriechemikalien, die aus Direkt- oder Indirekteinleitungen von Industriebetrieben herrühren, wurden keine Auswertungen vorgenommen.

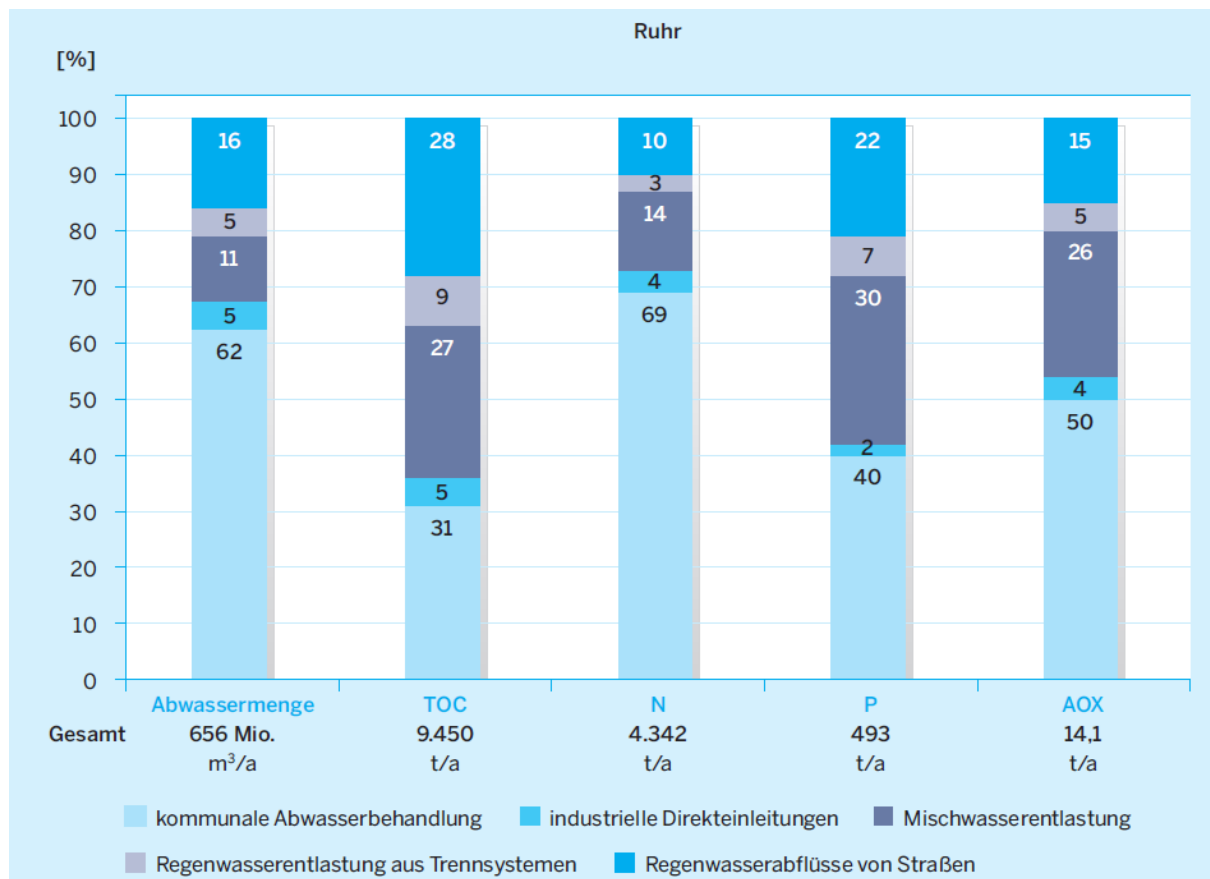


Bild 3.3: Frachten aus kommunalen und industriellen Einleitungen im Flussgebiet der Ruhr (in %) – Stand 2010 (aus MKULNV NRW, 2010)

Teile dieser Datenbanken wurden bereits im Rahmen des Projektes „Quantifizierung des Einflusses von Stoffquellen (gefährliche Stoffe) auf die zukünftigen wasserwirtschaftlichen Verhältnisse im Emschergebiet – Phase 1“ genutzt (ISA & EGLV, 2005). Es stellte sich jedoch dabei heraus, dass oft große Diskrepanzen zwischen den im Zulauf der Kläranlagen oder im Gewässer berechneten Frachten und den über die Datenbank ermittelten Frachten lagen. Auch wurden nur Daten über einzelne, zum damaligen Zeitpunkt als relevant eingestufte Stoffe erfasst. Insbesondere der Trinkwasserrelevanz sowie der Human- und Ökotoxikologie dieser Stoffe wurde keine Aufmerksamkeit gewidmet.

Die Wasserqualität der Ruhr und ihrer Nebengewässer wird durch das LANUV NRW regelmäßig untersucht und bewertet. Das Monitoringkonzept wurde gemäß dem NRW-Monitoringleitfaden für Oberflächengewässer erstellt, der sich an der EG-Wasserrahmenrichtlinie orientiert. Dabei werden die Ruhr und ihre Nebengewässer regelmäßig auf eine Vielzahl organischer Stoffe untersucht. Die Ruhr wird zusätzlich an drei Messstationen (Fröndenberg, Hattingen, Mülheim) hinsichtlich der Parameter Wassertemperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit und Sauerstoffkonzentration kontinuierlich überwacht. An diesen

Messstellen erfolgt weiterhin im kurzzeitigen Abstand (ein bis drei Tage) eine Überwachung mehrerer organischer Einzelstoffe in Stich- und Sammelproben im Rahmen einer Alarmüberwachung sowie ein Stoffscreening, um auch bisher in der Ruhr noch nicht aufgetretene Stoffe zu entdecken. Weiterhin wirkt der Ruhrverband kooperativ beim Gewässermonitoring mit. Auch durch die AWWR und den darin zusammengeschlossenen Wasserversorgungsunternehmen erfolgt ein regelmäßiges Monitoring der Ruhr u. a. auch hinsichtlich ausgewählter Industriechemikalien.

Über den aktuellen Stand der Belastung der Ruhr gibt die Internetseite des LANUV (www.lanuv.nrw.de) sowie der Ruhrgütebericht mit Auswertungsstand 2010 Auskunft (Ruhrverband und AWWR, 2010). Weiterhin finden sich Angaben zur Belastung des Ruhrwassers auch im Bericht zur Umsetzung der Gewässerschutzrichtlinie 76/464/EWG in NRW (LANUV NRW, 2007) sowie in den Jahresberichten und in einzelnen Fachberichten des LANUV. Dabei werden schwerpunktmäßig auch über Belastungen durch jeweils aktuelle Verunreinigungen durch Industriechemikalien (z. B. Komplexbildner, PFT, TOSU, Sulfolan, Flammenschutzmittel) berichtet. Über die Belastungen von Roh- und Trinkwasser durch organische Einzelstoffe geben der Trinkwasserbericht NRW (MUNLV NRW, 2008c) sowie die Ruhrgüteberichte Auskunft (z. B. Ruhrverband und AWWR, 2010). Dabei wurden auch schwerpunktmäßig Konzentrationen einzelner organischer Industriechemikalien an verschiedenen Messstellen ermittelt und deren Frachten berechnet (siehe Tabelle 3.1). Eine Zuordnung der Herkunft der Frachten zu Industriebetrieben erfolgte nicht.

Tabelle 3.1: Ergebnisübersicht der Mediane von Tagesfrachten [g/d]. Für die Frachtermittlung werden Konzentrationen unter der BG nicht berücksichtigt (modifiziert Ruhrverband und AWWR, 2010)

Median 07/08 – 10/10									
Lfd. Nr.	Probenahme-stelle Substanz	Meschede	Arnsberg	Wickede	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
		[g/d]							
	Abfluss [m³/s]	4,4	8,1	13,8	12,5	32,6	36,5	36,7	39,4
1	TBP		20	48	16	63	46	38	46
2	TCEP	7	25	53	83	151	482	156	171
3	TCPP	12	19	103	174	416	553	579	682
4	TBEP	6	10	80	142	277	332	384	369
5	TD CPP	10	11	23	28	58	92	100	131
6	g-PFOA	23	20	41	41	48	52	46	51
7	g-PFOS	2		11	31	108	99	97	130
8	PFBA	7	6	35	34	17			
9	PFPA	6		14	5				
10	PFHxA	7		19	15				
11	g-PFBS				38	69	62	57	78

hellgelb: 100 < Tagesfracht < 500, dunkelgelb: 500 < Tagesfracht < 1.000, grün: Median Tagesfracht = 0

3.3 Identifizierung des Eintrags von organischen Industriechemikalien über Einleitungen aus Industriebetrieben

Nicht zuletzt aufgrund der PFT-Befunde seit Mai 2006 in Nordrhein-Westfalen rückten Fragen bezüglich der Qualität des Ruhrwassers und der Trinkwasserqualität der Wasserwerke an der Ruhr in den Fokus einer intensiven Diskussion in der Öffentlichkeit. Dies führte schließlich zu umfangreichen Untersuchungen zu Eigenschaften, Eintragspfaden und Eintragsmengen sowie zu vielfältigen Maßnahmen zur Verringerung oder Vermeidung des Einsatzes und Eintrags von PFT in die Ruhr und deren Nebengewässer. Dabei wurden auch Maßnahmen zur Verringerung des Eintrags von PFT über Abwassereinleitungen aus Industriebetrieben umgesetzt (LANUV NRW, 2011). Auch bei der Entdeckung von TOSU (2,4,8,10-Tetra-oxospiro(5,5)-undecan) im Jahre 2008 und Sulfolan (Tetrahydrothiophen-1,1-dioxid) im Jahre 2009 im Ruhrwasser konnten die einleitenden Industriebetriebe ausfindig gemacht und entsprechende Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Verringerung des Eintrags umgesetzt werden (LANUV NRW 2009, 2010). Die Wasserwirtschaftsverwaltung und die Wasserversorgungsunternehmen an der Ruhr bekräftigten in der Arnsberger Vereinbarung bereits im Jahre 2006 die Absicht, die Rohwasserressourcen und die öffentliche Trinkwasserversorgung nachhaltig auf einem hohen Niveau zu sichern (MUNLV NRW & AWWR, 2006). Jedoch stellen nicht nur die perfluorierten Tenside, sondern auch verschiedene Industriechemikalien, Arzneistoffe und Röntgenkontrastmittel die Wasserversorgungsunternehmen vor immer neue Herausforderungen (BERGMANN 2011). Eine Reihe der hauptsächlich über die Abläufe kommunaler Kläranlagen und Gewerbe- und Industriebetriebe in die Ruhr gelangenden organischen Spurenstoffe ist wasserwerks- und trinkwasserrelevant, d. h., die Verbindungen werden bei der Untergrundpassage nicht eliminiert, gelangen ins Rohwasser und werden mit konventionellen Trinkwasseraufbereitungsverfahren nicht oder nur unzureichend entfernt.

Viele Untersuchungen der letzten Jahre konzentrierten sich auf das Vorkommen und Verhalten organischer Spurenstoffe in kommunalen Kläranlagen (z. B. CARBALLA et al., 2004; FAHLENKAMP et al. 2004 und 2006a; FRIEDRICH et al., 2005; JOSS et al., 2005; KÜMMERER et al., 2003; METZGER, 2005; SCHARF et al., 2002; TERNES et al., 2004; TERNES, 1998; WIDMANN et al., 2004; ZÜHLKE et al., 2004), wobei neben Industriechemikalien auch Arzneimittel, PBSM und Stoffe aus Personal Care Products (z. B. Moschusverbindungen) untersucht wurden.

Im Land Nordrhein-Westfalen wurden vom Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV NRW) in den Jahren 2004 bis 2006 Forschungsvorhaben zur Untersuchung des Eintrags und der Elimination von gefährlichen Stoffen in Kläranlagen initiiert (FAHLENKAMP et al. 2004, 2006a). Weitere Untersuchungen

betrachteten die Eliminierbarkeit von organischen Spurenstoffen mit Ozon im Abwasser mehrerer Kläranlagen und bestätigten das Potenzial der Ozonung in der weitergehenden Abwasserbehandlung (FAHLENKAMP et al., 2006b). Daten zum Vorkommen von gefährlichen Stoffen in Kläranlagenabläufen, Gewässern und Klärschlämmen wurden von PINNEKAMP & IVASHECHKIN (2005) sowie von WELKER (2006) zusammengestellt. Aussagen darüber, aus welchen Einleitungen von Industriebetrieben die untersuchten organischen Industriechemikalien herrühren, wurden jedoch nicht getroffen.

Insbesondere für Oberflächengewässer, die für eine Trinkwassergewinnung genutzt werden, muss es das logische Ziel sein, die Emissionen von problematischen Spurenstoffen bereits an der Quelle zu reduzieren. Das MUNLV NRW gab deshalb im Jahre 2007 eine Studie in Auftrag, in der die Einträge von organischen Spurenstoffen in die Ruhr durch kommunale Kläranlagen bilanziert, die Auswirkungen zusätzlicher Behandlungsstufen auf kommunalen Kläranlagen auf die Wasserqualität der Ruhr und auf die Trinkwasserqualität unterstromig gelegener Wasserwerke bewertet sowie die Kosten für verschiedene Abwasseraufbereitungsmaßnahmen kalkuliert wurden (IWW & ISA, 2008). Die Erkenntnisse dieser Studie bestätigen, dass zur langfristigen Sicherung einer qualitativ hochwertigen Trinkwasserversorgung an der Ruhr grundsätzlich Handlungsbedarf zur Reduktion der kläranlagenbürtigen Einträge organischer Spurenstoffe besteht. Für zahlreiche Stoffe können - bei den gegenwärtigen Spurenstoffemissionen in die Ruhr - die derzeit diskutierten Zielwerte für die Rohwasserqualität nicht eingehalten werden. Um die Zielwerte langfristig einzuhalten, sind deshalb auf Kläranlagen mit maßgeblichen Spurenstoffemissionen gezielte Behandlungsstufen zur weitergehenden Elimination vorzusehen, die verfahrenstechnisch möglich und auch ökonomisch vertretbar sind (BERGMANN et al., 2009).

Auch bei Industriebetrieben, die ihre Abwässer nicht in kommunale Kläranlagen, sondern nach ggf. erforderlicher betriebsinterner Abwasserbehandlung direkt in die Ruhr oder deren Nebenflüsse einleiten, sind Schadstoffspektrum sowie eingeleitete Frachten nur unzureichend bekannt. Ursache hierfür können die Wahrung von Betriebsgeheimnissen, nicht erforderliche behördliche stoffspezifische Überwachung (keine Anforderungen auf Basis der Abwasserverordnung), auftragsbedingte Belastungsschwankungen der Emissionen sowie Wechsel des Einsatzes von Chemikalien infolge von Weiterentwicklungen und Produktionsveränderungen sein.

In einem vom MUNLV NRW geförderten Vorhaben wurde ein integrierter Ansatz zur Schadstoff- und Frachtenbetrachtung von industriellen Direkteinleitungen in Fließgewässer entwickelt (BORGSMANN et al., 2006, 2008). Die berechneten Frachten aus Industriebetrieben im Einzugsgebiet der Ruhr beschränkten sich jedoch aufgrund der vorhandenen Daten auf Schwermetalle, Ammonium-N, Nitrit-N, Nitrat-N, Gesamtstickstoff, Gesamtphosphor, Chlorid, Sulfat, CSB, TOC und AOX. Zur Identifizierung von bisher nicht

erfassten Schadstoffen wurden. auch Branchenanalysen der Direkteinleiter durchgeführt und Daten aus dem Europäischen Schadstoffregister (EPER) und den BREF-Dokumenten (Best Available Technique Reference Documents) der EU ausgewertet, auf die im Folgenden näher eingegangen werden soll.

3.3.1 BREF-Dokumente

Im Rahmen der europäischen Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (Richtlinie 2008/1/EG, IVU-Richtlinie, ersetzt durch Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen, IED), die Vorgaben für die Genehmigung von bestimmten Anlagen macht, sind zur Ausgestaltung des produktionsintegrierten Umweltschutzes Emissionsgrenzwerte entsprechend den besten verfügbaren Techniken (BVT) festzulegen. Die BVT werden in sogenannten BREF-Dokumenten (Best Available Technique Reference Documents) branchenbezogen beschrieben. Die BREF-Dokumente werden für jede in der IED betroffene Branche in einem Informationsaustausch zwischen Mitgliedstaaten, Industrie und Umweltverbänden erarbeitet. Sie sind über das Internet erhältlich unter (<http://www.bvt.umweltbundesamt.de> bzw. <http://eippcb.jrc.es/reference>) Es sind Merkblätter für insgesamt 32 Branchen verfügbar. In den Merkblättern wird auch auf Inhaltsstoffe in Abwässern einzelner Prozesse eingegangen. Dabei werden jedoch zumeist abwasserübliche Summen- und Gruppenparameter wie z. B. CSB, AOX oder Schwermetalle genannt. Organische Industriechemikalien in Abwässern werden meist nur durch Beschreibung ihrer Funktion (z. B. Netzmittel, Aufheller, Abbeizer, Komplexbildner) charakterisiert. Einzelstoffe werden nur sehr selten aufgeführt. Rückschlüsse auf organische Industriechemikalien in Abwässern von Industriebetrieben können daher nur vereinzelt gezogen werden.

3.3.2 Pollutant Release and Transfer Register

Das Pollutant Release and Transfer Register (PRTR) ist ein Register mit Schadstoffemissionen, das aufgrund der Europäischen PRTR-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 166/2006) und des deutschen PRTR-Gesetzes (Gesetz zur Ausführung des Protokolls über Schadstofffreisetzung- und -verbringungsregister vom 21. Mai 2003 sowie zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr.166/2006 vom 6. Juni 2007) erstellt wurde. Vorläufer des PRTR ist das Europäische Schadstoffemissionsregister (EPER), das aufgrund der Entscheidung 2000/479/EG der Europäischen Kommission in den Mitgliedstaaten der EU geschaffen wurde. Das PRTR stützt sich auf die gleichen Prinzipien wie das EPER, verlangt aber eine Berichterstattung über mehr Schadstoffe sowie mehr Tätigkeiten und geht somit

über die Bestimmungen des EPER hinaus. Dabei werden Schadstoffe erfasst, die in die Luft, in Boden, in Gewässer und (über die Kanalisation) in Kläranlagen emittiert werden sowie Schadstoffe in Abfällen, die außerhalb des Standortes verbracht werden. Diese Daten müssen von den Betreibern berichtspflichtiger Betriebseinrichtungen berichtet werden. Im PRTR werden insgesamt 91 Schadstoffe erfasst, die maßgeblich zur Luftverschmutzung, Klimaveränderung und Gewässerbelastung beitragen. Unter diesen 91 Schadstoffen befinden sich neben TOC, Gesamtstickstoff, Gesamtphosphor, Schwermetallen und Pflanzenschutzmitteln auch einige Industriechemikalien.

Im PRTR gibt es insgesamt 65 industrielle Tätigkeiten, die 9 Industriebranchen zugeordnet werden. Eine Betriebseinrichtung ist erst dann PRTR-berichtspflichtig, wenn sie eine der sogenannten PRTR-Tätigkeiten ausübt. Außerdem muss die Betriebseinrichtung einen bestimmten Kapazitätsschwellenwert, z. B. eine Produktionsmenge, überschreiten, um PRTR-berichtspflichtig zu sein. Ist für eine Tätigkeit kein Kapazitätsschwellenwert angegeben, so ist jede Betriebseinrichtung, die diese Tätigkeit ausübt, PRTR-berichtspflichtig. Um Berichtspflichten für kleinere Betriebe oder geringere Schadstoffmengen zu vermeiden, sind im Register nur diejenigen Schadstoffmengen enthalten, die über einem festgelegten Emissionsschwellenwert liegen. Die Industriebetriebe in Deutschland sind bezüglich ihrer Emissionen grundsätzlich im Besitz gültiger behördlicher Genehmigungen und werden hinsichtlich der Einhaltung der Auflagen regelmäßig überwacht (<http://www.prtr.bund.de>). Hieraus können für entsprechend große Industriebetriebe Rückschlüsse über die von ihnen eingeleiteten Frachten an Schadstoffen getroffen werden, sofern diese im PRTR erfasst werden müssen.

Eine Auswertung aller im Jahr 2009 gemeldeten Emissionen organischer Industriechemikalien aus den verschiedenen Branchen in das Wasser und Abwasser innerhalb aller Flussgebiete in Deutschland ist in Tabelle 3.2 aufgeführt. Die Daten hierzu wurden dankenswerter Weise vom Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt. Auffallend ist, dass die Einleitungen am häufigsten aus den Branchen Abfall- und Abwasserwirtschaft, chemische Industrie und Energiesektor stammen. Die Branchen Lebensmittelindustrie, Metallindustrie, Mineralverarbeitende Industrie, Papier- und Holzindustrie sowie sonstige Industriezweige werden deutlich seltener genannt. Aus den Branchen Intensivtierhaltung und Aquakultur sowie Lebensmittelindustrie wurden im Jahr 2009 überhaupt keine PRTR-berichtspflichtigen Einträge organischer Industriechemikalien in das Wasser oder Abwasser gemeldet.

Tabelle 3.2: Gemeldete Emissionen organischer Industriechemikalien aus den verschiedenen Branchen in das Wasser und Abwasser innerhalb aller Flussgebiete in Deutschland (2009). (Auswertungen von Angaben des Umweltbundesamtes, 2012)

Stoff	Branchengruppe	Freisetzung ins Wasser		Verbringung ins Abwasser	
		Jahresfracht in kg/a	Anzahl Betriebe	Jahresfracht in kg/a	Anzahl Betriebe
1,2-Dichlorethan (EDC)	Abfall- und Abwasserwirtschaft	98	4		
	Chemische Industrie			13	2
Anthracen	Energiesektor			2	2
AOX	Abfall- und Abwasserwirtschaft	102.000	74		
	Chemische Industrie	48.400	16	335.000	44
	Energiesektor	9.110	4	1.170	2
	Metallindustrie	1.110	2		
	Papier- und Holzindustrie	31.400	8	3.810	6
Benzo(g,h,i)perylen	Abfall- und Abwasserwirtschaft	2	2		
Benzol	Chemische Industrie	178	2	5.240	8
	Energiesektor			6.880	4
Bromierte Diphenylether (PBDE)	Chemische Industrie			15	2
Chloralkane, C10-C13	Abfall- und Abwasserwirtschaft			2	2
Di-(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)	Abfall- und Abwasserwirtschaft	197	20		
Dichlormethan (DCM)	Abfall- und Abwasserwirtschaft	53	6		
	Chemische Industrie	114	8	911	14
	Energiesektor	39	2		
Dioxine und Furane (als Teq)	Chemische Industrie	<< 1	8	<< 1	6
Ethylbenzol	Chemische Industrie	6	2	6.260	2
Ethylenoxid	Chemische Industrie			574	4
Fluoranthen	Abfall- und Abwasserwirtschaft	4	2	9	2
	Chemische Industrie			96	2
	Energiesektor	1	2	4	2
	Sonstige Industriezweige			6	2
Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)	Abfall- und Abwasserwirtschaft	42.900.000	336	1.380.000	26
	Chemische Industrie	4.700.000	30	47.800.000	222
	Energiesektor	3.890.000	24	3.130.000	12
	Lebensmittelindustrie	801.000	6	38.500.000	254
	Metallindustrie	283.000	6	453.000	8
	Papier- und Holzindustrie	11.500.000	68	15.800.000	62
	Sonstige Industriezweige			1.890.000	36
Hexachlorcyclohexan	Abfall- und Abwasserwirtschaft	9	2		
	Chemische Industrie	9	2		
Isoproturon	Abfall- und Abwasserwirtschaft	16	6		
Naphthalin	Chemische Industrie			3.260	2
	Energiesektor			921	4
Nonylphenol und seine Ethoxylate	Abfall- und Abwasserwirtschaft	271	18		
	Chemische Industrie	28	4	497	4
Octylphenole und Octylphenoethoxylate	Abfall- und Abwasserwirtschaft	32	8		
	Chemische Industrie	30	2	175	2
	Sonstige Industriezweige			4	2
PAK	Abfall- und Abwasserwirtschaft			68	4
	Chemische Industrie			155	2
	Energiesektor	8	2	1.090	6
	Metallindustrie	7	2		
Pentachlorphenol (PCP)	Chemische Industrie			3	2
Phenole (als Gesamt-C)	Abfall- und Abwasserwirtschaft	1.480	12	6.500	12
	Chemische Industrie	2.670	4	87.900	50
	Energiesektor	386	8	346.000	6
	Lebensmittelindustrie			944	2
	Metallindustrie	957	2	7.300	10
	Mineralverarbeitende Industrie			83	2
	Sonstige Industriezweige			326	6
Polychlorierte Biphenyle (PCBs)	Abfall- und Abwasserwirtschaft	2	4		
Tetrachlorethen (PER)	Abfall- und Abwasserwirtschaft	38	2		
	Chemische Industrie	46	2		
Tetrachlormethan (TCM)	Chemische Industrie	2	2	14	2
Toluol	Chemische Industrie	81	2	34.400	22
	Energiesektor			2.520	4
Tributylzinn und Verbindungen	Abfall- und Abwasserwirtschaft	2	2		
Trichlorbenzole (TCB) (alle Isomere)	Chemische Industrie	2	2		
Trichlormethan	Abfall- und Abwasserwirtschaft	339	4		
	Chemische Industrie	615	6	68	4
	Energiesektor	45	2		
Vinylchlorid	Chemische Industrie	21	2	3.160	14
Xylole	Chemische Industrie	81	2	819	6
	Energiesektor			1.660	4
Zinnorganische Verbindungen	Abfall- und Abwasserwirtschaft	437	2		
	Chemische Industrie			1.520	2

Aus Tabelle 3.2 ist weiterhin ersichtlich, dass einige Stoffe nur über Direkteinleiter oder nur über Indirekteinleiter in das Wasser bzw. die Kläranlage eingeleitet werden, andere Stoffe werden sowohl von Direkteinleitern als auch von Indirekteinleitern emittiert. Auffallend ist, dass bei vielen Stoffen, die sowohl in Oberflächengewässer (von Direkteinleitern) als auch in Abwasseranlagen (von Indirekteinleitern) eingeleitet werden, die Anzahl der einleitenden Betriebe wie auch die eingeleiteten Frachten aus den Indirekteinleitungen überwiegen. Auffällig ist weiterhin die sehr hohe Emission von Phenolen aus dem Energiesektor in das Abwasser (346 t/a), die im Wesentlichen von einem Betrieb (297 t/a) herrührt.

3.3.3 REACH

Durch die europäische Chemikalienverordnung REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) sind Hersteller und Importeure von Stoffen verpflichtet, diese bei der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) zu registrieren, wenn sie pro Jahr eine Tonne oder mehr dieses Stoffes herstellen oder einführen. Handelt es sich um Zubereitungen, muss für jeden einzelnen Stoff eine Registrierung vorgenommen werden, für den die Mengenschwelle überschritten ist. Für alle Chemikalien muss eine Bewertung durchgeführt werden. Die Bewertung kann u. U. ein Verfahren zur Zulassung, Beschränkung des Anwendungsbereichs oder Verbot des Stoffes nach sich ziehen. Die REACH-Verordnung trat 2007 in Kraft. Bis zum 01.12.2008 war eine Vorregistrierung von Stoffen möglich. Bis zum 01.12.2010 mussten Stoffe registriert werden, die in Mengen ≥ 1000 t/a in Verkehr gebracht werden. Die Registrierungsfrist für Stoffe ≥ 100 t/a endet am 01.06.2013 und für Stoffe ≥ 1 t/a am 01.06.2018. Diese Liste der registrierten Stoffe wird somit in Zukunft Hinweise über den Umfang von Stoffen bieten, die möglicherweise in der aquatischen Umwelt auftreten können. Die im Rahmen der Bewertung ermittelten Stoffeigenschaften werden weiterhin Rückschlüsse auf das Verhalten des Stoffes in der aquatischen Umwelt und bei der Trinkwasserversorgung zulassen. Rückschlüsse auf Liefermengen von Stoffen an einzelne Betriebe oder Einsatzmengen von Stoffen in einzelnen Betrieben lassen sich jedoch hieraus nicht ziehen (Bezirksregierung Düsseldorf, mündl. Mitteilung, 2011).

3.3.4 Die Anhänge der Abwasserverordnung

Die „Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer - Abwasserverordnung – AbwV“ vom 17.06.2004 (ABWV, 2004) bestimmt die Anforderungen, die bei der Erteilung einer Erlaubnis für das Einleiten von Abwasser in Gewässer aus bestimmten Herkunftsbereichen mindestens festzusetzen sind. Dabei werden in den Anhängen die Anforderungen an Parameter genannt, die für Abwässer aus verschiedenen

Herkunftsbereichen einzuhalten sind. Eine Übersicht über die Anhänge der Abwasserverordnung ist im Anhang (Kapitel 14.1) dieses Berichts aufgeführt. Für einzelne Herkunftsbereiche werden zumeist Anforderungen an Summen- und Gruppenparameter, Ammonium-, Nitrat- und Nitrit-Stickstoff, Phosphor, Ionen, Schwermetalle sowie Parameter biologischer Testverfahren formuliert. Für Abwässer einzelner Herkunftsbereiche werden jedoch auch Anforderungen an einige wenige organische Einzelstoffe bzw. Stoffgruppen gestellt, unter denen sich auch Industriechemikalien befinden. Genaue Angaben hierzu sind den Anhängen der Abwasserverordnung zu entnehmen. Eine Auflistung der in den einzelnen Herkunftsbereichen eingesetzten organischen Industriechemikalien findet sich jedoch weder in den Anhängen der Abwasserverordnung noch in den Hinweisen und Erläuterungen zur Abwasserverordnung (BMU und LAWA, 2009).

3.4 Industriechemikalien und ihre Verteilung in der Umwelt

Über anthropogene Aktivitäten sind mit dem Beginn der Industrialisierung Chemikalien in die Umwelt gelangt, die die natürlichen Lebensbedingungen der Lebewesen negativ beeinflussen können. Sind die Stoffe bekannt, kann man aus den spezifischen Stoffeigenschaften der Substanzen wie Flüchtigkeit, Polarität oder Persistenz Aussagen über die Verteilung in der Umwelt machen und sein Augenmerk auf mögliche betroffene Lebensräume (Wasser, Boden) und ihre tierischen und pflanzlichen Bewohner richten. Des Weiteren lassen sich bei bekannten Stoffspezifitäten Strategien zur Reduktion oder zum Ersatz des Stoffes durch umweltfreundlichere Alternativen erarbeiten.

In der Europäischen Richtlinie 2000/60/EG (Wasserrahmenrichtlinie) wurde eine Liste von Stoffen veröffentlicht, die als prioritäre und prioritäre gefährliche Stoffe bezeichnet werden. Es handelt sich dabei um chemische Substanzen, die Risiken für das aquatische Ökosystem und die Gesundheit des Menschen bilden, deren biologische Abbaubarkeit gering ist und die in der Umwelt nachzuweisen sind. Zu den prioritären Stoffen gehören z. B. Benzol, chlorierte Lösemittel oder Nickel, deren Einträge in die Umwelt schrittweise reduziert werden müssen. Die prioritär gefährlichen Stoffe, die in der Liste der prioritären Stoffe besonders hervorgehoben werden, gelten als toxisch, bioakkumulierend und persistent. Dazu gehören z. B. Cadmium, Quecksilber, Pentachlorphenol und polychlorierte Aromaten, deren Eintrag in die Gewässer in den kommenden Jahren vollständig unterbunden werden soll. Die Liste der prioritären Stoffe sind der Richtlinie über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik (2008/105/EG) bzw. der Oberflächengewässerverordnung (OGewV, 2011) zu entnehmen. Für die dort gelisteten Stoffe wurden Konzentrationsangaben festgelegt, die als Jahresdurchschnitt der Umweltqualitätsnorm (JD-UQN) in Binnenoberflächengewässern und sonstigen Oberflächengewässern eingehalten werden müssen. Die hier eingesetzten Werte

gelten bei kontinuierlicher Einleitung als ausreichendes Schutzniveau, da sie deutlich unter akuten Toxizitätskonzentrationen liegen.

Im Zeitraum der Bearbeitung dieses Vorhabens wurde angestrebt, auch für Sedimente und Biota rechtlich verbindliche Umweltqualitätsnormen einzuführen, die auf einer Notifizierung der angewandten Methoden zur Probenahme und Analytik basieren. Des Weiteren sollte die Liste der prioritären Substanzen um 15 Chemikalien erweitert werden, um das Auftreten dieser Stoffe in der Umwelt auf Dauer zu reduzieren oder zu unterbinden.

Im Rahmen des EU-Projektes OSIRIS wurden in einer umfangreichen Studie das Vorkommen und die Toxizität von 331 organischen Schadstoffen über einen Zeitraum von 10 Jahren dokumentiert (Schäfer et al., 2011). Sie stellten dabei fest, dass viele der detektierten, toxischen Substanzen nicht als prioritäre Stoffe bezeichnet werden, sie aber akut toxische Effekte auf die Testorganismen Wasserfloh (*Daphnia magna*), Elritze (*Pimephales promelas*) und Grünalge (*Pseudokirchneriella subcapita*) haben. Die Autoren leiten daraus ab, dass zusätzlichen Substanzen besondere Aufmerksamkeit im Wassermanagement gelten sollte.

3.5 Stoffflussmodelle zur Bewertung der Belastungen in der aquatischen Umwelt

Die Abbildung des Stoffflusses in Gewässern dient in der Regel dem Zweck, Entscheidungen über die Nutzung eines Gewässers auf der Grundlage qualitativer Aspekte zu treffen. Eine derartige Betrachtungsweise hat man beispielsweise beim Ruhrverband nach der politischen Entscheidung zur Einführung der dritten Kläranlagenreinigungsstufe zur Nährstoffelimination für die Beantwortung der Frage herangezogen, in welcher Abfolge die Vielzahl der Kläranlagen des Ruhrverbands um diese Anlagentechnik mit dem höchsten Nutzen für die Gewässer zu erweitern war.

Diese Abbildung erfolgte bis zur Entwicklung moderner Computertechnologie zumeist durch eine einfache und praktische Form der exponentiellen Beschreibung des Stoffabbauverhaltens, das auf den grundlegenden Arbeiten von STREETER und PHELPS (1925) basiert. Diese hatten vor dem Hintergrund auftretender Sauerstoffdefizite im Ohio bereits zu Beginn des vergangenen Jahrhunderts ein erstes Gewässergütemodell erstellt, das den Zusammenhang zwischen eingeleiteter organischer Belastung und der damit verbundenen Sauerstoffzehrung abbildete. Auf dieser Basis hatte – Bezug nehmend auf das vorgenannte Beispiel – der Ruhrverband seinen so genannten „Ruhrreinhalteplan“ entwickelt. Mit der Vorgabe konstanter Randbedingungen (z. B. definierte konstante Abflussbedingungen im Gewässer) und unter Berücksichtigung eines abschnittweise

festgelegten Abbauverhaltens konnten in äußerst vereinfachter Art und Weise Veränderungen der aus Kläranlagen eingeleiteten Frachten in ihrer Wirkung auf das Gewässer abgeschätzt werden.

Ähnliches ist in der Schweiz mit dem interdisziplinären Projekt „Strategie MicroPoll“ unter der Federführung des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) erfolgt. Dieses Projekt soll eine Entscheidungsgrundlage zur Klärung der Frage schaffen, ob Mikroverunreinigungen aus der Siedlungsentwässerung ein Problem für die Gewässerqualität darstellen und die heutige Abwasserreinigung ausreichend ist oder zusätzliche Reinigungsstufen benötigt werden und in welchen Bereichen gezielte Maßnahmen an der Quelle im Vergleich zu kurz- bis mittelfristigen „end-of-pipe“ Lösungen zielführend sind (<http://www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/03716/03720/>). Das Projekt wird maßgeblich durch die Erstellung eines gesamtschweizerischen Stoffflussmodells unterstützt. Das Ziel des Stoffflussmodells ist es, die aus der Siedlungsentwässerung verursachten Schadstofffrachten von Mikroverunreinigungen für jeden Punkt in Oberflächengewässern abzuschätzen (Ist-Zustand), stark belastete Fließgewässerabschnitte zu identifizieren, mit Hilfe der Berechnung von Zukunftsszenarien den Einsatz weitergehender Maßnahmen bei Abwasserreinigungsanlagen optimal zu steuern (Kosten-Nutzen-Analysen) und das Vorkommen von Indikatorsubstanzen im Gewässer zuverlässig zu prognostizieren (ORT et al., 2009).

Ein derart vereinfachter Modellaufbau genügt allerdings nicht der Beschreibung der vielfältigen Prozesse, die für den Sauer- und Nährstoffhaushalt in Gewässern von Bedeutung sind. Daher setzte in den 1980iger Jahren die Entwicklung von dynamischen Stoffflussmodellen ein, die aufbauend auf dem Modellansatz von STREETER und PHELPS (1925) sukzessive die Einbeziehung weiterer Betrachtungsgrößen zum Inhalt hatte. So ermöglichte beispielsweise das ab 1987 verfügbare Modell QUAL2E (BROWN and BARNWELL, 1987) die modellhafte Nachbildung des Nährstoffkreislaufs über die Modellgrößen organischer Stickstoff, organisch und gelöster Phosphor sowie die Beschreibung der Algenbiomasse über Chlorophyll-Gehalte.

Da jedoch die Gewässergütemodellierung hinsichtlich ihrer Ausrichtung und den zu erfüllenden Anforderungen eng mit der jeweiligen Aufgabenstellung – d. h. welche Stoffgruppen zu beschreiben sind – und dem Transport- bzw. Abflussverhalten des zu simulierenden Gewässers verknüpft ist, wurden im Laufe der Zeit verschiedene Typen von Gewässergütemodellen entwickelt, die teilweise auf die Analyse spezieller Zielsetzungen ausgerichtet sind. Eine Übersicht über die wesentlichen Modelle wird von RAUCH et al. (1998) gegeben und ist in Tabelle 3.3 aufgeführt.

Tabelle 3.3: Übersicht über wesentliche Software-Produkte zur Gewässergütesimulation (RAUCH et al. (1998))

	PROGRAM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Hydrodynamics	Extern. Input	Y	Y	N	N	Y	N	N	N	N	Y		
	Simulated	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
	Control structure	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
Transport	Advection	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
	Dispersion	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
Sediment Water quality	Quality models	N	Y	Y	N	Y	Y	N	N		Y		
	Temperature	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y			N		
	Bacteria	N	N	Y	Y	Y	Y	Y			N		
	DO-BOD	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y			Y		
	Nitrogen	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	open structure	open structure	Y		
	Phosphorus	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y			Y		
	Silicon	N	N	Y	N	Y	Y	Y			Y		
	Phytoplankton	Y	Y	3	Y	Y	Y	Y			Y		
	Zooplankton	N	N	Y	N	Y	Y	N					
	Benthic algae	N	N	N	N	Y	Y	Y					
Systems analysis	Parameter estimation	N										Y	Y
	Sensitivity/uncertainty analysis	Y										Y	Y

1 = QUAL2 (US EPA; Brown and Barnwell, 1987); 2 = WASP5 (US EPA; Ambrose *et al.* 1988); 3 = CE-QUAL-ICM (US Army Engineer Waterways Experiment Station; Cerco and Cole, 1995); 4 = HEC5Q (US Army Engineer Hydrologic Engineering Center, HEC 1986); 5 = MIKE11 (Danish Hydraulic Institute; DHI 1992); 6 = ATV Model (ATV, Germany; ATV, 1996); 7 = Salmon-Q (HR Wallingford, UK; Wallingford Software 1994); 8 = DUFLOW (University of Wageningen, The Netherlands, Aalderink *et al.*, 1995); 9 = AQUASIM (EAWAG, Switzerland; Reichert, 1994); 10 = DESERT (IIASA; Ivanov *et al.*, 1996).

Diese Software-Produkte unterlagen in der Zwischenzeit teilweise einer Weiterentwicklung. Darüber hinaus gab es auch verschiedene neu entwickelte Gewässergütemodelle wie in Deutschland, z. B. QSim von der Bundesanstalt für Gewässerkunde in Koblenz (KIRCHESCH und SCHÖL, 1999). Vor dem Hintergrund, dass viele der oben genannten Software-Produkte vor allem komplexere Modellzusammenhänge nur ungenügend berücksichtigen oder deren Anwendung nur in einer geschlossenen Modellumgebung möglich ist, hat die IAWQ (heute IWA) Task Force on River Water Quality Modelling das IWA River Water Quality (RWQM) Model No. 1 entwickelt, das aufgrund der Nutzung einer offenen Modellplattform verschiedenste Einflüsse und Zusammenhänge berücksichtigen kann (SOMLYÓDY, 1998). Durch diese offene Systemstruktur stellt das RWQM No.1 keinen fest gefügten Modellansatz dar, sondern ist als strukturierte Aufnahme und Anleitung zur Anwendung verschiedener verfügbarer Berechnungsansätze zur modelltechnischen Abbildung der gestellten und zu lösenden Problematik zu verstehen. Das in Deutschland vielfach angewendete ATV-Gewässergütemodell (ATV, 2001) verfolgt über eine problemorientierte Kombination von vielfältigen, unterschiedlichen Einzelbausteinen ein ähnliches Konzept. Aufgrund seiner geschlossenen Programmierung ist es allerdings weniger flexibel und transparent, dafür aber auch weniger anfällig für Anwendungsfehler. Die Einsatzgebiete des ATV-Gewässergütemodells reichen von der Zustandsanalyse über die Planung und Bewertung von Maßnahmen und Strategien bis hin zur Entwicklung von Bewirtschaftungsregeln und Alarmplänen. Der Einsatz des ATV-Modells ist insbesondere

dort zu empfehlen, wo Gewässerschutzaufgaben in einem integralen Ansatz umgesetzt werden. Das Modell kann drüber hinaus im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung zur Präsentation von Ergebnissen und Zusammenhängen vielseitige Anwendungen finden (MÜLLER, 2003). Das ATV-Gewässergütemodell wurde bereits vielfach zur Berechnung der Gewässergüte eingesetzt, wie z. B. an der Werra und ihrem Nebenfluss Bega (DIETRICH & SCHUMANN, 2006; FETTIG et al., 2011; MÜLLER, 2003; MUNLV NRW & EMSCHERGENOSSENSCHAFT, 2008). Die Anwendungen beschränken sich aber zumeist auf die Berechnung von Güteparameter wie Temperatur, BSB₅, CSB, Nitrat, Ammonium und Phosphat. Zur Berechnung des Verhaltens von organischen Spurenstoffen in Fließgewässern finden Gewässergütemodelle dagegen nur selten Anwendung. Mit Hilfe des Modells GREAT-ER (Georeferenced Regional Exposure Assessment Tool for European Rivers) wurden beispielhaft Konzentrationen organischer Einzelstoffe (EDTA, die Moschusverbindung HHCB, Diclofenac, Paracetamol und Diuron) in den Flussgebieten Elbe und Rhein flussabschnittsbezogen berechnet (HESS et al., 2004).

Die Anwendung einer dynamischen Gewässergütesimulation erlaubt somit, auf einem hohen Detaillierungsgrad belastbare Aussagen zum Verhalten verschiedenster Stoffe auf einer zeitlichen und örtlichen Ebene zu generieren. Dies gilt auch für die nachfolgend dargelegten Fragen, die primär im Vordergrund dieses Vorhabens stehen:

- An welchen Standorten (Gewerbe- und Industriebetrieb, Kläranlagen) ergibt sich für welche Szenarien (bestimmte hydrologische und sonstige Randbedingungen), Wahrscheinlichkeiten (vorzugsweise als Perzentilwerte) oder Zeiträume (Stunden, Tage, Wochen) eine Umbaumaßnahme für die Ökologie des Gewässers und für alle flussabwärts gelegenen Nutzer (Wasserwerke) der größte Vorteil?
- Welche Auswirkungen bringen diese Umbaumaßnahmen auf einzuhaltende konzentrationsorientierte Vorgaben (Zielwerte) für die Rohwasserbeschaffenheit einzelner Wassergewinnungsanlagen mit sich?

Mit Blick auf einen der Zielparameter dieses Vorhabens, die organischen Spurenstoffe, ist hinsichtlich der Betrachtung ihres Verhaltens im Fließgewässer vereinfacht in abbaubare Schadstoffe und nicht abbaubare Schadstoffe zu unterscheiden. Für die Fraktion der abbaubaren Schadstoffe ist derzeit zu konstatieren, dass keine ausreichend belastbaren und verifizierten Modellabbildungen zur Verfügung stehen. Untersuchungen zum Abbauverhalten von Carbamazepin bzw. Diclofenac im Main zeigen in erster Linie eine Photolyse als Hauptabbauweg im Gewässer (KAUL et al., 2007; LETZEL et al., 2007). Weitere Studien zum Verhalten ausgewählter Arzneistoffe in Oberflächengewässern wurden von BUSER et al. (1998) und TIXIER et al. (2003) durchgeführt. Einfacher ist die modelltechnische Betrachtung persistenter Stoffgruppen, da sich die Aufgabe auf den konservativen Ansatz

der Misch- und Transportvorgänge im Gewässer ohne die Mitbetrachtung von Abbauvorgängen reduziert. Als Sekundäreffekt bekommt man hier zusätzlich ein worst-case-Szenario zur Einschätzung der Auswirkung von eigentlich abbaubaren Stoffgruppen geliefert. Zur Beantwortung der o. g. Fragestellungen sind grundsätzlich verschiedene verfügbare Gewässergütemodelle geeignet. Im Rahmen dieses Vorhabens kommt hierfür das ATV-Gewässergütemodell zum Einsatz, da der Ruhrverband zum einen bereits über mehrjährige Erfahrung in der Anwendung dieses Modells verfügt, zum anderen die für eine Simulation notwendigen Basisdaten in einem auf dieses Modell zugeschnittenen Eingabeformat vorliegen. Mit Blick auf die vorgenannte Unterscheidung in abbaubare und persistente Stoffe bietet das ATV-Fließgewässersimulationsmodell grundsätzlich die Möglichkeit, über den Baustein „Organische Einzelsubstanzen“ das Verhalten einzelner abbaubarer Stoffe zu untersuchen, und berücksichtigt dazu unterschiedliche Abbaupfade wie Biotransformation (Biolyse), Photolyse, Oxidation, Sorption/Desorption, Hydrolyse, Sedimentation und Ausgasung. Jedoch bringt eine derartige Befassung in der Konsequenz sofort eine weitergehende Gewässergütesimulation mit zusätzlich bereitzustellenden Daten mit sich, da das Modell dann einen internen Datenaustausch mit vorhandenen weiteren Modellbausteinen vollzieht. Da dies jedoch weder technisch noch zeitlich zu leisten ist, bleibt die Gewässergütesimulation auf die Nutzung des Bausteins „Konservative Stoffe“ beschränkt.

4 Verwendete Datenquellen

4.1 Indirekteinleiter und kommunale Kläranlagen

Die überwiegende Anzahl der Gewerbe- und Industriebetriebe im Einzugsgebiet der Ruhr leitet ihr Abwasser als Indirekteinleiter unbehandelt oder nach mechanisch/chemisch/physikalischer Vorbehandlung in das öffentliche Kanalnetz ein und über dieses einer öffentlichen Kläranlage zu. Für die Auswertung der Angaben zu den Indirekteinleitern wurde auf die D-E-A (Datendrehscheibe Einleiterüberwachung Abwasser) des Landes Nordrhein-Westfalen zurückgegriffen. Die Erfassung der Indirekteinleiter im Indirekteinleiterkataster (INKA) des Landes Nordrhein-Westfalen im betrachteten Einzugsgebiet war zum Zeitpunkt der Datenübergabe durch das LANUV NRW (27.10.2010) weit fortgeschritten.

Die Daten zu den kommunalen Kläranlagen wurden dem elektronischen Wasserinformationssystem ELWAS des Landes NRW sowie den Angaben des Ruhrverbandes entnommen.

Zusätzlich wurde das Deutsche Schadstoffregister PRTR (Pollutant Release and Transfer Register) auf weitergehende Informationen bezüglich der über die D-E-A identifizierten Indirekteinleiter überprüft. Dem Anhang des Berichtes (Kapitel 14.2.1) ist eine detaillierte Beschreibung der Datenauswertung zu entnehmen.

4.2 Industrielle Direkteinleiter

Für die Auswertung der Angaben zu industriellen Direkteinleitern wurde dem Projektteam vom LANUV NRW ein Auszug aus der D-E-A (Datendrehscheibe Einleiterüberwachung Abwasser) des Landes Nordrhein-Westfalen mit Stand 20.07.2010 zur Verfügung gestellt. Der Auszug enthielt Daten des Direkteinleiterkatasters NIKLAS-IGL sowie Daten zu Adressen einleitender Betriebe, Messstellen und Überwachungsergebnissen. Eine Übersicht über die zur Auswertung herangezogenen Daten geht aus dem Anhang dieses Berichts hervor (Kapitel 14.2.2).

4.3 Daten der Oberflächenwasserüberwachung der Ruhr und deren Nebengewässer

Für die Auswertung der Belastung der Ruhr und deren Nebengewässer durch organische Industriechemikalien wurden dem Projektteam vom LANUV NRW ein Auszug der Messergebnisse für organische Stoffe aus der Datenbank des

Gewässerüberwachungssystem NRW (GÜS) sowie der intensivierten Gewässerüberwachung (INGO) für die Jahre 2000 bis 2009 zur Verfügung gestellt. Weiterhin stellte die Bezirksregierung Arnsberg über das LANUV NRW dem Projektteam Daten der Ruhrwasserüberwachung hinsichtlich organischer Mikroverunreinigungen der Wasserwerke Echthausen, Halingen, Stiepel und Witten aus den Jahren 2000 bis 2003 zur Verfügung.

Vom Ruhrverband wurden dem Projektteam die Untersuchungsergebnisse des Ruhrverbands zur Belastung der Ruhr mit organischen Mikroverunreinigungen aus den Jahren 2005 bis 2009 zur Verfügung gestellt.

Die AWWR stellte dem Projektteam Daten des Monitorings 2008 bis 3. Quartal 2010 zur Verfügung. Die Daten sind im Anhang (Kapitel 14.8) aufgeführt.

4.4 Rohwasserdaten der Wasserwerke

Für die Auswertung der Belastung der Rohwässer der Wasserwerke an der Ruhr wurde dem Projektteam vom LANUV NRW ein Auszug aus der Grundwasserdatenbank des Landes NRW (HygrisC) für die Jahre 2000 bis 2009 zur Verfügung gestellt. Aufgrund der Größe des Datenumfanges wurde auf eine Darlegung der Daten im Anhang verzichtet.

4.5 Trinkwasserdaten der Wasserwerke

Für die Auswertung der Belastung der Trinkwässer der Wasserwerke an der Ruhr wurde dem Projektteam vom LANUV NRW ein Auszug aus dem zentralen Trinkwassererfassungs- und -Informationssystem (Z-TEIS) des Landes NRW für die Jahre 2000 bis 2009 zur Verfügung gestellt. Weiterhin stellte die Bezirksregierung Arnsberg über das LANUV NRW dem Projektteam Daten der Trinkwasserüberwachung hinsichtlich organischer Mikroverunreinigungen der Wasserwerke Echthausen, Halingen, Stiepel und Witten aus den Jahren 2000 bis 2003 zur Verfügung. Aufgrund der Größe des Datenumfanges wurde auf eine Darlegung der Daten im Anhang verzichtet.

5 Identifikation relevanter Einleiter im Einzugsgebiet der Ruhr

5.1 Indirekteinleiter

Bei den im Indirekteinleiterkataster (INKA) gelisteten Gewerbe- und Industriebetrieben handelt es sich um Unternehmen, deren Einleitungen eine generelle behördliche Genehmigung benötigen, weil von ihrem Abwasser potenziell Gefährdungen für das Personal, die Kanalisation, die Abwasserbehandlungsanlage oder das Gewässer ausgehen können. Die für bestimmte Stoffe vor der Einleitung in die Kanalisation einzuhaltenden Konzentrationswerte sind in den für den Gewerbebetrieb zutreffenden Anhängen der Abwasserverordnung (AbwV) genannt und Bestandteil der Genehmigung gemäß §59 des Landeswassergesetzes NRW. In der Genehmigung werden auch mögliche Vorbehandlungsverfahren vermerkt. Die Zuordnung zu den Anhängen der AbwV ist in der INKA-Datenbank enthalten. Dabei gibt es Anhänge, die eindeutig eine Branche definieren, wie beispielsweise Anhang 11 (Brauereien) oder Anhang 50 (Zahnbehandlung) und Anhänge, unter deren Definition verschiedene Produktionszweige summiert werden können, wie beispielsweise Anhang 41 (Herstellung und Verarbeitung von Glas und künstlichen Mineralfasern) oder Anhang 43 (Herstellung von Chemiefasern, Folien und Schwammtuch nach dem Viskoseverfahren sowie von Celluloseacetatfasern). Die Zuordnung des Abwassers zu einem Anhang der Abwasserverordnung erfolgt also branchenbezogen und nicht stoffbezogen. Daraus ergibt sich, dass größere Betriebe mit mehreren Anfallstellen mehrfach in der INKA-Datenbank genannt werden und pro Anfallstelle je nach Art des anfallenden Abwassers unterschiedlichen Anhängen der Abwasserverordnung zugeordnet sein können.

Von den 4.508 Indirekteinleitern (Bild 5.1) auf dem zur Verfügung gestellten INKA-Auszug war für 1.720 (38 %) keine Zuordnung zu einer Kläranlage vorhanden. Diese wurde z. T. anhand des Vergleichs des Hoch- und Rechtswertes der Einleitestelle und der Firmenadresse mit benachbarten Industriebetrieben sowie Angaben des Ruhrverbandes über die Einzugsgebiete der vom Verband betriebenen Kläranlagen ermittelt und nachgetragen. Für 78 (4,5 %) der fehlenden Einträge konnte keine Zuordnung zu einer Kläranlage oder einem Anhang der AbwV und für 771 (44,8 %) Einträge konnte eine Zuordnung zu einer Kläranlage nur unter Vorbehalt erfolgen (Tabelle 5.1).

Die Zuordnung der Indirekteinleiter zu einem Anhang der Abwasserverordnung war in der INKA-Datenbank sehr lückenhaft. Auch ein Abgleich mit den Indirekteinleiter-Daten in den KOM-Steckbriefen der Kläranlagen in ELWAS (3/2012) brachte keine weiteren Erkenntnisse, da nicht alle in der ursprünglichen Datenbank aufgelisteten Indirekteinleiter dort verzeichnet

sind. Bei 3.013 der 4.508 Indirekteinleiter wurden aufgrund von Internetrecherchen Zuordnungen/Korrekturen vom ISA vorgenommen.

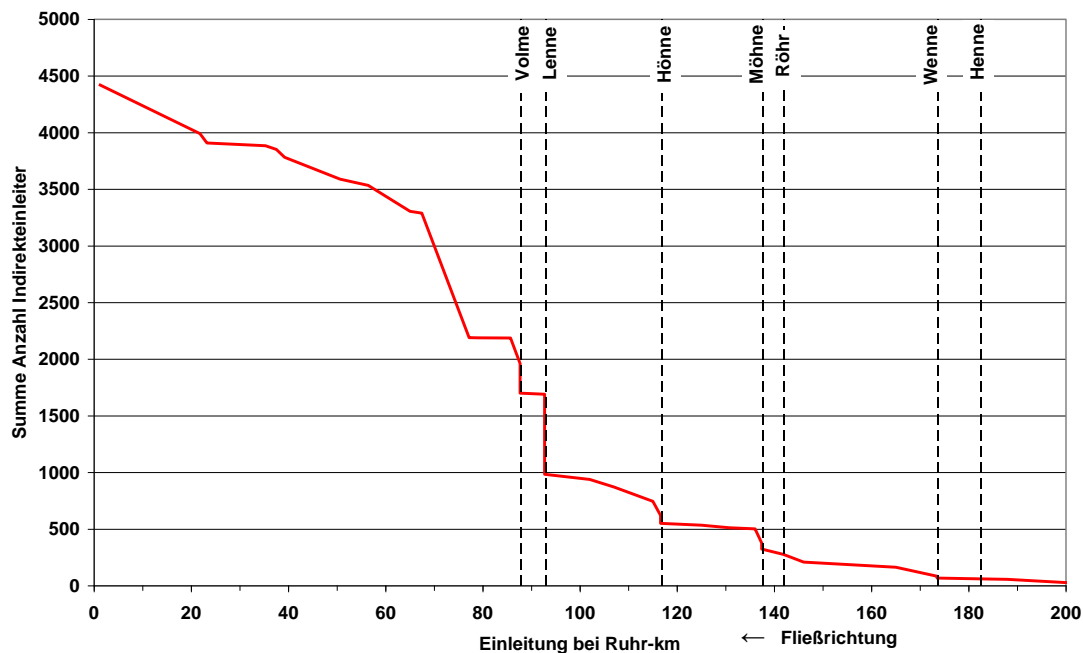


Bild 5.1: Summe der Anzahl der Indirekteinleiter im Ruhrverlauf (Daten aus INKA)

Dieses Vorgehen kann in vielen Fällen nur als Abschätzung angesehen werden, da bei vielen Betrieben aus dem reinen Wissen um die Art des Betriebes nicht grundsätzlich auf die Art des eingeleiteten Abwassers geschlossen werden kann. So sind bei großen Firmen beispielsweise Waschplätze oder Tankstellen für den eigenen Fuhrpark vorhanden, so dass hier unabhängig von der Art des produzierten Produktes eine Zuordnung zu Anhang 49 „Mineralöhlhaltige Abwässer“ erfolgen muss. Ist diese Information nicht in der Datenbank vorhanden, kann sich nur an der Betriebsart orientiert werden, was zu einer falschen Zuordnung führen kann. Einfacher gestaltet sich die Zuordnung beispielsweise bei Tankstellen (Anhang 49: „Mineralöhlhaltiges Abwasser“) oder chemischen Reinigungen (Anhang 52: „Chemischreinigung“). Bei anderen Branchen wiederum ist die Zugehörigkeit zu einem Anhang nicht offensichtlich. Beispielsweise werden Lackierereien aufgrund der möglichen Abwasserinhaltsstoffe dem Anhang 40 (Metallbearbeitung, Metallverarbeitung) zugeschrieben. Für eine korrekte Zuordnung ist also die Kenntnis des branchentypischen Abwassers und dessen Inhaltsstoffe sowie die Kenntnis des Antrags des Betriebes auf eine behördliche Genehmigung erforderlich. Bei den derartig nachgetragenen Gewerbe- und Industriebetrieben, bei denen eine Konkretisierung der Eintragungen im Indirekteinleiterkataster erfolgen sollte, ist eine Rücksprache mit den zuständigen Behörden erforderlich, will man genauere Angaben zu den relevanten Indirekteinleitungen bezüglich

des Abwassers und seiner Inhaltsstoffe erhalten. Durch die Vielzahl der registrierten Indirekteinleiter kann diese Aufgabe nur unter großem zeitlichem und personellem Aufwand direkt bei den Genehmigungsbehörden erfolgen.

Tabelle 5.1: Anzahl der angeschlossenen Indirekteinleiter an die Kläranlagen des Ruhrinzugsgebietes (Daten aus INKA)

Kläranlage	angeschlossene Indirekteinleiter* gesamt [Anzahl]	Zuordnung zu einer Kläranlage			Zuordnung Anhang AbwV	
		vorhanden [Anzahl]	nachgetragten [Anzahl]	davon unsicher [Anzahl]	vorhanden [Anzahl]	nachgetragten [Anzahl]
Altena	45	36	9	1	1	44
Arnsberg	46	22	24	7	8	38
Arnsberg-Neheim II	125	69	56	10	17	108
Arnsberg-Wildshausen	79	19	60	55	7	72
Balve	16	12	4	0	0	16
Bestwig-Velmede	52	48	4	0	15	37
Biggetal	9	9	0	0	4	5
Bochum-Oelbachtal	1.099	211	888	395	98	1.001
Breckerfeld	9	9	0	0	1	8
Brilon	46	42	4	3	10	36
Duisburg-Kasslerfeld	435	355	80	54	234	201
Ennepetal Oberbauer	3	2	1	0	0	3
Ense-Bremen	10	9	1	0	2	8
Eslohe	12	9	3	2	3	9
Eslohe-Bremke	15	8	7	6	3	12
Eslohe-Wenholthausen	1	1	0	0	0	1
Essen-Burgaltendorf	54	8	46	45	5	49
Essen-Kettwig	82	74	8	0	46	36
Essen-Kupferdreh	69	63	6	4	35	34
Essen-Süd	194	159	35	2	94	100
Finnentrop	148	30	118	0	145	3
Gevelsberg	123	96	27	2	42	81
Hagen Fley	62	60	2	0	55	7
Hagen Vorhalle	226	212	14	3	174	52
Hagen-Boele	21	20	1	0	19	2
Hattingen	230	84	146	117	43	187
Heiligenhaus-Abtsküche	25	25	0	0	25	0
Hemer	50	43	7	2	7	43
Herdecke-Voßkuhle	2	1	1	0	2	0
Herscheid	8	8	0	0	0	8
Iserlohn Baarbachtal	126	88	38	23	6	120
Iserlohn Letmathe	61	57	4	0	22	39
Kierspe Bahnhof	22	18	4	0	1	21
Kirchhundem Oberhundem	2	2	0	0	2	0
Lennestadt	59	59	0	0	58	1
Lennestadt Bilstein	2	2	0	0	2	0
Lennestadt Grevenerbrück	36	36	0	0	36	0
Lüdenscheid Schlittenbachtal	45	43	2	0	16	29
Meinerzhagen	32	28	4	0	0	32
Meinerzhagen Valbert	1	1	0	0	0	1
Menden	125	92	33	14	23	102
Möhnesee-Völlinghausen	6	6	0	0	3	3
Neuenrade	17	16	1	0	2	15
Olpe Altenkleusheim	3	3	0	0	2	1
Plettenberg	57	50	7	0	9	48
Rahmedetal	71	66	5	0	4	67
Rüthen	12	11	1	0	5	7
Schalksmühle	54	44	10	6	1	53
Schmallenberg	36	15	21	10	11	25
Schwerte	67	66	1	0	37	30
Sundern II Reigern	70	50	20	7	16	54
Velbert-Hespertal	35	34	1	0	29	6
Volmetal	27	26	1	0	0	27
Warstein	22	20	2	0	16	6
Warstein-Belecke	14	14	0	0	12	2
Wenden	53	53	0	0	53	0
Werdohl	36	32	4	2	10	26
Wetter-Albringhausen	1	1	0	0	0	1
Wickede	22	22	0	0	18	4
Winterberg-Niedersfeld	4	0	4	0	0	4
Witten-Herbete	16	11	5	1	6	10
nicht zuzuordnen (n.z.)**	78	-	-	-	0	78
SUMME	4.508	2.710	1.720	771	1.495	3.013

*Indirekteinleiter: wenn ein Betrieb mehrere Einleitstellen hat, erfolgt eine Mehrfachnennung

**anhand vorhandener Daten keiner Kläranlage zuzuordnen

In Bild 5.2 ist die Anzahl der identifizierten und der nicht zuzuordnenden Indirekteinleiter im Ruhreinzugsgebiet dargestellt. Trotz der großen Anzahl von Nennungen der Anhänge 49 (Mineralölhaltiges Abwasser) und 50 (Zahnbehandlung) der Abwasserverordnung kann davon ausgegangen werden, dass die Frachten aus diesem Bereich nicht zwingend die stärkste Relevanz bei den Industriechemikalien aufweisen. Es handelt sich in der Mehrzahl der Fälle um mineralölhaltiges Abwasser aus Tankstellen oder Autowaschplätzen verschiedener Firmen und Privatleute mit einem bauaufsichtlich zugelassenen Mineralölabscheider. Die Zuordnung der Zahnärzte zu Anhang 50 impliziert, dass in den Praxen ein Amalgamabscheider installiert ist, der einen Abscheidegrad von mindestens 95% aufweist und regelmäßig fachgerecht gewartet wird. Somit kann bei ordnungsgemäßem Betrieb davon ausgegangen werden, dass keine hohen Frachten an Quecksilber und anderen Schwermetallen über diese Einleiter in die Kläranlagen gelangen können. Eine Auflistung der Indirekteinleiter und der Zuordnung zum Anhang der Abwasserverordnung und den Kläranlagen im Ruhreinzugsgebiet ist den Listen im Anhang (Kapitel 14.3) zu entnehmen.

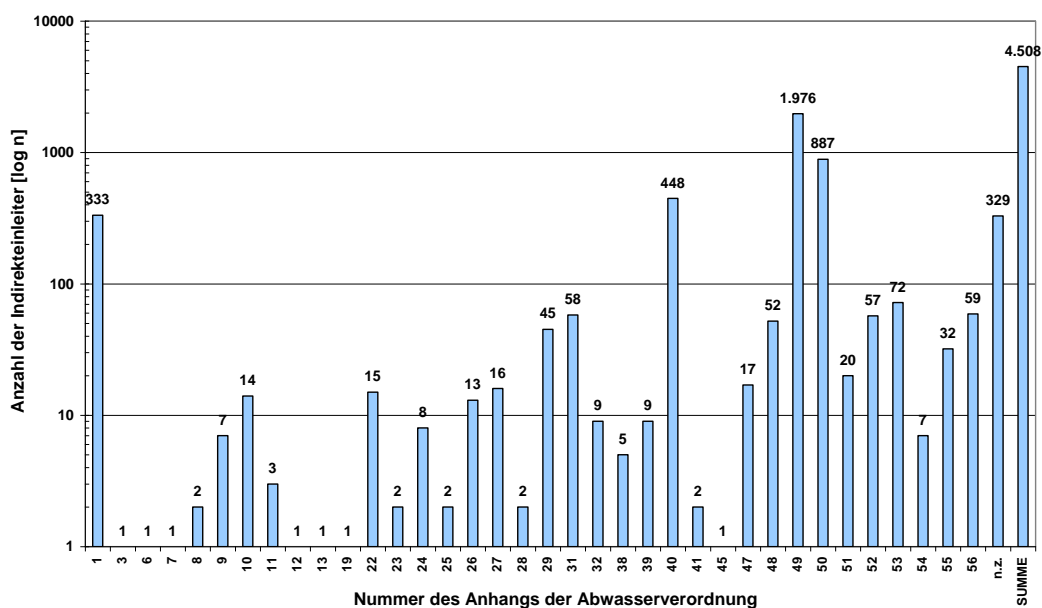


Bild 5.2: Anzahl der Indirekteinleiter im Ruhreinzugsgebiet mit Angabe der Nummer der Abwasserverordnung (n.z. = nicht zuzuordnen)(Daten aus INKA)

Für die identifizierten Indirekteinleiter sind nur wenige Messdaten bezüglich Abwassermengen und Abwasserinhaltsstoffen vorhanden. Für 108 der 4.508 Indirekteinleiter liegen Messdaten zu verschiedenen Parametern vor. Es fehlen aber bis auf 20 Firmen Angaben zu den eingeleiteten oder angegebenen Abwassermengen. Vorhandene Wassermengendaten werden jeweils an der Anfallstelle gemessen – häufig ohne fest

installierte Durchflussmessung –, so dass hier nicht von verlässlichen Mengenmessungen ausgegangen werden kann (mündl. Mitteilung LANUV, 2010). Eine Frachtberechnung ist deshalb nicht möglich. Aber auch bei den beprobten Indirekteinleitern lassen sich aus den untersuchten Parametern Fehlzuordnungen zu den jeweiligen Anhängen der Abwasserverordnung ableiten. Firmen, die z. B. als Kaltwalzwerk auf ihrer Homepage erscheinen und auch entsprechend auf Schwermetalle, LHKW und AOX untersucht werden, werden gleichzeitig dem Anhang 49 (Mineralölhaltiges Abwasser) zugeordnet. In der PRTR-Datenbank wurden lediglich für drei gelistete Indirekteinleiter Angaben zu Jahresfrachten von TOC, Phenol und Schwermetallen im Abwasser vorgefunden. Die Tabelle 5.2 zeigt einen Überblick über die im Einzugsgebiet beprobten Indirekteinleiter und gemessenen Parameter in der Zeit von 2002 – 2010. Von keinem der beprobten 98 Indirekteinleiter im Einzugsbereich von 23 Kläranlagen mit insgesamt 2.823 Indirekteinleitern liegen bis auf Schwermetallgehalte stoffspezifische Untersuchungsergebnisse auf mögliche organische Industriechemikalien vor.

Tabelle 5.2: Überblick über die im Zeitraum 2002 bis 2010 durchgeführten Untersuchungen bei Indirekteinleitern (Daten aus INKA)

Untersuchungen von Indirekteinleitern (2002 - 2010)																										
Anzahl der gelisteten Indirekteinleiter	Anzahl der beprobten Indirekteinleiter	Altena	Arnsberg-Neheim	Bestwig-Velmede	Biggetal	Bochum-Oelbachtal	Brilon	Duisburg-Kasslerfeld	Hagen-Fley	Hagen-Vorhalle	Heiligenhaus-Abtsküche	Hemer	Iserlohn-Letmathe	Lüdenscheid-Schlittenbach	Menden	Neuenrade	Plettenberg	Rahmedetal	Schwerte	Sundern-Reigern	Velbert-Hespertal	Warstein	Warstein-Belecke	Werdohl	Summen	
		45	125	52	9	1099	46	435	62	226	25	50	126	45	125	17	57	71	67	70	35	22	14	36	2823	
Stoffnummer	Parameter	5	4	1	2	3	3	20	3	3	2	5	7	3	6	1	5	1	10	1	9	3	1	2	98	
1343	AOX		2			2	1		3	2	1	2		2	3	1		1	3	1	3			8	0	35
1550	KW		1	1			1	14	1			1		2	2	1		1	8		1		2			35
1552	KW-Index		1					14													1		1			18
2045	LHKW							7	2	2									1							12
1350	AOCI					1																				1
1138	Blei		3					25	1	2		1			2											34
1151	Chrom	5	4			1		39	5	2	2	3	6	1	4	1	5	1	2	2	10		11	2		104
1154	Chrom VI		4					22	3	1	2	2	5		2	1	2	1	2		3		12	2		62
1161	Kupfer	4	4			1			5	3	2	2	4		6	1	3	1	2		11		12	1		61
1164	Zink	4	4					55	5	2	2	3	6		6	1	6	1	2	1	11		12	2		121
1165	Cadmium		4					43	1	1	2													1		52
1188	Nickel	5	4			1		43	5	2		4	6	1	6	1	4	1	2	2	10		12	2		109
1182	Eisen					1			3			1														5
1162	Silber							12	1									1								14
1137	Zinn							12	1					1										8		22

Die Identifizierung relevanter Indirekteinleiter über einen Auszug aus INKA und über die PRTR-Datenbank sowie die Untersuchungsergebnisse von Indirekteinleiterbeprobungen erweist sich als nahezu unmöglich. Da Informationen bezüglich der Betriebsgröße und der eingeleiteten Abwasser- und Schadstoffmengen größtenteils fehlen, können bezüglich der Schadstofffrachten relevante Indirekteinleiter nicht herausgefiltert werden.

Aufgrund der Zahl von 576 Nennungen von Indirekteinleitern der metallbe- und -verarbeitenden Industrie (Anhänge 24, 29, 39, 40, 54 und 56) muss dieser Industriebereich im Einzugsgebiet der Ruhr als relevant betrachtet werden. Möglicherweise ist diese Zahl noch höher, wenn sich unter den 58 Eintragungen der Indirekteinleiter zum Anhang 31 (Wasseraufbereitung, Kühlsysteme, Dampferzeugung) sowie 1.976 Einleitern zum Anhang 49 (Mineralölhaltiges Abwasser) noch weitere Industriebetriebe der metallbe- und -verarbeitenden Industrie finden lassen (Bild 5.3 bis Bild 5.10). Alle Karten wurden auf Basis der INKA-Daten vom 27.10.2010 angelegt. Karten, die einen Überblick über die Verteilung anderen Anhängen der AbwV zuzuordnenden Indirekteinleiter geben, sind im Anhang dargestellt.

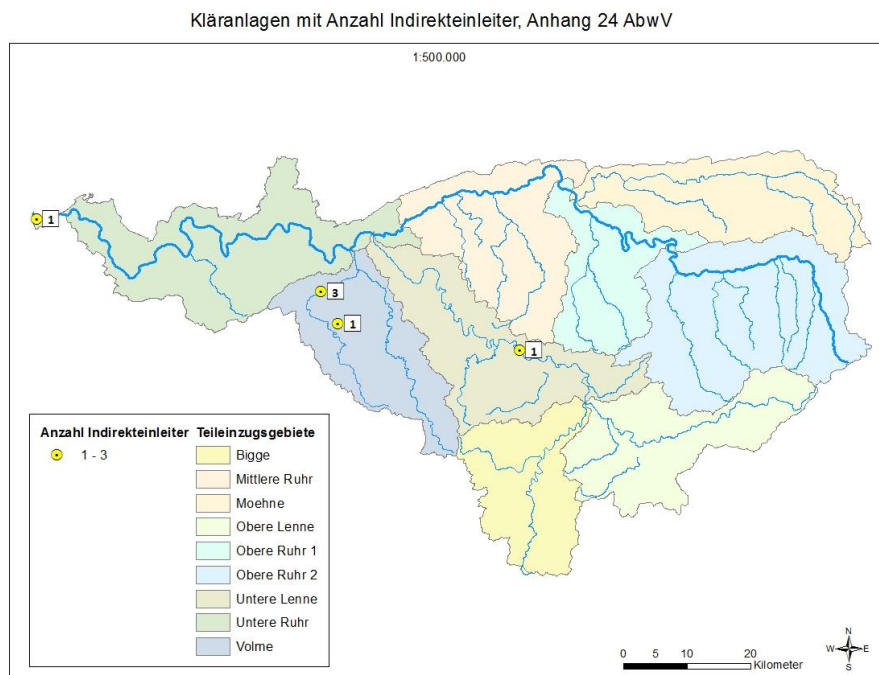


Bild 5.3: Lage der Kläranlagen mit Anzahl der Indirekteinleiter (5) nach Anhang 24 der AbwV: Eisen-, Stahl- und Tempergießerei (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

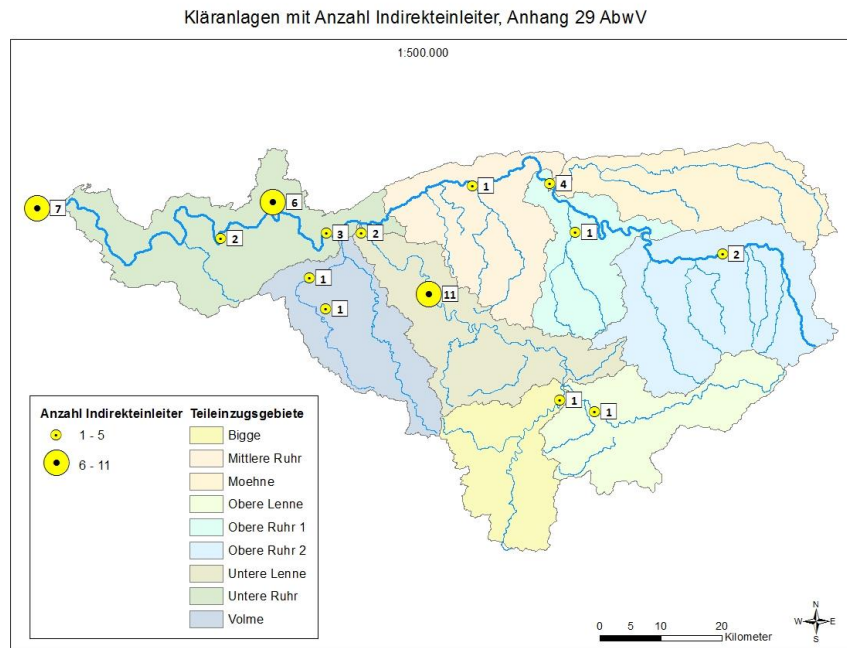


Bild 5.4: Lage der Kläranlagen mit Indirekteinleitern (43) nach Anhang 29 der AbwV: Eisen- und Stahlerzeugung (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

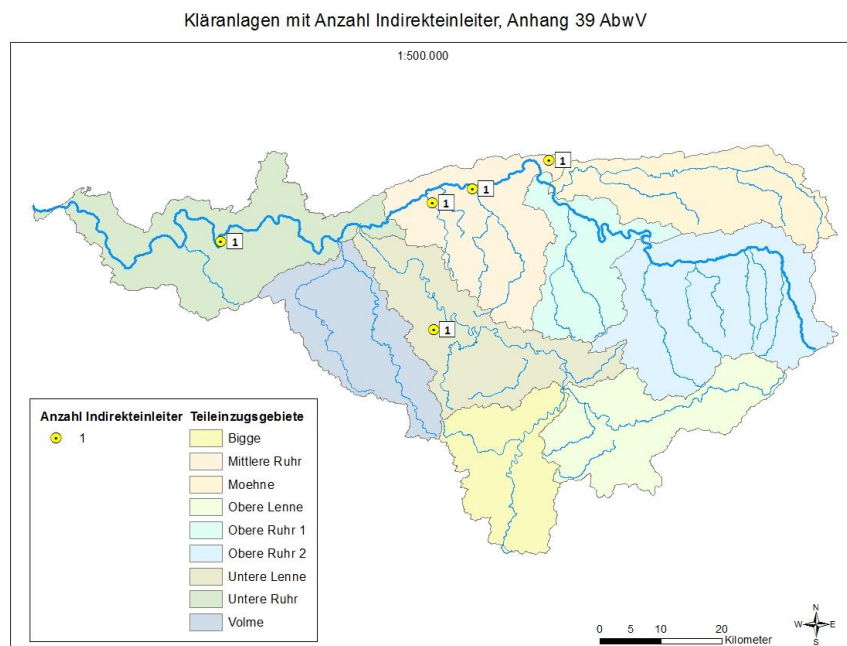


Bild 5.5: Lage der Kläranlagen mit Indirekteinleitern (5) nach Anhang 39 der AbwV: Nichteisenherstellung (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

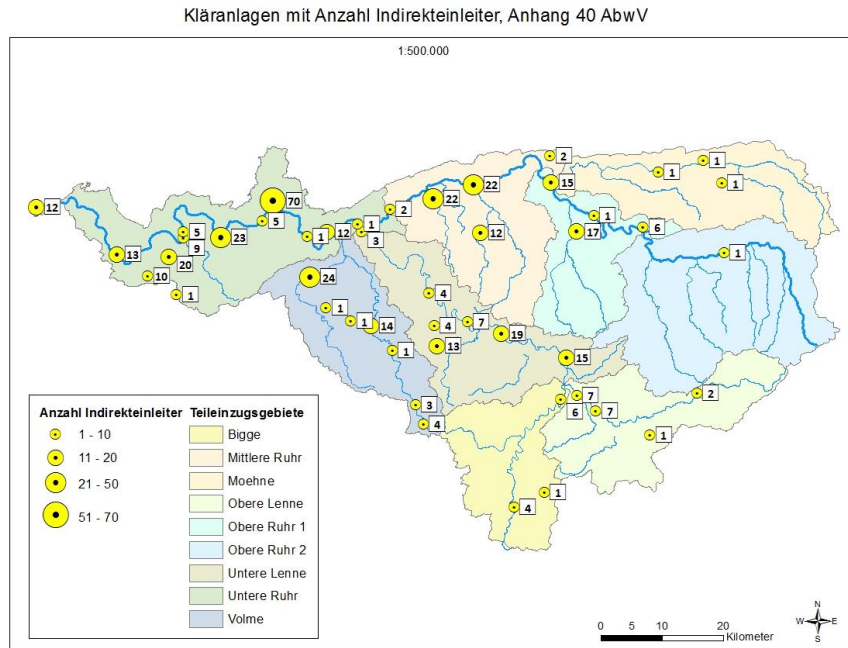


Bild 5.6: Lage der Kläranlagen mit Indirekteinleiter (448) nach Anhang 40 der AbwV: Metallbearbeitung, Metallverarbeitung (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

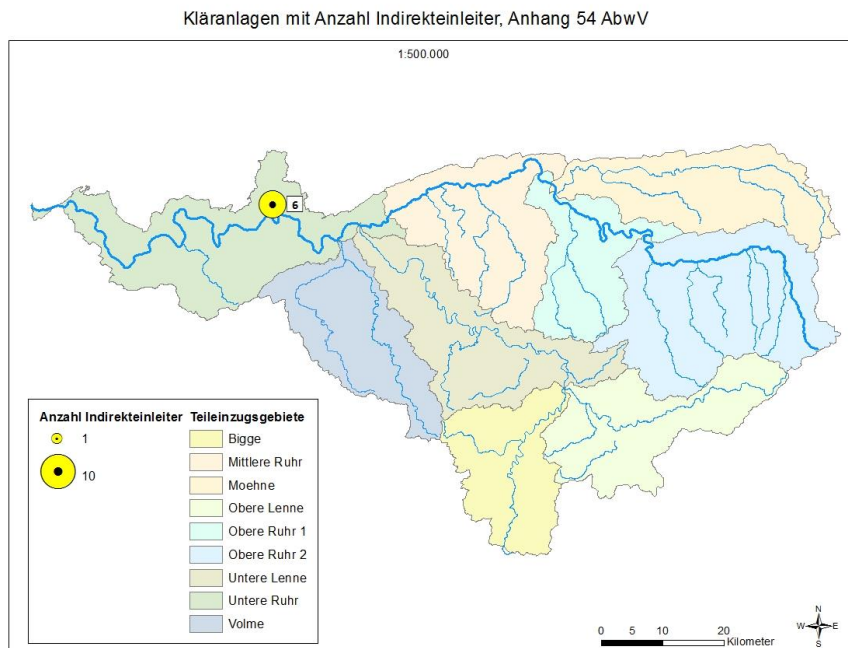


Bild 5.7: Lage der Kläranlagen mit Indirekteinleitern (6) nach Anhang 54 der AbwV: Herstellung von Halbleiterbauelementen (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

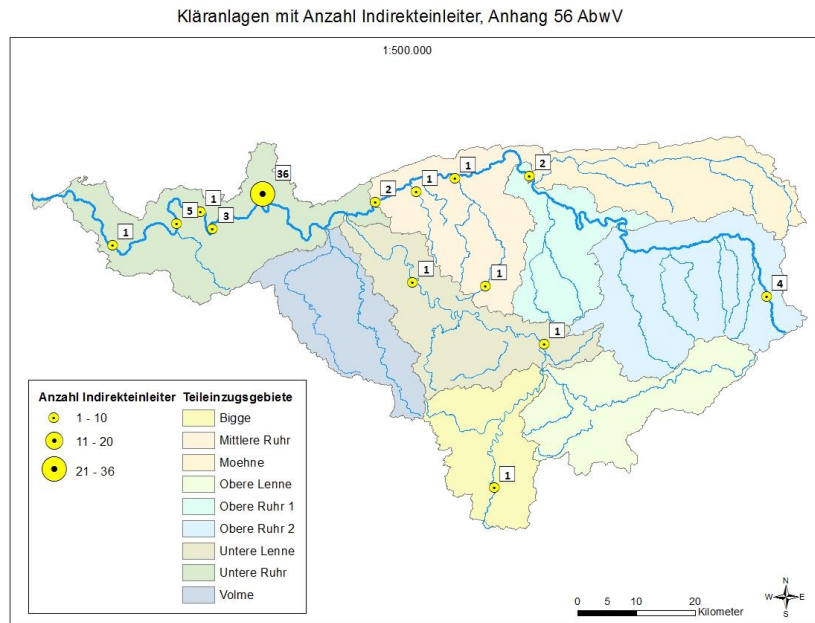


Bild 5.8 Lage der Kläranlagen mit Indirekteinleitern (60) nach Anhang 56 der AbwV: Herstellung von Druckformen, Druckerzeugnissen und grafischen Erzeugnissen (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

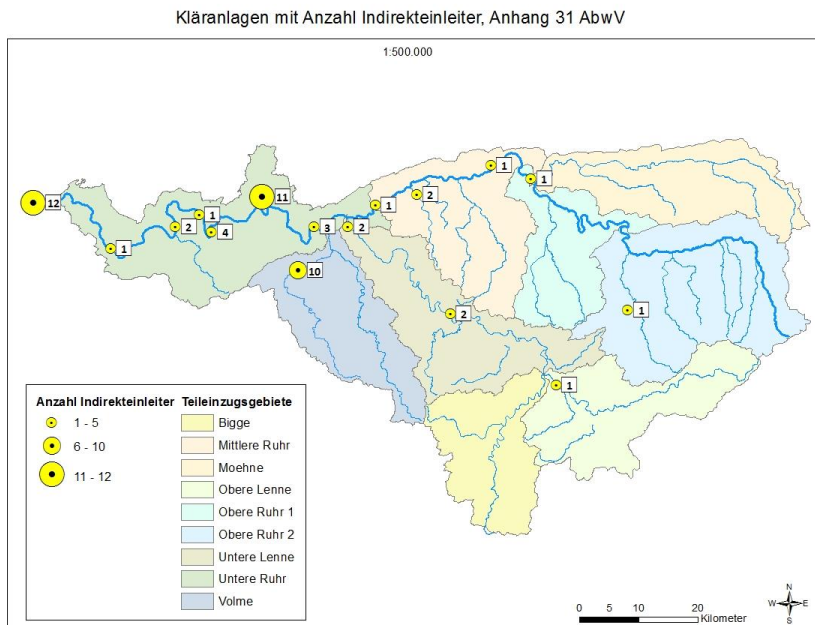


Bild 5.9: Lage der Kläranlagen mit Indirekteinleitern (59) nach Anhang 31 der AbwV: Wasseraufbereitung, Kühlsysteme, Dampferzeugung (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

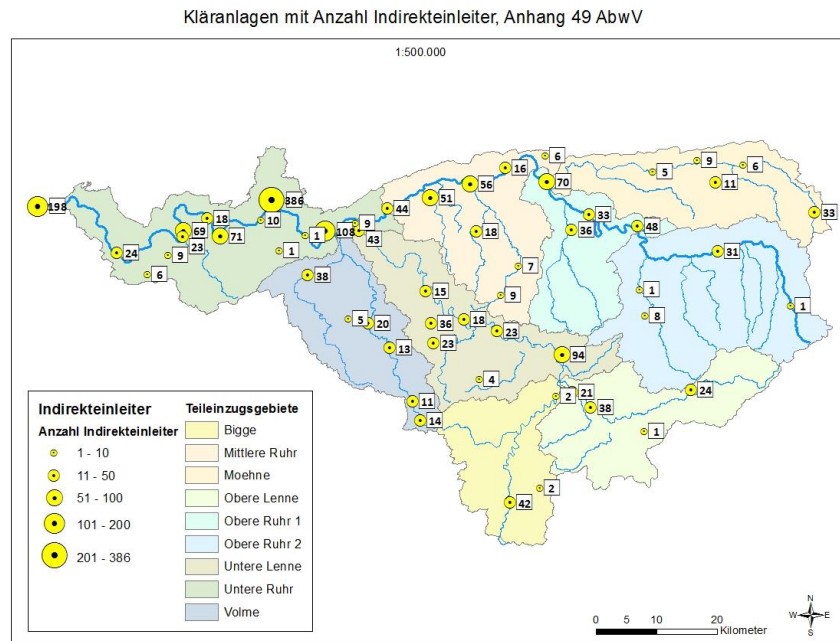


Bild 5.10: Lage der Kläranlagen mit Indirekteinleitern (1.976) nach Anhang 49 der AbwV: mineralöhlhaltiges Abwasser (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

5.2 Kommunale Kläranlagen

Im Einzugsgebiet der Ruhr befanden sich im Jahr 2010 92 kommunale Kläranlagen sehr unterschiedlicher Ausbaugröße. Von diesen Kläranlagen werden 72 vom Ruhrverband und die restlichen 20 Abwasserreinigungsanlagen von verschiedenen Gemeinden betrieben. Bei 61 dieser Kläranlagen sind Indirekteinleiter zugeordnet und verzeichnet. Eine Verteilung der Kläranlagen-Größenklassen ist Tabelle 5.3 und Tabelle 5.4 zu entnehmen.

Des Weiteren enthalten die Tabellen Angaben über die Ausbaugrößen sowie die in ELWAS IMS angegebenen Einwohnerzahlen und Einwohnergleichwerte aus denen der prozentuale industrielle Anteil errechnet worden ist. Den höchsten Anteil an industriellem Abwasser weist die Kläranlage Arnsberg-Wildshausen (72,4 %, Ausbaugröße 98.000 EW) auf, in deren Einzugsbereich 79 Indirekteinleiter aus INKA identifiziert werden konnten. ELWAS-IMS listet allerdings für die Kläranlage Arnsberg-Wildshausen nur 16 INKA-Übergabestellen auf. An andere Kläranlagen mit einem deutlich geringeren Industrieabwasseranteil können deutlich mehr Indirekteinleiter angeschlossen sein. Die Kläranlage Bochum-Oelbachtal (Ausbaugröße 300.000 EW) ist hierfür ein Beispiel. In ihrem industriell geprägten Einzugsgebiet konnten 1.099 Indirekteinleiter identifiziert werden, doch beträgt der industrielle Anteil nur 11,4 %. Liegen keine differenzierten Kenntnisse über Art und Menge

des von den Indirekteinleitern eingeleiteten Abwassers vor, ist kein Bezug zwischen der Anzahl der Indirekteinleiter und dem industriellen Anteil an der Schmutzwassermenge herzustellen.

Tabelle 5.3: Kläranlagen der Größenklassen 1 bis 3 (Daten aus ELWAS-IMS; Stand: März 2012)

Größenklasse	Name	Ausbaugröße	E	EGW	EW	Anteil EGW (%)	
GK 1	Herdecke-Voßkuhle	60	40		40		
	Herscheid Schönebecke	60	34		34		
	Herscheid Vogelsang	60	45		45		
	Schalksmühle Rölvede	60	41		41		
	Sundern-Brenschede	65	65		65		
	Sundern-Röhrenspring	78	70		70		
	Meinerzhagen Ebberg	80	57		57		
	Dortmund-Klusenberg	80	36		36		
	Brilon-Esshoff	100	75		75		
	Herscheid Wellin	100	52		52		
	Rüthen-Heidberg	100	21		21		
	Herscheid Kiesbert	110	83		83		
	Herscheid Oberholte	120	58		58		
	Herscheid Berghagen/Oberstüberg	170	79		79		
	Gummersbach Piene	170	161	15	176	8,5	
	Meinerzhagen Lengelscheid	180	136		136	0,0	
	Meinerzhagen Worbscheid	200	156		156		
	Meinerzhagen Hardenberg	230	172		172		
	Am Werth in Oberstueeter;Hattingen	250	128		128		
	Brilon-Rixen	250	123		123		
Schmallenberg-Wormbach	450	393	200	593	33,7		
Schmallenberg-Bracht	800	519	165	684	24,1		
Olpe Altenkleusheim	900	763	230	993	23,2		
Olpe Oberveischede	900	813		813			
GK 2	Schmallenberg-Holthausen	1.000	733	61	794	7,7	
	Schmallenberg-Nordenau	1.000	195	342	537	63,7	
	Drolshagen Bleche	1.250	721	507	1.228	41,3	
	Ennepetal Rüggeberg	1.600	1.556		1.556		
	Schmallenberg-Westfeld	1.700	862	266	1.128	23,6	
	Brilon-Scharfenberg	1.800	1.392		1.392	0,0	
	Kirchhundem Oberhundem	2.700	1.616	5	1.621	0,3	
	Eslohe-Wenholthausen	2.700	Anlage stillgelegt 11/2011				
	Ennepetal Oberbauer	2.800	1.524		1.524		
	Balve Binolen	3.000	2.265		2.265		
	Meinerzhagen Windebruch	4.000	2.248	14	2.262	0,6	
	Lennestadt Bilstein	4.400	4.272		4.272		
	Wetter-Albringhausen	4.640	1.963		1.963		
	Meinerzhagen Valbert	4.833	3.369	3.706	7.075	52,4	
	Winterberg-Niedersfeld	4.950	2.846		2.846		
	Eslohe	5.000	5.620		5.620		
GK 3	Herscheid	5.300	4.884		4.884		
	Breckerfeld	8.000	6.491	2.931	9.422	31,1	
	Rüthen	9.625	6.700		6.700		
	Kierspe Bahnhof	9.667	5.974	8.493	14.467	58,7	

Tabelle 5.4: Kläranlagen der Größenklassen 4 und 5 (Daten aus ELWAS-IMS; Stand: März 2012)

Größen- klasse	Name	Ausbaugröße	E	EGW	EW	Anteil EGW (%)
GK 4	Warstein-Belecke	12.044	9.169	264	9.433	2,8
	Ense-Bremen	13.250	8.438	380	8.818	4,3
	Möhnesee-Völlinghausen	13.500	9.584		9.584	
	Eslohe-Bremke	14.500	9.982		9.982	
	Schmallenberg	15.000	10.390	1.547	11.937	13,0
	Neuenrade	17.500	10.199	7.525	17.724	42,5
	Balve	17.500	11.411		11.411	
	Meinerzhagen	18.000	14.855	6.018	20.873	28,8
	Velbert-Hespertal	19.000	8.056	3.678	11.734	31,3
	Witten-Herbede	20.000	9.284	5.158	14.442	35,7
	Wickede	20.000	11.424	7.210	18.634	38,7
	Brilon	24.000	15.263	3.631	18.894	19,2
	Finnentrop	26.500	11.904	4.223	16.127	26,2
	Wenden	28.000	19.564	6.076	25.640	23,7
	Schalksmühle	29.000	24.280		24.280	
	Lennestadt Grevenbrück	29.800	14.430	9.399	23.829	39,4
	Heiligenhaus-Abtsküche	33.000	31.967	1.555	33.522	4,6
	Volmetal	33.500	29.740	3.213	32.953	9,8
	Plettenberg	34.000	30.269		30.269	
	Werdohl	35.000	21.155	3.641	24.796	14,7
	Altena	35.000	21.198	10.358	31.556	32,8
	Sundern II Reigern	40.000	29.300		29.300	
	Hemer	42.400	36.440	13.667	50.107	27,3
	Essen-Burgaltendorf	44.180	33.899	4.905	38.804	12,6
	Lennestadt	45.600	25.960	9.100	35.060	26,0
	Bestwig-Velmede	47.500	31.569	1.528	33.097	4,6
	Arnsberg	47.600	21.038		21.038	
	Hagen Fley	48.500	35.227		35.227	
	Schwerte	50.000	41.434	3.264	44.698	7,3
	Rahmedetal	55.000	30.072	5.130	35.202	14,6
	Hagen-Boele	55.000	35.283	17.106	52.389	32,7
	Lüdenscheid Schlittenbachtal	62.000	18.120	5.193	23.313	22,3
	Arnsberg-Neheim II	64.449	55.950	57.277	113.227	50,6
Iserlohn Letmathe	70.000	36.120	24.212	60.332	40,1	
Biggetal	90.000	54.731	6.614	61.345	10,8	
Gevelsberg	90.000	66.381		66.381		
Essen-Kupferdreh	96.000	66.333	17.193	83.526	20,6	
Warstein	98.000	11.395	18.984	30.379	62,5	
Arnsberg-Wildshausen	98.000	37.364	98.211	135.575	72,4	
Essen-Kettwig	100.000	54.543		54.543		
Hattingen	100.000	74.575	28.691	103.266	27,8	
GK 5	Menden	105000	70.534	1.289	71.823	1,8
	Iserlohn Baarbachtal	115000	68.550	12.206	80.756	15,1
	Essen-Süd	135000	121.202	6.578	127.780	5,1
	Hagen Vorhalle	235000	186933	3352	190.285	1,8
	Bochum-Oelbachtal	300000	180.630	23.168	203.798	11,4
Duisburg-Kasslerfeld	450000	250.441	214.321	464.762	46,1	

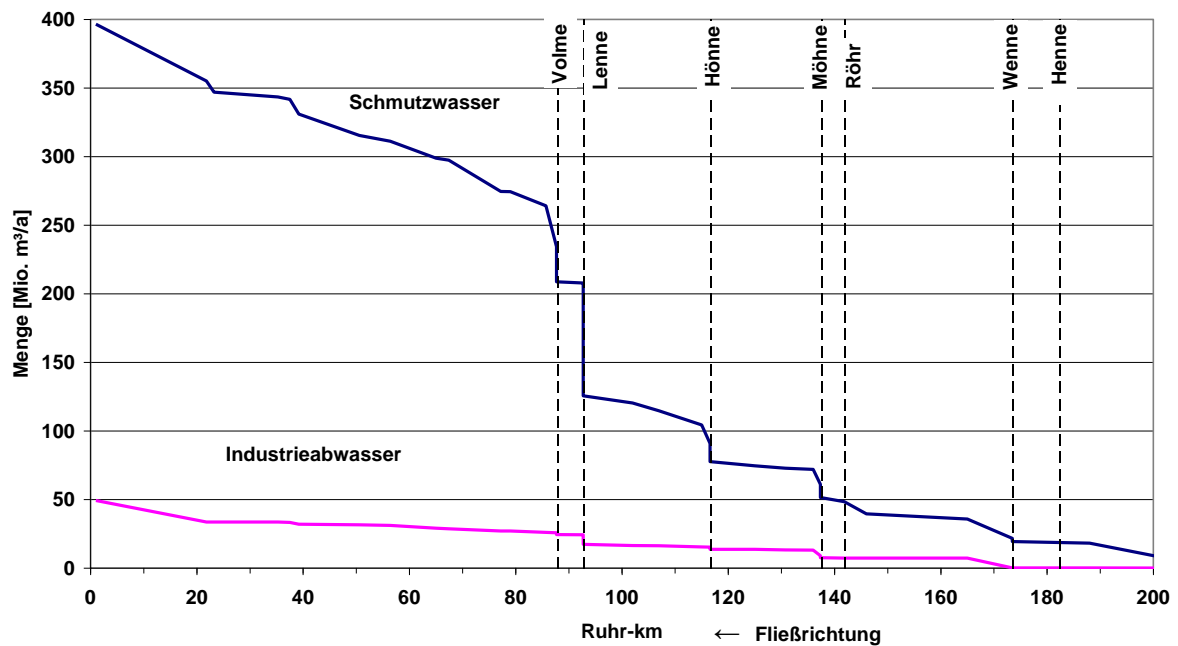


Bild 5.11: Menge des aus Kläranlagen eingeleiteten gereinigten Abwassers im Verlauf der Ruhr (Daten aus ELWAS-IMS; Stand: März 2012)

In Bild 5.11 sind die in die Ruhr einfließenden Jahresabwassermengen im Ruhrverlauf dargestellt. Anhand der Daten über die angeschlossenen Einwohnergleichwerte in ELWAS-IMS erfolgte eine Differenzierung in Schmutzwasser und Industrieabwasser. Bei der Berechnung der Menge industriellen Abwassers wurde von $200 \text{ l}/(\text{d} \cdot \text{EGW})$ ausgegangen. Da die errechneten Mengen industriellen Abwassers nicht durch Niederschlagswasser beeinflusst sein können, lassen die aus den KOM-Steckbriefen in ELWAS-IMS entnommenen Informationen Rückschlüsse auf die eingetragenen Mengen an Industrieabwasser durch die kommunalen Kläranlagen zu. Für differenziertere Betrachtungen sind genauere Untersuchungen der angeschlossenen Indirekteinleiter und der von Ihnen abgegebenen Wassermengen und Schmutzfrachten notwendig.

Will man aus den bekannten Betriebsergebnissen der kommunalen Kläranlagen die Menge emittierter Schadstofffrachten aus kommunalen Kläranlagen ermitteln, stößt man an parameterspezifische Grenzen. Wohl werden an allen Kläranlagen regelmäßig die Wassermengen bestimmt, doch beschränkt sich die Art der Überwachungsparameter auf die Standardparameter Chemischer Sauerstoffbedarf, Biochemischer Sauerstoffbedarf, Gesamtstickstoff, Ammonium-, Nitrat- und Nitrit-Stickstoff, Phosphor, adsorbierbare organische Halogenverbindungen und abfiltrierbare Stoffe. Die Schwermetalle Hg, Cd, Cu, Ni, Zn, Cr und Pb werden in den Zuläufen der Ruhrverbandskläranlagen monatlich und in

den Abläufen nur zweimal jährlich gemessen. Die Summe leichtflüchtiger Halogen-Kohlenwasserstoffe oder bekannte Schadstoffe werden nur in Ausnahmefällen oder bei begründetem Verdacht untersucht. Des Weiteren ist die Häufigkeit der Untersuchung der Ablaufkonzentration der Kläranlagen von der Größenklasse abhängig. Die Ermittlung von Frachten von Einzelstoffen ist ohne differenzierte Kenntnis der Emissionen aus Industriebetrieben mit den Routineuntersuchungen in den Kläranlagen nicht möglich

5.3 Industrielle Direkteinleiter

Als Direkteinleiter werden Gewerbe-, Industrie- und landwirtschaftliche Betriebe bezeichnet, die ihre Abwässer über eine eigene Kanalisation direkt in ein Gewässer einleiten. Hierzu ist eine wasserrechtliche Erlaubnis nach dem Wasserhaushaltsgesetz erforderlich. Die Abwässer sind ggf. zuvor zu behandeln.

Zum Stand Juli 2010 leiteten insgesamt 294 Direkteinleiter ihre Abwässer in die Ruhr und deren Nebenflüsse ein. Dazu wurden insgesamt 394 Einleitungsstellen genutzt, die an 428 Messstellen überwacht wurden. Eine Zusammenstellung der einleitenden Betriebe und der zugehörigen Einleitungsstellen und Messstellen, die zum Stand Juli 2010 in Nutzung waren, findet sich im Anhang dieses Berichts (Kapitel 14.5).

Die Messstellen sind hinsichtlich ihres Beprobungsumfangs gemäß den Anhängen der Abwasserverordnung charakterisiert, wodurch eine Charakterisierung der Einleitungen von Betrieben anhand der Anhänge der Abwasserverordnung möglich ist. Die Ergebnisse der Auswertung zum Zeitpunkt Juli 2010 sind in Tabelle 5.5 dargestellt. Dabei treten zwangsläufig Mehrfachnennungen auf, da einige Messstellen durch mehrere Anhänge der Abwasserverordnung charakterisiert sind, einige Direkteinleiter über mehrere Einleitungsstellen verfügen und an einigen Einleitungsstellen mehrere Messstellen vorhanden sind.

Die meisten Direkteinleiter (150) leiten Abwässer aus Wasseraufbereitung, Kühlsystemen oder Dampferzeugung ein. Häusliches und kommunales Abwasser wird von 43 Betrieben eingeleitet. Die Abwässer weniger Direkteinleiter (jeweils 3 bis 9) sind den Anhängen „Steine und Erden“, „Eisen und Stahlerzeugung“, „Metallbearbeitung, Metallverarbeitung“, „Mineralölhaltiges Abwasser“ und „Oberirdische Ablagerung von Abfällen“ zuzuordnen. Jeweils nur ein Direkteinleiter leitet Abwasser ein, das durch die Anhänge „Herstellung von Alkohol und alkoholischen Getränken“, „Steinkohlenaufbereitung“, „Herstellung keramischer Erzeugnisse“, „Zellstoffherzeugung“, „Eisen- und Stahlerzeugung“, sowie „Wäsche von Rauchgasen aus Feuerungsanlagen“ gekennzeichnet ist. Bei insgesamt 63 Direkteinleitern waren die Einleitungen keinem Anhang der Abwasserverordnung zugeordnet.

Tabelle 5.5: Anzahl der Direkteinleiter im Ruhreinzugsgebiet mit Angabe des Anhangs der AbwV (Daten aus NIKLAS-IGL)

Anhang der Abwasserverordnung	Anzahl der Direkteinleiter	Anteil in %
Anhang 1: Häusliches und kommunales Abwasser	43	14,6
Anhang 11: Brauereien	1	0,3
Anhang 12: Herstellung von Alkohol und alkoholischen Getränken	1	0,3
Anhang 16: Steinkohlenaufbereitung	1	0,3
Anhang 17: Herstellung keramischer Erzeugnisse	1	0,3
Anhang 19: Zellstofferzeugung	1	0,3
Anhang 26: Steine und Erden	7	2,4
Anhang 29: Eisen- und Stahlerzeugung	7	2,4
Anhang 31: Wasseraufbereitung, Kühlsysteme, Dampferzeugung	150	51,0
Anhang 40: Metallbearbeitung, Metallverarbeitung	5	1,7
Anhang 47: Wäsche von Rauchgasen aus Feuerungsanlagen	1	0,3
Anhang 49: Mineralöhlhaltiges Abwasser	9	3,1
Anhang 51: Oberirdische Ablagerung von Abfällen	3	1,0
Nicht zugeordnet	64	21,8

Aufgrund der an jeder Messstelle ausgewiesenen Jahresschmutzwassermenge wurden die Einleitungen hinsichtlich ihrer Herkunft gemäß den Anhängen der Abwasserverordnung charakterisiert. Die Ergebnisse der Auswertung zum Zeitpunkt Mitte 2010 sind in Tabelle 5.6 dargestellt. Hierbei wurden jedoch nicht für alle Messstellen auch Jahresschmutzwassermengen genannt. Weiterhin erfolgten an einigen Messstellen auch Mehrfachnennungen von Anhängen der Abwasserverordnung.

Tabelle 5.6: Jahresschmutzwassermengen der Direkteinleiter im Ruhreinzugsgebiet mit Angabe des Anhangs der AbwV (Daten aus NIKLAS-IGL)

Anhang der Abwasserverordnung	Jahresschmutzwassermenge in Mio. m ³ /a	Anteil in %
Anhang 1: Häusliches und kommunales Abwasser	13,068	4,3
Anhang 11: Brauereien	0,850	0,3
Anhang 12: Herstellung von Alkohol und alkoholischen Getränken	0,001	0,0
Anhang 16: Steinkohlenaufbereitung	0,009	0,0
Anhang 17: Herstellung keramischer Erzeugnisse	0,058	0,0
Anhang 19: Zellstofferzeugung	12,838	4,2
Anhang 26: Steine und Erden	3,387	1,1
Anhang 29: Eisen- und Stahlerzeugung	3,764	1,2
Anhang 31: Wasseraufbereitung, Kühlsysteme, Dampferzeugung	258,660	85,0
Anhang 40: Metallbearbeitung, Metallverarbeitung	0,272	0,1
Anhang 47: Wäsche von Rauchgasen aus Feuerungsanlagen	0,170	0,1
Anhang 49: Mineralöhlhaltiges Abwasser	0,022	0,0
Anhang 51: Oberirdische Ablagerung von Abfällen	0,096	0,0
Nicht zugeordnet	10,987	3,6

Der größte Anteil der Einleitungen stammt aus dem Bereich Wasseraufbereitung, Kühlsysteme oder Dampferzeugung. Häusliche Schmutzwässer und Abwässer aus der Zellstofferzeugung und der Eisen- und Stahlerzeugung stellen mit jeweils ca. 13 Mio. m³/a die nächst größeren Gruppen dar. Ca. 3 bis 4 Mio. m³/a stammen aus den Bereichen Steine und Erden sowie Eisen und Stahlerzeugung. Alle anderen Einleitungen sind mit unter 1 Mio. m³/a vernachlässigbar gering. Etwa 11 Mio. m³/a wurden keinem Anhang der Abwasserverordnung zugeordnet.

Eine Gegenüberstellung der Anzahl der Direkteinleiter und der von ihnen eingeleiteten Schmutzwassermengen wird aus Bild 5.12 ersichtlich. Der überwiegende Teil der Einleitungen stammt aus der Wasseraufbereitung, aus Kühlsystemen und der Dampferzeugung. Häusliche und kommunale Abwässer werden häufig, jedoch mit nur geringer Menge eingeleitet. Industrielle Einleitungen erfolgen dazu in vergleichsweise geringer Anzahl und Menge, wobei die Zellstofferzeugung mit nur einem einzigen Direkteinleiter im Ruhreinzugsgebiet eine vergleichsweise hohe Schmutzwassermenge aufweist.

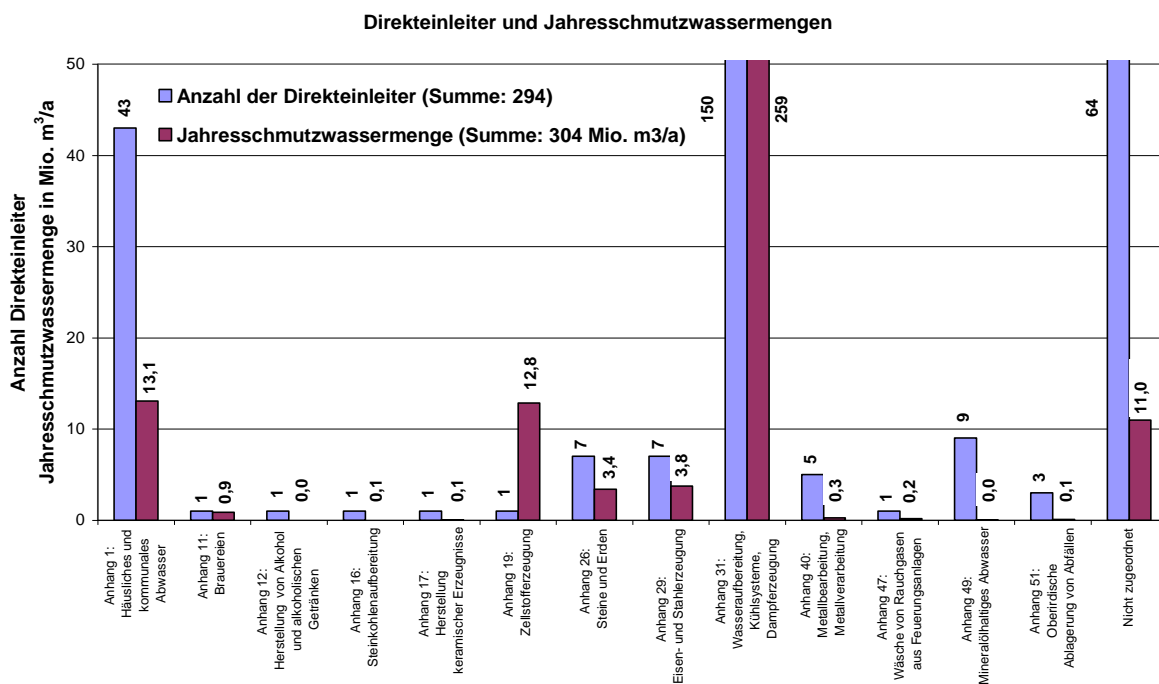


Bild 5.12: Direkteinleiter und Jahresschmutzwassermengen im Einzugsgebiet der Ruhr (Daten aus NIKLAS-IGL)

Bei dem Betrieb, dessen Abwasser dem Anhang 19 der AbwV zugeordnet wurde, handelt es sich um das Werk „Kabel“ der Firma „Stora Enso“ in Hagen. Da in diesem Betrieb Druckpapiere hergestellt werden, ist die Zuordnung des Abwassers zum Anhang 19

(Zellstoffherzeugung) in NIKLAS-IGL nicht zutreffend. Die Zuordnung zum Anhang 28 (Herstellung von Papier und Pappe) wäre korrekt und wurde im Nachgang in der Datenbank korrigiert.

Die Lage der Betriebe im Ruhreinzugsgebiet gemäß der Charakterisierung ihrer Einleitungen nach den Anhängen der AbwV geht aus Bild 5.13 bis Bild 5.15 hervor. Alle Karten wurden auf Basis des Auszugs aus der Datenbank NIKLAS-IGL zum Stand 20.07.2010 erstellt. Dabei wurden nur häufig genannte Anhänge der AbwV dargestellt (10 und mehr Nennungen). Eine Darstellung der Direkteinleiter mit weniger als 10 Nennungen im Ruhreinzugsgebiet findet sich in Bild 5.16. Weiterhin geht eine Auflistung aller Betriebe und Einleitungsstellen, sortiert nach den Anhängen der AbwV, aus dem Anhang dieses Berichts (Kapitel 14.5) hervor. Es zeigt sich, dass Einleitungen nach Anhang 1 der AbwV (Häusliches und kommunales Abwasser) hauptsächlich im Einzugsgebiet der unteren Ruhr sowie der Volme, Lenne und Bigge erfolgen. Einleitungen nach Anhang 31 der AbwV (Wasseraufbereitung, Kühlsysteme, Dampferzeugung) erfolgen hauptsächlich im Einzugsgebiet der mittleren Ruhr sowie der Volme, Lenne und Bigge. Die Lage der Betriebe, die Abwässer einleiten, die keinem Anhang der AbwV zuzuordnen sind, konzentriert sich auf das mittlere und östliche Einzugsgebiet der Ruhr.

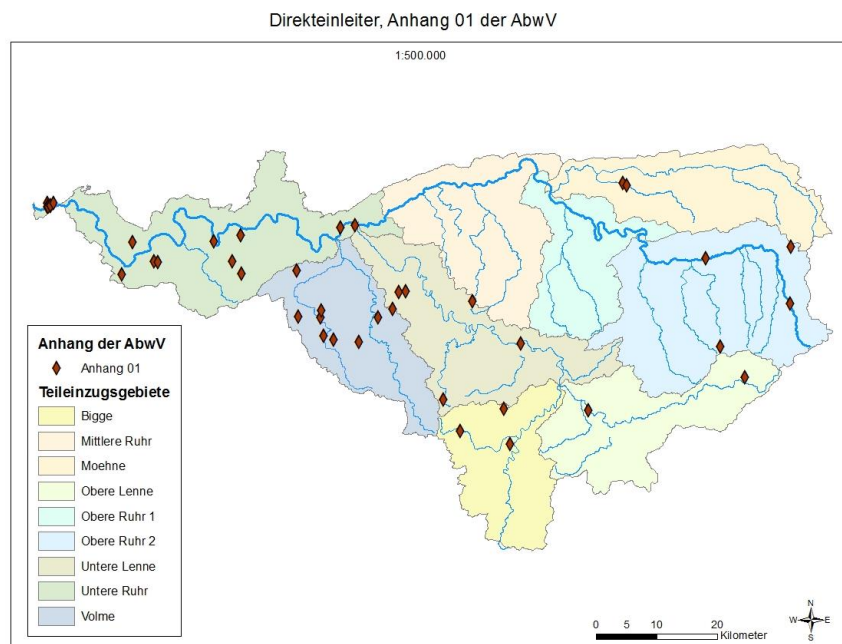


Bild 5.13: Lage der Direkteinleiter in Ruhreinzugsgebiet, die Abwässer nach Anhang 1 der AbwV einleiten (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

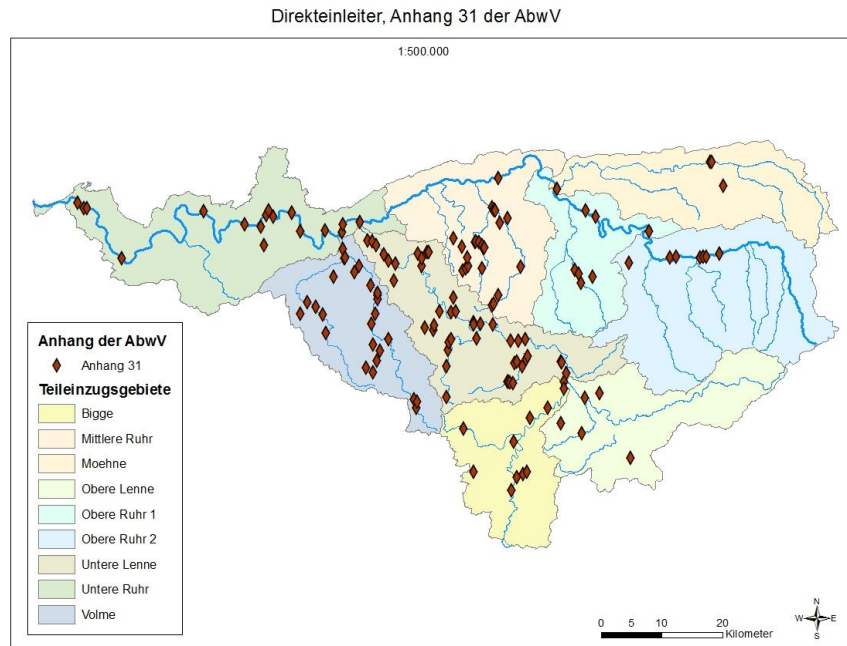


Bild 5.14: Lage der Direkteinleiter in Ruhreinzugsgebiet, die Abwässer nach Anhang 31 der AbwV einleiten (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

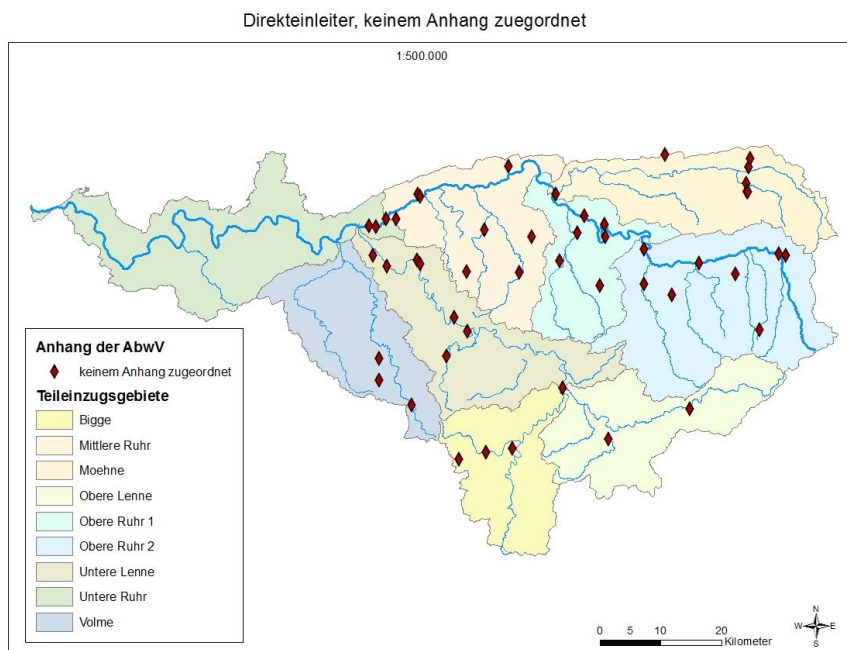


Bild 5.15: Lage der Direkteinleiter in Ruhreinzugsgebiet, die Abwässer einleiten, die keinem Anhang der Abwasserverordnung zugeordnet sind (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

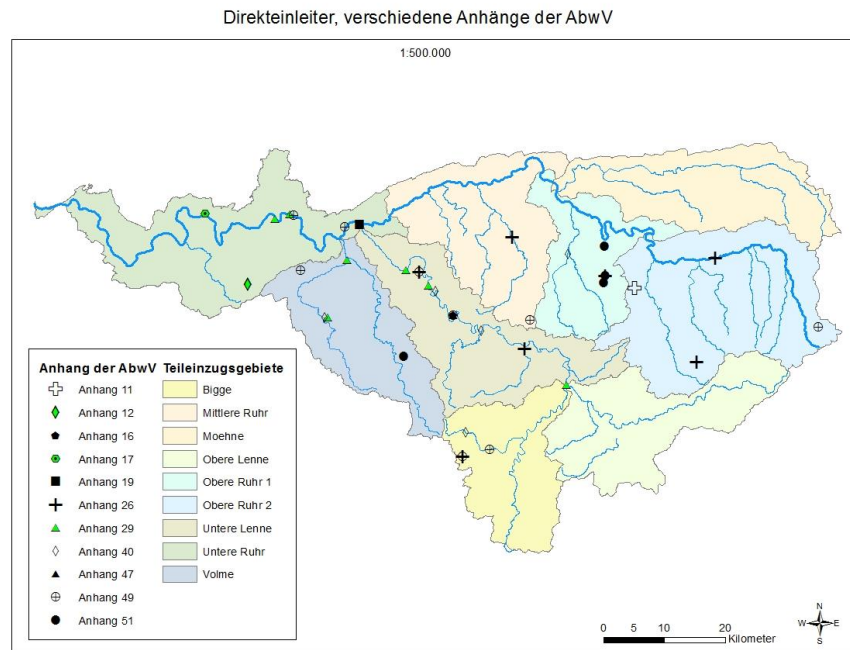


Bild 5.16: Lage der Direkteinleiter verschiedener Abwässer nach Anhängen der AbwV mit insgesamt weniger als 10 Nennungen im Ruhreinzugsgebiet (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

Wie aus den Angaben zu den Einleitungsstellen und Direkteinleitern im Anhang dieses Berichts (Kapitel 14.5) hervorgeht, finden sich die Direkteinleiter, die Abwässer nach Anhang 26 der AbwV (Steine und Erden) sowie Direkteinleiter, die Abwässer nach Anhang 29 der AbwV (Eisen und Stahlerzeugung) einleiten, insbesondere im Einzugsgebiet der Lenne. Direkteinleiter mit Abwässern aus der Metallbearbeitung und Metallverarbeitung (Anhang 40 der AbwV) befinden sich ebenfalls hauptsächlich im Einzugsgebiet der Lenne.

Für die identifizierten Einleitungsstellen an der Ruhr und in deren Nebenflüssen konnten aufgrund der Angaben in NIKLAS-IGL (Direkteinleiterverzeichnis) die zugehörigen Betriebe identifiziert werden. Den zum Zeitpunkt Mitte 2010 in Nutzung befindlichen 394 Einleitungsstellen konnten 130 Betriebe aus NIKLAS-IGL zugeordnet werden, wobei jedoch nicht für jede Einleitungsstelle ein Betrieb in NIKLAS-IGL aufgeführt ist und manche Betriebe über mehrere Einleitungsstellen verfügen.

Für die 130 Betriebe wurden die zugehörigen Anlagen identifiziert, die in den Unternehmen betrieben werden. Insgesamt konnten für 78 Betriebe 172 Anlagen identifiziert werden, die hinsichtlich ihrer Einstufung der nach

- 4. BImSchV (Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes),

- IVU-Richtlinie (Richtlinie 2008/1/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) bzw. IED (Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen),
- Nose-P (Nomenclature of Sources of Emissions-Process) gemäß Anhang A2 der Entscheidung der Kommission vom 17. Juli 2000 über den Aufbau eines Europäischen Schadstoffemissionsregisters (EPER) gem. Artikel 15 der Richtlinie 96/61/EG des Rates über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IPPC) (2000/479/EG) und
- PRTR (Pollutant Release and Transfer Register gemäß Verordnung Nr. 166/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Schaffung eines Europäischen Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregisters)

charakterisiert sind. Bei 52 Betrieben fanden sich keine Angaben zur Einstufung der Anlagen.

Diese Einstufungen sagen primär nichts über die Emission von organischen Industriechemikalien in Gewässer aus, lassen jedoch auf die Tätigkeit in diesen Anlagen und den Umgang mit organischen Industriechemikalien schließen. Die Einstufungen, von denen ein Potenzial zum Eintrag organischer Industriechemikalien in die Ruhr ausgeht, sind in Tabelle 5.7 bis Tabelle 5.10 aufgeführt.

Anhand der Einstufung wurden Anlagen ausgewählt, von denen potenziell organische Industriechemikalien emittiert werden können. Als Auswahlkriterium wurde zu Grunde gelegt, dass mindestens eine Nennung der Tätigkeiten aus Tabelle 5.7 bis Tabelle 5.10 vorlag. Auf diese Weise wurden 32 Betriebe als Direkteinleiter an der Ruhr und deren Nebenflüssen identifiziert, von denen potenziell ein Eintrag organischer Industriechemikalien in die Ruhr ausgehen kann. Eine zusammenfassende Klassifizierung dieser Betriebe geht aus Tabelle 5.11 hervor. Es wird ersichtlich, dass unter den Direkteinleitern in die Ruhr und deren Nebenflüsse die Betriebe zur Oberflächenbehandlung von Metallen sowie von Metallen und Kunststoffen die größte Anzahl darstellen, was die Vermutung nahe legt, dass von diesen Branchen auch ein hohes Eintragspotenzial ausgehen kann.

Tabelle 5.7: Art und Anzahl der Nennungen von Anlagen nach der 4. BImSchV (Daten aus NIKLAS-IGL)

Nr. IV. BImSchV	Tätigkeit	Anzahl 2010
0215.2	Anlagen zur Herstellung oder zum Schmelzen von Mischungen aus Bitumen oder Teer mit Mineralstoffen, ausgenommen Anlagen, die Mischungen in Kaltbauweise herstellen einschließlich, Aufbereitungsanlagen für bituminöse Straßenbaustoffe und Teersplittanlagen	2
0309.1	Anlagen zum Aufbringen von metallischen Schutzschichten auf Metalloberflächen mit Hilfe von schmelzflüssigen Bädern mit einer Verarbeitungsleistung von 2 Tonnen Rohgut oder mehr je Stunde	2
0309A2	Anlagen zum Aufbringen von metallischen Schutzschichten auf Metalloberflächen mit Hilfe von schmelzflüssigen Bädern mit einer Verarbeitungsleistung von 500 Kilogramm bis weniger als 2 Tonnen Rohgut je Stunde, ausgenommen Anlagen zum kontinuierlichen Verzinken nach dem Sendzimirverfahren	3
0309B2	Anlagen zum Aufbringen von metallischen Schutzschichten auf Metall- oder Kunststoffoberflächen durch Flamm-, Plasma- oder Lichtbogenspritzen mit einem Durchsatz an Blei, Zinn, Zink, Nickel, Kobalt oder ihren Legierungen von 2 Kilogramm oder mehr je Stunde	1
0310.1	Anlagen zur Oberflächenbehandlung von Metallen oder Kunststoffen durch ein elektrolytisches oder chemisches Verfahren mit einem Volumen der Wirkbäder von 30 Kubikmeter oder mehr	7
0310.2	Anlagen zur Oberflächenbehandlung von Metallen durch Beizen oder Brennen unter Verwendung von Fluss- oder Salpetersäure mit einem Volumen der Wirkbäder von 1 Kubikmeter bis weniger als 30 Kubikmeter	1
0321.2	Anlagen zur Herstellung von Bleiakkumulatoren	0
0401B1	Anlagen zur Herstellung von Stoffen oder Stoffgruppen durch chemische Umwandlung in industriellem Umfang, insbesondere zur Herstellung von sauerstoffhaltigen Kohlenwasserstoffen wie Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester, Acetate, Ether, Peroxide, Epoxide	1
0401H1	Anlagen zur Herstellung von Stoffen oder Stoffgruppen durch chemische Umwandlung in industriellem Umfang, insbesondere zur Herstellung von Basiskunststoffen (Kunstharzen, Polymeren, Chemiefasern, Fasern auf Zellstoffbasis),	1
0406.1	Anlagen zur Herstellung von Ruß	2
0501A2	Anlagen zur Behandlung von Oberflächen von Stoffen, Gegenständen oder Erzeugnissen einschließlich der zugehörigen Trocknungsanlagen unter Verwendung von organischen Lösungsmitteln, insbesondere zum Appretieren, Beschichten, Entfetten, Imprägnieren, Kaschieren, Kleben, Lackieren, Reinigen oder Tränken mit einem Verbrauch an organischen Lösungsmitteln von 25 Kilogramm bis weniger als 150 Kilogramm je Stunde oder 15 Tonnen bis weniger als 200 Tonnen je Jahr	1
0508.2	Anlagen zur Herstellung von Gegenständen unter Verwendung von Amino- oder Phenoplasten, wie Furan-, Harnstoff-, Phenol-, Resorcin- oder Xyloharzen mittels Wärmebehandlung, soweit die Menge der Ausgangsstoffe 10 Kilogramm oder mehr je Stunde beträgt	1
0511.2	Anlagen zur Herstellung von Polyurethanformteilen, Bauteilen unter Verwendung von Polyurethan, Polyurethanblöcken in Kastenformen oder zum Ausschäumen von Hohlräumen mit Polyurethan, soweit die Menge der Polyurethan-Ausgangsstoffe 200 Kilogramm oder mehr je Stunde beträgt, ausgenommen Anlagen zum Einsatz von thermoplastischen Polyurethangranulat	1
0602.1	Anlagen zur Herstellung von Papier, Karton oder Pappe mit einer Produktionsleistung von 20 Tonnen oder mehr je Tag	2
0603.1	Anlagen zur Herstellung von Holzspanplatten	1
0727.1	Brauereien mit einem Ausstoß von 3 000 Hektoliter Bier oder mehr je Tag als Vierteljahresdurchschnittswert	1
0801A1	Anlagen zur Beseitigung oder Verwertung fester, flüssiger oder in Behältern gefasster gasförmiger, gefährlicher Abfälle oder Deponiegas mit brennbaren Bestandteilen durch thermische Verfahren, insbesondere Entgasung, Plasmaverfahren, Pyrolyse, Vergasung, Verbrennung oder eine Kombination dieser Verfahren	0
0808A1	Anlagen zur chemischen Behandlung, insbesondere zur chemischen Emulsionsspaltung, Fällung, Flockung, Neutralisation oder Oxidation, von gefährlichen Abfällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden	1
0809B1	Anlagen zur zeitweiligen Lagerung von Eisen- oder Nichteisenschrotten, einschließlich Autowracks, mit einer Gesamtlagerfläche von 15 000 Quadratmeter oder mehr oder einer Gesamtlagerkapazität von 1 500 Tonnen Eisen- oder Nichteisenschrotten oder mehr, ausgenommen die zeitweilige Lagerung bis zum Einsammeln auf dem Gelände der Entstehung der Abfälle und Anlagen, die durch Nummer 8.14 erfasst werden	2
0811AAA2	Anlagen zur Behandlung von gefährlichen Abfällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden, durch Vermengung oder Vermischung sowie durch Konditionierung	1
0811BBB2	Anlagen zur Behandlung von gefährlichen Abfällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden zum Zweck der Hauptverwendung als Brennstoff oder der Energieerzeugung durch andere Mittel	1
0811DD1	Anlagen zur Behandlung von gefährlichen Abfällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden, zum Zweck der Regenerierung von Basen oder Säuren	1
0812.1	Anlagen zur zeitweiligen Lagerung von gefährlichen Abfällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden, mit einer Aufnahmekapazität von 10 Tonnen oder mehr je Tag oder einer Gesamtlagerkapazität von 150 Tonnen oder mehr, ausgenommen die zeitweilige Lagerung bis zum Einsammeln auf dem Gelände der Entstehung der Abfälle und Anlagen, die von Nummer 8.14 erfasst werden	1
0902.1	Anlagen, die der Lagerung von brennbaren Flüssigkeiten in Behältern mit einem Fassungsvermögen von 50 000 Tonnen oder mehr dienen	1
0935.1	Anlagen, die der Lagerung von 200 Tonnen oder mehr von sehr giftigen, giftigen, brandfördernden oder explosionsgefährlichen Stoffen oder Zubereitungen dienen	1
0935.2	Anlagen, die der Lagerung von 10 Tonnen bis weniger als 200 Tonnen von sehr giftigen, giftigen, brandfördernden oder explosionsgefährlichen Stoffen oder Zubereitungen dienen	1
1021.2	Anlagen zur Innenreinigung von Eisenbahnkesselwagen, Straßentankfahrzeugen, Tankschiffen oder Tankcontainern sowie Anlagen zur automatischen Reinigung von Fässern einschließlich zugehöriger Aufarbeitungsanlagen, soweit die Behälter von organischen Stoffen gereinigt werden, ausgenommen Anlagen, in denen Behälter ausschließlich von Nahrungs-, Genuss- oder Futtermitteln gereinigt werden	3

Tabelle 5.8: Art und Anzahl der Nennungen von Anlagen nach der IVU-Richtlinie (Daten aus NIKLAS-IGL)

IVU-Nummer	Tätigkeit	Anzahl 2010
2.3.c	Anlagen zur Verarbeitung von Eisenmetallen durch Aufbringen von schmelzflüssigen metallischen Schutzschichten mit einer Verarbeitungskapazität von mehr als 2 Tonnen Rohstahl pro Stunde.	2
2.6	Anlagen zur Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen durch ein elektrolytisches oder chemisches Verfahren, wenn das Volumen der Wirkbäder 30 m3 übersteigt.	7
4.1.b	Chemieanlagen zur Herstellung von organischen Grundchemikalien wie sauerstoffhaltigen Kohlenwasserstoffen, insbesondere Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester, Acetate, Ether, Peroxide, Epoxide	1
4.1.h	Chemieanlagen zur Herstellung von organischen Grundchemikalien wie Basiskunststoffen (Polymeren, Chemiefasern, Fasern auf Zellstoffbasis);	1
5.1	Anlagen zur Beseitigung oder Verwertung von gefährlichen Abfällen im Sinne des in Artikel 1 Absatz 4 der Richtlinie 91/689/EWG vorgesehenen Verzeichnisses gefährlicher Abfälle (diese Anlagen sind in den Anhängen II A und II B — Verwertungsverfahren R1, R5, R6, R8 und R9 — der Richtlinie 2006/12/EG definiert) sowie Anlagen im Sinne der Richtlinie 75/439/EWG des Rates vom 16. Juni 1975 über die Altölbeseitigung (2) mit einer Kapazität von über 10 Tonnen pro Tag.	3
5.4	Deponien einer Aufnahmekapazität von über 10 Tonnen pro Tag oder einer Gesamtkapazität von über 25 000 Tonnen, mit Ausnahme der Deponien für Inertabfälle.	1
6.1.b	Industrieanlagen zur Herstellung von Papier und Pappe, deren Produktionskapazität 20 Tonnen pro Tag übersteigt.	2
6.4.b	Behandlungs- und Verarbeitungsanlagen zur Herstellung von Nahrungsmittelerzeugnissen aus: — tierischen Rohstoffen (mit Ausnahme von Milch) mit einer Produktionskapazität von mehr als 75 Tonnen Fertigerzeugnissen pro Tag; — pflanzlichen Rohstoffen mit einer Produktionskapazität von mehr als 300 Tonnen Fertigerzeugnissen pro Tag (Vierteljahresdurchschnittswert);	1

Tabelle 5.9: Art und Anzahl der Nennungen von Anlagen nach der Abwasser-Emissionserklärungsverordnung NRW (Daten aus NIKLAS-IGL)

NOSE-P-Code	Tätigkeit	Anzahl 2010
105.01	Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen (Allgemeine Herstellungsverfahren)	8
105.03	Herstellung von Nahrungsmittelerzeugnissen und Getränken (Ganze Gruppe)	1
105.07	Herstellung von Erzeugnissen aus Zellstoff, Papier und Pappe (Ganze Gruppe)	2
105.09	Herstellung anorganischer Chemikalien oder NPK-Düngemittel (Chemische Industrie)	2
105.14	Wiederverwertung von Tierkörpern/tierischen Abfällen (Recycling- Industrie)	1

Tabelle 5.10: Art und Anzahl der Nennungen von Anlagen nach der PRTR-Verordnung (Daten aus NIKLAS-IGL)

PRTR	Tätigkeit /Auswertung t15_anlage	Anzahl 2010
2.c.iii	Anlagen zur Verarbeitung von Eisenmetallen durch Aufbringen von schmelzflüssigen metallischen Schutzschichten mit einer Verarbeitungskapazität von 2 t Rohstahl pro Stunde	2
2.f	Anlagen zur Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen durch ein elektrolytisches oder chemisches Verfahren wenn das Volumen der Wirkbäder 30 m3 beträgt	7
4.a.ii	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von organischen Grundchemikalien wie sauerstoffhaltigen Kohlenwasserstoffen wie Alkoholen, Aldehyden, Ketonen, Carbonsäuren, Estern, Acetaten, Ethern, Peroxiden, Epoxidharzen	1
4.a.viii	Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von organischen Grundchemikalien wie Basiskunststoffen (Polymeren, Chemiefasern, Fasern auf Zellstoffbasis)	1
5.a	Anlagen zur Verwertung oder Beseitigung gefährlicher Abfälle mit einer Aufnahmekapazität von 10 t pro Tag	4
5.d	Deponien (außer Deponien für Inertabfälle und Deponien, die vor dem 16.7.2001 endgültig geschlossen wurden bzw. deren Nachsorgephase, die von den zuständigen Behörden gemäß Artikel 13 der Richtlinie 1999/31/EG des Rates vom 26. April 1999 über Abfalldeponien (3) verlangt wurde, abgelaufen ist) mit einer Aufnahmekapazität von 10 t pro Tag oder einer Gesamtkapazität von 25 000 t	1
6.b	Industrieanlagen für die Herstellung von Papier und Pappe und sonstigen primären Holzprodukten (wie Spanplatten, Faserplatten und Sperrholz) mit einer Produktionskapazität von 20 t pro Tag	3
8.b.ii	Behandlung und Verarbeitung für die Herstellung von Nahrungsmittel- und Getränkeprodukten aus pflanzlichen Rohstoffen mit einer Produktionskapazität von 300 t Fertigerzeugnissen pro Tag (Vierteljahresdurchschnittswert)	1

Tabelle 5.11: Art und Anzahl der Betriebe, die als potenzielle Einleiter von organischen Industriechemikalien aufgrund Einstufung der Anlagen nach BImSchG, IVU-Richtlinie, Nose-P und PRTR identifiziert wurden (Daten aus NIKLAS-IGL)

Betrieb	Stadt/ Gemeinde	NIKLAS-IGL Betriebs- nummer	Klassifizierung Tätigkeit
EWS - Edelstahlwerke Südwestfalen GmbH Werk Wehringhausen	Hagen	581	Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen
Hoesch Hohenlimburg GmbH Warmwalzwerk	Hagen	583	Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen
A G N - Aluminium GmbH Nachrodt	Nachrodt- Wiblingwerde	599	Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen
DURA Automotive Body & Glass Systems GmbH & Co KG	Plettenberg	608	Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen
Friedr. Gustav Theis Kaltwalzwerke GmbH	Hagen	632	Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen
Wagener GmbH & Co. KG Stahldrahtwerk	Altena	677	Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen
Metallwerk Sundern (MESU) Otto Brumberg GmbH & Co. KG	Sundern	884	Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen
Viega GmbH & Co. KG Werk Elspe	Lenne	1010	Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen
Damm Galvanik GmbH & Co. KG Reinhold	Attendorn	1040	Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen
Vossloh AG BV Oberflächentechnik GmbH	Werdohl	565	Oberflächenbehandlung von Metallen
ThyssenKrupp VDM GmbH, Werdohl - Werk Werdohl	Werdohl	573	Oberflächenbehandlung von Metallen
Sundwiger Drehtechnik GmbH	Hemer	634	Oberflächenbehandlung von Metallen
Sundwiger Messingwerk GmbH & Co. KG	Hemer	636	Oberflächenbehandlung von Metallen
ThyssenKrupp Steel AG Werk Finnentrop	Finnentrop	1014	Oberflächenbehandlung von Metallen
H. Künne GmbH & Co. KG	Hemer	1169	Oberflächenbehandlung von Metallen
TSR Recycling GmbH & Co. KG Niederlassung Duisburg	Duisburg	470	Verwertung Beseitigung Behandlung gefährlicher Abfälle
Mark-E AG, Kraftwerk Elverlingsen	Werdohl	593	Verwertung Beseitigung Behandlung gefährlicher Abfälle
Siegfried Jacob Metallwerke GmbH & Co. KG	Ennepetal	618	Verwertung Beseitigung Behandlung gefährlicher Abfälle
Chemische Fabrik Wocklum Gebr. Hertin GmbH & Co KG		640	Verwertung Beseitigung Behandlung gefährlicher Abfälle
Hexion Specialty Chemicals GmbH	Iserlohn	612	Chemische Industrie/organische Chemikalien
Perstorp Chemicals GmbH	Arnsberg	805	Chemische Industrie/organische Chemikalien
KSM Kunststofftechnik Meschede GmbH & Co. KG	Meschede	900	Chemische Industrie/organische Chemikalien
Stora Enso Kabel GmbH & Co. KG ehem. Feldmühle	Hagen	574	Herstellung von Papier und Pappe
Reno De Medici Arnsberg GmbH	Arnsberg	806	Herstellung von Papier und Pappe
Mitteldeutsche Hartsteinindustrie GmbH	Winterberg	838	Verarbeitung Bitumen/Teer
Rudolf Hilgenroth GmbH & Co. KG Boden- und Bauschuttdeponie	Sundern	879	Verarbeitung Bitumen/Teer
Honsel AG	Meschede	807	Deponie/keine Inertabfälle
Sauerländer Spanplatten GmbH & Co. KG	Arnsberg	851	Herstellung Holzspanplatten
Deutsche Gasrußwerke GmbH	Dortmund	626	Herstellung Ruß
Aquatherm GmbH Kunststoff-, Extrusion-, Spritzgießtechnik	Attendorn	1061	Kunststoffverarbeitung
TanQuid Tanklager Duisburg	Duisburg	476	Lagerung brennbare Flüssigkeiten
Brauerei C. & A. Veltins GmbH & Co.	Meschede	813	Nahrungsmittelherstellung/Brauerei

Anhand der Angaben aus dem Direkteinleiterverzeichnis (NIKLAS-IGL) wurden die zum Stand Juli 2010 bestehenden Abwasserbehandlungsanlagen ermittelt. Insgesamt wurden 58 Betriebe identifiziert, in denen an 332 Anfallstellen Abwässer anfallen, die in insgesamt 104 Abwasserbehandlungsanlagen behandelt werden. In Tabelle 5.12 sind für die Abwässer, die nach den Anhängen der Abwasserverordnung (AbwV) charakterisiert sind, die Anzahl der Betriebe und der Anfallstellen für die Abwässer sowie die Anzahl der Abwasserbehandlungsanlagen in den Betrieben aufgeführt.

Tabelle 5.12: Art und Anzahl der Betriebe, in denen anfallende Abwässer in einer Abwasserbehandlungsanlage (ABA) behandelt werden. (Daten aus NIKLAS-IGL)

Anhang der AbwV	Anwendungsbereiche	Anzahl der Betriebe mit ABA für Abwasser nach Anhang AbwV	Anzahl von Anfallstellen mit Abwasser nach Anhang AbwV	Anzahl der ABA in den Betrieben
1	Häusliches und kommunales Abwasser	11	12	19
11	Brauereien	1	1	1
16	Steinkohlenaufbereitung	1	1	3
17	Herstellung keramischer Erzeugnisse	1	1	1
26	Steine und Erden	6	15	11
27	Behandlung von Abfällen durch chem. und phys. Verfahren (CP-Anlagen) sowie Altölaufbereitung	1	1	1
28	Herstellung von Papier und Pappe	1	1	2
29	Eisen- und Stahlerzeugung	4	9	7
31	Wasseraufbereitung, Kühlsysteme, Dampferzeugung	33	71	55
33	Wäsche von Abgasen aus der Verbrennung von Abfällen	1	1	3
40	Metallbearbeitung, Metallverarbeitung	4	14	15
47	Wäsche von Rauchgasen aus Feuerungsanlagen	1	1	3
49	Mineralöhlhaltiges Abwasser	12	13	21
keine Angabe		47	191	82

Dabei sind Mehrfachnennungen möglich, da in einigen Betrieben in einer Abwasserbehandlungsanlage mehrere Abwässer unterschiedlicher Zuordnung zu den Anhängen der Abwasserverordnung behandelt werden. Bei über der Hälfte der Anfallstellen liegen allerdings keine Informationen über die Zuordnung des Abwassers zu den Anhängen der Abwasserverordnung vor, so dass die Ergebnisse der Auswertungen nur tendenzielle Aussagekraft haben. Am häufigsten fallen Abwässer aus Anlagen der Wasseraufbereitung,

Kühlsystemen oder der Dampferzeugung an, gefolgt von Abwässern des Anwendungsbereichs Steine und Erden, häuslichen und kommunalen Abwässern sowie mineralölhaltigen Abwässern. Über die Behandlung von Abwässern aus der Metallbearbeitung und Metallverarbeitung (Anhang 40 AbwV) liegen nur Informationen zu 4 Betrieben vor. In diesen Betrieben fallen an 14 Anfallstellen Abwässer nach Anhang 40 AbwV an. Die Abwässer dieser Betriebe werden in insgesamt 15 Abwasserbehandlungsanlagen behandelt.

Die Angaben zu den Abwasserbehandlungsanlagen wurden weiterhin dahingehend ausgewertet, welche Verfahren zur Behandlung der verschiedenen Abwässer eingesetzt werden. Dabei wurden keine Verfahren berücksichtigt, die für eine Elimination organischer Industriechemikalien grundsätzlich nicht geeignet sind, wie z. B. Rechen, Sieb, Neutralisation oder Ausgleichsbecken. Sedimentation und Filtration wurden als mögliche Verfahren berücksichtigt, da hiermit Stoffe, die an Partikel adsorbiert sind, entfernt werden können. Ebenfalls nicht berücksichtigt wurden Angaben zur Nitrifikation, Denitrifikation, Phosphatelimination und ob in der Abwasserbehandlungsanlage nur ein reiner Kohlenstoffabbau erfolgt.

Es zeigte sich, dass folgende Verfahren, zu denen prinzipiell Angaben möglich sind, in keinem einzigen Fall eingesetzt wurden: Flotation, Flotation mit chemischen Hilfsstoffen, Absorption, Eindampfen, Elektrolyse, Emulsionsspaltung mit chemischen Hilfsstoffen, Extraktion, Ionentausch, Umkehrosmose, Oxidation, Ozonung, Strippen, Tauchkörper (Aerobiologie), Sequencing Batch Reactor (Aerobiologie) und thermophile Anaerobiologie. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5.13 aufgeführt. Auch hier sind Mehrfachnennungen enthalten, wenn z. B. Abwässer aus unterschiedlichen Anfallstellen einer gemeinsamen Abwasserbehandlungsanlage zugeführt werden.

Abwässer aus der Wasseraufbereitung, aus Kühlsystemen oder der Dampferzeugung (Anhang 31 AbwV), Abwässer aus dem Anwendungsbereich Steinen und Erden (Anhang 26 AbwV) und mineralölhaltige Abwässer (Anhang 49 AbwV) werden vorwiegend mittels Sedimentation und Leichtflüssigkeitsabscheider behandelt, während häusliche und kommunale Abwässer (Anhang 1 AbwV) vorwiegend mittels Sedimentation, Leichtflüssigkeitsabscheider und Belebtschlammanlage behandelt werden. Abwässer aus der Metallbearbeitung und Metallverarbeitung (Anhang 40 AbwV) werden vorwiegend mittels Leichtflüssigkeitsabscheider behandelt. Weitergehende Abwasserbehandlungsverfahren, die ggf. besonders gut zur Elimination von organischen Industriechemikalien geeignet sein können (wie z. B. Adsorption, Oxidation, Ozonung, Membranverfahren und chemische Abscheideverfahren, Flockung und Fällung), werden nicht oder nur in sehr geringem Ausmaß eingesetzt.

Tabelle 5.13: Eingesetzte Verfahren in den Abwasserbehandlungsanlagen (ABA) (Daten aus NIKLAS-IGL)

Anhang der AbwV	Anzahl der ABA für Abwasser nach Anhang AbwV mit folgenden Verfahren											
	Sedimentation	Filtration	Leichtflüssigkeitsabscheider	Schwerflüssigkeitsabscheider	Adsorption	Chemische Abscheideverfahren	Fällung/Flockung	Belebtschlammanlage	Tropfkörper	Pflanzenkläranlage	Schönungsteich	Mesophile Anaerobiologie
1	12	1	6	2	0	1	3	9	3	2	1	2
7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0
16	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	10	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
28	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
29	2	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	2
31	21	4	28	0	1	1	3	4	1	1	1	0
33	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
40	0	1	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0
47	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
49	11	0	13	1	0	0	2	2	0	0	0	0
keine Angabe	31	6	47	3	2	3	6	8	2	2	1	0

Einige Betriebe leiten ihre Abwässer nicht nur als Direkteinleiter in die Ruhr oder deren Nebengewässer ein, sondern auch als Indirekteinleiter in kommunale Kläranlagen. Eine Übersicht über diese Betriebe, die auch in der Direkteinleiterdatenbank NIKLAS-IGL aufgeführt sind, geht aus Tabelle 5.14 hervor. Die Lage dieser Betriebe im Ruhreinzugsgebiet ist in Bild 5.17 dargestellt.

Es wird ersichtlich, dass diese Betriebe vorwiegend Kühlwässer (charakterisiert durch den Anhang Nr. 31 der AbwV) als Direkteinleiter in die Ruhr bzw. deren Nebenflüsse ableiten, während die Abwässer aus anderen Produktionsbereichen vorwiegend als Indirekteinleitungen in kommunale Kläranlagen abgeleitet werden. Besonders häufig werden von diesen Betrieben Abwässer aus der Metallbearbeitung und Metallverarbeitung (Anhang Nr. 40 AbwV) und mineralölhaltige Abwasser (Anhang Nr. 49 AbwV) als Indirekteinleitungen abgegeben. Eine Übersicht über die Anwendungsbereiche der Anhänge der AbwV ist im Anhang (Kapitel 14.1) aufgeführt. Es liegt daher die Vermutung nahe, dass Betriebe ggf. vorwiegend nicht oder nur gering mit organischen Industriechemikalien belastete Abwässer als Direkteinleitungen abgeben, während höher belastete Abwässer als Indirekteinleitungen abgegeben werden. So wurde z. B. die Chemikalie TOSU (2,4,8,10-Tetra-oxospiro(5,5)-

undecan) über die Indirekteinleitung der Fa. Perstorp Chemicals GmbH in die kommunale Kläranlage Neheim-Hüsten abgegeben und gelangte über diesen Eintragungspfad in die Ruhr (LANUV NRW, 2009). Die Substanz, die bei der Produktion von Pentaerythrit anfällt, welches wiederum zur Herstellung von Alkydharzen sowie Weichmachern und Emulgatoren verwendet wird, wurde bereits seit 1994 regelmäßig in der Ruhr gefunden und im Jahr 2000 mit Rohwasserkonzentrationen bis zu 69 µg/l nachgewiesen. Im Trinkwasser einiger Wasserwerke waren Konzentrationen bis zu 3 µg/l nachweisbar (KALBERLAH, 2008). Die Konzentrationen von TOSU in der Ruhr konnten durch den Bau und Betrieb einer Umkehrosmoseanlage und weitere ergänzende Maßnahmen auf Werte unterhalb des GOW von 0,3 µg/l reduziert werden (MUNLV NRW, 2009).

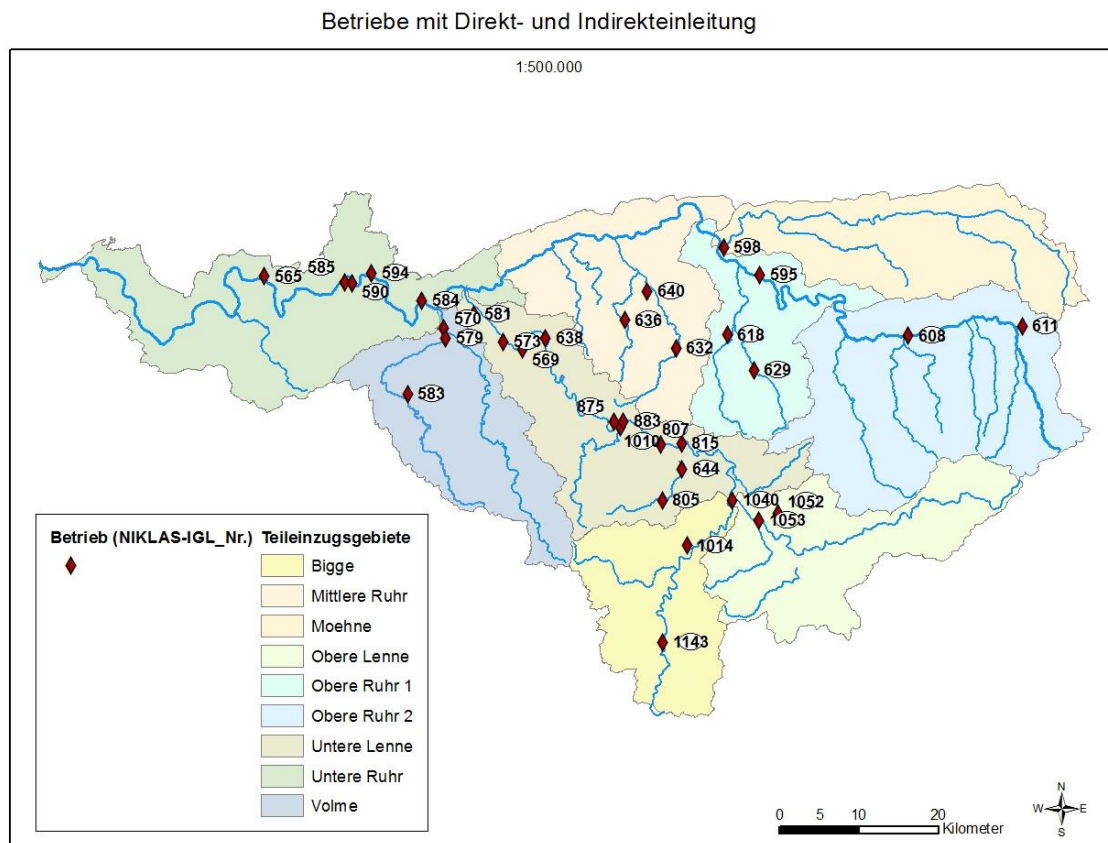


Bild 5.17: Lage und NIKLAS-IGL Betriebsnummer der Betriebe, die Abwässer sowohl als Direkt- als auch als Indirekteinleiter ableiten (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

Tabelle 5.14: Betriebe im Ruhreinzugesgebiet, die Abwässer sowohl als Direkt- als auch als Indirekteinleiter ableiten (Daten aus NIKLAS-IGL und INKA)

Betrieb	Stadt/ Gemeinde	NIKLAS-IGL Betriebs nummer	Direkt- einleitung Nr. Anhang AbwV	Indirekt- einleitung Nr. Anhang AbwV
Vossloh AG BV Oberflächentechnik GmbH	Stadt Werdohl	565	31	55
Mahle Brockhaus GmbH	Stadt Plettenberg	569	31	40
Mark-E Aktiengesellschaft Cuno	Stadt Herdecke	570	31	n.z.
ThyssenKrupp VDM GmbH, Werdohl - Werk Werdohl	Stadt Werdohl	573	40	40
Schmiedag GmbH & Co KG	Stadt Hagen	579	31	29
EWS - Edelstahlwerke Südwestfalen GmbH Werk Wehringhausen	Stadt Hagen	581	29, 31	49
Hoesch Hohenlimburg GmbH	Stadt Hagen	583	29	40
OBO Bettermann GmbH & Co Hüingsen	Stadt Menden	584	31	40
Bilstein GmbH & Co. Kaltwalzwerk	Stadt Hagen	585	31	49
P-D refractories Dr. C. Otto GmbH	Stadt Bochum	590	17, 31	40
DEUTSCHE EDELSTAHLWERKE GmbH	Stadt Witten	594	29	29, 40, 49
Friedrich Lohmann GmbH Werk Witten-	Stadt Witten	595	31	49
Risse + Wilke Kaltband GmbH & Co.	Stadt Iserlohn	598	31	40
DURA Automotive Body & Glass Systems GmbH & Co KG	Stadt Plettenberg	608	31	40
ThyssenKrupp Bilstein Suspensions GmbH	Stadt Werdohl	611	31	40
Siegfried Jacob Metallwerke GmbH & Co.	Stadt Ennepetal	618	n.z.	n.z.
Novelis Deutschland GmbH Werk Ohle	Stadt Plettenberg	629	31	27
Friedr. Gustav Theis Kaltwalzwerke GmbH	Stadt Hagen	632	31	31
Sundwiger Messingwerk GmbH & Co. KG	Stadt Hemer	636	31	40
Messingwerk Plettenberg Herfeld GmbH & Co. KG	Stadt Plettenberg	638	31	40
Chemische Fabrik Wocklum Gebr. Hertin GmbH & Co KG	Stadt Balve	640	31	22
Ruhrtaler Gesenkschmiede F. W. Wengeler GmbH & Co. KG	Stadt Witten	644	31	49
Perstorp Chemicals GmbH	Stadt Arnsberg	805	31	49
Honsel AG	Stadt Meschede	807	31	40
BJB GmbH & Co KG	Stadt Arnsberg	815	31	40
Severin Elektrogeräte GmbH	Stadt Sundern	875	31	40
Olsberg Hermann Everken GmbH	Stadt Olsberg	883	n.z.	49
Viega GmbH & Co. KG Werk Elspe	Stadt Lennestadt	1010	31	49
ThyssenKrupp Steel AG Werk Finnentrop	Gemeinde Finnentrop	1014	29	40
Damm Galvanik GmbH & Co. KG Reinhold	Stadt Attendorn	1040	31	40, 49
VIA Oberflächentechnik GmbH	Stadt Lennestadt	1052	31	49
Gebr. Kemper GmbH + Co.KG Metallwerke	Stadt Olpe	1053	31	49
Stadtwerke Sundern Wasserwerk	Stadt Sundern	1143	n.z.	49

n.z. = keinem Anhang der AbwV zugeordnet

5.3.1 Ermittlung von eingeleiteten Frachten anhand der Überwachungsergebnisse von Direkteinleitern

Die Einleitungen der Direkteinleiter werden hinsichtlich der Einhaltung der Anforderungen an Inhaltsstoffe und Abwassermenge überwacht. Der Parameterumfang der Überwachung, die Überwachungswerte (einzuhaltende Werte) und die Überwachungsergebnisse sind in den Datenbanken der Datendrehscheibe Einleiterüberwachung Abwasser (D-E-A) enthalten und wurden dahingehend ausgewertet, welche Direkteinleiter welche organischen Industriechemikalien und mit welchen Frachten in die Ruhr und deren Nebengewässer ableiten.

Es wurde ersichtlich, dass nicht für alle Messstellen Angaben zu Überwachungswerten des Abflusses oder der Konzentrationen organischen Industriechemikalien (als Einzelstoffe) vorliegen. Eine Berechnung von potenziell möglichen Einleitungsfrachten organischer Industriechemikalien an den einzelnen Messstellen anhand der Überwachungswerte ist daher aufgrund des geringen Umfangs der Angaben nicht möglich.

Eine Auswertung der Überwachungsergebnisse ermöglicht jedoch die Berechnung von Frachten, die an einzelnen Messstellen in die Ruhr und deren Nebenflüsse eingeleitet werden. Eine zunächst allgemeine Übersicht über die Anzahl der überwachten Messstellen in den Jahren 2000 bis 2009 gibt Tabelle 5.15. Für das Jahr 2009 lagen zum Stand Juli 2010 noch keine Eintragungen von Überwachungsergebnissen für organische Stoffe in den übermittelten Datenbanken vor. Die Anzahl der überwachten Messstellen schwankt zwischen ca. 170 bis 210 pro Jahr. Eine Frachtberechnung organischer Stoffe ist jedoch nicht an jeder Messstelle möglich, da diese nicht immer an jeder Messstelle gemessen wurden. Auch ist der Parameterumfang der gemessenen organischen Stoffe nicht immer für jede Messstelle konstant. Aus Tabelle 5.15 kann jedoch nicht entnommen werden, wie viele bzw. welche Betriebe und welche Parameter wie häufig überwacht wurden. Insbesondere der Parameterumfang, die Überwachungshäufigkeit und die Überwachungsergebnisse sind jedoch zur Berechnung und Interpretation von Jahresfrachten von Interesse, die im Folgenden noch erläutert werden. Ergänzende Detailinformationen zu Tabelle 5.15. werden daher in Tabelle 5.16 und Tabelle 5.17 aufgeführt. Eine Aufstellung der in den Jahren 2000 bis 2008 überwachten Direkteinleitern geht aus Tabelle 5.16 hervor. Eine Übersicht über die in dem Jahren 2000 bis 2008 überwachten organischen Einzelstoffe ist in Tabelle 5.17 aufgeführt. Neben organischen Industriechemikalien wurden vereinzelt auch Pflanzenschutzmittel überwacht.

Tabelle 5.15: Anzahl der überwachten Messstellen und der Messstellen mit möglicher Frachtberechnung für organische Stoffe aus den Jahren 2000 bis 2009 (Daten aus D-E-A)

Jahr	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Anzahl der überwachten Messstellen	214	209	206	198	196	206	186	176	173	22
Anzahl der Messstellen, an denen Frachten organischer Stoffe berechnet werden konnten	9	7	7	8	8	10	9	8	11	0
Anzahl der Direkteinleiter, für die Frachten organischer Stoffe berechnet werden konnten	8	6	7	8	8	9	9	8	8	0
Anzahl der organischen Stoffe, für die Frachten berechnet werden konnten	30	76	29	26	26	31	33	27	32	0

Tabelle 5.16: Direkteinleiter, die in den Jahren 2000 bis 2008 auf organische Einzelstoffe überwacht wurden (Daten aus D-E-A)

Name Direkteinleiter/Betrieb	Jahr									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Stora Enso Kabel GmbH & Co. KG			X			X	X	X	X	
EWS - Edelstahlwerke Südwestfalen GmbH Werk Wehringhausen								X		
Fa. Perstorp Chemicals GmbH			X	X	X	X	X			
Brauerei C. & A. Veltins GmbH & Co.						X				
Chemische Fabrik Wocklum	X	X	X	X	X	X	X	X		
Sundwiger Drehtechnik GmbH	X									
Albert Erdmann GmbH & Co. KG Drahtwerk	X	X	X	X	X		X	X	X	
Eissporthalle Iserlohn		X								
Medice Chem.-Pharm. Fabrik	X									
Märkischer Kreis Deponie Lüdens.- Lösenbachtal				X	X	X	X	X	X	
Gebr. Niggemann GmbH & Co				X	X	X	X	X	X	
Vossloh AG BV Oberflächentechnik GmbH	X	X	X	X	X	X	X		X	
Mark-E AG, Kraftwerk Elverlingsen	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
ThyssenKrupp VDM GmbH, Werdohl - Werk Werdohl	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Kruse Recycling GmbH	X									
VIA Oberflächentechnik GmbH									X	

**Tabelle 5.17: Organische Einzelstoffe, die in den Jahren 2000 bis 2008 bei
 Direkteinleitern überwacht wurden und Anzahl der
 Überwachungsergebnisse (Daten aus D-E-A)**

Stoffname	Anzahl der Überwachungsergebnisse im Jahr								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1,1,1-Trichlorethan	49	60	67	97	109	123	93	329	344
1,2,3-Trichlorbenzol		60	67	97	109	123	93	329	344
1,2,4,5-Tetrachlorbenzol							58	325	341
1,2,4-Trichlorbenzol		60	67	97	109	123	93	329	344
1,2,4-Trimethylbenzol	9	8	6	7	2	4	4		2
1,2-Dichlorbenzol		60	67	97	109	123	93	329	344
1,2-Dichlorethan		60	67	97	109	123	93	329	344
1,2-Dichlorethen, cis		60	67	97	109	123	93	329	344
1,2-Dichlorethen, trans		60	67	97	109	123	93	329	344
1,3,5-Trichlorbenzol		60	67	97	109	123	93	329	344
1,3,5-Trimethylbenzol	9	8	6	7	2	4	4		2
1,3-Dichlorbenzol		60	67	97	109	123	93	329	344
1,4-Dichlorbenzol		60	67	97	109	123	93	329	344
2,4,8,10-Tetraoxaspiro[5.5]undecan			6	8	6	8	4		
2-Ethyltoluol		1							
Acenaphthen	1	1							
Ampa						1			
Anthracen	1	1							
Atrazin		1							
Benzo(a)anthracen	1	1							
Benzo(a)pyren	1	1							
Benzo(b)fluoranthen	1	1							
Benzo(ghi)perylene	1	1							
Benzo(k)fluoranthen	1	1							
Benzol	9	8	6	7	2	4	4		2
Bromacil		1							
Bromdichlormethan		60	67	97	109	123	93	329	344
Butylbenzol		1							
Carbetamid		1							
Chloridazon		1							
Chloroform	10	60	67	94	109	123	93	328	343
Chloroxuron		1							
Chlorpropham		1							
Chlortoluron		1							
Chrysen	1	1							
Cyanazin		1							
Desethylatrazin		1							
Desethylterbutylazin		1							
Desisopropylatrazin		1							
Dibenz(ah)anthracen	1	1							
Dibromchlormethan						1	69	325	341
Dichlormethan	49	60	67	97	109	123	93	329	344
Diethylentriaminpentaessigsäure (DTPA)			1			20	3	1	14

Fortsetzung Tabelle 5.17

Stoffname	Anzahl der Überwachungsergebnisse im Jahr								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Dimefuron		1							
Diuron		1							
Ethidimuron		1							
Ethofumesat		1							
Ethylbenzol	9	8	6	7	2	4	4		2
Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)			1			20	3	1	14
Fluoranthren	1	1							
Fluoren	1	1							
Hexachlorbutadien							58	325	341
Indan		1							
Inden		1							
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1	1							
Isopropylbenzol	9	8	6	7	2	4	4		2
Isoproturon		1							
Leichtflüchtige HKW, Summe gem. AbwV	49	59	67	97	109	123	93	329	344
Linuron		1							
Metamitron		1							
Metazachlor		1							
Methabenzthiazuron		1							
Metobromuron		1							
Metolachlor		1							
Metoxuron		1							
Monolinuron		1							
m-Xylol und p-Xylol	9	8	6	7	2	4	4		2
Naphthalin	1	1							
Nitrilotriessigsäure (NTA)			1			20	3	1	14
o-Xylol	9	8	6	7	2	4	4		2
Perfluoroctansäure									1
Perfluoroktansulfonsäure									1
Phenanthren	1	1							
Polycyclische aromatische KW, gesamt	2	1							
Prometryn		1							
Propazin		1							
Pyren	1	1							
sec.-Butylbenzol		1							
Simazin		1							
Summe aus PFOA und PFOS									1
Terbutryn		1							
Terbutylazin		1							
tert.-Butylbenzol		1							
Tetrachlorethen	49	60	67	97	109	123	93	329	344
Tetrachlormethan		60	67	97	109	123	93	329	344
Toluol	9	8	6	7	2	4	4		2
Tribrommethan							63	325	341
Trichlorethen	49	60	67	97	109	123	93	329	344

Aus den Überwachungsergebnissen organischer Industriechemikalien und den Jahresschmutzwassermengen wurden die Frachten abgeschätzt, die von den Direkteinleitern in die Ruhr und deren Nebengewässer emittiert werden. Tabelle 5.18 zeigt die in die Ruhr und deren Nebengewässer eingeleiteten Frachten für die Jahre 2000 bis 2008, wobei nur Stoffe aufgeführt wurden, für die in mindestens einem der Jahre auch Frachten mit einem Wert größer als null Tonnen pro Jahr ermittelt wurden. Eingeleitete Frachten mit Werten größer oder gleich 10 kg/a wurden in Tabelle 5.18 hervorgehoben.

Tabelle 5.18: Eingeleitete Frachten aus den Jahren 2000 bis 2008 (arith. Mittelwerte) (Daten aus D-E-A)

Name	Fracht in to/a								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Dichlormethan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,01	<0,01	0,00	0,00
Chloroform	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,00	0,00	0,00	<0,01	<0,01
Tetrachlormethan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,01	0,00
Tribrommethan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,01	0,00	0,00
1,2-Dichlorethan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bromdichlormethan	0,00	0,00	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,00	0,00
Dibromchlormethan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,01	<0,01	0,00	0,00
1,1,1-Trichlorethan	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Trichlorethen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tetrachlorethen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,00
1,2-Dichlorethen, cis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,2-Dichlorethen, trans	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leichtflüchtige HKW	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ampa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,15	0,00	0,00	0,00
Naphthalin	<0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Phenanthren	<0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Polycyclische aromatische KW	<0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,4,8,10-Tetraoxaspiro[5.5]undecan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Nitrilotriessigsäure (NTA)	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,08	0,02	0,04	0,07
Ethylendinitrietetraessigsäure (EDTA)	0,00	0,00	0,34	0,00	0,00	8,78	1,90	6,69	7,85
Diethylentriaminpentaessigsäure (DTPA)	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	114,40	47,32	131,83	41,52

Höhere eingeleitete Frachten mit über einer Tonne pro Jahr wurden lediglich für EDTA und DTPA nachgewiesen, wobei als Einleiter der Betrieb Stora Enso Kabel GmbH & Co. KG identifiziert werden konnte, in dem Druckpapiere hergestellt werden. Weiterhin ergibt sich eine Fracht von über 7 to/a des Pflanzenschutzmittels Ampa, die gemäß den Angaben aus der Datenbank aus der Einleitung der Brauerei Veltins stammt. Diese Fracht wurde anhand eines einzelnen Messwerts ermittelt, so dass zunächst die Vermutung nahe liegen kann, dass es sich hierbei um einen Fehler bei der Messung oder beim Eintrag der Daten in die Datenbank handelt. Andererseits wird von BORGSMANN ET AL. (2006) berichtet, dass nach einer Mitteilung des StUA Lippstadt aus dem Jahr 2004 in der Wenne im Abstrom der

Einleitungen der Brauerei Veltins hohe Konzentrationen von Ampa gefunden wurden. Es wird weiterhin darauf verwiesen, dass Ampa nicht nur ein Abbauprodukt des Herbizids Glyphosat, sondern auch einiger phosphonsäurehaltiger Detergentien ist. Ein direkter Zusammenhang zwischen den Einleitungen der Brauerei Veltins und der in der Wenne gemessenen Ampa-Konzentration wird aber von BORGSMANN ET AL. (2006) nicht hergestellt, er empfiehlt jedoch zur Eingrenzung der Belastung Ampa-Messungen am Standort Veltins.

5.3.2 Schlussfolgerungen aus der Auswertung der Daten zu Direkt-einleitungen

Die Auswertung der Informationen aus der D-E-A (Datendrehscheibe Einleiterüberwachung Abwasser) des Landes Nordrhein-Westfalen zu Direkt-einleitungen ermöglichen eine Charakterisierung der Herkunft der Direkt-einleitungen hinsichtlich der Abwassermengen und der Branchen der Industriebetriebe.

Die überwiegende Anzahl der Direkt-einleitungen stammt aus der Wasseraufbereitung, aus Kühlsystemen und der Dampferzeugung. Aus dieser Branche stammt auch der überwiegende Anteil der von Direkt-einleitern eingeleiteten Schmutzwassermenge. Häusliche und kommunale Abwässer werden häufig, jedoch mit nur geringer Schmutzwassermenge eingeleitet. Industrielle Einleitungen erfolgen dazu in vergleichsweise geringer Anzahl und Menge, wobei die Herstellung von Papier und Pappe (fälschlicher Weise in NIKLAS-IGL als Zellstoffherzeugung deklariert) mit nur einem Betrieb eine vergleichsweise hohe Schmutzwassermenge aufweist.

Eine detaillierte Charakterisierung ist nur für wenige Betriebe möglich, die in der Direkt-einleiter-Datenbank NIKLAS-IGL erfasst sind. Aufgrund der Einstufung von Anlagen dieser Betriebe nach BImSchG, IVU-Richtlinie, NOSE-P und PRTR konnten 32 Betriebe identifiziert werden, von denen potenziell eine Einleitung von organischen Industriechemikalien ausgehen kann. Fünfzehn dieser Betriebe verfügen über Anlagen zur Oberflächenbehandlung von Metallen und/oder Kunststoffen.

Eine Auswertung der Abwasserbehandlungsanlagen der Direkt-einleiter ergab, dass die meisten Anlagen zur Behandlung von Abwässern aus der Wasseraufbereitung, Kühlsystemen oder der Dampferzeugung (Anhang 31), Abwässern aus dem Anwendungsbereich Steine und Erden (Anhang 26), mineralöhlhaltige Abwässern (Anhang 49) und häuslichen und kommunalen Abwässern (Anhang 1) dienen. Dabei kommen vorwiegend konventionelle Verfahren zum Einsatz (Sedimentation, Leichtflüssigkeitsabscheider und Belebtschlammanlage). Abwässer aus der

Metallbearbeitung und Metallverarbeitung (Anhang 40) werden vorwiegend mittels Leichtflüssigkeitsabscheider behandelt. Weitergehende Abwasserbehandlungsverfahren, die ggf. besonders gut zur Elimination von organischen Industriechemikalien geeignet sein können (wie z. B. Adsorption, Oxidation, Ozonung, Membranverfahren und chemische Abscheideverfahren, Flockung und Fällung), werden bei den Direkteinleitern nicht oder nur in sehr geringem Ausmaß eingesetzt (siehe Tabelle 5.13).

Einige Betriebe leiten ihre Abwässer sowohl als Direkteinleiter als auch als Indirekteinleiter ab. Es zeigte sich, dass diese Betriebe vorwiegend Kühlwässer als Direkteinleiter in die Ruhr bzw. deren Nebenflüsse ableiten, während die Abwässer aus anderen Produktionsbereichen vorwiegend als Indirekteinleitungen in kommunale Kläranlagen abgeleitet werden. Es liegt daher die Vermutung nahe, dass Betriebe ggf. vorwiegend nicht oder gering mit organischen Industriechemikalien belastete Abwässer als Direkteinleitungen abgeben, während höher belastete Abwässer als Indirekteinleitungen abgegeben werden

Die Berechnung von eingeleiteten Frachten organischer Einzelstoffe ist aufgrund der Datenlage nur an wenigen Einleitungsstellen und für wenige Einzelstoffe möglich. Aufgrund der Überwachungsergebnisse werden EDTA und DTPA mit Frachten über einer Tonne pro Jahr eingeleitet, wobei die Einleitung nur von einem Betrieb der Papierherstellung (Stora Enso Kabel GmbH & Co. KG) herrührt. Weiterhin bestehen Anhaltspunkte, dass die Substanz Ampa in größeren Mengen von der Brauerei Veltins eingeleitet wird.

6 Ermittlung des Eintragspotenzials organischer Industriechemikalien im Ruhrlängsverlauf

Wie in Kapitel 5 dargelegt wurde, leiten insgesamt 4.508 Indirekteinleiter (Stand Juli 2010) im Ruhreinzugsgebiet ihre Abwässer in kommunale Kläranlagen ein, die wiederum in die Ruhr und deren Nebenflüsse entwässern. Weiterhin leiten 294 Betriebe ihre Abwässer als Direkteinleiter direkt in die Ruhr und deren Nebengewässer. Eine schematische Übersicht über die abflussreichsten Nebenflüsse und größten Kläranlagen, die direkt in die Ruhr einleiten, ist in Bild 6.1 dargestellt. Die Stationierung einer Einleitungsstelle in die Ruhr gibt dabei deren Entfernung entlang des Flusslaufs von der Mündung der Ruhr in den Rhein an. Die Stationierung der Ruhr beginnt an der Ruhrmündung in den Rhein und endet an der Ruhrquelle bei Kilometer 219,2.

Einleitungen großer Nebenflüsse und Kläranlagen in die Ruhr

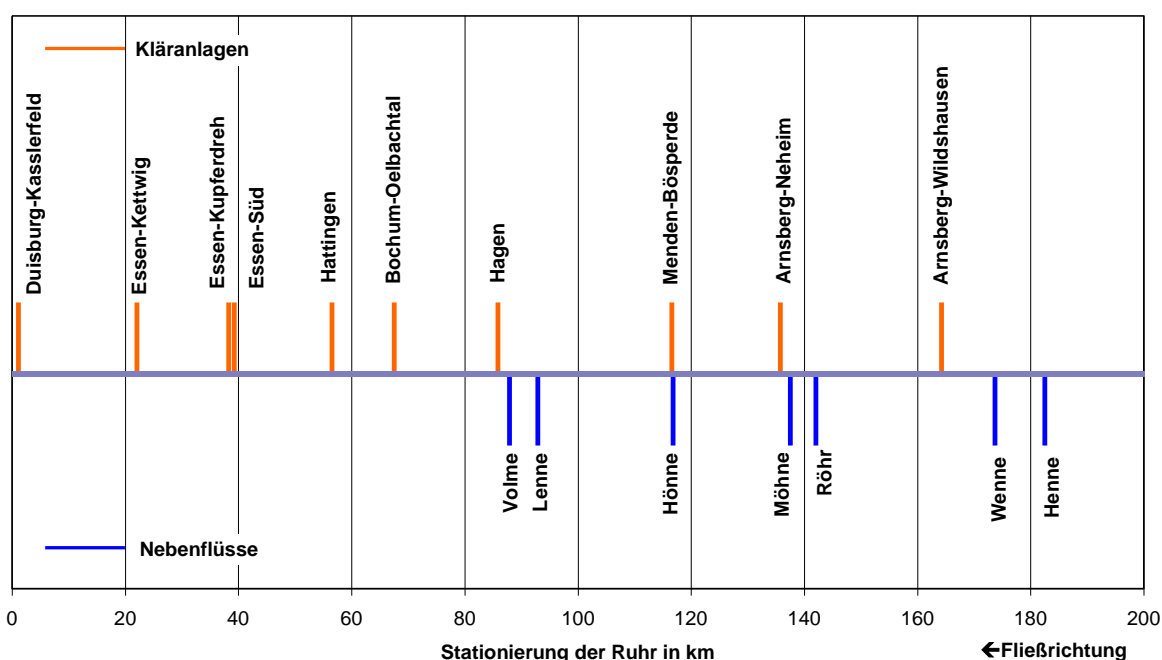


Bild 6.1: Stationierung der Einleitung der größten Nebenflüsse und der größten Kläranlagen, die direkt in die Ruhr einleiten

Infolge der Einleitung von Industriebetrieben besteht grundsätzlich eine potenzielle Gefahr, dass organische Industriechemikalien durch diese Einleitungen mittelbar (über Indirekteinleitungen) oder unmittelbar (über Direkteinleitungen) in die Ruhr eingeleitet werden.

Das Eintragspotenzial organischer Industriechemikalien ist daher zum einen von der Anzahl der Betriebe abhängig, deren Abwässer letztendlich in die Ruhr gelangen und zum anderen

von den emittierten Stoffen sowie deren Mengen und Eigenschaften. Da die Auswertung der zur Verfügung stehenden Daten keine verlässlichen Aussagen über emittierte Stoffe und Stoffmengen aus den Industriebetrieben im Ruhreinzugsgebiet ermöglicht, soll unter dem Eintragungspotenzial vereinfachend die Summe der Anzahl der Betriebe verstanden werden, die ihre Abwässer in die Ruhr direkt oder über deren Nebenflüsse abgeben. Eine Spezifikation des Eintragungspotenzials erfolgt durch eine Charakterisierung der Einleitungen gemäß der Zuordnung zu einem Anhang der Abwasserverordnung.

6.1 Ermittlung des Eintragungspotenzials organischer Industriechemikalien durch Indirekteinleiter im Ruhrlängsverlauf

Wie aus Bild 5.1 unter Einbeziehung von Bild 6.1 zu entnehmen ist, sind die größten Zunahmen an Indirekteinleitern im Bereich der Einmündung der Lenne (Flusskilometer 92,74) und an der Kläranlage Bochum-Ölbachtal (Flusskilometer 67,42) zu verzeichnen, die auch mit einer starken Zunahme des Industriewasseranteils einhergehen. Bei der Mehrzahl der Indirekteinleiter handelt es sich im Einzugsgebiet der Lenne um Indirekteinleiter, die dem Anhang 40 der AbwV und dem Anhang 49 zugeordnet sind. Im Einzugsgebiet der Kläranlage Bochum-Ölbachtal überwiegen ebenfalls bei den 1.099 Indirekteinleitern die Anhänge 40 und 49 der AbwV. Hinzu kommt noch eine größere Anzahl von Indirekteinleitern, die dem Anhang 48 (Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe) zuzuordnen sind.

Da in den Abläufen der dem Einzugsbereich der Ruhr zuzuordnenden Kläranlagen nur stichprobenartig Messungen auf organische Industriechemikalien (überwiegend PFT) erfolgen und wie schon in Kapitel 5.1 erläutert aus den vorliegenden Daten keine Angaben über Art und Menge der von den Industriebetrieben abgegebenen Schadstoffe erfolgen können, sind Aussagen über das Eintragungspotenzial organischer Industriechemikalien durch die Indirekteinleiter über die Kläranlagen zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich.

6.2 Ermittlung des Eintragungspotenzials organischer Industriechemikalien durch Direkteinleiter im Ruhrlängsverlauf

In Bild 6.2 bis Bild 6.4 sind die Summen der Anzahl und der Abwassermengen der Betriebe dargestellt, die als Direkteinleiter in die Ruhr und deren Nebenflüsse entwässern, charakterisiert jeweils durch den Anhang der Abwasserverordnung, dem die Einleitung zugeordnet ist. Auf die Darstellung der Summen wurde in den Fällen verzichtet, in denen sich weniger als 10 Direkteinleiter im Einzugsgebiet der Ruhr befinden. Die entsprechenden Einleiter gehen jedoch aus dem Anhang dieses Berichts (Kapitel 14.5) hervor.

Bild 6.2 zeigt die Anzahl der Direkteinleiter, die Abwässer nach Anhang 1 der AbwV (Häusliches und kommunales Abwasser) einleiten sowie die Jahresschmutzwassermenge. Die Anzahl der Direkteinleiter ist im Bereich der oberen und mittleren Ruhr nur sehr gering, was zu einem langsamen Anstieg der Summe der Direkteinleiter führt. Über die Nebenflüsse Volme und Lenne erfolgt ein vergleichsweise hoher zahlenmäßiger Eintrag über Direkteinleitungen. Im Verlauf der unteren Ruhr ist eine weitere Zunahme der Summe der Direkteinleiter zu beobachten. Der Verlauf der Summe der Jahresschmutzwassermenge ist deutlich vom Eintrag über die Lenne dominiert, wobei die Schmutzwassermengen im Wesentlichen aus der Einleitung des Papierherstellers Stora Enso GmbH stammen. Die Einleitungen anderer Direkteinleiter sind im Vergleich dazu so gering, dass es bei Betrachtung von Bild 6.2 den Anschein hat, dass die Direkteinleitung von häuslichem und kommunalem Abwasser im Einzugsgebiet der Ruhr allein aus dem Betrieb Stora Enso GmbH stammen, wobei die Stora Enso GmbH eine biologische Kläranlage betreibt, die die mechanisch gereinigten Abwässer der kommunalen Kläranlage Hagen Boele (Einwohnerwerte: 52.389, Stand 2011) aufnimmt.

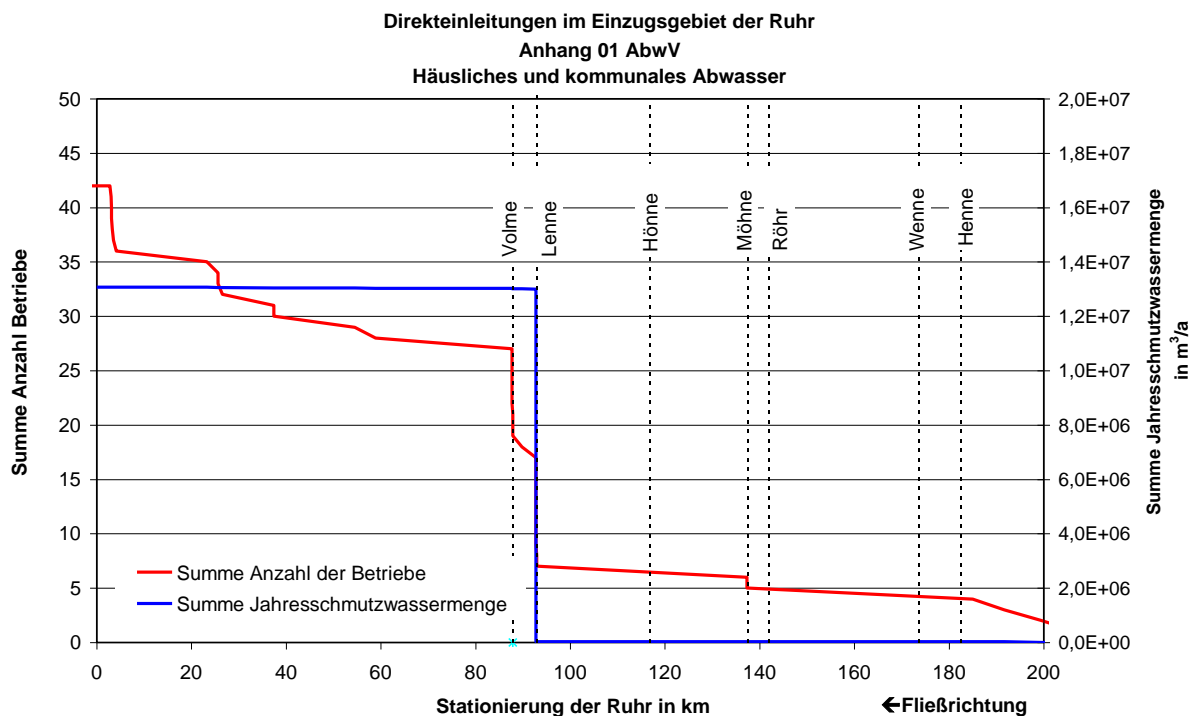


Bild 6.2: Summen der Anzahl und der Abwassermengen von Betrieben, die Abwässer nach Anhang 1 AbwV (Häusliches und kommunales Abwasser) einleiten (Daten aus NIKLAS-IGL)

Bild 6.3 zeigt die Anzahl der Direkteinleiter, die Abwässer nach Anhang 31 der AbwV (Wasseraufbereitung, Kühlsysteme, Dampferzeugung) einleiten sowie die Jahresschmutzwassermenge. Auch für dieses Abwasser ist die Anzahl der einleitenden Betriebe im Bereich der unteren und mittleren Ruhr nur sehr gering. Deutlich zeichnen sich eine vergleichsweise hohe Anzahl an Direkteinleitungen über die Nebenflüsse Hönne, Lenne und Volme ab. Größere Schmutzwassermengen werden vor der Einmündung der Röhre durch das Werk Finnentrop der Fa. ThyssenKrupp sowie über die Lenne in die Ruhr eingetragen. Unterhalb der Einmündung der Volme erfolgt ein weiterer bedeutsamer Eintrag durch das Heizkraftwerk der Mark-E AG.

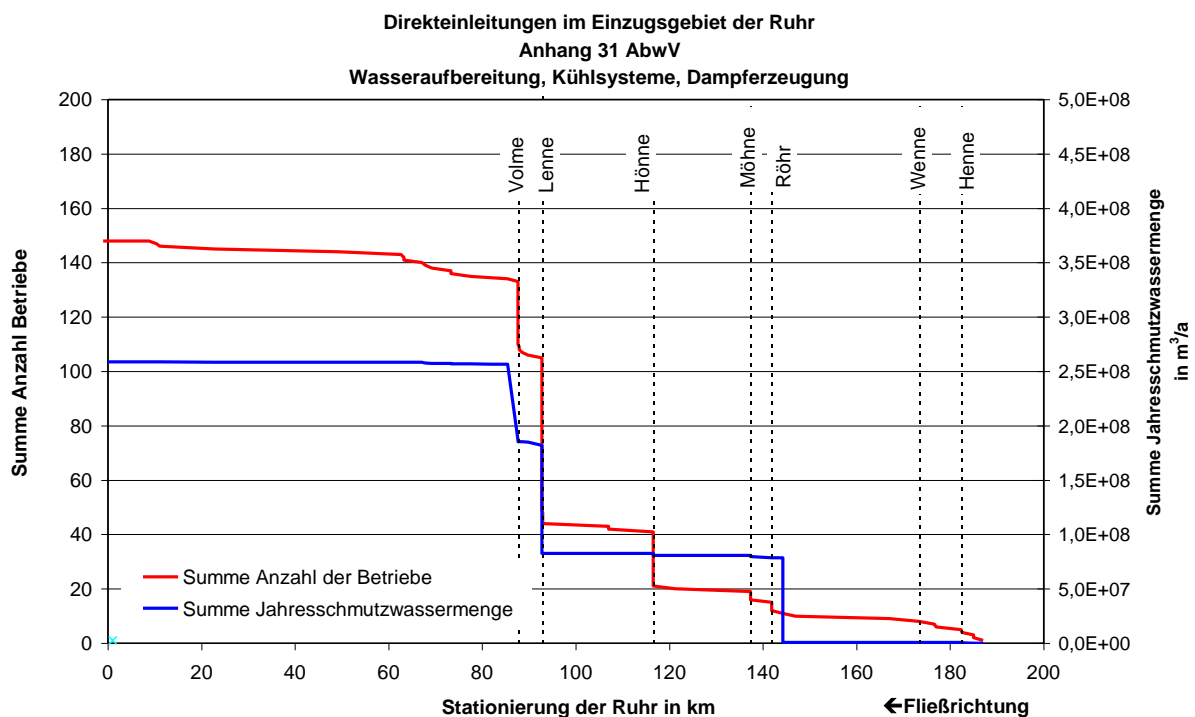


Bild 6.3: Summen der Anzahl und der Abwassermengen von Betrieben, die Abwässer nach Anhang 31 AbwV (Wasseraufbereitung, Kühlsysteme, Dampferzeugung) einleiten (Daten aus NIKLAS-IGL)

Bild 6.4 zeigt die Anzahl der Direkteinleiter, die Abwässer einleiten, die keinem Anhang der AbwV zugeordnet sind sowie die Jahresschmutzwassermenge. Hier erfolgt der Anstieg der Summe der Betriebe hauptsächlich durch Einleitungen im Bereich der mittleren Ruhr, wobei sich Einleitungen über der Nebenflüsse Hönne, Lenne und Volme abzeichnen. Die Schmutzwassermenge wird dominiert durch die Einleitung der Rheinkalk Hagen-Halden GmbH & Co. KG in ein Nebengewässer der Lenne.

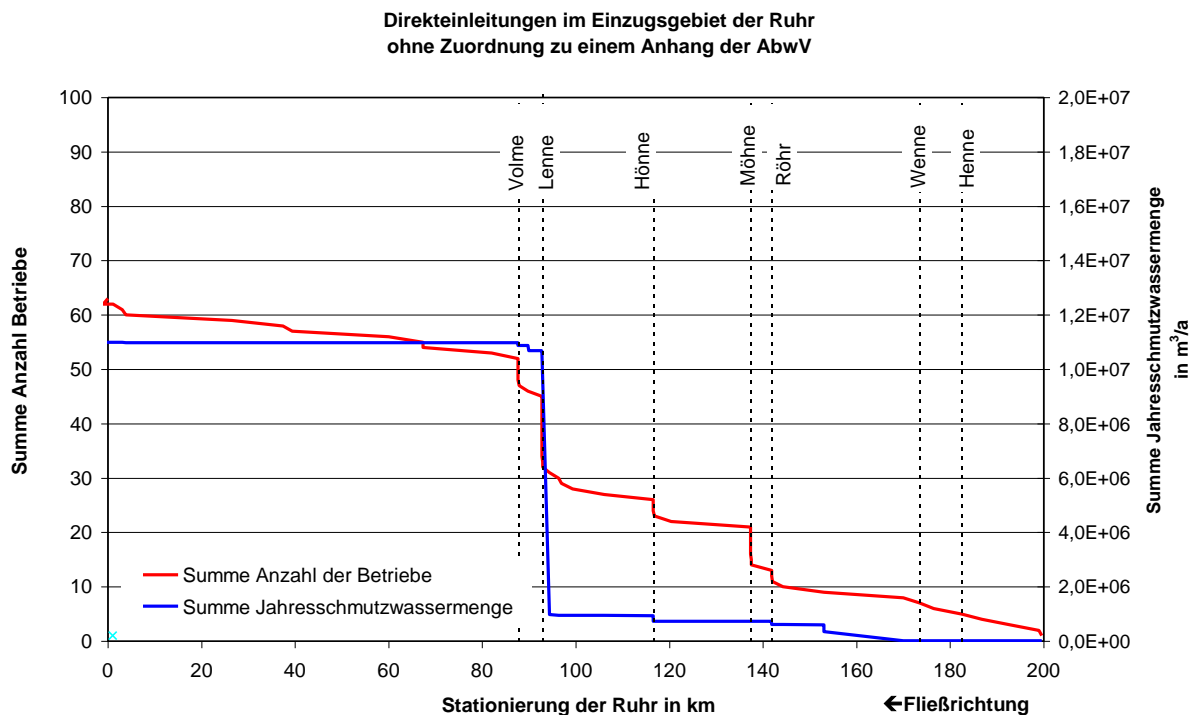


Bild 6.4: Summen der Anzahl und der Abwassermengen von Betrieben, die Abwässer einleiten, die keinem Anhang der Abwasserverordnung zugeordnet sind (Daten aus NIKLAS-IGL)

6.3 Schlussfolgerungen

Als ein Maß für das Eintragspotenzial organischer Industriechemikalien in die Ruhr kann die Summe der Betriebe angenommen werden, die Abwässer einer bestimmten Charakterisierung nach den Anhängen der Abwasserverordnung einleiten. Durch die Kumulation der Anzahl der einleitenden Betriebe entlang der Ruhr erhält man näherungsweise ein Maß für die Belastung der Ruhr durch Einleitungen gemäß den Anhängen der AbwV. Diese Vorgehensweise ermöglicht zwar nicht die Identifikation der potenziellen Belastung durch organische Industriechemikalien für einzelne Betriebe, ermöglicht aber Belastungsschwerpunkte im Ruhreinzugsgebiet zu identifizieren. Das Eintragspotenzial nimmt gemäß der einleitenden Betriebe entlang des Verlaufs der Ruhr zu, wobei sich als Eintragungsschwerpunkte die Einleitungen über die Nebenflüsse, insbesondere der Lenne und der Volme abzeichnen.

Bei den Indirekteinleitern sind über die Anzahl der an die kommunalen Kläranlagen angeschlossenen Betriebe als potentielle Belastungsschwerpunkte die Kläranlagen an Lenne und Höhne sowie die 4 Kläranlagen der Größenklasse 5 (Hagen-Vorhalle, Bochum-Ölbachtal, Essen-Süd und Duisburg Kasserfeld) zu bezeichnen. Da keine regelmäßigen

Untersuchungen über den Eintrag von Industriechemikalien erfolgen, können keine differenzierten Aussagen über die eingeleiteten Industriechemikalien gemacht werden.

Bei den Direkteinleitern weisen Betriebe, die Abwässer nach den Anhängen 1 (Häusliches und kommunales Abwasser) und 31 (Wasseraufbereitung, Kühlsysteme, Dampferzeugung) einleiten, ein vergleichsweise hohes Eintragspotenzial auf.

7 Identifikation potenzieller Inhaltsstoffe in Abwässern der metallbe- und metallverarbeitenden Industrie

Aufgrund der Analyse der Einleitungen aus Industriebetrieben hinsichtlich der Herkunft der Abwässer war insbesondere die metallbe- und metallverarbeitende Industrie als Branche mit vielen einleitenden Betrieben und somit mit hohem Eintragungspotenzial für organische Industriechemikalien identifiziert worden. In diesem Kapitel soll beispielhaft die Branche der metallbe- und verarbeitenden Industrie näher untersucht werden.

Um festzustellen, welche organischen Industriechemikalien möglicherweise von diesen Industriebetrieben emittiert werden könnten, wurden die in der OEKOpro-Datenbank zusammengefassten Informationen ausgewertet. Die Datenbank wurde von der Arbeitsgruppe „Ökologische Branchenkonzepte“ des Instituts für Umweltforschung der Technischen Universität Dortmund im Rahmen von mehreren Forschungsvorhaben erstellt und enthält Angaben zu chemischen Stoffen, die in industriellen Prozessen eingesetzt werden. Insgesamt sind ca. 7.000 chemische Stoffe aus acht Industriebranchen erfasst. Die Finanzierung der Forschungsvorhaben erfolgte nach Angaben auf der Homepage (<http://www.infu.tu-dortmund.de/text/Projekte/OEKOpro>) zum wesentlichen Teil durch das Umweltbundesamt. Andere Geldgeber waren z. B. die EU-Kommission, Firmen und Behörden, in deren Auftrag branchenspezifische Untersuchungen durchgeführt wurden. Die Datenbank kann über die Homepage direkt angesprochen werden und wurde dem IWW vom Institut für Umweltforschung der Technischen Universität Dortmund zur weiteren Auswertung auch direkt zur Verfügung gestellt.

7.1 Nachweis von Industriechemikalien der metallbe- und metallverarbeitenden Industrie in der Ruhr

Eine Abfrage der OEKOpro-Datenbank zu Stoffen, die in der metallbe- und metallverarbeitenden Industrie eingesetzt werden, ergab 961 organische bzw. metallorganische Einzelstoffe. Nur 26 dieser Stoffe wurden in den Jahren 2000 bis 2009 in der Ruhr untersucht, wobei 20 dieser Stoffe in der Ruhr nachgewiesen wurden. Die im Messprogramm des LANUV integrierten Stoffe, ihr Verwendungszweck sowie die maximal in der Ruhr gemessenen Konzentrationen sind in Tabelle 7.1 zusammengestellt. Die höchsten Konzentrationen (zwischen 10 und 100 µg/l) traten bei NTA, EDTA, DTPA und Dichlormethan auf. Die höchsten Anteile an Positivbefunden traten bei Tetrachlorethen, NTA, EDTA und DTPA auf.

Tabelle 7.1: Industriechemikalien mit Anwendung in der metallbe- und metallverarbeitenden Industrie, die im LANUV-Messprogramm im Einzugsgebiet der Ruhr untersucht wurden (Zeitraum 2000 bis 2009, n.d. = nicht nachgewiesen).

CAS-Nr.	Stoffname	Anwendung (nach BAUMANN & HERBERG-LIEDTKE, 1996)	Anzahl Messungen	Anzahl Positivbefunde	Max. Konzentration (µg/l)
71-55-6	1,1,1-Trichlorethan	Entfettung von Metalloberflächen	3686	7	0,09
79-01-6	1,1,2-Trichlorethen	Reinigung und Entfettung von Werkstückoberflächen	3758	44	0,69
75-34-3	1,1-Dichlorethan	Entfettung von Metalloberflächen	973	0	n.d.
107-06-2	1,2-Dichlorethan	Entfettung von Metalloberflächen	3615	8	0,12
58-90-2	2,3,4,6-Tetrachlorphenol	Kühlschmierstoffbestandteil	6	0	n.d.
88-06-2	2,4,6-Trichlorphenol	Kühlschmierstoffbestandteil	10	2	0,07
120-83-2	2,4-Dichlorphenol	Kühlschmierstoffbestandteil	10	1	0,02
95-57-8	2-Chlorphenol	Kühlschmierstoffbestandteil	10	0	n.d.
90-04-0	2-Methoxyanilin	Kühlschmierstoffbestandteil	147	0	n.d.
59-50-7	4-Chlor-3-methylphenol	Kühlschmierstoffbestandteil	4	0	n.d.
1570-64-5	4-Chlor-o-kresol	Kühlschmierstoffbestandteil	28	0	n.d.
106-48-9	4-Chlorphenol	Kühlschmierstoffbestandteil	10	2	0,03
62-53-3	Anilin	Kühlschmierstoffbestandteil	332	3	1,14
71-43-2	Benzol	(1) Kühlschmierstoffbestandteil (2) Oberflächenbeschichtung; Hartstoffschichtherstellung; Herstellung funktioneller Schichten	3161	35	0,23
75-09-2	Dichlormethan	Entfettung und Reinigung der Werkstückoberflächen vor der Beschichtung	2446	55	11,01
67-43-6	Diethylentriaminpentaessigsäure (DTPA)	Kühlschmierstoffbestandteil	266	147	63,20
60-00-4	Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)	(1) Kühlschmierstoffbestandteil (2) Bestandteil der Reinigungslösung für Werkstückoberflächen	403	374	87,00
91-20-3	Naphthalen	Kühlschmierstoffbestandteil	1070	56	1,80
139-13-9	Nitrilotriessigsäure (NTA)	(1) Kühlschmierstoffbestandteil; (2) Bestandteil von Reinigungslösungen für Werkstückoberflächen	403	293	100,00
126-71-6	Phosphorsäuretriisobutylester	Kühlschmierstoffbestandteil	23	16	0,26
115-86-6	Phosphorsäuretriphenylester	Kühlschmierstoffbestandteil	339	2	0,11
117-81-7	Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester	Kühlschmierstoffe	29	20	4,50
126-86-3	Surfynol 104	Kühlschmierstoffbestandteil	172	127	3,49
127-18-4	Tetrachlorethen	Entfettung und Reinigung von Werkstoffoberflächen	3756	2239	1,15
108-88-3	Toluol	(1) Werkstückvorbereitung; Entfettung von Metalloberflächen (2) Oberflächenbeschichtung; Hartstoffschichtherstellung	3198	554	1,23
1330-20-7	m-Xylol und p-Xylol	(1) Kühlschmierstoffbestandteil (2) Entfettung von Metalloberflächen	3195	416	8,00

7.2 Eingesetzte Industriechemikalien der metallbe- und metallverarbeitenden Industrie als potenzielle Einträge in der Ruhr

Für den Großteil der 961 anhand der Datenbank OEKOpro identifizierten organischen und metallorganischen Stoffe, die in der metallverarbeitenden Industrie eingesetzt werden, liegen keine Messdaten im Einzugsgebiet der Ruhr vor. Zur Identifikation potenzieller Inhaltsstoffe in Abwässern der metallbe- und metallverarbeitenden Industrie wurde vereinfachend angenommen, dass Industriechemikalien, die in einem der Prozesse eingesetzt werden, auch potenziell in das Abwasser dieser Betriebe gelangen können. Um eine exakte Aussage hierzu treffen zu können, wären Auswertungen der Prozesse, der eingesetzten Stoffe und der Abwasserbehandlungsanlagen für die 488 Indirekteinleiter und 5 Direkteinleiter im Wassereinzugsgebiet der Ruhr erforderlich.

Zur metallbearbeitenden Industrie werden nach BAUMANN & HERBERG-LIEDTKE (1996) die Prozesse Urformen, Umformen, Trennen, Fügen, Beschichten und Änderung der Stoffeigenschaften gezählt. Einer näheren Betrachtung widmen sich BAUMANN & HERBERG-LIEDTKE (1996) den spanenden Verfahren (z. B. Drehen, Hobeln, Fräsen, Sägen, Schleifen, Honen, Läppen, Strahlen, usw.) und den Beschichtungsverfahren (Thermisches Spritzen, Dünnschichttechnologie und Auftragsschweißen). Verfahren der Materialumformung und der traditionellen Beschichtung (z. B. Phosphatieren, Chromatieren, Emaillieren) sowie der Galvanik werden von den Autoren jedoch nicht berücksichtigt.

7.2.1 Spanende Verfahren

Die Auswertung der Datenbank zeigt, dass der Großteil der identifizierten Chemikalien (906 von 961 Stoffen) u. a. als Inhaltsstoffe von Kühlschmierstoffe in spanenden Verfahren eingesetzt wird. Sowohl in nicht-wassermischbaren wie auch in wassermischbaren Kühlschmierstoffen werden neben dem Kühlschmierstoff selbst eine Reihe von Additiven eingesetzt, u. a. Netzmittel, Emulgatoren, Korrosionsinhibitoren, Stabilisatoren, Hochdruckzusätze, filmbildende Zusätze, Schauminhibitoren, Konservierungsmittel (Biozide und bakteriostatische Substanzen), Komplexbildner und Farb- und Geruchsstoffe (BAUMANN & HERBERG-LIEDTKE, 1996). Eine Auswahl der in wassermischbaren Kühlschmierstoffen heute hauptsächlich eingesetzten Stoffe/Stoffklassen ist in Tabelle 7.2 angegeben. Die meisten dieser Stoffe werden in der Ruhr oder deren Nebengewässer nicht nachgewiesen und unterliegen daher nicht der Regelüberwachung durch das LANUV, da sie z. B.

- in Kläranlagen und im Gewässer gut abbaubar sind,
- in wässriger Lösung instabil sind,

- human- oder ökotoxikologisch nicht relevant sind,
- in der Beschaffung teuer sind und daher i. d. R. rückgewonnen werden.

Tabelle 7.2: Auswahl von Stoffen bzw. Stoffklassen, die in wassermischbaren Kühlschmierstoffen in hohen Jahresmengen eingesetzt werden (nach: BAUMANN & HERBERG-LIEDTKE, 1996, verändert). Für die Stoffe ist angegeben, ob sie im LANUV-Messprogramm im Einzugsgebiet der Ruhr untersucht werden.

Stoffklasse / Stoffe	Massenanteil in Kühlschmierstoffen bis %	Eingesetzte Jahresmengen in Deutschland (t)	Untersuchung im LANUV Messprogramm Ruhr
Ein-/Mehrwertige Alkohole (Lösungsvermittler)			
Fettalkohole	5	<1000	(Stoffklasse)
Isotridecanol	5	<1000	Nein
Diethylenglykol	10	<500	Nein
Polyethylenglykol	20	<500	Nein
Polypropylenglykol	10	<500	Nein
Diethylenglykol-n-butylether	5	<500	Nein
Triethylenglykol-n-butylether	10	<500	Nein
Polyglykolether (nichtionische Tenside)			
Alkyl-polyglykolether	10	<2000	(Stoffklasse)
Acyl-polyglykolether	10	<1000	(Stoffklasse)
Aliphatische Amine (Neutralisationsmittel)			
2-Aminoethanol	5	<2000	Nein
Diethanolamin	25	<1000	Nein
Triethanolamin	25	<1000	Nein
Natürliche und modifizierte Fette (Schmierfähigkeitsverbesserer)	20-100	<1000	(Stoffklasse)
Aliphatische Carbonsäuren (Tenside, Schmierfähigkeitsverbesserer, Korrosionsschutzmittel)			
iso-Octansäure	5	<1000	Nein
iso-Nonansäure	10	<1000	Nein
iso-Decansäure	10	<1000	Nein
iso-Tridecansäure	10	<1000	Nein
iso-Stearinsäure	5	<1000	Nein
Citronensäure	2-10	<500	Nein
Weinsäure	10	<500	Nein
Bernsteinsäure	5	<500	Nein
Adipinsäure	10	<500	Nein
Azelainsäure	10	<500	Nein
Sebacinsäure	10	<500	Nein
ungesättigte Fettsäuren	10	<500	(Stoffklasse)
Fettsäureamide (Tenside, Korrosionsschutzmittel)	10	<1000	(Stoffklasse)
Carbonsäureester	10	<1000	(Stoffklasse)
Aldehydderivate (Biozide)			
Benzylalkoholmono(poly)hemiformat	3	<500	(Stoffklasse)
N-Methylolchloracetamid	2	<500	Nein
Triazine	2-4	<500	Nein
Oxazolidine	4	<500	Nein
N,O-haltige Heterocyclen (Korrosionsschutzmittel, Biozide)			
Benzotriazol	0,5	<500	Nein
Methyl-1(H)-benzotriazol	0,5	<500	Nein
Tetrahydrobenzotriazol	0,1	<500	Nein
Alkylarylsulfonsäuren, Alkylarylaminosulfonsäuren (Tenside, Korrosionsschutzmittel)	1-10	<1000	(Stoffklasse)
Petroleumsulfonate	1-25	<500	(Stoffklasse)
Mineralöle (Schmierstoffe)	0-100	<15000	(Stoffklasse)

7.2.2 Beschichtungsverfahren

Die identifizierten Chemikalien, die in Beschichtungsverfahren der metallverarbeitenden Industrie eingesetzt werden, werden vor allem zur Reinigung und Entfettung der Werkstoffoberflächen eingesetzt (siehe Tabelle 7.3). Da verlässliche Verbrauchsdaten der in der Reinigung und Entfettung der Werkstoffoberflächen eingesetzten Chemikalien fehlen, ist die Identifikation mengenmäßig relevanter Chemikalien gegenwärtig nicht möglich. Die meisten dieser Stoffe werden in der Ruhr oder deren Nebengewässer aus den in Kapitel 7.2.1 erläuterten Gründen nicht nachgewiesen und unterliegen daher nicht der Regelüberwachung durch das LANUV.

Tabelle 7.3: Reinigungs- und Entfettungsmittel, die in Beschichtungsverfahren der metallverarbeitenden Industrie eingesetzt werden (OEKOpro-Datenbank, 2011).

Stoff	Erfassung im LANUV Messprogramm Ruhr
1,1,1-Trichlorethan	ja
1,1,2-Trichlorethen	ja
1,1-Dichlorethan	ja
1,2-Dichlorethan	ja
2-Butoxyethanol	nein
2-Methylpropan-1-ol	nein
Butan-1-ol	nein
Dichlormethan	ja
Diethylenethandiolmonobutylether	nein
m-Xylol und p-Xylol	ja
Ethandiol	nein
Ethansäurebutylester	nein
Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA)	ja
Toluol	ja
Nitrilotriethansäure (NTA)	ja
Nitromethan	nein
Propan-1-ol	nein
Propan-2-ol	nein
Tetrachlorethen	ja
Thiazolidin	nein

In der Dünnschichttechnologie kommt darüber hinaus eine Reihe von Industriechemikalien mit speziellen Anwendungsgebieten zum Einsatz (siehe Tabelle 7.4). Da verlässliche Verbrauchsmengen der eingesetzten Stoffe fehlen, ist auch für diese Chemikalien eine Identifikation mengenmäßig relevanter Stoffe gegenwärtig nicht möglich. Die meisten dieser Stoffe werden in der Ruhr oder deren Nebengewässer aus den in Kapitel 7.2.1 erläuterten Gründen nicht nachgewiesen und unterliegen daher nicht der Regelüberwachung durch das LANUV.

Tabelle 7.4: Organische und metallorganische Chemikalien, die in der Dünnschichttechnologie eingesetzt werden (OEKOpro-Datenbank, 2011).

Stoff	Erfassung im LANUV Messprogramm Ruhr
(3-(Dimethylamino)-omega-propyl-C,N)-dimethyl-(T-4)-gallium	nein
(3-(Dimethylamino)-propyl-C,N)-1,5-pentandiylgallium	nein
(3-(Dimethylamino)-propyl-C,N)-dimethyl-(T-4)-indium	nein
(3-Dimethylaminopropyl-C,N)-1,5-pentadiylaluminium	nein
1-(3-Dimethylaminopropyl)-1-ala-cyclohexan	nein
1,1,1,3,3,3-Hexamethyldisilazan	nein
1,1-Dimethylethylarsin	nein
Aluminiumtriethyl	nein
Benzen	ja
Bis-(trimethylsilyl)-ether	nein
Bor(III)-ethylat	nein
Chrompentacarbonyl	nein
Dicyclopentadienyl-zirkonium-diethylester	nein
Diimid	nein
Dimethylcadmium	nein
Dimethylethylindium	nein
Dysprosium	nein
Epoxyethan	nein
eta-1,3,5,7-Cyclooctatetraen-(1,2,3,4,5,eta)-1,2,3,4,5-pentamethyl-2,4-cyclopentadien-1-yl-lanthan	nein
Ethansäurenitril (Acetonitril)	nein
Hexamethylcyclotrisilazan	nein
Hexamethyldisilan	nein
Isopropylphosphin	nein
Toluol	ja
Methyltriethoxysilan	nein
Pentacarbonylmethylrhenium	nein
Pentamethylcyclopentadienylsilan	nein
Pentamethylcyclopentanylsilan	nein
Polyimid	nein
tert.-Butylphosphin	nein
Tetraethoxysilan	nein
Tetraethylzinn	nein
Tetramethoxysilan	nein
Tetramethylzinn	nein
Triethylgallium	nein
Triethylindium	nein
Tri-iso-butylaluminium	nein
Trimethyl-(N-(1-methylethyl)-2-propanamin-indium	nein
Zirkon(IV)-tert.-butylat	nein

7.2.3 Galvanik

Hierzu liegen keine Angaben in der OEKOpro-Datenbank vor. Es wurde daher in geeigneter Fachliteratur (GAIDA et al., 2008) nach dem Einsatz von organischen Industriechemikalien in der Galvanotechnik recherchiert.

In der Galvanotechnik spielt die Reinigung und Entfettung der Werkstücke vor der galvanischen Beschichtung eine bedeutende Rolle. Hierbei können wässrige Reiniger und organische Lösungsmittel zum Einsatz kommen. Als wichtige Inhaltsstoffe wässriger Reiniger werden u. a. Phosphate, Komplexbildner (z. B. EDTA), Tenside, Polyethylenglykol, Korrosionsinhibitoren und organische Säuren verwendet. Weiterhin werden an organischen Chemikalien schaumdämpfende Mittel wie z. B. Glykole, Glykolether und Ethylalkohole eingesetzt. Bei der chemischen Entfettung kommen Halogenkohlenwasserstoffe (z. B. Trichlorethen, Tetrachlorethen, 1,1,1-Trichlorethan und Dichlormethan zum Einsatz, die jedoch i. d. R. in geschlossenen Anlagen eingesetzt werden) sowie nicht chlorierte Kohlenwasserstoffe (z. B. Benzol, Xylol und Toluol, die jedoch ebenfalls nur in geschlossenen Anlagen eingesetzt werden dürfen), sauerstoffhaltige Kohlenwasserstoffe (z. B. Alkohole und Ketone), Alkoxypropanole und Isoparaffine als Lösungsmittel zum Einsatz.

Bei den Beizprozessen zur Entfernung von Zunder und Korrosionsprodukten von metallischen Oberflächen werden Beizinhibitoren eingesetzt, die die Oberfläche vor zu starkem Angriff der Beizlösung schützen. Dabei können Alkohole (z. B. 1,4-Butindiol), Aldehyde (z. B. Benzaldehyd), Amine (z. B. Anilin, Chinolin) sowie Tenside zum Einsatz kommen. Als Beizbeschleuniger werden Fluortenside (z. B. PFT) eingesetzt.

In elektrolytischen Prozessen können auch in den Galvaniklösungen selbst je nach Anwendungsfall organische Stoffe enthalten sein, wie z. B. Natriumlaurylsulfat, Zitronensäure, Ascorbinsäure, Naphtalin-1,3,6-tri-sulfonsäure, Saccharin, Polyvinylalkohol, Alkansulfonsäuren oder Benzaldehyd-Disulfonate.

In den stromlosen Galvanikprozessen werden als Reduktionsmittel z. B. Formaldehyd und Dimethylaminoboran in den Galvaniklösungen eingesetzt. Weiterhin können Polytetrafluorethylen, Ethylendiamin und Benzoldisulfonsäure den Abscheidelösungen zugesetzt werden.

Die Abwässer aus Galvanikbetrieben müssen dem Anhang 40 der AbwV genügen. Die Betriebe müssen daher über die dazu erforderlichen Anlagen zur Abwasserbehandlung verfügen. Darüber hinaus werden vielfach Recyclingverfahren eingesetzt, um den Abwasseranfall zu verringern.

Da auch für die in der Galvanik eingesetzten organischen Chemikalien keine Informationen über Verbrauchsmengen der eingesetzten Stoffe vorliegen, ist auch für diese Chemikalien eine Identifikation mengenmäßig relevanter Stoffe gegenwärtig nicht möglich. Die meisten dieser Stoffe werden in der Ruhr oder deren Nebengewässer aus den in Kapitel 7.2.1 erläuterten Gründen nicht nachgewiesen und unterliegen daher nicht der Regelüberwachung durch das LANUV.

Tabelle 7.5: Organische Chemikalien, die in der Galvanotechnik eingesetzt werden (nach GAIDA et al., 2008).

Stoff	Erfassung im LANUV Messprogramm Ruhr
1,1,1-Trichlorethan	ja
1,4-Butindiol	nein
Anilin	ja
Ascorbinsäure	nein
Benzaldehyd	nein
Benzaldehyd-Disulfonat	nein
Benzol	ja
Benzoldisulfonsäure	nein
Chinolin	nein
Dichlormethan	ja
Dimethylaminoboran	nein
EDTA	ja
Ethylalkohol (Ethanol)	nein
Ethylendiamin	nein
Formaldehyd	nein
Naphtalin-1,3,6-tri-sulfonsäure	nein
Natriumlaurylsulfat	nein
Perfluorierte Tenside	ja
Polyethylenglykol	nein
Saccharin	nein
Tetrachlorethen	ja
Toluol	ja
Trichlorethen	ja
Zitronensäure	nein
Xylol	ja

7.2.4 Schlussfolgerungen

Aufgrund der Analyse der Einleitungen aus Industriebetrieben hinsichtlich der Herkunft der Abwässer war die metallbe- und metallverarbeitende Industrie als Branche mit hohem Eintragungspotenzial für organische Industriechemikalien identifiziert worden. Eine Recherche

der in der Branche eingesetzten Chemikalien ergab eine Vielzahl von Stoffen, die z. T. auch im Rahmen des Überwachungsprogramms des LANUV an verschiedenen Messstellen im Ruhreinzugsgebiet überwacht werden. Anhand der zur Verfügung stehenden Informationen aus der Datenbank OEKOpro und der entsprechenden Fachliteratur (z. B. BORGMANN, 2006; BAUMANN & HERBERG-LIEDTKE, 1996) ist es jedoch nicht möglich, Rückschlüsse auf die Stoffmengen und Frachten zu ziehen, die in den einzelnen Betrieben eingesetzt bzw. von den Betrieben in die Ruhr und deren Nebenflüsse eingeleitet werden. Auch die Dokumente der Europäischen Kommission zu den besten verfügbaren Techniken (Best Available Techniques Reference Documents (BREF-Documents)) lassen keine Aussagen über Einsatzmengen und emittierte Frachten der identifizierten organischen Industriechemikalien aus den metallverarbeitenden Betrieben im Ruhreinzugsgebiet zu. Eine weitergehende Einstufung der Chemikalien hinsichtlich des Vorkommens in der Ruhr und erfolgt im Kapitel 8.

8 Identifikation relevanter Industriechemikalien und Berechnung ihrer Frachten in der Ruhr

8.1 Identifikation relevanter Industriechemikalien in der Ruhr

Da eine Identifikation relevanter Industriechemikalien anhand der Messungen der Emissionen von Indirekteinleitern, kommunalen Kläranlagen und Direkteinleitern nicht oder nur in sehr geringem Umfang möglich ist, wurden als Alternative die Messungen der Immissionen betrachtet. Hierzu wurden die Messergebnisse der Gewässerüberwachung des LANUV NRW an der Ruhr aus den Jahren 2000 bis 2009 ausgewertet. Der Untersuchungsumfang umfasste in diesem Zeitraum 237 Industriechemikalien bzw. Stoffgruppen, von denen 101 mit Positivbefunden in der Ruhr nachgewiesen werden konnten. Für insgesamt 64 Industriechemikalien wurden dabei Konzentrationen oberhalb von $0,1 \mu\text{g/l}$ gemessen. Diese Befunde sind in Bild 8.1 bis Bild 8.3 dargestellt.

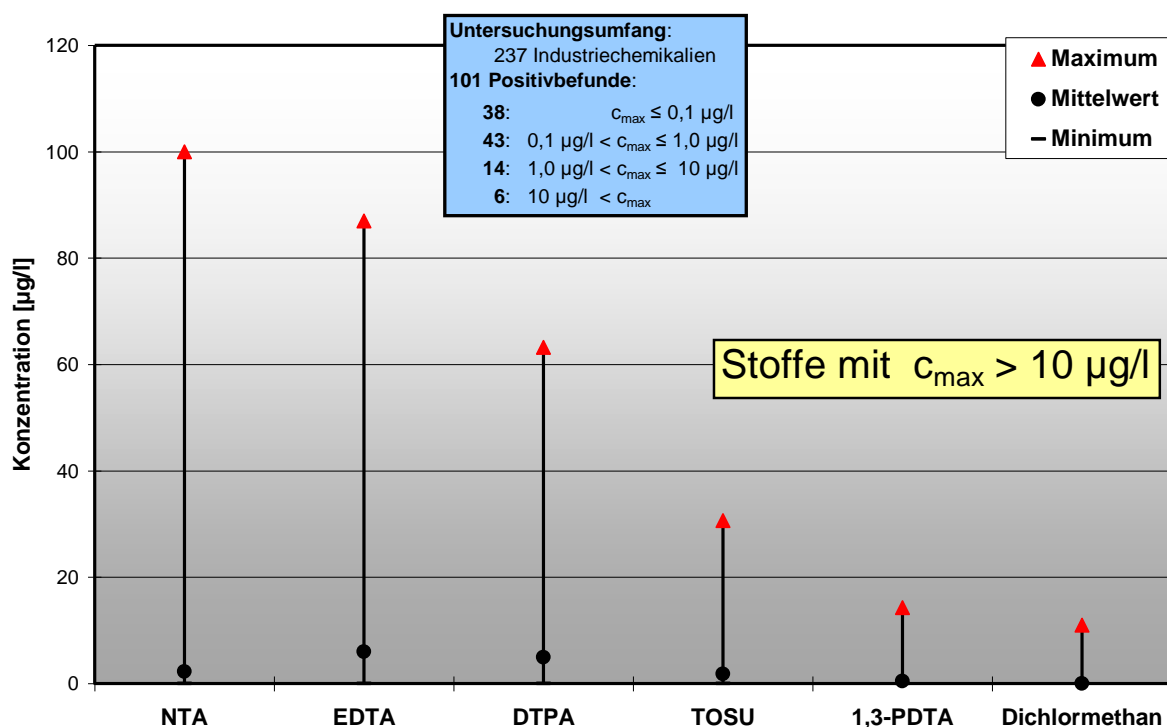


Bild 8.1: Konzentrationen verschiedener Industriechemikalien in der Ruhr mit Konzentrationen über $10 \mu\text{g/l}$ (Daten aus GÜS und INGO, Zeitraum 2000 bis 2009)

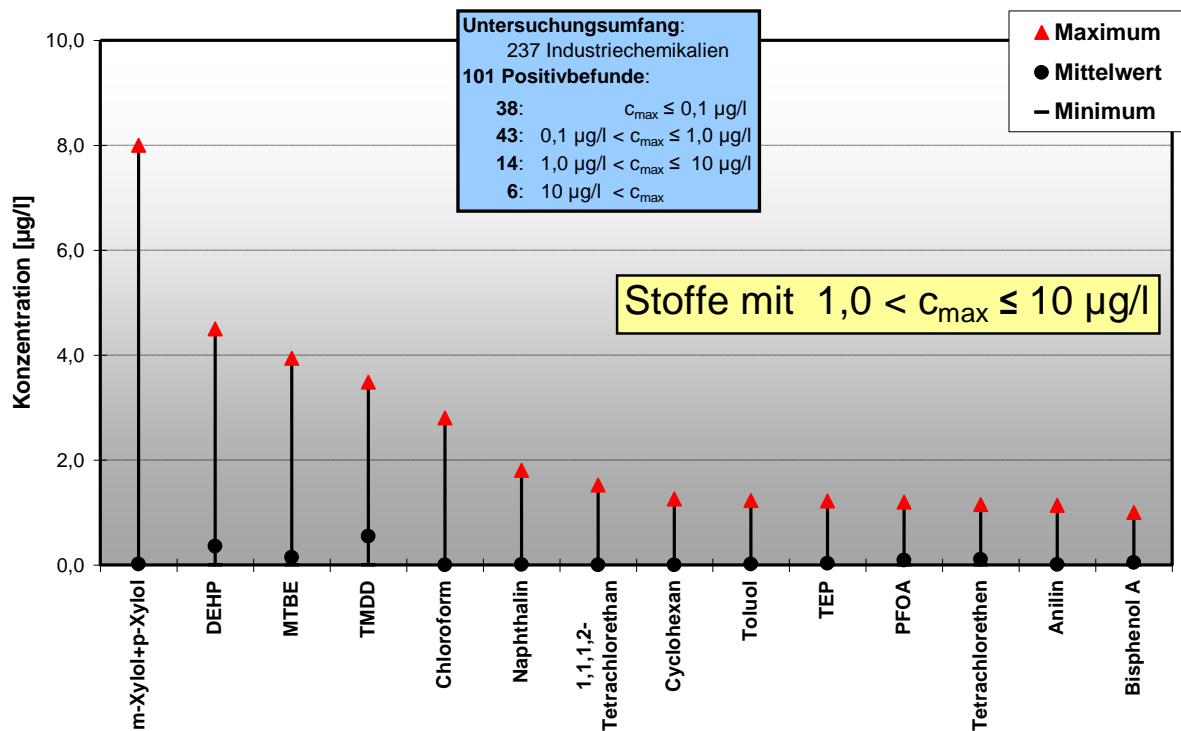


Bild 8.2: Konzentrationen verschiedener Industriechemikalien in der Ruhr mit Konzentrationen zwischen 1,0 und 10 µg/l (Daten aus GÜS und INGO, Zeitraum 2000 bis 2009)

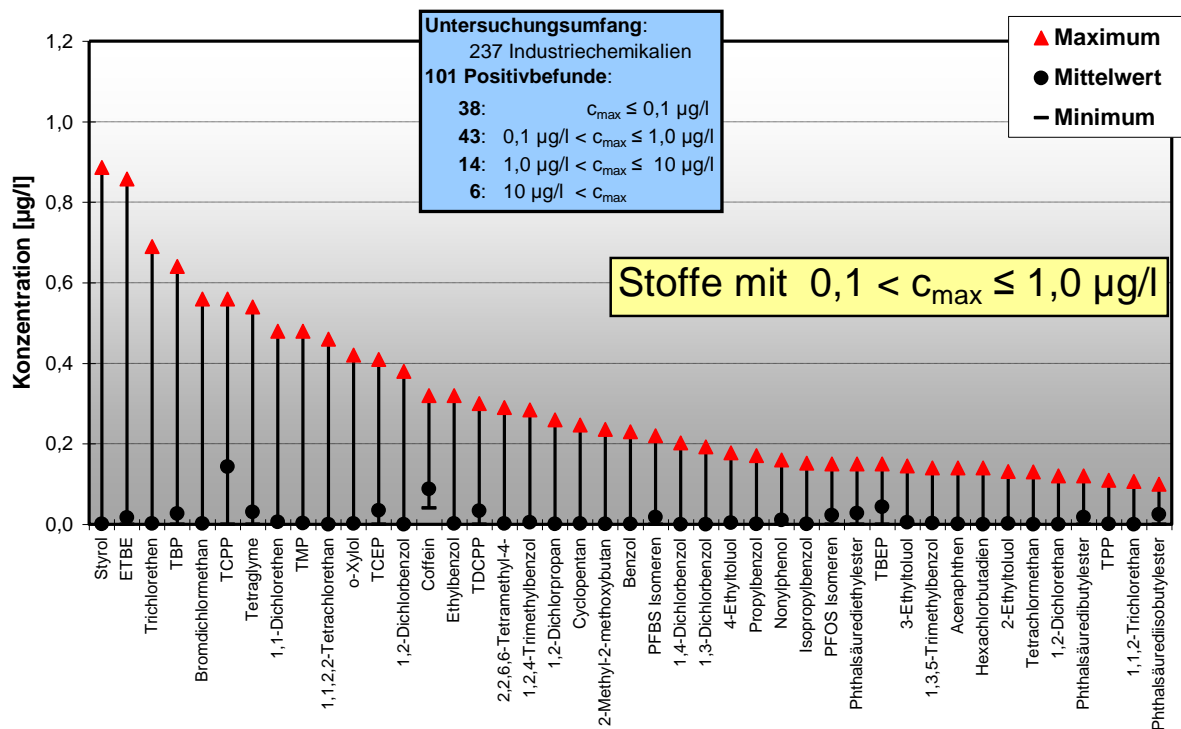


Bild 8.3: Konzentrationen verschiedener Industriechemikalien in der Ruhr mit Konzentrationen zwischen 0,1 und 1 µg/l (Daten aus GÜS und INGO, Zeitraum 2000 bis 2009)

Zur Auswahl relevanter Stoffe wurden die Maximalkonzentration und die Häufigkeit von Positivbefunden betrachtet, die für die einzelnen Stoffe an allen Messstellen an der Ruhr gemessen wurden. Geht man vom GOW-Konzept (UMWELTBUNDESAMT, 2003) aus, so sind alle Stoffe mit einer Konzentration oberhalb von 0,1 µg/l als potenziell relevant für die Trinkwasseraufbereitung zu bezeichnen. Für die Häufigkeit wurde ein Wert der Positivbefunde von über 10 % festgelegt. Als relevante Industriechemikalien wurden daher alle Stoffe mit einer Maximalkonzentration von über 0,1 µg/l in der Ruhr und einem Anteil an Positivbefunden von über 10 % betrachtet.

Zur Bewertung der Stoffe hinsichtlich ihres Vorkommens in der Ruhr wurde ein semiquantitativer Ansatz gewählt, der die Häufigkeit der Positivbefunde, die maximale Konzentration und den arithmetischen Mittelwert der Konzentrationen berücksichtigt.

Hierzu wurden Klassen gebildet und mit einzelnen Teilbewertungszahlen belegt (Tabelle 8.1).

Tabelle 8.1: Klassen und Teilbewertungszahlen zur Bewertung von Industriechemikalien hinsichtlich ihres Vorkommens im Rohwasser

Klasse	Häufigkeit der Positivbefunde in %	Arithm. Mittelwert der Konzentrationen in µg/l	Maximale Konzentration in µg/l	Teilbewertungszahl
1	$n \leq 1$	$c \leq 0,01$	$c \leq 0,1$	1
2	$1 < n < 10$	$0,01 < c \leq 0,10$	$0,1 < c \leq 1,0$	2
3	$10 < n < 20$	$0,10 < c \leq 1,00$	$1,0 < c \leq 10,0$	3
4	$20 < n < 50$	$1,00 < c \leq 10,00$	$10,0 < c \leq 100,0$	4
5	$50 < n$	$10,00 < c$	$100,0 < c$	5

Die Gesamtbewertungszahl eines Stoffs ergibt sich aus den Teilbewertungszahlen nach folgender Gleichung

$$BZ = 1/3 \cdot BZ_{\text{HäufigPos}} + 1/3 \cdot BZ_{\text{Mittelwert}} + 1/3 \cdot BZ_{\text{MaxKonz}}$$

BZ = Gesamtbewertungszahl

$BZ_{\text{HäufigPos}}$ = Teilbewertungszahl für Häufigkeit der Positivbefunde

$BZ_{\text{Mittelwert}}$ = Teilbewertungszahl für arithmetischen Mittelwert

BZ_{MaxKonz} = Teilbewertungszahl für maximale Konzentration

Diese Bewertung berücksichtigt lediglich die oben genannten Kriterien und beinhaltet keine toxikologischen Betrachtungen oder Umweltqualitätsnormen.

Das Ergebnis der Identifikation und Bewertung des Vorkommens relevanter Industriechemikalien in der Ruhr aufgrund der Messungen des LANUV ist in Tabelle 8.2 aufgeführt.

Tabelle 8.2: Identifikation und Bewertung des Vorkommens relevanter Industriechemikalien in der Ruhr aufgrund der Messungen des LANUV NRW (Zeitraum 2000 bis 2009)

Stoffname	CAS-Nr.	Anzahl Messungen	Anteil der Positivbefunde in %	Maximale Konzentration in µg/l	Arithm. Mittelwert aller Messungen in µg/l	Bewertungszahl
2,4,8,10-Tetraoxaspiro[5.5]undecan	126-54-5	203	51,7	30,648	1,627	4,3
Diethylentriaminpentaessigsäure (DTPA)	67-43-6	266	55,3	63,200	4,918	4,3
Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)	60-00-4	403	92,8	87,000	5,999	4,3
Nitrilotriessigsäure (NTA)	139-13-9	403	72,7	100,000	2,275	4,3
Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester	117-81-7	29	69,0	4,500	0,353	3,7
Surfynol 104	126-86-3	172	73,8	3,487	0,607	3,7
Perfluoroctansaeure	335-67-1	101	77,2	1,200	0,092	3,3
Phosphorsäuretris(2-chlorisopropyl)ester	13674-84-5	60	73,3	0,560	0,143	3,3
Polycyclische aromatische KW, gesamt		97	61,9	2,200	0,046	3,3
Summe aus PFOA und PFOS		84	73,8	1,200	0,100	3,3
Tetrachlorethen	127-18-4	3756	59,6	1,152	0,064	3,3
Methyl-tert-butylether	1634-04-4	3162	39,3	3,940	0,065	3,0
P.säure-tris(1,3-dichlor-isopropyl)ester	13674-87-8	31	77,4	0,300	0,033	3,0
Perfluorbutansulfonsaeure Isomeren		91	67,0	0,220	0,018	3,0
Perfluoroctansulfonsaeure Isomeren		103	70,9	0,150	0,023	3,0
Phosphorsäuretriisobutylester	126-71-6	23	69,6	0,260	0,064	3,0
Summe aus 10 ausgewaehlten PFT		80	80,0	0,434	0,087	3,0
m-Xylol und p-Xylol		3195	13,0	8,000	0,017	2,7
Nonylphenol	25154-52-3	76	22,4	0,160	0,011	2,7
Perfluorbutansäure	375-22-4	85	74,1	0,057	0,017	2,7
Perfluoroctansaeure Isomeren		104	86,5	0,088	0,027	2,7
Phosphorsäure-(butoxyethyl)-ester	78-51-3	31	38,7	0,150	0,043	2,7
Phthalsäuredibutylester	84-74-2	29	20,7	0,120	0,018	2,7
Phthalsäurediethylester	84-66-2	27	29,6	0,150	0,028	2,7
Summe aus GPFOA und GPFOS		12	66,7	0,080	0,038	2,7
Toluol	108-88-3	3198	17,3	1,230	0,017	2,7
Bisphenol A	80-05-7	36	16,7	1,000	0,049	2,3
Ethyl-tert-butylether	637-92-3	1809	12,9	0,858	0,017	2,3
Perfluorhexansäure	307-24-4	91	57,1	0,033	0,009	2,3
Phosphorsäuretributylester	126-73-8	202	19,8	0,640	0,027	2,3
Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)ester	115-96-8	340	11,5	0,410	0,018	2,3
Perfluoroctansulfonsaeure	1763-23-1	94	34,0	0,055	0,009	2,0
Perfluorpentansäure	2706-90-3	91	36,3	0,065	0,005	2,0

Insgesamt wurden auf diese Weise von den 101 Industriechemikalien bzw. Stoffgruppen, die in der Ruhr in den Jahren 2000 bis 2009 mit Positivbefunden nachgewiesen wurden, 33

relevante Industriechemikalien bzw. Stoffgruppen identifiziert. Die höchsten Bewertungszahlen weisen TOSU und die Komplexbildner DTPA, EDTA und NTA auf.

Aus Tabelle 8.2 wird ersichtlich, dass den einzelnen Stoffen bzw. Stoffgruppen eine stark unterschiedliche Anzahl an Messungen zu Grunde liegt. Diese wurde an verschiedenen Probenahmestellen an der Ruhr und auch in verschiedenen Zeiträumen ermittelt. So liegen z. B. für Tetrachlorethen, Methyl-tert-butylether, m- und p-Xylol sowie für Toluol Werte aus den Jahren 2000 bis 2009 vor, während PFOS und PFOA erst ab Juni 2006 und deren Isomeren (gPFOS und gPFOA) erst ab Oktober 2007 gemessen wurden. Die Anzahl der Summen dieser Stoffe (Summe aus PFOA und PFOS bzw. Summe aus gPFOA und gPFOS) stimmen auch nicht mit den Anzahlen der Einzelmessungen überein, da nicht für alle Proben, für die es möglich gewesen wäre, eine Summenberechnung und deren Eintrag in der Datenbank des Landes NRW erfolgte. Weiterhin liegen den Analyseverfahren für die verschiedenen Stoffe unterschiedliche Bestimmungsgrenzen zu Grunde, die z. T. auch während des Betrachtungszeitraums (2000 bis 2009) für einzelne Stoffe variieren. So finden sich z. B. für Tetrachlorethen Bestimmungsgrenzen von 0,01, 0,02, 0,05 und 0,1 µg/l. Strenggenommen ist eine derartige vergleichende Bewertung jedoch nur zulässig, wenn die Probenahmestellen, Probenahmezeiträume, Anzahl der Messwerte und Bestimmungsgrenzen für alle Stoffe gleich sind. Da dies jedoch nicht der Fall ist, wurde zur Bewertung nur ein semiquantitativer Ansatz mit Klassenbildung angewendet. Die so vorgenommene Bewertung der relevanten Industriechemikalien darf hinsichtlich ihrer Bedeutung nicht überinterpretiert werden und dient lediglich dazu, eine grobe summarische Aussage hinsichtlich des Vorkommens des Stoffes in der Ruhr zu treffen. Eine weitergehende Bewertung der Stoffe hinsichtlich der Abbaubarkeit, öko- und humantoxischen Eigenschaften sowie der Trinkwasserrelevanz erfolgt im Kapitel 9 .

In analoger Weise wurde mit den Messergebnissen des Ruhrverbandes verfahren. Hierzu wurden die Messungen von Industriechemikalien an Messstellen im Ruhrlängsverlauf aus dem Zeitraum 2005 bis 2009 betrachtet. Der Untersuchungsumfang umfasste in diesem Zeitraum 141 Industriechemikalien, von denen 81 mit Positivbefunden in der Ruhr nachgewiesen werden konnten. Für insgesamt 37 Industriechemikalien wurden dabei Konzentrationen oberhalb von 0,1 µg/l gemessen. Als relevant (mit Maximalkonzentration von über 0,1 µg/l in der Ruhr und einem Anteil an Positivbefunden von über 10 %) wurden 23 identifiziert. Das Ergebnis der Identifikation und Bewertung der relevanten Industriechemikalien in der Ruhr aufgrund der Messungen des Ruhrverbands ist in Tabelle 8.3 aufgeführt.

Auch hier weisen die Komplexbildner EDTA und DTPA die höchsten Bewertungszahlen auf. Im Gegensatz zu den Messungen des LANUV wurde NTA zwar mit einer Maximalkonzentration von über 0,1 µg/l bestimmt, jedoch lag die Anzahl der Positivbefunde

unter 10 %, so dass NTA in der Liste des Ruhrverbands nicht zu den relevanten Industriechemikalien zählt. Die Ursache hierfür liegt darin, dass die Bestimmungsgrenze der Messungen des LANUV bei 0,5 oder 1,0 µg/l lag, während sie beim Ruhrverband bei 2 µg/l lag. Hieraus resultiert eine geringere Anzahl an Positivbefunden des Ruhrverbands. Auch hier gelten die bereits erläuterten Einschränkungen hinsichtlich der Bedeutung und Interpretation der Bewertungszahlen.

Tabelle 8.3: Identifikation und Bewertung des Vorkommens relevanter Industriechemikalien in der Ruhr aufgrund der Messungen des Ruhrverbands

Stoffname	CAS-Nr.	Anzahl Messungen	Anteil der Positivbefunde in %	Maximale Konzentration in µg/l	Arithm. Mittelwert aller Messungen in µg/l	Bewertungszahl
EDTA	60-00-4	1006	63,7	51,000	4,033	4,3
DTPA	67-43-6	1006	59,4	89,000	7,001	4,3
Tetraoxaspiroundecan	126-54-5	135	100,0	2,500	0,144	3,7
Di(2-ethylhexyl)phthalat	117-81-7	588	70,1	3,200	0,227	3,7
TMDD	126-86-3	241	85,5	1,700	0,390	3,7
MTBE Methyl-tert-butylether)	1634-04-4	983	50,7	1,100	0,036	3,3
Tris(chlorisopropyl)phosphat	13674-84-5	969	85,3	0,730	0,121	3,3
PFBA	375-22-4	411	66,2	0,110	0,018	3,0
g-PFOA		744	89,7	0,490	0,034	3,0
PFBS	375-73-5	411	51,3	0,150	0,015	3,0
g-PFOS		744	53,6	0,184	0,018	3,0
Tetrachlorethen (Tetrachlorethylen)	127-18-4	983	71,8	0,580	0,034	3,0
techn. NP	25154-52-3	457	84,7	0,320	0,029	3,0
Tris(chlorethyl)phosphat	115-96-8	969	62,2	0,380	0,038	3,0
Dibutylphthalat	84-74-2	595	11,1	1,700	0,016	2,7
ETBE (Ethyl-tert-butylether)	637-92-3	742	37,7	0,340	0,014	2,7
Trichlormethan (Chloroform)	67-66-3	983	32,1	0,650	0,011	2,7
4-NP1EO	104-35-8	457	68,3	0,103	0,007	2,7
Naphthalin	91-20-3	777	57,3	0,190	0,006	2,7
Tributylphosphat	126-73-8	969	38,9	0,880	0,021	2,7
Tris(dichloroisopropyl)phosphat	13674-87-8	644	40,8	0,240	0,021	2,7
Toluol	108-88-3	983	17,8	0,810	0,012	2,3
m+p-Xylol		983	13,1	0,180	0,005	2,0

Weiterhin wurden die Messungen der Ruhrwasserwerke Echthausen, Halingen, Stiepel und Witten aus den Jahren 2000 bis 2003 und des Monitorings der AWWR aus dem Zeitraum 2008 bis III/2010 betrachtet. In den Jahren 2000 bis 2003 wurden 53 Parameter für Industriechemikalien im Ruhrwasser bei Echthausen, Halingen, Stiepel und Witten untersucht, von denen alle mit Positivbefunden in der Ruhr nachgewiesen werden konnten.

Für insgesamt 9 Parameter wurden dabei Konzentrationen oberhalb von 0,1 µg/l gemessen. Im Rahmen des AWWR-Monitorings aus dem Zeitraum 2008 bis III/2010 wurden 17 Parameter für Industriechemikalien untersucht, von denen alle mit Positivbefunden in der Ruhr nachgewiesen werden konnten. Als relevant (mit Maximalkonzentrationen von über 0,1 µg/l in der Ruhr und einem Anteil an Positivbefunden von über 10 %) wurden die in Tabelle 8.4 und Tabelle 8.5 aufgeführten Stoffe identifiziert, deren Vorkommen in der Ruhr ebenfalls bewertet wurde.

Tabelle 8.4: Identifikation und Bewertung des Vorkommens relevanter Industriechemikalien in der Ruhr aufgrund der Messungen an den Wasserwerken Echthausen, Halingen, Stiepel und Witten (Zeitraum 2000 bis 2003)

Stoffname	CAS-Nr.	Anzahl Messungen	Anteil der Positivbefunde in %	Maximale Konzentration in µg/l	Arithm. Mittelwert aller Messungen in µg/l	Bewertungszahl
DTPA	67-43-6	112	92,0	66,000	13,345	4,7
NTA	139-13-9	134	75,4	23,000	1,267	4,3
EDTA	60-00-4	136	90,4	21,000	3,946	4,3
Perchlor-Ethen	127-18-4	238	70,2	0,400	0,063	3,0
Lösemittel (TVO)		109	100,0	0,400	0,100	3,0
4 Lösemittel (TVO)		69	76,8	0,400	0,044	3,0
MTBE	1634-04-4	90	24,4	1,090	0,033	3,0

Tabelle 8.5: Identifikation und Bewertung des Vorkommens relevanter Industriechemikalien in der Ruhr aufgrund der Messungen der AWWR (Monitoring 2008 bis III/2010)

Stoffname	CAS-Nr.	Anzahl Messungen	Anteil der Positivbefunde in %	Maximale Konzentration in µg/l	Arithm. Mittelwert aller Messungen in µg/l	Bewertungszahl
TBP	126-73-8	81	63,0	0,552	0,051	3,0
TCEP	115-96-8	81	95,1	0,415	0,072	3,0
TCP	13674-84-5	81	100,0	0,458	0,130	3,3
TBEP	78-51-3	81	85,2	0,206	0,078	3,0
Summe FSM		81	100,0	0,664	0,304	3,3
Summe PFOA-PFOS		81	100,0	0,120	0,051	3,0
Summe PFC		81	100,0	0,247	0,109	3,3

Im Zeitraum 2000 bis 2003 resultieren ebenfalls die höchsten Bewertungszahlen für die Komplexbildner EDTA, DTPA und NTA. Im Rahmen des Monitorings 2008 bis III/2010 wurden diese Stoffe nicht untersucht. Auch hier gelten die bereits erläuterten Einschränkungen hinsichtlich der Bedeutung und Interpretation der Bewertungszahlen.

Ein Vergleich der Auswahl und Bewertung relevanter Industriechemikalien in der Ruhr aufgrund der Messungen von LANUV NRW, Ruhrverband und AWWR ist in Tabelle 8.6 aufgeführt. Dabei wurden die Stoffe bzw. Parameter den Stoffnummern des LANUV zugeordnet und anhand der maximalen Bewertungszahl sortiert. Es wird ersichtlich, dass die Bewertungszahlen für einzelne Stoffe bzw. Parameter aufgrund der Messungen der verschiedenen Institutionen zwar geringfügig variieren, jedoch keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Bewertungszahlen für einen Stoff bzw. Parameter auftreten.

Tabelle 8.6: Vergleich der Identifizierung und Bewertung relevanter Industriechemikalien in der Ruhr aufgrund der Messungen von LANUV NRW, Ruhrverband, der Ruhrwasserwerke Echthausen, Halingen, Stiepel und Witten und der AWR

Stoffname	LANUV Stoff-Nr.	CAS-Nr.	Messungen LANUV Bewertungszahl	Messungen Ruhrverband Bewertungszahl	Messungen Wasserwerke 2000-2003 Bewertungszahl	Messungen AWR 2008-III/2010 Bewertungszahl	Maximalwert Bewertungszahl
Diethyltriamin-pentaessigsäure (DTPA)	2608	67-43-6	4,3	4,3	4,7		4,7
Nitritotriessigsäure (NTA)	2600	139-13-9	4,3		4,3		4,3
Ethylendinitrietetraessigsäure (EDTA)	2605	60-00-4	4,3	4,3	4,3		4,3
2,4,8,10-Tetraoxaspiro[5.5]undecan	2491	126-54-5	4,3	3,7			4,3
Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester	2679	117-81-7	3,7	3,7			3,7
Surfynol 104	2812	126-86-3	3,7	3,7			3,7
Polycyclische aromatische KW, gesamt	2350		3,3				3,3
Methyl-tert-butylether	2049	1634-04-4	3	3,3	3,0		3,3
Phosphorsäuretris(2-chlorisopropyl)ester	2708	13674-84-5	3,3	3,3		3,3	3,3
Summe aus 10 ausgewählten PFT	4013		3			3,3	3,3
Summe von 6 ausgewählten BDE	4030					3,3	3,3
Tetrachlorethen	2021	127-18-4	3,3	3,0	3,0		3,3
Perfluorooctansäure	2792	335-67-1	3,3				3,3
Summe aus PFOA und PFOS	2992		3,3			3,0	3,3
Phosphorsäuretriisobutylester	2709	126-71-6	3				3,0
Phosphorsäuretributylester	2710	126-73-8	2,3	2,7		3,0	3,0
Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)ester	2715	115-96-8	2,3	3,0		3,0	3,0
Phosphorsäure-(butoxyethyl)-ester	2716	78-51-3				3,0	3,0
P.säure-tris(1,3-dichlor-isopropyl)ester	2717	13674-87-8	3	2,7			3,0
Perfluorbutansäure	2853	375-22-4	2,7	3,0			3,0
Perfluorbutansulfonsäure	2861	375-73-5		3,0			3,0
Nonylphenol	2888	25154-52-3	2,7	3,0			3,0
Perfluoroktansulfonsäure Isomeren	4007		3	3,0			3,0
Perfluoroktansäure Isomeren	4008		2,7	3,0			3,0
Perfluorbutansulfonsäure Isomeren	4009		3				3,0
Toluol	2400	108-88-3	2,7	2,3			2,7
Phthalsäurediethylester	2671	84-66-2	2,7				2,7
Phthalsäuredibutylester	2672	84-74-2	2,7	2,7			2,7
m-Xylol und p-Xylol	2896		2,7	2,0			2,7
Summe aus GPFOA und GPFOA	4012		2,7				2,7
Chloroform	2001	67-66-3		2,7			2,7
Naphthalin	2305	91-20-3		2,7			2,7
Ethyl-tert-butylether	2811	637-92-3	2,3	2,7			2,7
Nonylphenolmonoethoxylate	4058	104-35-8		2,7			2,7
Bisphenol A	2669	80-05-7	2,3				2,3
Perfluorhexansäure	2855	307-24-4	2,3				2,3
Perfluoroktansulfonsäure	2793	1763-23-1	2				2,0
Perfluorpentansäure	2854	2706-90-3	2				2,0

Ein Vergleich der in Tabelle 8.6 aufgeführten relevanten Industriechemikalien mit den Industriechemikalien, die in der metallverarbeitenden Industrie eingesetzt und an der Ruhr durch das LANUV überwacht werden (vgl. Tabelle 7.1) zeigt, dass von den in der Ruhr überwachten Stoffen, die potenziell aus der metallverarbeitenden Industrie herrühren, lediglich folgende Stoffe gemäß der hier vorgenommenen Bewertung hinsichtlich ihres Vorkommens in der Ruhr relevant sind: Diethylenetriaminpentaessigsäure (DTPA), Nitrilotriessigsäure (NTA), Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA), Surfynol 104, Tetrachlorethen, Phosphorsäuretriisobuthylester, Toluol, m- und p-Xylol und Naphtalin.

8.2 Berechnung der Frachten relevanter Industriechemikalien in der Ruhr

Die Berechnung der Frachten relevanter Industriechemikalien in der Ruhr wurde aufgrund der Messergebnisse des LANUV NRW und des Ruhrverbandes durchgeführt. Dabei wurden anhand der Konzentrationsmessungen an verschiedenen Messstellen an der Ruhr und den mittleren Tagesabflussmengen an den zugehörigen Ruhrpegeln die Frachten für Einzelstoffe bzw. Summenparameter berechnet. In diesem Kapitel werden die berechneten arithmetischen Mittelwerte der Frachten für diejenigen Stoffe dargestellt und erläutert, die anhand der Beurteilung der Messungen des LANUV und des Ruhrverbandes als relevant eingestuft wurden. Wenn für einen Stoff auch Messergebnisse des Ruhrverbandes vorliegen, werden die berechneten Frachten aufgrund der Messergebnisse des Ruhrverbandes dargestellt, da dieser regelmäßige Probenahmen (i. d. R. einmal monatlich) an meist 12 Messstellen im Ruhrlängsverlauf durchführte und die Datenlage daher homogener und dichter als bei den Messungen des LANUV ist. Die Darstellungen zeigen die arithmetischen Mittelwerte der Frachten, die an verschiedenen Messstellen im Längsverlauf der Ruhr bestimmt wurden, und zwar sowohl für den Fall, dass für Konzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze der Wert null als auch für den Fall, dass für diese Konzentrationen ein Wert in Höhe der halben Bestimmungsgrenze angenommen wurde.

Der zeitliche Verlauf der Frachten an den Messstellen sowie die Tabellen mit arithmetischen Mittelwerten und Standardabweichungen sind im Anhang dieses Berichts (Kapitel 14.6) wiedergegeben. Sofern der Stoff im Messprogramm des LANUV bzw. des Ruhrverbandes enthalten war und als relevant eingestuft wurde, wird der zeitliche Verlauf der Frachten an verschiedenen Messstellen im Ruhrlängsverlauf sowohl für die Berechnungen anhand der Messergebnisse des LANUV als auch anhand der Messergebnisse des Ruhrverbandes in jeweils einem Diagramm wiedergegeben, jedoch aus Gründen der Übersichtlichkeit nur für den Fall, dass für Konzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze der Wert null angenommen wurde. Auf eine gesonderte Darstellung und Interpretation des zeitlichen

Verlaufs der Frachten an jeder einzelnen Messstelle wurde aus Gründen der Überschaubarkeit der Datenmenge und wegen der z. T. starken Schwankungen der Frachten und der damit verbundenen geringen Aussagekraft der Darstellung des zeitlichen Verlaufs verzichtet. Weiterhin wurde auf eine Darstellung und Interpretation der Frachten von 2,4,8,10-Tertaoxaspiro[5,5]undecan (TOSU) verzichtet, da die Emission mit Installation der Membrananlage zur Abwasseraufbereitung des Betriebs, der in der Vergangenheit TOSU emittierte, behoben wurde. Weiterhin wurde auf die Darstellung der Ergebnisse des LANUV zu Bisphenol A verzichtet, da hierfür nur Werte an einer einzigen Messstelle vorlagen.

Zur Erleichterung des Verständnisses und der Interpretation der nachfolgenden Abbildungen sind die Stationierungen der Einleitungen der größten Nebenflüsse und Kläranlagen in die Ruhr in Bild 8.4 dargestellt. Weiterhin gehen aus Bild 8.4 auch die Lage der Messstellen des Ruhrverbandes hervor, deren Ergebnisse zur Berechnung der Frachten herangezogen wurden. In Bild 8.4 sind nur die größeren Kläranlagen dargestellt, die direkt in die Ruhr einleiten.

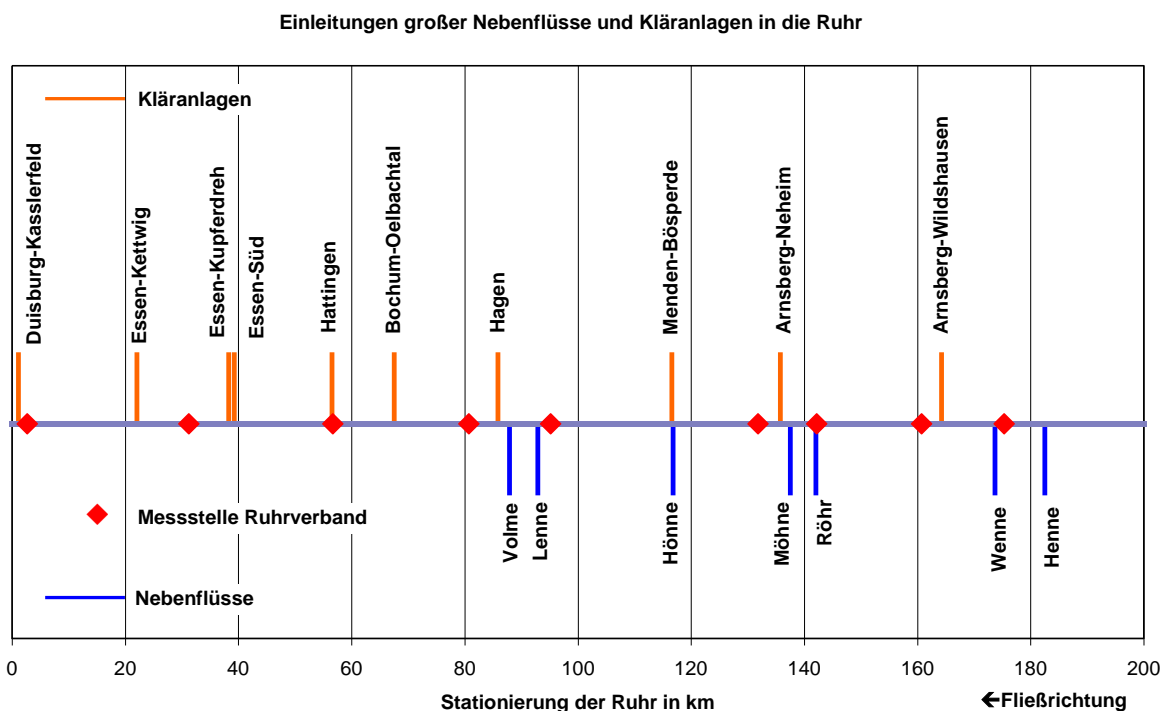


Bild 8.4: Einleitungen großer Nebenflüsse und Kläranlagen in die Ruhr

Eine Übersicht über alle Kläranlagen, die in die einzelnen Ruhrabschnitte zwischen den betrachteten Messstellen des Ruhrverbandes einleiten, geht aus Tabelle 8.7 hervor. Wie aus der Abbildung deutlich wird, leiten im Bereich zwischen Ruhr km 80,7 und km 95,2 sehr viele Kläranlagen in die Nebenflüsse der Ruhr ein, so dass ihre Abwässer im Wesentlichen über

die Flüsse Lenne und Volme in die Ruhr gelangen. Summarische Angaben zu den Kläranlagen wie angeschlossene Einwohner (E), Einwohnergleichwerte (EWG) angeschlossener Industriebetriebe, der daraus folgende Anteil an industriellen Einleitungen und die Jahresschmutzwassermenge sind in Tabelle 8.8 aufgeführt. Besonders viele EWG angeschlossener Industriebetriebe werden in den Ruhrabschnitten 0-2,7 km, 80,7-95,2 km (Zustrom von Volme und Lenne sowie Kläranlage Hagen), 131,8-142,2 km (Zustrom von Möhne und Röhre sowie Kläranlage Arnsberg-Neheim) und 160,7-175,3 km (Zustrom Wenne und Kläranlage Arnsberg-Wildhausen) eingetragen.

Tabelle 8.7: Kommunale Kläranlagen, die in Ruhrabschnitte zwischen den betrachteten Messstellen des Ruhrverbandes einleiten (Kläranlagen, die direkt in die Ruhr einleiten, sind unterstrichen)

Kommunale Kläranlagen in Bereichen der Stationierung der Ruhr in km										
0,0-2,7	2,7-31,2	31,2-56,7	56,7-80,7	80,7-95,2	95,2-131,8	131,8-142,2	142,2-160,7	160,7-175,3	175,3-200	200-219,2
<u>Duisburg-Kasslerfeld</u>	<u>Essen-Kettwig</u>	Velbert-Hespertal	Bochum-Oelbachtal	<u>Hagen-Vorhalle</u>	<u>Schwerte</u>	<u>Arnsberg-Neheim II</u>	<u>Arnsberg</u>	<u>Arnsberg-Wildshausen</u>	<u>Bestwig-Velmede</u>	<u>Winterberg-Niedersfeld</u>
	Heiligenhaus-Abtsküche	<u>Essen-Kupferdreh</u>	Wetter-Albringhausen	Volmetal	Iserlohn-Baarbachtal	Warstein-Belecke		Eslohe-Wenholtshausen		
		<u>Essen-Süd</u>	Herdecke-Voßkuhle	Schalksmühle	<u>Menden</u>	Warstein		Eslohe-Bremke		
		<u>Essen-Burgaltdorf</u>		Meinerzhagen	Olpe Altenkleusheim	Rüthen		Eslohe		
		<u>Hattingen</u>		Kierspe Bahnhof	Neuenrade	Möhnesee-Völlinghausen				
		<u>Witten-Herbede</u>		Gevelsberg	Hemer	Brilon				
				Ennepetal Oberbauer	Balve	Sundern-Reigern				
				Breckerfeld	<u>Wickede</u>					
				Hagen-Boele	Ense-Bremen					
				Werdohl						
				Wenden						
				Schmallenberg						
				Rahmedetal						
				Plettenberg						
				Meinerzhagen Valbert						
				Lüdenscheid Schlittenbachtal						
				Lennestadt Grevenbrück						
				Lennestadt Bilstein						
				Lennestadt Kirchhündem Oberhündem						
				Iserlohn Letmathe						
				Herscheid						
				Hagen Fley						
				Finnentrop						
				Biggetal						
				Altena						

Aus Tabelle 8.8 und Tabelle 8.9 gehen die Summen der Anzahl der Indirekteinleiter und Direkteinleiter hervor, die in die einzelnen Ruhrabschnitte zwischen den betrachteten Messstellen des Ruhrverbandes einleiten. Sieht man von den Indirekteinleitungen nach Anhang 49 (Mineralölhaltiges Abwasser), welches vielfach von Tankstellen stammt und Anhang 50 (Zahnbehandlung) ab, so fällt die hohe Anzahl an Betrieben der Metallbearbeitung und Metallverarbeitung (Anhang 40 der AbwV) auf, deren Abwasser im Abschnitt 80,7-95,2 km (Zustrom von Volme und Lenne sowie Kläranlage Hagen) in die Ruhr gelangt. Bei den Direkteinleitern fällt die hohe Anzahl der Betriebe mit Einleitungen aus der

Wasseraufbereitung, von Kühlsystemen und der Dampferzeugung (Anhang 31 der AbwV) in diesem Ruhrabschnitt auf.

Tabelle 8.8: Summarische Angaben zu kommunalen Kläranlagen, die in Ruhrabschnitte zwischen den betrachteten Messstellen des Ruhrverbandes einleiten

Parameter	Angaben zu kommunalen Kläranlagen in Bereichen der Stationierung der Ruhr in km										
	0,0-2,7	2,7-31,2	31,2-56,7	56,7-80,7	80,7-95,2	95,2-131,8	131,8-142,2	142,2-160,7	160,7-175,3	175,3-200	200-219,2
Anzahl Kläranlagen	1	2	6	3	26	9	7	1	4	1	1
E	250.441	86.510	304.065	228.317	714.742	259.193	137.361	21.038	55.666	31.569	2.846
EGW	214.321	1.555	61.045	41.993	130.317	45.771	80.156	0	98.211	1.528	0
Industrieller Anteil in %	46	2	17	16	15	15	37	0	64	5	0
Jahres-schmutz-wasser-menge in Mio. m ³ /a	41,4	11,7	44,5	34,7	143,8	48,4	32,4	3,8	17,6	16,7	1,4

Tabelle 8.9: Summe der Indirekteinleiter, die in Ruhrabschnitte zwischen den betrachteten Messstellen des Ruhrverbandes einleiten und deren Zuordnung zu Anhängen der AbwV (n.z.=keinem Anhang der AbwV zugeordnet)

Anhang AbwV	Anzahl der Indirekteinleiter in Bereichen der Stationierung der Ruhr in km										
	0,0-2,7	2,7-31,2	31,2-56,7	56,7-80,7	80,7-95,2	95,2-131,8	131,8-142,2	142,2-160,7	160,7-175,3	175,3-200	200-219,2
1	9	5	71	171	22	11	10	1	2	2	
3				1							
6				1							
7											
8	1		1								
9			1	2	3						
10			2	11	1						
11				1	1				1		
12				1							
13							1				
19					1						
22	1	2	1	4	3	3	1				
23					1				1		
24	1				5						
25	2										
26	2		4	3	3	1					
27			3		9	2			1		
28					1		1				
29	7		2	6	21	1	5			2	
31	12	1	7	11	19	4	1		1		
32			3	4		1	1			1	
38	1	1		1	1						
39			1		1	1					
40	12	23	57	76	172	61	35	1	6	1	
41			2								
45				1							
47		4	13								
48	5	1	8	36	1		1				
49	198	30	190	398	625	209	170	33	67	31	1
50	145	25	119	92	297	96	58	9	26	13	3
51	2	1	1	3	3	6	3	1			
52	14	4	7	5	17	6	2				
53	7	7	14	24	12	8					
54				6	1						
55	7		7	9	5				1	1	
56		1	9	36	3	5	2				
n.z.	8	2	56	215	16	19	3	1	1	1	

Tabelle 8.10: Summe der Direkteinleiter, die in Ruhrabschnitte zwischen den betrachteten Messstellen des Ruhrverbandes einleiten und deren Zuordnung zu Anhängen der AbwV (n.z.=keinem Anhang der AbwV zugeordnet)

Anhang AbwV	Anzahl der Direkteinleiter in Bereichen der Stationierung der Ruhr in km										
	0,0-2,7	2,7-31,2	31,2-56,7	56,7-80,7	80,7-95,2	95,2-131,8	131,8-142,2	142,2-160,7	160,7-175,3	175,3-200	200-219,2
1		11	3	1		21	2			3	1
11									1		
12			1								
16					1						
17			1								
19					1						
26					3	1	1		1	1	
29				2	5						
31		4	1	9	91	24	8	2	2	7	
39					4		1				
47					1						
49				1	6	1					1
51					1		2	1			
n.z.	2	3	2	3	23	9	11	2	2	6	

8.2.1 Komplexbildner

Komplexbildner kommen vielfach im häuslichen und im industriellen Bereich zum Einsatz, wie z. B. in der Lebensmittelindustrie, als Additiv in Wasch- und Reinigungsmitteln, in Kosmetika und Arzneimitteln, in der Foto-, Textil- und Papierindustrie und in der Metallindustrie (speziell in der Galvanotechnik).

In Bild 8.5 bis Bild 8.7 sind die arithmetischen Mittelwerte der Frachten von EDTA, DTPA und NTA über dem Längsverlauf der Ruhr dargestellt. Der Eintrag von EDTA erfolgt im Wesentlichen zwischen Ruhr km 95,2 und 80,7 (Einmündung von Lenne und Volme und Kläranlage Hagen) und stammt aus den in diesem Bereich ansässigen Einleitern sowie aus den Einleitungen in die Lenne und die Volme. DTPA wird ebenfalls im Wesentlichen in diesem Bereich eingeleitet, wobei der Großteil der Fracht aus dem Betrieb Stora Enso Kabel GmbH & Co. (Papierherstellung) in der Nähe der Lennemündung stammen wird. Im Gegensatz zu EDTA unterliegt DTPA offensichtlich Eliminationsvorgängen im Fließgewässer, da sich die Fracht zwischen Einleitung und Ruhrmündung deutlich verringert. Auch NTA wird im Wesentlichen zwischen Ruhr km 95,2 und km 80,7 eingeleitet, wobei sich große Unterschiede zwischen den berechneten Frachten zeigen, je nachdem, ob für Konzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze ein Wert von null oder in Höhe der halben Bestimmungsgrenze angenommen wurde.

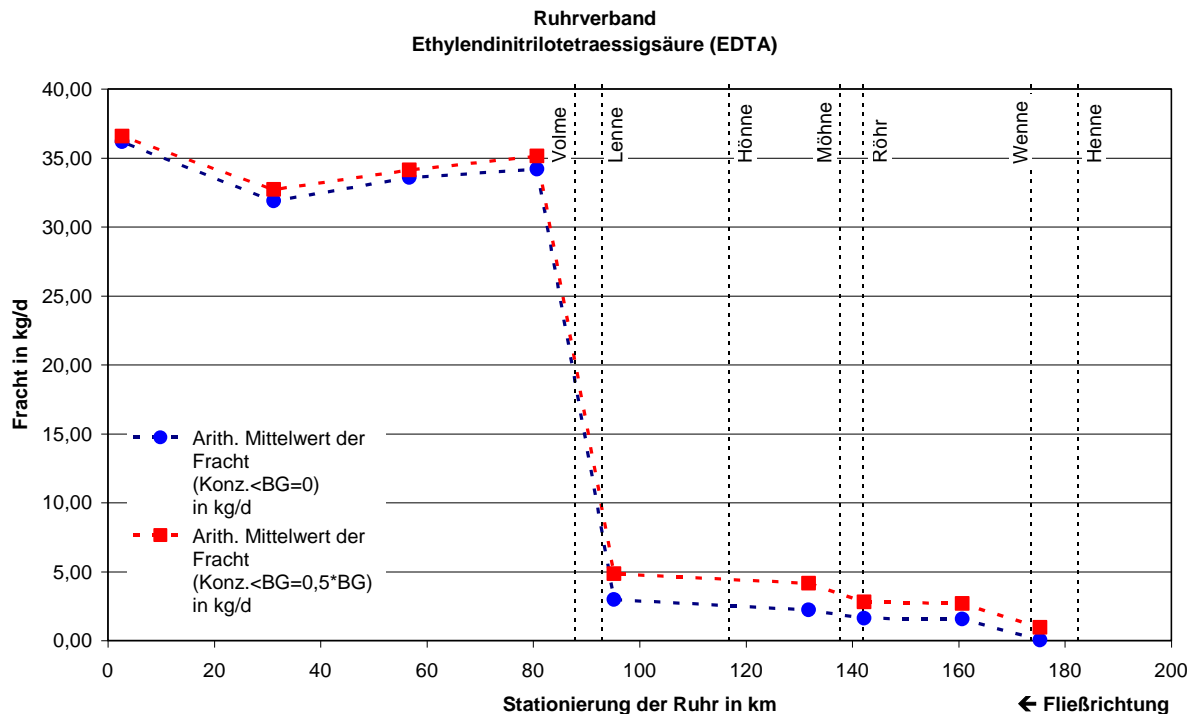


Bild 8.5: Fracht von EDTA über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)

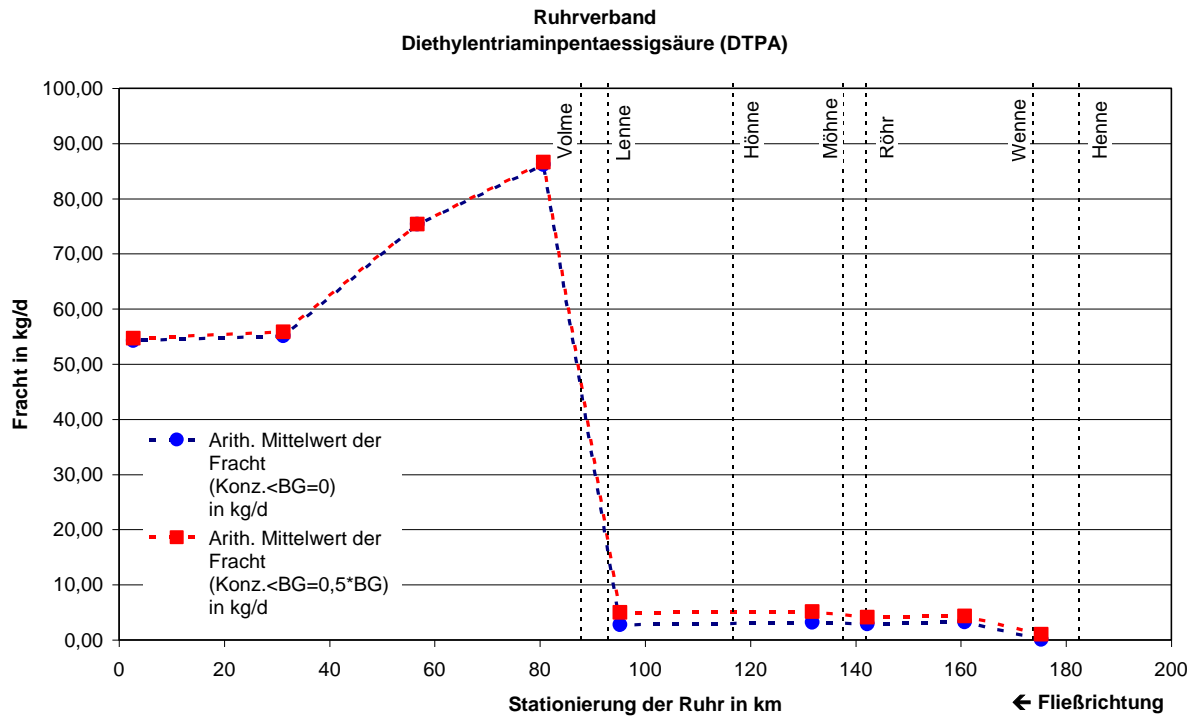


Bild 8.6: Fracht von DTPA über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)

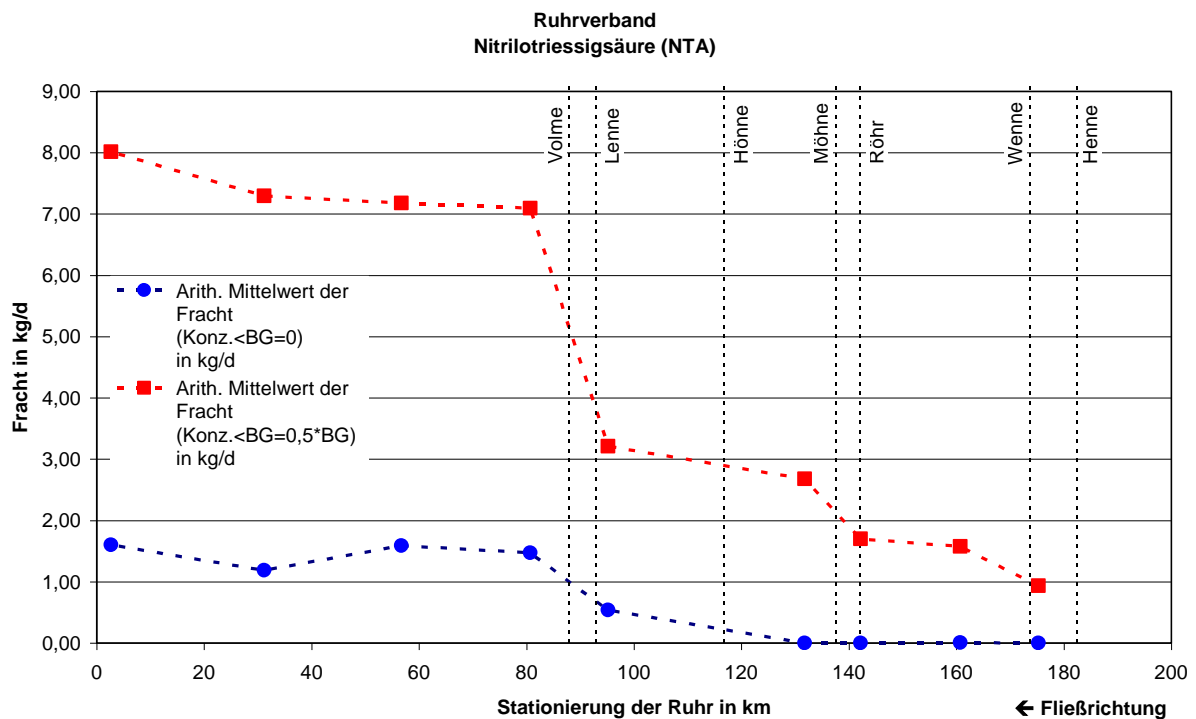


Bild 8.7: Fracht von NTA über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)

8.2.2 Chlorierte phosphororganische Flammschutzmittel

Chlorierte phosphororganische Flammschutzmittel werden wegen ihrer Funktion auch als Weichmacher häufig bei der Herstellung von Kunststoffen eingesetzt und finden sich z. B. in Baumaterialien (z. B. Bodenbelägen, Dichtungen, Kabelummantelungen, Wärmedämmungen, Planen, Beschichtungen) und Schäumen (z. B. Polstermöbel, Autositze). TCPP ersetzt als Flammschutzmittel immer mehr den Stoff TCEP. Da die Frachten im Ablauf kommunaler Kläranlagen an TCEP und TCPP sehr gut mit den angeschlossenen Einwohnern korrelieren (IWW & ISA, 2008), kann man davon ausgehen, dass diese Stoffe zum Teil über die Einleitungen aus Haushalten in die Ruhr eingetragen werden.

In Bild 8.8 bis Bild 8.10 sind die arithmetischen Mittelwerte der Frachten von TCPP, TCEP und TDCP über dem Längsverlauf der Ruhr dargestellt. Die Einleitung von TCPP und TCEP erfolgt vorwiegend im Abschnitt zwischen Ruhr km 142,2 und 131,8 (Einmündung von Röhr und Möhne und Kläranlage Arnsberg-Neheim) und Ruhr km 95,2 und 80,7 (Einmündung von Lenne und Volme und Kläranlage Hagen). Bei TDCP sind weiterhin Einleitungen im Bereich zwischen Ruhr km 80,7 und 56,7 zu lokalisieren.

Aus Tabelle 8.9 und Tabelle 8.10 können prinzipiell die Branchen sowie die Anzahl der Direkt- und Indirekteinleiter entnommen werden, die für die Einleitung in Frage kommen, eine exakte Zuordnung der Einleitung zu einer Branche bzw. zu einzelnen Betrieben ist jedoch nicht möglich.

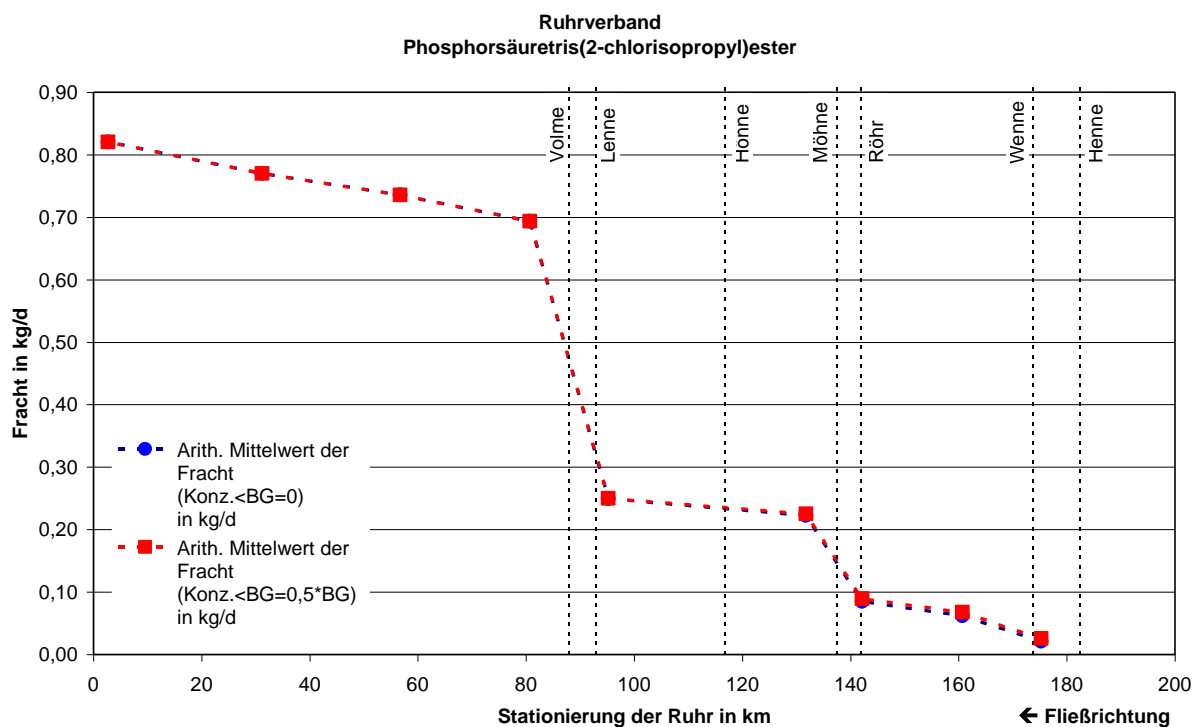


Bild 8.8: Fracht von Phosphorsäuretris(2-chlorisopropyl)ester (TCPP) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)

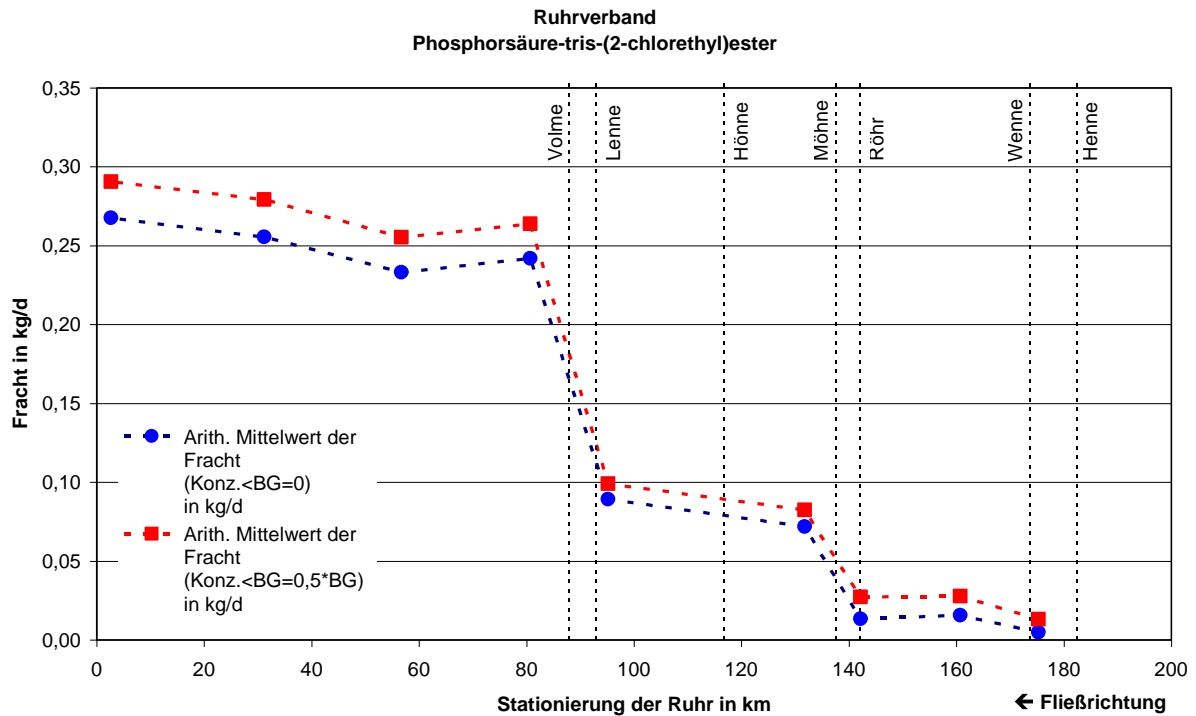


Bild 8.9: Fracht von Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)ester (TCEP) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)

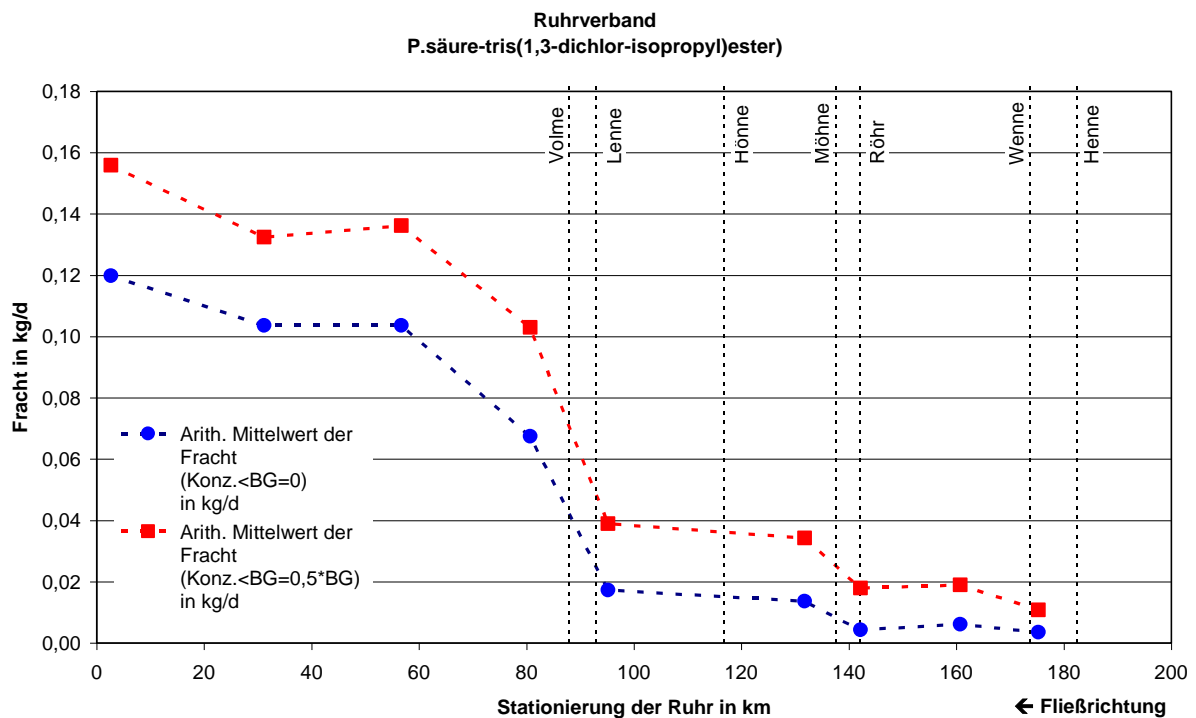


Bild 8.10: Fracht von Phosphorsäure-tris(1,3-dichlor-isopropyl)ester (TDCEP) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)

8.2.3 Perfluorierte Tenside

Die wichtigsten Vertreter der PFT sind PFOA (Perfluoroktansäure) und PFOS (Perfluoroktansulfonsäure). PFOS wird bei einigen industriellen Anwendungen z. B. in der Galvanik und Photoindustrie und auch in Feuerlöschmitteln eingesetzt. Seit dem 27.12.2006 gilt EU-weit ein Stoffverbot für PFOS, das jedoch Ausnahmen zulässt. Darüber hinaus sind PFT herstellungsbedingt als Verunreinigung in Fluorpolymeren und Fluorcarbonharzen zu finden, so etwa bei der Beschichtung und Imprägnierung von Textilien (z. B. wetterfeste Oberbekleidung, Teppichbeläge, Markisen), in Goretex®-Bekleidung, in Papierbeschichtungen (z. B. Fast-Food-Schalen), Leder-/Schuhimprägnierungsmitteln und Teflon®-Produkten (<http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/jahresberichte/jabe2007/jabe2007S25S33.pdf>).

Das MUNLV hat gemeinsam mit den vor Ort zuständigen Behörden in Kooperation mit den betroffenen Firmen jeweils angepasste Maßnahmen zur Reduzierung der Schadstoffeinträge veranlasst. Die durchgeführten Maßnahmen zur PFT-Reduzierung erfolgen auf freiwilliger Basis, ohne dass derzeit normierte Grenzwerte für eine Abwassereinleitung definiert sind. Dank der Kooperation der Industrie- und Gewerbebetriebe konnten die PFOA- und PFOS-Einträge landesweit in zahlreichen Fällen reduziert werden (MUNLV NRW 2009).

In Bild 8.11 bis Bild 8.18 sind die arithmetischen Mittelwerte der Frachten von PFBA, PFBS, PFPeA, PFHxA, PFOA, PFOS sowie der Summe von PFOA und PFOS und von 10 PFT über dem Längsverlauf der Ruhr dargestellt. Während einige PFT wie PFBA, PFPeA, PFHxA und PFOA im Wesentlichen nur im Ruhrabschnitt zwischen Ruhr km 142,2 und 131,8 (Abschnitt der Einmündung von Möhne und Röhr und Einleitung der Kläranlage Arnsberg-Neheim) eingeleitet werden, werden andere PFT im Wesentlichen in den darauf folgenden Ruhrabschnitten eingeleitet, wie PFBS und PFOS. Die höchsten Frachten werden für PFOA und PFOS gefunden. Aus Tabelle 8.9 und Tabelle 8.10 können prinzipiell die Branchen sowie die Anzahl der Direkt- und Indirekteinleiter entnommen werden, die für die Einleitung in Frage kommen, eine exakte Zuordnung der Einleitung zu einer Branche bzw. zu einzelnen Betrieben ist jedoch nicht möglich.

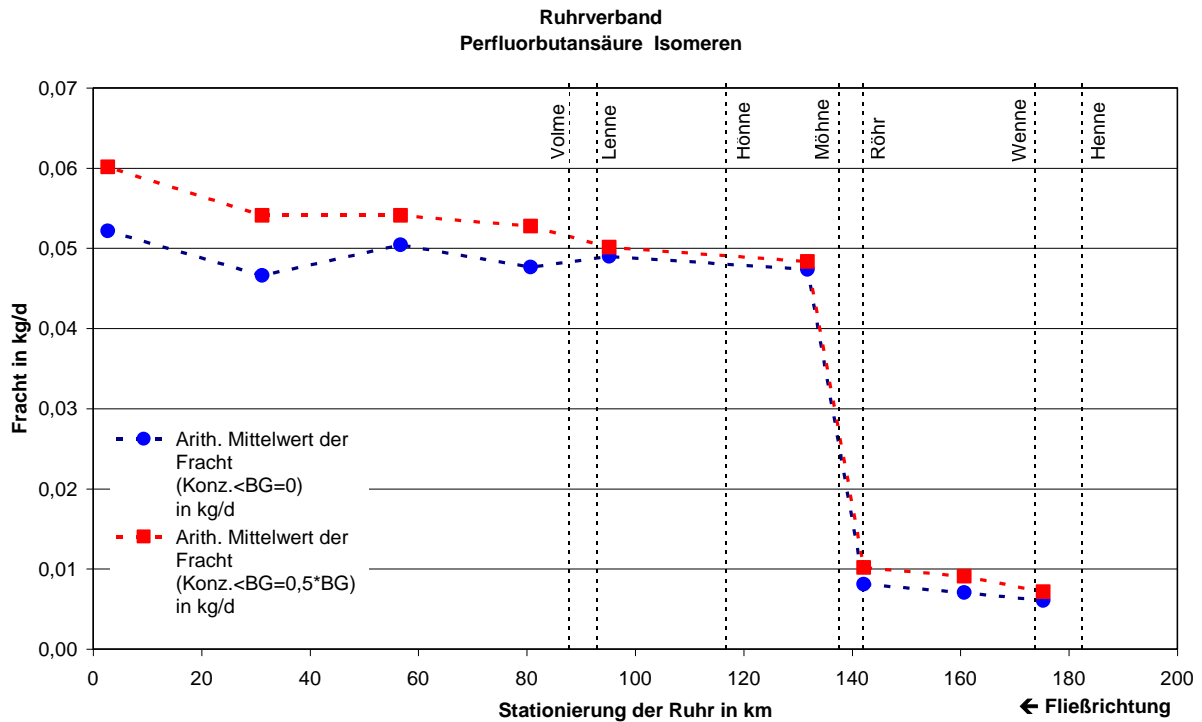


Bild 8.11: Fracht von Perfluorbutansäure (PFBA) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2007-2009)

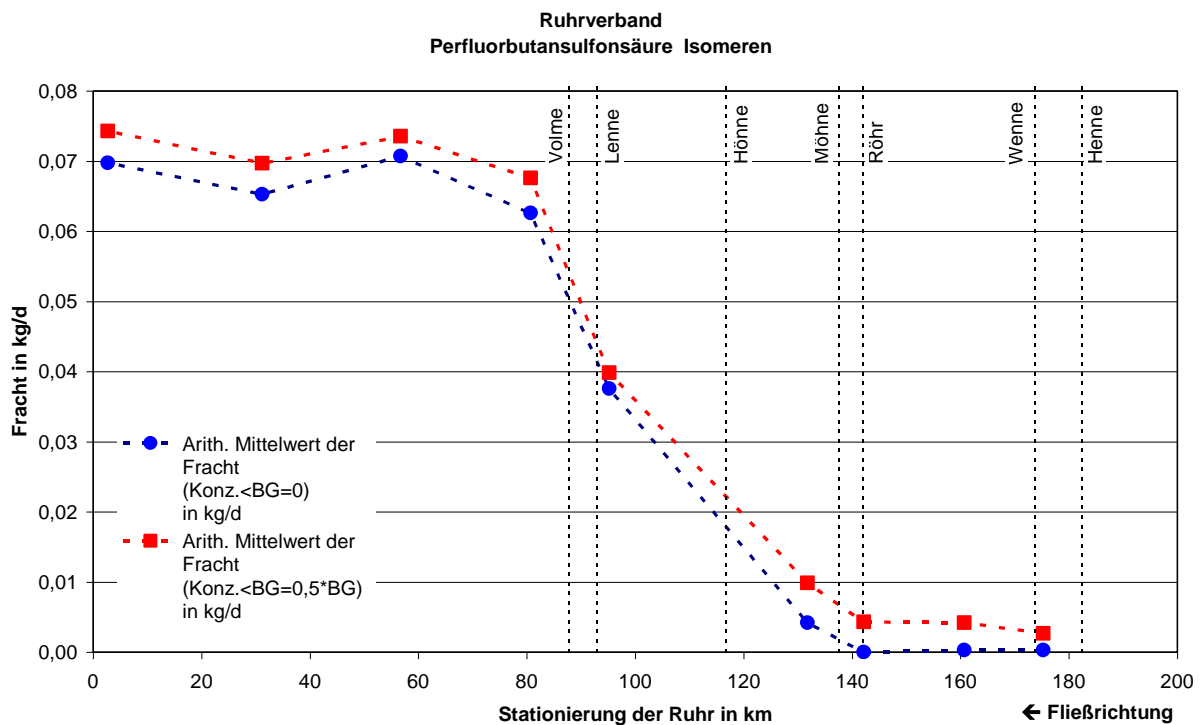


Bild 8.12: Fracht von Perfluorbutansulfonsäure (PFBS) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2007-2009)

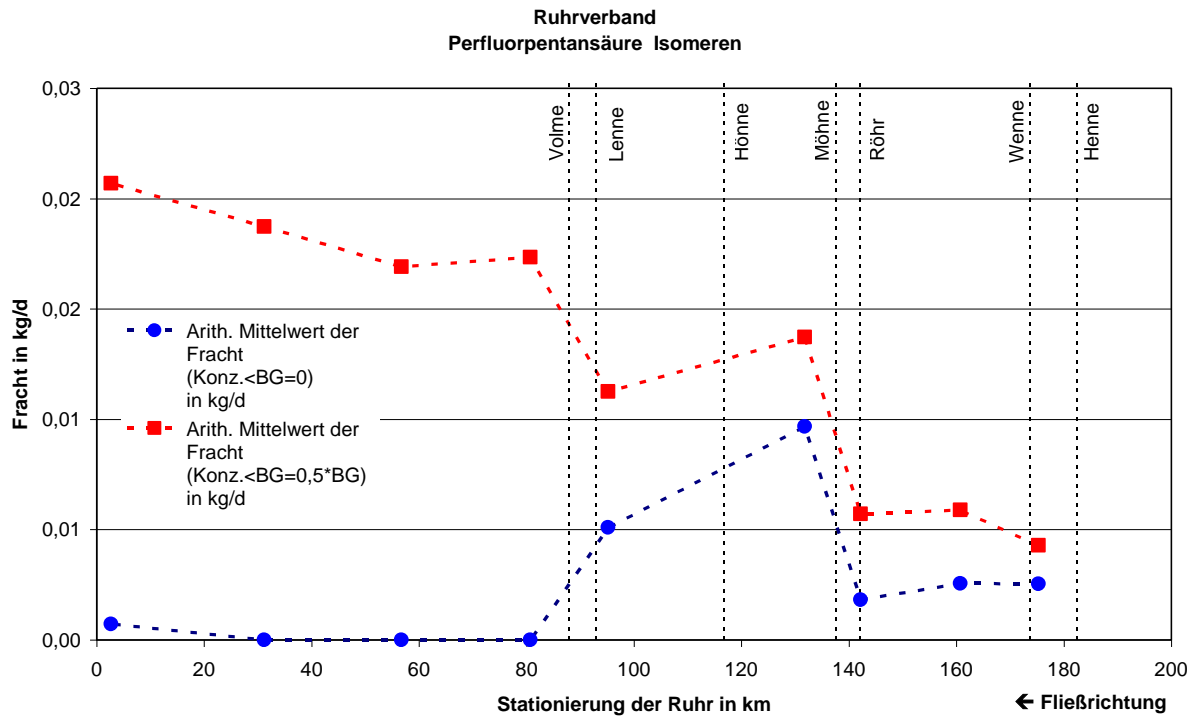


Bild 8.13: Fracht von Perfluorpentansäure (PFPeA) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2007-2009)

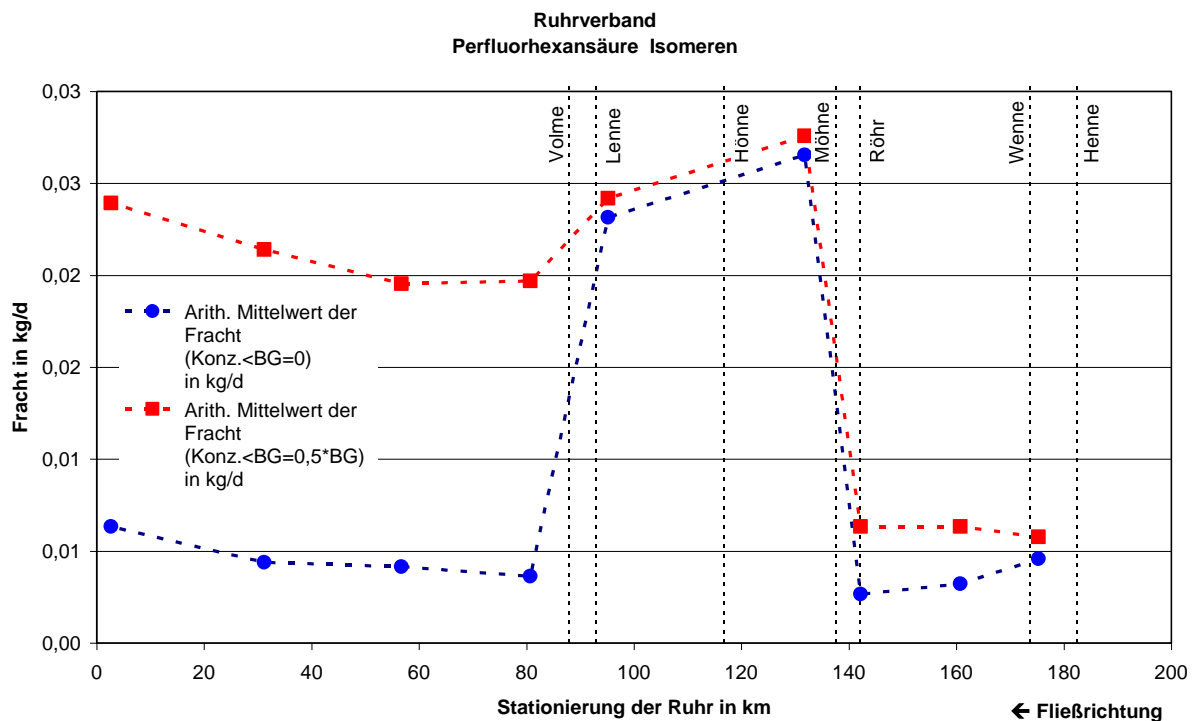


Bild 8.14: Fracht von Perfluorhexansäure (PFHxA) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2007-2009)

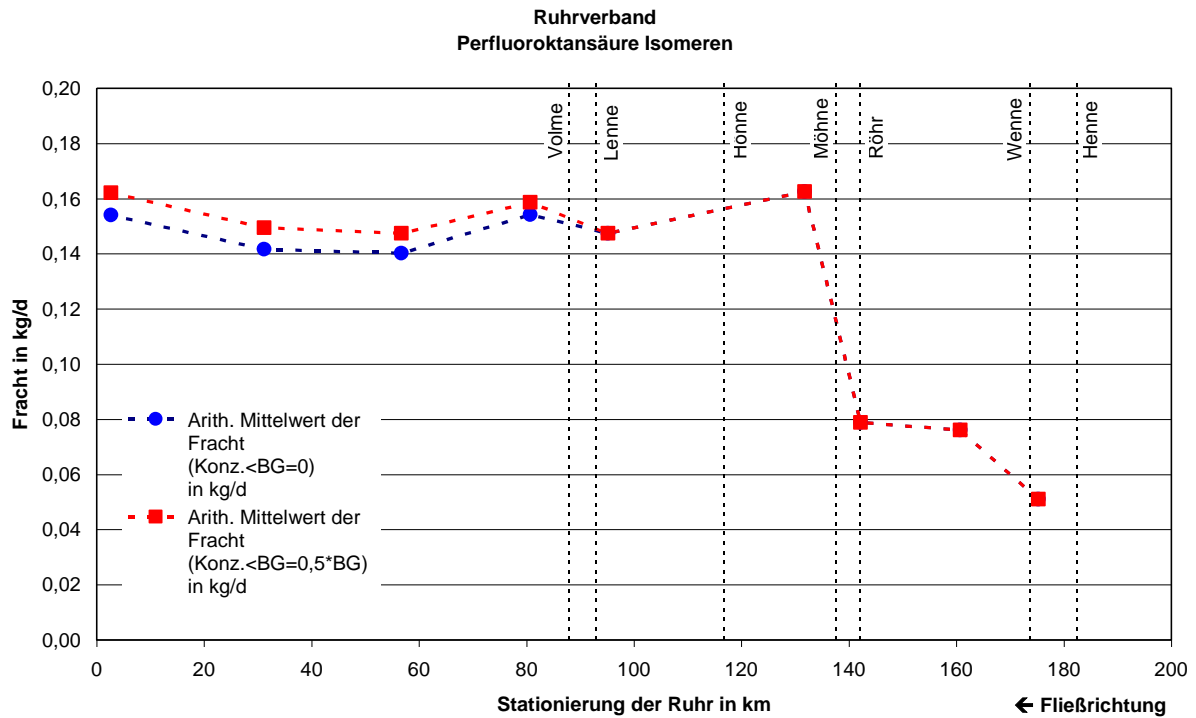


Bild 8.15: Fracht von Perfluoroktansäure Isomeren (PFOA) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2007-2009)

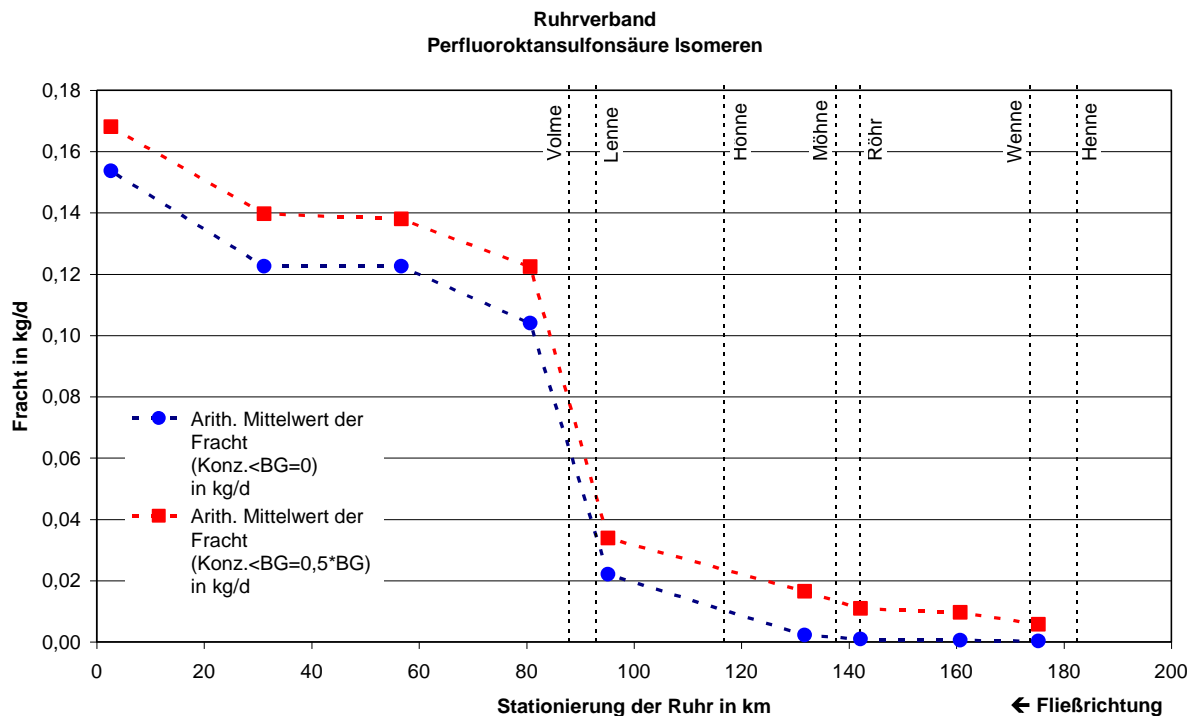


Bild 8.16: Fracht von Perfluoroktansulfonsäure Isomeren (PFOS) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2007-2009)

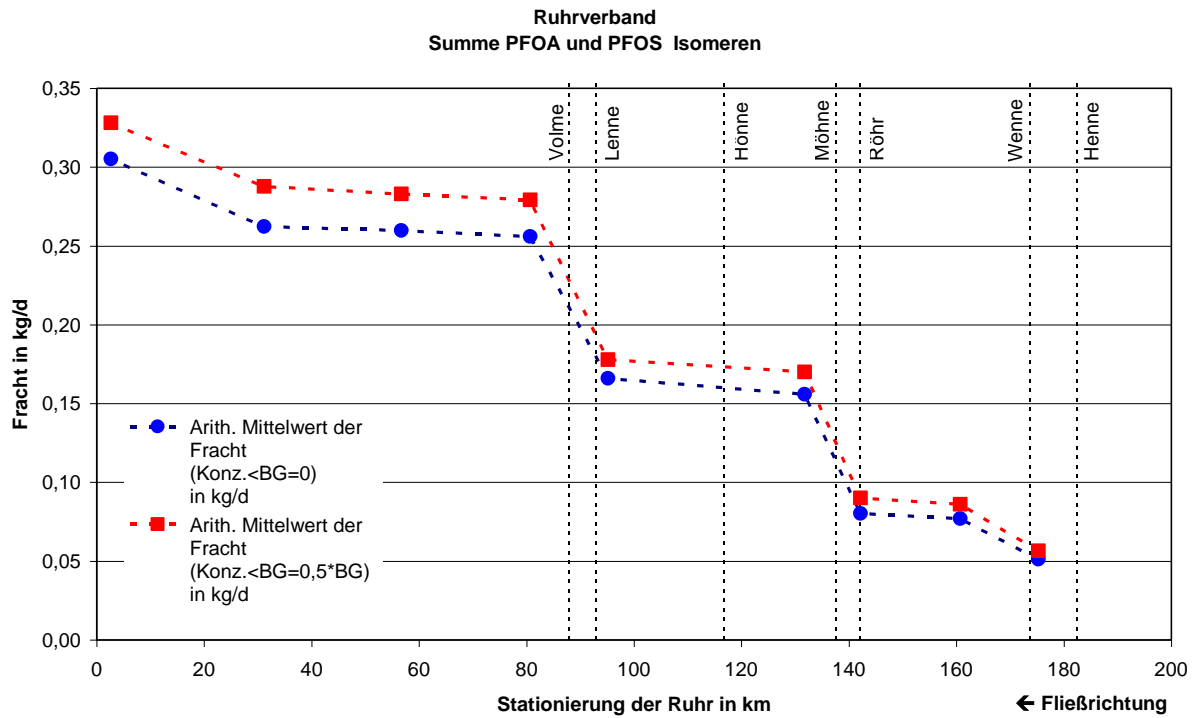


Bild 8.17: Fracht der Summe aus PFOA und PFOS Isomeren über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2007-2009)

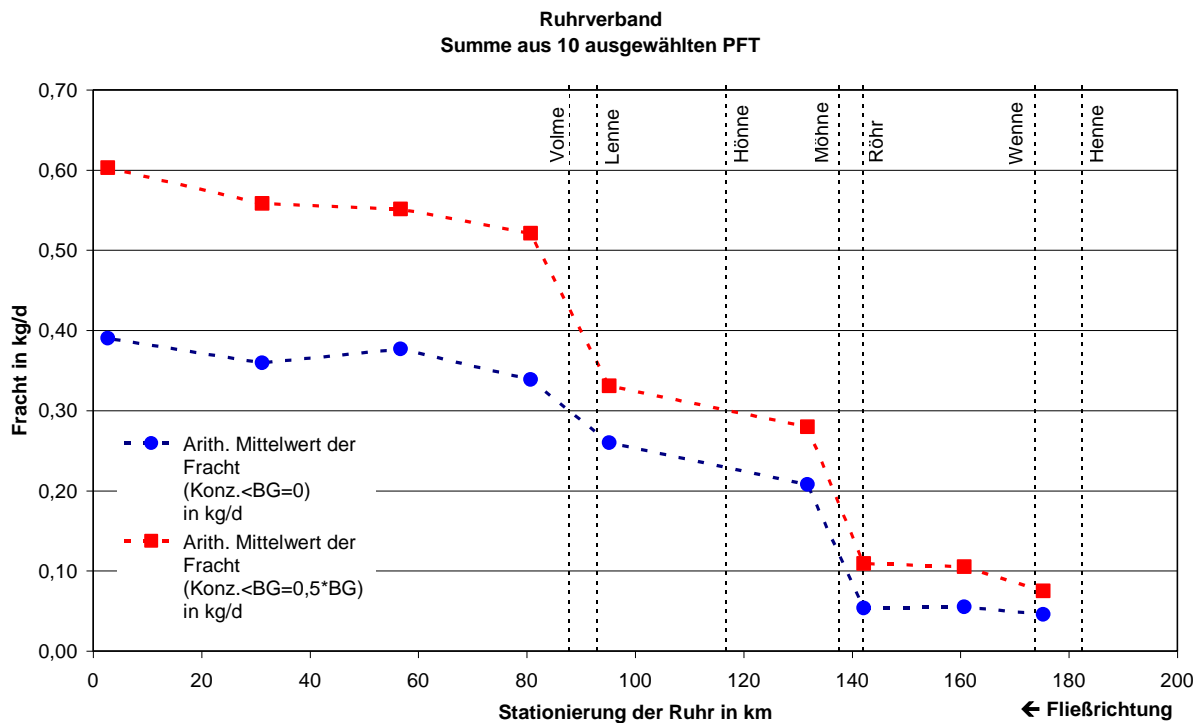


Bild 8.18: Fracht der Summe aus 10 PFT über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2008-2009)

8.2.4 Benzinzusatzstoffe

Methyl-tert-butylether (MTBE) und Ethyl-tert-butylether (ETBE) dienen als Benzinadditiv zur Erhöhung der Klopfestigkeit. Ihr Eintrag in die Ruhr erfolgt daher eher diffus als durch industrielle Einleitungen.

In Bild 8.19 und Bild 8.20 sind die arithmetischen Mittelwerte der Frachten von MTBE und ETBE über dem Längsverlauf der Ruhr dargestellt. Es wird ersichtlich, dass der Eintrag im Wesentlichen in den dichter besiedelten Gebieten mit höherer Straßen- und Verkehrsdichte etwa ab Ruhr km 95,2 erfolgt, wie aus der Darstellung der besiedelten Flächen in Bild 3.1 hervorgeht.

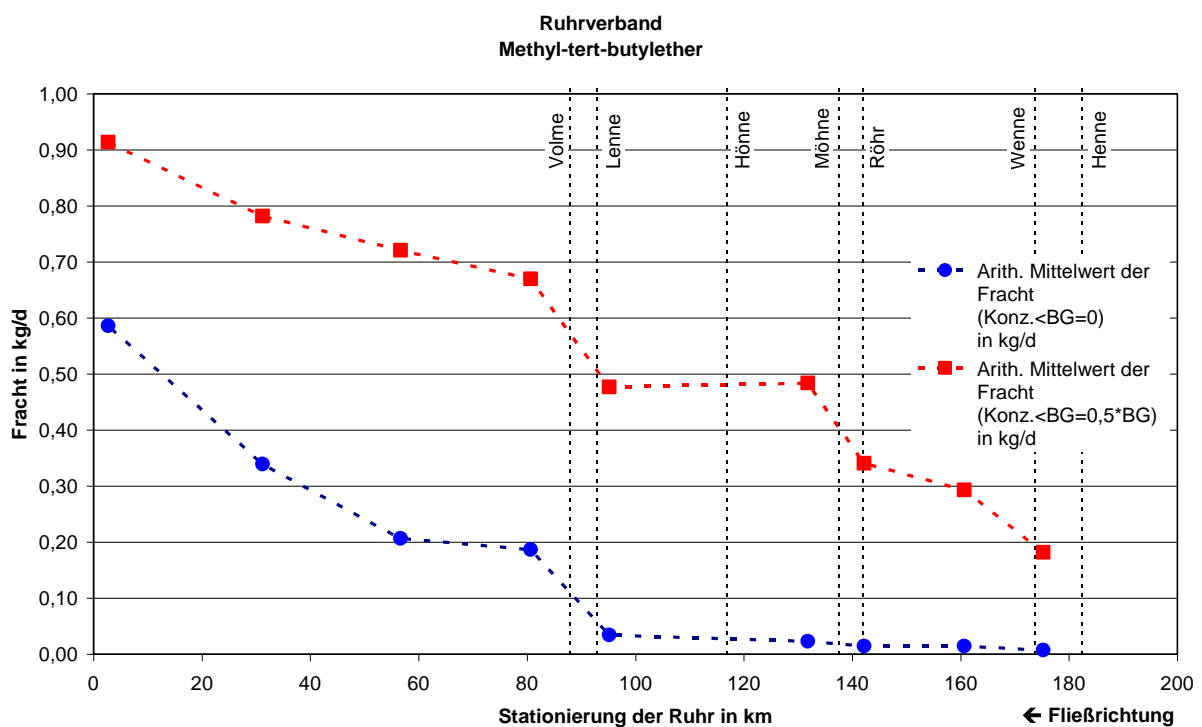


Bild 8.19: Fracht von Methyl-tert-butylether (MTBE) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)

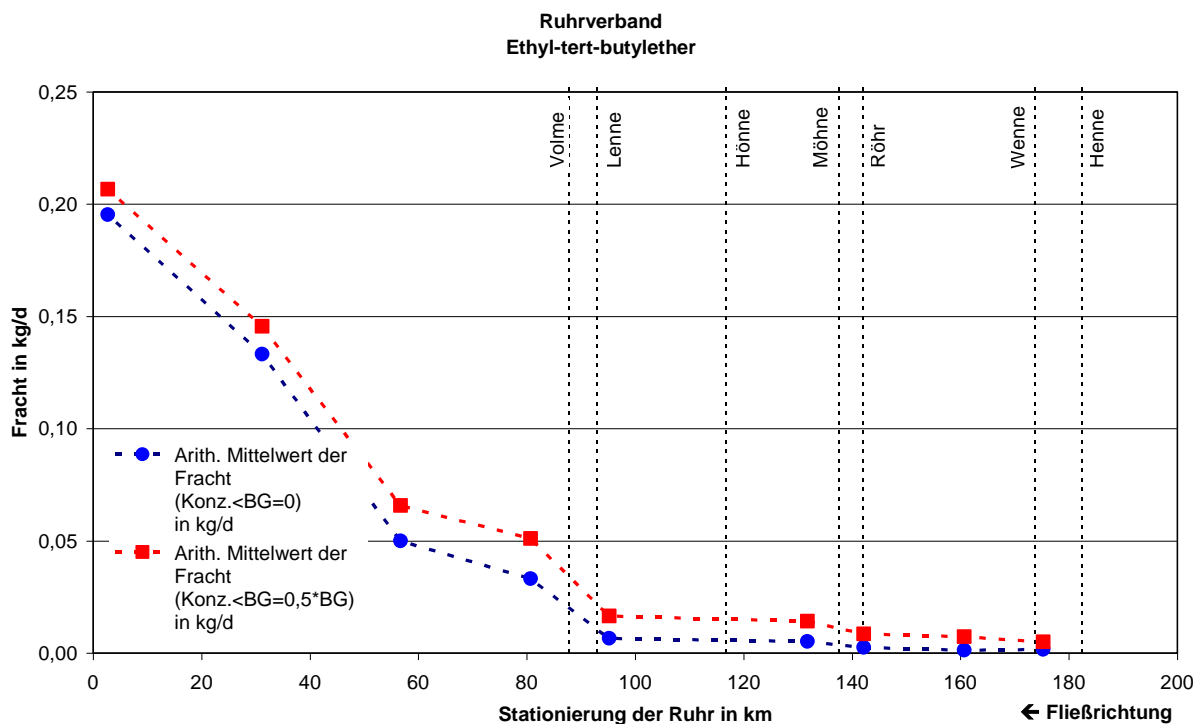


Bild 8.20: Fracht von Ethyl-tert-butylether (ETBE) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)

8.2.5 Weichmacher

Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester (DEHP) wird als Weichmacher Kunststoffen zugesetzt, damit diese elastischer und geschmeidiger werden. Er geht dabei keine chemische Verbindung mit dem Kunststoff ein und kann daher mit der Zeit wieder entweichen. ([http://de.wikipedia.org/wiki/Bis\(2-ethylhexyl\)phthalat](http://de.wikipedia.org/wiki/Bis(2-ethylhexyl)phthalat)). Der Stoffsteckbrief des LANUV NRW nennt folgende Anlagen und Produktionsprozesse, aus denen DEHP emittiert werden kann:

- Deponien
- Anlagen zur Verwertung oder Beseitigung gefährlicher Abfälle, CP-Anlagen
- Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von organischen Grundchemikalien
- Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von Ausgangsstoffen für Pflanzenschutzmittel und Bioziden
- Anlagen zur industriellen Herstellung von Grundarzneimitteln unter Verwendung eines chemischen oder biologischen Verfahrens
- Kokereien
- Industrieanlagen für den Schutz von Holz und Holzprodukten mit Chemikalien

- Anlagen für den Bau und zum Lackieren von Schiffen oder zum Entfernen von Lackierungen von Schiffen
- Anlagen zur Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen durch ein elektrolytisches und chemisches Verfahren
- Anlagen zur Oberflächenbehandlung von Stoffen, Gegenständen oder Erzeugnissen unter Verwendung organischer Lösungsmittel, insbesondere zum Appretieren, Bedrucken, Beschichten, Entfetten, Imprägnieren, Kleben, Lackieren, Reinigen oder Tränken
- Industrieanlagen für die Herstellung von Papier und Pappe und sonstigen primären Holzprodukten (wie Spanplatten, Faserplatten und Sperrholz)
- Anlagen zur Vorbehandlung (z. B. Waschen, Bleichen, Merzerisieren) oder zum Färben von Fasern oder Textilien.

Somit kommen prinzipiell Betriebe folgender Anwendungsbereiche nach Anhängen der AbwV als Emittenten in Frage: 51, 27, 48, 22, 46, 40, 37, 28 und 13. Weiterhin ist zu erwarten, dass der Stoff auch aus Haushalten freigesetzt wird. Der Eintrag erfolgt im Wesentlichen zwischen Ruhr km 95,2 und km 80,7 (Einmündung von Lenne und Volme und Kläranlage Hagen) und zwischen Ruhr km 53,7 und km 31,2 (Einleitung der Kläranlagen der Städte Essen, Hattingen, Witten und Velbert).

Phthalsäurediethylester (DEP) wird als Formulierungshilfsmittel für Pflanzenschutzmittel sowie als Fixierer für Duftstoffe und zur Vergällung von Ethanol (auch in Duftstoffen und Kosmetika) eingesetzt. Es stellt auch einen sehr gut gelierenden, lichtbeständigen Weichmacher für Celluloseester dar. Es wird ebenfalls als Weichmacher für Lackbindemittel auf Cellulosebasis und in magensaftresistenten Überzügen von Arzneimitteln verwendet. Weiterhin ist es aufgrund seiner filmbildenden, weichmachenden und haarkonditionierenden Eigenschaften in Kosmetikprodukten enthalten. Darüber hinaus dient Diethylphthalat zur Phlegmatisierung von Sprengstoffen. Als weitere Einsatzmöglichkeit für DEP wird die Verwendung als Träger beim Färbeprozess von Celluloseacetat- oder Triacetatfasern beschrieben (<http://de.wikipedia.org/wiki/Phthalsäurediethylester>). Somit kommen prinzipiell Betriebe folgender Anwendungsbereiche nach Anhängen der AbwV als Emittenten in Frage: 9 und 38. Der Eintrag erfolgt im Wesentlichen zwischen Ruhr km 131,8 und km 142,8 (Zustrom von Möhne und Röhr sowie Kläranlage Arnsberg-Neheim) und zwischen Ruhr km 95,2 und km 80,7 (Einmündung von Lenne und Volme und Kläranlage Hagen).

Phthalsäuredibutylester (DBP) wird hauptsächlich als Weichmacher für PVC und als Absorbens (Waschflüssigkeit) zur Reinigung von Gasgemischen und organischen Verbindungen eingesetzt. Weiterhin findet es Verwendung als Zusatzstoff in

Medikamentenhüllen, damit sich die Inhaltsstoffe nicht schon im Magen, sondern erst im Darm auflösen (<http://de.wikipedia.org/wiki/Dibutylphthalat>). Dibutylphthalat wird in Kosmetikprodukten (z. B. Nagellack), in Klebstoff, in Zellophanverpackungen für Nahrungsmittel und in Kinderspielzeug verwendet (<http://igsvtu.lanuv.nrw.de>). Somit kommen prinzipiell Betriebe der chemischen Industrie (Anhang 22) als Emittenten in Frage wie auch Haushalte. Der Eintrag erfolgt im Wesentlichen zwischen Ruhr km 56,7 und km 31,2 (Einleitungen der Kläranlagen der Städte Essen, Velbert, Hattingen und Witten).

In Bild 8.21 bis Bild 8.23 sind die arithmetischen Mittelwerte der Frachten von DEHP, DEP und DBP über dem Längsverlauf der Ruhr dargestellt. Der Frachtverlauf weist starke Schwankungen auf, wobei in einigen Ruhrabschnitten offensichtlich die Einträge überwiegen, die zu einem Anstieg der Fracht führen und in anderen Abschnitten Eliminationsprozesse überwiegen, in denen eine Abnahme der Fracht zu beobachten ist. Aufgrund der geringen Anzahl der Positivbefunde von Phthalsäurediethylester (DEP) sind große Unterschiede zwischen den Frachten zu erkennen, die für unterschiedliche Annahmen hinsichtlich der Konzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze berechnet wurden. Aus Tabelle 8.9 und Tabelle 8.10 können prinzipiell die Branchen sowie die Anzahl der Direkt- und Indirekteinleiter entnommen werden, die für die Einleitung in Frage kommen, eine exakte Zuordnung der Einleitung zu einer Branche bzw. zu einzelnen Betrieben ist jedoch nicht möglich.

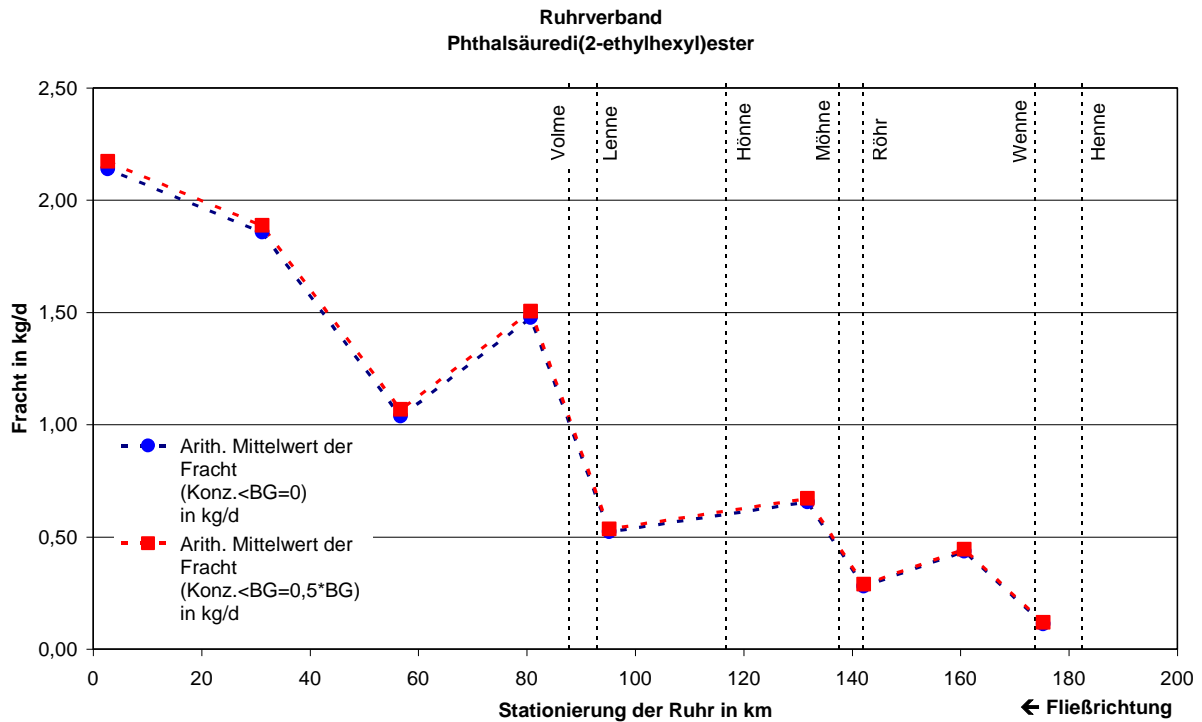


Bild 8.21: Fracht von Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester (DEHP) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)

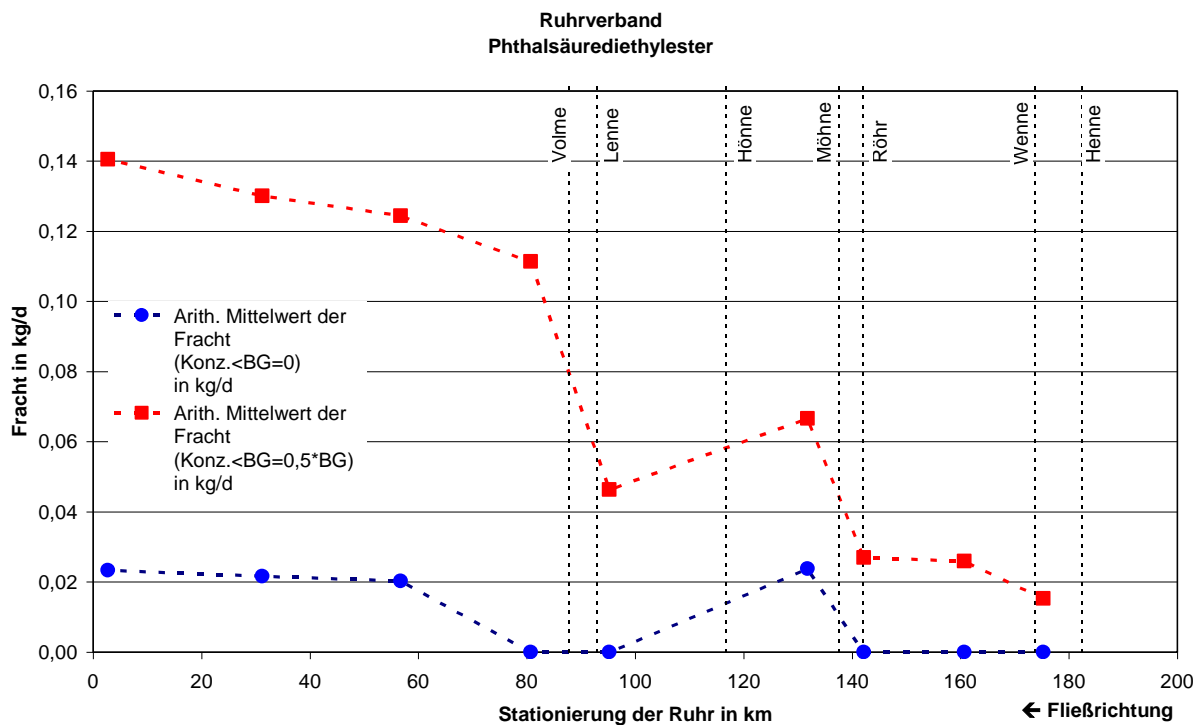


Bild 8.22: Fracht von Phthalsäurediethylester (DEP) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)

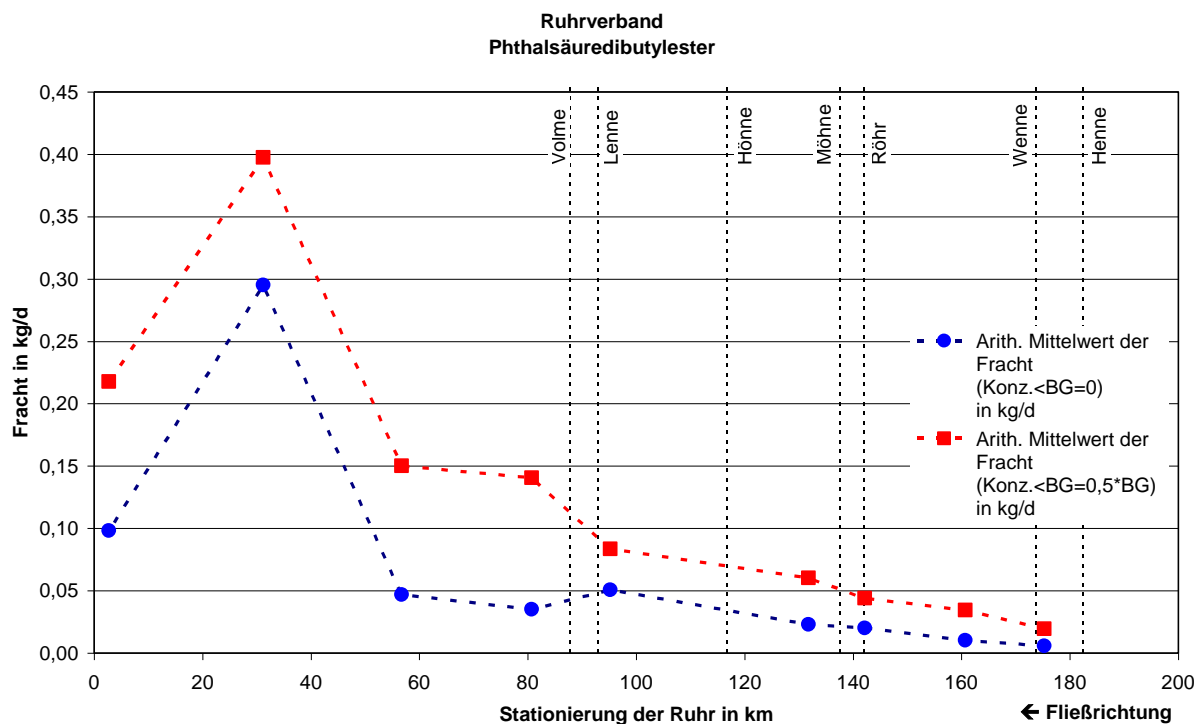


Bild 8.23: Fracht von Phthalsäuredibutylester (DBP) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)

8.2.6 Organische Lösungsmittel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Tetrachlorethen ist ein Lösungsmittel, das in der Textilindustrie, filmoptischen Industrie und in der Metallindustrie Anwendung findet. Wegen seines hohen Fettlösevermögens wird es dort als Entfettungsmittel verwendet. In der optischen Fertigung werden Linsen und Prismen vor der Verbindung zu optischen Elementen durch Verkittung oder Ansprennen mit Tetrachlorethen gereinigt. Ein weiteres bedeutendes Anwendungsgebiet ist die chemische Reinigung von Textilien (<http://de.wikipedia.org/wiki/Tetrachlorethen>). Der Stoffsteckbrief des LANUV NRW nennt folgende Anlagen und Produktionsprozesse, aus denen PAK emittiert werden können:

- Anlagen für die Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle
- Deponien
- Anlagen zur Verwertung oder Beseitigung gefährlicher Abfälle
- Anlagen zur Herstellung von Kohlenstoff (Hartbrandkohle) oder Elektrographit durch Brennen oder Graphitieren

- Anlagen zur industriellen Herstellung von Grundarzneimitteln unter Verwendung eines chemischen oder biologischen Verfahrens
- Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von organischen Grundchemikalien
- Anlagen zur Oberflächenbehandlung von Stoffen, Gegenständen oder Erzeugnissen unter Verwendung organischer Lösungsmittel, insbesondere zum
- Appretieren, Bedrucken, Beschichten, Entfetten, Imprägnieren, Kleben, Lackieren, Reinigen oder Tränken
- Industrieanlagen für die Herstellung von Zellstoff aus Holz oder anderen Faserstoffen
- Industrieanlagen für die Herstellung von Papier und Pappe und sonstigen primären Holzprodukten (wie Spanplatten, Faserplatten und Sperrholz)

Somit kommen prinzipiell Betriebe folgender Anwendungsbereiche nach Anhängen der AbwV als Emittenten in Frage: 13, 19, 22, 28, 38, 40, 48, 51, 52 und 53.

Weiterhin ist nach Aussage der BR Arnsberg auch denkbar, dass Tetrachlorethen auch aus einem Grundwasserschaden in die Ruhr emittiert wird, bei dem in den 70er Jahren größere Mengen an CKW in der Gegend von Menden in den Grundwasserleiter gelangten, was für den Frachtanstieg zwischen Ruhr km 95,2 und km 131,8 mit verantwortlich sein kann.

In Bild 8.24 sind die arithmetischen Mittelwerte der Frachten von Tetrachlorethen über dem Längsverlauf der Ruhr dargestellt. Der Eintrag erfolgt im Wesentlichen zwischen Ruhr km 142 und km 80, in dem ein Anstieg der Fracht zu beobachten ist. In der nachfolgenden Strecke des Ruhrverlaufs überwiegen offensichtlich Eliminationsprozesse, die zu einer Abnahme der Konzentration führen.

Chloroform wird in erster Linie als Lösungsmittel und zur Herstellung von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW) verwendet. In der chemischen Synthese wird es zur Herstellung von Dichlorcarben und Triphenylmethan verwendet (<http://de.wikipedia.org/wiki/Chloroform>). Somit kommen prinzipiell Betriebe folgender Anwendungsbereiche nach Anhängen der AbwV als Emittenten in Frage: 22 und 36.

In Bild 8.25 sind die arithmetischen Mittelwerte der Frachten von Chloroform über dem Längsverlauf der Ruhr dargestellt. Der Eintrag erfolgt im Wesentlichen zwischen Ruhr km 142,2 und km 131,8 (Zustrom von Möhne und Röhr sowie Kläranlage Arnsberg-Neheim) und zwischen Ruhr km 95,2 und km 80,7 (Einmündung von Lenne und Volme und Kläranlage Hagen). Auch für diesen Stoff weist die Fracht einen stark schwankenden Verlauf auf, der auf Ruhrabschnitte schließen lässt, in denen Einleitungen überwiegen und auf Abschnitte, in denen Eliminationsprozesse überwiegen.

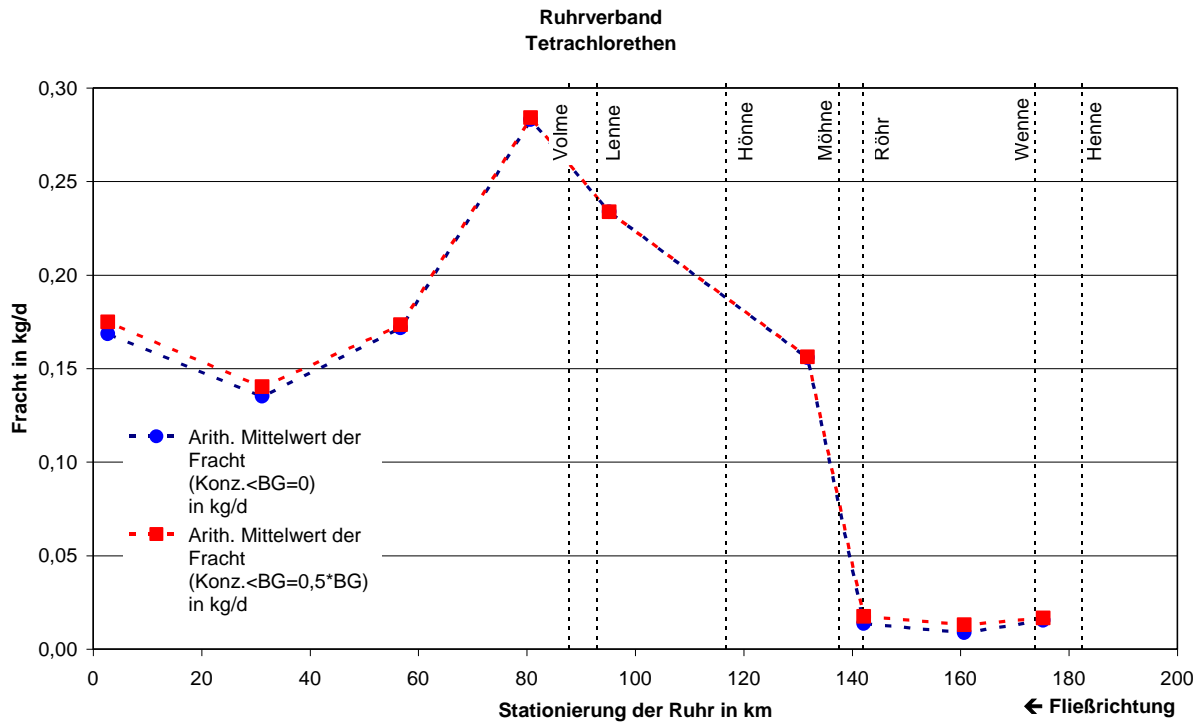


Bild 8.24: Fracht von Tetrachlorethen über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)

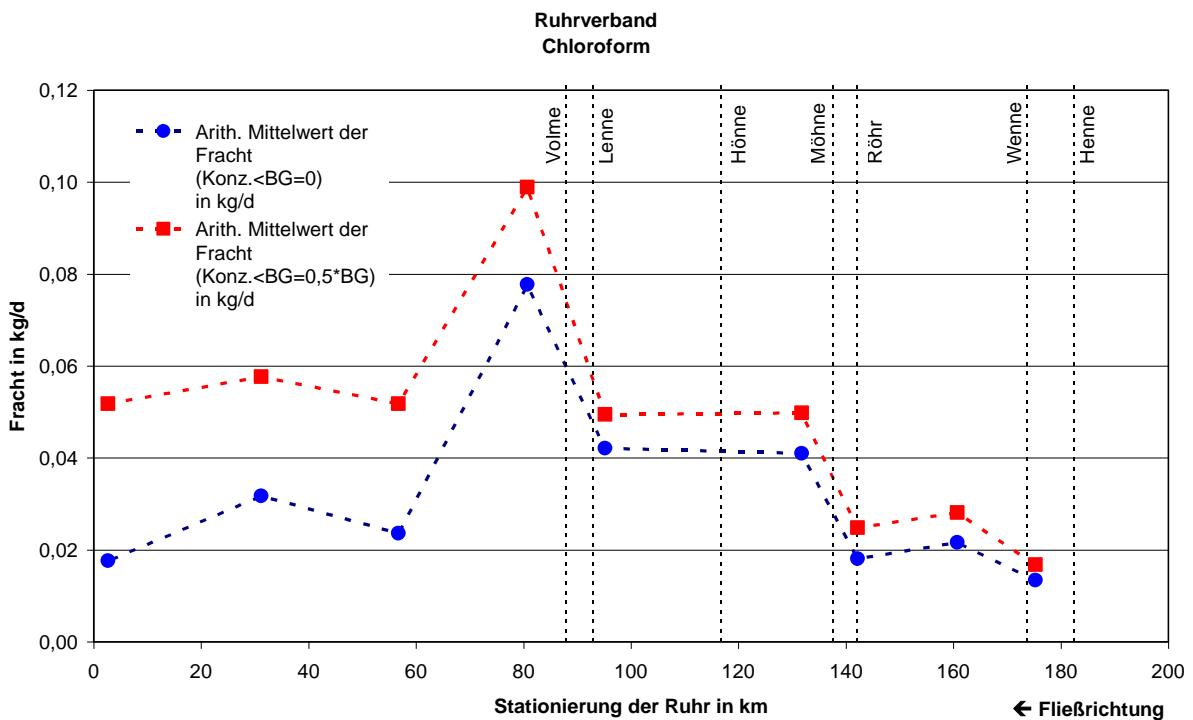


Bild 8.25: Fracht von Chloroform über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)

Toluol kommt im Erdöl und in dem Leichtöl, das bei der Steinkohleleerdestillation anfällt, in kleineren Mengen vor. Toluol wird unter anderem durch Kfz-Verkehr freigesetzt, weil es im Benzin enthalten ist, und entsteht in kleinen Mengen bei der unvollständigen Verbrennung von organischen Stoffen, wie zum Beispiel beim Rauchen. Hauptemissionsfaktor ist mit ca. 65 % der Kfz-Verkehr, 33 % sind auf den Gebrauch von Toluolprodukten und 2 % auf die Toluolherstellung zurückzuführen (<http://de.wikipedia.org/wiki/Toluol>).

In Bild 8.26 sind die arithmetischen Mittelwerte der Frachten von Toluol über dem Längsverlauf der Ruhr dargestellt. Auch hier weist die Fracht einen stark schwankenden Verlauf auf, der auf Ruhrabschnitte schließen lässt, in denen Einleitungen überwiegen und auf Abschnitte, in denen Eliminationsprozesse überwiegen. Aufgrund der geringen Anzahl der Positivbefunde sind große Unterschiede zwischen den Frachten zu erkennen, die für unterschiedliche Annahmen hinsichtlich der Konzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze berechnet wurden. Diese Effekte kommen vorwiegend ab Ruhr km 142 zum Tragen. Ein wesentlicher Eintrag von Toluol erfolgt offensichtlich zwischen Ruhr km 175,3 und km 160,7 (Einmündung der Wenne und Kläranlage Arnsberg-Wildshausen).

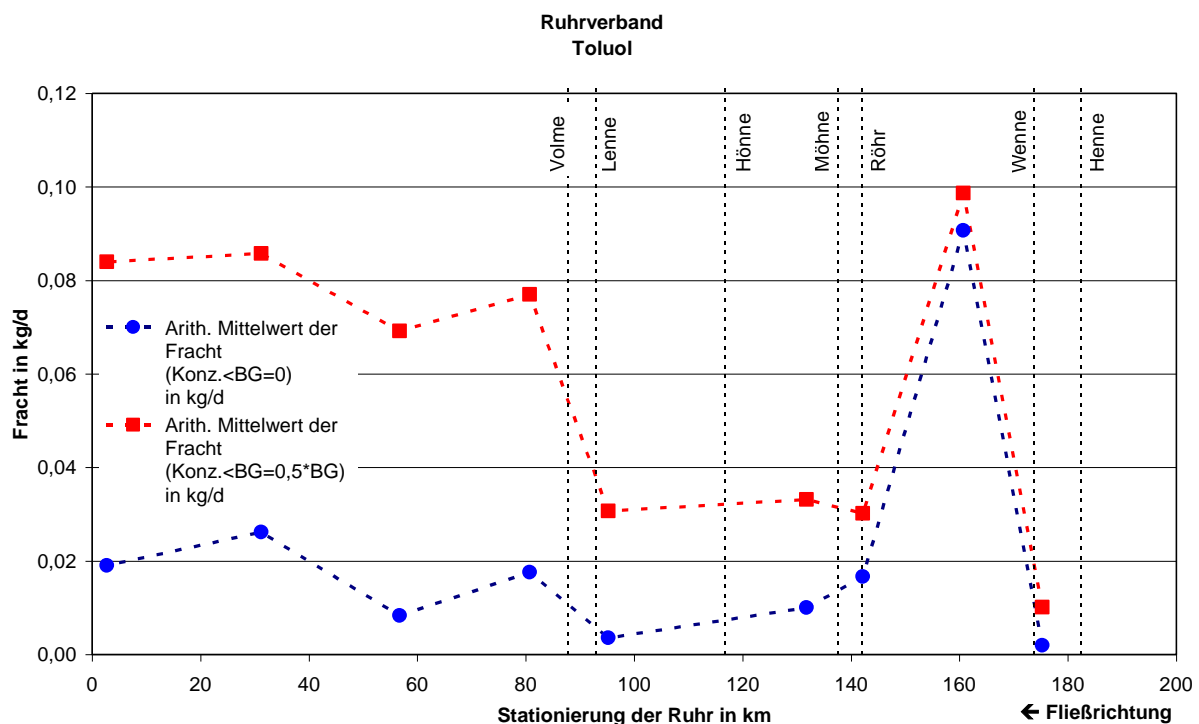


Bild 8.26: Fracht von Toluol über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)

M-Xylol und p-Xylol finden als Lösungsmittel Verwendung, dienen zur Herstellung von Kunst- und Klebstoffen und sind mit die wichtigsten Lösungsmittel für Lacke. Weiterhin werden sie

Kraftstoffen zur Erhöhung der Oktanzahl beigemischt. p-Xylol ist Ausgangsstoff für die Darstellung von Terephthalsäure und o-Xylol zur Gewinnung von Phthalsäure für die Kunststoffindustrie (<http://de.wikipedia.org/wiki/Xylole>). Somit kommen prinzipiell Betriebe folgender Anwendungsbereiche nach Anhängen der AbwV als Emittenten in Frage: 9 und 22.

In Bild 8.27 sind die arithmetischen Mittelwerte der Frachten von m- und p-Xylol über dem Längsverlauf der Ruhr dargestellt. Aufgrund der geringen Anzahl der Positivbefunde sind große Unterschiede zwischen den Frachten zu erkennen, die für unterschiedliche Annahmen hinsichtlich der Konzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze berechnet wurden.

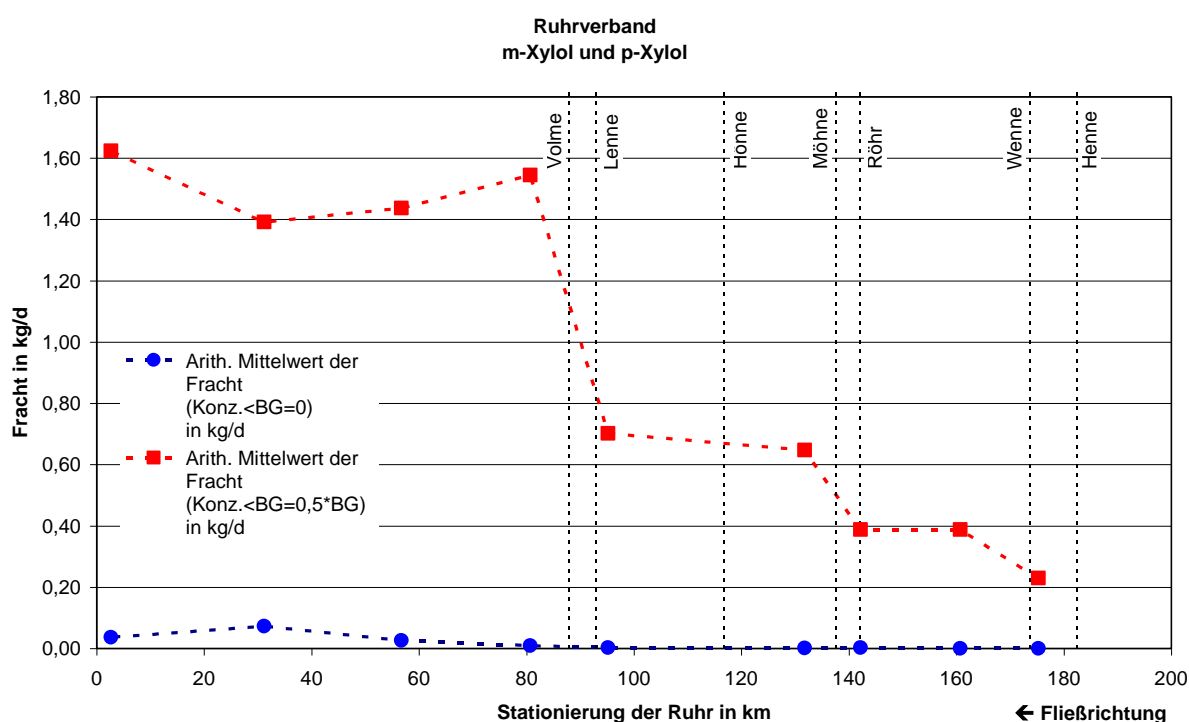


Bild 8.27: Fracht von m-Xylol und p-Xylol über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)

Naphtalin wird aus der Mittelölfraktion des Steinkohlenteers sowie Braunkohlen- und Holzteer, Crackgasöl oder auch aus Kohle, wenn diese verkocht wird, gewonnen. Hauptsächlich wird Naphthalin zur Synthese von Phthalsäureanhydrid benötigt, das zu Lösungsmitteln, Kunststoffen und Kraftstoffen weiterverarbeitet wird. Auch zur Herstellung der Lösemittel und Kraftstoffzusätze Decalin und Tetralin wird es benötigt, für die Herstellung von Azofarbstoffen, zur Synthese des Holzschutzmittels Chlornaphthalin, von Insektiziden (Carbamaten) sowie von PVC-Weichmacher-Zwischenprodukten. Außerdem dient es zur Herstellung von Alkylnaphthalinsulfaten, die als Seifen benutzt werden

(<http://de.wikipedia.org/wiki/Naphthalin>). Somit kommen prinzipiell Betriebe folgender Anwendungsbereiche nach Anhängen der AbwV als Emittenten in Frage: 9, 16 und 22.

In Bild 8.28 sind die arithmetischen Mittelwerte der Frachten von Naphthalin über dem Längsverlauf der Ruhr dargestellt. Wesentliche Einträge erfolgen zwischen Ruhr km 95,2 und km 80,7 (Einmündung von Lenne und Volme sowie Kläranlage Hagen) sowie zwischen Ruhr km 56 und km 2,7 (Kläranlagen der Städte Essen, Heiligenhaus, Velbert, Hattingen und Witten).

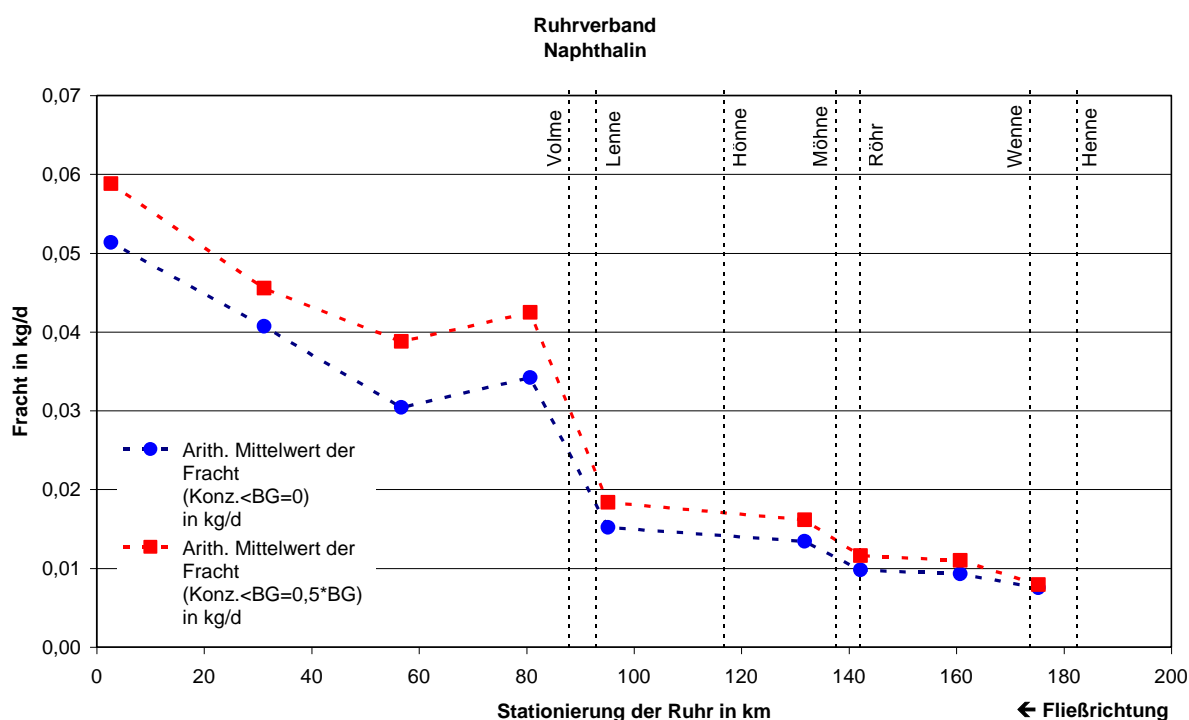


Bild 8.28: Fracht von Naphthalin über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) sind insbesondere in Bitumen, Teer, Ruß und Mineralölen, in mit Kreosol behandeltem Holz und in Extenderölen für Gummireifen (Reifenabrieb) enthalten. Bei industriellen Prozessen zur Verarbeitung von Steinkohlenteer sowie bei Kokereien sind PAK Bestandteile des ungeklärten wie auch des gereinigten Abwassers. PAK entstehen weiterhin bei Verbrennungsvorgängen (Hausbrand, Verkehr, Industrie, Energieerzeugung, Räuchern, Rauchen, Waldbrände), die als ubiquitäre Hauptquelle anzusehen sind. Über atmosphärische Deposition und/oder Abschwemmung aus versiegelten Flächen gelangen die PAK in die Kanalisation oder direkt in die Gewässer. Einträge von PAK können also folgenden Quellen entstammen (LANUV NRW 2007):

- industriellen Einleitungen,
- kommunalen Kläranlagen,
- Mischwasserabschlägen und Einleitungen der Trennkanalisation,
- diffusen Einträgen über direkte atmosphärische Deposition,
- Abschwemmungen aus versiegelten Flächen (Straßen) und
- Remobilisierung alter Gewässersedimente.

Der Stoffsteckbrief des LANUV NRW nennt folgende Anlagen und Produktionsprozesse, aus denen PAK emittiert werden können:

- Produktion von Farben und Arzneimitteln (Spasmolytika)
- Anlagen für die Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle
- Deponien
- Anlagen zur Verwertung oder Beseitigung gefährlicher Abfälle
- Steinkohlenbergbau und -brikettherstellung
- Anlagen zur Herstellung von Kohleprodukten und festen, rauchfreien Brennstoffen
- Chemieanlagen zur Herstellung phosphor-, stickstoff- oder kaliumhaltiger Düngemittel
- Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von Ausgangsstoffen für Pflanzenschutzmittel und Bioziden
- Anlagen zur Herstellung von Kohlenstoff (Hartbrandkohle) oder Elektrographit durch Brennen oder Graphitieren
- Anlagen zur industriellen Herstellung von Grundarzneimitteln unter Verwendung eines chemischen oder biologischen Verfahrens
- Kokereien
- Chemieanlagen zur industriellen Herstellung von organischen und anorganischen Grundchemikalien
- Kommunale Kläranlagen und eigenständig betriebene Industrieabwasserbehandlungsanlagen
- Wärmekraftwerke und andere Verbrennungsanlagen
- Mineralöl- und Gasraffinerien
- Industrieanlagen für den Schutz von Holz und Holzprodukten mit Chemikalien
- Eisenmetallgießereien
- Anlagen zur Gewinnung von Nichteisenrohmetallen aus Erzen, Konzentraten oder sekundären Rohstoffen durch metallurgische, chemische oder elektrolytische Verfahren und zum Schmelzen, einschließlich Legieren, von Nichteisenmetallen, darunter auch Wiedergewinnungsprodukte (Raffination, Gießen usw.)
- Anlagen für den Bau und zum Lackieren von Schiffen oder zum Entfernen von Lackierungen von Schiffen
- Anlagen zur Bearbeitung von Eisenmetallen

- Anlagen zur Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen durch ein elektrolytisches und chemisches Verfahren
- Anlagen zur Oberflächenbehandlung von Stoffen, Gegenständen oder Erzeugnissen unter Verwendung organischer Lösungsmittel, insbesondere zum Appretieren, Bedrucken, Beschichten, Entfetten, Imprägnieren, Kleben, Lackieren, Reinigen oder Tränken
- Anlagen für die Herstellung von Roheisen oder Stahl (Primär- oder Sekundärschmelzung) einschließlich Stranggießen
- Röst- oder Sinteranlagen für Metallerz einschließlich sulfidischer Erze
- Industrieanlagen für die Herstellung von Zellstoff aus Holz oder anderen Faserstoffen
- Industrieanlagen für die Herstellung von Papier und Pappe und sonstigen primären Holzprodukten (wie Spanplatten, Faserplatten und Sperrholz)
- Tankstellen
- Anlagen zur Vorbehandlung (z. B. Waschen, Bleichen, Merzerisieren) oder zum Färben von Fasern oder Textilien
- Verwendung PAK-haltiger Weichmacheröle bei der Herstellung von Gummi und Kunststoffen, die in zahlreichen verbrauchernahen Produkten (z. B. Badesandalen, Werkzeuggriffe, Kinderspielzeug) eingesetzt werden.

Somit kommen prinzipiell Betriebe folgender Anwendungsbereiche nach Anhängen der AbwV als Emittenten in Frage: 1, 9, 16, 19, 22, 28, 29, 32, 33, 38, 39, 40, 45, 46, 51 und 55.

In sind die arithmetischen Mittelwerte der Frachten von PAK über dem Längsverlauf der Ruhr dargestellt. Die Einträge erfolgen im Wesentlichen zwischen Ruhr km 95,2 und km 31,2 (Zustrom von Lenne und Volme sowie Einleitung der Kläranlagen der Städte Essen, Heiligenhaus, Velbert, Bochum, Wetter und Herdecke). Aus Tabelle 8.9 und Tabelle 8.10 können prinzipiell die Branchen sowie die Anzahl der Direkt- und Indirekteinleiter entnommen werden, die für die Einleitung in Frage kommen, eine exakte Zuordnung der Einleitung zu einer Branche bzw. zu einzelnen Betrieben ist jedoch nicht möglich.

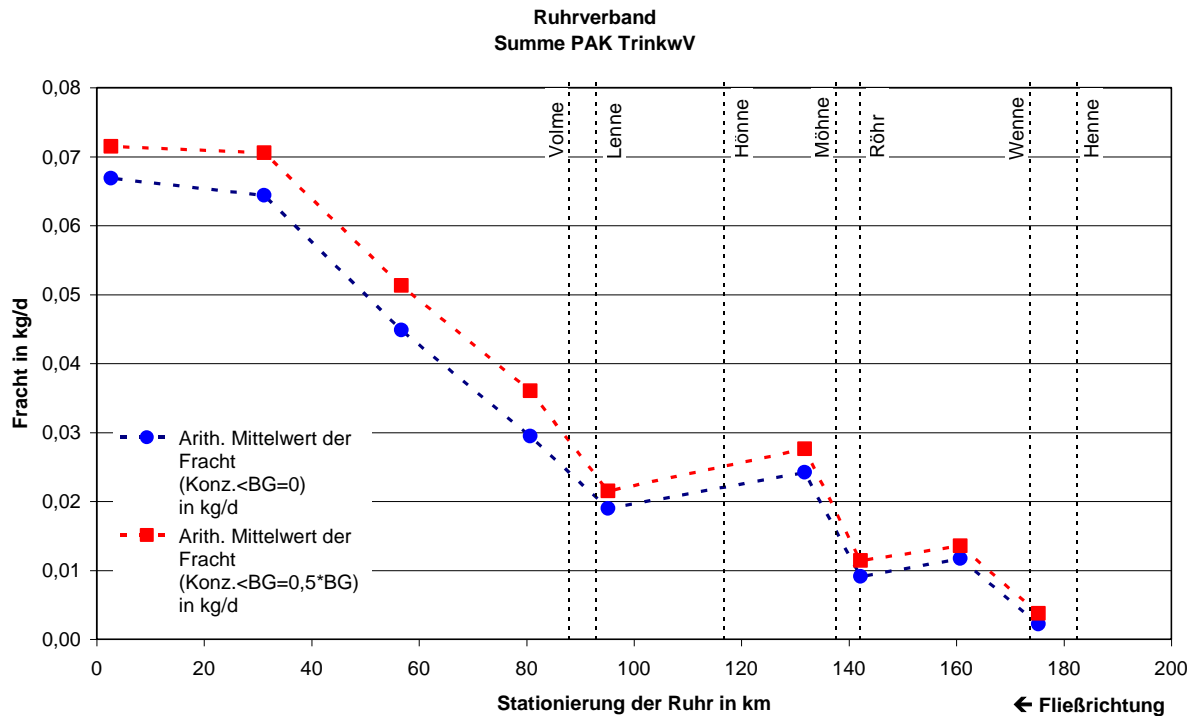


Bild 8.29: Fracht von PAK über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)

8.2.7 Weitere Industriechemikalien

Surfynol 104 ist der Handelsname für den Stoff 2,4,7,9-Tetramethyl-5-decyn-4,7-diol (TMDD). Surfynol 104 ist ein nicht-ionisches Tensid, das für vielfältige industrielle Zwecke eingesetzt wird, i. d. R., um die Oberflächenspannung wässriger Formulierungen zu erniedrigen und damit die Benetzbarkeit von Oberflächen zu erhöhen. Typische Anwendungsbeispiele sind Druckertinten, Entschäumungsmittel oder Dispersionsmittel. Es wird in der Herstellung zahlreicher Konsumgüter verwendet, z. B. als Zusatz in Tintenstrahldrucker-Patronen, aber auch in wasserlöslichen Lacken und Metallreinigern, Textilfarben und Reinigungsmitteln sowie in Zementadditiven (http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/presse/pdf/2008/PM_TMDD_LANUV.pdf). Aufgrund der oberflächenaktiven Eigenschaften wird TMDD auch Formulierungen von Pflanzenschutzmitteln zugesetzt (<http://www.tzw.de/pdf/abteilungen/portalmeldung/tmdd.pdf>). Somit kommen prinzipiell Betriebe folgender Anwendungsbereiche nach Anhängen der AbwV als Emittenten in Frage: 9, 22, 28, 38, 40, 55, 56 und 57.

In Bild 8.30 sind die arithmetischen Mittelwerte der Frachten von Surfynol 104 über dem Längsverlauf der Ruhr dargestellt. Die Einträge erfolgen in nahezu allen Abschnitten im Ruhrlängsverlauf zwischen Ruhr km 175,3 und km 56,7 in besonderem Maße aber zwischen

Ruhr km 95,2 und km 80,7 (Einmündung von Lenne und Volme und Kläranlagen Hagen). Ab Ruhr km 56,7 ist eine gewisse Frachtabnahme zu verzeichnen.

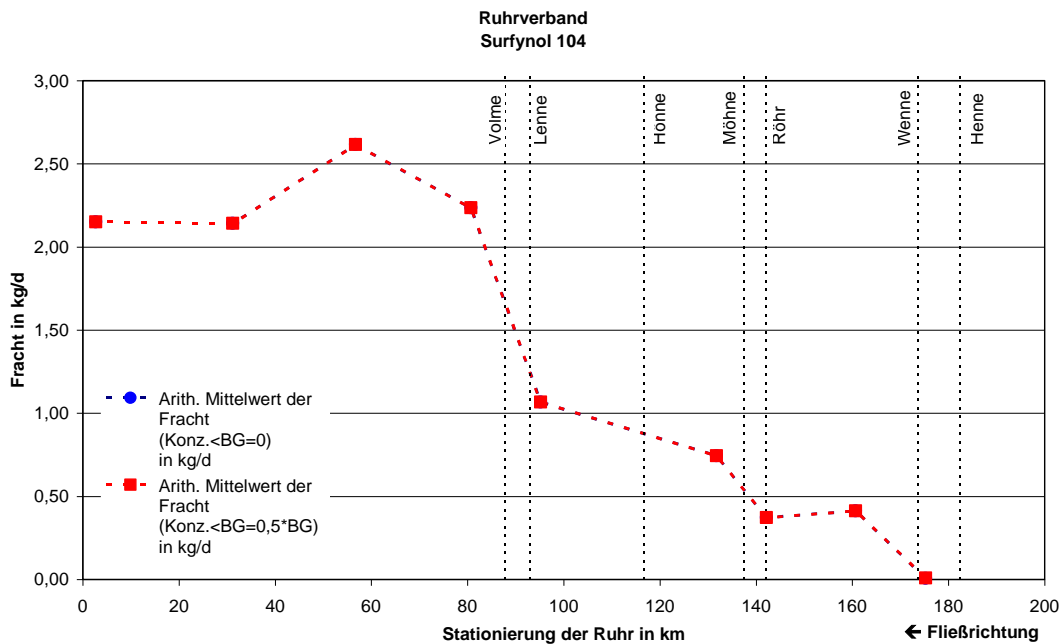


Bild 8.30: Fracht von Surfynol 104 über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2008-2009)

Nonylphenol wird hauptsächlich für die Herstellung von Nonylphenoethoxylaten (NPEO) verwendet, welche als nichtionische Tenside z. B. in Waschlösungen eingesetzt werden. Zudem ist es in Fungiziden, Arzneimitteln und Weichmachern für Celluloseester enthalten und ist ein Zwischenprodukt bei der Herstellung von Tensiden, Emulgatoren und Kunstharzen. Die Produktion ist in Europa und den USA stark rückläufig. Nonylphenol gehört zu den prioritären Stoffen der Europäischen Union und ist seit Dezember 2003 nicht mehr für die industrielle Verwendung zugelassen. Nach einer Untersuchung der schwedischen Naturschutzvereinigung SNF gelangt Nonylphenol jedoch über importierte Textilien aus Ländern wie China, Indien oder der Türkei in die EU-Länder (<http://de.wikipedia.org/wiki/Nonylphenol>). Der Eintrag erfolgt insbesondere zwischen Ruhr km 95,2 und km 80,7 (Einmündung von Lenne und Volme und Kläranlage Hagen) und zwischen Ruhr km 56,7 und km 31,2 (Einleitungen der Kläranlagen der Städte Essen, Velbert, Hattingen und Witten).

Nonylphenoethoxylate finden ihre häufigste Verwendung in Reinigungsmitteln. In Kläranlagen wird es zu 4-Nonylphenolen abgebaut, welche auf viele Organismen toxisch wirken. Aufgrund der Gefahren hat die Industrie in einer freiwilligen Selbstverpflichtung 1986 zugesichert, diese Substanz innerhalb der EU nicht mehr in Wasch- und Reinigungsmitteln für den Privatgebrauch zu verwenden. Im Jahre 1992 wurde der Verzicht auf industrielle

Reinigungsmittel erweitert. Im Jahr 2003 wurde die Verwendung von Nonylphenoethoxylaten und Nonylphenolen in der EU stark eingeschränkt (<http://de.wikipedia.org/wiki/Nonylphenoethoxylate>). Es darf für die folgenden Zwecke weder als Stoff noch in Gemischen in Konzentrationen von $\geq 0,1$ Gew-% in Verkehr gebracht oder verwendet werden (<http://igsvtu.lanuv.nrw.de>):

1. Gewerbliche Reinigung, ausgenommen überwachte geschlossene Systeme für die chemische Reinigung, in denen die Reinigungsflüssigkeit recycelt oder verbrannt wird und Spezialreinigungssysteme, in denen die Reinigungsflüssigkeit recycelt oder verbrannt wird.
2. Haushaltsreinigung
3. Textil- und Lederverarbeitung, ausgenommen Behandlungen, bei denen kein NPE in das Abwasser gelangt und Anlagen für spezielle Behandlungen, bei denen die organische Fraktion vor der biologischen Abwasserbehandlung vollständig aus dem Prozesswasser entfernt wird (Entfetten von Schafshäuten).
4. Emulgator in Milchfett
5. Metallverarbeitung, ausgenommen Anwendungen in überwachten geschlossenen Systemen, bei denen die Reinigungsflüssigkeit recycelt oder verbrannt wird.
6. Herstellung von Zellstoff und Papier
7. Kosmetische Mittel
8. Sonstige Körperpflegemittel, ausgenommen Spermizide
9. Formulierungshilfsstoffe in Pestiziden und Bioziden. Zulassungen der Mitgliedstaaten für Pestizide oder Biozide, die Nonylphenoethoxylate als Formulierungshilfsstoffe enthalten, bleiben jedoch, wenn sie vor dem 17.6.2003 erteilt wurden, bis zu ihrem Auslaufen unberührt von dieser Einschränkung.

Somit kommen prinzipiell Betriebe folgender Anwendungsbereiche nach Anhängen der AbwV als Emittenten in Frage (bei Verwendung in Gemischen unter 0,1 Gew-%): 3, 19, 22, 25, 28, 38, 40, 48, 52, 55, und 57.

In Bild 8.31 und Bild 8.32 sind die arithmetischen Mittelwerte der Frachten von Nonylphenol und Nonylphenoethoxylaten über dem Längsverlauf der Ruhr dargestellt. Beide Stoffe weisen einen nahezu identischen Frachtverlauf mit starken Schwankungen auf, wobei in einigen Ruhrabschnitten offensichtlich die Einträge überwiegen, die zu einem Anstieg der Fracht führen, und in anderen Abschnitten Eliminationsprozesse überwiegen, in denen eine Abnahme der Fracht zu beobachten ist. Wesentliche Einträge sind zwischen Ruhr km 95,2 und km 80,7 (Einmündung von Lenne und Volme und Kläranlage Hagen) sowie zwischen

km 56,7 und km 31,2 (Kläranlagen der Städte Essen, Hattingen, Witten und Velbert) zu lokalisieren.

Bisphenol A (BPA) dient vor allem als Ausgangsstoff zur Synthese von polymeren Kunststoffen auf der Basis von Polyestern, Polysulfonen, Polyetherketonen, Polycarbonaten und Epoxidharzen und hat daher eine sehr große wirtschaftliche und technische Bedeutung. Ferner wird BPA als Antioxidans in Fließmitteln und zum Verhindern der Polymerisation in Polyvinylchlorid (PVC) verwendet. Halogenierte Derivate des BPA wie TBBPA werden als Flammschutzmittel eingesetzt. Aus Bisphenol A enthaltenden Kunststoffen, insbesondere aus Polycarbonat, werden zahlreiche Gegenstände des täglichen Gebrauchs mit direktem Kontakt zu Lebensmitteln und Getränken hergestellt. Aus Epoxidharzen werden Beschichtungen für metallische Behälter ebenfalls für Lebensmittel wie Konservendosen und für Getränkebehälter und Wasserkocher hergestellt. Außerdem verwendet man Epoxidharze für Lacke, Farben, Klebstoffe und Innenbeschichtungen zur Sanierung von Trink- und Abwasserbehältern und -rohren. Obwohl die polymeren Endprodukte selbst biologisch weitgehend inert sind, kann aus ihnen allerdings der Ausgangsstoff BPA unter Umständen wieder freigesetzt werden und gesundheitliche Schäden verursachen (http://de.wikipedia.org/wiki/Bisphenol_A).

Somit kommen prinzipiell Betriebe folgender Anwendungsbereiche nach Anhängen der AbwV als Emittenten in Frage: 9, 22, und 40.

In Bild 8.33 sind die arithmetischen Mittelwerte der Frachten von Bisphenol A über dem Längsverlauf der Ruhr dargestellt. Der Eintrag erfolgt im Wesentlichen zwischen Ruhr km 142,2 und km 80,7. Im weiteren Verlauf der Ruhr dominieren offensichtlich Eliminationsprozesse, die zu einer Abnahme der Fracht führen.

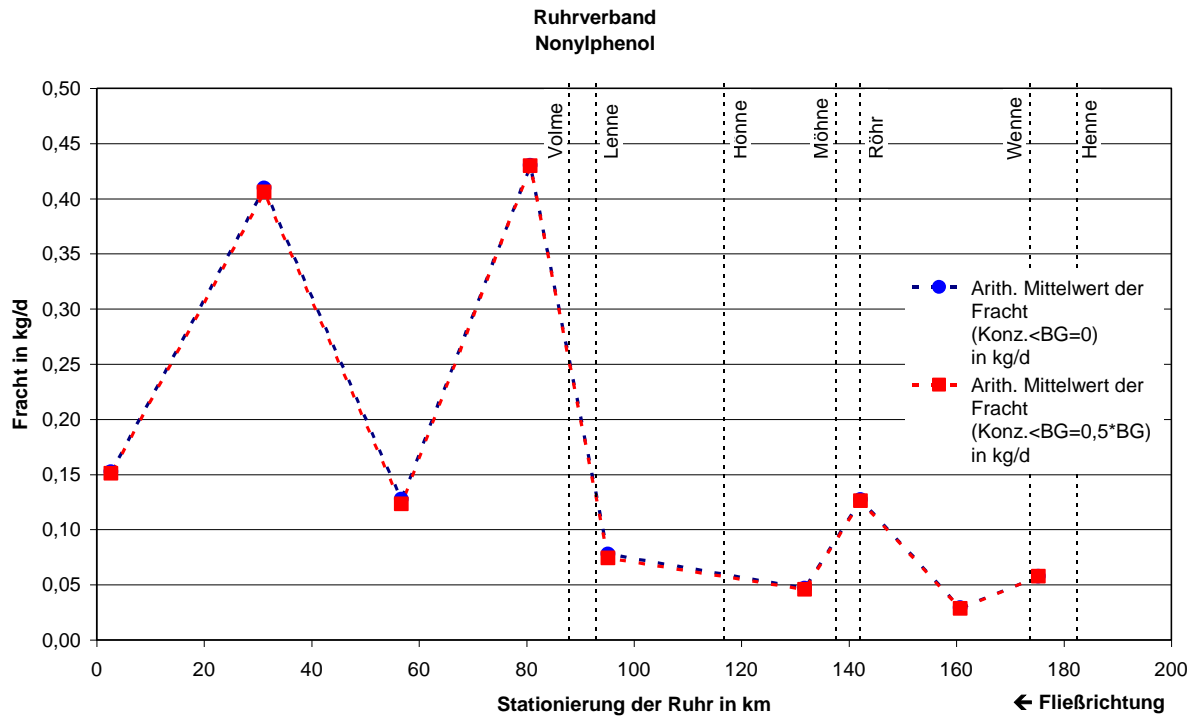


Bild 8.31: Fracht von Nonylphenol über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)

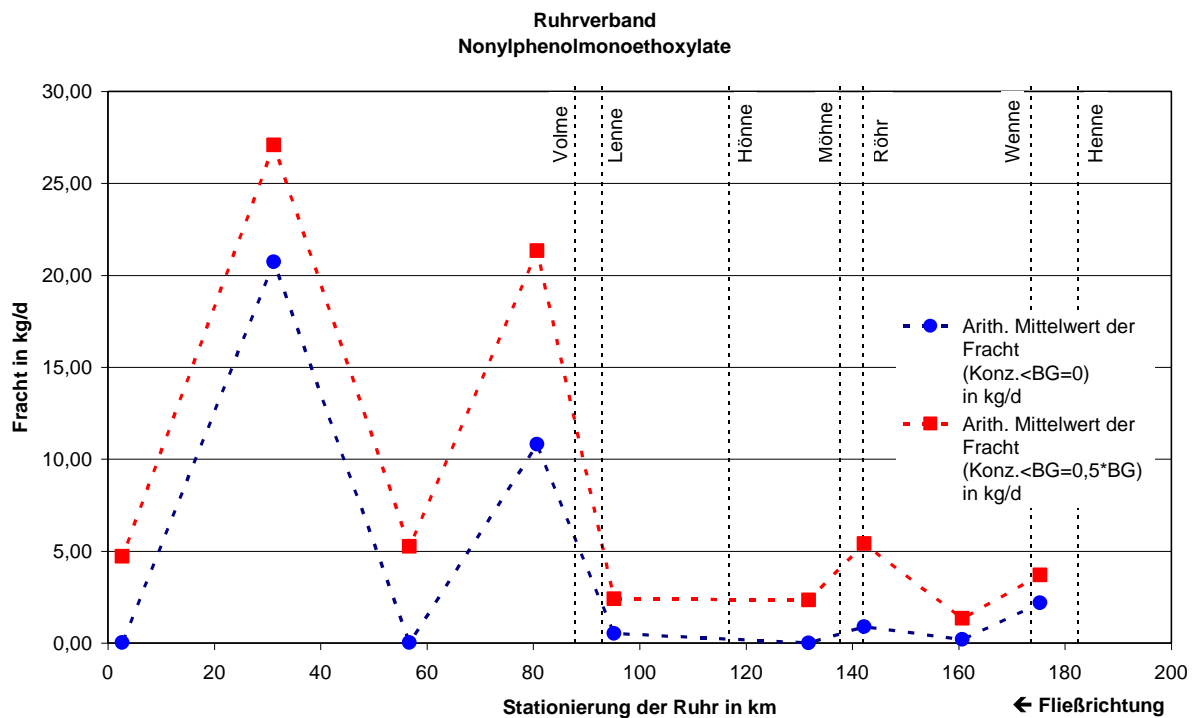


Bild 8.32: Fracht von Nonylphenolmonoethoxylaten über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)

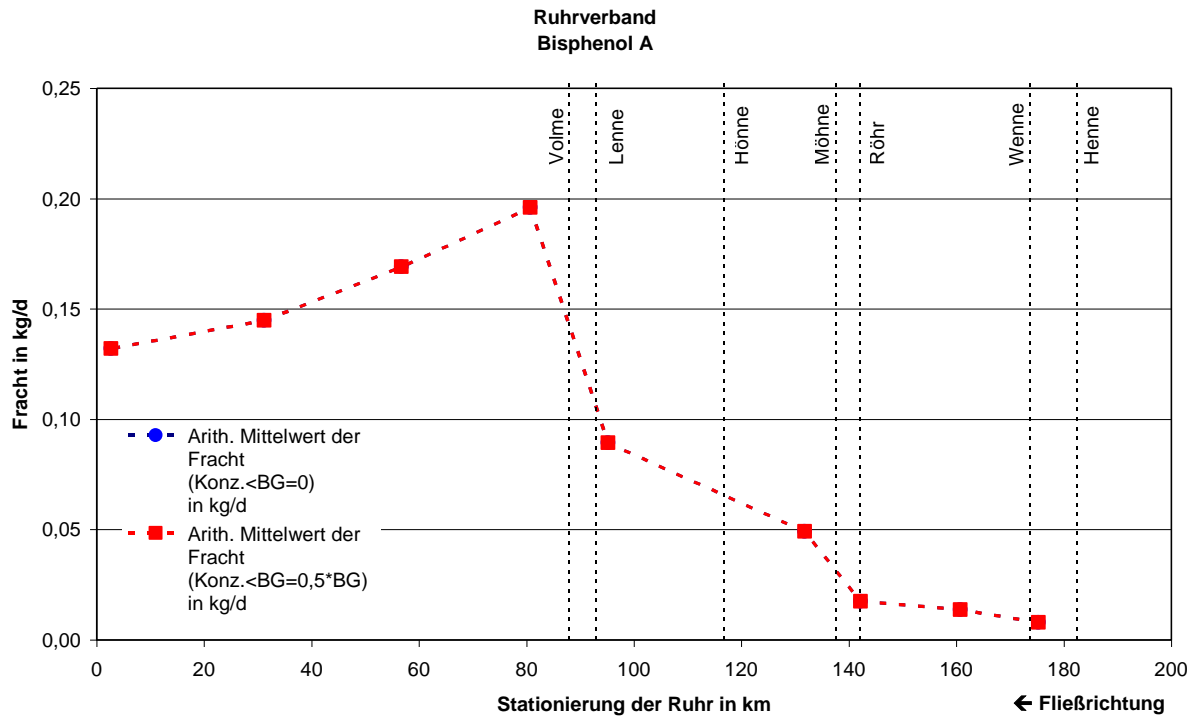


Bild 8.33: Fracht von Bisphenol A über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)

Phosphorsäuretriisobutylester TiBP und Phosphorsäuretributylester TBP werden hauptsächlich als Entschäumer in verschiedenen wässrigen Systemen eingesetzt. Man verwendet sie u. a. zur Herstellung von Kunstharz- und Naturkautschuklösungen. In Kunststoffen auf Cellulosebasis und in Kunstharzen können sie als flammhemmender Weichmacher eingesetzt werden. In Pigmentpasten finden sie als Anteigungsmittel Verwendung. Auf Grund ihrer nur wenig von der Temperatur abhängigen Viskosität dienen sie als Komponente für die Herstellung von Hydraulikölen (z. B. für Flugzeuge). Als Netzmittel finden sie in der Papier- und Textilindustrie und im Klebstoffbereich Anwendung. (http://techcenter.lanxess.com/fcc/emea/de/products/datasheet/TiBP_d.pdf?docId=12350650&gid=12350589&pid=1097), (http://techcenter.lanxess.com/fcc/emea/de/products/datasheet/-Tributylphosphat_%28TBP%29.pdf?docId=7307547&gid=7306221&pid=1075), <http://igsvtu.lanuv.nrw.de>).

Somit kommen prinzipiell Betriebe folgender Anwendungsbereiche nach Anhängen der AbwV als Emittenten in Frage: 9, 28, 32 und 38.

In Bild 8.34 und Bild 8.35 sind die arithmetischen Mittelwerte der Frachten von TiBP und TBP über dem Längsverlauf der Ruhr dargestellt. Für TiBP lagen keine Messungen des Ruhrverbands vor, so dass hier die anhand der Messungen des LANUV berechneten

Frachten gezeigt werden. Hinsichtlich des Frachtverlaufs von TiBP ist eine Zunahme zwischen Ruhr km 113 und km 14 zu verzeichnen. Der Frachtverlauf von TBP weist starke Schwankungen auf, wobei in einigen Ruhrabschnitten offensichtlich die Einträge überwiegen, die zu einem Anstieg der Fracht führen und in anderen Abschnitten Eliminationsprozesse überwiegen, in denen eine Abnahme der Fracht zu beobachten ist. Demzufolge wären wesentliche Einträge zwischen Ruhr km 142,2 und km 131,8 (Zustrom von Möhne und Röhr sowie Kläranlage Arnsberg-Neheim) und zwischen Ruhr km 95,2 und km 80,7 (Einmündung von Lenne und Volme und Kläranlage Hagen) sowie zwischen Ruhr km 31,2 und km 2,7 zu lokalisieren.

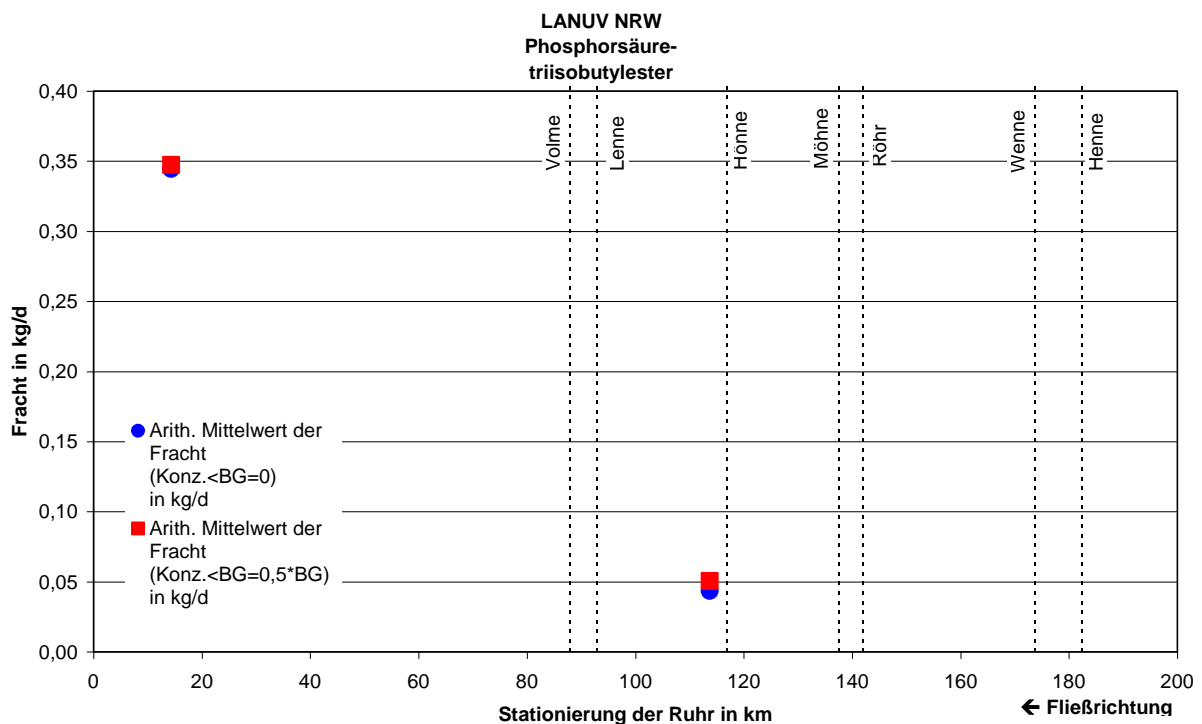


Bild 8.34: Fracht von Phosphorsäuretriisobutylester (TiBP) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)

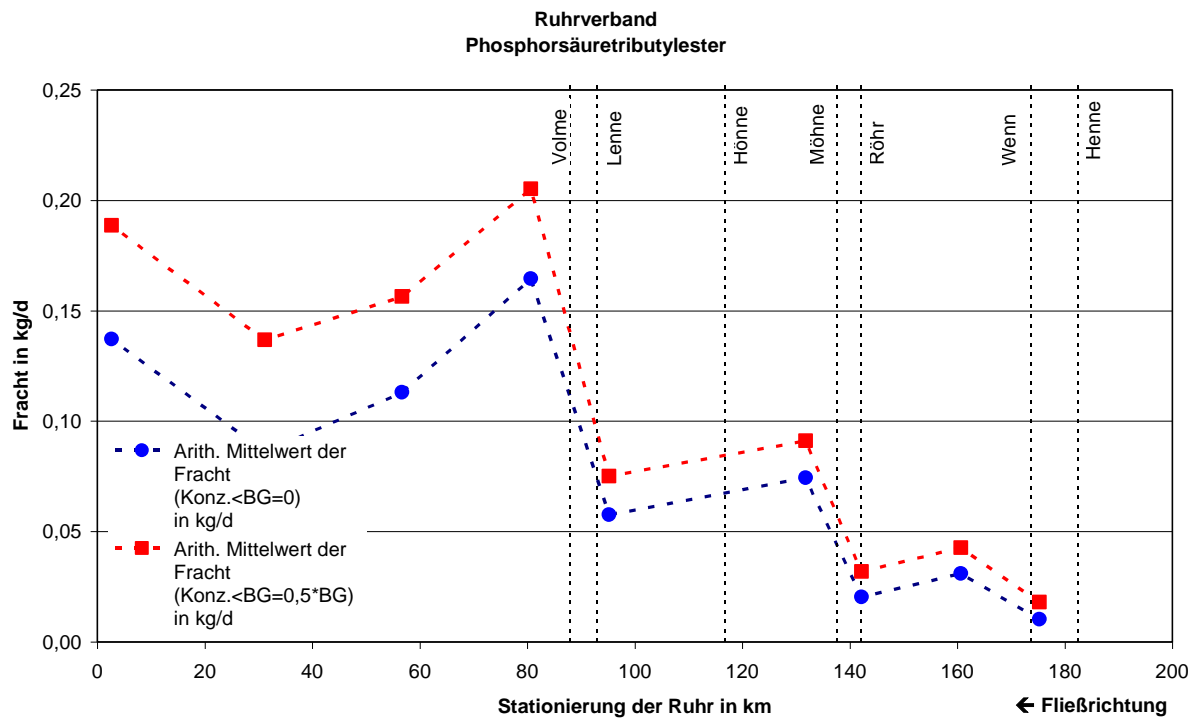


Bild 8.35: Fracht von Phosphorsäuretributylester (TBP) über dem Längsverlauf der Ruhr (Zeitraum 2005-2009)

Aus Tabelle 8.9 und Tabelle 8.10 können prinzipiell die Branchen sowie die Anzahl der Direkt- und Indirekteinleiter entnommen werden, die für die Einleitung in Frage kommen, eine exakte Zuordnung der Einleitung zu einer Branche bzw. zu einzelnen Betrieben ist jedoch nicht möglich.

8.3 Abhängigkeit der Fracht von der Wasserführung

Zur Berechnung der Frachten wurden nur Konzentrationen berücksichtigt, für die bei Unterschreitung der Bestimmungsgrenze ein Wert von null angenommen wurde. Eine Berechnung der Frachten mit Konzentrationswerten, für die bei Unterschreitung der Bestimmungsgrenze ein Wert in Höhe der halben Bestimmungsgrenze angenommen würde, würde eine Wasserführungsabhängigkeit der Fracht vortäuschen. Die Abhängigkeit der Fracht von der Wasserführung ist für alle relevanten organischen Industriechemikalien im Anhang dieses Berichtes (Kapitel 14.6) dargestellt. Dabei wurden beispielhaft die Messergebnisse des Ruhrverbandes an der Überwachungsstation Duisburg (Ruhr km 2,7) verwendet, da diese Messstelle am Ende des Fließwegs der Ruhr liegt und alle Belastungen summarisch widerspiegelt. Der Ruhrverband überwacht die Wasserqualität an seinen

Messstellen i. d. R. einmal monatlich, so dass die Datenlage für viele der relevanten Industriechemikalien homogener und dichter als bei den Messungen des LANUV ist.

Für einige Stoffe zeigt sich eine Abhängigkeit der Fracht von der Wasserführung (z. B. Tetrachlorethen und NTA). Andere Stoffe weisen dieses Verhalten nicht oder nur sehr schwach ausgeprägt aus (z. B. EDTA, MTBE, TCP, und Summe aus PFOA und PFOS Isomeren). Beispiele hierfür sind in Bild 8.36 bis Bild 8.41 aufgeführt.

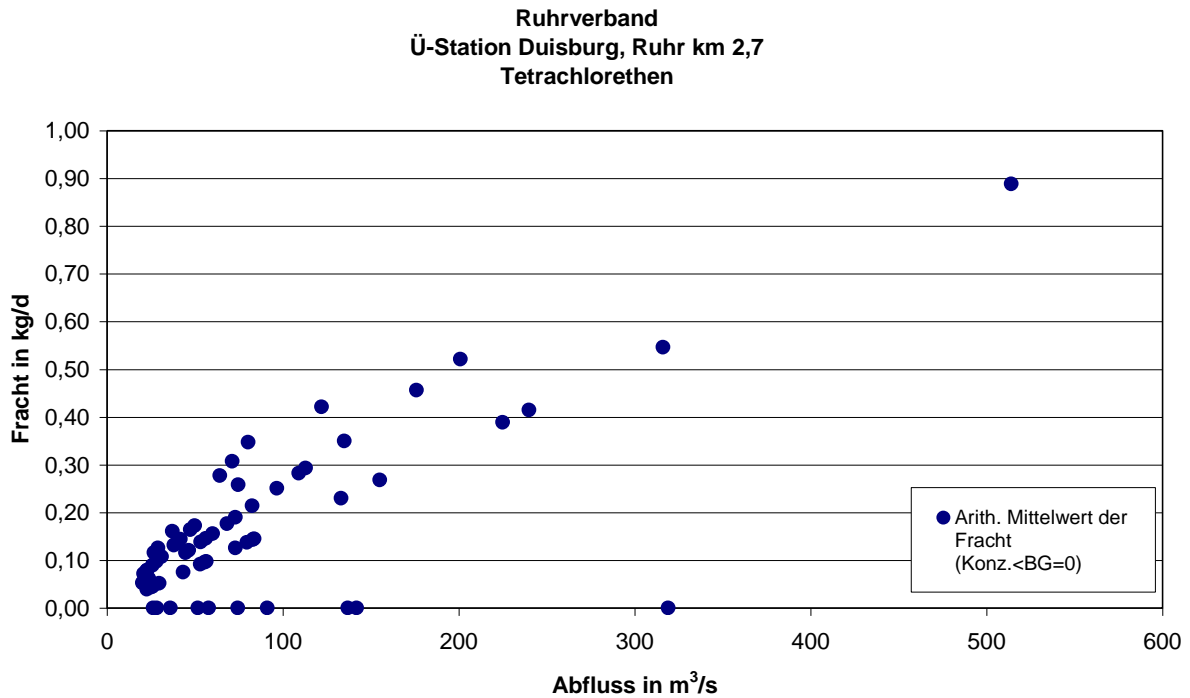


Bild 8.36: Fracht von Tetrachlorethen in Abhängigkeit von der Wasserführung der Ruhr an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg (Zeitraum 2005-2009)

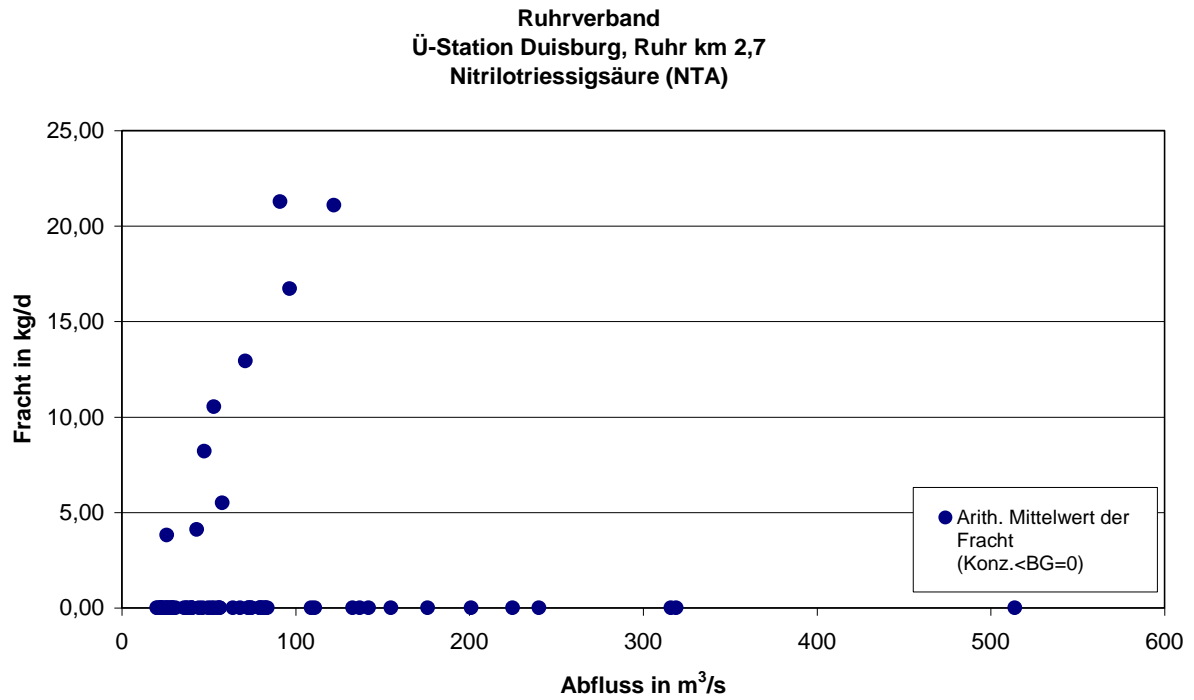


Bild 8.37: Fracht von NTA in Abhängigkeit von der Wasserführung der Ruhr an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg (Zeitraum 2005-2009)

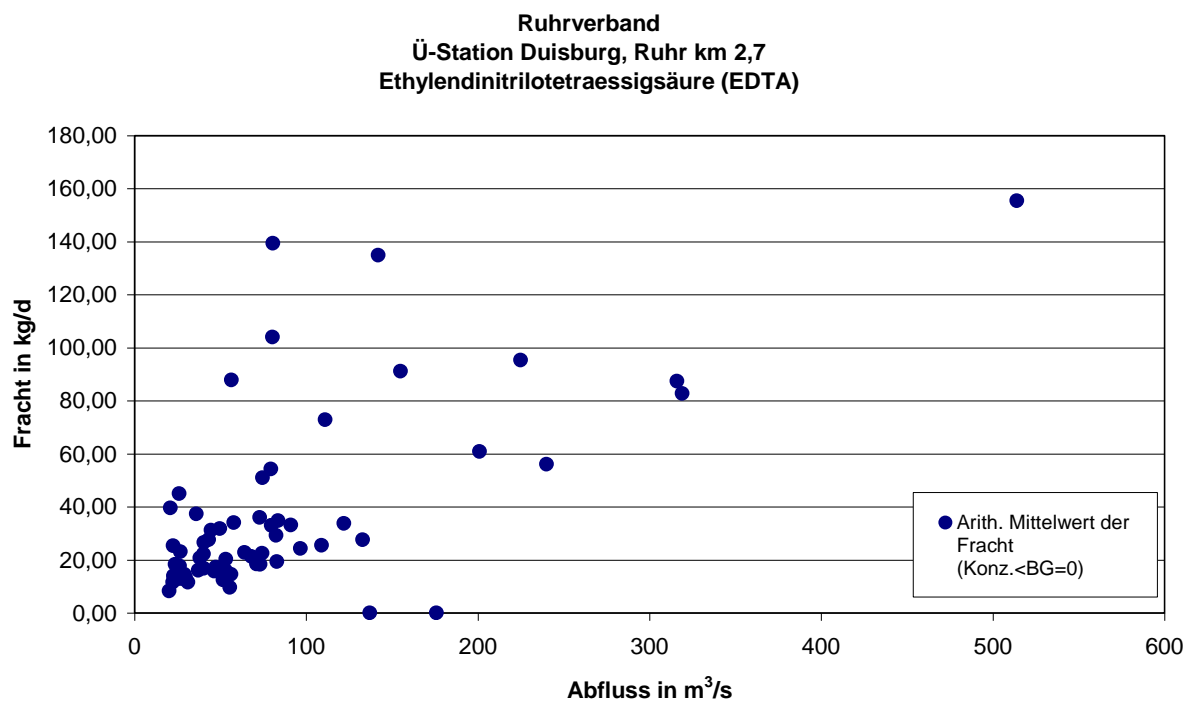


Bild 8.38: Fracht von EDTA in Abhängigkeit von der Wasserführung der Ruhr an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg (Zeitraum 2005-2009)

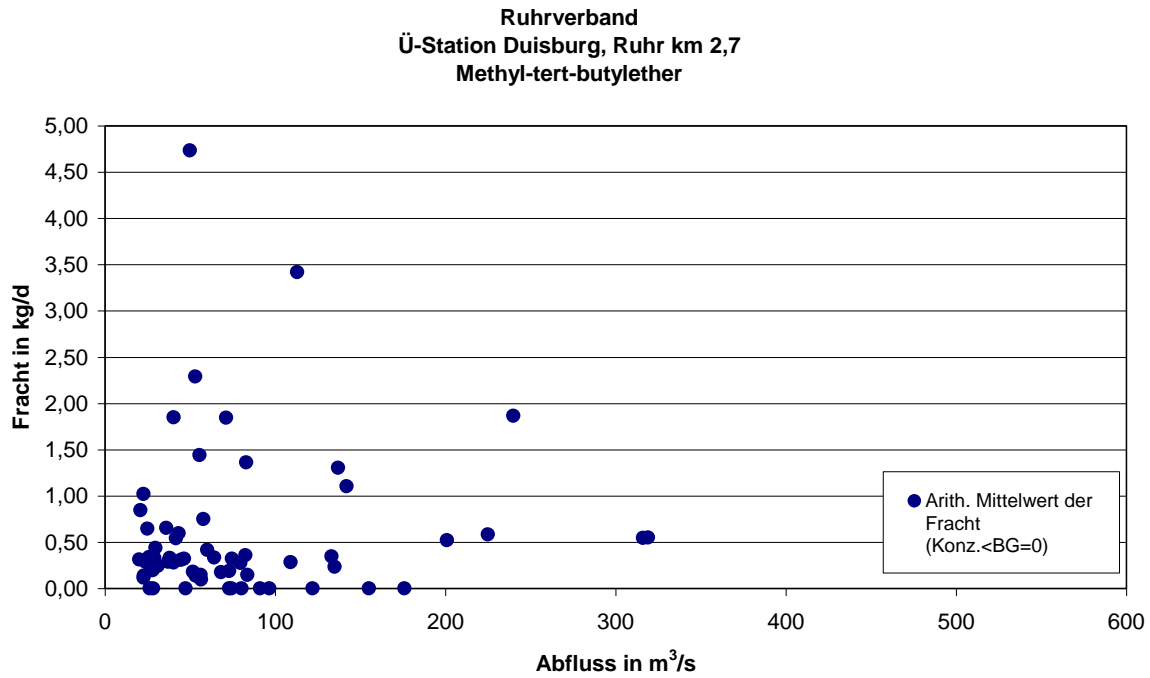


Bild 8.39: Fracht von MTBE in Abhängigkeit von der Wasserführung der Ruhr an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg (Zeitraum 2005-2009)

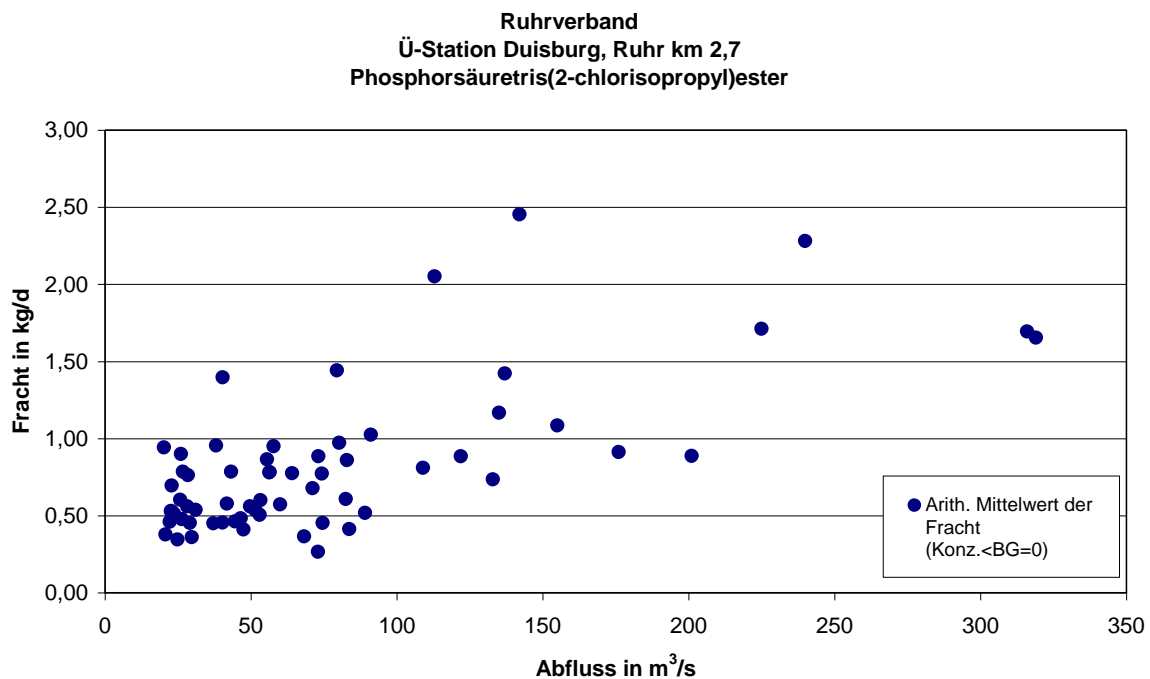


Bild 8.40: Fracht von Phosphorsäuretris(2-chlorisopropyl)ester (TCPPE) in Abhängigkeit von der Wasserführung der Ruhr an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg (Zeitraum 2005-2009)

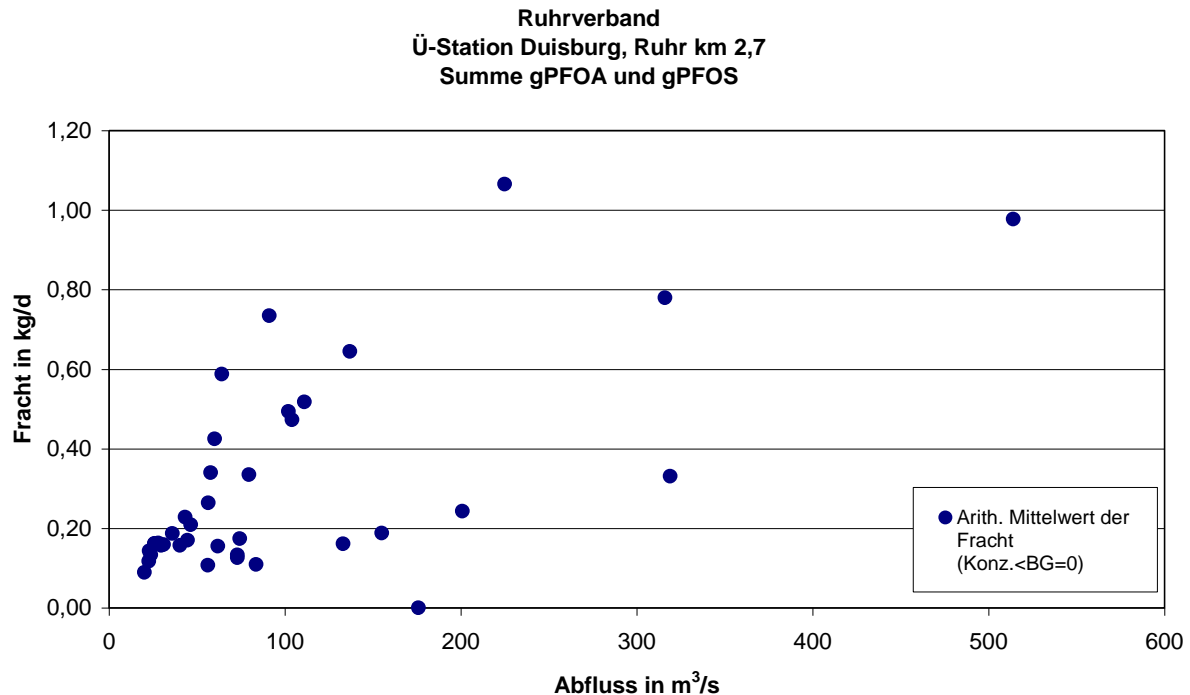


Bild 8.41: Fracht der Summe aus PFOA und PFOS Isomeren in Abhängigkeit von der Wasserführung der Ruhr an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg (Zeitraum 2005-2009)

Die Ursache hierfür kann darin gesehen werden, dass einige Stoffe wie z. B. Tetrachlorethen und NTA während des Fließvorgangs im Gewässer Eliminationsvorgängen unterliegen können (z. B. Verdunstung, biologischen Abbau, Photooxidation, Sorption/Sedimentation an Schwebstoffen), während andere Stoffe, wie z. B. EDTA, MTBE, TCP, und die perfluorierten Tenside PFOS und PFOA, sich weitgehend inert verhalten. Mit abnehmendem Abfluss nimmt die Verweilzeit eines Stoffes im Gewässer zu und die Eliminationsvorgänge kommen stärker zum Tragen.

8.4 Zeitlicher Verlauf der Fracht

Die Ermittlung des zeitlichen Verlaufs der Fracht erfolgte ebenfalls beispielhaft anhand der Messergebnisse des Ruhrverbandes an der Messstelle in Duisburg. Der zeitliche Verlauf der Fracht an dieser Messstelle ist für alle relevanten organischen Industriechemikalien im Anhang dieses Berichtes (Kapitel 14.6) dargestellt. Bild 8.42 bis Bild 8.47 zeigen beispielhaft den zeitlichen Verlauf der Fracht der in Kapitel 8.3 aufgeführten Stoffe. Grundsätzlich weisen die Frachten aller Stoffe starke Schwankungen im zeitlichen Verlauf an der Messstelle bei Duisburg auf, was auf einen unregelmäßigen Eintrag durch Direkt- bzw. Indirekteinleiter

schließen lässt, sofern diese Stoffe im Wesentlichen durch Industriebetriebe eingetragen werden. Bei MTBE, das vorwiegend über atmosphärische Depositionen eingetragen wird, sind diese Schwankungen jedoch nicht erklärbar. Bei TCPP, bei dem die Frachten im Ablauf kommunaler Kläranlagen gut mit der Anzahl der angeschlossenen Einwohner korreliert (IWW & ISA 2008), was einen gleichförmigen Eintrag über Haushalte erwarten lässt, scheinen zusätzlich auch stark schwankende industrielle Einleitungen eine Rolle zu spielen. Bei der Fracht der Summe aus PFOS und PFOA zeigt sich die Wirkungsweise der Maßnahmen zur Verringerung der Einleitungen, die eine deutliche Abnahme der Fracht und Verringerung der Schwankungen innerhalb des Betrachtungszeitraums zu Folge haben. Auch bei TCPP ist eine tendenzielle Abnahme der Fracht und Verringerung der Schwankungen im Verlauf des Betrachtungszeitraums zu verzeichnen, was auf die Durchführung von Maßnahmen zur Verringerung des Eintrags in die Ruhr schließen lässt.

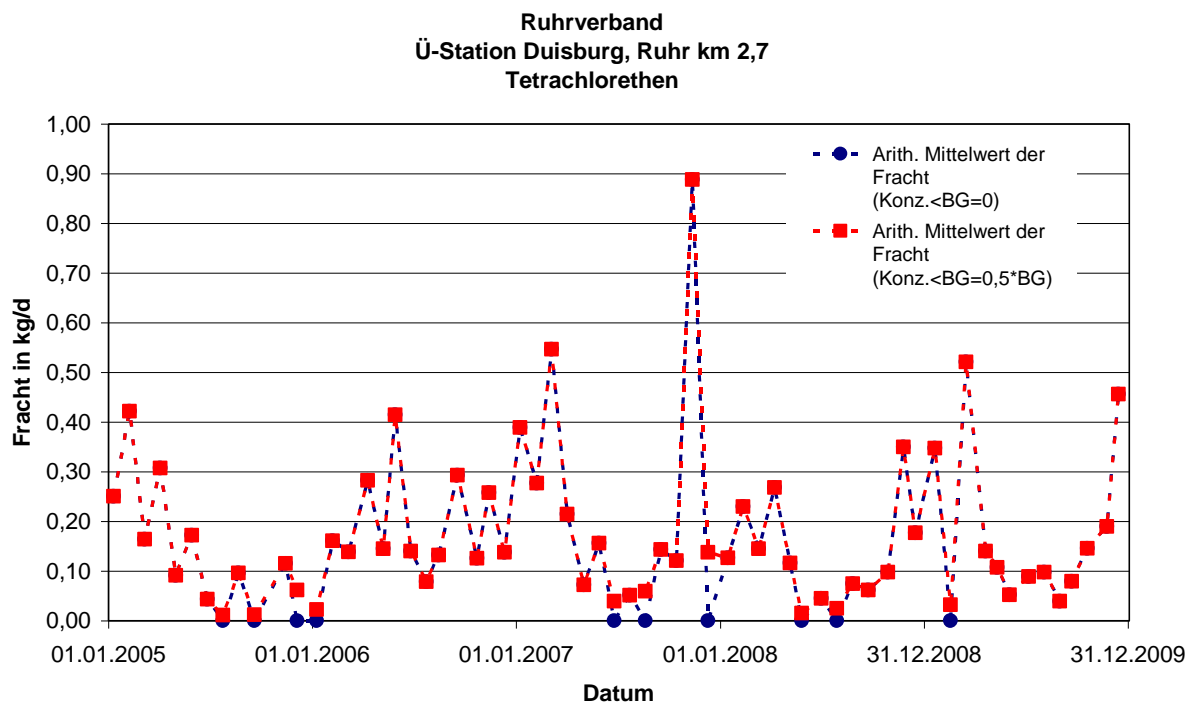


Bild 8.42: Zeitlicher Verlauf der Fracht von Tetrachlorethen an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg

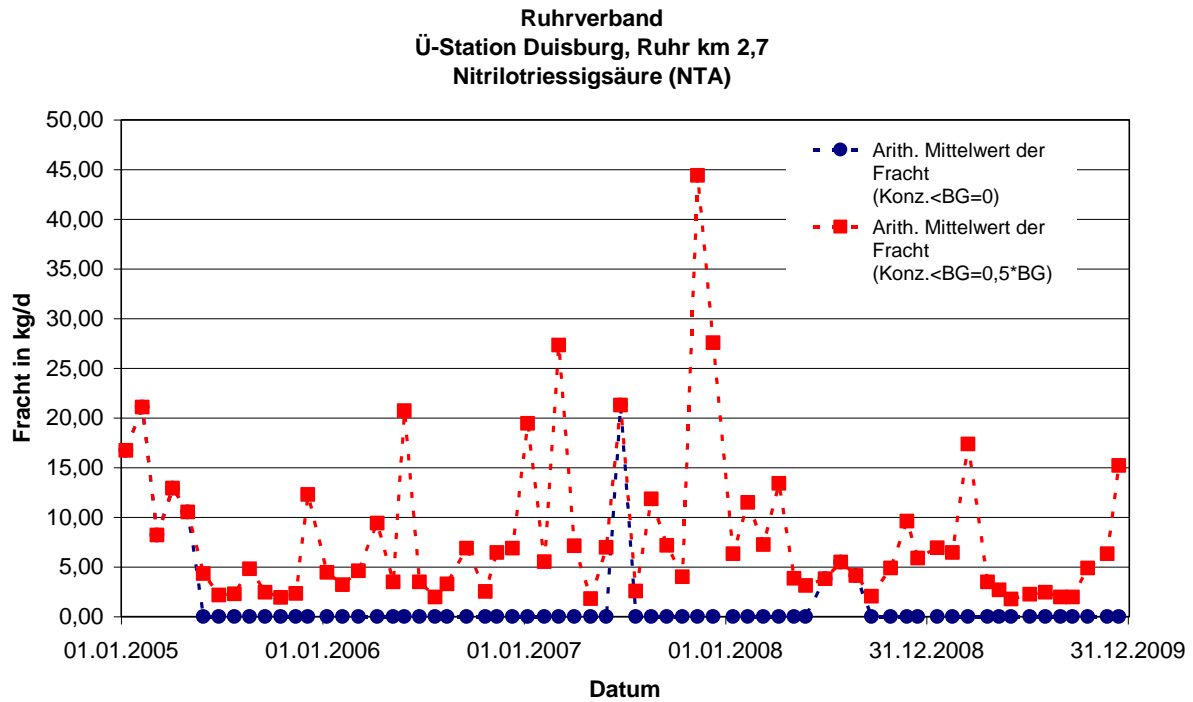


Bild 8.43: Zeitlicher Verlauf der Fracht von NTA an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg

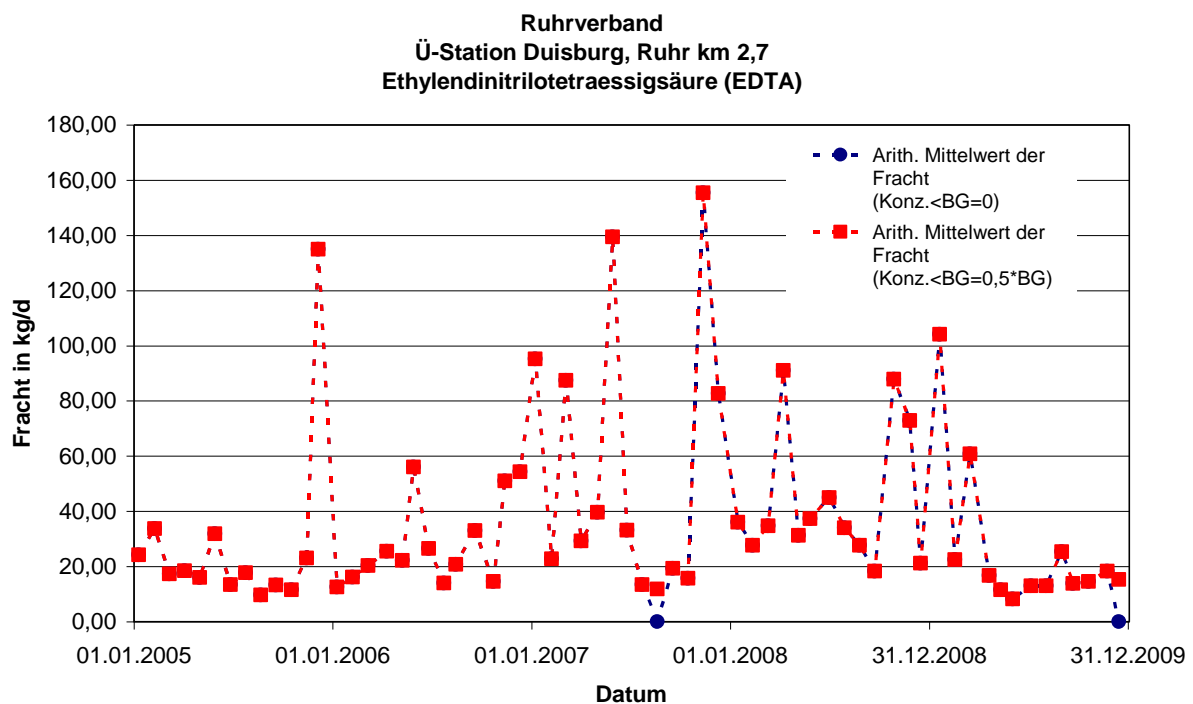


Bild 8.44: Zeitlicher Verlauf der Fracht von EDTA an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg

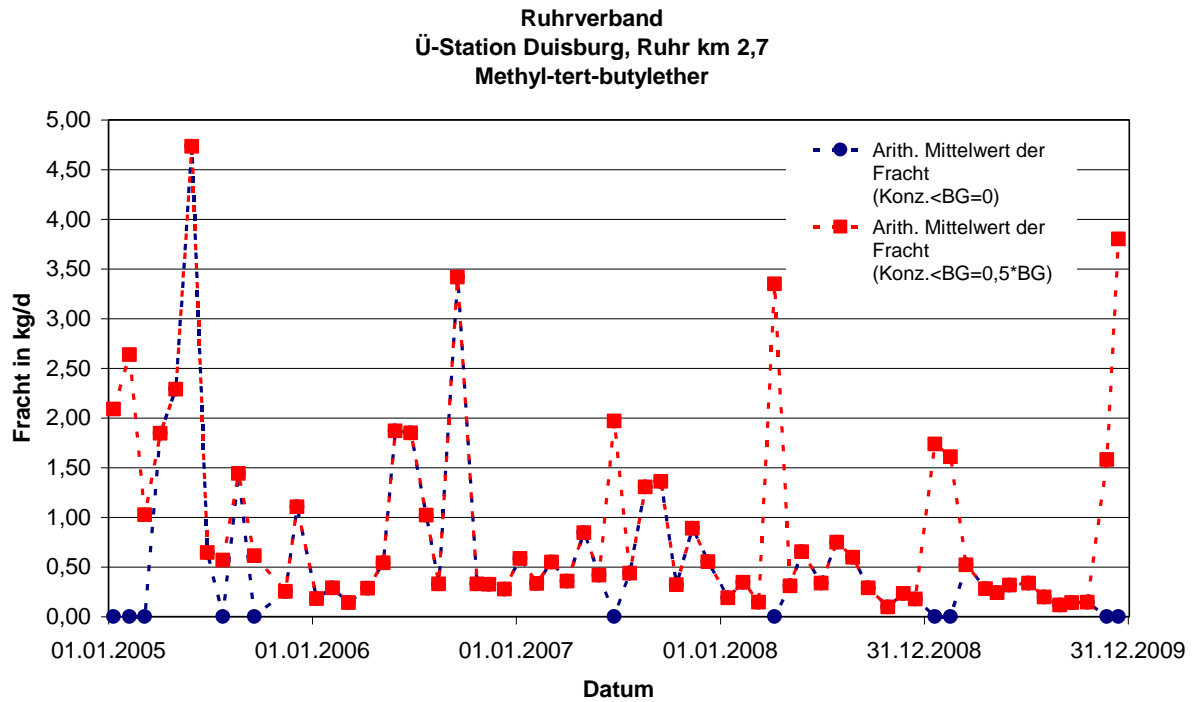


Bild 8.45: Zeitlicher Verlauf der Fracht von MTBE an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg

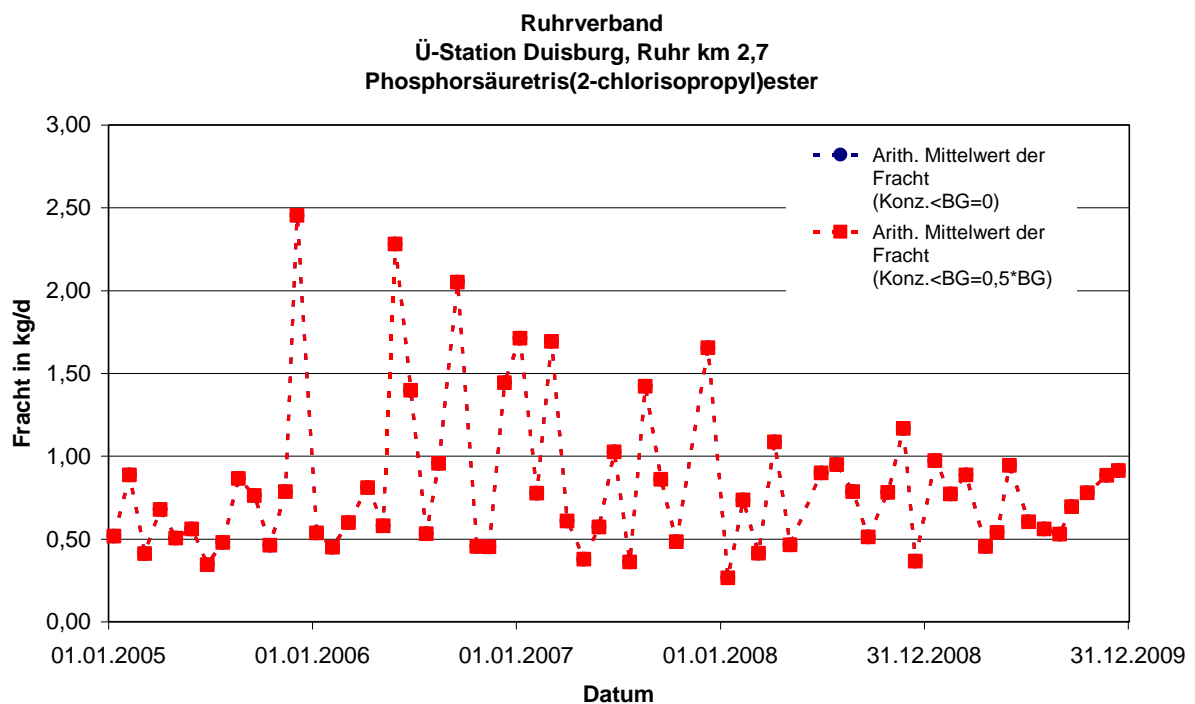


Bild 8.46: Zeitlicher Verlauf der Fracht von Phosphorsäuretris(2-chlorisopropyl)ester (TCPP) an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg

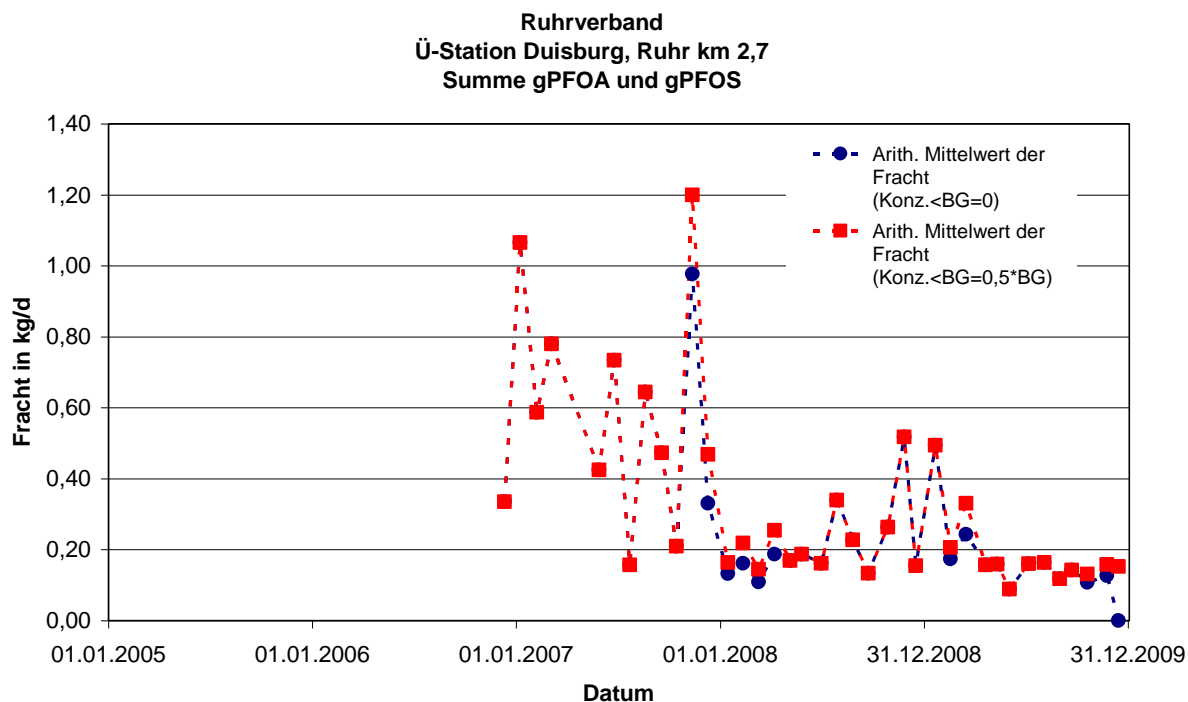


Bild 8.47: Zeitlicher Verlauf der Fracht der Summe aus PFOA und PFOS Isomeren an der Messstelle des Ruhrverbands in Duisburg

8.5 Schlussfolgerungen

Anhand der Konzentrationsmessungen an Messstellen entlang des Ruhrverlaufs und der Wasserführung wurden arithmetische Mittelwerte der Frachten für die als relevant in der Ruhr ermittelten Stoffe berechnet. Es zeigte sich dabei, dass je nach Stoff stark unterschiedliche maximale Frachten im Längsverlauf der Ruhr auftreten, wie aus Tabelle 8.11 hervorgeht. Die meisten relevanten organischen Industriechemikalien finden sich mit arithmetischen Mittelwerten der Frachten von weniger als 1 kg/d in der Ruhr. Höhere arithmetische Mittelwerte der Frachten (zwischen 1 kg und 10 kg) treten bei den Stoffen NTA, Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester, m-Xylol und p-Xylol und Surfynol 104 auf. Hohe arithmetische Mittelwerte der Frachten (über 10 kg/d) können für EDTA, DTPA und Nonylphenolmonoethoxylat beobachtet werden. Die für die jeweiligen Stoffe gefundenen maximalen Einzelfrachten weisen jedoch für alle Stoffe ein Vielfaches der arithmetischen Mittelwerte auf, was auf diskontinuierliche Einleitungen von Industriebetrieben hindeutet.

Tabelle 8.11: Vergleich maximaler Frachten relevanter organischer Industriechemikalien in der Ruhr

Stoffname	Maximaler arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Maximaler Einzelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d
Komplexbildner		
Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)	36,58	155,43
Diethylentriaminpentaessigsäure (DTPA)	86,63	532,89
Nitritotriessigsäure (NTA)	8,02	44,41
Chlorierte phosphororganische Flammschutzmittel		
Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)ester	0,29	1,81
Phosphorsäuretris(2-chlorisopropyl)ester	0,82	3,19
P.säure-tris(1,3-dichlor-isopropyl)ester	0,16	2,02
Perfluorierte Tenside		
Perfluorbutansäure Isomeren	0,06	0,56
Perfluorbutansulfonsäure Isomeren	0,07	0,49
Perfluorpentansäure Isomeren	0,02	0,09
Perfluorhexansäure Isomeren	0,03	0,12
Perfluoroktansäure Isomeren	0,16	0,98
Perfluoroktansulfonsäure Isomeren	0,17	0,43
Summe aus PFOA und PFOS Isomeren	0,33	1,20
Summe aus 10 ausgewählten PFT	0,60	1,41
Benzinzusatzstoffe		
Methyl-tert-butylether	0,91	5,88
Ethyl-tert-butylether	0,21	1,66
Weichmacher		
Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester	2,17	37,88
Phthalsäurediethylester	0,14	1,17
Phthalsäuredibutylester	0,40	9,69
Organische Lösungsmittel und PAK		
Tetrachlorethen	0,28	1,17
Chloroform	0,10	2,43
Toluol	0,10	1,76
m-Xylol und p-Xylol	1,62	11,10
Naphthalin	0,06	0,69
Summe PAK TrinkwV	0,07	1,71
Weitere Industriechemikalien		
Surfynol 104	2,62	17,18
Nonylphenol	0,43	7,81
Nonylphenolmonoethoxylate	27,09	613,27
Bisphenol A	0,20	1,05
Phosphorsäuretriisobutylester	0,35	1,35
Phosphorsäuretributylester	0,19	3,55

Anhand des Frachtverlaufs in der Ruhr und der Lage der Direkt- und Indirekteinleiter können prinzipiell die Branchen sowie die Direkt- und Indirekteinleiter ermittelt werden, die für die Einleitung in Frage kommen, eine exakte Zuordnung der Einleitung zu einer Branche bzw. zu einzelnen Betrieben ist jedoch nicht möglich. Hierzu wäre zu prüfen, ob mit Hilfe eines

angepassten Messprogramms die Einleitungsstellen in die Ruhr, in deren Nebenflüsse oder in Kläranlagen im Ruhreinzugsgebiet näher eingegrenzt und einzelne einleitende Betriebe identifiziert werden könnten. Ein Problem wird dabei die Erfassung von diskontinuierlichen Einleitungen darstellen, die eine zeitlich engmaschige Beprobung oder die Entnahme und Analyse von zeitlichen Mischproben erfordert. Für welche Stoffe eine derartig aufwändige Beprobungsstrategie sinnvoll sein kann, ist aufgrund der Ergebnisse der Bewertung der Stoffe hinsichtlich ihrer human- und ökotoxikologischen Eigenschaften und ihrer Bedeutung für die Trinkwasserversorgung zu entscheiden, welche Gegenstand von Kapitel 9 ist.

9 Identifikation und Bewertung relevanter Industriechemikalien im Kontext der Trinkwasserversorgung im Ruhreinzugsgebiet

9.1 Identifikation relevanter Industriechemikalien im Wasser der Ruhr

Die Identifikation relevanter Industriechemikalien im Wasser der Ruhr wurde bereits im Kapitel 8.1 erläutert.

9.2 Identifikation rohwassergängiger Industriechemikalien für die Wasserwerke an der Ruhr

Als rohwassergängig sind diejenigen Industriechemikalien zu betrachten, die im Rohwasser von Wasserwerken auftreten. Zur Ermittlung der rohwassergängigen Industriechemikalien wurden die Messergebnisse der Grundwasserüberwachung des LANUV NRW (HYGRIS-C) an den Wasserwerken an der Ruhr aus den Jahren 2000 bis 2009 ausgewertet. Der Untersuchungsumfang umfasste in diesem Zeitraum 40 Industriechemikalien und deren Summenparameter, von denen sieben mit Positivbefunden in den Rohwässern nachgewiesen werden konnten. Als rohwassergängig wurden alle Stoffe eingestuft, die in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden konnten. Diese Befunde sind in Bild 9.1 dargestellt.

Zur Bewertung der Stoffe hinsichtlich ihres Vorkommens im Rohwasser von Wasserwerken an der Ruhr wurde analog zur Bewertung des Vorkommens von Industriechemikalien im Ruhrwasser (vgl. Kapitel 8.1) ein semiquantitativer Ansatz gewählt, der die Häufigkeit der Positivbefunde, die maximale Konzentration und den arithmetischen Mittelwert der Konzentrationen berücksichtigt. Hierzu wurden, wie aus Tabelle 9.1 hervorgeht, Klassen gebildet und mit einzelnen Teilbewertungszahlen belegt.

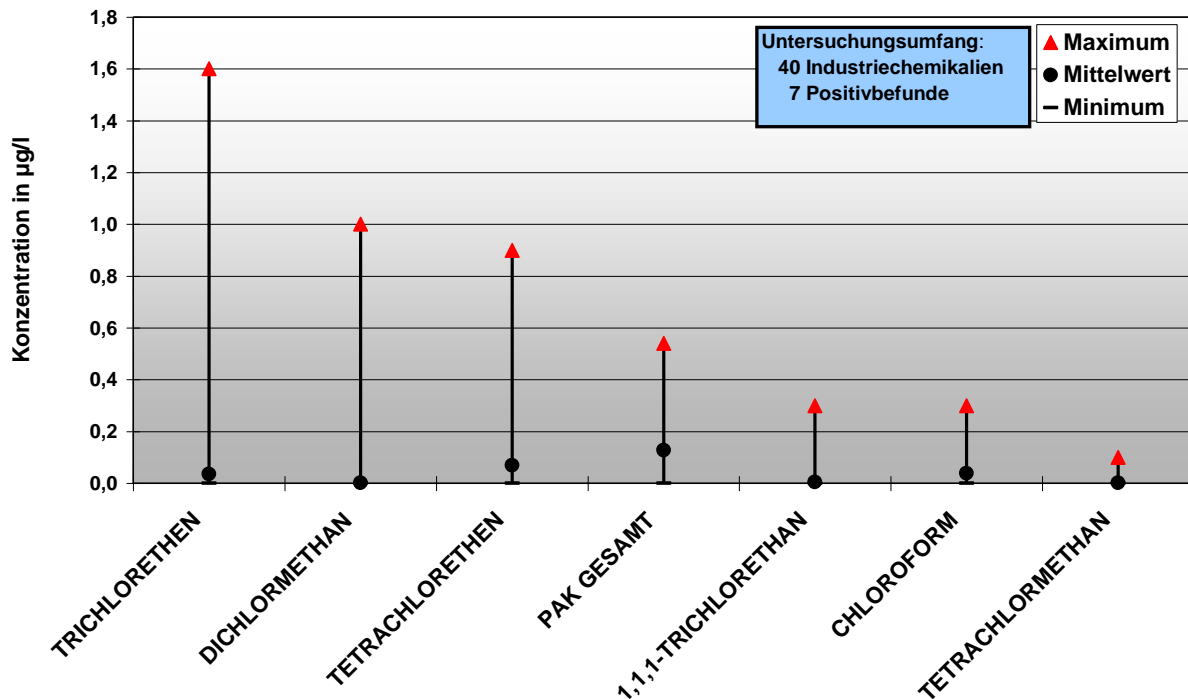


Bild 9.1: Konzentrationen rohwassergängiger Industriechemikalien an der Ruhr (Zeitraum 2000 bis 2009)

Tabelle 9.1: Klassen und Teilbewertungszahlen zur Bewertung von Industriechemikalien hinsichtlich ihres Vorkommens im Rohwasser von Wasserwerken

Klasse	Häufigkeit der Positivbefunde in %	Arithm. Mittelwert der Konzentrationen in µg/l	Maximale Konzentration in µg/l	Teilbewertungszahl
1	$n \leq 1$	$c \leq 0,001$	$c \leq 0,01$	1
2	$1 < n < 10$	$0,001 < c \leq 0,010$	$0,01 < c \leq 0,10$	2
3	$10 < n < 20$	$0,010 < c \leq 0,100$	$0,10 < c \leq 1,00$	3
4	$20 < n < 50$	$0,100 < c \leq 1,000$	$1,00 < c \leq 10,00$	4
5	$50 < n$	$1,000 < c$	$10,00 < c$	5

Die Bewertung erfolgte nach dem Bewertungsansatz, wie er bereits in Kapitel 8.1 beschrieben wurde. Das Ergebnis der Bewertung der Rohwassergängigkeit von Industriechemikalien an der Ruhr aufgrund der Messergebnisse der Grundwasserüberwachung des LANUV NRW ist in Tabelle 9.2 aufgeführt.

Tabelle 9.2: Identifikation und Bewertung der Rohwassergängigkeit von Industriechemikalien an der Ruhr aufgrund der Messergebnisse der Grundwasserüberwachung NRW

Stoffname	CAS-Nr.	Anzahl Messungen	Anteil der Positivbefunde in %	Maximale Konzentration in µg/l	Arithm. Mittelwert aller Messungen in µg/l	Bewertungszahl
Polycyclische aromatische KW, gesamt		10	40,0	0,540	0,127	3,7
Tetrachlorethen	127-18-4	619	42,2	0,900	0,069	3,3
Trichlorethen	79-01-6	607	15,7	1,600	0,035	3,3
Chloroform	67-66-3	23	17,4	0,300	0,039	3,0
1,1,1-Trichlorethan	71-55-6	609	2,5	0,300	0,004	2,3
Dichlormethan	75-09-2	599	0,2	1,000	0,002	2,0
Tetrachlormethan	56-23-5	608	1,5	0,100	0,001	2,0

Die höchsten Bewertungszahlen weisen polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe, Tetrachlorethen und Trichlorethen auf. Es ist zu bemerken, dass auch Chloroform, das bei der Desinfektion des Trinkwassers mit Chlor entstehen kann, bereits im Rohwasser in geringen Konzentrationen nachgewiesen wurde. Auch hier gelten die bereits in Kapitel 8.1 erläuterten Einschränkungen hinsichtlich der Bedeutung und Interpretation der Bewertungszahlen.

9.3 Identifikation trinkwassergängiger Industriechemikalien für die Wasserwerke an der Ruhr

Als trinkwassergängig sind diejenigen Industriechemikalien zu betrachten, die im Trinkwasser gefunden werden. Zur Ermittlung der trinkwassergängigen Industriechemikalien wurden die Messergebnisse des Zentralen Trinkwasserdatenerfassungs- und Informationssystems (Z-TEIS) für die Wasserwerke an der Ruhr aus den Jahren 2000 bis 2010 ausgewertet. Der Untersuchungsumfang umfasste in diesem Zeitraum 88 Industriechemikalien und deren Summenparameter, von denen 31 mit Positivbefunden in den Trinkwässern nachgewiesen werden konnten. Als trinkwassergängig wurden alle Stoffe eingestuft, die im Trinkwasser in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden konnten. Diese Befunde sind in Bild 9.2 und Bild 9.3 dargestellt. Nicht berücksichtigt wurden Trihalomethane, da diese vorwiegend bei der Desinfektion des Trinkwassers mit Chlor gebildet werden können und mit Ausnahme von Chloroform auch nicht im Ruhr- und Rohwasser nachgewiesen wurden.

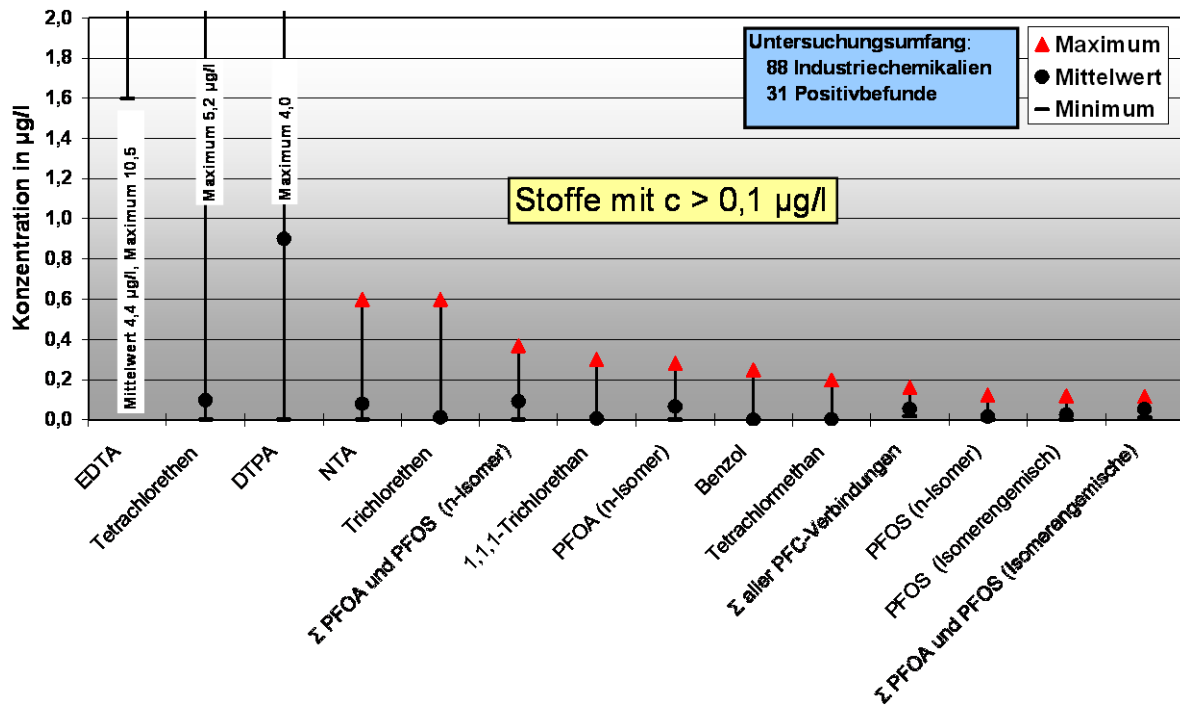


Bild 9.2: Konzentrationen trinkwassergängiger Industriechemikalien im Trinkwasser der Ruhrwasserwerke (Zeitraum 2000 bis 2010)

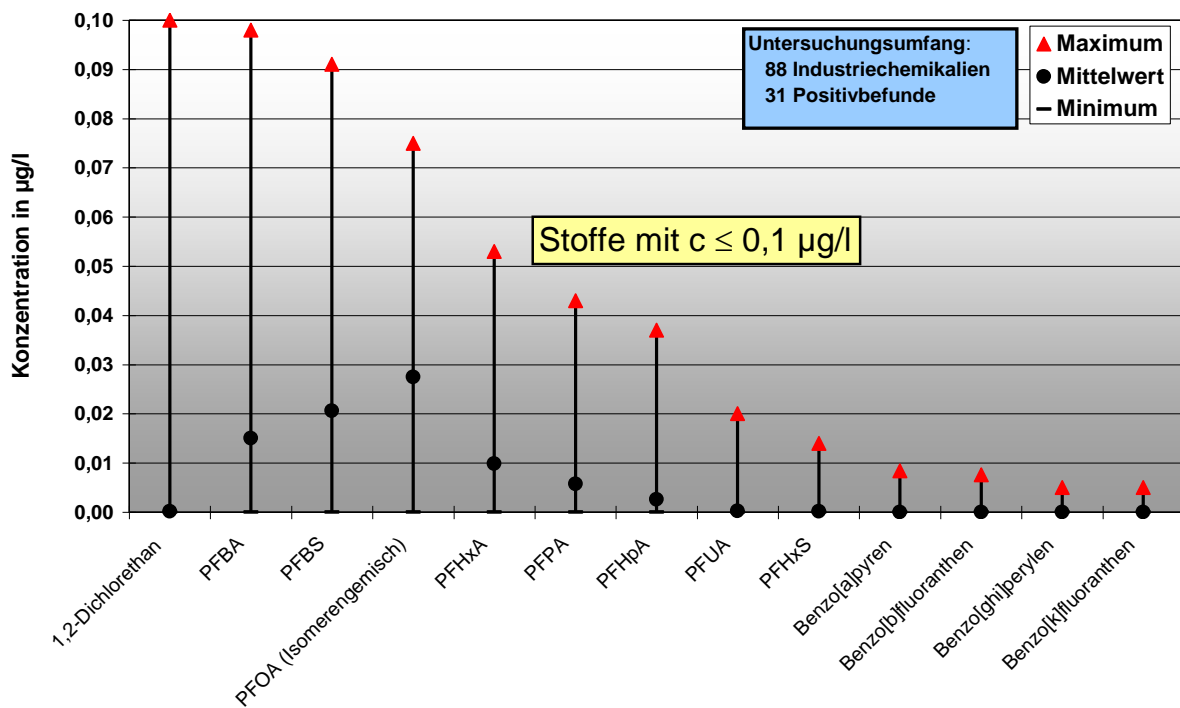


Bild 9.3: Konzentrationen trinkwassergängiger Industriechemikalien im Trinkwasser der Ruhrwasserwerke (Zeitraum 2000 bis 2010)

Zur Bewertung der Stoffe hinsichtlich ihres Vorkommens im Trinkwasser wurde wiederum ein semiquantitativer Ansatz gewählt, der die Häufigkeit der Positivbefunde, die maximale Konzentration und den arithmetischen Mittelwert der Konzentrationen berücksichtigt.

Hierzu wurden, wie aus Tabelle 9.3 hervorgeht, Klassen gebildet und mit einzelnen Teilbewertungszahlen belegt. Die Klasseneinteilung und die Teilbewertungszahlen entsprechen dabei denen, die zur Bewertung des Vorkommens von Industriechemikalien im Rohwasser verwendet wurden.

Tabelle 9.3: Klassen und Teilbewertungszahlen zur Bewertung von Industriechemikalien hinsichtlich ihres Vorkommens im Trinkwasser

Klasse	Häufigkeit der Positivbefunde in %	Arithm. Mittelwert der Konzentrationen in µg/l	Maximale Konzentration in µg/l	Teilbewertungszahl
1	$n \leq 1$	$c \leq 0,001$	$c \leq 0,01$	1
2	$1 < n < 10$	$0,001 < c \leq 0,010$	$0,01 < c \leq 0,10$	2
3	$10 < n < 20$	$0,010 < c \leq 0,100$	$0,10 < c \leq 1,00$	3
4	$20 < n < 50$	$0,100 < c \leq 1,000$	$1,00 < c \leq 10,00$	4
5	$50 < n$	$1,000 < c$	$10,00 < c$	5

Die Bewertung erfolgte nach dem Bewertungsansatz, wie er bereits in Kapitel 8.1 beschrieben wurde. Das Ergebnis der Bewertung des Vorkommens der trinkwassergängigen Industriechemikalien an der Ruhr aufgrund der Messergebnisse des Zentralen Trinkwasserdatenerfassungs- und Informationssystem ist in Tabelle 9.4 aufgeführt. Es wird ersichtlich, dass die höchsten Bewertungszahlen die Komplexbildner EDTA, DTPA und NTA sowie die PFT PFOS und PFOA aufweisen. Auch hier gelten die bereits in Kapitel 8.1 erläuterten Einschränkungen hinsichtlich der Bedeutung und Interpretation der Bewertungszahlen.

Tabelle 9.4: Identifikation und Bewertung von trinkwassergängigen Industriechemikalien im Trinkwasser der Ruhrwasserwerke aufgrund der Messergebnisse des Zentralen Trinkwasserdatenerfassungs- und Informationssystems (Z-TEIS)

Stoffname	CAS-Nr.	Anzahl Messungen	Anteil der Positivbefunde in %	Maximale Konzentration in µg/l	Arithm. Mittelwert aller Messungen in µg/l	Bewertungszahl
EDTA	60-00-4	33	100	10,500	4,418	5,0
DTPA	67-43-6	6	33,333	4,000	0,900	4,0
NTA	139-13-9	28	71,429	0,600	0,079	3,7
PFOA Perfluorooctanoat (n-Isomer)	335-67-1	418	91,866	0,280	0,065	3,7
PFOS Perfluorooctylsulfonat (n-Isomer)	1763-23-1	420	64,286	0,122	0,017	3,7
PFOS Perfluorooctylsulfonat (Isomerengemisch)		301	84,385	0,120	0,025	3,7
Summe aller bestimmten PFC-Verbindungen		39	100	0,162	0,053	3,7
Summe PFOA und PFOS (n-Isomer)		273	98,168	0,369	0,092	3,7
Summe PFOA und PFOS (Isomerengemische)		187	100	0,117	0,052	3,7
Tetrachlorethen	127-18-4	802	40,648	5,200	0,097	3,7
PFBA Perfluorobutanoat	375-22-4	239	60,669	0,098	0,015	3,3
PFBS Perfluorobutylsulfonat	375-73-5	247	77,328	0,091	0,021	3,3
PFOA Perfluorooctanoat (Isomerengemisch)		303	95,71	0,075	0,027	3,3
PFHxA Perfluorohexanoat	307-24-4	253	55,731	0,053	0,010	3,0
PFPA Perfluoropentanoat	2706-90-3	240	39,167	0,043	0,006	2,7
Trichlorethen	79-01-6	809	8,4054	0,600	0,011	2,7
1,1,1-Trichlorethan	71-55-6	227	3,5242	0,300	0,006	2,3
PFHpA Perfluoroheptanoat	375-85-9	237	15,612	0,037	0,003	2,3
Tetrachlormethan	56-23-5	221	1,3575	0,200	0,002	2,3
Benzol	71-43-2	736	0,2717	0,250	0,001	1,7
PFHxS Perfluorohexylsulfonat		248	2,0161	0,014	0,000	1,7
PFUA Perfluoroundecanoat	2058-94-8	74	1,3514	0,020	0,000	1,7
1,2-Dichlorethan	107-06-2	671	0,149	0,100	0,000	1,3
PFDA Perfluorodecanoat	335-76-2	247	1,2146	0,001	0,000	1,3
PFNA Perfluorononanoat	375-95-1	252	1,5873	0,002	0,000	1,3
Benzo[a]pyren	50-32-8	753	0,2656	0,008	0,000	1,0
Benzo[b]fluoranthren	205-99-2	744	0,5376	0,008	0,000	1,0
Benzo[ghi]perylen	56832-73-6	730	0,137	0,005	0,000	1,0
Benzo[k]fluoranthren	207-08-9	744	0,4032	0,005	0,000	1,0
Indeno[1,2,3-cd]Pyren	193-39-5	729	0,4115	0,005	0,000	1,0

Weiterhin wurden in analoger Weise die Messergebnisse der Wasserwerke Echthausen, Halingen, Stiepel und Witten aus den Jahren 2000 bis 2003 ausgewertet. In diesem Zeitraum wurden 67 Parameter für Industriechemikalien und deren Summenparameter untersucht, von

denen zehn mit Positivbefunden in der Ruhr nachgewiesen werden konnten. Nicht berücksichtigt wurden wiederum Trihalogenmethane. Die Ergebnisse sind in Tabelle 9.5 aufgeführt.

Tabelle 9.5: Identifikation und Bewertung von trinkwassergängigen Industriechemikalien im Trinkwasser der Ruhrwasserwerke aufgrund der Messergebnisse der Wasserwerke Echthausen, Halingen, Stiepel und Witten aus den Jahren 2000 bis 2003

Stoffname	CAS-Nr.	Anzahl Messungen	Anteil der Positivbefunde in %	Maximale Konzentration in µg/l	Arithm. Mittelwert aller Messungen in µg/l	Bewertungszahl
EDTA	60-00-4	68	98,5	10,900	4,233	5,0
DTPA	67-43-6	66	19,7	12,500	0,500	4,0
Perchlor-Ethen	127-18-4	62	77,4	0,300	0,100	3,7
6-Methyl-5hepton-2on		2	100,0	0,110	0,063	3,7
Trichlor-Ethen	79-01-6	92	25,0	0,300	0,060	3,3
NTA	139-13-9	68	8,8	7,400	0,333	3,3
Geraylacetone	107-74-4	2	100,0	0,050	0,034	3,3
Menthol		2	100,0	0,020	0,016	3,3
1-Octanol	111-87-5	2	100,0	0,022	0,018	3,3
Benzophenon	119-61-9	6	50,0	0,010	0,010	2,3

Die höchsten Bewertungszahlen weisen die Komplexbildner EDTA und DTPA auf. Auch hier gelten die bereits in Kapitel 8.1 erläuterten Einschränkungen hinsichtlich der Bedeutung und Interpretation der Bewertungszahlen.

9.4 Bewertung relevanter Industriechemikalien hinsichtlich Abbaubarkeit und öko- sowie humantoxischer Eigenschaften

Für die Elimination organischer Verbindungen in Oberflächengewässern können verschiedene biologische und chemisch/physikalische Vorgänge verantwortlich sein. Die Elimination biologisch abbaubarer Verbindungen erfolgt im Wesentlichen durch die im Gewässer vorhandenen Bakterien, die in der fließenden Welle sowie als Biofilm auf allen Substraten nachzuweisen sind. Aerobe und anaerobe Stoffwechselwege des C-Abbaus sowie der N-Elimination sind in den verschiedenen Kompartimenten des Gewässers möglich und führen zu einem vollständigen oder teilweisen Abbau und auch Umbau der biologisch abbaubaren Verbindungen. Des Weiteren können chemisch/physikalische Vorgänge, wie

z. B. die Bindung an Schwebstoffe und im Gewässersediment vorhandene Bodenteilchen, für die Elimination verantwortlich sein. Kommt es zu einer Änderung der Umgebungsbedingung (z. B. pH-Verschiebung), können die Stoffe u. U. wieder freigesetzt werden und liegen dann erneut in ihrer ursprünglichen oder in veränderter Form vor.

Die Bewertung der Umweltrelevanz und des toxikologischen Potenzials von Industriechemikalien erfolgt anhand von Indikatoren, die einen Rückschluss auf die biologische oder chemisch/physikalische Eliminierbarkeit erlauben. Für die Bewertung der Toxizität sind effektbasierte Tests weltweit in Gebrauch. Zu diesen Toxizitätstests zählen Fisch- und Fischeitest, Daphnien- und Algentests sowie der auch im Routinebetrieb leicht einzusetzende Leuchtbakterien-Hemmtest. Die Ergebnisse spiegeln bei Stoffgemischen wie den Abläufen von Kläranlagen oder Wasserproben das Zusammenwirken aller in der Probe vorhandenen Stoffe wider. Selten werden im Rahmen der Abwasserbehandlung und zur Überprüfung der Reinigungsleistung Toxizitätsuntersuchungen mit einzelnen Industriechemikalien durchgeführt, da die Messung von Einzelstoffen nicht die Regel ist. Toxizitätstests mit Industriechemikalien werden dann eingesetzt, wenn Stoffe in Verkehr gebracht werden sollen und man Auskunft über ihr toxisches Potenzial erlangen will. Dies ist von besonderer Relevanz, wenn die Möglichkeit besteht, dass eingesetzte oder auch im Verlauf eines Herstellungsprozesses entstehende Stoffe in die Umwelt gelangen können. Hier ist dann eine Gefährdung der aquatischen und terrestrischen Biozöosen und des Menschen nicht immer auszuschließen.

Die Daten zur Bewertung der Abbaubarkeit und der Toxizität wurden überwiegend dem Informationssystem für gefährliche Stoffe (IGS) des LANUV NRW, dem European Chemical Substances Information System (ESIS), der GESTIS Stoffdatenbank, der OEKOpro-Datenbank der Universität Dortmund und den Sicherheitsdatenblättern verschiedener Chemikalienhersteller entnommen. Eine genaue Auflistung aller Bewertungsquellen ist dem Anhang des Berichtes (Kapitel 14.7) zu entnehmen.

9.4.1 Stoffauswahl zur Bewertung relevanter Industriechemikalien

Zur Auswahl der Stoffe, für die die Bewertung hinsichtlich Abbaubarkeit und öko- sowie humantoxischer Eigenschaften erfolgen sollte, wurden alle bisherigen Ergebnisse aus der Bewertung von Industriechemikalien hinsichtlich ihres Vorkommens im Wasser der Ruhr (vgl. Kapitel 8.1) sowie im Rohwasser (vgl. Kapitel 9.2) und Trinkwasser (vgl. Kapitel 9.3) zusammengefasst. Die Bewertung erfolgt somit für diejenigen Industriechemikalien, die als relevant hinsichtlich ihres Vorkommens

- im Ruhrwasser oder

- im Rohwasser oder
- im Trinkwasser

identifiziert worden waren.

Zuzüglich zu den oben genannten Auswahlkriterien wurden diejenigen Stoffe berücksichtigt, die

- im Rahmen der Auswertung der OEKOpro-Datenbank als relevant für den Einsatz in der Metallindustrie identifiziert worden waren und
- außerdem in der Ruhr nachgewiesen werden konnten (vgl. Kapitel 7.1).

Hieraus ergibt sich eine Liste von 67 Stoffen, die in Tabelle 9.6 aufgeführt ist. In einer gesonderten Spalte in Tabelle 9.6 ist weiterhin das Medium (Ruhwasser, Rohwasser Trinkwasser) aufgelistet, in dem der Stoff nachgewiesen wurde. Einige der Industriechemikalien, die unter dem Gesichtspunkt der Häufigkeit und gemessenen Konzentrationen als relevant eingestuft wurden, konnten unter dem Gesichtspunkt der Ökotoxikologie, Trinkwasserrelevanz und Humantoxizität nicht bewertet werden, da es sich um Isomerenmische handelt oder nicht ausreichend Daten vorhanden waren. Dazu gehören auch die perfluorierten Tenside (PFT), die gemäß EU-Richtlinie 2006/122/EG als „very persistent“ eingestuft werden. Das Verteilungsverhalten der perfluorierten Tenside in der Umwelt ist bisher nicht eindeutig aufgeklärt. Daneben besitzen sie z. T. ein hohes Bioakkumulationspotenzial (LANUV NRW, 2011).

Tabelle 9.6: Liste der als relevant ausgewählten Industriechemikalien mit Angabe, in welchem Medium dieser Stoff nachgewiesen wurde (Ruhrwasser=1, Rohwasser=2, Trinkwasser=3)

LANUV Stoffnr.	Name	cas_id	Nachweis	Stoff-Nr.	Name	cas_id	Nachweis
2000	Dichlormethan	75-09-2	1, 2, 3	2608	Diethylentriaminpentaessigsäure (DTPA)	67-43-6	1, 2, 3
2001	Chloroform	67-66-3	1, 2, 3	2611	1-Octanol	111-87-5	3
2002	Tetrachlormethan	56-23-5	2, 3	2669	Bisphenol A	80-05-7	1
2003	Tribrommethan	75-25-2	3	2671	Phthalsäurediethylester	84-66-2	1
2005	1,2-Dichlorethan	107-06-2	3	2672	Phthalsäuredibutylester	84-74-2	1
2006	Bromdichlormethan	75-27-4	3	2679	Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester	117-81-7	1
2007	Dibromchlormethan	124-48-1	3	2709	Phosphorsäuretrisobutylester	126-71-6	1
2008	1,1 Dichlorethan	75-34-3	1	2710	Phosphorsäuretributylester	126-73-8	1, 2
2009	1,2-Dibromethan	106-93-4	1	2711	Phosphorsäuretriphenylester	115-86-6	1
2010	1,1,1-Trichlorethan	71-55-6	2, 3	2715	Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)ester	115-96-8	1, 2
2020	Trichlorethen	79-01-6	2, 3	2716	Phosphorsäure-(butoxyethyl)-ester	78-51-3	1, 2
2021	Tetrachlorethen	127-18-4	1, 2, 3	2717	P-säure-tris(1,3-dichlor-isopropyl)ester	13674-87-8	1
2048	Benzol	71-43-2	3	2792	Perfluorooctansäure	335-67-1	1, 3
2049	Methyl-tert-butylether	1634-04-4	1	2793	Perfluorooctansulfonsäure	1763-23-1	3
2150	2-Chlorhydroxybenzen	95-57-8	1	2811	Ethyl-tert-butylether	637-92-3	1
2152	4-Chlorphenol	106-48-9	1	2812	Surfynol 104 (Isomergemisch)	126-86-3	1
2161	2,4-Dichlorphenol	120-83-2	1	2853	Perfluorbutansäure (PFBA)	375-22-4	1
2174	2,4,6-Trichlorphenol	88-06-2	1	2854	Perfluorpentansäure	2706-90-3	1, 3
2178	2,3,4,6-Tetrachlorphenol	58-90-2	1	2855	Perfluorhexansäure	307-24-4	3
2301	Benzo(b)fluoranthen	205-99-2	3	2856	Perfluorheptansäure	375-85-9	3
2302	Benzo(k)fluoranthen	207-08-9	3	2857	Perfluormonansäure	375-95-1	3
2305	Naphthalin	91-20-3	3	2858	Perfluordekansäure	335-76-2	3
2310	Benzo(ghi)perylen	191-24-2	3	2859	Perfluorundekansäure	2058-94-8	3
2320	Benzo(a)pyren	50-32-8	3	2861	Perfluorbutansulfonsäure	375-73-5	1, 3
2330	Indeno(1,2,3-cd)pyren	193-39-5	3	2862	Perfluorhexansulfonsäure	355-46-4	3
2400	Toluol	108-88-3	1	2888	Nonylphenol	25154-52-3	1
2423	4-Chlor-3-methylhydroxybenzen	59-50-7	1	4031	para-Nonylphenol verzweigt	84852-15-3	1
2505	Anilin	62-53-3	1	4058	Nonylphenolmonoethoxylate	104-35-8	1
2556	1-Amino-2methoxybenzen	90-04-0	1		Benzophenon	119-61-9	3, 4
2592	4-Chlor-2-methylhydroxybenzen	1570-64-5	1		Geranylaceton	3795-70-1	3, 4
2600	Nitrioltriessigsäure (NTA)	139-13-9	1, 2, 3		Menthol	1490-04-6	3, 4
2605	Ethylendinitrioltetraessigsäure (EDTA)	60-00-4	1, 2, 3		6-Methyl-5hepton-2on	110-93-0	3, 4
	1 Nachweis im Ruhrwasser						
	2 Nachweis im Rohwasser						
	3 Nachweis im Trinkwasser						
	4 Nicht im Messprogramm des LANUV						

9.4.2 Bewertung der Abbaubarkeit von ausgewählten Industriechemikalien in Kläranlagen

Viele der in den Gewässern nachgewiesenen Industriechemikalien finden ihren Weg aus den Industriebetrieben (Direkt- und Indirekteinleiter) über biologische Kläranlagen ins Gewässer. Handelt es sich um Stoffe, die eindeutig Herstellungsprozessen im industriellen Bereich zuzuordnen sind, muss ihr Auftreten im Gewässer nach einer biologischen Reinigung auf einen fehlenden oder unzureichenden Abbau in der Abwasserreinigungsanlage (kommunale Kläranlage oder Industriebetrieb) zurück geführt werden, wenn direkte Einträge der reinen Substanzen ausgeschlossen werden können.

Für die Beurteilung der Abbaubarkeit wird im Allgemeinen auf die Durchführung eines Abbaubarkeitstests nach OECD zurückgegriffen. Der bekannteste Test zur Bestimmung der biologischen Abbaubarkeit ist der Standardtest nach OECD 301, der als Nachweis für einen raschen biologischen Abbau eingesetzt wird (OECD, 1992). Dabei wird die Testsubstanz in einem künstlichen mineralischen Nährsubstrat suspendiert und mit einer adaptierten oder nicht adaptierten Belebtschlammbiozönose aus einer Kläranlage unter aeroben Bedingungen inkubiert. Im Anschluss wird über 28 Tage die CO₂-Zunahme, Sauerstoffverbrauchsrate, DOC-Abnahme oder direkte Abnahme der eingesetzten Chemikalie als Maß für die Elimination des eingesetzten Substrates bestimmt und man erhält im Laborversuch eine

Angabe über den prozentualen Abbau des eingesetzten Stoffes. Alle Chemikalien, die eine biologische Abbaubarkeit von < 10 % aufweisen, werden als potentiell umweltrelevant eingestuft, da sie als persistent oder nicht abbaubar bezeichnet werden können. Oft sind die Angaben über die Abbaubarkeit der verschiedenen Industriechemikalien sehr unterschiedlich. Wie LINDNER et al. (2003) aufzeigten, ist bei einer adaptierten Biozönose mit einer besseren Eliminationsleistung zu rechnen. Dabei kann diese Adaption innerhalb unterschiedlicher Zeiträume erfolgen und ist in starkem Maße von der Substanz, der Dosis und Einflussfaktoren wie Temperatur, pH-Wert, Wasserhärte u. a. abhängig. Die Fähigkeit zur Elimination kann nach Beendigung der Dosierung über lange Zeit erhalten bleiben. Für das Abbauverhalten in der Kläranlage kann auf die Ergebnisse des OECD-Tests Bezug genommen werden (Tabelle 9.8). Die Klassenbildung und Bewertung des Abbauverhaltens erfolgt wie in Tabelle 9.7 dargestellt. Für 20 der in Tabelle 9.6 aufgelisteten Chemikalien lagen keine Angaben über das Verhalten im Abbaubarkeitstest vor.

Tabelle 9.7: Klassenbildung und Bewertung des OECD-Tests für die Abbaubarkeit in der Kläranlage

Klasse	Abbaubarkeit im OECD-Test (28d)	Bewertung der Abbaubarkeit
	Elimination (E) [%]	
1	$90 < E$	sehr gut
2	$50 < E \leq 90$	gut bis mittel
3	$10 < E \leq 50$	mittel bis schlecht
4	$E \leq 10$	sehr schlecht

Tabelle 9.8: Bewertung des Eliminationsverhaltens der ausgewählten Industriechemikalien im OECD-Test (Klassenzuordnung nach Tabelle 9.7)

Stoffnr.	Name	CAS-Nr.	Biologische	Klasse
			Abbaubarkeit	
			[%]	[-]
2001	Chloroform	67-66-3	0	4
2003	Tribrommethan	75-25-2	<10	4
2008	1,1-Dichlorethan	75-34-3	<10%	4
2009	1,2-Dibromethan	106-93-4	0	4
2010	1,1,1-Trichlorethan	71-55-6	0	4
2049	Methyl-tert-butylether	1634-04-4	0	4
2150	2-Chlorhydroxybenzen	95-57-8	0	4
2178	2,3,4,6-Tetrachlorphenol	58-90-2	0	4
2888	Nonylphenol	25154-52-3	<10	4
	Benzophenon	119-61-9	0	4
2000	Dichlormethan	75-09-2	5 - 26	3
2005	1,2-Dichlorethan	107-06-2	< 20	3
2006	Bromdichlormethan	75-27-4	34	3
2020	Trichlorethen	79-01-6	19	3
2048	Benzol	71-43-2	39 - 41	3
2301	Benzo(b)fluoranthren	205-99-2	20 - 30	3
2302	Benzo(k)fluoranthren	207-08-9	20 - 30	3
2310	Benzo(ghi)perylen	191-24-2	18	3
2320	Benzo(a)pyren	50-32-8	20 - 30	3
2330	Indeno(1,2,3-cd)pyren	193-39-5	20 - 30	3
2423	4-Chlor-3-methylhydroxybenzen	59-50-7	34 - 78 %	3
2606	Diethylentriaminpentaessigsäure (DTPA)	67-43-6	20 - 60 %	3
2717	Phosphorsäure-tris(1,3-dichlorisopropyl)ester	13674-87-8	14 - 19 %	3
2811	Ethyl-tert-butylether	637-92-3	20 - 30	3
4031	para-Nonylphenol verzweigt	84852-15-3	20 - 30	3
2174	2,4,6-Trichlorphenol	88-06-2	>0	2
2669	Bisphenol A	80-05-7	>77	2
2679	Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester	117-81-7	62	2
2711	Phosphorsäuretriphenylester	115-86-6	83 - 94	2
2715	Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)ester	115-96-8	70 - 90	2
2716	Phosphorsäure-(butoxyethyl)-ester	78-51-3	> 80	2
	6-Methyl-5hepton-2on	110-93-0	>70	2
2002	Tetrachlormethan	56-23-5	>90	1
2007	Dibromchlormethan	75-27-4	>90	1
2152	4-Chlorphenol	106-48-9	>90	1
2161	2,4-Dichlorphenol	120-83-2	>90	1
2305	Naphthalin	91-20-3	>90	1
2400	Toluol	108-88-3	>90	1
2505	Anilin	62-53-3	>90	1
2600	Nitritriessigsäure (NTA)	139-13-9	>90	1
2611	1-Octanol	111-87-5	>90	1
2671	Phthalsäurediethylester	84-66-2	>90	1
2672	Phthalsäuredibutylester	84-74-2	>90	1
2710	Phosphorsäuretributylester	126-73-8	>90	1
	Menthol	1490-04-6	>90	1
2021	Tetrachlorethen	127-18-4	-	
2491	2,4,8,10-Tetraoxaspiro[5.5]undecan	126-54-5	-	
2556	1-Amino-2methoxybenzen	90-04-0	-	
2592	4-Chlor-2-methylhydroxybenzen	1570-64-5	-	
2605	Ethylendinitrietetraessigsäure (EDTA)	60-00-4	-	
2709	Phosphorsäuretriisobutylester	126-71-6	-	
2792	Perfluorooctansäure	335-67-1	-	
2793	Perfluorooctansulfonsäure	1763-23-1	-	
2812	Surfynol 104	126-86-3 (Isomerengemisch)	-	
2853	Perfluorbutansäure (PFBA)	375-22-4	-	
2854	Perfluorpentansäure	2706-90-3	-	
2855	Perfluorhexansäure	307-24-4	-	
2856	Perfluorheptansäure	375-85-9	-	
2857	Perfluornonansäure	375-95-1	-	
2858	Perfluordekansäure	335-76-2	-	
2859	Perfluorundekansäure	2058-94-8	-	
2861	Perfluorbutansulfonsäure	375-73-5	-	
2862	Perfluorhexansulfonsäure	355-46-4	-	
4058	Nonylphenolmonoethoxylate	104-35-8	-	
	Geranylaceton	3796-70-1	-	

Zwölf der Industriechemikalien, von denen Ergebnisse eines Abbaubarkeitstests ermittelt werden konnten, müssen als nicht abbaubar (Klasse 4) und fünfzehn als schwer abbaubar bezeichnet werden (Klasse 3). Sie werden über die Fließzeit im Gewässer und auch in der Kläranlage keinem nennenswerten biologischen Abbau unterworfen und sollten weder in Kläranlagen noch in Gewässer eingeleitet werden.

9.4.3 Bewertung des photolytischen Abbaus ausgewählter Industriechemikalien

Neben den normalen biologischen Abbauvorgängen spielt die abiotische Photolyse bei Eliminationsvorgängen im Gewässer eine nicht unerhebliche Rolle. Durch den Einfluss des Lichts nehmen die Moleküle Energie auf, die zu einer Degradation der Substanz führt. Die Geschwindigkeit dieser Reaktion wird in hohem Maße davon beeinflusst, wie gut die Verbindung Licht absorbiert und in welchem Wellenlängenbereich. Es können hoch reaktive Verbindungen, Radikale und instabile Formen des Sauerstoffs entstehen (WERNER et al., 2005). Die dabei entstehenden reaktiven Verbindungen können des Weiteren über eine „indirekte Photolyse“ den Abbau der organischen Kohlenstoffverbindungen initiieren. Auch bei der Photolyse im Oberflächengewässer spielen neben der Reaktivität der Moleküle andere Faktoren wie der pH-Wert, die Wasserhärte und der Schwebstoffgehalt eine große Rolle und die Abbauzeiten der einzelnen Verbindungen unterscheiden sich stark.

Tabelle 9.9: Photolytischer Abbau von ausgewählten Industriechemikalien

LANUV Stoffnr.	Name	CAS-Nr.	50% Elimination [d]
2048	Benzol	71-43-2	38.325
2010	1,1,1-Trichlorethan	71-55-6	20.010
2001	Chloroform	67-66-3	310
2000	Dichlormethan	75-09-2	104
2021	Tetrachlorethen	127-18-4	60
2400	Toluol	108-88-3	30
	Benzophenon	119-61-9	5,4
2020	Trichlorethen	79-01-6	5
2049	Methyl-tert-butylether	1634-04-4	3,2
2888	Nonylphenol	25154-52-3	3
2709	Phosphorsäuretriisobutylester	126-71-6	0,2

Nur für 13 der als relevant bewerteten Industriechemikalien wurden vergleichbare Ergebnisse eines 50%igen photolytischen Abbaus ermittelt. Dieser schwankte zwischen 38.325 d (entspr. 105 Jahren) (Benzol) und 0,2 d (Phosphorsäuretriisobutylester) (siehe

Tabelle 9.9). Es wurde wegen der geringen Zahl verwertbarer Ergebnisse sowie des starken Einflusses, den insbesondere Schwebstoffe auf die photolytische Elimination in Gewässern haben, darauf verzichtet, diesen wichtigen abiotischen Abbauvorgang zu bewerten. Im bayerischen Landesamt für Umwelt wird derzeit eine Methode etabliert, um eine experimentelle Bewertung photolytischer Prozesse vornehmen zu können und auf diese Weise vergleichbare Untersuchungsergebnisse zu erhalten (http://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/stoffverhalten_abiotischer_abbau/index.htm; 30.3.2012).

9.4.4 Bewertung der ausgewählten Industriechemikalien unter gewässerökologischen Gesichtspunkten

Alle Stoffe, die in Gewässer eingeleitet werden, haben Einfluss auf die Gewässerbiozönose. Dazu gehören Organismen unterschiedlicher trophischer Stufen wie Fische, Wasserflöhe (*Daphnia magna*) und Algen. Diese Organismen werden für gewässerökologische Untersuchungen herangezogen.

Die Amerikanische Dickkopfritze (*Pimephales promelas*) (siehe Bild 9.4) als Konsument höherer Stufe und Wirbeltier wird weltweit für die Bestimmung der Toxizität von Einzelsubstanzen gegenüber Fischen eingesetzt (OECD 203, 1992). Als Toxizitätskriterium wird die Konzentration des zu untersuchenden Stoffes eingesetzt, bei der 50 % der Test-Fische innerhalb von 96 Stunden sterben (LC_{50}). Heute wird der Fischtest in zunehmendem Maße durch einen Fischeitest (DIN EN ISO 15088, 2009) ersetzt, da auf diese Weise keine ausgewachsenen Wirbeltiere einem Test unterzogen werden. Für die relevanten Industriechemikalien liegt keine hinreichend große Anzahl von Ergebnissen aus Fischeitests vor. Deshalb wurde auf eine Bewertung über den Fischeitest verzichtet.

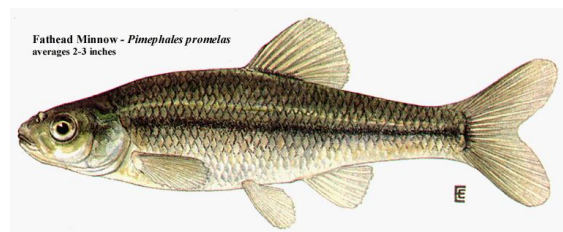


Bild 9.4: Amerikanische Dickkopfritze (*Pimephales promelas*) (www.dec.ny.gov/images/fish_marine_images/fatheadminnow.gif, 27.3.2012)

Daphnia magna ist ein Süßwasserinvertebrat (Bild 9.5), der ebenfalls für Toxizitätstests eingesetzt wird. Diese Kleinkrebse spielen als Fischnährtiere und Konsumenten niederer Stufe eine wichtige Rolle in der Nahrungskette. Als Maß für die Toxizität einer Substanz gilt der Verlust der Schwimmfähigkeit bei den eingesetzten Kleinkrebsen, die zu Beginn des Tests nicht älter als 24 h sein dürfen. Aus der Erstellung einer Dosis-Wirkungs-Kurve wird die Konzentration ermittelt, bei der 50 % der eingesetzten Tiere nicht mehr mobil sind (EC_{50}) (DIN EN ISO 6341-L40, 1996). Wegen der starken Verbreitung des Toxizitätstests mit *Daphnia magna* lassen sich für die Mehrzahl der im Rahmen des Projektes zu bewertenden Industriechemikalien EC_{50} -Werte aus der vorhandenen Literatur ermitteln.



Bild 9.5: Wasserfloh (*Daphnia magna*)
(http://elementy.ru/images/news/daphnia_magna_300.jpg, 27.3.2012)

Auch die einzellige Süßwasser-Grünalge (*Pseudokirchneriella subcapitata*) wird benutzt, um die toxische Wirkung von Chemikalien auf das photosynthetische System der Pflanzen zu untersuchen. Der Test kann heute automatisch in miniaturisierten Systemen durchgeführt werden. Es wird die Zellzahl zu Beginn und Ende der Einwirkzeit ermittelt und die 50 %ige Wirkung auf das Wachstum bestimmt (EC_{50}).



Bild 9.6: Einzellige Grünalge (*Pseudokirchneriella subcapitata*)
(<http://www.ecotox.ca/ImagewebGIF/selenastrum.gif>, 27.3.2012)

Zur Bewertung der ökologischen Toxizität wurde versucht, alle als relevant ermittelten organischen Industriechemikalien in ein Bewertungsschema zu integrieren. Die Literaturrecherche ergab, dass für einige der Substanzen keine experimentellen Ergebnisse vorliegen, die in das Bewertungsverfahren einbezogen werden könnten. Zusätzlich ist es nicht möglich, Isomerengemische, deren proportionales Verhältnis der Inhaltsstoffe nicht bekannt ist, bezüglich des toxischen Effekts eindeutig zu bewerten. Hier muss immer auf die Klassifizierung des Stoffes zurückgegriffen werden, der die schlechteste Bewertung aufweist.

Unter gewässerökologischen Gesichtspunkten ist eine Wichtung der verschiedenen toxikologischen Testverfahren nicht möglich. Da unterschiedliche gewässerrelevante Organismen getestet werden, die verschiedene Positionen in der Nahrungskette einnehmen, und alle in Süßgewässern vorkommen, wird jede Klassifizierung gleich bewertet.

Zur Bewertung der Stoffe hinsichtlich ihrer gewässerökologischen Bedeutung wurden, wie aus Tabelle 9.10 hervorgeht, Klassen gebildet.

Tabelle 9.10: Klassenbildung der verschiedenen Bewertungsverfahren

Klasse	LC ₅₀ Fischtest	EC ₅₀ <i>Daphnia magna</i>	EC ₅₀ Grünalgen	Bewertung der Toxizität
	Konzentration (c) [mg/l]	Konzentration (c) [mg/l]	Konzentration (c) [mg/l]	
1	100 < c	100 < c	100 < c	sehr gering
2	10 < c < 100	10 < c < 100	10 < c < 100	gering bis mittel
3	1 < c ≤ 10	1 < c ≤ 10	1 < c ≤ 10	mittel bis stark
4	c ≤ 1	c ≤ 1	c ≤ 1	sehr stark

Die Ergebnisse dieser Bewertung sind in Tabelle 9.11 bis Tabelle 9.13 aufgeführt. Nur für 51 der in Tabelle 9.6 aufgeführten als relevant betrachteten Industriechemikalien sind Ergebnisse von Toxizitätstests verfügbar. In den blau gekennzeichneten Feldern der Tabellen sind die im jeweiligen Test mit Klasse 4 bewerteten Industriechemikalien aufgelistet. Industriechemikalien, für die bei den verschiedenen Testverfahren keine verwertbaren Angaben vorliegen, sind mit k.A. gekennzeichnet. Für die Industriechemikalien Dibromchlormethan, 1,1 Dichlorethan, Surfynol 104, Perfluorbutansäure (PFBA), Perfluorpentansäure, Perfluorhexansäure, Perfluorheptansäure, Perfluorononansäure, Perfluordekansäure, Perfluorundekansäure, Perfluorbutansulfonsäure, Perfluorhexansulfonsäure und 6-Methyl-5hepton-2on konnten zum Stand der Bearbeitung (2012) zu keinem der hier betrachteten Testverfahren aus der Literatur Daten zur Beurteilung der gewässerökologischen Relevanz entnommen werden.

Tabelle 9.11: Ergebnis des Toxizitätstests ausgewählter Chemikalien gegenüber Fischen (Klassenzuordnung nach Tabelle 9.10)

LANUV Stoffnr.	Name	CAS-Nr.	Fische LC50	Klasse
			[mg/l]	
2174	2,4,6-Trichlorphenol	88-06-2	0,1 - 1	4
2178	2,3,4,6-Tetrachlorphenol	58-90-2	0,14	4
2301	Benzo(b)fluoranthen	205-99-2	0,03	4
2302	Benzo(k)fluoranthen	207-08-9	0,03	4
2320	Benzo(a)pyren	50-32-8	0,0056	4
2330	Indeno(1,2,3-cd)pyren	193-39-5	0,0037	4
2711	Phosphorsäuretriphenylester	115-86-6	0,66	4
2888	Nonylphenol	25154-52-3	0,13-1,4	4
2009	1,2-Dibromethan	106-93-4	4,8	3
2150	2-Chlorhydroxybenzen	95-57-8	6,3	3
2152	4-Chlorphenol	106-48-9	3,8	3
2161	2,4-Dichlorphenol	120-83-2	8,4	3
2305	Naphthalin	91-20-3	6,05	3
2669	Bisphenol A	80-05-7	4,6 - 4,7	3
2672	Phthalsäuredibutylester	84-74-2	1,1	3
2710	Phosphorsäuretributylester	126-73-8	8,18	3
2717	Phosphorsäure-tris(1,3-dichlor-isopropyl)ester	13674-87-8	1,1 - 3,7	3
2001	Chloroform	67-66-3	43,8	2
2002	Tetrachlormethan	56-23-5	41,4	2
2003	Tribrommethan	75-25-2	18,0	2
2010	1,1,1-Trichlorethan	71-55-6	42,3	2
2020	Trichlorethen	79-01-6	52,8	2
2048	Benzol	71-43-2	32	2
2400	Toluol	108-88-3	13	2
2505	Anilin	62-53-3	32	2
2611	1-Octanol	111-87-5	12 - 15	2
2671	Phthalsäurediethylester	84-66-2	17	2
2716	Phosphorsäure-(butoxyethyl)-ester	78-51-3	10 - 100	2
	Menthol	1490-04-6	22	2
	Benzophenon	119-61-9	15,3	2
	6-Methyl-5hepton-2on	110-93-0	85,7	2
2000	Dichlormethan	75-09-2	193,0	1
2006	Bromdichlormethan	75-27-4	193,2	1
2021	Tetrachlorethen	127-18-4	130	1
2600	Nitrilotriessigsäure (NTA)	139-13-9	90,5 - 114	1
2608	Diethylentriaminpentaessigsäure (DTPA)	67-43-6	>1000	1
2679	Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester	117-81-7	550	1
2811	Ethyl-tert-butylether	637-92-3	>100	1
2005	1,2-Dichlorethan	107-06-2	k.A.	-
2007	Dibromchlormethan	124-48-1	k.A.	-
2008	1,1 Dichlorethan	75-34-3	k.A.	-
2049	Methyl-tert-butylether	1634-04-4	k.A.	-
2310	Benzo(ghi)perylene	191-24-2	k.A.	-
2423	4-Chlor-3-methylhydroxybenzen	59-50-7	k.A.	-
2556	1-Amino-2methoxybenzen	90-04-0	k.A.	-
2592	4-Chlor-2-methylhydroxybenzen	1570-64-5	k.A.	-
2605	Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)	60-00-4	k.A.	-
2709	Phosphorsäuretriisobutylester	126-71-6	k.A.	-
2715	Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)ester	115-96-8	k.A.	-
2792	Perfluoroctansäure	335-67-1	k.A.	-
2793	Perfluoroctansulfonsäure	1763-23-1	k.A.	-
2812	Surfynol 104 (Isomerengemisch)	126-86-3	k.A.	-
2853	Perfluorbutansäure (PFBA)	375-22-4	k.A.	-
2854	Perfluorpentansäure	2706-90-3	k.A.	-
2855	Perfluorhexansäure	307-24-4	k.A.	-
2856	Perfluorheptansäure	375-85-9	k.A.	-
2857	Perfluorononansäure	375-95-1	k.A.	-
2858	Perfluordekansäure	335-76-2	k.A.	-
2859	Perfluorundekansäure	2058-94-8	k.A.	-
2861	Perfluorbutansulfonsäure	375-73-5	k.A.	-
2862	Perfluorhexansulfonsäure	355-46-4	k.A.	-
4031	para-Nonylphenol verzweigt	84852-15-3	k.A.	-
4058	Nonylphenolmonoethoxylate	104-35-8	k.A.	-
	Geranylacetone	3795-70-1	k.A.	-

Tabelle 9.12: Ergebnis des Toxizitätstests ausgewählter Chemikalien gegenüber Daphnia magna (Klassenzuordnung nach Tabelle 9.10)

LANUV Stoffnr.	Name	CAS-Nr.	akute Toxizität	Klasse
			Daphnia EC 50 [mg/l]	
2178	2,3,4,6-Tetrachlorphenol	58-90-2	0,01	4
2302	Benzo(k)fluoranthen	207-08-9	0,0048	4
2310	Benzo(ghi)perylen	191-24-2	0,0002	4
2320	Benzo(a)pyren	50-32-8	0,005	4
2505	Anilin	62-53-3	0,17	4
2556	1-Amino-2methoxybenzen	90-04-0	0,5	4
2592	4-Chlor-2-methylhydroxybenzen	1570-64-5	0,63	4
2888	Nonylphenol	25154-52-3	0,18	4
4031	para-Nonylphenol verzweigt	84852-15-3	0,18	4
2021	Tetrachlorethen	127-18-4	3,2	3
2048	Benzol	71-43-2	9,2	3
2152	4-Chlorphenol	106-48-9	2,5 - 8,9	3
2161	2,4-Dichlorphenol	120-83-2	1,3	3
2174	2,4,6-Trichlorphenol	88-06-2	0,8 - 16	3
2305	Naphthalin	91-20-3	2,16	3
2423	4-Chlor-3-methylhydroxybenzen	59-50-7	2	3
2669	Bisphenol A	80-05-7	3,9	3
2671	Phthalsäurediethylester	84-66-2	74	3
2672	Phthalsäuredibutylester	84-74-2	3,5	3
2710	Phosphorsäuretributylester	126-73-8	6,6	3
2711	Phosphorsäuretriphenylester	115-86-6	1,35	3
2717	Phosphorsäure-tris(1,3-dichlor-isopropyl)ester	13674-87-8	3,8 - 4,6	3
2001	Chloroform	67-66-3	64,9	2
2002	Tetrachlormethan	56-23-5	45	2
2003	Tribrommethan	75-25-2	46	2
2009	1,2-Dibromethan	106-93-4	40	2
2020	Trichlorethen	79-01-6	28	2
2150	2-Chlorhydroxybenzen	95-57-8	17,95	2
2400	Toluol	108-88-3	11,5	2
2679	Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester	117-81-7	68	2
2709	Phosphorsäuretriisobutylester	126-71-6	16	2
2716	Phosphorsäure-(butoxyethyl)-ester	78-51-3	10 - 100	2
2792	Perfluoroctansaeure	335-67-1	39-360	2
2793	Perfluoroctansulfonsaeure	1763-23-1	27	2
	Menthol	1490-04-6	44	2
2000	Dichlormethan	75-09-2	168,2	1
2005	1,2-Dichlorethan	107-06-2	155	1
2006	Bromdichlormethan	75-27-4	163,4	1
2010	1,1,1-Trichlorethan	71-55-6	2384	1
2049	Methyl-tert-butylether	1634-04-4	651	1
2600	Nitilotriessigsäure (NTA)	139-13-9	100 - 1000	1
2605	Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)	60-00-4	113	1
2608	Diethylentriaminpentaessigsäure (DTPA)	67-43-6	100 - 1000 mg/l	1
2007	Dibromchlormethan	124-48-1	k.A.	-
2008	1,1 Dichlorethan	75-34-3	k.A.	-
2301	Benzo(b)fluoranthen	205-99-2	k.A.	-
2330	Indeno(1,2,3-cd)pyren	193-39-5	k.A.	-
2611	1-Octanol	111-87-5	k.A.	-
2715	Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)ester	115-96-8	k.A.	-
2811	Ethyl-tert-butylether	637-92-3	k.A.	-
2812	Surfynol 104 (Isomerengemisch)	126-86-3	k.A.	-
2853	Perfluorbutansäure (PFBA)	375-22-4	k.A.	-
2854	Perfluorpentansäure	2706-90-3	k.A.	-
2855	Perfluorhexansäure	307-24-4	k.A.	-
2856	Perfluorheptansäure	375-85-9	k.A.	-
2857	Perfluorononansäure	375-95-1	k.A.	-
2858	Perfluordekansäure	335-76-2	k.A.	-
2859	Perfluorundekansäure	2058-94-8	k.A.	-
2861	Perfluorbutansulfonsäure	375-73-5	k.A.	-
2862	Perfluorhexansulfonsäure	355-46-4	k.A.	-
	Benzophenon	119-61-9	k.A.	-
	Geranylaceton	3795-70-1	k.A.	-
	6-Methyl-5hepton-2on	110-93-0	k.A.	-

Tabelle 9.13: Ergebnis des Toxizitätstests ausgewählter Chemikalien gegenüber Algen (Klassenzuordnung nach Tabelle 9.10)

LANUV Stoffnr.	Name	CAS-Nr.	Algen EC 50	Klasse
			[mg/l]	
2006	Bromdichlormethan	75-27-4	0,8	4
2301	Benzo(b)fluoranthen	205-99-2	0,03	4
2302	Benzo(k)fluoranthen	207-08-9	0,011	4
2310	Benzo(ghi)perylen	191-24-2	0,017	4
2320	Benzo(a)pyren	50-32-8	0,015	4
2330	Indeno(1,2,3-cd)pyren	193-39-5	0,00059	4
2605	Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)	60-00-4	1	4
2888	Nonylphenol	25154-52-3	0 027 - 1,5	4
4031	para-Nonylphenol verzweigt	84852-15-3	0,75	4
2174	2,4,6-Trichlorphenol	88-06-2	3,5	3
2178	2,3,4,6-Tetrachlorphenol	58-90-2	1,3	3
2305	Naphthalin	91-20-3	2,96	3
2592	4-Chlor-2-methylhydroxybenzen	1570-64-5	1 - 15	3
2600	Nitrioltriessigsäure (NTA)	139-13-9	5	3
2608	Diethylentriaminpentaessigsäure (DTPA)	67-43-6	1 - 10	3
2669	Bisphenol A	80-05-7	2,7	3
2672	Phthalsäuredibutylester	84-74-2	1,2	3
2710	Phosphorsäuretributylester	126-73-8	2,8	3
2711	Phosphorsäuretriphenylester	115-86-6	2	3
2048	Benzol	71-43-2	29	2
2150	2-Chlorhydroxybenzen	95-57-8	70	2
2152	4-Chlorphenol	106-48-9	38	2
2161	2,4-Dichlorphenol	120-83-2	14	2
2400	Toluol	108-88-3	12,5	2
2423	4-Chlor-3-methylhydroxybenzen	59-50-7	10	2
2505	Anilin	62-53-3	16	2
2671	Phthalsäurediethylester	84-66-2	85,6	2
2709	Phosphorsäuretriisobutylester	126-71-6	33	2
2717	Phosphorsäure-tris(1,3-dichlor-isopropyl)ester	13674-87-8	12	2
2000	Dichlormethan	75-09-2	>660	1
2005	1,2-Dichlorethan	107-06-2	189	1
2009	1,2-Dibromethan	106-93-4	266	1
2010	1,1,1-Trichlorethan	71-55-6	>669	1
2049	Methyl-tert-butylether	1634-04-4	>110	1
2811	Ethyl-tert-butylether	637-92-3	>100	1
2001	Chloroform	67-66-3	k.A.	-
2002	Tetrachlormethan	56-23-5	k.A.	-
2003	Tribrommethan	75-25-2	k.A.	-
2007	Dibromchlormethan	124-48-1	k.A.	-
2008	1,1 Dichlorethan	75-34-3	k.A.	-
2020	Trichlorethen	79-01-6	k.A.	-
2021	Tetrachlorethen	127-18-4	k.A.	-
2556	1-Amino-2methoxybenzen	90-04-0	k.A.	-
2611	1-Octanol	111-87-5	k.A.	-
2679	Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester	117-81-7	k.A.	-
2715	Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)ester	115-96-8	k.A.	-
2716	Phosphorsäure-(butoxyethyl)-ester	78-51-3	k.A.	-
2792	Perfluorooctansaeure	335-67-1	k.A.	-
2793	Perfluorooctansulfonsaeure	1763-23-1	k.A.	-
2812	Surfynol 104 (Isomergemisch)	126-86-3	k.A.	-
2853	Perfluorbutansäure (PFBA)	375-22-4	k.A.	-
2854	Perfluorpentansäure	2706-90-3	k.A.	-
2855	Perfluorhexansäure	307-24-4	k.A.	-
2856	Perfluorheptansäure	375-85-9	k.A.	-
2857	Perfluorononansäure	375-95-1	k.A.	-
2858	Perfluordekansäure	335-76-2	k.A.	-
2859	Perfluorundekansäure	2058-94-8	k.A.	-
2861	Perfluorbutansulfonsäure	375-73-5	k.A.	-
2862	Perfluorhexansulfonsäure	355-46-4	k.A.	-
4058	Nonylphenolmonoethoxylate	104-35-8	k.A.	-
	Benzophenon	119-61-9	k.A.	-
	Geranylaceton	3795-70-1	k.A.	-
	Menthol	1490-04-6	k.A.	-
	6-Methyl-5hepton-2on	110-93-0	k.A.	-

Wegen der Interaktion des Komplexbildners EDTA mit im Wasser vorhandenen Ionen und des starken Einflusses der Wasserhärte auf den Algentest, ist das Ergebnis in der Tabelle 9.12 nur bedingt verwertbar. In der Tabelle 9.14 sind alle in mindestens einem Toxizitätstest unter gewässerökologischem Gesichtspunkt mit Klasse 4 bewerteten Industriechemikalien verzeichnet. Wenn vorhanden wurden die Ergebnisse der anderen Toxizitätstests ergänzt.

Tabelle 9.14: Auflistung der in mindestens einem Toxizitätstest mit Klasse 4 bewerteten Industriechemikalien

Stoffnr.	Name	CAS-Nr.	Fische Klasse	Daphnia Klasse	Algen Klasse
2006	Bromdichlormethan	75-27-4	1	1	4
2051	1,2-Dichlorbenzol	95-50-1	2	4	3
2174	2,4,6-Trichlorphenol	88-06-2	4	3	3
2178	2,3,4,6-Tetrachlorphenol	58-90-2	4	4	3
2301	Benzo(b)fluoranthen	205-99-2	4	-	4
2302	Benzo(k)fluoranthen	207-08-9	4	4	4
2310	Benzo(ghi)perylen	191-24-2	-	4	4
2320	Benzo(a)pyren	50-32-8	4	4	4
2330	Indeno(1,2,3-cd)pyren	193-39-5	4	-	4
2505	Anilin	62-53-3	2	4	
2556	1-Amino-2-methoxybenzen	90-04-0	-	4	-
2592	4-Chlor-2-methylhydroxybenzen	1570-64-5	-	4	3
2605	Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)	60-00-4	-	1	4
2711	Phosphorsäuretriphenylester	115-86-6	4	3	3
2888	Nonylphenol	25154-52-3	4	4	4
4031	para-Nonylphenol verzweigt	84852-15-3	-	4	4

Neben der hier gewählten Einteilung in Klassen lässt sich die Ökotoxizität der verschiedenen Industriechemikalien auch über die Gegenüberstellung der Predicted No Effect Concentration (PNEC) und der Measured Environmental Concentration (MEC) darstellen. Der PNEC-Wert für Gewässer wird nach dem Technical Guidance Document on Risk Assessment (TGD, 2003) ermittelt aus dem EC₅₀-Wert mindestens eines Tests der akuten Toxizität gegenüber *Daphnia magna*, Fischen oder Algen. Für die Mehrzahl der hier beschriebenen Industriechemikalien (Tabelle 9.12) ist der Test mit *Daphnia magna* vielfach verwendet worden und Daten zur Effektkonzentration (EC₅₀) stehen in größerer Zahl zur Verfügung. Des Weiteren wurden für die Bewertung auch die Ergebnisse des Fisch- und Algentests einbezogen.

Für die Bewertung der ökotoxischen Wirkung der unterschiedlichen Stoffe aus LC₅₀- oder EC₅₀-Konzentrationen über einen PNEC-Wert wird ein Faktor von 1.000 angesetzt, wohl wissend, dass dieser Ansatz konservativ und protektiv ist und angewandt wird, um sicher zu stellen, dass Substanzen mit einem toxischen Potenzial keinen Schaden im Ökosystem Gewässer anrichten können. Ein geringerer Faktor als 100, der von Kurzzeittests abgeleitet wird, sollte nur dann angewandt werden, wenn man von einer nur zeitweiligen Freisetzung

der Substanzen ausgehen kann. Ist es möglich, aus einem Langzeit-Testverfahren mit *Daphnia magna* eine NOEC-Konzentration (No Observed Effect Concentration) einzusetzen, kann die PNEC-Konzentration mit dem Faktor 100 ermittelt werden. Bei allen in Tabelle 9.15 gelisteten PNEC Konzentrationen wurde der Faktor 1000 eingesetzt.

Für 33 der ausgewählten Industriechemikalien (Tabelle 9.6), für die Ergebnisse aus Daphnien-, Algen- und/oder Fischtest vorliegen, wurden die mittels der niedrigsten wirksamen Testkonzentration ($EC_{50} C_{min}$) die PNEC-Konzentrationen bestimmt und den maximal gemessenen Konzentrationen (MEC) aus Messergebnissen des LANUV, Ruhrverbandes, AWWR und Z-TEIS gegenübergestellt (s. Tabelle 9.15). Des Weiteren wurde der Quotient aus der gemessenen maximalen Umweltkonzentration (MEC) und dem PNEC-Wert gebildet. Bei einem Wert < 1 ist davon auszugehen, dass von der Substanz kein Risiko für die aquatische Umwelt ausgeht. Liegt er über 1, ist nach LANUV (2007b) entweder eine Verfeinerung der Eingangsgrößen notwendig oder Maßnahmen zur Minderung oder Vermeidung des Risikos zu ergreifen. Die ermittelten Werte sind in Tabelle 9.15 aufgelistet.

Tabelle 9.15: Vergleich der ermittelten PNEC-Werte mit der Höchstkonzentration der ausgewählten Industriechemikalien im Ruhrwasser

LANUV Stoffnr.	Name	CAS-Nr.	$EC_{50} C_{min}$	PNEC	MEC	MEC/PNEC
			[mg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[-]
2310	Benzo(ghi)perylen	191-24-2	0,0002	0,0002	0,02	100,00
2605	Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)	60-00-4	1	1	87	87,00
2330	Indeno(1,2,3-cd)pyren	193-39-5	0,00059	0,00059	0,02	33,90
2600	Nitrioltriessigsäure (NTA)	139-13-9	5	5	100	20,00
2888	Nonylphenol	25154-52-3	0,027	0,027	0,32	11,85
2505	Anilin	62-53-3	0,17	0,17	1,14	6,71
2021	Tetrachlorethen	127-18-4	3,2	3,2	5,2	1,63
2320	Benzo(a)pyren	50-32-8	0,005	0,005	0,008	1,60
2672	Phthalsäuredibutylester	84-74-2	1,1	1,1	1,7	1,55
2302	Benzo(k)fluoranthen	207-08-9	0,0048	0,0048	0,005	1,04
2305	Naphthalin	91-20-3	2,16	2,16	1,8	0,83
2174	2,4,6-Trichlorphenol	88-06-2	0,1	0,1	0,07	0,70
2710	Phosphorsäuretributylester	126-73-8	2,8	2,8	0,88	0,31
2717	Phosphorsäure-tris(1,3-dichlor-isopropyl)ester	13674-87-8	1,1	1,1	0,3	0,27
2301	Benzo(b)fluoranthen	205-99-2	0,03	0,03	0,008	0,27
2669	Bisphenol A	80-05-7	3,9	3,9	1	0,26
2711	Phosphorsäuretriphenylester	115-86-6	0,66	0,66	0,11	0,17
2400	Toluol	108-88-3	11,5	11,5	1,23	0,11
2000	Dichlormethan	75-09-2	168,2	168,2	11,01	0,07
2792	Perfluorooctansäure	335-67-1	39	39	1,2	0,03
2048	Benzol	71-43-2	9,2	9,2	0,25	0,03
2020	Trichlorethen	79-01-6	28	28	0,69	0,02
2716	Phosphorsäure-(butoxyethyl)-ester	78-51-3	10	10	0,206	0,02
2009	1,2-Dibromethan	106-93-4	4,8	4,8	0,082	0,02
2709	Phosphorsäuretriisobutylester	126-71-6	16	16	0,26	0,02
2161	2,4-Dichlorphenol	120-83-2	1,3	1,3	0,02	0,02
2001	Chloroform	67-66-3	43,8	43,8	0,65	0,01
2152	4-Chlorphenol	106-48-9	2,5	2,5	0,03	0,01
2671	Phthalsäurediethylester	84-66-2	17	17	0,15	0,01
2010	1,1,1-Trichlorethan	71-55-6	42,3	42,3	0,3	0,01
2793	Perfluorooctansulfonsäure	1763-23-1	27	27	0,122	0,00
2002	Tetrachlormethan	56-26-5	41,4	41,4	0,1	0,00
2005	1,2-Dichlorethan	107-06-2	155	155	0,12	0,00
	Algen					
	Fisch					
	Daphnia					
	MEC>PNEC					

Benzo(ghi)perylen, EDTA, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Nitrilotriessigsäure, Nonylphenol, Anilin, Tetrachlorethen, Benzo(a)pyren, Benzo(k)fluoranthen und Phthalsäuredibutylester wurden mit Maximalkonzentrationen gemessen, die über den errechneten PNEC-Konzentrationen lagen.

Der Maximalwert von Benzo(ghi)perylen wurde im Jahr 2002 einmal in der Ruhr gemessen. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle liegt die Konzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l, die aber den PNEC-Wert um den Faktor 50 überschreitet, weshalb dieser Industriechemikalie ein ökotoxikologisches Potenzial zugeschrieben werden muss. Ein toxischer Effekt (EC₅₀) kann bei *Daphnia magna* bereits bei 0,2 µg/l nachgewiesen werden.

Die Konzentrationen von EDTA überschreiten regelmäßig den PNEC-Wert. Dieser ergibt sich aus der hohen Empfindlichkeit von Algen gegenüber dem Komplexbildner.

Die Konzentration von Benzo(k)fluoranthen liegt im Gewässer im Allgemeinen bei oder unterhalb der Bestimmungsgrenze (0,01 µg/l) und ist deshalb nicht als relevant für das Ökosystem Gewässer zu betrachten. Die erhöhte Konzentration wurde nur dreimal im Jahr 2007 gemessen.

Bei Benzo(a)pyren liegt die hier ermittelte PNEC-Konzentration (0,005 µg/l) unterhalb der vom LANUV angegebenen Bestimmungsgrenze (0,01 µg/l) und dem LAWA-Qualitätsziel von ebenfalls 0,01 µg/l.

Der recherchierte PNEC-Wert (1,4 µg/l) für Nitrilotriessigsäure (NTA) steht im Kontrast zum Stoffdatenblatt der LAWA zu NTA. Hier wird ein Vorschlag mit einem Qualitätsziel von 930 µg/l abgeleitet. Der im Gewässer ermittelte arithmetische Mittelwert aller Messungen beträgt 2,275 µg/l (s. Tabelle 8.2). Für diese Industriechemikalie liegt auch der berechnete Quotient aus MEC und PNEC deutlich über 1, was die Umweltrelevanz unterstreicht.

9.4.5 Bewertung der Trinkwasserrelevanz der Industriechemikalien

Der häufigste Kontakt der Menschen an der Ruhr mit Industriechemikalien - außer direkt in den Industriebetrieben – kann über die Aufnahme von Trinkwasser erfolgen, wenn sich Verunreinigungen durch Industriechemikalien im Trinkwasser wiederfinden lassen. Aus diesem Grund ist der Trinkwasserrelevanz der Stoffe besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Zur Charakterisierung dieser Stoffe hinsichtlich ihrer Trinkwasserrelevanz wird die Vorgehensweise angewendet, die vom Institut für Wasserforschung GmbH Dortmund im Rahmen des UBA-Auftrags „Definition und Bewertung von trinkwasserrelevanten Chemikalien im Rahmen der REACH-Verordnung und Empfehlungen zum Screening nach

potentiell kritischen Substanzen“ entwickelt wurde (KUHLMANN et al., 2010). Demzufolge ist ein Stoff in einfacher Näherung als potenziell trinkwasserrelevant zu betrachten, wenn er

- eine Wasserlöslichkeit von über 10 mg/l,
- einen Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizient $\log K_{OW}$ von < 4 und
- eine biologische Halbwertszeit (DT_{50}) von über 10 Tagen

aufweist.

Als DT_{50} wird in diesem Zusammenhang der biologische Abbau von 50 % eines Stoffes im Abbaubarkeitstest nach OECD/MITI bezeichnet und die Autoren räumen ein, dass oft keine genauen Angaben die Abbaubarkeit beschreiben, sondern nur Angaben wie „persistent, non biodegradable, wenig abbaubar und schnell abbaubar“. Wurden die Untersuchungen mit einem standardisierten Verfahren durchgeführt und existieren genaue Angaben, lassen sich die Ergebnisse gut bewerten. Allerdings muss man insbesondere bei der Bewertung biologischer Abbaubarkeiten davon ausgehen, dass die Umweltbedingungen in der Natur keine vergleichbaren Abbauraten wie im Labor zulassen, da insbesondere Art und Anzahl der Mikroorganismen sowie auch physikalische und chemische Parameter starken Einfluss auf die Abbaubarkeit ausüben können. Der Abbau der verschiedenen Chemikalien verläuft sehr häufig nach einer Reaktion erster Ordnung. Unter dieser Voraussetzung entspricht eine Elimination von 86 % nach 28 Tagen (die als Versuchszeit beim Standardtest nach OECD 301 zugrunde gelegt wird) einer Halbwertszeit des biologischen Abbaus von 10 Tagen. Waren für organische Industriechemikalien keine Werte zur biologischen Halbwertszeit (DT_{50}) nach dem Abbautest OECD/MITI verfügbar, so wurde ersatzweise anhand des Standardtests nach OECD 301 ermittelt, ob die Halbwertszeit kleiner als 10 Tage ist, d. h. die Elimination nach 28 Tagen größer als 86 % ist.

Für eine detaillierte Bewertung der Trinkwasserrelevanz wurden die Angaben zur Wasserlöslichkeit, dem Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizienten sowie der biologischen Abbaubarkeit klassiert, mit Indexzahlen (IX) bewertet und eine Indexzahlen-Summe gebildet. Das Bewertungsschema zur Klassifizierung der Stoffe geht aus Tabelle 9.16 hervor. Es sieht 4 Indexzahlen zur Bewertung der Wasserlöslichkeit sowie der biologischen Abbaubarkeit und 5 Indexzahlen zur Bewertung des Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizienten vor.

Tabelle 9.16. Bewertungsschema zur Ermittlung der Trinkwasserrelevanz der Industriechemikalien (n.b. = nicht belegt) nach KUHLMANN et al. (2010)

Indexzahl IX	1	2	3	4	5
Eigenschaft	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch
Wasserlöslichkeit [mg/l]	S<10	10<S<100	100<S<1000	1000<S	n.b.
log K _{OW} [-]	4<log K _{OW}	2<log K _{OW} <4	1<log K _{OW} <2	0<log K _{OW} <1	log K _{OW} <0
DT ₅₀ [d]	DT ₅₀ <10	10<DT ₅₀ <100	100<DT ₅₀ <400	400<DT ₅₀	n.b.

Bei der Bewertung der biologischen Abbaubarkeit wurden Stoffe, die in anderen Tests als nicht abbaubar bewertet wurden, in die Kategorie von DT₅₀ > 400 Tagen mit der Indexzahl 4 eingereiht.

Die höchste erreichbare Summe der Indexzahlen ist 13. Die Stoffe, für die sich eine Summe der Indexzahlen von drei ergibt, können nach KUHLMANN et al. (2010) als Stoffe mit geringer Trinkwasserrelevanz bezeichnet werden. Bei Summen der Indexzahlen von vier und fünf kann eine Trinkwasserrelevanz als gegeben angenommen werden (mittlere Trinkwasserrelevanz). Für Summen der Indexzahlen von sechs und größer kann ein Auftreten im Trinkwasser erwartet werden (hohe oder sehr hohe Trinkwasserrelevanz).

Die Auflistung der nach Tabelle 9.16 bewerteten Industriechemikalien ist der Tabelle 9.17 zu entnehmen.

Die Industriechemikalien 1,1,1-Trichlorethan, 2-Chlorhydroxybenzen, Perfluorooctansäure und Tetrachlorethen entziehen sich einem biologischen Abbau und müssen als persistent bezeichnet werden. In der Tabelle 9.18 sind die Stoffe mit niedriger, mittlerer und hoher Trinkwasserrelevanz gemäß des Bewertungsschemas nach KUHLMANN et al. (2010) aufgelistet.

Tabelle 9.17: Ermittlung der Indexzahlen der ausgewählten Industriechemikalien für Trinkwasserrelevanz

LANUV Stoffnr.	Stoffname	CAS-Nr.	Wasserlöslich	Indexzahl	log Kow	Indexzahl	Elimination	DT50	Indexzahl	Summe der Indexzahlen
			[mg/l]							
2049	Methyl-tert-butylether	1634-04-4	26000	5	09	4	2	961	4	13
2605	Ethylendinitrilotetraessigsäure EDTA	60-00-4	100	3	-39	5	3	637	4	12
2715	Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)ester	115-96-8	7000	5	147	3	4	475	4	12
2005	1,2-Dichlorethan	107-06-2	8000	5	148	3	15	119	3	11
2152	4-Chlorphenol	106-48-9	27000	5	239	2	2	961	4	11
2600	Nitritotriessigsäure NTA	139-13-9	1280	5	-38	5	86	99	1	11
2010	1,1,1-Trichlorethan	71-55-6	1550	5	249	2	0	oo	4	11
2150	2-Chlorhydroxybenzen	95-57-8	28500	5	215	2	0	oo	4	11
2792	Perfluorooctansäure	335-67-1	3400	5	63	2	0	oo	4	11
2505	Anilin	62-53-3	36000	5	09	4	93	73	1	10
2003	Tribrommethan	75-25-2	3200	5	238	2	5	378	3	10
2048	Benzol	71-43-2	820	4	156	3	63	195	2	9
2008	1,1 Dichlorethan	75-34-3	5500	5	19	3	86	100	1	9
2423	4-Chlor-3-methylhydroxybenzen	59-50-7	4000	5	302	2	84	106	2	9
	6-Methyl-5hepton-2on	110-93-0	3020	5	207	2	70	161	2	9
2001	Chloroform	67-66-3	8000	5	192	3	95	65	1	9
2000	Dichlormethan	75-09-2	13700	5	125	3	95	65	1	9
2671	Phthalsäurediethylester	84-66-2	1080	5	242	2	85	102	2	9
2020	Trichlorethen	79-01-6	1100	5	229	2	19	921	2	9
2009	1,2-Dibromethan	106-93-4	4040	5	213	2	95	65	1	8
2161	2,4-Dichlorphenol	120-83-2	4500	5	315	2	98	50	1	8
2007	Dibromchlormethan	124-48-1	4400	5	217	2	95	65	1	8
2710	Phosphorsäuretributylester	126-73-8	4000	5	25	2	92	77	1	8
2611	1-Octanol	111-87-5	300	3	315	2	82	113	2	7
4013	para-Nonylphenol verzweigt	84852-15-3	11	2	328	2	7	267	3	7
2021	Tetrachlorethen	127-18-4	015	1	3	2	0	oo	4	7
2793	Perfluorooctansulfonsäure	1763-23-1	370	3	63 berechnet	1	5	378	3	7
2174	2,4,6-Trichlorphenol	88-06-2	420	3	306	2	99	42	1	6
	Menthol	1490-04-6	420	3	34	2	951	64	1	6
2888	Nonylphenol	25154-52-3	6	1	328 pH 4	2	5	378	3	6
2709	Phosphorsäuretriisobutylester	126-71-6	264	3	372	2	97	55	1	6
2002	Tetrachlormethan	56-23-5	793	3	283	2	99	42	1	6
2400	Toluol	108-88-3	535	3	269	2	95	65	1	6
2305	Naphthalin	91-20-3	31	2	330	2	99	42	1	5
2679	Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester	117-81-7	027	1	295	2	82	120	2	5
2711	Phosphorsäuretriphenylester	115-86-6	0,2	1	4,59	1	82	12,0	2	4
		DT50=oo								

Tabelle 9.18: Bewertung der Trinkwasserrelevanz ausgewählter Industriechemikalien

Indexsumme		
4,5 (mittel)	6-8 (hoch)	9-13 (sehr hoch)
Naphthalin	1,2-Dibrommethan	Methyl-tert-butylether
Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester	2,4-Dichlorphenol	Ethylendinitrilotetraessigsäure EDTA
Phosphorsäuretriphenylester	Dibromchlormethan	Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)ester
	Phosphorsäuretributylester	1,2-Dichlorethan
	1-Octanol	4-Chlorphenol
	para-Nonylphenol verzweigt	Nitritotriessigsäure NTA
	Tetrachlorethen	1,1,1-Trichlorethan
	Perfluorooctansulfonsäure	2-Chlorhydroxybenzen
	2,4,6-Trichlorphenol	Perfluorooctansäure
	Menthol	Anilin
	Nonylphenol	Tribrommethan
	Phosphorsäuretriisobutylester	Benzol
	Tetrachlormethan	1,1 Dichlorethan
	Toluol	4-Chlor-3-methylhydroxybenzen
		6-Methyl-5hepton-2on
		Chloroform
		Dichlormethan
		Phthalsäurediethylester
		Trichlorethen
	DT50=oo	

9.4.6 Bewertung der Humantoxizität der Industriechemikalien

Die menschliche Gesundheit ist eines der Schutzziele für die Bewertung der Toxizität von Stoffen in der Umwelt (DIETER, 2009). Aus diesem Grund werden für viele Stoffe Vorsorgewerte eingeführt. Vorsorgewerte sind die Konzentrationen von Stoffen, die potenziell schädliche Belastungen für den Menschen auf Basis des verfügbaren Wissens auch in Zukunft sicher beherrschbar halten. Daneben existieren TDI-Werte (Tolerable Daily Intake), die die Abschätzung der Menge eines Stoffes in Luft, Lebensmitteln oder Trinkwasser angeben, die während des gesamten Lebens täglich ohne merkliches Risiko für die menschliche Gesundheit aufgenommen werden kann. TDI-Werte werden im Allgemeinen für Substanzen angegeben, die nicht unter natürlichen Umständen in Lebensmitteln enthalten sind, wie z.B. Additive, Pestizidrückstände oder Tierarzneimittel. Für Substanzen, die einen möglichen toxischen Effekt hervorrufen können, sollen TDI-Werte wie folgt abgeleitet werden:

$$\text{TDI} = (\text{NOAEL oder LOAEL})/\text{UF}$$

NOAEL = No-Observed-Adverse-Effect-Level

LOAEL = Lowest-Observed-Effect-Level

UF = Unsicherheits-Faktor (z.B. 100, 1000 oder 10.000)

Zur Ermittlung und Bewertung der Humantoxizität der Industriechemikalien wurden nur die Stoffe herangezogen, die sich bei der Bewertung der ökologischen Toxizität und der Trinkwasserrelevanz in den Messungen in der Ruhr und den Roh- und Trinkwässern durch sehr hohe Werte hervorgehoben haben bzw. deren PNEC-Konzentrationen die gemessenen Maximalkonzentrationen überschreiten. Neben den TDI-Werten wurden auch die Werte der Umweltqualitätsnorm der EG-Richtlinie 2008/105/EG, der Oberflächengewässerverordnung (OGewV, 2011), die Qualitätsangaben der LAWA zum „Schutzgut Trinkwasser“ und die Verordnungen der Bundesländer zur Verringerung der Gewässerverschmutzung durch Programme und Qualitätsziele für bestimmte gefährliche Stoffe in die Bewertung einbezogen (UBA, 2012).

Für die Bewertung der in der Ruhr, dem Roh- und Trinkwasser gemessenen Konzentrationen wurden sowohl der Wert der Umweltqualitätsnorm (UQN), der Maximalwert (MEC) als auch die mittlere Konzentration der Stoffe verdoppelt, da zur Bewertung der in Wasser vorhandenen Stoffe davon ausgegangen werden muss, dass im Mittel 2 Liter Wasser pro Person und Tag konsumiert werden. Auf diese Weise ließ sich die Menge ermitteln, die im Schnitt aufgenommen werden **kann**, auch wenn davon auszugehen ist, dass bei vielen Stoffen, die im Ruhrwasser gemessen worden sind, eine Reduktion der Konzentration bei der Trinkwasseraufbereitung erfolgt. Um eine Bewertung zu ermöglichen, wurden die niedrigsten ermittelten TDI-Werte mit einem Körpergewicht von 70 kg multipliziert

und mit der in 2 l Trinkwasser aufgenommenen Menge an Industriechemikalien verglichen. Dabei wurden nur die Maximalkonzentrationen in die Bewertung einbezogen, da sich bereits hier zeigte, dass der Quotient aus der täglich maximal aufgenommenen Menge der Industriechemikalie bei Konsum von 2 l Wasser und der täglich tolerierbaren Menge bei 70 kg Körpergewicht sehr viel kleiner als eins ist und so eine Gefährdung bei den hier betrachteten Industriechemikalien, für die TDI-Werte bekannt sind, ausgeschlossen werden kann. Die so erfolgte humantoxikologische Bewertung der Industriechemikalien ist in Tabelle 9.19 aufgelistet.

Tabelle 9.19: Vergleich der gemessenen Konzentrationen mit TDI-Werten

LANUV Stoffnr.	Stoffname	CAS-Nr.	Maximale gemessene Konz.	Mittlere gemessene Konz. in	TDI oral (EPA Canada)*	TDI oral (US EPA)**	Täglich tolerierbare Menge	Täglich maximal	Bewertungszahl 1
			in der Ruhr (MEC)	der Ruhr (arithm. Mittelwert)			bei 70 kg Körpergewicht	aufgenommene Menge bei Konsum von 2 l Wasser	
			[µg/l]	[µg/l]	[µg/kg*d]	[µg/kg*d]	[µg/d]	[µg/d]	
2000	Dichlormethan	75-09-2	11,006	0,002	50	60	3500	22,012	0,006289
2001	Chloroform	67-66-3	2,8	0,039		10	700	5,6	0,008000
2002	Tetrachlormethan	56-23-5	0,13	0,002		0,7	49	0,26	0,005306
2006	Bromdichlormethan	75-27-4	0,56			20	1400	1,12	0,000800
2009	1,2-Dibromethan	106-93-4	0,084		9	9	630	0,168	0,000267
2010	1,1,1-Trichlorethan	71-55-6	0,091	0,006		280	19600	0,182	0,000009
2020	Trichlorethen	79-01-6	0,69	0,035	1,46	0,3	21	1,38	0,065714
2021	Tetrachlorethen	127-18-4	1,152	0,097	14	10	700	2,304	0,003291
2048	Benzol	71-43-2	0,23	0,001		4	280	0,46	0,001643
2049	Methyl-tert-butylether	1634-04-4	0,35	0,065	15		1050	0,7	0,000667
2152	4-Chlorphenol	106-48-9	0,03			0,3	21	0,06	0,002857
2161	2,4-Dichlorphenol	120-83-2	0,02		100	3	210	0,04	0,000190
2305	Naphthalin	91-20-3	1,8		20	20	1400	3,6	0,002571
2400	Toluol	108-88-3	0,1	0,017	220	80	5600	0,2	0,000036
2600	Nitrioltriessigsäure (NTA)	139-13-9	100	2,275	10		700	200	0,285714
2671	Phthalsäurediethylester	84-66-2	0,15	0,028		800	56000	0,3	0,000005
2672	Phthalsäuredibutylester	84-74-2	0,12	0,018	62,5	100	4375	0,24	0,000055
2679	Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester	117-81-7	4,5	0,353	44	20	1400	9	0,006429
Bewertungszahl 1			Täglich maximal aufgenommene Menge bei Konsum von 2 l Wasser / Täglich tolerierbare Menge bei 70 kg Körpergewicht						

* http://www.popstoolkit.com/tools/HHRA/TDI_HealthCanada.aspx

** http://www.popstoolkit.com/tools/HHRA/TDI_USEPA.aspx

Eine Bewertung der Humantoxizität mittels TDI-Werten konnte anhand der zur Verfügung stehenden Literaturdaten nur für 18 der 67 relevanten Industriechemikalien vorgenommen werden. Dabei trat auch bei den gemessenen Maximalkonzentrationen der Industriechemikalien kein Wert auf, der nach derzeitiger Erkenntnis Anlass zu Besorgnis über langfristige Schäden beim Menschen gibt.

Betrachtet man die von der Europäischen Gemeinschaft veröffentlichten Umweltqualitätsangaben für gefährliche Stoffe (Richtlinie 2008/105/EG), die Liste der von der LAWA veröffentlichten Konzentrationen zum Schutz des Gutes Trinkwasser, sowie die Qualitätsziele der Bundesländer zur Einstufung des ökologischen Zustandes, ergibt sich ein etwas differenzierteres Bild. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle 9.20 abgebildet.

Basis der Angaben der Qualitätsanforderungen der europäischen Richtlinie ist der Jahresmittelwert der gemessenen Konzentration. Die LAWA-Werte sind als 90-Perzentil angegeben, während die Qualitätskomponenten der Bundesländer eine Überprüfung anhand des arithmetischen Jahresmittelwertes erfordern. Obwohl in der Tabelle 9.20 sowohl die Maximalkonzentrationen als auch die arithmetischen Mittelwerte der gemessenen Konzentrationen aufgeführt sind, wurde in allen Fällen der Maximalwert als Bezugswert für die Bewertung herangezogen. So lassen sich die Bedeutung der nachgewiesenen Umweltchemikalien für die Trinkwasserversorgung und die Notwendigkeit der Reduktion ihrer Immission in die Umwelt signifikanter darstellen.

Tabelle 9.20: Bewertung der gemessenen Maximalkonzentrationen anhand verschiedener europäischer und deutscher Vergleichswerte

LANUV Stoffnr.	Stoffname	CAS-Nr.	Maximale gemessene Konz.	Mittlere gemessene Konz. in	Richtlinie 2008/105/EG	Zielvorgaben der LAWA für	Verordnung der	Bewertungszahl 2	Bewertungszahl 3	Bewertungszahl 4
			in der Ruhr (MEC)	der Ruhr (arithm. Mittelwert)		aquatische Lebensgemein-				
			[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	schaften (A) und	Umsetzung der Anhänge II			
						Trinkwasserversorgung (T)	und V der EG-			
							Wasserrahmenrichtlinie			
2000	Dichlormethan	75-09-2	11,006	0,002	20	1	10	0,5503	11,01	1,1006
2001	Chloroform	67-66-3	2,8	0,039	2,5			1,1200		
2002	Tetrachlormethan	56-23-5	0,13	0,002	12	3		0,0108	0,04	
2005	1,2-Dichlorethan	107-06-2	0,089	0	10	1		0,0089	0,09	
2009	1,2-Dibromethan	106-93-4	0,084				2			0,042
2010	1,1,1-Trichlorethan	71-55-6	0,091	0,006		1			0,09	
2020	Trichlorethen	79-01-6	0,69	0,035	10			0,0690		
2021	Tetrachlorethen	127-18-4	1,152	0,097	10			0,1152		
2048	Benzol	71-43-2	0,23	0,001	10			0,0230		
2152	4-Chlorphenol	106-48-9	0,03				10			0,003
2161	2,4-Dichlorphenol	120-83-2	0,02				10			0,002
2174	2,4,6-Trichlorphenol	88-06-2	0,07		1			0,0700		
2305	Naphthalin	91-20-3	1,8		2,4			0,7500		
2320	Benzo(a)pyren	50-32-8	0,013	< BG	0,05			0,2600		
2600	Nitritotriessigsäure (NTA)	139-13-9	100	2,275		10			10,00	
2605	Ethylendinitritotetraessigsäure (EDTA)	60-00-4	87	5,999		10			8,70	
2606	Diethylentriaminpentaessigsäure (DTPA)	67-43-6	63,2	4,918		10			6,32	
2679	Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester	117-81-7	4,5	0,353	1,3			3,4615		
2888	Nonylphenol	25154-52-3	0,06	0,011	0,3			0,2000		
Bewertungszahl 2		Maximale gemessene Konzentration / UQN der Richtlinie 2008/105/EG								
Bewertungszahl 3		Maximal gemessene Konzentration / Zielvorgabe der LAWA für Trinkwasserversorgung								
Bewertungszahl 4		Maximal gemessene Konzentration / Verordnung der Bundesländer								

Wie in Tabelle 9.20 dargestellt, fallen Dichlormethan, Chloroform, NTA, EDTA, DTPA und Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester bei den maximal gemessenen Konzentrationen durch Überschreitungen der Zielwerte auf. Bei Betrachtung der arithmetischen Mittelwerte der Messungen werden die Zielwerte aber deutlich unterschritten.

9.4.7 Zusammenfassende Bewertung der Toxizität der ausgewählten Industriechemikalien

In der Tabelle 9.21 sind alle Industriechemikalien aufgeführt und blau markiert, die in einer der Bewertungskategorien als besonders umweltrelevant bezeichnet werden müssen. 36 der in Tabelle 9.6 gelisteten 67 Industriechemikalien weisen in mindestens einem der hier

aufgeführten Bewertungskriterien eine ausschließende Bewertung auf. Sie sind entweder sehr stark fischgiftig oder toxisch für Wasserflöhe oder Algen, lassen sich nicht sehr schlecht oder nicht biologisch abbauen, oder fallen über die Bewertung der Wasserlöslichkeit, der Trinkwasserrelevanz sowie des Quotienten aus der gemessenen maximalen Umweltkonzentration und der Predicted No Effect Concentration auf. Bei der Bewertung der Humantoxizität anhand von bekannten TDI-Werten wurde aus der Liste der bewertbaren organischen Industriechemikalien keine als humantoxisch eingestuft. Zieht man zur Bewertung der Umweltrelevanz der Industriechemikalien die Umweltqualitätsnorm der Europäischen Richtlinie 2008/105/EG, die LAWA-Zielvorgaben für Trinkwasser und die Qualitätsziele der Bundesländer heran, so zeichnen sich Dichlormethan, Chloroform, NTA, EDTA, DTPA und Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester bei den gemessenen Maximalwerten als umweltrelevant aus.

Diese insgesamt 36 Stoffe sollten in der Ruhr nicht in relevanten Konzentrationen auftreten und sind bei zukünftigen Maßnahmen zur Verringerung des Eintrags organischer Industriechemikalien besonders zu berücksichtigen.

Bis auf 6-Methyl-5hepton-2on sind alle in Tabelle 9.21 gelisteten Industriechemikalien Bestandteil des LANUV-Untersuchungsprogrammes und werden in unterschiedlichen Zeitabständen während der verschiedenen Untersuchungen gemessen. Die Auswertung möglicher in der metallbe- und metallverarbeitenden Industrie eingesetzter/einsetzbarer Chemikalien (vergl. Tabelle 7.2, Tabelle 7.3, Tabelle 7.4 und Tabelle 7.5) zeigt, dass eine Vielzahl von Industriechemikalien in der metallbe- und metallverarbeitenden Industrie eingesetzt werden, die bisher nicht Bestandteil der Untersuchungsprogramme sind. Die im Rahmen dieses Projektes vorgenommene Bewertung der Industriechemikalien soll nicht darüber hinweg täuschen, dass es zusätzlich anthropogen in das Gewässer eingeleitete Substanzen gibt, die z. T. noch nicht bekannt sind oder gemessen wurden und über deren Umweltrelevanz oder auch humantoxische Auswirkungen nur unzureichende Kenntnisse vorliegen.

Tabelle 9.21: Auflistung aller in mindestens einer der Bewertungskategorien als ökotoxisch, nicht abbaubar, trinkwasserrelevant oder mit hohem MECP/PNEC-Quotient bestimmten Industriechemikalien

LANUV Stoffnr.	Name	CAS-Nr.	Fische Klasse	Daphnia Klasse	Algen Klasse	Abbaubarkeit	MEC/PNEC	Indexsumme	Überschreitung UQN-
2000	Dichlormethan	75-09-2	1	1	1	3		9	+
2001	Chloroform	67-663	2	2		4	004	9	+
2003	Tribrommethan	75-25-2	2	2		4		10	
2005	1,2-Dichlorethan	107-06-2		1	1	3		11	
2006	Bromdichlormethan	75-27-4	1	1	4	3	0,02		
2008	1,1-Dichlorethan	75-34-3				4		9	
2009	1,2-Dibromethan	106-93-4	3	2	1	4	0,002	8	
2010	1,1,1-Trichlorethan	71-55-6	2	1	1	4		11	
2020	Trichlorethen	79-01-6	2	2		3		9	
2021	Tetrachlorethen	127-18-4				4	16	7	
2048	Benzol	71-43-2	2	3	2	3		9	
2049	Methyl-tert-butylether	1634-04-4		1	1	4	0,001	13	
2150	2-Chlorhydroxybenzen	95-57-8	3	2	2	4		11	
2174	2,4,6-Trichlorphenol	88-06-2	4	3	3	2	0,09	6	
2178	2,3,4,6-Tetrachlorphenol	58-90-2	4	4	3	4			
2301	Benzo(b)fluoranthen	205-99-2	4		4	3			
2302	Benzo(k)fluoranthen	207-08-9	4	4	4	3	1		
2310	Benzo(ghi)perylen	191-24-2		4	4	3	100		
2320	Benzo(a)pyren	50-32-8	4	4	4	3	1,6		
2330	Indeno(1,2,3-cd)pyren	193-39-5	4		4	3	33,9		
2423	4-Chlor-3-methylhydroxybenzen	59-50-7		3	2	3		9	
2505	Anilin	62-53-3	2	4		1	67	10	
2556	1-Amino-2-methoxybenzen	90-04-0		4					
2592	4-Chlor-2-methylhydroxybenzen	1570-64-5		4	3				
2600	Nitrotetraessigsäure (NTA)	139-13-9	1	1	3	1	20	11	+
2605	Ethylendinitrietetraessigsäure (EDTA)	60-00-4		1	4		87	12	+
2606	Diethylentriaminpentaessigsäure (DTPA)	67-43-6							+
2671	Phthalsäurediethylester	84-66-2	2	3	2	1		9	
2672	Phthalsäuredibutylester	84-74-2	3	3	3	1	15		
2679	Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester	117-81-7							+
2711	Phosphorsäuretriphenylester	115-86-6	4	3	3	2	0,07	4	
2715	Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)ester	115-96-8				2		12	
2792	Perfluorooctansäure	335-67-1				4		11	
2888	Nonylphenol	25154-52-3	4	4	4	4	119	6	
4031	para-Nonylphenol verzweigt	84852-15-3		4	4	3		7	
	6-Methyl-5hepton-2on	110-93-0	2			2		9	

10 Berechnung der Konzentration von Industriechemikalien in der Ruhr mittels des DWA-Fließgewässergütemodells

Auf der Grundlage verfügbarer Daten der Direkteinleiter und Indirekteinleiter bzw. kommunaler Kläranlagen sollen die Stoffeinträge relevanter Industriechemikalien in die Ruhr bilanziert und deren Konzentrationen in der Ruhr berechnet werden. Dies erfolgt über die Berücksichtigung der ermittelten Frachteinträge aus den vorgenannten Belastungspfaden sowie der Abflussmengen der Ruhr an verschiedenen Gewässerabschnitten. Für die Konzentrationsberechnungen wird das beim Ruhrverband vorhandene Fließgewässergütesimulationsmodell (FGSM) eingesetzt. Dieses Modell hat der Fachausschuss 2.2 „Modellrechnungen in der Wassergüte“ der Abwassertechnischen Vereinigung (ATV, heute DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.) in den Jahren 1991 bis 1995 entwickelt und ist seit vielen Jahren in der Fachwelt etabliert. Auf der Basis einer eindimensionalen Abfluss- und Transportsimulation, welche Einleitungen und Nebenflüsse als homogen eingemischt ansieht, integriert das modular aufgebaute FGSM Abfluss- und Gütemodellierung von vernetzten Flusssystemen. Es ermöglicht die Simulation von stationären bis stark instationären Fließvorgängen und dynamischen Belastungen, wie sie auch in der Realität an einem Fließgewässer beobachtbar sind.

Das Modell ermöglicht es dem Anwender, über wählbare Bausteinkombinationen einzelne Module zur Simulation der Primärbelastung durch Schmutz- (BSB) und Nährstoffe (Stickstoff) zu nutzen. Dabei können wahlweise detaillierte Simulationen unter Berücksichtigung beteiligter Prozessketten wie Algeneinfluss und Einfluss unterschiedlicher Konsumentenebenen (Makrozoobenthos) generiert werden. Das Modell bietet weiterhin die Möglichkeit, Schadstoffkonzentrationen bestimmter Schwermetalle in Abhängigkeit vom pH-Wert und unter Berücksichtigung des Verteilungskoeffizienten Wasser/Schwebstoffe zu berechnen.

Als organische Einzelsubstanz kann eine zweite Schadstoffgruppe betrachtet werden. Dabei berücksichtigt das Modell Prozesse wie Biotransformation (Biolyse), Photolyse, Oxidation, Sorption/Desorption, Hydrolyse, Sedimentation und Ausgasung (Volatilisation). Die Abbildung eventuell beim Abbau entstehender Transformationsprodukte erfolgt jedoch nicht.

Die Nutzung dieses Bausteinmoduls „Organische Einzelsubstanz“ setzt eine detaillierte Kenntnis über das Abbauverhalten eines betrachteten Stoffes im Fließgewässer voraus. Zurzeit ist diese Kenntnis für die im Rahmen des Forschungsvorhaben interessierenden

Spurenstoffe nicht vorhanden und bedarf noch weiterer Untersuchungen in der Fachwelt. Um dennoch das Verhalten bestimmter Spurenstoffe detailliert im Fließgewässerverlauf der Ruhr zu untersuchen, besteht die Möglichkeit, eine Einzelsubstanz ohne Abbaufunktion zu betrachten. Diese Möglichkeit wird im Rahmen des Forschungsprojektes angewendet.

Zur Berechnung der Konzentrationen ausgewählter Industriechemikalien wird der Fließverlauf der Ruhr von Duisburg-Kasslerfeld (Stat.-km +2,6) bis Arnsberg-Oeventrop (Stat.-km +160,7) modelliert und der Wasserkörper unter Nutzung von ca. 1.000 Querprofilen geometrisch abgebildet. Sämtliche für den Fließverlauf der Ruhr relevanten Einleitungen bzw. Ausleitungen wie

- Kläranlagen,
- kleine und große Nebengewässer sowie
- Wasserentnahmen durch Wasserwerke

sind integriert. Gleichmaßen sind die direkt einleitenden Industrieunternehmen, die identifiziert wurden und deren Frachteinträge beziffert werden müssen, ohne weiteres in das Modell integrierbar. Alle Einleitungen sind über den zeitlichen Verlauf durch Wassermenge und Konzentration der betrachteten Stoffgröße zu beschreiben. Das Wassermengengerüst wird dabei seitens des Ruhrverbandes aus den Pegelraten bzw. den Kläranlagenablaufdaten und Wasserentnahmen der Wasserwerke abgeleitet. Die Konzentrationen der betrachteten Stoffe werden für jeden betrachteten Einleitpunkt gemäß den Kenntnissen über die Eintragungsmengen eingebunden. Da bisherige Ergebnisse zeigten, dass eine Bestimmung von eingeleiteten Frachten aus einzelnen Betrieben und Kläranlagen aufgrund der Datenlage nicht möglich ist, ist es erforderlich, mit Frachten zu rechnen, die näherungsweise aus Bilanzen zwischen den Messstellen an der Ruhr ermittelt werden. Diese werden unter Berücksichtigung weiterer Annahmen auf einzelne Betriebe und Kläranlagen verteilt.

Belastungsquellen im oberen Bereich der Hönne, Lenne und Volme – wie z. B. Kläranlagen – werden indirekt über die Gewässerpegel im Mündungsbereich und somit vereinfacht als gleichmäßige Hintergrundbelastung berücksichtigt. Ausleitungen durch Rohwasserentnahmen der großen Wassergewinnungsanlagen gehen mit ihren Entnahmemengen in die Modellierung ein. Die Konzentration des betrachteten Stoffes an der Entnahmestelle entspricht dabei der Konzentration im Fließgewässer.

Als Ergebnis der Modellrechnung können für jeden simulierten Orts- und Zeitschritt des Fließgewässerverlaufs die Wassermenge und die Konzentration des betrachteten Stoffes abgegriffen werden. Aufgrund der Komplexität des Modellaufbaus hat sich auf der Basis

früherer Modellrechnungen eine Ortschrittweite um 250 m und eine Zeitschrittweite von drei Stunden als handhabbar erwiesen. Das Modell ist hydraulisch bis zu einer Wassermenge von ca. 200 m³/s am Pegel Hattingen für die Gesamtlänge einsetzbar. Um Abflusssituationen jenseits dieser Grenze bis zu mittleren Hochwasserereignissen abzubilden, ist der Bereich oberhalb der Einleitung der Möhne in die Ruhr bis zum Pegel Oeventrop modelltechnisch abzutrennen, da die dortigen Gefälleverhältnisse des Flusses zu überkritischen Strömungsgeschwindigkeiten und somit zwangsläufig zu einem Abbruch der Simulation führen. Jedoch ist davon auszugehen, dass kritische Spurenstoffkonzentrationen eher bei Niedrigwassersituationen zu erwarten sind als bei Hochwassersituation.

Mit Hilfe der Simulation lassen sich konkrete Szenarien ableiten, die eine Überprüfung stoffspezifischer Zielwertvorgaben für den jeweils betrachteten Wasserkörper und den sich daraus ergebenden Anforderungen an maximale einzuleitende Stofffrachten bzw. eine zulässige Einleitkonzentration für jeden Einzelnen bzw. die Gesamtheit der Einleiter ergeben.

Das DWA-Fließgewässergütemodell wurde zur Untersuchung verschiedener hypothetischer Eintragungsszenarien (Szenario 1 und 2) sowie der Berechnung des Stofftransports von EDTA (Szenario 3) angewendet. In den folgenden Kapiteln werden die Vorgehensweise bei der Abschätzung des Stoffeintrags von EDTA und TCPD aus kommunalen Kläranlagen und Industriebetrieben sowie die Eintragungsszenarien, die Vorgehensweise bei der Berechnung und die Berechnungsergebnisse erläutert.

10.1 Abschätzung des Stoffeintrags aus kommunalen Kläranlagen und Industriebetrieben am Beispiel der Stoffe EDTA und TCPD

Für die Anwendung des DWA-Fließgewässergütemodells zur Berechnung des Transports von Einzelstoffen müssen die konkreten Einleitungsstellen und eingeleiteten Frachten aus kommunalen Kläranlagen und Direkteinleitern im Einzugsgebiet der Ruhr bekannt sein.

Da aufgrund der Datenlage eine Ermittlung von Frachten aus einleitenden Betrieben (Direkt- und Indirekteinleiter) nur in wenigen Einzelfällen möglich war, wurden die für die Berechnung erforderlichen in die Ruhr eingeleiteten Frachten von Direkteinleitern und kommunalen Kläranlagen näherungsweise aus den Messungen von Konzentrationen und Abflüssen an der Ruhr sowie an kommunalen Kläranlagen des Ruhrverbandes abgeschätzt. Diese Abschätzung erfolgte beispielhaft für die Stoffe EDTA und TCPD. Eine Analyse der Datenlage für den Stoff NTA hatte ergeben, dass zu wenige Positivbefunde im Ablauf der kommunalen Kläranlagen vorliegen, um verlässliche Berechnungen durchzuführen.

Zur Ermittlung der eingeleiteten Frachten von Direkteinleitern wurden Stoffbilanzen unter Berücksichtigung des bekannten Eintrags aus kommunalen Kläranlagen und der bekannten Frachten in der Ruhr erstellt. Hierzu wurde die Ruhr zunächst in Gewässerabschnitte zwischen den Messstellen unterteilt. Eine Zusammenstellung der berücksichtigten Messstellen, deren Stationierung und der zugehörigen Pegel zur Bestimmung des Abflusses an den Messstellen geht aus Tabelle 10.1 hervor.

Tabelle 10.1: Berücksichtigte Messstellen an der Ruhr und deren zugehörige Pegel

Ruhr km	Messstelle Name	Mst-Nr.	Betreiber	Pegel Name	Pegel-Nr.	Betreiber
160,719	Brücke Oeventrop	RL04	Ruhrverband	Oeventrop	2761759000100	LANUV
142,245	Oberhalb Einmündung Röhr	RL05	Ruhrverband	Pegel muss aus Pegel Neheim (Ruhr) - Pegel Müschede (Röhr) berechnet werden		
131,803	Brücke Echthausen	RL06	Ruhrverband	Bachum	2763190000100	LANUV
113,781	Ü-Station Fröndenberg	RL07	Ruhrverband	Fröndenberg	2765190000100	Ruhrverband
113,758	Fröndenberg	4108	LANUV	Fröndenberg	2765190000100	Ruhrverband
101,197	am Pegel Villigst	402801	LANUV	Villigst	2765590000100	LANUV
95,150	Kraftwerk Westhofen	RL08	Ruhrverband	Villigst	2765590000100	LANUV
81,675	Unterhalb Harkortsee	503204	LANUV	Wetter	2769133000200	Ruhrverband
80,660	Pegel Wetter	RL09	Ruhrverband	Wetter	2769133000200	Ruhrverband
56,968	unterhalb Hattingen	503708	LANUV	Hattingen	2769510000100	Ruhrverband
56,703	Ü-Station Hattingen	RL10	Ruhrverband	Hattingen	2769510000100	Ruhrverband
31,176	Ü-Station Essen	RL11	Ruhrverband	Essen-Werden	2769730000200	Ruhrverband
14,330	Mülheim Kahlenberg	22810	LANUV	Mülheim	2769990000100	Ruhrverband
2,652	Ü-Station Duisburg	RL12	Ruhrverband	Mülheim	2769990000100	Ruhrverband
1,138	Ruhr-Mündung	4005	LANUV	Mülheim	2769990000100	Ruhrverband

Zur Bestimmung der Frachten an den Messstellen wurden zusammenfassend die Konzentrationsmessungen von EDTA des LANUV aus dem Zeitraum 2000 bis 2009 sowie des Ruhrverbandes aus den Ruhrlängsmessungen des Zeitraums 2005 bis 2009 und die Konzentrationsmessungen von TCPP des LANUV aus dem Zeitraum 2006 bis 2009 sowie des Ruhrverbandes aus den Ruhrlängsmessungen des Zeitraums 2005 bis 2009 betrachtet. Die Frachten in der Ruhr wurden unter der Annahme berechnet, dass bei Konzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze eine Konzentration in Höhe der halben Bestimmungsgrenze vorlag.

Die arithmetischen Mittelwerte der Konzentrationen entlang des Ruhrverlaufs sind in Bild 10.1 und Bild 10.2 dargestellt. Aufgrund der höheren Messwertdichte des Ruhrverbandes im Vergleich zu den Messungen des LANUV (siehe auch Kapitel 8.1) wurden für die weiteren Auswertungen die Messungen des Ruhrverbandes verwendet.

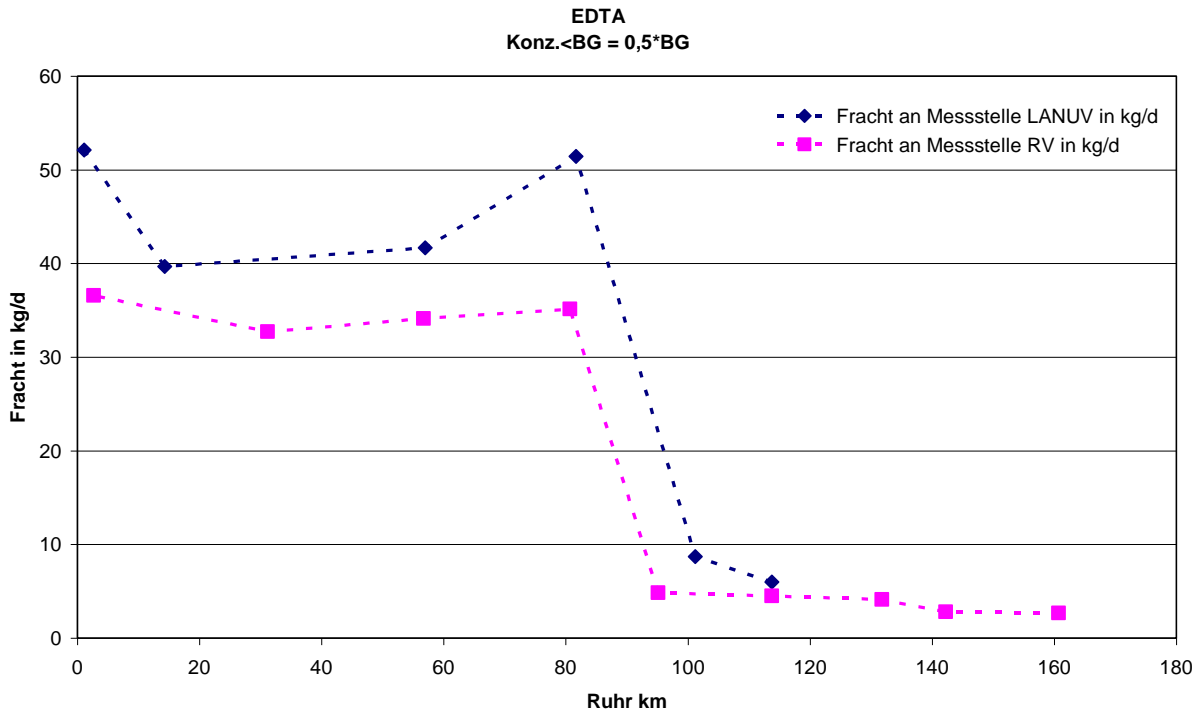


Bild 10.1: Arithmetische Mittelwerte der EDTA-Frachten entlang des Ruhrlängsverlaufs

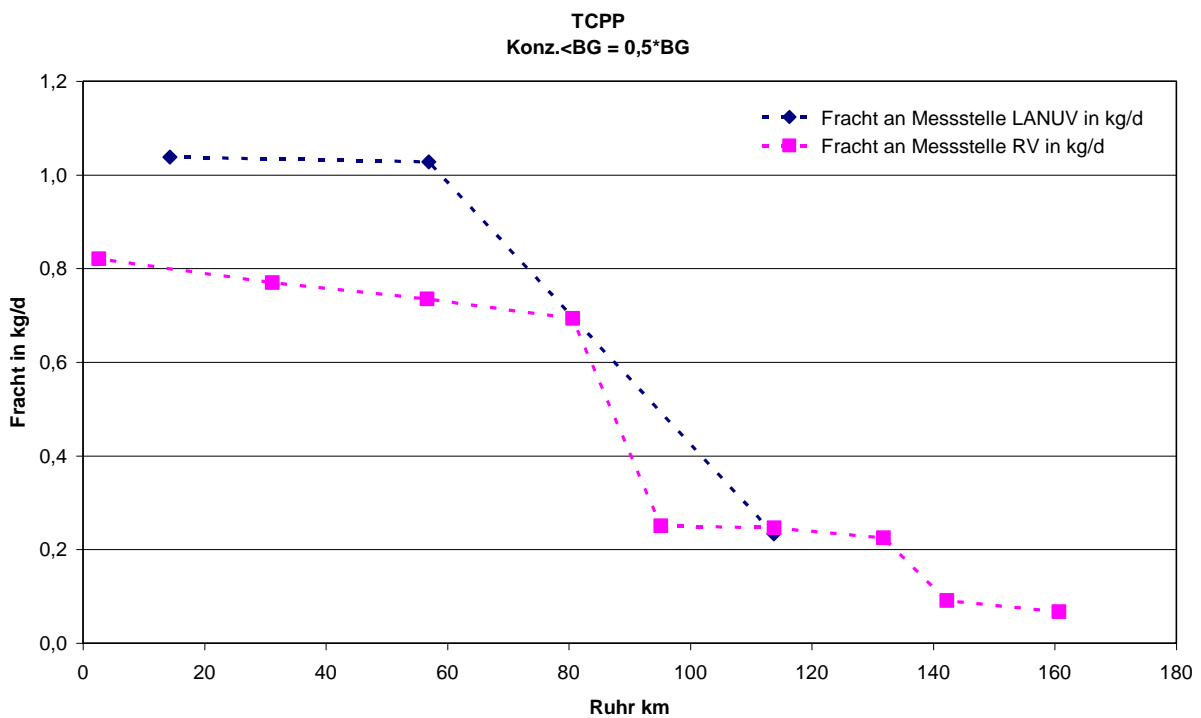


Bild 10.2: Arithmetische Mittelwerte der TCPP-Frachten entlang des Ruhrlängsverlaufs

Die aus den Kläranlagen des Ruhrverbands eingeleiteten Frachten wurden aufgrund der Messungen des Ruhrverbandes an den Kläranlagen in den Messperioden Februar und März 2005, November und Dezember 2006, Oktober 2007 und Juli bis Dezember 2009 sowie der im Oktober 2008 durchgeführten Messungen des IWW im Rahmen des Forschungsvorhabens „Senkung des Anteils organischer Spurenstoffe in der Ruhr durch zusätzliche Behandlungsstufen auf kommunalen Kläranlagen“ (IWW & ISA, 2008) ermittelt.

Diese Frachten wurden den Ruhrabschnitten zugeordnet, wie aus Tabelle 10.2 hervorgeht. Für Konzentrationen kleiner der Bestimmungsgrenze wurde ein Wert in Höhe der Hälfte der Bestimmungsgrenze angenommen. Kläranlagen, die in ein Nebengewässer der Ruhr einleiten, wurden dabei dem Ruhrabschnitt zugeordnet, in dem das Nebengewässer in die Ruhr einmündet.

Für jeden betrachteten Ruhrabschnitt zwischen zwei Messstellen wurde folgende Stoffbilanz erstellt:

$$\text{Frachtzunahme im Ruhrabschnitt} = \text{Frachtzunahme infolge Direkteinleitungen} + \text{Frachtzunahme infolge Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen}$$

Anhand der Differenz zwischen der Frachtzunahme im Gewässer in einem Ruhrabschnitt und der Summe der Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen wurde für jeden Ruhrabschnitt der Frachtanteil berechnet, der aus Direkteinleitungen stammen muss. Die Ergebnisse sind in Tabelle 10.3 und Tabelle 10.4 aufgeführt. Dabei zeigte sich, dass in einigen Ruhrabschnitten die Frachtzunahme infolge der Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen höher war als der im Gewässer gemessene Frachtanstieg, was darauf zurückzuführen ist, dass nur aus wenigen Messperioden innerhalb des Betrachtungszeitraums (2005 bis 2009) Messergebnisse der Kläranlagenabläufe vorlagen und nicht der gesamte Betrachtungszeitraum abgedeckt wurde. In diesen Fällen wurde der gemessene Frachtanstieg durch den berechneten ersetzt. Dies hatte zur Folge, dass der Frachtanteil aus Direkteinleitungen in diesen Ruhrabschnitten zu null wurde.

Tabelle 10.2: Arithm. Mittelwerte der EDTA- und TCPP-Frachten aus Kläranlagen des Ruhrverbands

Ruhr- verband Kläranlage Nr.	Ruhr- verband Kläranlage Name	Rechtswert der Einleitungs- stelle	Hochwert der Einleitungs- stelle	Zugehöriger Ruhrabschnitt	Arithm. Mittelwert Fracht EDTA (Konz<BG=0,5BG) in kg/d	Arithm. Mittelwert Fracht TCPP (Konz<BG=0,5BG) in kg/d
101	Winterberg-Niedersfeld	3466489	5682017	Ruhr_vor_RL04	1,99E-02	6,45E-04
112	Bestwig-Velmede	3454100	5691160	Ruhr_vor_RL04	2,03E-01	2,93E-02
119	Schmallenberg- Wormbach	3447734	5671094	Ruhr_vor_RL04	3,41E-03	6,83E-05
121	Schmallenberg-Bracht	3442218	5670613	Ruhr_vor_RL04		
123	Esohe-Bremke	3443844	5680540	Ruhr_vor_RL04	7,50E-02	1,79E-03
125	Esohe	3442408	5681048	Ruhr_vor_RL04	2,83E-02	1,03E-03
126	Esohe-Wenholthausen	3441631	5685592	Ruhr_vor_RL04	4,59E-03	
128	Arnsberg-Wildshausen	3441740	5695937	Ruhr_vor_RL04	1,26E+00	1,94E-02
131	Arnsberg	3433758	5698245	Ruhr_RL04_RL05	1,30E-01	2,07E-03
140	Sundern-Reigern	3430310	5696550	Ruhr_RL05_RL06	1,21E-01	1,28E-02
143	Brilon	3471092	5697131	Ruhr_RL05_RL06	2,96E-02	2,34E-03
144	Brilon-Scharfenberg	3468607	5699989	Ruhr_RL05_RL06	3,81E-03	1,04E-04
145	Rüthen	3459619	5705404	Ruhr_RL05_RL06	2,64E-02	1,72E-03
149	Warstein	3454785	5702693	Ruhr_RL05_RL06	4,27E-02	3,71E-02
151	Warstein-Belecke	3451822	5705962	Ruhr_RL05_RL06	4,68E-02	4,84E-03
153	Möhnesee- Völlinghausen	3444469	5704879	Ruhr_RL05_RL06	1,32E-02	2,09E-03
158	Arnsberg-Neheim II	3426806	5704352	Ruhr_RL05_RL06	7,35E-01	1,18E-02
161	Ense-Bremen	3426828	5708314	Ruhr_RL06_RL07	2,45E-02	4,70E-03
166	Wickede	3420124	5706321	Ruhr_RL06_RL07	3,43E-02	3,16E-03
170	Neuenrade II	3418796	5685501	Ruhr_RL06_RL07	3,75E-02	3,94E-03
172	Balve	3421789	5690305	Ruhr_RL06_RL07	3,38E-02	2,19E-03
173	Balve-Binolen	3420626	5693658	Ruhr_RL06_RL07	3,51E-03	2,18E-04
176	Hemer	3415017	5696190	Ruhr_RL06_RL07	2,19E-01	1,59E-02
183	Menden-Böspelde	3414133	5704449	Ruhr_RL06_RL07	4,00E-01	2,04E-02
201	Iserlohn-Baarbachtal	3407438	5702115	Ruhr_RL07_RL08	4,95E-01	1,61E-02
209	Schwerte	3400379	5700607	Ruhr_RL07_RL08	2,58E-01	9,21E-03
215	Schmallenberg-Westfeld	3458345	5669932	Ruhr_RL08_RL09	2,92E-03	1,71E-04
217	Schmallenberg- Nordenau	3459460	5671287	Ruhr_RL08_RL09	1,93E-03	2,31E-04
220	Schmallenberg- Holthausen	3453928	5671922	Ruhr_RL08_RL09	2,36E-03	1,31E-04
222	Schmallenberg	3449187	5668431	Ruhr_RL08_RL09	5,61E-02	2,48E-03
230	Kirchhündem- Oberhündem	3441500	5661523	Ruhr_RL08_RL09	1,14E-02	3,80E-04
242	Lennestadt	3432752	5666225	Ruhr_RL08_RL09	5,59E-01	6,77E-03
245	Olpe-Oberveischede	3427128	5661202	Ruhr_RL08_RL09	1,21E-02	3,04E-04
246	Lennestadt-Bilstein	3432089	5663334	Ruhr_RL08_RL09	1,53E-02	6,27E-04
250	Lennestadt-Grevenbrück	3429770	5668970	Ruhr_RL08_RL09	1,29E-01	5,20E-03
253	Wenden	3418699	5651021	Ruhr_RL08_RL09	8,91E-02	8,02E-03
255	Olpe-Altenkleusheim	3423765	5653337	Ruhr_RL08_RL09	3,80E-03	2,22E-04
268	Drolshagen-Bleche	3411540	5660116	Ruhr_RL08_RL09	2,33E-03	2,94E-04
270	Meinerzhagen- Windebruch	3418667	5662856	Ruhr_RL08_RL09	1,08E-02	6,46E-04
272	Meinerzhagen-Valbert	3414903	5664476	Ruhr_RL08_RL09	1,03E-02	8,95E-04
276	Biggetal	3427366	5668735	Ruhr_RL08_RL09	1,95E-01	2,04E-02
280	Finnentrop	3428285	5675347	Ruhr_RL08_RL09	1,08E-01	4,72E-03
286	Herscheid	3414517	5671764	Ruhr_RL08_RL09	7,78E-02	8,86E-04
288	Plettenberg	3417738	5679522	Ruhr_RL08_RL09	2,61E-01	1,30E-02
292	Lüd.-Schlittenbachtal	3407173	5678039	Ruhr_RL08_RL09	7,97E-02	1,70E-02
294	Werdohl	3412352	5681750	Ruhr_RL08_RL09	7,96E-02	6,75E-03
298	Rahmedetal	3406865	5681265	Ruhr_RL08_RL09	1,58E-01	1,43E-02
301	Altena	3406256	5686681	Ruhr_RL08_RL09	7,27E-02	1,04E-02
307	Iserlohn-Letmathe	3402630	5691521	Ruhr_RL08_RL09	2,56E-01	9,26E-03
312	Hagen-Fley	2604368	5697108	Ruhr_RL08_RL09	1,64E-01	1,05E-02
314	Hagen-Boele	2603975	5698456	Direkteinleiter Stora		
315	Dortmund-Klusenberg	2602028	5699078	Ruhr_RL08_RL09		
318	Meinerzhagen	3404426	5665291	Ruhr_RL08_RL09	6,66E-02	3,66E-03
319	Kierspe-Bahnhof	3403298	5668484	Ruhr_RL08_RL09	3,05E-02	1,69E-03
324	Volmetal	3399810	5677470	Ruhr_RL08_RL09	1,96E-01	7,79E-03
331	Schalksmühle	3396487	5681729	Ruhr_RL08_RL09	7,87E-02	1,91E-03
333	Breckerfeld	2602562	5682490	Ruhr_RL08_RL09	2,41E-02	2,09E-03
337	Breckerfeld-Zurstraße	2602542	5682302	Ruhr_RL08_RL09		
345	Ennepetal-Oberbauer	2598540	5684717	Ruhr_RL08_RL09	3,60E-03	1,62E-04
347	Ennepetal-Rüggeberg	2595524	5681769	Ruhr_RL08_RL09	4,93E-03	5,58E-04
352	Gevelsberg	2595846	5689713	Ruhr_RL08_RL09	3,03E-01	1,76E-02
359	Hagen	2598685	5697092	Ruhr_RL08_RL09	1,49E+00	5,80E-02

Tabelle 10.3: Berechnete Frachten von EDTA aus kommunalen Kläranlagen und Direkteinleitungen an verschiedenen Messstellen der Ruhr

Messstelle	Messstelle Nummer	Ruhr km	EDTA Fracht an Messstelle in kg/d	EDTA Fracht an Messstelle korrigiert in kg/d	EDTA Fracht im vorangegangenen Ruhrabschnitt in kg/d	Summe Frachten aus kommunalen Kläranlagen im vorangegangenen Ruhrabschnitt in kg/d	Summe Frachten aus Direkteinleitungen im vorangegangenen Ruhrabschnitt in kg/d	Frachten aus kommunalen Kläranlagen kumuliert in kg/d	Frachten aus Direkteinleitungen kumuliert in kg/d
Brücke Oeventrop	RL04	160,7	2,680	2,680	2,680	1,590	1,090	1,590	1,090
oberh. Einmündung Röhr	RL05	142,2	2,800	2,810	0,130	0,130	0,000	1,720	1,090
Brücke Echthausen	RL06	131,8	4,137	4,137	1,327	1,018	0,309	2,738	1,399
Ü-Station Fröndenberg	RL07	113,8	4,517	4,889	0,752	0,752	0,000	3,489	1,399
Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	4,838	5,642	0,754	0,754	0,000	4,243	1,399
Pegel Wetter	RL09	80,7	35,120	35,120	29,478	4,560	24,918	8,803	26,317
Ü-Station Hattingen	RL10	56,7	34,126	36,546	1,426	1,426	0,000	10,229	26,317
Ü-Station Essen	RL11	31,2	32,723	38,815	2,268	2,268	0,000	12,497	26,317
Ü-Station Duisburg	RL12	2,7	36,583	39,243	0,429	0,429	0,000	12,926	26,317

Tabelle 10.4: Berechnete Frachten von TCPH aus kommunalen Kläranlagen und Direkteinleitungen an verschiedenen Messstellen der Ruhr

Messstelle	Messstelle Nummer	Ruhr km	TCPH Fracht an Messstelle in kg/d	TCPH Fracht an Messstelle korrigiert in kg/d	TCPH Fracht im vorangegangenen Ruhrabschnitt in kg/d	Summe Frachten aus kommunalen Kläranlagen im vorangegangenen Ruhrabschnitt in kg/d	Summe Frachten aus Direkteinleitungen im vorangegangenen Ruhrabschnitt in kg/d	Frachten aus kommunalen Kläranlagen kumuliert in kg/d	Frachten aus Direkteinleitungen kumuliert in kg/d
Brücke Oeventrop	RL04	160,7	0,067	0,067	0,067	0,052	0,015	0,052	0,015
oberh. Einmündung Röhr	RL05	142,2	0,091	0,091	0,024	0,002	0,022	0,054	0,037
Brücke Echthausen	RL06	131,8	0,225	0,225	0,134	0,073	0,061	0,127	0,098
Ü-Station Fröndenberg	RL07	113,8	0,246	0,275	0,050	0,050	0,000	0,178	0,098
Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	0,250	0,301	0,025	0,025	0,000	0,203	0,098
Pegel Wetter	RL09	80,7	0,693	0,693	0,392	0,227	0,165	0,430	0,263
Ü-Station Hattingen	RL10	56,7	0,735	0,739	0,046	0,046	0,000	0,476	0,263
Ü-Station Essen	RL11	31,2	0,770	0,814	0,076	0,076	0,000	0,551	0,263
Ü-Station Duisburg	RL12	2,7	0,821	0,836	0,022	0,022	0,000	0,573	0,263

Um die in den jeweiligen Ruhrabschnitten ermittelten Frachten aus Direkteinleitungen einzelnen Betrieben zuzuordnen, wurde die Klassifizierung der Abwassereinleitungen der Betriebe gemäß der Anhänge der Abwasserverordnung betrachtet. Wie aus Tabelle 10.5 ersichtlich ist, wurde abgeschätzt, ob grundsätzlich die Möglichkeit bestehen kann, dass ein

Betrieb EDTA oder TCPP emittiert. Lagen zu einer Einleitungsstelle keine Angaben zum Anhang der AbwV vor, so wurde anhand der Charakterisierung des Abwassers (Schmutzwasser, Kühlwasser) entschieden, ob grundsätzlich die Möglichkeit der Einleitung von EDTA oder TCPP besteht. Dabei wurde angenommen, dass Schmutzwässer sowohl EDTA als auch TCPP enthalten können, während Kühlwässer weder EDTA noch TCPP enthalten. Gemäß Anhang 31 der AbwV darf EDTA nicht in Abwässern der Wasseraufbereitung, von Kühlsystemen oder der Dampferzeugung enthalten sein. Lagen in einem Ruhrabschnitt mehrere Betriebe vor, die potenziell EDTA oder TCPP einleiten können, so wurde die in dem Ruhrabschnitt eingeleitete Fracht anhand der Angaben zur Jahresschmutzwassermenge auf die einzelnen Betriebe verteilt. Das Ergebnis der Berechnungen ist in Tabelle 10.6 dargestellt.

Tabelle 10.5: Zuordnung potenzieller Emittenten von EDTA und TCPP anhand der Angabe zur Nummer des Anhangs der Abwasserverordnung

Nummer Anhang AbwV	Anwendungsbereiche	Mögliche Einleitung von EDTA	Mögliche Einleitung von TCPP
1	Häusliches und kommunales Abwasser	ja	ja
11	Brauereien	ja	nein
12	Herstellung von Alkohol und alkoholischen Getränken	ja	nein
16	Steinkohlenaufbereitung	nein	nein
17	Herstellung keramischer Erzeugnisse	nein	nein
19	Zellstofferzeugung	ja	nein
24	Eisen-, Stahl- und Tempergießerei	nein	nein
26	Steine und Erden	nein	nein
29	Eisen- und Stahlerzeugung	nein	nein
31	Wasseraufbereitung, Kühlsysteme, Dampferzeugung	nein	nein
40	Metallbearbeitung, Metallverarbeitung	ja	ja
47	Wäsche von Rauchgasen aus Feuerungsanlagen	ja	nein
49	Mineralölhaltiges Abwasser	nein	nein
51	Oberirdische Ablagerung von Abfällen	nein	nein

Die so ermittelten Frachten an EDTA und TCPP aus kommunalen Kläranlagen und Direkteinleitungen im Einzugsgebiet der Ruhr stellten Eingangsgrößen für die Berechnungen des zeitlichen und räumlichen Verlaufs der Stoffkonzentrationen mittels des DWA-Fließgewässermodells dar und wurden bei der Berechnung des Szenarios 3 (vgl. Kapitel 10.2) zu Grunde gelegt. Die in Tabelle 10.6 aufgeführten Frachten an den Einleitungsstellen sind Ergebnisse der abschätzenden Berechnungen und aufgrund der getroffenen Annahmen und Vereinfachungen mit Ungenauigkeiten behaftet.

Tabelle 10.6: Berechnete Frachten an EDTA und TCPP an verschiedenen Einleitungsstellen von Direkteinleitern im Einzugsgebiet der Ruhr

Einleitungsstellen-Id.	Messstellen-Id.	Rechtswert	Hochwert	Zugehöriger Ruhrabschnitt	Frachteintrag EDTA in kg/d	Frachteintrag TCPP in kg/d
712175001	05	3427660	5671100	Ruhr_vor_RL04	9,41E-02	1,28E-03
716200001	01	3434875	5662350	Ruhr_vor_RL04	7,00E-01	9,48E-03
758159002	01	3440060	5703490	Ruhr_vor_RL04	1,75E-01	2,37E-03
758167001	01	3439530	5703885	Ruhr_vor_RL04	1,21E-01	1,64E-03
764272001	01	3459225	5701995	Ruhr_vor_RL04	7,00E-04	9,48E-06
706647001	01	3414152	5680486	Ruhr_RL04_RL05	0,00E+00	2,17E-02
708178001	01	3418322	5667400	Ruhr_RL04_RL05	0,00E+00	2,06E-04
706566001	01	3410450	5683265	Ruhr_RL05_RL06	3,59E-02	5,80E-02
706582005	01	3409697	5682935	Ruhr_RL05_RL06	2,71E-01	0,00E+00
708275001	02	3418997	5661531	Ruhr_RL05_RL06	4,93E-04	7,96E-04
708275001	03	3418997	5661531	Ruhr_RL05_RL06	9,98E-05	1,61E-04
760323001	01	3459996	5707408	Ruhr_RL05_RL06	1,40E-03	2,26E-03
630365002	01	2603583	5698669	Ruhr_RL08_RL09	2,25E+01	1,59E-01
630543002	01	3398120	5683325	Ruhr_RL08_RL09	3,51E-04	2,48E-06
636169001	01	2604152	5679339	Ruhr_RL08_RL09	4,04E-03	2,85E-05
636185001	01	2600055	5679740	Ruhr_RL08_RL09	5,77E-03	4,07E-05
638153001	01	2597994	5684544	Ruhr_RL08_RL09	5,77E-03	4,07E-05
638218001	01	2596690	5684712	Ruhr_RL08_RL09	9,48E-04	6,69E-06
638293001	01	2597847	5683361	Ruhr_RL08_RL09	5,39E-02	3,80E-04
638293002	01	2597831	5683352	Ruhr_RL08_RL09	1,67E-02	1,18E-04
638331002	01	2594261	5683547	Ruhr_RL08_RL09	1,97E-03	1,39E-05
640166001	02	2598321	5680329	Ruhr_RL08_RL09	2,10E-03	1,48E-05
644153002	01	2601150	5698310	Ruhr_RL08_RL09	3,16E-03	2,23E-05
644153004	01	2601220	5698300	Ruhr_RL08_RL09	3,51E-01	2,48E-03
668176002	01	3439527	5686501	Ruhr_RL08_RL09	1,49E+00	0,00E+00
668397001	01	3446233	5685594	Ruhr_RL08_RL09	5,44E-04	3,84E-06
670235001	01	3466340	5682800	Ruhr_RL08_RL09	6,15E-03	4,34E-05
672076001	01	3458309	5670947	Ruhr_RL08_RL09	4,62E-03	3,26E-05
672203001	01	3454535	5676194	Ruhr_RL08_RL09	3,36E-02	2,37E-04
672319001	01	3460295	5679277	Ruhr_RL08_RL09	2,62E-04	1,85E-06
674451001	01	3431375	5686955	Ruhr_RL08_RL09	1,14E-02	8,05E-05
678333001	01	3413791	5685318	Ruhr_RL08_RL09	8,65E-03	6,10E-05
678511003	01	3406857	5687240	Ruhr_RL08_RL09	9,83E-03	6,94E-05
682292001	01	3397790	5677031	Ruhr_RL08_RL09	9,13E-02	6,44E-04
694649003	01	3410807	5664310	Ruhr_RL08_RL09	9,62E-04	6,79E-06
698377001	01	3402836	5687408	Ruhr_RL08_RL09	8,78E-04	6,19E-06
698393001	01	3401696	5687298	Ruhr_RL08_RL09	3,51E-03	2,48E-05
702161002	01	3421670	5674980	Ruhr_RL08_RL09	1,76E-01	1,24E-03
702480001	02	3421555	5678035	Ruhr_RL08_RL09	1,71E-03	1,21E-05
704288001	01	3400512	5684628	Ruhr_RL08_RL09	6,67E-03	4,70E-05
712175001	02	3427660	5671100	Ruhr_RL08_RL09	7,90E-02	5,57E-04

10.2 Berechnung der Auswirkungen von Emissionen mit verschiedenen Einleitungsmustern

Die Untersuchungen zum zeitlichen Verlauf der Frachten organischer Industriechemikalien in der Ruhr haben ergeben, dass starke Schwankungen der Frachten auftreten, die auf ein diskontinuierliches Einleitungsverhalten von Industriebetrieben schließen lassen. Die Vielzahl von Stoffeinleitungen mit unterschiedlichen Konzentrationen, Wassermengen und sehr spezifischen Einleitverhalten lässt Rückschlüsse auf einen einzelnen Emittenten nur in sehr wenigen Fällen zu. Die Auswirkung auf den Wasserkörper im Hinblick auf Stoffdurchgang, Höchstkonzentrationen oder Abklingverhalten lässt sich nur mit einem sehr hohen Aufwand in der Realität detektieren. Hier kann die Simulation mit relativ geringem Aufwand einen Beitrag leisten, weitergehende Erkenntnisse über diese Fragestellungen zu liefern.

Um kurzzeitige dynamische Einleitereignisse im Stundenbereich klar abbilden zu können ist es notwendig, die Simulation ebenfalls mit einer ebensolchen Zeitschrittweite zu definieren. Ebenfalls spielt die Berücksichtigung der Ortsschrittweite eine wichtige Rolle. In früheren Projekten hat sich die Kombination aus einer Zeitschrittweite von $dt = 3 \text{ h}$ und Ortsschrittweite von $dl = 250 \text{ m}$ als sehr guter Kompromiss zwischen Simulationsgenauigkeit und Rechenaufwand herausgestellt.

In der vorliegenden Simulation wurde das Verhalten einer virtuellen Stoffeinleitung eines beliebigen Stoffes in zwei unterschiedlichen Szenarien betrachtet. Szenario 1 bildet an drei Fließgewässerquerschnitten der oberen, mittleren und unteren Ruhr die Einleitung einer einzelnen Stofffracht über einen einzelnen, 15-stündigen Arbeitstag ab. Szenario 2 basiert auf der Festlegung eines werktäglichen, arbeitszeitabhängigen Einleitverhaltens mit Wochenendunterbrechung. Damit sollte die Problematik von Frachtüberlagerungen herausgearbeitet und dargelegt werden.

Schlussendlich wurde in einem dritten Szenario der Verlauf der EDTA-Konzentration in der Ruhr auf der Grundlage aller bekannten Daten der industriellen Direkteinleitungen und Einleitungen aus RV Kläranlagen simuliert.

Alle Berechnungen für die drei ausgewählten Szenarien erfolgten für jeweils drei unterschiedliche Wasserführungen in der Ruhr.

Die nur numerisch auf DOS-Ebene ausgegebenen Simulationsergebnisse der neun Simulationsgänge wurden grafisch aufbereitet und sind im Folgenden dargestellt. Aufgrund des großen Umfangs des Simulationsaufbaus wird dessen Darstellung auf das Notwendige beschränkt.

Modellaufbau

Für den Aufbau eines Simulationsmodells wurde die Ruhr zwischen der Gewässerstationierung km 2,8 bei Duisburg und der Stationierung km 160,7 bei Arnsberg-Oeventrop mit dem DWA-Fließgewässersimulationsmodell Version 1.2 (FGSM) [ATV (2001)] abgebildet. Dazu standen aus dem Hochwasseraktionsplan Ruhr [Staatliches Umweltamt Duisburg (2003)] umfangreiche Querprofilaten über den gesamten Abschnitt zur Verfügung (siehe Bild 10.3).

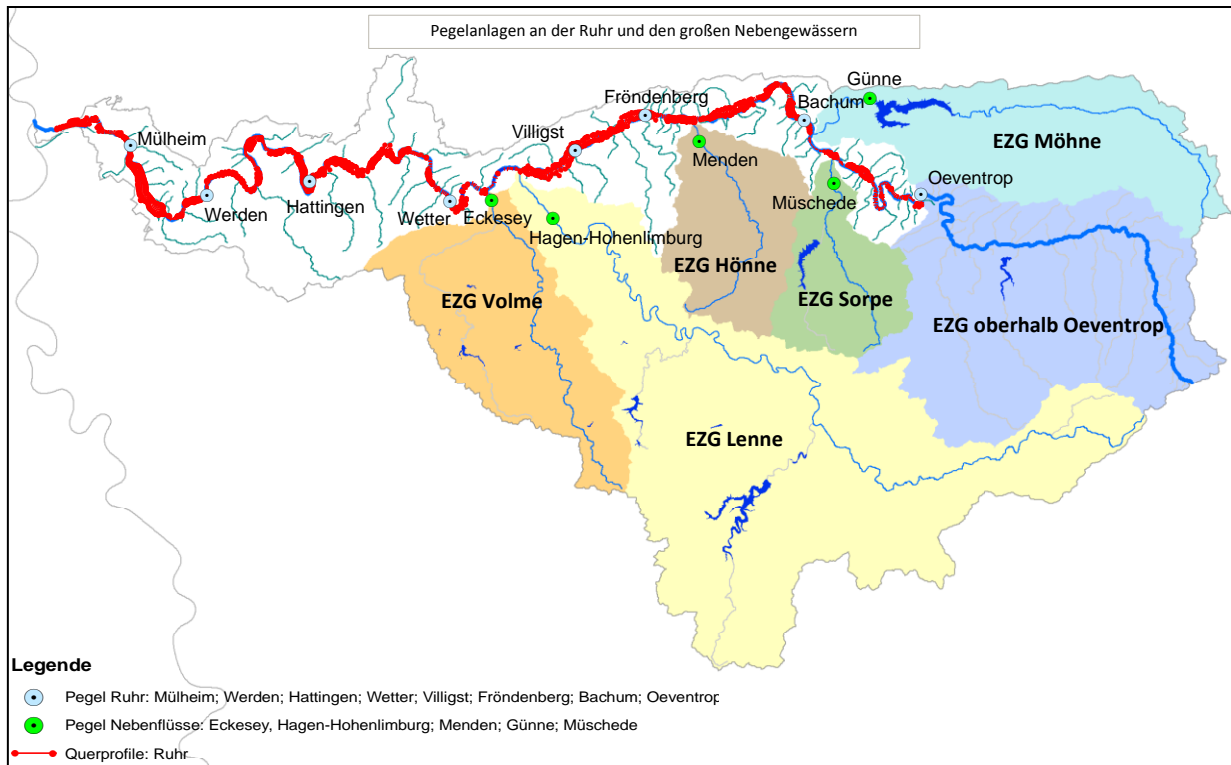


Bild 10.3: Darstellung des Simulationsgebietes Oeventrop bis Duisburg

Nach Anpassung der Querprofilaten an die Vorgaben des FGSM war der Gewässerabschnitt im Endausbau mit über 961 Querprofilen beschrieben. Somit standen im Mittel etwa alle 165 Meter Querschnittsinformationen mit Rauigkeitsangaben der beiden Vorländer und der Gewässersohle zur Verfügung. Eine Recherche führte zu detaillierten Erkenntnissen über alle bekannten Ein- und Ausleitpunkte. Einleitungen über Gewässer und Teilflächen (Ruhrwiesen), Kläranlageneinleitungen, aber auch Wasserentnahmen durch Wasserwerke wurden über ihre Verortung und Volumenströme detailliert beschrieben. Einleitungen aus Entlastungen von Niederschlagswasserbehandlungsanlagen (NWBA) blieben unberücksichtigt. Industrielle Direkteinleiter wurden im Rahmen dieses Projektes in das Modell eingepflegt.

Untere Ruhr

Die Ruhr ist über ihre gesamte Länge mit einer Vielzahl von Querbauwerken versehen, die den Gewässerverlauf in weiten Teilen wesentlich einstauen. Für den Bereich der unteren Ruhr, der im Rahmen dieser Modellberechnungen den Abschnitt unterhalb der Einmündung der Lenne umfasst, sind hier in erster Linie die großen Stauhaltungen des Kettwiger Stausees (km 30,0) und des Baldeneysees (km 29,28) bei Essen zu nennen, die flussaufwärts, durch den Kemnader Stausee (km 64,258) bei Bochum, den Harkortsee bei Wetter (km 82,187) und den Hengsteystausee (km 87,7) bei Hagen ergänzt werden (siehe Bild 10.4). Bis auf den Kemnader Stausee, der zur Nutzung als Freizeitsee gebaut wurde, sind alle übrigen Seen als Flusskläranlagen (Sedimentationsräume) in den dreißiger Jahren des letzten Jahrhunderts projektiert worden. Durch die dortige Aufweitung des Fließquerschnitts und ihr großes Volumen beeinflussen sie gerade bei Niedrigwasser das Retentionsverhalten des Fließgewässers stark.



Bild 10.4: Darstellung des Simulationsgebietes der unteren Ruhr

Dieser untere Bereich der Ruhr wird durch 20 Kläranlagen an der Ruhr und aus dem Volmeinzugsgebiet direkt beeinflusst. Zu dieser Belastung kommen noch die Einleitungen aus dem Bereich der mittleren und oberen Ruhr hinzu. Die kurz vor der Mündung in den Rhein (km 2,6) gelegene Kläranlage Duisburg-Kasslerfeld (450.000 E) wird im Rahmen dieser Simulation nicht betrachtet. Der Bereich der unteren Ruhr wird wassermengenmäßig gespeist aus den oberhalb gelegenen Einzugsgebieten der mittleren und oberen Ruhr (EZG = 2.012 km²) sowie dem bei Hagen zufließenden Einzugsgebiet der Lenne (EZG =

1.322 km²). Zwischen den Stauseen Harkort- und Hengsteysee mündet bei Stationierung km 87,8 das Einzugsgebiet der Volme (EZG = 427 km²).

Mittlere Ruhr

Der Bereich der mittleren Ruhr beginnt oberhalb der Mündung der Lenne in die Ruhr bei km 92,9 und endet unterhalb der Mündung der Möhne in die Ruhr bei km 137,5 (siehe Bild 10.5). Dieser Bereich wird im Wesentlichen durch die im Verhältnis zur Wasserführung hohen Wasserentnahmen der Wasserwerke im Bereich Dortmund, Schwerte, Fröndenberg und Echthausen geprägt und ist ebenfalls mit einer Reihe von Stauhaltungen zur Sicherung der Wasserentnahmestellen versehen. Wassermengenseitig wird der Bereich der mittleren Ruhr im Wesentlichen durch das Einzugsgebiet der Hönne (EZG = 261,7 km²) direkt beeinflusst. Im direkten Einzugsgebiet der mittleren Ruhr befinden sich 10 in die Ruhr oder über Nebengewässer einleitende RV Kläranlagen.

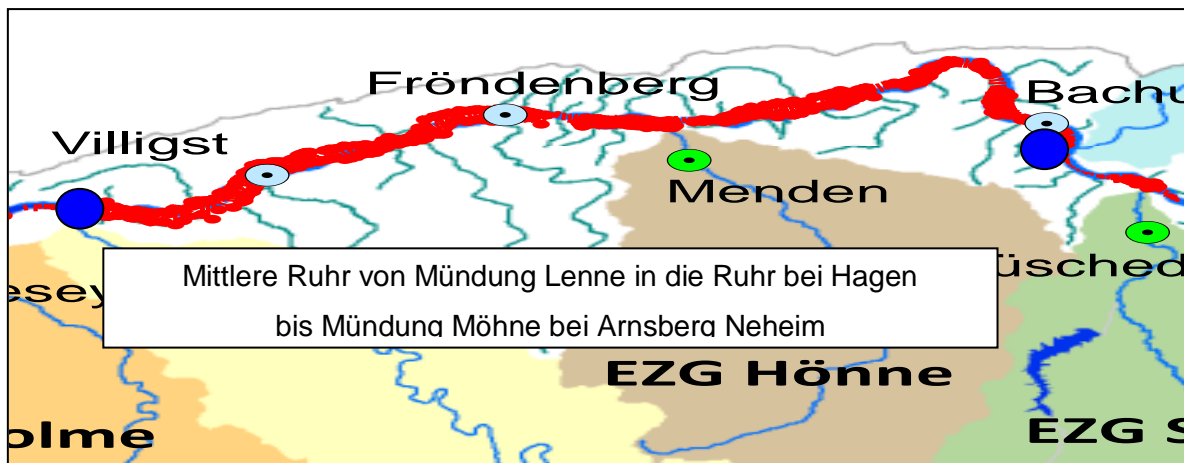


Bild 10.5: Darstellung des Simulationsgebietes der mittleren Ruhr

Unmittelbar oberhalb des Bereiches der mittleren Ruhr leitet das Einzugsgebiet der Möhne (EZG = 467 km²) ein, deren Abflussregime im Wesentlichen durch die Möhnetalsperre geprägt wird. Im Einzugsbereich der Möhnetalsperre befinden sich 6 Kläranlagen.

Obere Ruhr

Der obere Abschnitt der Ruhr beginnt oberhalb der Mündung der Möhne in die Ruhr bei Arnsberg-Neheim (km 137,5) und erstreckt sich bis zur Ruhrquelle (km 219). Der obere Bereich der Ruhr wird nur zum Teil im Simulationsmodell berücksichtigt (siehe Bild 10.6). Modelltechnisch endet er am Gewässerpegel Arnsberg-Oeventrop (km 161,759). Das Einzugsgebiet der oberen Ruhr wird durch das Einzugsgebiet der Röhre und der Sorpetalsperre wesentlich beeinflusst (EZG = 261 km²). Das gesamte Einzugsgebiet oberhalb des Pegels Oeventrop ist als Punktquelle berücksichtigt und wird wassermengenseitig durch die Pegeldata beschrieben. Dieses Einzugsgebiet (EZG = 759,8 km²) wird beeinflusst durch 5 RV Kläranlagen. Im Einzugsgebiet befinden sich die Hennetalsperre und Sorpetalsperre.

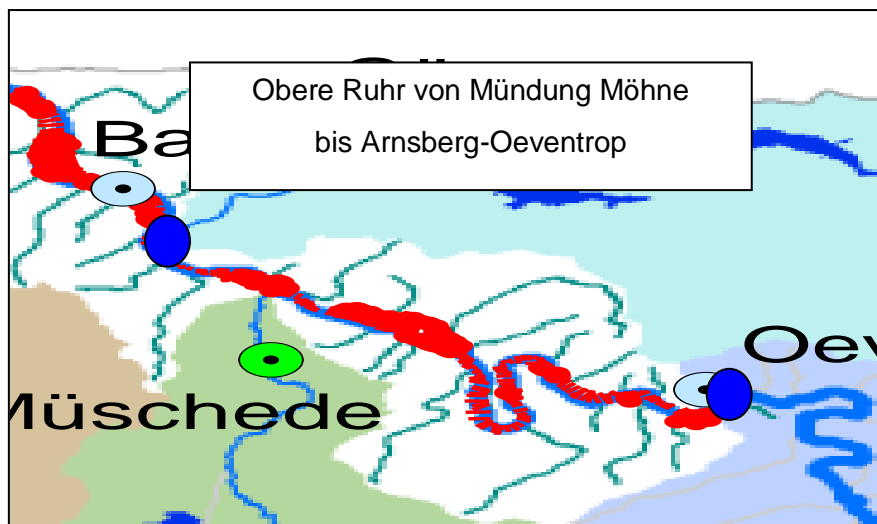


Bild 10.6: Darstellung des Simulationsgebietes der oberen Ruhr

Alle drei Abschnitte der Ruhr werden durch drei Pegelanlagen repräsentiert, deren Gewässerkundliche Hauptzahlen [Bundesanstalt für Gewässerkunde (2011)] für die langjährige Betrachtung 1968-2010 sich wie folgt darstellen (Tabelle 10.7):

Tabelle 10.7: Langjährige Gewässerkundliche Hauptzahlen

		MNQ	MQ	HQ
Untere Ruhr	Pegel Hattingen	MNQ ₆₈₋₁₀ =18,8 m ³ /s	MQ ₆₈₋₁₀ = 70,7 m ³ /s	MHQ ₆₈₋₁₀ = 554 m ³ /s
Mittlere Ruhr	Pegel Villigst	MNQ ₅₁₋₀₆ = 6,56 m ³ /s	MQ ₅₁₋₀₆ = 28,8 m ³ /s	MHQ ₅₁₋₀₆ = 232 m ³ /s
Obere Ruhr	Pegel Bachum	MNQ ₈₆₋₀₆ =10,9 m ³ /s	MQ ₈₆₋₀₆ = 27,1 m ³ /s	MHQ ₈₆₋₀₆ = 202 m ³ /s

Auswahl Abflussbedingungen

Das Simulationsmodell wurde in der vorliegenden Form hydraulisch für einen maximalen Abfluss von max. 270 m³/s angepasst und berücksichtigt, somit ca. 98% der auftretenden Abflusstagesmittelwerte des vierjährigen Zeitraums der Wasserwirtschaftsjahre 2006 bis 2009 (siehe Bild 10.7). Damit kann das dynamische Verhalten des Fließgewässers bis einschließlich kleinerer Hochwasserereignisse simuliert werden.

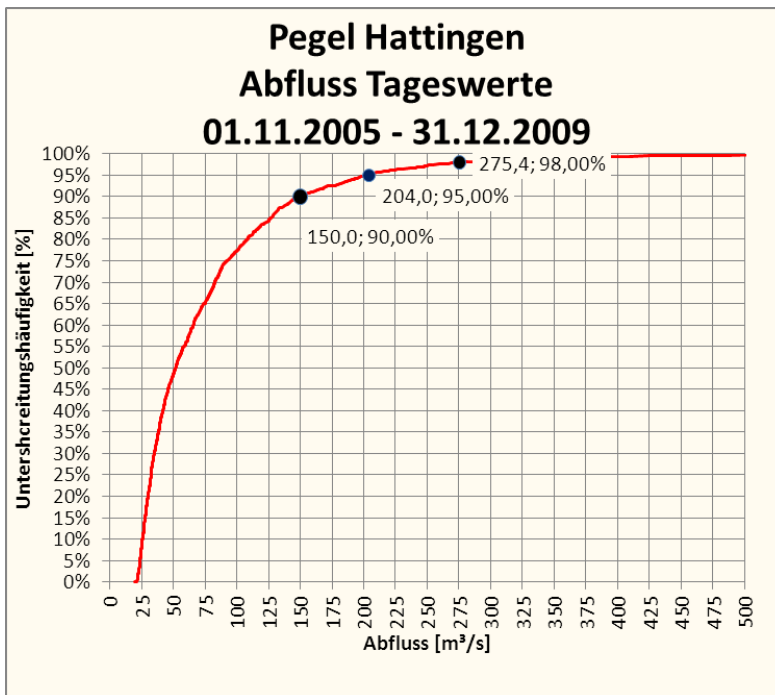


Bild 10.7: Auswertung der Abflussdaten der Wasserwirtschaftsjahre 2006 bis 2009 als Tagesmittelwerte für den Pegel Hattingen

Für die vorliegenden Simulationen wurden aus dem Abflussjahr 2007 (01.11.2006 – 31.10.2007) drei möglichst repräsentative Zeiträume ausgewählt, die dem Abfluss bei mittlerem Niedrigwasser (MNQ), bei Mittelwasser (MQ) und bei einem kleineren Hochwasserereignis entsprechen (siehe Bild 10.8).

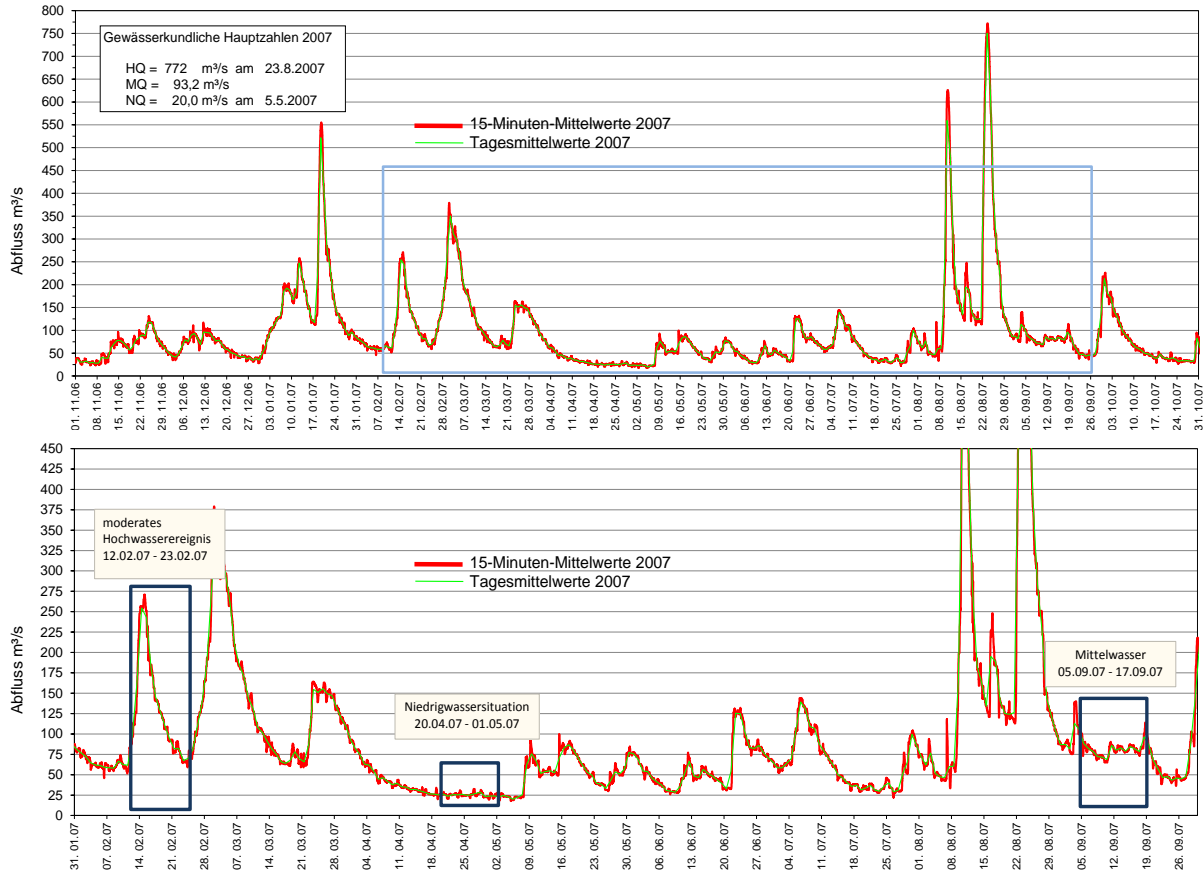


Bild 10.8: Auswertung der Abflussdaten des Wasserwirtschaftsjahres 2007 für den Pegel Hattingen

Die Niedrigwassersituation repräsentiert der Zeitraum 20.04.2007 bis 01.05.2007 mit stabilen Abflüssen um 23 m³/s. Die Abflusssituation bei Mittelwasserverhältnissen wird durch den Zeitraum 05.09.2007 bis 17.09.2007 dargestellt. Dabei schwanken die Abflüsse im Bereich zwischen 68,8 und 88,2 m³/s. Ein simulierbares Hochwasserereignis wird im Zeitraum 12.02.2007 bis 23.02.2007 beobachtet. In diesen Tagen steigt der Abfluss am Pegel Hattingen im Tagesmittel auf bis zu 254 m³/s am 15.02.2007 an und geht dann in den folgenden Tagen kontinuierlich auf 67 m³/s zurück.

Wasserbilanz

Als Eingangsdaten für das Simulationsmodell sind für jeden Ereignispunkt (Knoten: Ein-/Ausleitung) Wassermenge und Stoffkonzentration zu benennen. Der Längsverlauf der Ruhr wird durch Pegelanlagen beschrieben (siehe Tabelle 10.7). Diese Pegel unterliegen wie jedes Messgerät einer gewissen Messungenauigkeit. Die Abflussdaten der Pegelanlagen wurden genutzt, um für jeden Abschnitt zwischen zwei Pegeln eine geschlossene Wasserbilanz auf der Basis von Tageswassermengen zu erzeugen. Dabei muss als zu erfüllende Bedingung die Abflussmenge am Pegel unterhalb gleich der Wassermenge am oberen Pegel zuzüglich aller Einleitungen aus Gewässern (GEW), Teilflächen (TFL), Kläranlagen (KA) und abzüglich aller Wasserentnahmen (ENT) sein.

$$Q_{\text{Pegel uh.}} = Q_{\text{Pegel oh.}} - Q_{\text{ENT}} + Q_{\text{zu, KA}} + Q_{\text{zu, GEW}} + Q_{\text{zu, TFL}}$$

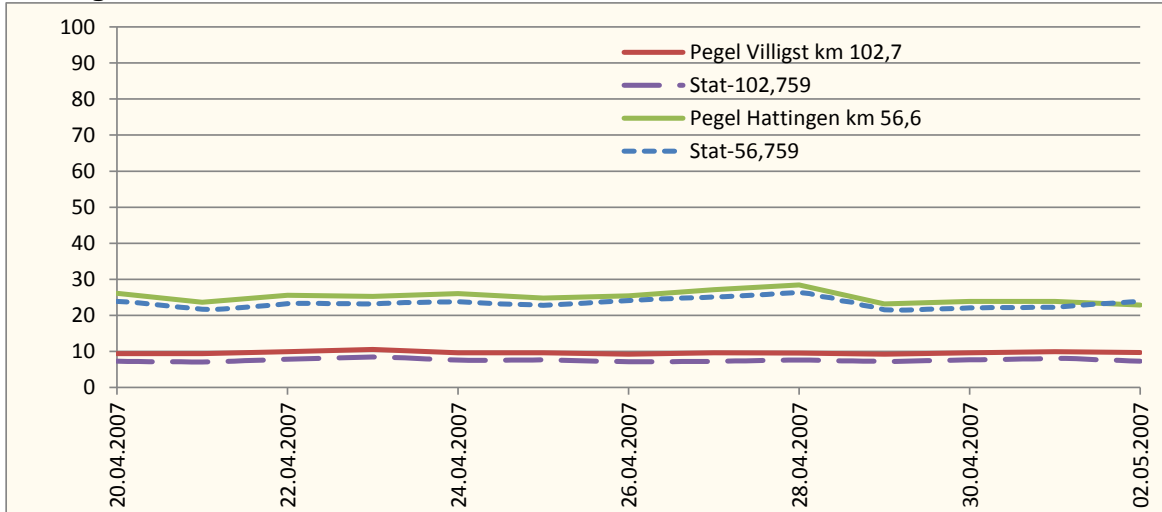
Da die Gewässereinzugsflächen in bekannte, durch eigene Pegelanlagen beschriebene Gebiete (GEW, Peg.) und unbekannte Gebiete (GEW, unbek., TFL, unbek.) weiter unterteilbar sind, lässt sich die Wasserbilanz weiter präzisieren und der unbekannte Abflussanteil kann somit reduziert werden.

$$Q_{\text{Pegel uh.}} = Q_{\text{Pegel oh.}} - Q_{\text{ENT}} + Q_{\text{zu, KA}} + Q_{\text{zu, GEW, Peg.}} + (Q_{\text{zu, GEW, unbek.}} + Q_{\text{zu, TFL}})$$

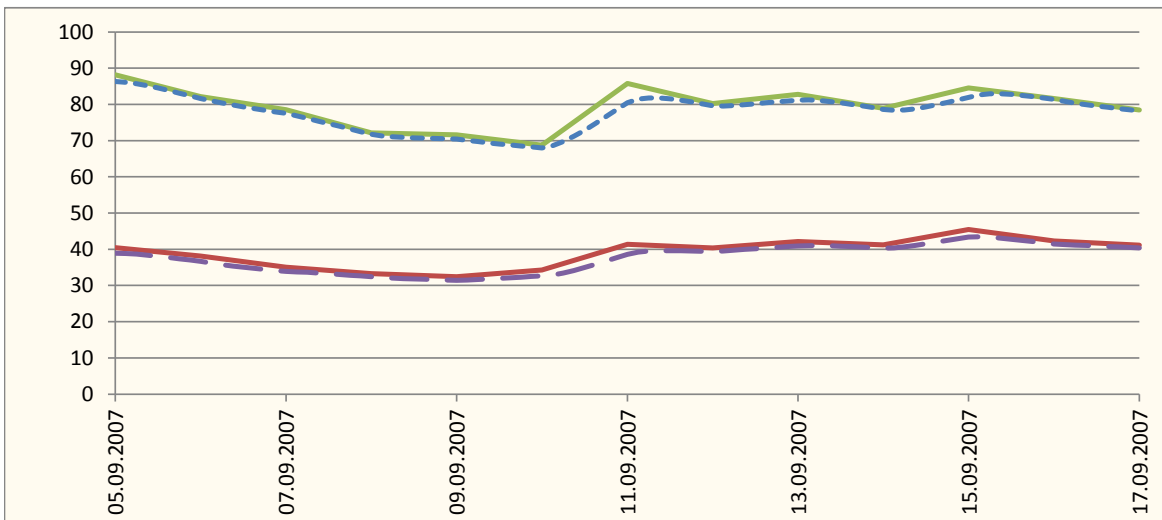
Setzt man in einem ersten Schritt den unbekanntem Anteil ($Q_{\text{zu, GEW, unbek.}} + Q_{\text{zu, TFL}}$) zu null, so ergibt sich in der Regel eine Fehlwassermenge, deren Betrag nunmehr flächengewichtet den einzelnen verbleibenden Einzugsgebietsflächen über eine Flächenabflussspende ($l/(s \cdot km^2)$) zugeschlagen wird.

Da im Modell ein Einleitungsknoten nur positiven Abfluss haben kann und in der vereinfachten Wasserbilanz durchaus auch negative Abflüsse bei den verbleibenden Resteinzugsgebietsflächen auftreten können, wurde für jeden Abschnitt eine Linienlast über die Abschnittslänge eingeführt, die für diese speziellen Lastfälle die Wasserbilanz durch eine fiktive Wasserentnahme korrigiert. Dieser sehr pragmatische Ansatz führt zu einem Ergebnis, welches im Vergleich der Ergebnisse der Abflusssimulation mit den Pegelraten am Pegel Villigst und Pegel Hattingen zu einer guten Übereinstimmung mit Abweichungen unter 10 % führt und somit ein vertretbares Nutzen/Aufwand Verhältnis bietet (siehe Bild 10.9).

Niedrigwasser



Mittelwasser



Moderates Hochwasser

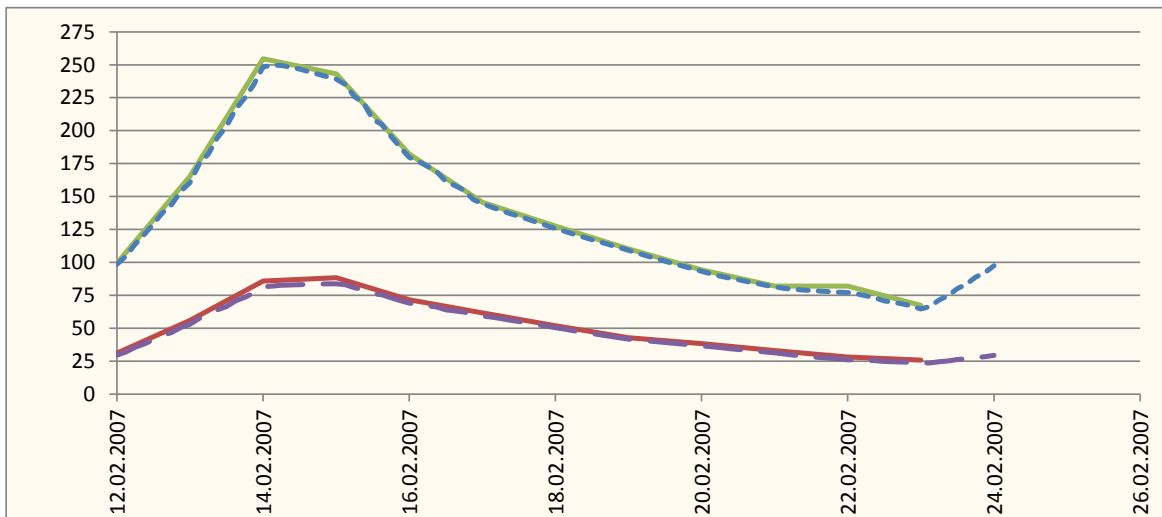


Bild 10.9: Gegenüberstellung der Pegeldata mit Simulationsergebnis Abfluss für NQ, MQ und HQ

Szenarien

Für die Darstellung der Auswirkung verschiedener Einleitverhältnisse wurden folgende Szenarien für jeweils drei unterschiedliche Abflussbedingungen (Niedrigwasser NQ, Mittelwasser MQ, Hochwasser HQ) festgelegt (siehe Bild 10.10):

Szenario 1: Einmalige Einleitung einer Stofffracht von 1.000 g/d bei einer Einleitdauer über 15 h/d, beginnend ab 06:00 Uhr und endend um 21:00 Uhr.

Szenario 2: Aufeinanderfolgende Einleitung einer Stofffracht von 1.000 g/d bei einer Einleitdauer über 15 h/d, beginnend ab 06:00 Uhr und endend um 21:00 Uhr für jeden Werktag, Wochenende kein Betrieb.

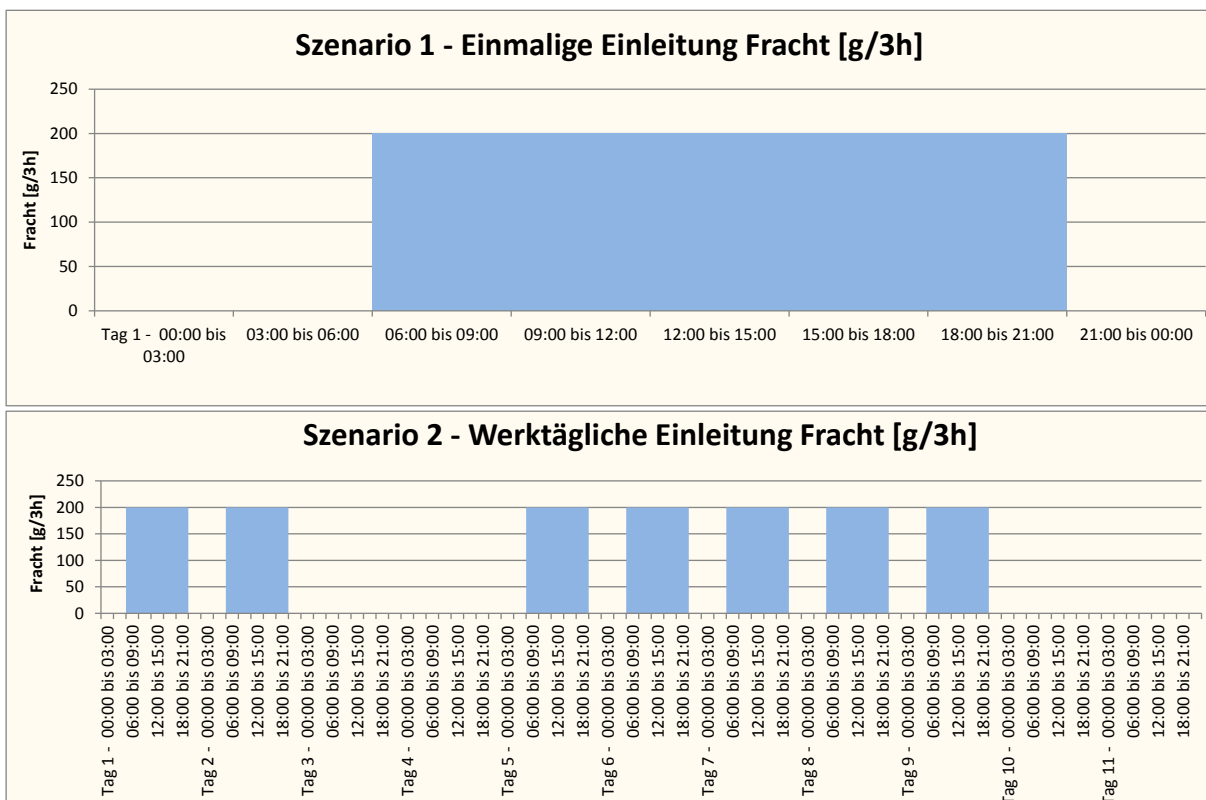


Bild 10.10: Frachteinleitungsprofile Szenario 1 und 2, für NQ, MQ und HQ

Diese Szenarien stellen beispielhaft Möglichkeiten einer diskontinuierlichen Einleitung von Abwässern in die Ruhr dar.

Die Einleitung erfolgt an drei Stationierungen im Längsverlauf der Ruhr (siehe Bild 10.11).

Einleitung 1 obere Ruhr: km 160 (unterhalb Pegel Oeventrop)

Einleitung 2 mittlere Ruhr: km 103 (oberhalb Pegel Villigst)

Einleitung 3 untere Ruhr: km 60 (oberhalb Pegel Hattingen)

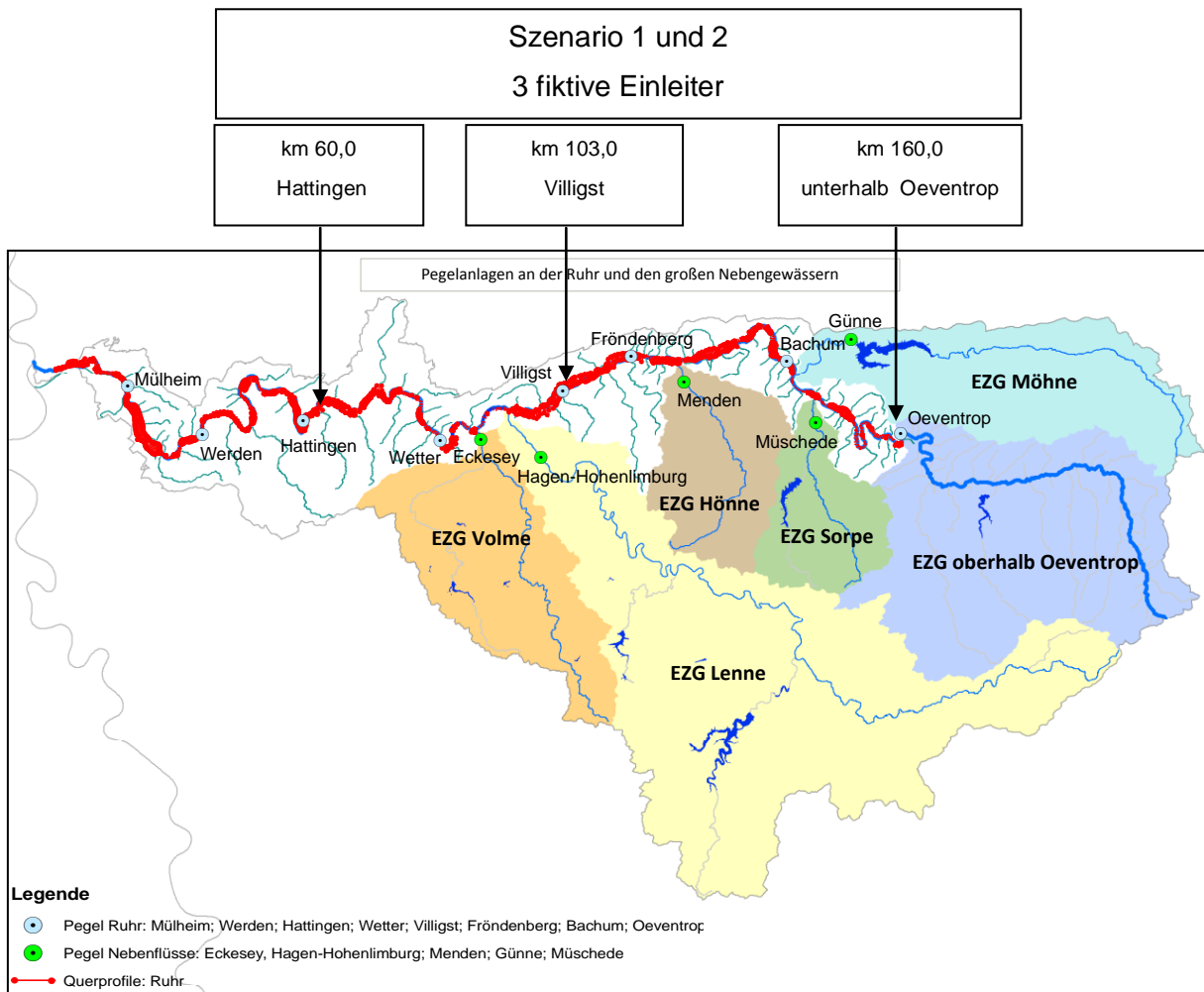


Bild 10.11: Frachteinleitungen Szenario 1 und 2

Die Frachteinleitung in das Fließgewässer wird durch die Konzentration und die Wassermenge definiert. Die beliebig gewählte Stofffracht in Höhe von $F = 1.000 \text{ g/d}$ wird über die Konzentration von $1.000 \text{ µg/l} = 1,0 \text{ g/m}^3$ und einen Volumenstrom von $0,0185 \text{ m}^3/\text{s}$, der über 15 h/d eingeleitet wird, beschrieben.

$$F = 1.000 \text{ g/d} = 1,0 \text{ g/m}^3 * 0,01852 \text{ m}^3/\text{s} * 3.600 \text{ s/h} * 15 \text{ h/d}$$

Mit dem geringen Volumenstrom wird einerseits die Wasserbilanz des Fließgewässers nur unwesentlich beeinflusst, andererseits nutzt die Konzentration von 1.000 µg/l den maximal möglichen Wertebereich von $0 - 1.000$ für einen Einleitknoten des Modells. Modellintern rechnet das Modell in der Einheit mg/l . Da jedoch bei der hier durchgeführten Simulation (Modellkombination: KO - konservative Substanzen) keine Interaktion mit anderen Gütebausteinen auftritt, stellt die Eingabe in der Einheit µg/l kein Problem dar, da der Ausgabebereich automatisch auch in µg/l erfolgt.

Im Simulationsmodell wird die eingeleitete Stofffracht als sofort voll durchmischt mit dem Fließgewässer betrachtet. Die daraus resultierende Konzentration im Fließgewässer unterhalb der Einleitung (c_3) berechnet sich über die Mischungsrechnung aus dem Volumenstrom (Q_1) und der Stoffkonzentration (c_1) im Gewässer oberhalb der Einleitung und dem Volumenstrom (Q_2) und der Stoffkonzentration (c_2) der Einleitung entsprechend der Formel:

$$C_3 = ((Q_1 * c_1) + (Q_2 * c_2)) / (Q_1 + Q_2)$$

Somit ist es hier nicht entscheidend, mit welcher Konzentration die Stofffracht in das Gewässer eingeleitet wird. Entscheidend für die hier darzustellende Betrachtung ist die Tagesfracht des Stoffemittenten.

Ergebnisse der Simulation des Szenarios 1

Die Simulationsergebnisse liegen in ihrer Rohform in der vorgegebenen Orts- (dl = 250 m) und Zeitschrittweite (dt = 3 h) vor. Die Ergebnisausgabe wurde jedoch aus Gründen der Datenhaltung hier auf die Ortsschrittweite von 1 km – jedoch bei gleich bleibender Zeitschrittweite – verdichtet und gemittelt. Somit basiert jedes der nachfolgenden Diagramme auf einer Ergebnismatrix aus 160 Ortsschritten und 98 Zeitschritten (= 15.423 Datenwerte) und entspricht somit 25 % des ursprünglichen Datenvolumens. In Bild 10.12 ist die Stoffkonzentration des numerisch ausgegebenen Simulationsergebnisses, über Ort und Zeit als 3-D Oberflächendiagramm aufbereitet, dargestellt.

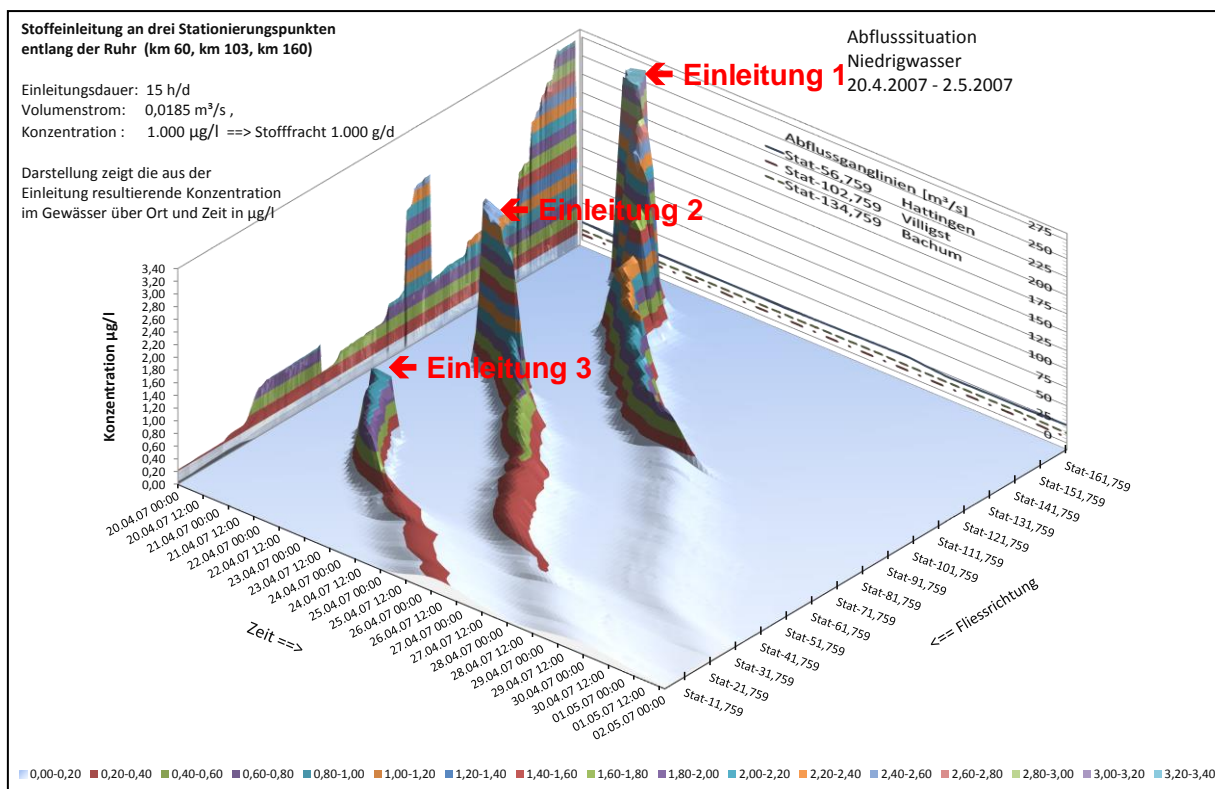


Bild 10.12: Szenario 1 NQ: Einmalige Stoffeinleitung bei Niedrigwasser an drei Stationierungspunkten entlang der Ruhr

Dabei bildet die Bodenfläche die Fließrichtung vom Pegel Oeventrop (km 161,759) bis nach Duisburg ab und ist aus Darstellungsgründen in 10 km-Schritten beschriftet. Die Zeitachse der Bodenfläche wurde für alle 12 h beschriftet. Die Höhe der Konzentration lässt sich über ihren Farbwert in Schritten von 0,2 µg/l im Oberflächendiagramm abgreifen und ist zusätzlich mit ihren maximalen Konzentrationen über alle Zeitschritte auf die linke Wandfläche projiziert. Die hintere Wandfläche wurde zur besseren Übersicht mit den simulierten Abflussganglinien nahe der Pegel Hattingen (km 56,759), Villigst (km 102,759) und Bachum (km 134,759) hinterlegt. Die Skalierung der Konzentrationsachse sowie der Abflussganglinie wurde aus Gründen einer besseren Vergleichbarkeit für alle Abbildungen beibehalten.

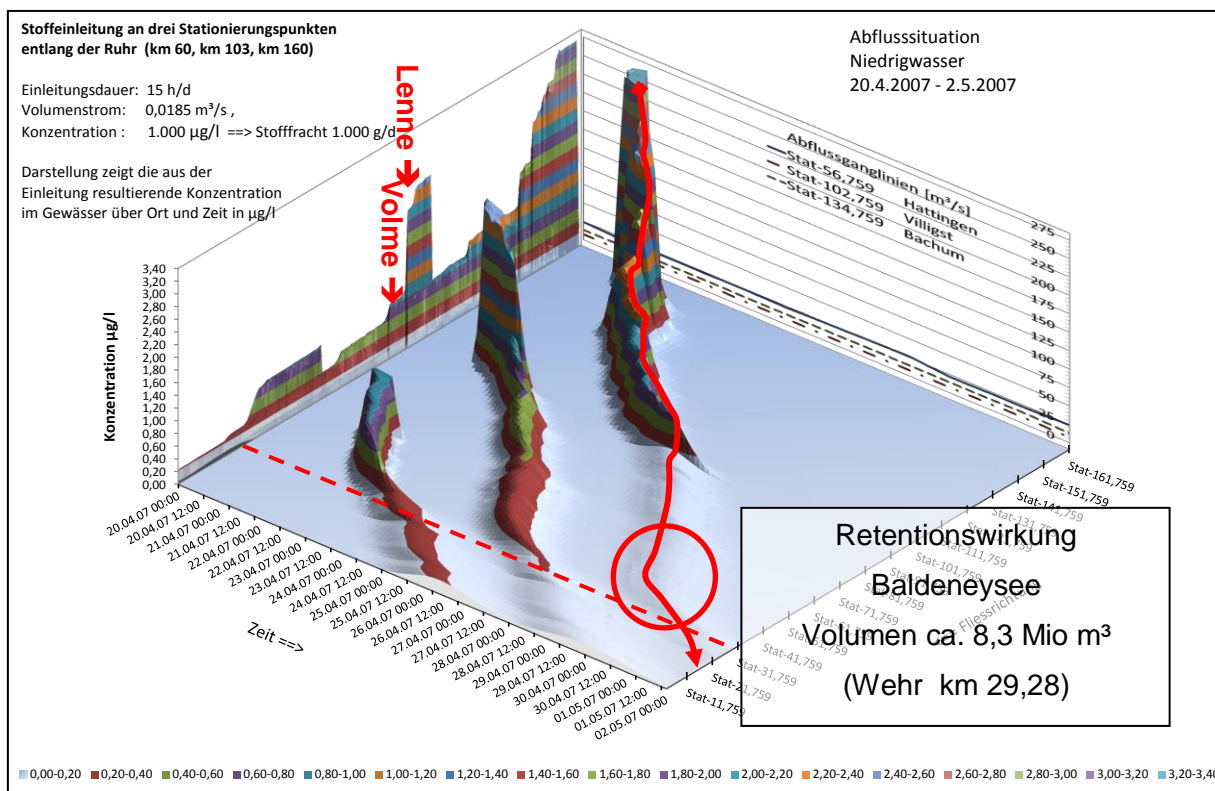


Bild 10.13: Szenario 1 NQ: Retention und Verdünnung

Eine Verfolgung des Stoffeinleitungspfades über Ort und Zeit (rote Pfeillinie in Bild 10.13) zeigt den unterschiedlichen Einfluss der Strömungsgeschwindigkeit im Fließgewässer. Deutlich wird dies im Bereich des Baldeneysees (roter Kreis), der mit einem Stauvolumen von ca. 8,3 Mio m³ mit Abstand der größte der fünf Ruhrstauseen ist. Im Staubereich oberhalb des Wehres bei km 29,28 (rote gestrichelte Linie) sinken die Strömungsgeschwindigkeiten auf Werte um 0,5 cm/s, wohingegen im Fließgewässer der oberen, mittleren und unteren Ruhr mit Geschwindigkeiten eher zwischen 0,3 bis 1 m/s zu rechnen ist. Dies führt im Staubereich zu einer Retention, die sich im dargestellten Knick verdeutlicht. Die Stofffracht wird im See gespeichert und zeitverzögert abgegeben.

Auch zeigt sich sehr deutlich der Einfluss der in die Ruhr einleitenden Nebengewässer Lenne und Volme, die mit ihren großen Einzugsgebieten hier eine verdünnende Wirkung mit einhergehenden Konzentrationsverringerungen haben.

Die Translationszeit der Stofffracht bis nach Duisburg ist abhängig vom Abflussregime bzw. von der Strömungsgeschwindigkeit. Bei Niedrigwasserbedingungen um 20 m³/s am Pegel Hattingen kann der Beginn der durch Einleitung 3 (km 59,759) induzierten Stoffkonzentration in Duisburg (km 3,759) etwa nach 96 Stunden festgestellt werden. Der Wellendurchgang in Duisburg beträgt etwa 72 Stunden. Hier macht sich der Einfluss der longitudinalen Dispersionseffekte deutlich bemerkbar, die durch den Abflussbaustein des Modells mit berücksichtigt werden (siehe Bild 10.14).

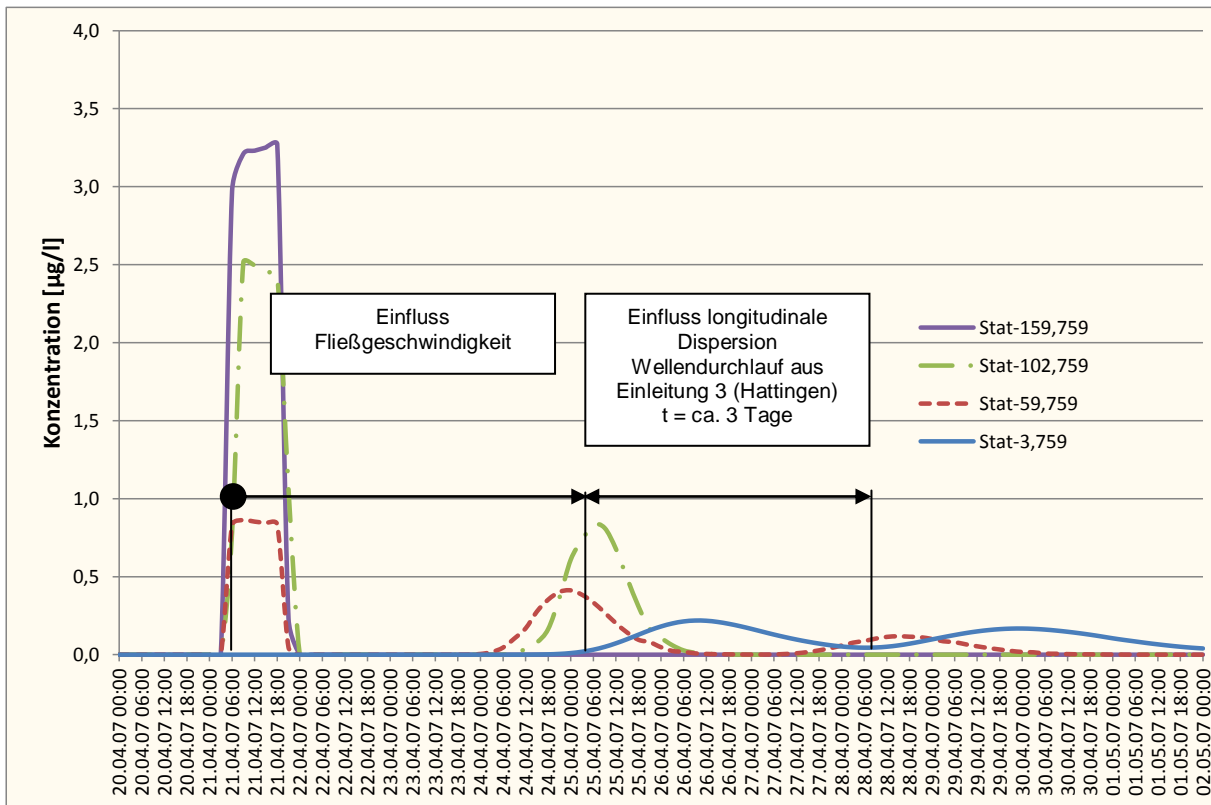


Bild 10.14: Szenario 1 NQ: Wirkung der Fließgeschwindigkeit und Einfluss der longitudinalen Dispersion

Szenario 1 MQ

Die Simulation der gleichen Stoffeinleitung, jedoch bei Mittelwasserbedingungen, zeigt das Bild 10.15.

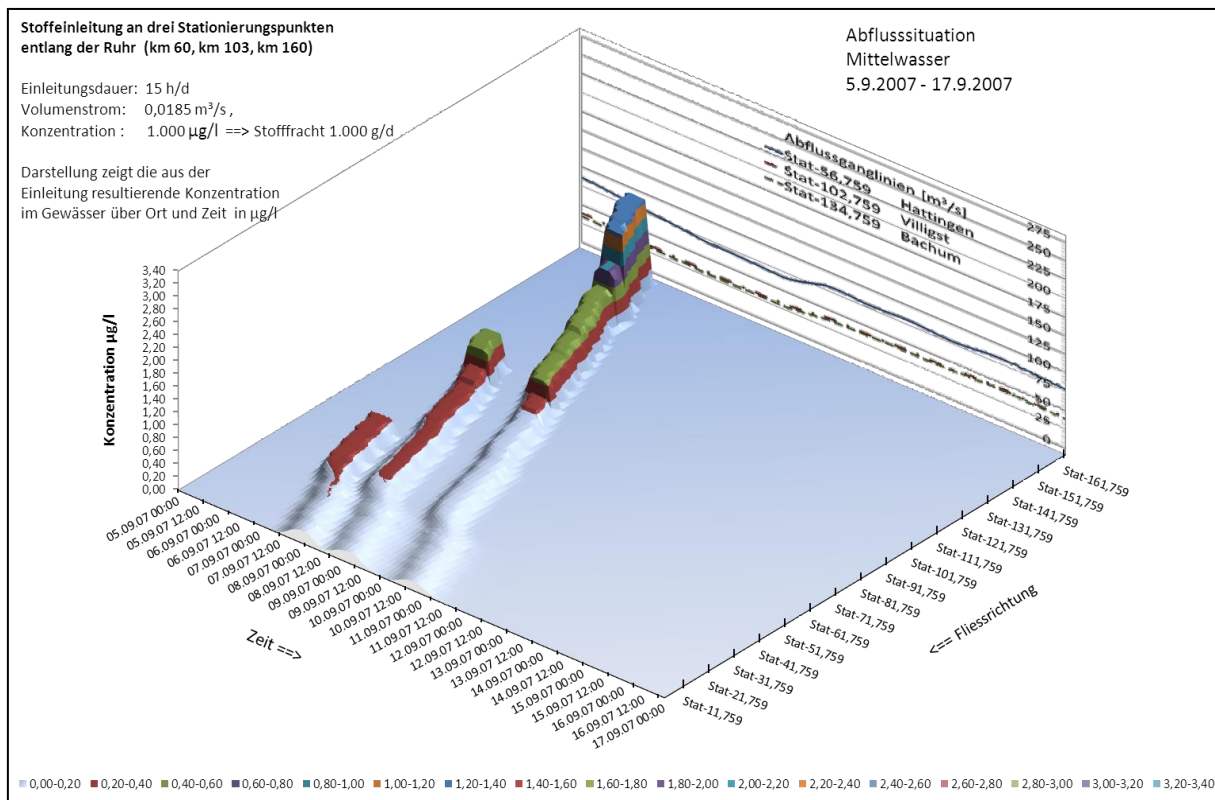


Bild 10.15: Szenario 1 MQ: Einmalige Stoffeinleitung bei Mittelwasser an drei Stationierungspunkten entlang der Ruhr

Hier bewirkt die erhöhte Wasserführung um die 75 m³/s bei Hattingen eine deutlich sichtbare Veränderung. Die Konzentrationen sinken antiproportional um rund ein Viertel, entsprechend der nun fast viermal so hohen Wasserführung gegenüber Niedrigwasserbedingungen. Auch ist der Wellendurchgang bei Duisburg deutlich früher zu verzeichnen. Aber auch hier kann noch, analog zu Bild 10.13, der dämpfende Einfluss des Baldeneysees abgelesen werden.

Szenario 1 HQ

Die Simulation eines moderaten Hochwasserereignisses mit dem dynamischen und charakteristischen Auslaufen des Abflussgeschehens zeigt das Bild 10.16.

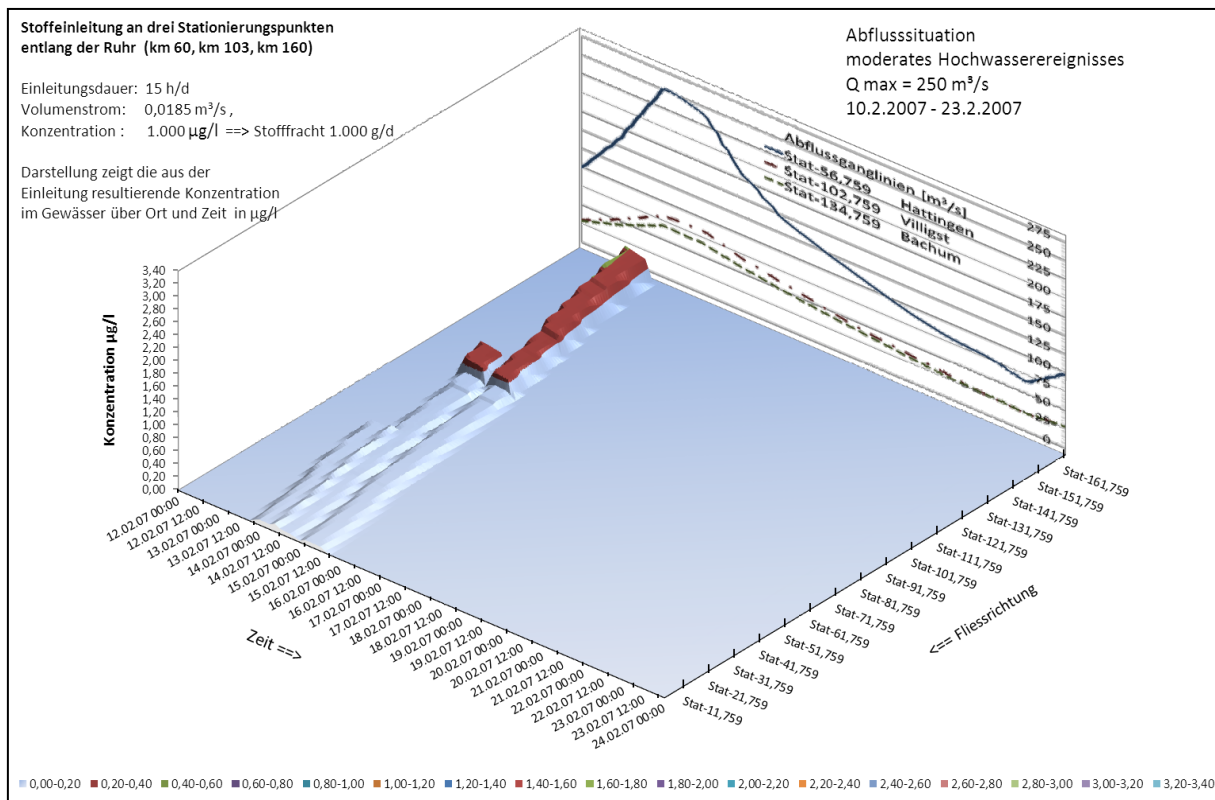


Bild 10.16: Szenario 1 HQ: Einmalige Stoffeinleitung bei Hochwasser an drei Stationierungspunkten entlang der Ruhr

Hier ergibt sich durch die erhöhte Wasserführung des Fließgewässers von 250 m³/s am Pegel Hattingen ein der Verdünnung entsprechender Rückgang der zu verzeichnenden Konzentrationen im Längsverlauf des Gewässers. Aufgrund der hohen Fließgeschwindigkeiten ist der Einfluss der Stauseen nicht mehr deutlich abzulesen. Auch ist erkennbar, dass die einzelnen Wellenfronten der drei Stoffeinleitungen sich gegenseitig tangieren und zu interferieren beginnen.

Noch deutlicher wird dieser letztgenannte Effekt bei den folgenden Simulationsläufen für das Szenario 2 mit wöchentlich werktäglicher Einleitungscharakteristik.

Szenario 2 NQ

Die folgende Darstellung der Ergebnisse (Bild 10.17) zeigt an den drei Einleitorten jeweils eine Stoffeinleitung beginnend mit 2 Tagen Einleitung, 2 Tagen Ruhe (Wochenende) und anschließend 5 Tagen Einleitung (Arbeitswoche) für Niedrigwasserbedingungen.

Die Konzentrationshöhe zeigt eine sehr starke Dynamik im Längsverlauf der Ruhr, beeinflusst von sich überlagernden Stoffwellen.

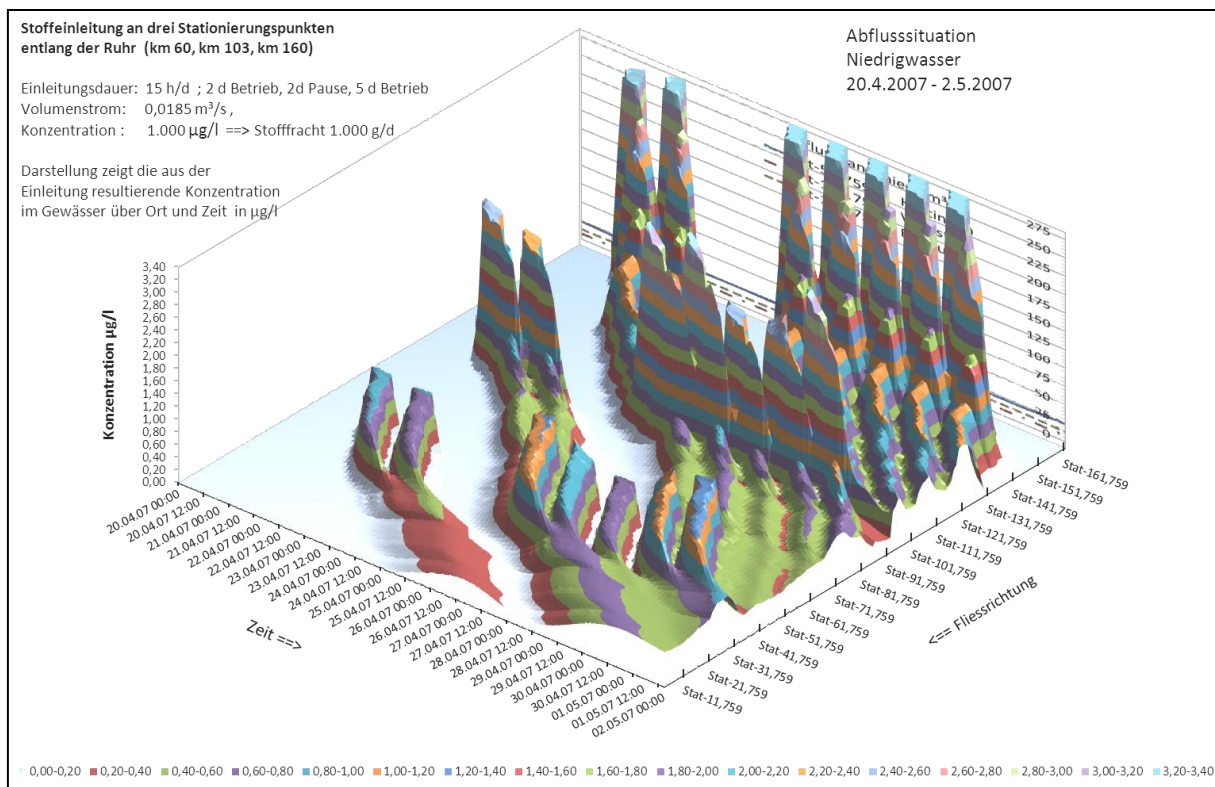


Bild 10.17: Szenario 2 NQ: Stoffeinleitung bei Niedrigwasser an drei Stationierungspunkten entlang der Ruhr bei werktäglichem Betrieb über 15 h/d

Eine bei derartigen Abflussbedingungen erfolgte Probenahme im Gewässer ließe vor allem im Bereich der Unteren Ruhr kaum Rückschlüsse auf den jeweiligen Einfluss des einzelnen Emittenten auf die ermittelte Konzentration im Gewässer zu.

Szenario 2 MQ

Die scheinbar parallel laufenden Stromfäden bei Mittelwasserbedingungen sind tatsächlich schon von Interferenzen beeinflusst, die zu lokalen und zeitlich begrenzten Konzentrationserhöhungen an den beiden unterhalb gelegenen Einleitpunkten bzw. -bereichen führen (siehe Bild 10.18).

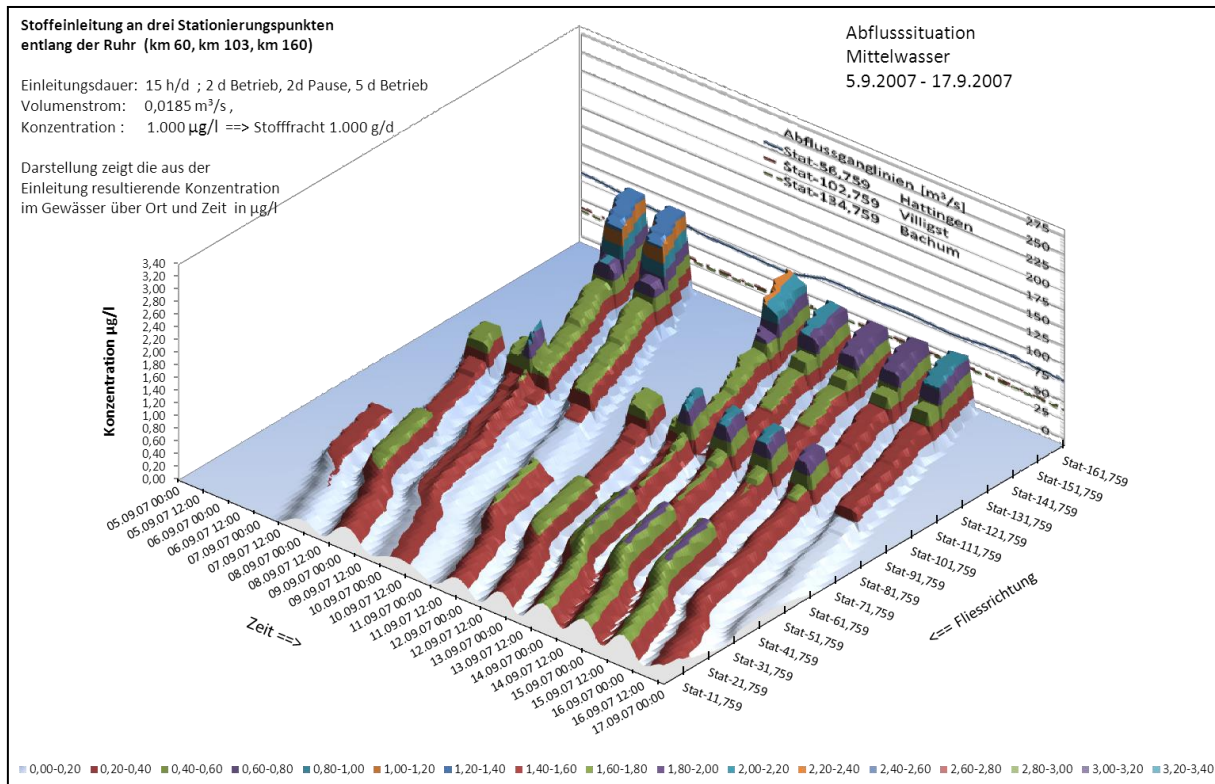


Bild 10.18: Szenario 2 MQ: Stoffeinleitung bei Mittelwasser an drei Stationierungspunkten entlang der Ruhr bei werktäglichem Betrieb über 15 h/d

Auch lässt sich die am Wochenende fehlende Stoffeinleitung, die noch bei km 160 deutlich zu erkennen ist, in den Konzentrationswerten bei Duisburg (km 3,759) kaum noch ablesen. Durch die Überlagerung der Konzentrationsverläufe der einzelnen Stoffeinträge, die an drei unterschiedlichen Orten dem Fließgewässersystem zugegeben werden, kann das Ausbleiben einer Stofffracht aufgrund der Wochenendruhezeit schon 60 km unterhalb der Einleitung nicht mehr detektiert werden. Diese Überlagerung der einzelnen Stoffwellen macht sich selbst bei Hochwasserbedingungen bemerkbar.

Szenario 2 HQ

Die Auswirkungen einer werktäglichen Stoffeinleitung bei einem dynamischen Hochwasserereignis zeigen sich in Bild 10.19. Hier kommt die Tatsache der Stoffwelleninterferenz und der hohen Dynamik des Abflussgeschehens deutlich zum Ausdruck.

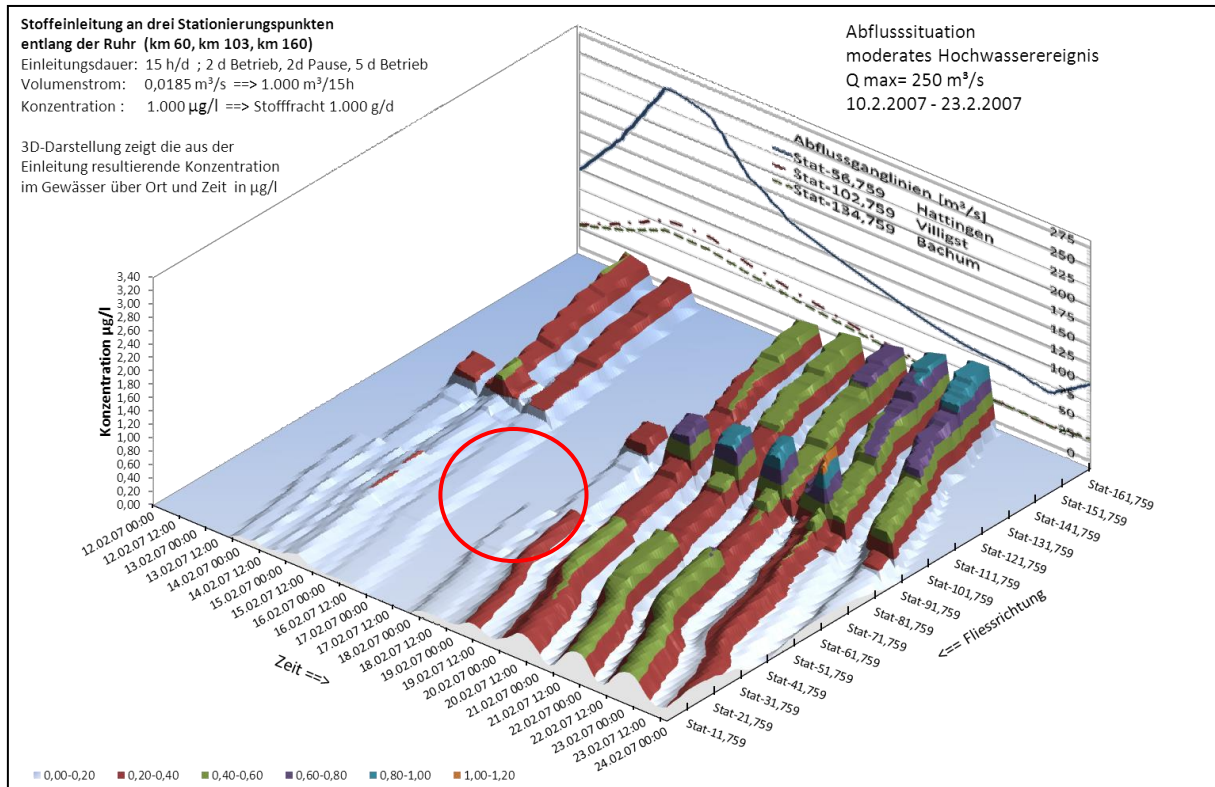


Bild 10.19: Szenario 2 HQ: Stoffeinleitung bei Hochwasser an drei Stationierungspunkten entlang der Ruhr bei werktäglichem Betrieb über 15 h/d

Einerseits sind die Konzentrationen aufgrund der hohen verdünnend wirkenden Abflüsse zu Beginn des Ereignisses zunächst sehr niedrig. Andererseits ist aber auch hierbei der Effekt der Wellenüberlagerung mit einer lokalen Konzentrationserhöhung (siehe roter Kreis) zu erkennen.

Im weiteren Verlauf des Abflussgeschehens erhöhen sich die Konzentrationen im Gewässer aufgrund zurückgehender Abflüsse. Dies wird in Bild 10.20 unterhalb der Einleitung 1 bei km 160 deutlich (siehe Kreise 1.1, 1.2 und 1.3). Die auftretende Überlagerung zeigt sich weiter flussabwärts. Einleitungswelle 1.1 überlagert sich mit 2.2 und anschließend mit 3.3.

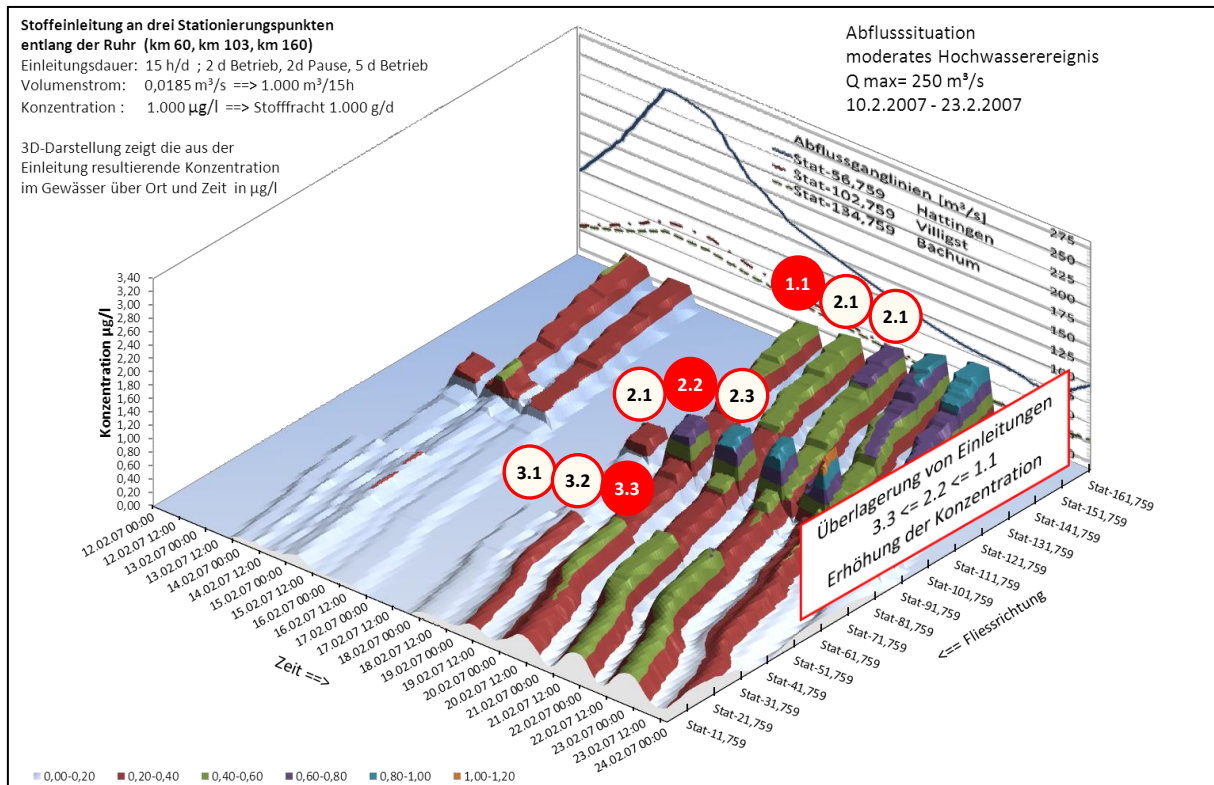


Bild 10.20: Szenario 2 HQ: Herausstellung von Überlagerungseffekten bei Hochwasser durch Stoffeinleitungen an drei Stationierungspunkten entlang der Ruhr

Die Dynamik des Abflussgeschehens und die Dynamik von Stoffeinleitungen in ein Gewässer (sei es direkt in das Gewässer oder indirekt über Nebengewässer) macht eine repräsentative Probenahme sehr schwierig.

Dies verdeutlicht eindrucksvoll die folgende Abbildung (Bild 10.21). Sie zeigt einen Schnitt durch die Ergebnismatrix mit eingespiegelter Konzentrationsganglinie entlang der Fließrichtung und zum Zeitpunkt der maximal auftretenden Konzentration im Gewässer am 21.02.2007 um 15:00 Uhr. Ergänzt wird das Bild durch die Darstellung der im betrachteten Gesamtzeitraum an allen Stationen maximal aufgetretenen Konzentrationen, die in der linken Seitenwand des Oberflächendiagramms dargestellt sind.

Deutlich sind die hohe Dynamik des ausgewählten Konzentrationsprofils und die teilweise hohen Unterschiede zu den maximal auftretenden Konzentrationen abzulesen. Damit wird das Problem offensichtlich, über örtlich und vor allem zeitlich mitunter willkürlich aus dem Gewässer entnommene Stichproben eine repräsentative Gewässerbelastung abzuleiten.

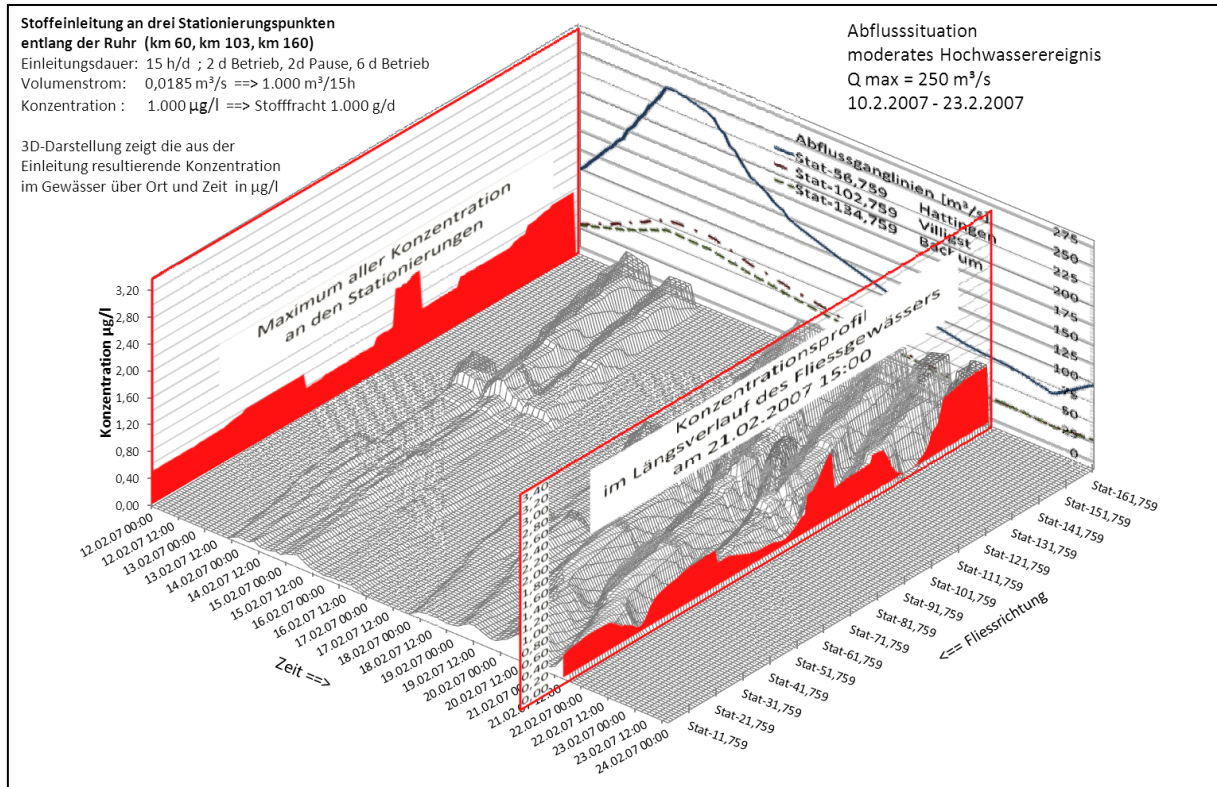


Bild 10.21: Szenario 2 HQ: Darstellung des Konzentrationsverlaufs im Fließgewässer bei Hochwasser durch Stoffeinleitungen an drei Stationierungspunkten entlang der Ruhr für einen festgelegten Betrachtungszeitpunkt

Szenario 3

Zeigt die vorhergehende Simulation deutlich das Stoffverhalten im Fließgewässer bei reduzierter Einleiterzahl auf, so ist die potenzielle Einleiterzahl in einem Flusseinzugsgebiet durchaus höher und zudem die Datenlage deutlich komplexer.

Der folgende Simulationslauf im Szenario 3 stellt für die schon bekannten Abflussverhältnisse Niedrigwasser, Mittelwasser und moderates Hochwasser die Konzentration im Fließgewässerverlauf dar, die auf der Basis zur Verfügung stehender Daten aus industriellen Direkteinleitungen und Ruhrverbandskläranlagen für die Kenngröße EDTA resultieren.

Vorgehensweise

Aus den vorliegenden Einzeldaten der industriellen Direkteinleiterdaten und Ruhrverbandskläranlagen (vgl. Kapitel 10.1) wurden zunächst die prognostizierten Einleiterdaten den jeweils zugehörigen Einzugsgebieten zugeordnet (Bild 10.22). Auf Einzugsgebietsebene wurden anschließend für die Kenngrößen EDTA und TCPP die Emissionstagesfrachten der punktuell in Nebengewässer der Ruhr oder direkt in die Ruhr einleitenden Emittenten auf ihr jeweiliges Einzugsgebiet, zunächst getrennt nach industriellen Direkteinleitern und RV-Kläranlagen (Tabelle 10.8) und anschließend ohne Unterscheidung (Tabelle 10.9) gelistet und bei Einleitung über Nebengewässer kumuliert.

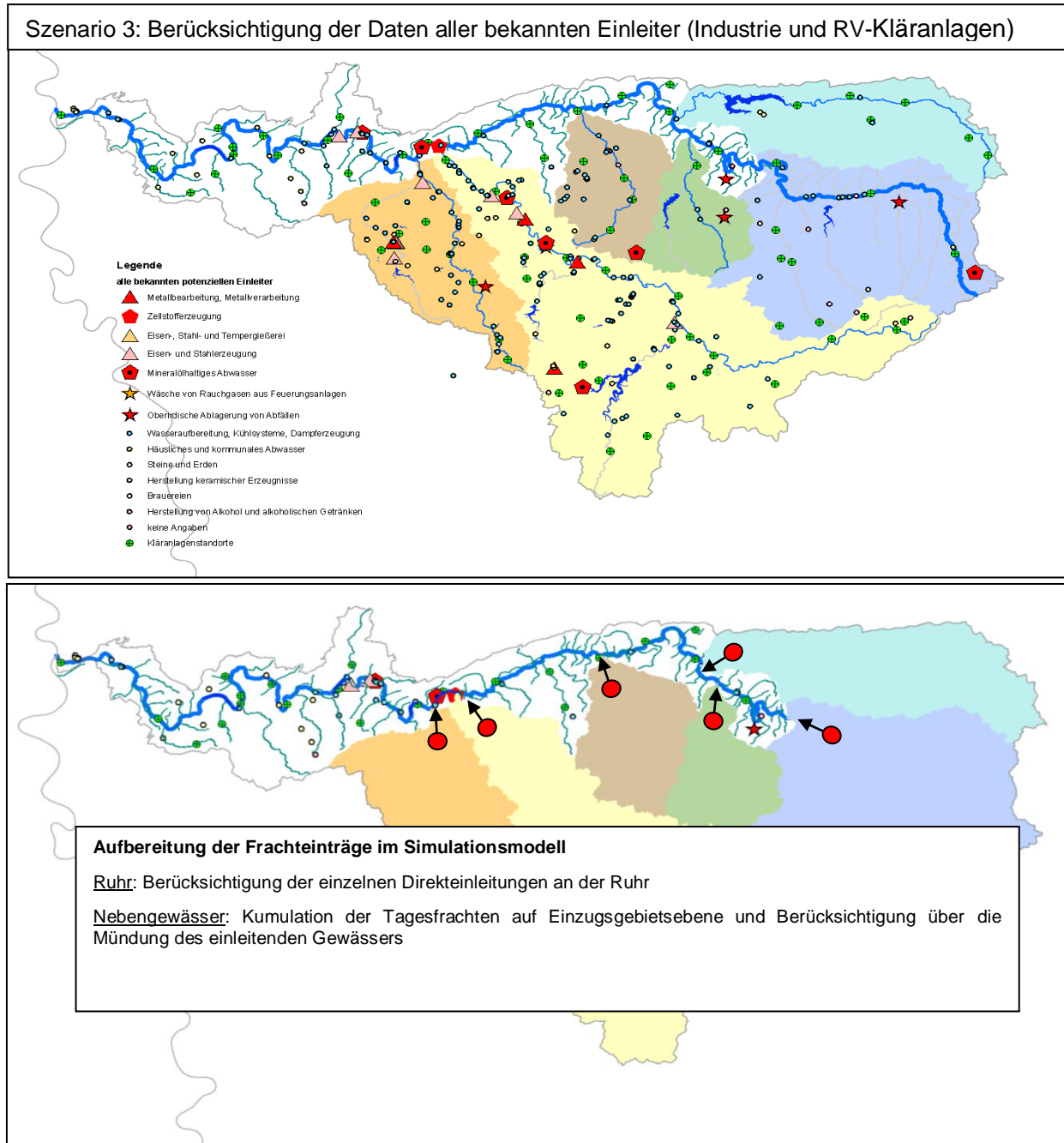


Bild 10.22: Szenario 3: Datenaufbereitung aller bekannter Einleiterdaten

Tabelle 10.8: Darstellung der aggregierten EDTA und TCPP Tagesfrachten im Simulationsgebiet, getrennt für industrielle Direkteinleiter und Kläranlagen des Ruhrverbands

Geordnet und Verdichtet nach Anhängen der AbwV (Direkteinleiter) bzw. Kumulation der RV Kläranlagen

Ruhrkilometer	Einleitpunkt	Gewässerkennzahl	Einleitpunkt in die Ruhr	Daten		Einleiterart	
				Summe von Frachteintrag EDTA (berechnet) an Einleitungsstelle/Messstelle in kg/d		Summe von Frachteintrag TCPP (berechnet) an Einleitungsstelle/Messstelle in kg/d	
				Industrie Direkteinleiter	RV Kläranlage	Industrie Direkteinleiter	RV Kläranlage
212,508	276112		Hillebach	-	-	-	-
210,849	276		Ruhr	-	0,01993	-	0,00065
209,670	276		Ruhr	0,00615	-	0,00004	-
199,453	276116		Gierskoppbach	-	-	-	-
192,716	276118		Elpe	0,00026	-	0,00000	-
191,539	27612		Valme	0,03365	-	0,00024	-
187,934	276		Ruhr	-	0,20349	-	0,02933
186,810	276		Ruhr	-	-	-	-
186,677	276134		Nierbach	-	-	-	-
184,870	2761394		N.N.	-	-	-	-
184,240	276		Ruhr	-	-	-	-
182,493	2761396		N.N.	-	-	-	-
182,313	27614		Henne	-	-	-	-
178,790	276		Ruhr	-	-	-	-
176,640	2761554		N.N.	-	-	-	-
176,436	276156		Kelbke	0,00054	-	0,00000	-
173,473	27616		Wenne	1,49269	0,11129	-	0,00288
173,309	2761712		Kesselbach	-	-	-	-
166,330	276		Ruhr	-	-	-	-
164,112	276		Ruhr	-	1,25508	-	0,01937
151,880	276		Ruhr	-	-	-	-
151,291	276178		Hellefelder Bach	-	-	-	-
146,907	276		Ruhr	-	0,12978	-	0,00207
144,261	2761796		Kettlersbach	-	-	-	-
141,829	27618		Röhr	0,01141	0,12082	0,00008	0,01283
137,347	2762		Möhne	0,29774	0,16253	0,00627	0,04818
135,586	276312		Bachumer Bach	-	0,73464	-	0,01175
130,731	27634		Bremer Bach	-	0,02448	-	0,00470
124,053	276		Ruhr	-	0,03429	-	0,00316
121,190	276		Ruhr	-	-	-	-
116,579	2764		Härne	-	0,69303	-	0,04261
113,630	276		Ruhr	-	-	-	-
106,961	27654		Basrbach	-	0,49521	-	0,01607
106,063	2765512		Staubecken-Schwerte-Geisecke	-	-	-	-
99,936	276		Ruhr	-	0,25830	-	0,00921
99,278	27656		Elsebach	-	-	-	-
99,100	276		Ruhr	-	-	-	-
96,350	276		Ruhr	-	-	-	-
94,346	27659132		N.N.	-	-	-	-
92,760	276		Ruhr	-	-	-	-
92,724	2766		Lenne	23,75722	2,34235	0,24991	0,13295
90,923	276		Ruhr	-	-	-	-
89,850	276		Ruhr	-	-	-	-
89,840	276		Ruhr	-	-	-	-
89,830	276		Ruhr	0,35122	-	0,00248	-
89,820	276		Ruhr	-	-	-	-
89,810	276		Ruhr	0,00316	-	0,00002	-
88,510	276		Ruhr	-	-	-	-
87,674	2768		Volme	0,18743	0,70786	0,00132	0,03543
85,753	276		Ruhr	-	1,49427	-	0,05801
85,390	276		Ruhr	-	-	-	-
80,181	27691332		Schnodderbach	-	-	-	-
77,540	276		Ruhr	-	-	-	-
77,191	276916		Elbsche	-	0,00662	-	0,00018
73,620	276		Ruhr	-	-	-	-
73,340	2769174		Borbach	-	-	-	-
72,810	276		Ruhr	-	-	-	-
67,750	276		Ruhr	-	-	-	-
67,580	276		Ruhr	-	-	-	-
67,570	276		Ruhr	-	-	-	-
67,428	27691992		N.N.	-	-	-	-
67,353	27692		Oelbach	-	1,35534	-	0,04070
67,120	276		Ruhr	-	-	-	-
66,068	276		Ruhr	-	0,06434	-	0,00494
63,280	276932		Pletzbach	-	-	-	-
62,720	276		Ruhr	-	-	-	-
58,904	27694		Paasbach	-	-	-	-
56,401	276		Ruhr	-	0,46158	-	0,01873
54,480	276		Ruhr	-	-	-	-
50,456	276952		Linker Zufluß bei Dahlhausen	-	0,22294	-	0,00769
49,190	276		Ruhr	-	-	-	-
39,295	276		Ruhr	-	0,99264	-	0,02241
38,056	276		Ruhr	-	0,48495	-	0,02083
37,425	27696		Deilbach	-	-	-	-
37,310	276		Ruhr	-	-	-	-
35,280	276972		Hesperbach	-	0,10622	-	0,00588
31,120	276		Ruhr	-	-	-	-
26,530	276976		Schuirbach	-	-	-	-
25,592	276978		Oefter Bach	-	-	-	-
23,236	27698		Rinderbach	-	0,11106	-	0,00605
21,863	276		Ruhr	-	0,31752	-	0,01546
19,152	276992		Rossenbeck	-	-	-	-
11,170	276		Ruhr	-	-	-	-
11,160	276		Ruhr	-	-	-	-
8,830	276		Ruhr	-	-	-	-
1,032	276		Ruhr	-	6,34164	-	0,43154
-	276		Ruhr	-	-	-	-
Gesamtergebnis				26,141	19,252	0,260	1,004

Tabelle 10.9: Darstellung der aggregierten EDTA und TCPP Tagesfrachten im Simulationsgebiet, kumuliert für die Einleitungspunkte in die Ruhr

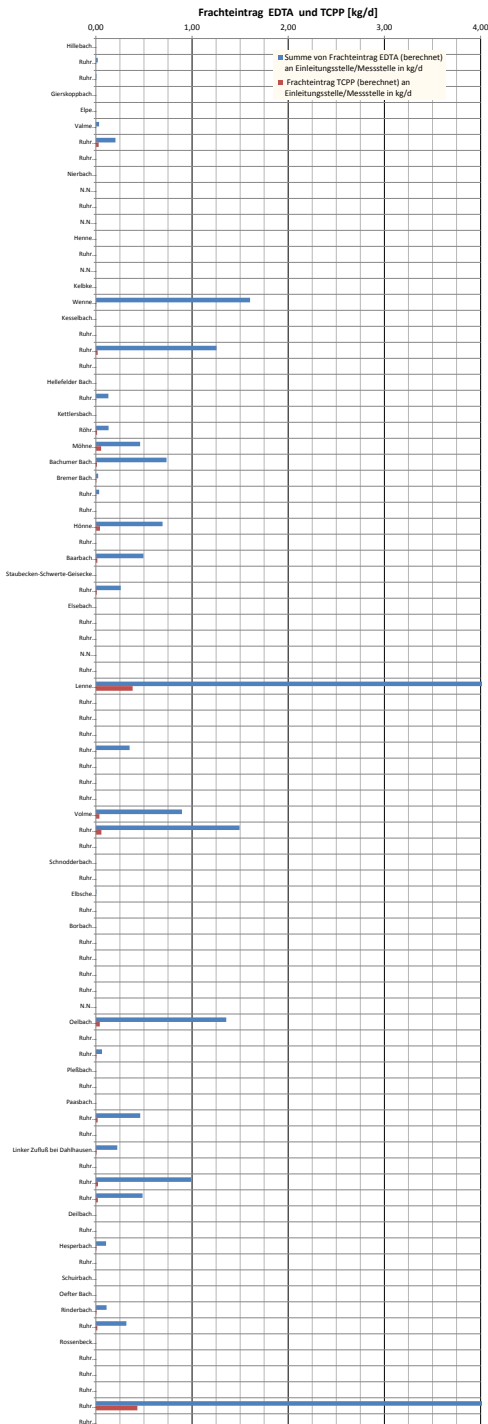
Einträge aus industriellen Direkteinleitungen und Kläranlagen in die Ruhr

1

Frachteinträge EDTA und TCPP [kg/d]

Kumulierte Frachteinträge an den Einleitungspunkten in die Ruhr

Ruhrkilometer Einleitungspunkt	Einleitungspunkt in die Ruhr	Daten	
		Summe von Frachteintrag EDTA (berechnet) an Einleitungsstelle/Messstelle in kg/d	Frachteintrag TCPP (berechnet) an Einleitungsstelle/Messstelle in kg/d
212,508	Hillebach	-	-
210,849	Ruhr	0,019929	0,000645
209,670	Ruhr	0,006153	0,000043
199,453	Gierskoppbach	-	-
192,716	Elpe	0,000262	0,000002
191,539	Valme	0,033647	0,000237
187,934	Ruhr	0,203494	0,029334
186,810	Ruhr	-	-
186,677	Nierbach	-	-
184,870	N.N.	-	-
184,240	Ruhr	-	-
182,493	N.N.	-	-
182,313	Henne	-	-
178,790	Ruhr	-	-
176,640	N.N.	-	-
176,436	Kelbke	0,000544	0,000004
173,473	Wenne	1,603982	0,002882
173,309	Kesselbach	-	-
166,330	Ruhr	-	-
164,112	Ruhr	1,255084	0,019366
151,880	Ruhr	-	-
151,291	Hellefelder Bach	-	-
146,907	Ruhr	0,129781	0,002067
144,261	Kettlersbach	-	-
141,829	Röhr	0,132238	0,012911
137,347	Möhne	0,460266	0,054450
135,586	Bachumer Bach	0,734637	0,011752
130,731	Bremer Bach	0,024479	0,004700
124,053	Ruhr	0,034290	0,003162
121,190	Ruhr	-	-
116,579	Hönne	0,693030	0,042609
113,630	Ruhr	-	-
106,961	Baarbach	0,495213	0,016072
106,063	Staubecken-Schwerte-Geisecke	-	-
99,936	Ruhr	0,258298	0,009212
99,278	Eisebach	-	-
99,100	Ruhr	-	-
96,350	Ruhr	-	-
94,346	N.N.	-	-
92,760	Ruhr	-	-
92,724	Lenne	26,099567	0,382855
90,923	Ruhr	-	-
89,850	Ruhr	-	-
89,840	Ruhr	-	-
89,830	Ruhr	0,351222	0,002477
89,820	Ruhr	-	-
89,810	Ruhr	0,003161	0,000022
88,510	Ruhr	-	-
87,674	Volme	0,895289	0,036749
85,753	Ruhr	1,494266	0,058013
85,390	Ruhr	-	-
80,181	Schnodderbach	-	-
77,540	Ruhr	-	-
77,191	Elbsche	0,006618	0,000179
73,620	Ruhr	-	-
73,340	Borbach	-	-
72,810	Ruhr	-	-
67,750	Ruhr	-	-
67,580	Ruhr	-	-
67,570	Ruhr	-	-
67,428	N.N.	-	-
67,353	Deilbach	1,355341	0,040701
67,120	Ruhr	-	-
66,068	Ruhr	0,064339	0,004937
63,280	Pleißbach	-	-
62,720	Ruhr	-	-
58,904	Paasbach	-	-
56,401	Ruhr	0,461580	0,018729
54,480	Ruhr	-	-
50,456	Linker Zufluß bei Dahlhausen	0,222938	0,007691
49,190	Ruhr	-	-
39,295	Ruhr	0,992641	0,022415
38,056	Ruhr	0,484954	0,020833
37,425	Deilbach	-	-
37,310	Ruhr	-	-
35,280	Hesperbach	0,106224	0,005875
31,120	Ruhr	-	-
26,530	Schuitbach	-	-
25,592	Oefter Bach	-	-
23,236	Rinderbach	0,111056	0,006048
21,863	Ruhr	0,317520	0,015464
19,152	Rossenbeck	-	-
11,170	Ruhr	-	-
11,160	Ruhr	-	-
8,830	Ruhr	-	-
1,032	Ruhr	6,341639	0,431543
-	Ruhr	-	-
Gesamtergebnis		45,393680	1,263982



Bezogen auf die Frachten für die Kenngrößen EDTA und TCPP ergeben sich als Eingangsgrößen in das Simulationsmodell die in Tabelle 10.10 aufgeführten Zahlenwerte:

Tabelle 10.10: Eingangsgrößen in das Simulationsmodell

	EDTA [kg/d]	TCPP [kg/d]
Oberhalb Pegel Oeventrop		
Industrielle Direkteinleitung	1,53	0,00029
RV-Kläranlagen	1,59	0,05223
Summe	3,12	0,0525
Im Simulationsgebiet		
Industrielle Direkteinleitung <i>(davon Stora-Enso bei Hagen: 22,54 kg EDTA, 0,159 kg TCPP)</i>	24,608	0,260
RV-Kläranlagen	11,320	0,516
Summe	35,93	0,776
Unterhalb Duisburg		
Industrielle Direkteinleitung	0	0
RV-Kläranlagen (Duisburg-Kasslerfeld)	6,34	0,43154
Summe	6,34	0,432
Gesamtsumme	45,39	1,26

Deutlich sticht bei den industriellen Einleitern der Wert 24,608 kg/d für die EDTA Fracht hervor. Die Summe der Emissionen ist maßgeblich einem einzigen Emittenten zuzuordnen. Mit einer emittierten Tagesfracht von 23,75 kg/d EDTA und 0,2499 kg/d TCPP ist dieser Emittent der dominierende Einflussfaktor und überlagert alle anderen Einleitungen unterhalb der Einleitung (siehe Bild 10.23).

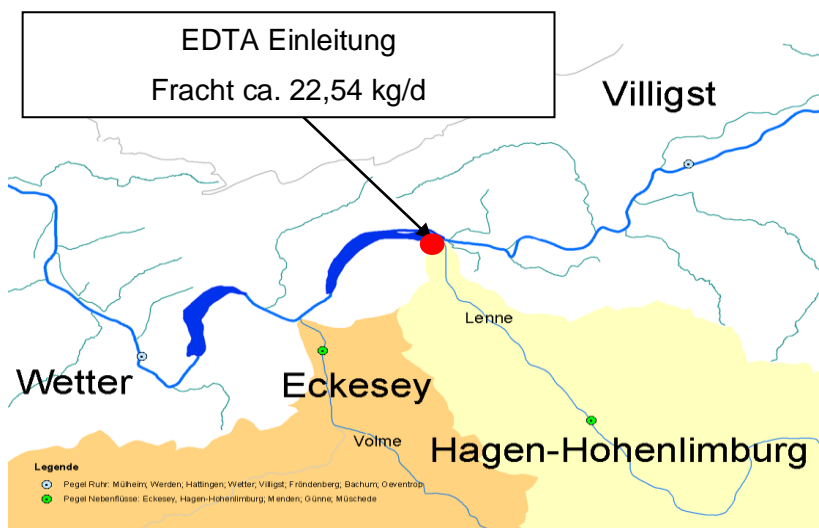


Bild 10.23: Szenario 3 NQ: EDTA-Stoffeinleitung eines einzelnen Emittenten

Die Tagesfrachten der industriellen Direkteinleitungen und der RV-Kläranlagen wurden für die Simulation auf unterschiedliche Weise in Konzentrationswerte und Abflüsse an den Einleitstellen der Ruhr umgerechnet. In Bild 10.24 ist die Struktur der in das Modell einbezogenen Daten dargestellt.

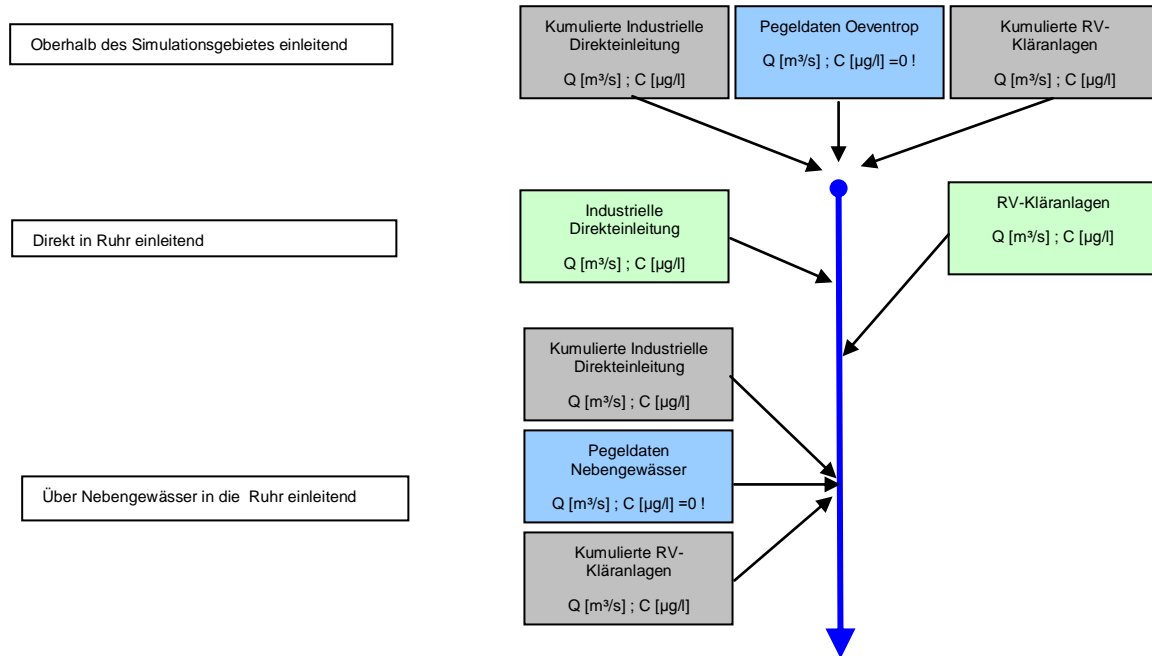


Bild 10.24: Struktur der berücksichtigten Einleiterdaten im Simulationsmodell

Industrielle Direkteinleiter

Von den bekannten Direkteinleitern standen jeweils eine Tagesfracht und die Jahresschmutzwassermenge zur Verfügung. Folgende Fälle wurden unterschieden:

Direkte Einleitung in die Ruhr: Für jeden einzelnen Emittenten Berechnung der Konzentration über Tagesfracht und Jahresschmutzwassermenge für jeden einzelnen Tag.

Einleitung über das Nebengewässer in die Ruhr: Berechnung der Konzentration aus den kumulierten Tagesfrachten aller Emittenten im betroffenen Einzugsgebiet und Rückrechnung der kumulierten Tagesfracht über die Abflusshöhe des in die Ruhr mündenden Gewässers.

RV Kläranlagen

Von den RV-Kläranlagen standen jeweils die emittierte Tagesfracht und die Tagesabflussmenge zur Verfügung. Folgende Fälle wurden unterschieden:

Direkte Einleitung in die Ruhr: Für jede einzelne Kläranlage Berechnung der Konzentration über Tagesfracht und Jahresschmutzwassermenge für jeden einzelnen Tag.

Einleitung über das Nebengewässer in die Ruhr: Berechnung der Konzentration über Tagesfracht und Tagesabflusswert für jeden einzelnen Tag und für jede einzelne Kläranlage. Anschließend wurden alle Kläranlagen im Einzugsgebiet auf den Punkt an der Mündung des

Gewässers in die Ruhr über Mischungsrechnung hochgerechnet, wobei die Gesamtwassermenge von den Pegeldata des Gewässers abgezogen wurde.

Auf Basis dieser Eingangsdaten erfolgte anschließend ein Simulationslauf mit einer Ortschrittweite von $dl = 250$ m und einer Zeitschrittweite von $dt = 3$ h. Diese Simulation ergab für die drei unterschiedlichen Abflussverhältnisse NQ, MQ und moderates HQ folgende Ergebnisse.

Szenario 3 NQ

Den Konzentrationsverlauf bei Niedrigwassersituation über Ort und Zeit zeigen Bild 10.25 und Bild 10.26.

Sehr deutlich ist der Konzentrationsanstieg zu sehen, der durch den Einzeleinleiter im Mündungsbereich der Lenne verursacht wird. Die Dynamik (Delle in der Oberfläche) zeigt in der dreidimensionalen perspektivischen Darstellung (Bild 10.25) wie auch in der zweidimensionalen Draufsicht (Bild 10.26) deutlich den Einfluss der Wasserführung der Lenne und Volme.

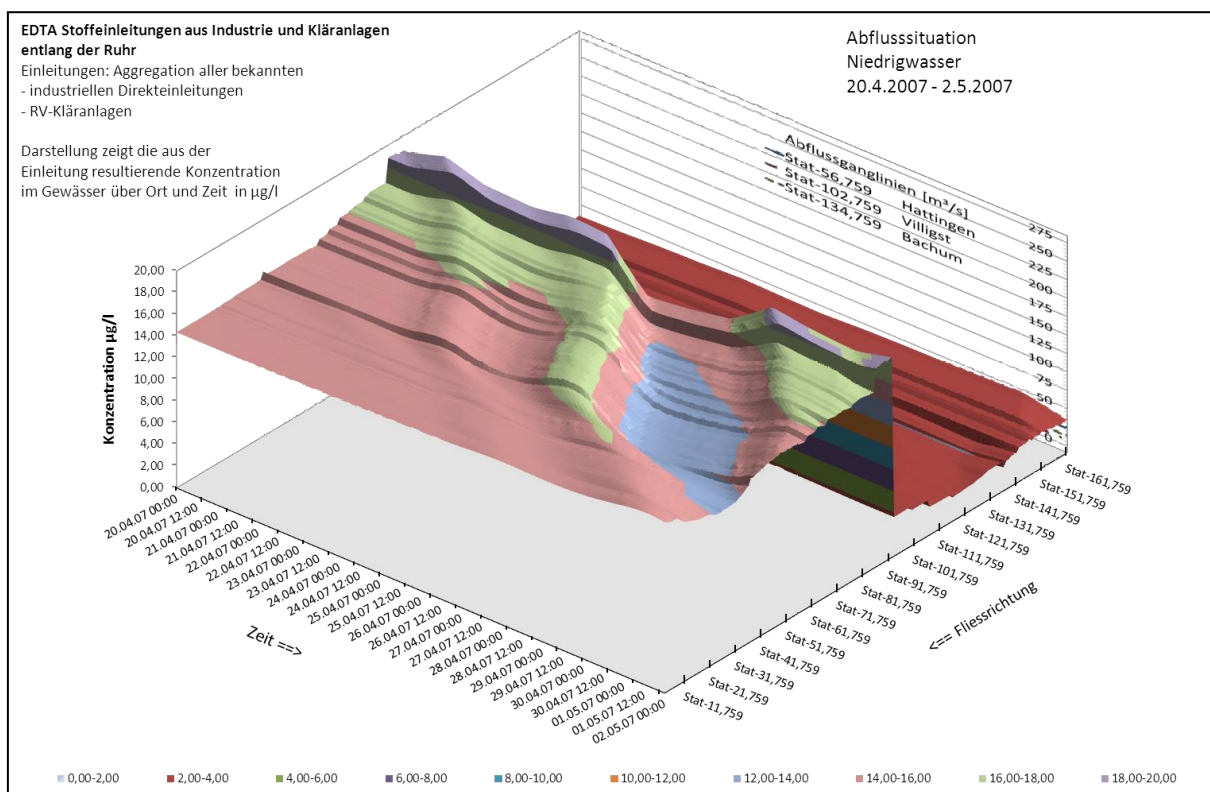


Bild 10.25: Szenario 3 NQ: EDTA-Stoffeinleitung bei Niedrigwasser; Darstellung Perspektive

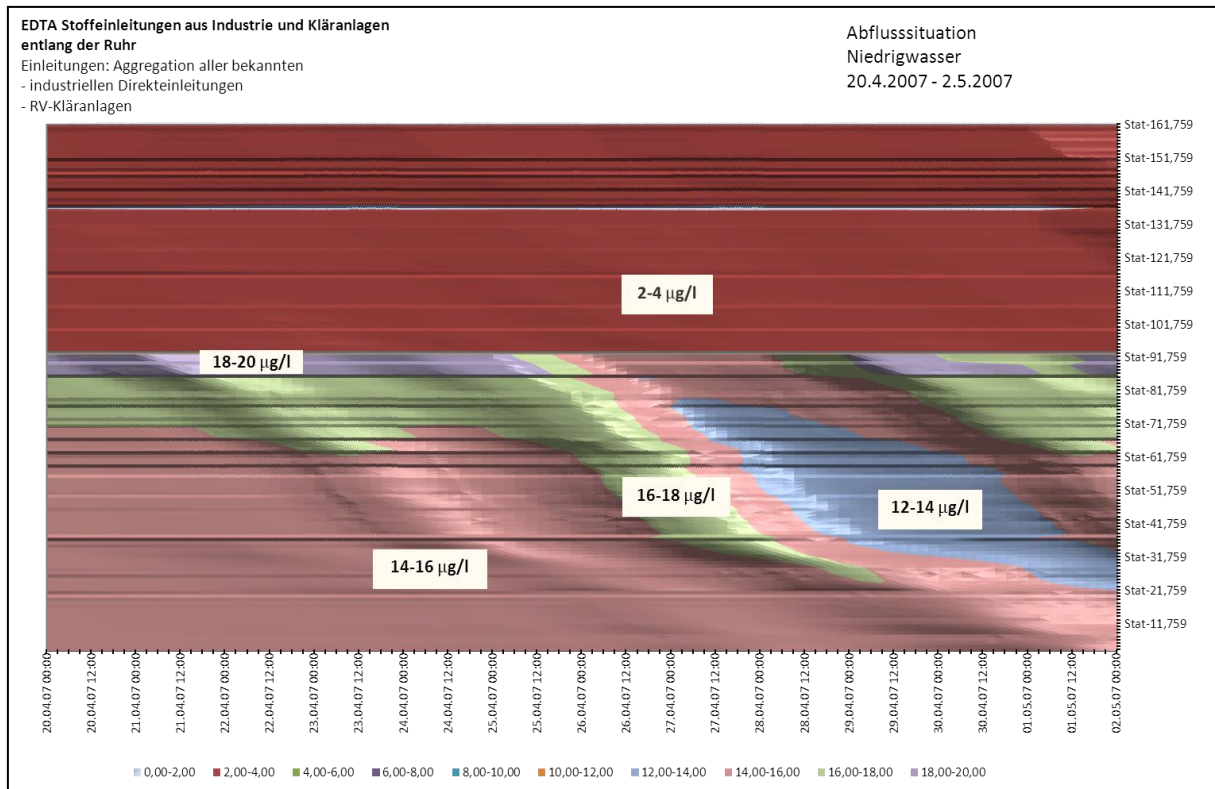


Bild 10.26: Szenario 3 NQ: EDTA-Stoffeinleitung bei Niedrigwasser; Darstellung Draufsicht

So wird der erkennbare Konzentrationsrückgang auf 12 bis 14 µg/l durch den kurzzeitigen Anstieg des Abflusses in der Lenne während des Zeitraums zwischen dem 26.04. und dem 28.04.2007 verursacht (siehe Bild 10.27).

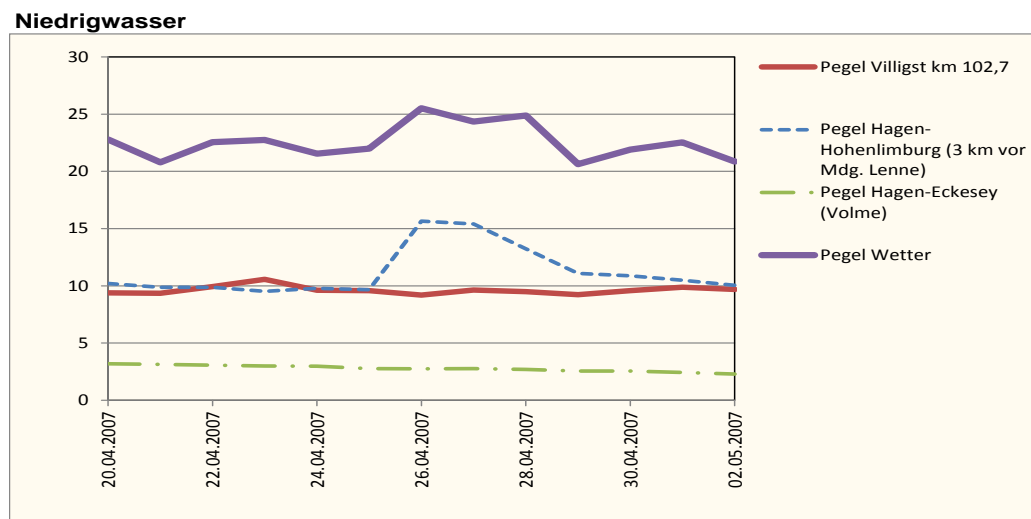


Bild 10.27: Szenario 3 NQ: Darstellung der Abflussverhältnisse an den Pegeln Villigst, Hagen Hohenlimburg und Hattingen

Szenario 3 MQ

Der Simulationslauf für Mittelwasser zeigt einen gleichmäßigen Rückgang der Konzentrationen aufgrund der erhöhten Wasserführung. Da die emittierten Tagesfrachten bei den unterschiedlichen Szenarien immer gleich sind, sinken die Konzentrationen entsprechend der Verdünnung durch die erhöhte Wasserführung bei Mittelwasser (siehe **Bild 10.28**).

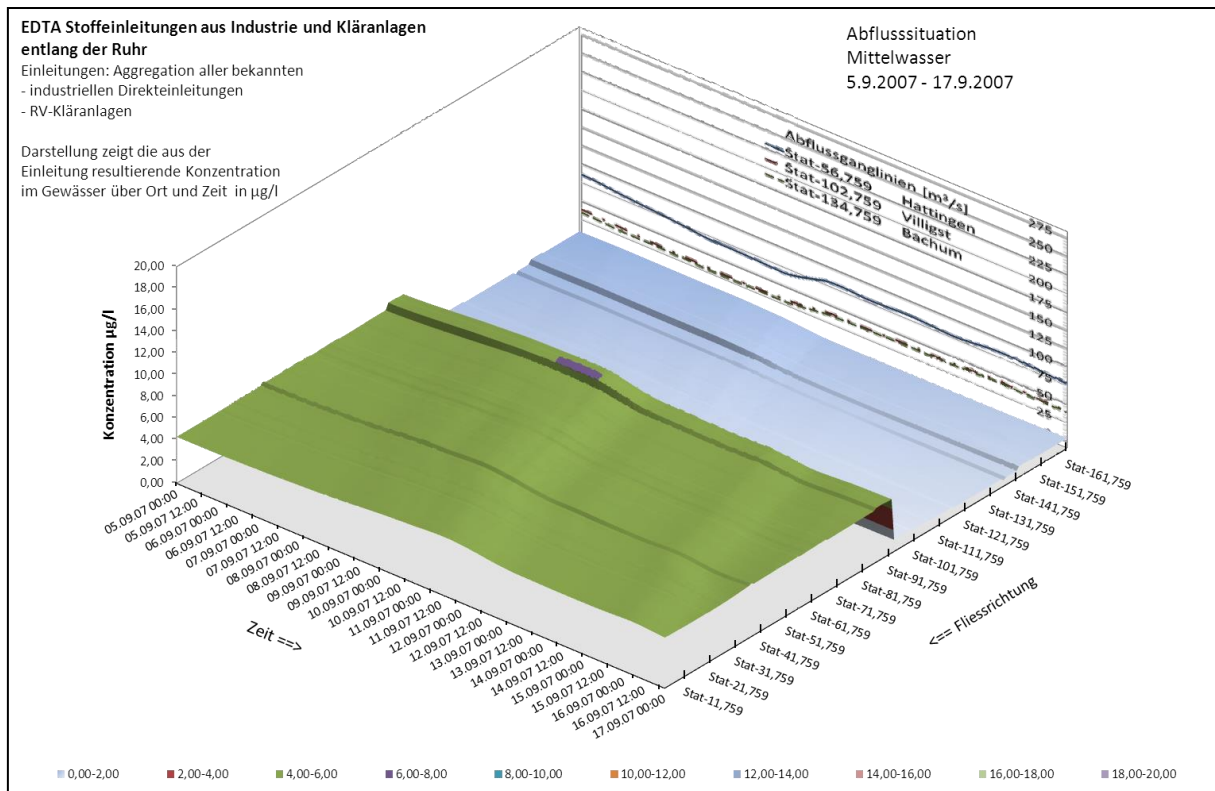


Bild 10.28: Szenario 3 MQ: EDTA-Stoffeinleitung bei Mittelwasser

Szenario 3 HQ

Der Konzentrationsverlauf der Simulation für ein moderates Hochwasser zeigt erwartungsgemäß insgesamt niedrigere Konzentration, jedoch mit einer entsprechenden Dynamik durch das Abflussgeschehen des auslaufenden Hochwasserereignisses (siehe Bild 10.29).

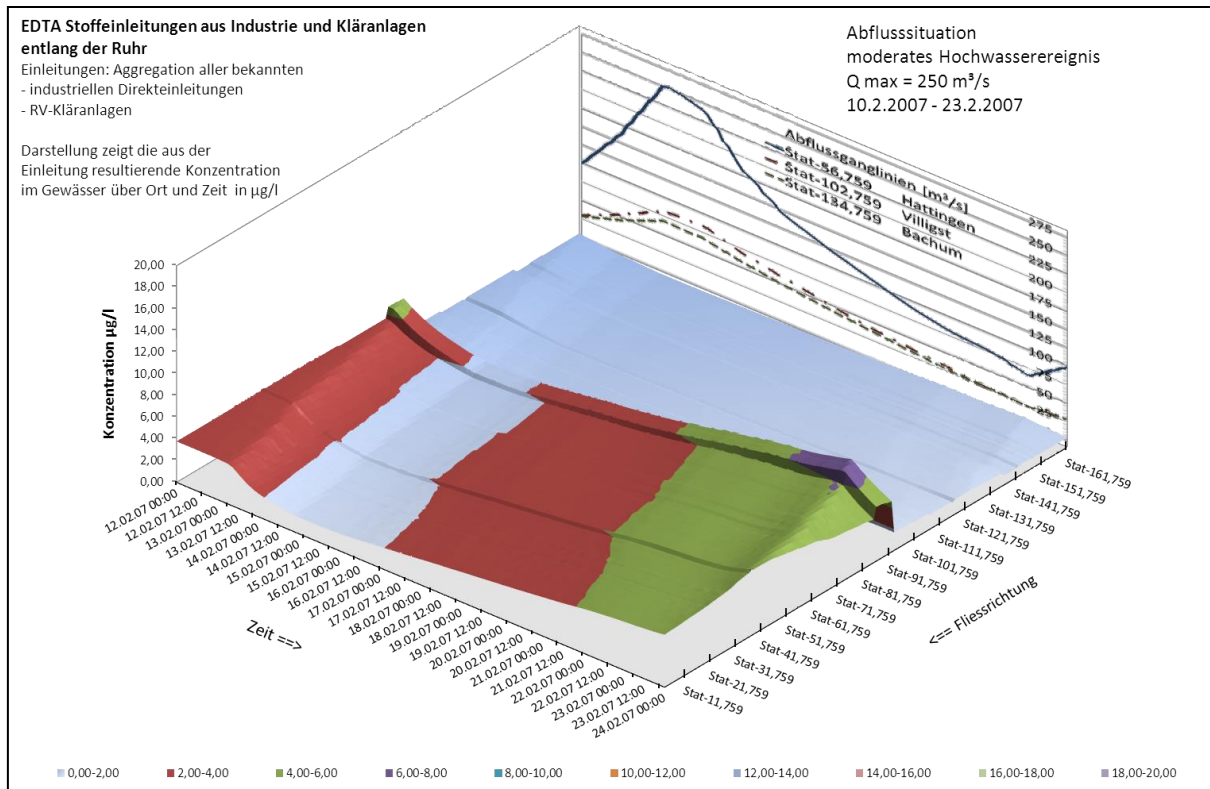


Bild 10.29: Szenario 3 HQ: EDTA-Stoffeinleitung bei Hochwasser

Die Konzentrationen unterhalb der Einleitung Stora-Enso sinken auf unter 2 µg/l und steigen mit zurückgehender Abflussmenge wieder auf Werte im Bereich 4 bis 6 µg/l bzw. direkt unterhalb der Einleitung auf 6 bis 8 µg/l an.

Fazit

Die Simulation der beiden virtuellen Einleitzszenarien 1 und 2 hat einen guten Überblick über die Schwierigkeiten einer eindeutigen Interpretation von Ursache und Wirkung bei Stoffeinleitungen mit persistentem Verhalten im Fließgewässer gegeben. Translation, longitudinale Dispersion sowie die Überlagerung von Wellen mit den entsprechenden dynamischen Auswirkungen auf die Konzentration im Fließgewässer sind Aspekte, die es bei der Deutung von Probenahmestrategien zu berücksichtigen gilt.

Die Simulation des Szenarios 3 mit „realen“ Stofffrachtgrößen erweckt auf den ersten Blick den Anschein recht gleichmäßiger Konzentrationsverläufe über die Zeit. Bei diesem Ergebnis ist aber unbedingt zu berücksichtigen, dass alle Simulationsrechnungen des Szenarios 3 auf gleichmäßigen mittleren Tagesfrachten der betrachteten Einleitungsstellen beruhen. Ein mitunter stark schwankender Tagesgang oder eine stoßweise Emission von Industriebetrieben, wie sie bei deren Produktionsabläufen durchaus vorkommen können, ist aufgrund der vorliegenden Datenqualität und –quantität aller übrigen Emittenten nicht sinnvoll simulierbar.

Insgesamt betrachtet zeigt die Simulation mit dem Fließgewässergütemodell der DWA für die Stoffbetrachtung ohne Abbauvorgänge (Konservativer Ansatz) jedoch durchaus plausible und nachvollziehbare Ergebnisse.

11 Fazit

Zur Erhebung der Betriebe der Direkt- und Indirekteinleiter wurden im Rahmen dieser Studie die Daten aus den Jahren 2000 bis 2009 aus der amtlichen Überwachung des Landes Nordrhein-Westfalen ausgewertet, die als Auszüge aus der D-E-A mit Stand Juli 2010 (NIKLAS-IGL) und Oktober 2010 (INKA und NIKLAS-KOM) vom LANUV zur Verfügung gestellt worden waren. Dabei wurden 4.508 Betriebe identifiziert, die als Indirekteinleiter ihre Abwässer über insgesamt 92 kommunale Kläranlagen in die Ruhr und deren Nebengewässer einleiten. Weiterhin wurden 294 Direkteinleiter im Ruhreinzugsgebiet identifiziert.

Die Indirekteinleiter wurden anhand der Zuordnung ihrer Abwässer zu den Anhängen der AbwV charakterisiert. Die größte Anzahl der Indirekteinleiter leitet mineralöhlhaltige Abwässer ein (1.976), gefolgt von Zahnarztpraxen (887) und Betrieben der Metallbearbeitung und Metallverarbeitung (448). Häusliche Abwässer wurden von 333 Indirekteinleitern eingeleitet. Einleitungen von Abwässern aus anderen Branchen erfolgen in deutlich geringerer Anzahl. Eine Ermittlung der von den Indirekteinleitern ermittelten Frachten organischer Industriechemikalien war basierend auf dem oben genannten Datenbestand flächendeckend nicht möglich. Analysedaten zu organischen Industriechemikalien liegen häufig nur über Summenparameter (z. B. AOX, LHKW etc.) vor, was eine detaillierte Einzelstoffbewertung nicht zulässt.

Eine Ermittlung von Frachten organischer Industriechemikalien im Ablauf kommunaler Kläranlagen anhand der Messergebnisse aus der D-E-A war ebenfalls nicht möglich, da diese nur als Summenparameter und nur in Ausnahmefällen oder bei begründetem Verdacht als Einzelstoffe untersucht wurden. Die bisherigen Anforderungen (z. B. aus der bundesweiten Abwasserverordnung) sahen organische Industriechemikalien zum Zeitpunkt der Untersuchungen in der Regel nicht vor.

Die Direkteinleiter wurden anhand der Zuordnung ihrer Abwässer zu den Anhängen der AbwV charakterisiert. Die größte Anzahl der Direkteinleiter leitet Abwasser aus der Wasseraufbereitung, von Kühlsystemen und von Anlagen zur Dampferzeugung ein (150). Häusliche Abwässer werden von 43 Direkteinleitern eingeleitet. Mineralöhlhaltige Abwässer werden von 9, Abwässer aus den Bereichen Steine und Erden sowie Eisen- und Stahlerzeugung von jeweils 7 und Abwässer aus der Metallverarbeitung und Metallbearbeitung von 5 Direkteinleitern eingeleitet. Einleitungen von Abwässern aus anderen Branchen erfolgen in deutlich geringerer Anzahl. Anhand der Überwachungsergebnisse organischer Industriechemikalien und eingeleiteter Abwassermengen konnten relevante Industriechemikalien identifiziert und deren Frachten berechnet werden. Dabei zeigte sich, dass größere eingeleitete Frachten mit über einer Tonne pro Jahr lediglich für

EDTA und DTPA nachgewiesen werden konnten, wobei als Einleiter ein Betrieb der Papierherstellung identifiziert wurde.

Zur Abwasserbehandlung werden bei den Direkteinleitern gemäß den Angaben in NIKLAS-IGL überwiegend konventionelle Verfahren (Sedimentation, Leichtflüssigkeitsabscheider und Belebtschlammanlage) eingesetzt. Weitergehende Abwasserbehandlungsverfahren, die ggf. besonders gut zur Elimination von organischen Industriechemikalien geeignet sein können (wie z. B. Adsorption, Oxidation, Ozonung, Membranverfahren und chemische Abscheideverfahren, Flockung und Fällung), werden nicht oder nur in sehr geringem Ausmaß eingesetzt.

Da eine weitere Identifikation relevanter Industriechemikalien und deren Einleitungsmengen anhand der Daten aus NIKLAS-IGL nicht möglich war, wurde versucht, relevante Betriebe unter den Direkteinleitern zu identifizieren, die potenziell organische Industriechemikalien in die Ruhr und deren Nebengewässer einleiten können. Hierzu wurden die Einstufung der Anlagen der direkteinleitenden Betriebe hinsichtlich des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, der Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (aktuell die Industrieemissionsrichtlinie), der Nose-P (Nomenclature of Sources of Emissions-Process) und des PRTR (Pollutant Release and Transfer Register) herangezogen und potenzielle Branchen, in denen organische Industriechemikalien eingesetzt werden könnten, identifiziert. Auf diese Weise wurden 32 Betriebe als Direkteinleiter an der Ruhr und deren Nebenflüssen identifiziert, von denen potenziell ein Eintrag organischer Industriechemikalien in die Ruhr ausgehen kann, wobei der Großteil dieser Betriebe (15) Anlagen zur Oberflächenbehandlung von Metallen sowie von Metallen und Kunststoffen betreiben.

Das Eintragungspotenzial organischer Industriechemikalien ist zum einen von der Anzahl der Betriebe abhängig, deren Abwässer letztendlich in die Ruhr gelangen und zum anderen von den emittierten Stoffen sowie deren Mengen und Eigenschaften. Da die Auswertung der zur Verfügung stehenden Daten keine verlässlichen Aussagen über emittierte Stoffe und Stofffrachten aus den Industriebetrieben im Ruhreinzugsgebiet ermöglichte, wurde zur Quantifizierung des Eintragungspotenzials vereinfachend die Summe der Anzahl der Betriebe herangezogen, die ihre Abwässer in die Ruhr direkt oder über deren Nebenflüsse abgeben. Eine Spezifikation des Eintragungspotenzials erfolgt durch eine Charakterisierung der Einleitungen gemäß der Zuordnung zu einem Anhang der Abwasserverordnung. Das Eintragungspotenzial nimmt gemäß der Anzahl der einleitenden Betriebe entlang des Verlaufs der Ruhr zu, wobei sich als Eintragungsschwerpunkte die Einleitungen über die Nebenflüsse, insbesondere der Lenne und der Volme abzeichnen.

Aus den Recherchen in den Datenbanken geht deutlich eine starke Verbreitung verschiedener metallbe- und metallverarbeitender Betriebe hervor, die auch im Bereich der

Lenne und Volme zu einem Einfluss auf die aus kommunalen Kläranlagen emittierte Fracht von Industriechemikalien in der Ruhr beitragen können. Eintragungsschwerpunkte sind die Kläranlagen Bochum-Ölbachtal, Hattingen und Hagen-Vorhalle, die die meisten Indirekteinleiter in ihrem Einzugsgebiet aufweisen. Die Kläranlage, die laut ELWAS-IMS den höchsten Anteil an Industrieabwasser behandelt (72,4 %), ist die Kläranlage Arnsberg-Wildshausen mit nur 79 gelisteten Indirekteinleitern.

Bei den Direkteinleitern weisen Betriebe, die Abwässer nach den Anhängen 1 (häusliches und kommunales Abwasser) und 31 (Wasseraufbereitung, Kühlsysteme, Dampferzeugung) einleiten, aufgrund der hohen Anzahl ein vergleichsweise hohes Eintragungspotenzial auf.

Aufgrund der Analyse der Einleitungen aus Industriebetrieben hinsichtlich der Herkunft der Abwässer war insbesondere die metallbe- und metallverarbeitende Industrie als Branche mit vielen einleitenden Betrieben und somit mit hohem Eintragungspotenzial für organische Industriechemikalien identifiziert worden. Beispielhaft wurde die Branche der metallbe- und metallverarbeitenden Industrie hinsichtlich der eingesetzten und somit potenziell emittierbaren organischen Industriechemikalien näher untersucht. Hierzu wurden Literaturdaten und eine Datenbank (OEKOpro-Datenbank) zum Einsatz von Industriechemikalien in verschiedenen Branchen hinsichtlich der in der metallverarbeitenden Industrie eingesetzten organischen Stoffe ausgewertet. Eine Abfrage der Datenbank zu Stoffen, die in der metallverarbeitenden Industrie eingesetzt werden, ergab 961 organische bzw. metallorganische Einzelstoffe. 26 dieser Stoffe wurden in den Jahren 2000 bis 2009 in der Ruhr untersucht, wobei 20 dieser Stoffe mit Positivbefunden in der Ruhr nachgewiesen wurden. Die höchsten Konzentrationen (zwischen 10 und 100 µg/l) traten bei NTA, EDTA, DTPA und Dichlormethan auf. Die höchsten Anteile an Positivbefunden traten bei Tetrachlorethen, NTA, EDTA und DTPA auf. Für verschiedene Verfahren der metallverarbeitenden Industrie konnten weiterhin eine Vielzahl von eingesetzten organischen Stoffen identifiziert und für einige Stoffe sogar die in Deutschland eingesetzten Jahresmengen recherchiert werden; eine Ermittlung von Einleitungsmengen für einzelne organische Industriechemikalien durch Betriebe der metallverarbeitenden Industrie im Ruhreinzugsgebiet war jedoch auch auf diesem Wege nicht möglich.

Zur Identifikation relevanter Industriechemikalien und deren Frachten wurde eine Betrachtung der Immissionen vorgenommen. Hierzu wurden die Messergebnisse der Gewässerüberwachung des LANUV NRW an der Ruhr aus den Jahren 2000 bis 2009, die des Ruhrverbands aus den Jahren 2005 bis 2009, Messergebnisse der Wasserwerke Echthausen, Halingen, Stiepel und Witten aus den Jahren 2000 bis 2003 und des AWWR-Monitoring aus dem Zeitraum 2008 bis III/2010 ausgewertet. Anhand der Messergebnisse wurden relevante organische Industriechemikalien identifiziert, wobei als Kriterium für die Relevanz eine Häufigkeit der Positivbefunde (Konzentration liegt oberhalb der

Bestimmungsgrenze) von über 10 % bei gleichzeitigem Vorliegen einer Maximalkonzentration von über 0,1 µg/l definiert wurde. Geht man vom Konzept des Umweltbundesamtes für die Bewertung der Anwesenheit teil- oder nicht bewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus gesundheitlicher Sicht aus (GOW-Konzept), so sind alle Stoffe mit einer Konzentration oberhalb von 0,1 µg/l als potenziell relevant für die Trinkwasseraufbereitung zu bezeichnen. Diese Stoffe wurden anhand der Häufigkeit der Positivbefunde sowie der mittleren und maximalen Konzentration mittels eines semiquantitativen Ansatzes hinsichtlich ihres Auftretens in der Ruhr bewertet. Dazu wurden die Häufigkeiten der Positivbefunde, die gemessenen maximalen sowie die arithmetischen Mittelwerte der Konzentrationen in Klassen aufgeteilt, diese mit Teilbewertungszahlen belegt und aus den Teilbewertungszahlen mittlere Gesamtbewertungszahlen gebildet. Insgesamt wurden 33 relevante Einzelstoffe und Substanzgruppen identifiziert und bewertet, von denen den Komplexbildnern DTPA, EDTA und NTA die größte Bedeutung beizumessen ist. Diese Bewertung berücksichtigte lediglich die oben genannten Kriterien und beinhaltete keine toxikologischen Betrachtungen oder Umweltqualitätsnormen.

Für die relevanten organischen Industriechemikalien wurden anhand der vorliegenden Messergebnisse des LANUV NRW und des Ruhrverbandes Frachtberechnungen an verschiedenen Messstellen im Längsverlauf der Ruhr durchgeführt und Frachteinträge für jeden Ruhrabschnitt ermittelt. Es zeigte sich dabei, dass je nach Stoff stark unterschiedliche maximale Frachten im Längsverlauf der Ruhr auftreten. Die meisten relevanten organischen Industriechemikalien finden sich mit arithmetischen Mittelwerten der Frachten von weniger als 1 kg/d in der Ruhr. Höhere arithmetische Mittelwerte der Frachten (zwischen 1 und 10 kg) treten bei den Stoffen NTA, Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester, m-Xylol und p-Xylol und Surfynol 104 auf. Hohe arithmetische Mittelwerte der Frachten (über 10 kg/d) können für EDTA, DTPA und Nonylphenolmonoethoxylat beobachtet werden. Die für die jeweiligen Stoffe gefundenen maximalen Einzelfrachten weisen jedoch für alle Stoffe ein Vielfaches der arithmetischen Mittelwerte auf, was auf diskontinuierliche Einleitungen von Industriebetrieben hindeutet. Anhand des Frachtverlaufs in der Ruhr und der Lage der Direkt- und Indirekteinleiter können prinzipiell die Branchen sowie die Direkt- und Indirekteinleiter ermittelt werden, die für die Einleitung in Frage kommen, eine exakte Zuordnung der Einleitung zu einer Branche bzw. zu einzelnen Betrieben ist jedoch nicht möglich. Hierzu wäre zu prüfen, ob mit Hilfe eines angepassten Messprogramms die Einleitungsstellen in die Ruhr, in deren Nebenflüsse oder in Kläranlagen im Ruhreinzugsgebiet näher eingegrenzt und einzelne einleitende Betriebe identifiziert werden könnten.

Zur Identifikation der **rohwassergängigen** organischen Industriechemikalien wurden die Messergebnisse der Grundwasserüberwachung des LANUV NRW (HYGRIS-C) an den Wasserwerken an der Ruhr aus den Jahren 2000 bis 2009 ausgewertet. Als

rohwassergängig sind diejenigen Industriechemikalien zu betrachten, die im Rohwasser von Wasserwerken auftreten. Anhand der Messergebnisse wurden relevante rohwassergängige organische Industriechemikalien identifiziert, wobei als Kriterium für die Relevanz das Vorliegen mindestens eines Positivbefundes (Konzentration liegt oberhalb der Bestimmungsgrenze) definiert wurde. Diese Stoffe wurden anhand der Häufigkeit der Positivbefunde sowie der mittleren und maximalen Konzentration mittels eines semiquantitativen Ansatzes hinsichtlich ihres Auftretens im Rohwasser bewertet. Dazu wurden die Häufigkeiten der Positivbefunde, die gemessenen maximalen sowie die arithmetischen Mittelwerte der Konzentrationen in Klassen aufgeteilt, diese mit Teilbewertungszahlen belegt und aus den Teilbewertungszahlen mittlere Gesamtbewertungszahlen gebildet. Insgesamt wurden 7 relevante Einzelstoffe und Summenparameter identifiziert und hinsichtlich ihres Auftretens im Rohwasser bewertet, von denen den polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, Tetrachlorethen und Trichlorethen die größte Bedeutung beizumessen ist.

Zur Identifikation der **trinkwassergängigen** organischen Industriechemikalien wurden die Messergebnisse des Zentralen Trinkwasserdatenerfassungs- und Informationssystems (Z-TEIS) für die Wasserwerke an der Ruhr aus den Jahren 2000 bis 2010 und die Messergebnisse der Wasserwerke Echthausen, Halingen, Stiepel und Witten aus den Jahren 2000 bis 2003 ausgewertet. Als trinkwassergängig sind diejenigen Industriechemikalien zu betrachten, die im Trinkwasser gefunden werden. Anhand der Messergebnisse wurden relevante trinkwassergängige organische Industriechemikalien identifiziert, wobei als Kriterium für die Relevanz das Vorliegen mindestens eines Positivbefundes (Konzentration liegt oberhalb der Bestimmungsgrenze) definiert wurde. Diese Stoffe wurden anhand der Häufigkeit der Positivbefunde sowie der mittleren und maximalen Konzentration mittels eines semiquantitativen Ansatzes hinsichtlich ihres Auftretens im Trinkwasser bewertet. Dazu wurden die Häufigkeiten der Positivbefunde, die gemessenen maximalen sowie die arithmetischen Mittelwerte der Konzentrationen in Klassen aufgeteilt, diese mit Teilbewertungszahlen belegt und aus den Teilbewertungszahlen mittlere Gesamtbewertungszahlen gebildet. Insgesamt wurden 30 (Z-TEIS) bzw. 10 (Ruhrwasserwerke Echthausen, Halingen, Stiepel und Witten) relevante Einzelstoffe und Summenparameter identifiziert und hinsichtlich ihres Auftretens im Trinkwasser bewertet, von denen den Komplexbildnern EDTA, DTPA und NTA sowie den PFT PFOS und PFOA die größte Bedeutung beizumessen ist. Die unterschiedliche Anzahl der relevanten Einzelstoffe und Summenparameter resultiert aus den unterschiedlichen Parameterumfängen der Untersuchungen.

Für eine weitergehende Bewertung unter Berücksichtigung von gewässerökologischen und toxischen Aspekten sowie hinsichtlich der Trinkwasserrelevanz wurden diejenigen Industriechemikalien ausgewählt, die als relevant hinsichtlich ihres Vorkommens

- im Ruhrwasser oder
- im Rohwasser oder
- im Trinkwasser

identifiziert worden waren.

Zuzüglich zu den oben genannten Auswahlkriterien wurden diejenigen Stoffe berücksichtigt, die

- im Rahmen der Auswertungen als relevant für den Einsatz in der Metallindustrie identifiziert worden waren und
- außerdem in der Ruhr nachgewiesen werden konnten.

Als Bewertungskriterien wurden folgenden Eigenschaften der Stoffe herangezogen:

- Abbaubarkeit in Kläranlagen (OECD-Test),
- Toxizität gegenüber Fischen, Wasserflöhen und Grünalgen,
- Humantoxizität (TDI-Werte),
- Trinkwasserrelevanz (ermittelt anhand von Wasserlöslichkeit, Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizient und biologischer Halbwertszeit),
- Überschreitung von Umweltqualitätsnormen (EG-Richtlinie 2008/105/EG, Oberflächengewässerverordnung (OGewV, 2011), Qualitätsangaben der LAWA zum „Schutzgut Trinkwasser“, Verordnungen der Bundesländer zur Verringerung der Gewässerverschmutzung).

Die Bewertung erfolgte wiederum durch Klassenbildung hinsichtlich der Ausprägung der betrachteten Eigenschaften und Zuordnung der ermittelten Literaturwerte der Stoffe zu einer Klasse. Auf diese Weise wurden 36 der ausgewählten 67 Industriechemikalien identifiziert, die bei mindestens einem der Bewertungskriterien als besonders umweltrelevant eingestuft wurden. Sie sind entweder sehr stark fischgiftig oder toxisch für Wasserflöhe oder Algen, lassen sich sehr schlecht oder nicht biologisch abbauen, oder fallen über die Bewertung der Wasserlöslichkeit, der Trinkwasserrelevanz sowie des Quotienten aus der gemessenen maximalen Umweltkonzentration und der Predicted No Effect Concentration auf. Bei der Bewertung der Humantoxizität anhand von bekannten TDI-Werten wurde aus der Liste der bewertbaren organischen Industriechemikalien keine als humantoxisch eingestuft.

Diese 36 Stoffe (siehe Tabelle 11.1) sollten in der Ruhr nicht in relevanten Konzentrationen auftreten und sind bei zukünftigen Maßnahmen zur Verringerung des Eintrags organischer Industriechemikalien besonders zu berücksichtigen. Die Konzentration dieser Stoffe in Rohwasser bzw. Trinkwasser sollte deutlich unter dem Vorsorgewert der Umweltqualitätsnorm liegen und nicht überschritten werden. Sollen die Gewässerqualität der Ruhr und ihrer Nebenflüsse sowie die Trinkwasserversorgung im Einzugsgebiet der Ruhr auf lange Zeit gesichert bleiben, hat die Reduktion des Eintrags von Industriechemikalien in Ruhr- und Rohwasser durch konsequentes Handeln in den Industriebetrieben und Adaptationen der Trinkwasseraufbereitung hohe Priorität.

Tabelle 11.1: Industriechemikalien in der Ruhr, die unter den hier angewendeten Kriterien zur Beurteilung gewässerökologischer und toxischer Aspekte sowie wegen ihrer Trinkwasserrelevanz als bedenklich anzusehen sind (Verwendete Datenquellen und Zeiträume siehe Kap. 4.3 bis 4.5)

LANUV Stoffnr.	Name	CAS-Nr.	LANUV Stoffnr.	Name	CAS-Nr.
2000	Dichlormethan	75-09-2	2320	Benzo(a)pyren	50-32-8
2001	Chloroform	67-66-3	2330	Indeno(1,2,3-cd)pyren	193-39-5
2003	Tribrommethan	75-25-2	2423	4-Chlor-3-methylhydroxybenzen	59-50-7
2005	1,2-Dichlorethan	107-06-2	2505	Anilin	62-53-3
2006	Bromdichlormethan	75-27-4	2556	1-Amino-2methoxybenzen	90-04-0
2008	1,1-Dichlorethan	75-34-3	2592	4-Chlor-2-methylhydroxybenzen	1570-64-5
2009	1,2-Dibromethan	106-93-4	2600	Nitriolotriessigsäure (NTA)	139-13-9
2010	1,1,1-Trichlorethan	71-55-6	2605	Ethylendinitriolotetraessigsäure (EDTA)	60-00-4
2020	Trichlorethen	79-01-6	2606	Diethylentriaminpentaessigsäure (DTPA)	67-43-6
2021	Tetrachlorethen	127-18-4	2671	Phthalsäurediethylester	84-66-2
2048	Benzol	71-43-2	2672	Phthalsäuredibutylester	84-74-2
2049	Methyl-tert-butylether	1634-04-4	2679	Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester	117-81-7
2150	2-Chlorhydroxybenzen	95-57-8	2711	Phosphorsäuretriphenylester	115-86-6
2174	2,4,6-Trichlorphenol	88-06-2	2715	Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)ester	115-96-8
2178	2,3,4,6-Tetrachlorphenol	58-90-2	2792	Perfluorooctansäure	335-67-1
2301	Benzo(b)fluoranthen	205-99-2	2888	Nonylphenol	25154-52-3
2302	Benzo(k)fluoranthen	207-08-9	4031	para-Nonylphenol verzweigt	84852-15-3
2310	Benzo(ghi)perylen	191-24-2		6-Methyl-5hepton-2on	110-93-0

Die Untersuchungen zum zeitlichen Verlauf der Frachten organischer Industriechemikalien in der Ruhr hatten ergeben, dass starke Schwankungen der Frachten auftreten, was auf ein diskontinuierliches Einleitungsverhalten von Industriebetrieben schließen lässt. Zur Untersuchung, wie sich unterschiedliche Einleitungsmuster auf die Entwicklung der Konzentration der eingeleiteten Stoffe im Ruhrlängsverlauf auswirken, wurden Berechnungen mittels eines Fließgewässergütesimulationsmodells durchgeführt. Dabei wurden folgende Einleitungsmuster betrachtet:

- Einmalige Einleitung (15 Stunden pro Tag, 1 Tag pro Woche),
- Einleitung an Werktagen (15 Stunden pro Tag, 5 Tage pro Woche),
- Beispielhafte Simulation von EDTA für drei Abflussszenarien NQ, MQ und HQ.

Mit der Simulation der beiden erstgenannten Szenarien war es möglich, sich die Komplexität der Deutung von Ursache und Wirkung von Stoffeinleitungen mit persistentem Verhalten im

Fließgewässer zu verdeutlichen. Translation, longitudinale Dispersion sowie Überlagerung von Wellen mit den entsprechenden dynamischen Auswirkungen auf die Konzentration im Fließgewässer sind Aspekte, die es bei der Festlegung von künftigen Probenahmestrategien zu berücksichtigen gilt.

Die Simulation des Szenarios 3 erfolgte mit „realen“ Stofffrachtgrößen für den Komplexbildner EDTA, dessen eingeleitete Frachten aus kommunalen Kläranlagen und direkt einleitenden Betrieben exemplarisch ermittelt und für eine weitergehende Berechnung mittels eines Fließgewässergütesimulationsmodells bereitgestellt wurden. Deren Ergebnis zeigt recht gleichmäßige Konzentrationsverläufe über die Zeit auf, deren Ursache vor allem auf die Tatsache zurückzuführen ist, dass alle Simulationsergebnisse dieses Szenarios auf der Basis von gleichmäßigen mittleren Tagesfrachten ermittelt wurden. Die Berücksichtigung eines Tagesgangs oder einer stoßweisen Emission aus der industriellen Produktion, wie bei dortigen Prozessabläufen durchaus üblich, wird allerdings aufgrund der vorliegenden Datenqualität und –quantität der übrigen Emittenten als nicht sinnvoll erachtet.

Generell zeigt die Simulation mit dem Fließgewässergütemodell der DWA für die Stoffbetrachtung ohne Abbauvorgänge (Konservativer Ansatz) plausible und nachvollziehbare Ergebnisse, die für weitergehende Überlegungen im Hinblick auf eine Minimierung des Eintrags und eine Verbesserung der Überwachung der Spurenstoffe herangezogen werden können.

12 Empfehlungen und Handlungsoptionen

Im Rahmen dieses Vorhabens konnten branchenspezifische Einleitungen von Betrieben (nach den Anhängen der Abwasserverordnung) gewissen Ruhrabschnitten und Nebenflüssen zugeordnet und so potenzielle Belastungsschwerpunkte ermittelt werden (siehe Kapitel 6). Weiterhin war es möglich, Frachten für relevante organische Industriechemikalien in unterschiedlichen Ruhrabschnitten und Nebenflüssen zu berechnen (siehe Kapitel 8). Auf Basis der vorhandenen Daten war jedoch weder eine Zuordnung der im Gewässer gemessenen Frachten organischer Industriechemikalien zu einzelnen direkt oder indirekt einleitenden Betrieben noch eine Identifikation von emittierten Einzelstoffen aus einzelnen Betrieben möglich.

Die amtliche Überwachung in NRW erfolgt seit 2010 auf Basis des Überwachungskonzepts Abwasser. Zur Optimierung der Überwachungseffektivität und zur Einsparung von Ressourcen wurde die Überwachung von Abwassereinleitungen in drei aufeinander abgestimmte Kategorien unterteilt: Regel-, Anlass- und Programmüberwachung.

Die **Regelüberwachung** ist die geplante systematische Kontrolle von Einleitungen oder betrieblichen Anlagen auf Basis der Festlegungen im wasserrechtlichen Bescheid sowie der Anforderungen der Anhänge der Abwasserverordnung. Nur in sehr wenigen Fällen sind in den Anhängen der Abwasserverordnung Grenzwerte für Industriechemikalien bzw. organische Einzelstoffe festgelegt. Nur in begründeten Einzelfällen sowie im Rahmen von Untersuchungskampagnen und im Ereignis- oder Verdachtsfall werden derzeit zusätzlich zu den Parametern der AbwV auch organische Industriechemikalien bei den einleitenden Betrieben überwacht.

Als **Anlassüberwachung** wird eine durch besondere Umstände, wie z.B. Betriebsstörungen oder außergewöhnlichen Gewässerverunreinigungen, zeitnah ausgelöste Überwachung definiert. Sie kann gegebenenfalls eine Erhöhung der Regelüberwachung zur Folge haben.

Die **Programmüberwachung** ist eine geplante Schwerpunktüberwachung. Sie ist eine konzeptionell vorbereitete Aktion und bezieht sich auf bestimmte Stoffe bzw. Stoffgruppen, Branchen, Betriebe oder definierte Umweltaspekte. Ziel der Programmüberwachung ist es, grundlegende Zusammenhänge, wie zum Beispiel Informationen zur Umsetzung der WRRL, zu ermitteln. Die aus der Programmüberwachung gewonnenen Informationen fließen dann wiederum in die Basisdaten der Regelüberwachung ein.

Um künftig konkretere Aussagen zur Einleitung von Industriechemikalien in die Ruhr treffen zu können, wird vorgeschlagen, die Datenerhebung und -grundlage zu erweitern. Auf einer breiteren Datenbasis können zusätzliche Auswertungen durchgeführt und darauf basierend gezielte Maßnahmen zur Verringerung des Eintrags organischer Industriechemikalien

entwickelt werden. Nachfolgend werden Empfehlungen ausgesprochen, welche Maßnahmen ergriffen werden können, um zunächst die Datenlage zu verbessern und auf Basis weiterführender Erkenntnisse den Eintrag organischer Industriechemikalien in die Ruhr zu minimieren. Dazu wurden vier Empfehlungsschwerpunkte definiert.

Empfehlungsschwerpunkt 1:

Identifizierung relevanter organischer Industriechemikalien

Anhand der Betriebsgenehmigungen und der zugehörigen Antragsunterlagen sind diejenigen Stoffe ins Auge zu fassen, die in einleitenden Betrieben eingesetzt bzw. hergestellt werden oder als Zwischenprodukte anfallen. Dies setzt voraus, dass der Betreiber im Rahmen seiner Verantwortung Kenntnis über diese Stoffe hat. Weiterhin sind für die Stoffe - unter Berücksichtigung der Prozessführung - Bewertungen hinsichtlich ihrer Emissionen in die aquatische Umwelt vorzunehmen. Dies müsste anhand der Betriebsgenehmigungen bzw. der zugehörigen Antragsunterlagen möglich sein. Die bewerteten Stoffe wären mit den erteilten Einleitgenehmigungen abzugleichen. Dieses Verfahren ist von einigen Vollzugsbehörden bei verschiedenen relevanten Einleitern bereits begonnen worden.

Für diejenigen Stoffe, die in die aquatische Umwelt gelangen bzw. gelangen können, sind Aussagen hinsichtlich ihres Verhaltens bei der Abwasserbehandlung, in der Umwelt sowie bei der Trinkwasseraufbereitung zu treffen und ihre Human- und Ökotoxizität zu bewerten. Ziel dieser Bewertung ist die Ermittlung von Stoffen mit hoher Persistenz, Human- bzw. Ökotoxizität sowie Trinkwasserrelevanz und somit einem hohen Gefährdungspotenzial für die in der aquatischen Umwelt lebenden Organismen und den Menschen. Die Daten zu Toxizität und biologischer Abbaubarkeit können in der Regel den Sicherheitsdatenblättern der Stoffe bzw. der ESIS-Datenbank (European Chemical Substances Information System) entnommen werden.

Da Recherchen und Bewertungen dieser Art für bereits vorliegende Genehmigungen sehr zeit- und personalintensiv sind, sollten die Informationen zu relevanten Stoffen zunächst bei Neuansuchen bzw. im Rahmen von Änderungsverfahren der bestehenden Betriebsgenehmigungen sowie ggf. bei regelmäßigen Inspektionen erhoben werden. Dabei wäre ggf. auch zu prüfen, ob bestehende Antragsunterlagen sowie Betriebs- und Einleitgenehmigungen noch dem heutigen Stand der Technik (St. d. T.) entsprechen. Die Recherche kann für einzelne umwelt- bzw. gewässerrelevante Branchen (z. B. Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen) intensiviert werden. Die Vorgehensweise und die mögliche Auswahl von vorrangig zu erfassenden Branchen sollte durch oder zumindest in Abstimmung mit den Überwachungs- und Genehmigungsbehörden erfolgen, um auf diese Art bestehende Erkenntnisse zu den Betrieben, Prozessen und den

eingesetzten Stoffen zu nutzen. Langfristiges Ziel im Idealfall wäre, die in den Betrieben aller Branchen verwendeten Stoffe, die in ein Gewässer gelangen können, sowie deren Eigenschaften und Auswirkungen zu kennen und zentral zu erfassen. Für den Fall von Zubereitungen mit unbekannter Zusammensetzung ist zu verfahren, wie unter dem Empfehlungsschwerpunkt 2 erläutert wird.

Empfehlungsschwerpunkt 2:

Anpassung der Analytik und der Überwachung

Das Land NRW verfügt bereits über eine umfassende Monitoring- bzw. Überwachungsstrategie für Oberflächengewässer bzw. Abwassereinleitungen und Abwasserbehandlungsanlagen. Zur Ergänzung der Überwachung wird nachfolgend ein investigatives Analytikkonzept vorgeschlagen, das sich sowohl auf bestehende Konzepte der Oberflächengewässerüberwachung als auch auf die Überwachung von Abwasseranlagen und Abwassereinleitungen stützt.

Im Rahmen der Oberflächengewässerüberwachung ist zunächst zu überprüfen, ob die anhand der Betriebsgenehmigungen und zugehörigen Antragsunterlagen identifizierten Stoffe, die aus Industriebetrieben in ein Gewässer gelangen können und die eine hohe Persistenz, Human- bzw. Ökotoxizität und Trinkwasserrelevanz aufweisen, auch tatsächlich im Wasser der Ruhr bzw. ihrer Nebenflüsse nachweisbar sind.

Zusätzlich wird empfohlen, an ausgewählten Stellen im Gewässer eine Screening-Analytik (bzw. Non-Target-Analytik) anzuwenden. Diese hat zum Ziel, Stoffe zu identifizieren, die nicht im Rahmen der Beantragung und Überprüfung von Betriebsgenehmigungen erfasst werden. Dies kann insbesondere der Fall sein, wenn Betriebe Stoffgemische unbekannter Zusammensetzung einsetzen und hieraus möglicherweise Stoffe in das Abwasser gelangen. Die Screening-Untersuchungen sind, sofern möglich, mit einer Wirkungsanalytik der Stoffe hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Mensch und Umwelt und ihres Verhaltens bei der Trinkwasseraufbereitung zu kombinieren, um eine aufwändige Einzelstoffidentifikation nur für die Stoffe mit toxischen Eigenschaften und/oder Trinkwasserrelevanz vornehmen zu müssen.

Werden auf diese Weise organische Einzelstoffe mit toxischen Eigenschaften und/oder Trinkwasserrelevanz im Oberflächenwasser nachgewiesen, so sind die Eintragsquellen dieser Stoffe über die Identifikation der Direkteinleiter bzw. der Kläranlage, über die die Einleitung bei Indirekteinleitern erfolgt, zu lokalisieren und im Rahmen einer Programmüberwachung Einzelstoff- bzw. Screening-/Non-Target-Analysen im Abwasser der einzelnen Betriebe vorzunehmen. Hierbei ist schrittweise für einzelne Branchen und Betriebe vorzugehen, die von den Überwachungs- und Genehmigungsbehörden ausgewählt werden

sollten. Als Auswahlkriterium ist unter anderem die mögliche Stofffracht heranzuziehen (Konzentration und eingeleitete Abwassermenge sind immer gemeinsam zu erfassen).

Es wird vorgeschlagen, die während der Programmüberwachung identifizierten Stoffe mit toxischen Eigenschaften und Trinkwasserrelevanz in die Selbstüberwachung (ggf. auch in die Regelüberwachung) der betroffenen Betriebe zu übernehmen. Für diese Stoffe können in den Einleitgenehmigungen der Industriebetriebe zusätzlich zu den Parametern der AbwV im immissionsseitig begründeten Fall Grenzwerte festgelegt werden.

Empfehlungsschwerpunkt 3:

Datenerfassung und Dokumentation

Die in den Betrieben eingesetzten und produzierten Stoffe sowie die Stoffe, die sowohl im Oberflächengewässer als auch im Abwasser der Betriebe gefunden werden, sollten in einer geeigneten – nach Möglichkeit bereits vorhandenen – Datenbank des Landes erfasst werden. Diese Datenbank sollte folgende Informationen enthalten:

- die Daten aus den Betriebsgenehmigungen und zugehörigen Antragsunterlagen (z. B. eingesetzte Stoffe, die im Abwasser enthalten sind oder sein können),
- die derzeit bereits im Rahmen des Indirekteinleiterkatasters (INKA) und Direkteinleiterkatasters (NIKLAS-IGL) erhobenen Überwachungsparameter und –werte sowie die evtl. im Rahmen von Anlass- und Programmüberwachungen erfassten Analysenwerte und
- die Stoffbewertungen hinsichtlich Toxizität, Umweltverhalten und Trinkwasserrelevanz.

Das Land NRW plant derzeit, die bestehenden Datenbanken aus den Bereichen Kommunalabwasser, Industrieabwasser und Niederschlagswasser in ein gemeinsames Einleiterkataster (ELKA) zu überführen. Es wird empfohlen, die Ergänzung der oben genannten Daten und Informationen in den Landesdatenbestand zu prüfen.

Empfehlungsschwerpunkt 4:

Einsatz von Berechnungsmodellen zum Stofftransport im Gewässer

Zur Berechnung der Konzentration und zur Beurteilung der Auswirkungen von Einleitungen organischer Industriechemikalien durch Direkt- und Indirekteinleiter wird empfohlen, Berechnungsmodelle zum Transport der in die Ruhr und deren Nebengewässer eingeleiteten Stoffe zu erstellen. Diese sind anhand der gemessenen Daten zu eingeleiteten Frachten zu kalibrieren. Dabei ist das Stoffverhalten (z.B. biotischer und abiotischer Abbau in der Kläranlage bzw. in der aquatischen Umwelt) mit zu berücksichtigen.

Derartige Berechnungsmodelle können zur Optimierung der Festlegung von Messstellen an der Ruhr sowie zur Beurteilung der Auswirkung von Maßnahmen zur Verringerung des Eintrags organischer Industriechemikalien eingesetzt werden und so zur Optimierung der Planung und Umsetzung von Maßnahmen dienen. Zur Beurteilung der Auswirkung können Kosten-Wirkungs-Analysen unter Berücksichtigung der jeweiligen Stoffeigenschaften (z.B. Öko- und Humantoxizität, Trinkwasserrelevanz) auf Basis der Ergebnisse der Modellrechnungen herangezogen werden. Vor dem Hintergrund der hohen Kosten, die sich für umfangreiche Analytik und Messungen ergeben, sollte der Einsatz von Modellierungen alternativ oder zur Ergänzung oder Priorisierung von Messungen abhängig vom Einzelstoff weiterverfolgt werden.

13 Literaturverzeichnis

ABWV (2004): Abwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Juni 2004 (BGBl. I S. 1108, 2625), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 8 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist.

AGW Arbeitsgemeinschaft der Wasserwirtschaftsverbände in Nordrhein-Westfalen (2008): agw-Memorandum für einen Schutz der Gewässer vor Spurenstoffen. Arbeitsgemeinschaft der Wasserwirtschaftsverbände in Nordrhein-Westfalen, 15. Dezember 2008.

ATV Abwassertechnische Vereinigung (2001): ATV-Gewässergütemodell, Version 1.2, Hennef, 2001

BAUMANN, W., HERBERG-LIEDTKE, B. (1996): Chemikalien in der Metallbearbeitung. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

BERGMANN, A., MÄLZER, H.-J., PINNEKAMP, J. (2009): Möglichkeiten zur Senkung des Anteils organischer Spurenstoffe durch zusätzliche Behandlungsstufen auf kommunalen Kläranlagen am Beispiel der Ruhr.- GWA Gewässerschutz Wasser Abwasser, 217: 10/1 – 10/11, Aachen 2009, ISBN 978-3-938996-23-2.

BERGMANN, A. (2011): Organische Spurenstoffe im Wasserkreislauf. Acatech Materialien Nr. 12. München.

BMU und LAWA (2009): Mindestanforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer. Hinweise und Erläuterungen zu Abwasserverordnung. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.). Bundesanzeiger-Verlag Köln.

BORGMANN, A., KNAPPE, F., SCHULZE, S., NUBER, T., JÄGER, E., OSTERMAYER, A., GRIEBMANN, B. (2006): Schadstoffeinträge in Oberflächengewässer - Phase 1: Ermittlung der Schadstoffeinträge über Abwasser aus industriellen Prozessen in den Arbeitsgebieten Rheingraben-Nord, Erft und Ruhr.- Bericht zum Vorhaben im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW (IV - 9 – 0425420010).

BORGMANN, A., KNAPPE, F., SCHULZE, S., NUBER, T., JÄGER, E., OSTERMAYER, A., GRIEBMANN, B. (2008): Schadstoffeinträge in Oberflächengewässer - Phase 2: Ermittlung der Schadstoffeinträge über Abwasser aus industriellen Prozessen in 10 Arbeitsgebieten. Bericht zum Vorhaben im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW (IV - 9 – 0425420010).

BROWN L.C. and BARNWELL T.O. (1987): The enhanced stream water quality models Bundesanstalt für Gewässerkunde (2011), Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch (DGJ), Koblenz

BUSER, H.R., POIGER, T., MULLER, M.D. (1998): Occurrence and fate of the pharmaceutical drug diclofenac in surface waters: Rapid photodegradation in a lake.- Environ. Sci. Technol., 32: 3449-3456.

CARBALLA, M., OMIL, F., LEMA, J. M., LLOMPART, M., GARCIA-JARES, C., RODRIGUEZ, I., GÓMEZ, M., TERNES, T. A. (2004): Behaviour of pharmaceuticals, cosmetics and hormones in a sewage treatment plant.- Water Research, 38: 2918-2926.

DIETER, H. H. (2009): Grenzwerte, Leitwerte, Orientierungswerte, Maßnahmenwerte – Definitionen und Festlegungen mit Beispielen aus dem UBA; ausschließlich als download unter <http://www.umweltbundesamt.de>

DIETRICH, J., SCHUMANN, A. (2006): Werkzeuge für das integrierte Flussgebietmanagement – Ergebnisse der Fallstudie Werra. Konzepte für die nachhaltige Entwicklung einer Flusslandschaft – Bd. 7. Weißensee Verlag Berlin.

DIN EN ISO 15088 (2009): Wasserbeschaffenheit - Bestimmung der akuten Toxizität von Abwasser auf Zebrafisch-Eier (*Danio rerio*) (ISO 15088:2007); Deutsche Fassung EN ISO 15088:2008, Beuth-Verlag, Berlin

DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2008a): Anthropogene Spurenstoffe im Wasserkreislauf – Arzneistoffe.- DWA-Themen, Mai 2008.

DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2008b): Anthropogene Spurenstoffe im Wasserkreislauf – Arzneistoffe. Veröffentlichung der DWA-Koordinierungsgruppe „Anthropogene Spurenstoffe im Wasserkreislauf“, KA Korrespondenz Abwasser Abfall, 55 (9): 954 - 958.

DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2009): Anthropogene Spurenstoffe im Wasserkreislauf – Forderungen an Politik, Hersteller, Anwender, Verbraucher sowie Ver- und Entsorger. Gemeinsames Positionspapier der DWA, des DVGW und der Wasserchemischen Gesellschaft in der GDCh, KA Korrespondenz Abwasser Abfall, 56 (3): 237 - 239.

EG 166/2006 (2006): Verordnung (EG) Nr. 166/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Januar 2006 über die Schaffung eines Europäischen Schadstofffreisetzung- und -verbringungsregisters und zur Änderung der Richtlinien 91/689/EWG und 96/61/EG des Rates. Amtsblatt der Europäischen Union, 4.2.2006.

FAHLENKAMP, H., NÖTHE, T., NOWOTNY, N., RIES, T., HANNICH, C. B., PEULEN, C., KUHN-JOERESSEN, S., VON SONNTAG, C. (2006a): Untersuchungen zum Eintrag und zur Elimination von gefährlichen Stoffen in kommunalen Kläranlagen – Teil 2.- Bericht zum Vorhaben im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW.

FAHLENKAMP, H., NÖTHE, T., HANNICH, C. B., VON SONNTAG, C., GOLLOCH, A., SEIN, M.M. (2006b): Einsatz und Wirkungsweise oxidativer Verfahren zur Nachbehandlung von Abwasser aus kommunalen Kläranlagen – Teil 2b und 3.- Bericht zum Vorhaben im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW.

FAHLENKAMP, H., NÖTHE, T., RIES, T., HANNICH, C. B., PEULEN, C. (2004): Untersuchungen zum Eintrag und zur Elimination von gefährlichen Stoffen in kommunalen Kläranlagen – Teil 1.- Bericht zum Vorhaben im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW.

FETTIG, J.; OTTE-WITTE, K.; MIETHE M.; RATTE K.; FUCHS, L. SOMMER, M. (2011): Modellierung der Gewässergüte der Bega unter Berücksichtigung der Kanalnetzsteuerung für das Entwässerungssystem der Stadt Lemgo. Im Internet: http://www.lanuv.nrw.de/wasser/abwasser/forschung/pdf/Abschlussbericht_Bega.pdf

FRIEDRICH, H., RIES, T., HANNICH, C. B. (2005): Kommunale Kläranlagen als Eintragspfad für organische Spurenschadstoffe in die aquatische Umwelt.- KA Korrespondenz Abwasser Abfall, 52 (3): 279-293

GAIDA, B., ANDREAS, B., AßMANN, K. (2008): Technologie der Galvanotechnik. Teil I und II. Eugen G. Leuze Verlag, Bad Saulgau.

HESS, O.; SCHRÖDER, A.; KLASMEIER, J.; MATTHIES, M. (2004): Modellierung von Schadstoffflüssen in Flusseinzugsgebieten. Forschungsbericht 298 65 402, UBA-FB 000619. UBA-Texte 19/04. Umweltbundesamt Berlin

IAWR (2007): Position der IAWR und IAWD zu Spurenstoffen in den Gewässern vom 28. März 2007.

ISA (2009): Machbarkeitsstudie zur Elimination von Komplexbildnern aus dem Abwasser der StoraEnso, Werk Hagen (11/2008 bis 02/2009).

ISA & EGLV (2005): Quantifizierung des Einflusses von Stoffquellen (gefährliche Stoffe) auf die zukünftigen wasserwirtschaftlichen Verhältnisse im Emschergebiet – Phase 1.- Forschungsvorhaben im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.

ISOE Institut für sozial-ökologische Forschung GmbH (2008): Strategien zum Umgang mit Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser (START). Humanarzneistoffe: Handlungsmöglichkeiten zur Verringerung von Gewässerbelastungen – Eine Handreichung für die Praxis. Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) GmbH, Frankfurt am Main.

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser, ISA Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen (2008): Senkung des Anteils organischer Spurenstoffe in der Ruhr durch zusätzliche Behandlungsstufen auf kommunalen Kläranlagen – Güte- und Kostenbetrachtungen.- Abschlussbericht im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen; Vergabe-Nr. 07/111.1 (IV-7-042 1 D 7) und 07/111.2 (IV-7-042 1 D 6).

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH (2006): Eintrag von Arzneimitteln und deren Verhalten und Verbleib in der Umwelt – Literaturstudie.- Abschlussbericht eines Forschungsvorhabens im Auftrag des Landesumweltamtes NRW.

JOSS, A., KELLER, E., ALDER, A. C., GÖBEL, A., MCARDELL, C. S., TERNES, T. A., SIEGRIST, H. (2005): Removal of pharmaceuticals and fragrances in biological waste-water treatment.- Water Research, 39 : 3139-3152

JOSS, A., SIEGRIST, H., TERNES, T. A. (2008): Are we about to upgrade wastewater treatment for removing organic micropollutants? Water Science & Technology, 57 (2): 251-255.

Kalberlah, F. (2008): Toxikologische Bewertung von 2,4,8,10- Tetraoxaspiro(5.5)undecan (TOSU). Gutachten Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes Nordrhein-Westfalen. Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe GmbH (FoBiG), Freiburg. (http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/gutachten_tosu.pdf)

KAUL, U., LETZEL, M., FORSTNER, S. (2007): Modellierung von Arzneimittelwirkstoffen im Main.- DWA Landesverband Bayern, Mitgliederrundbrief 2/2007.

KIRCHESCH V.; SCHÖL A. (1999): Das Gewässergütemodell QSIM – Ein Instrument zur Simulation und Prognose des Stoffhaushalts und der Planktodynamik von Fließgewässern. Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, 43, Heft. 6, S. 302-309

KÜHN, W. (2007): Arzneimittelrückstände – Müssen die Einträge in die Oberflächengewässer reduziert werden? Gesellschaft zur Förderung des Lehrstuhls für Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik an der Ruhr.

KUHLMANN, B., SKARK, C., ZULLEI-SEIBERT, N. (2010): Definition und Bewertung von trinkwasserrelevanten Chemikalien im Rahmen der REACH-Verordnung und Empfehlungen zum Screening nach potentiell kritischen Substanzen. Sachverständigengutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes. Institut für Wasserforschung GmbH, Schwerte.

KÜMMERER, K., ALEXY, R., SCHÖLL, A. (2003): Eintrag von Antibiotika in die aquatische Umwelt: Prüfung der biologischen Abbaubarkeit ausgewählter Antibiotika, ihr Vorkommen im Abwasser und ihr möglicher Einfluss auf die Reinigungsleistung kommunaler Kläranlagen. Identifizierung von Risikofeldern.- UBA-FB 000738, 1-477; Freiburg.

LANUV NRW (2007): Gefährliche Stoffe. Bericht zur Umsetzung der Gewässerschutzrichtlinie 76/464/EWG in NRW. LANUV-Fachbericht 6, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen 2007

LANUV NRW (2007b): Eintrag von Arzneimitteln und deren Verhalten und Verbleib in der Umwelt –Literaturstudie, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen 2007

LANUV NRW (2009): Jahresbericht 2008. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. Recklinghausen

LANUV NRW (2010): Jahresbericht 2009. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. Recklinghausen

LANUV NRW (2011): Verbreitung von PFT in der Umwelt Ursachen – Untersuchungsstrategie – Ergebnisse – Maßnahmen. LANUV-Fachbericht 34. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. Recklinghausen

LETZEL, M., KAUL, U., FORSTNER, S., SCHÜSSLER, W., METZNER, G., KNOP, D., LETZEL T. (2007): Arzneimittel im Gewässer – Bilanzierung der Belastung am Beispiel des Schmerzmittels Diclofenac.- Mitt Umweltchem Ökotox, 13. Jhg. 2007 /Nr. 1.

LINDNER, K., KNEPPER, T.P., MÜLLER, J., KARRENBROCK, F., RÖRDEN, O., JUCHEM, H., BRAUCH, H.-J., SACHER, F. (2003): Bestimmung und Beurteilung der mikrobiellen Abbaubarkeit von organischen Einzelstoffen bei umweltrelevanten Konzentrationen im Gewässer. IAWR Rhein-Themen. Band 5 (2003)

MERKEL, W., PANGLISCH, S. (2008): Beratung zu verfahrenstechnischen Maßnahmen zur Elimination von 2,4,8,10-Tetraoxaspiro[5.5]-undecan aus Abwässern der Fa. Perstorp (Arnsberg) -Stufe 1.- Gutachten im Auftrag Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.

MERKEL, W., ZULLEI-SEIBERT, N., HEIN, D. (2007): Fachübergreifende Minimierungsstrategie für Arzneistoffe im Wasserkreislauf.- gwf Wasser Abwasser, 148 (1): 71 - 74.

METZGER J. W. (2005): Organische Spurenstoffe in der Umwelt - Vorkommen, Vermeidung und Eliminierungsstrategien.- Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft, Band 182, Stuttgart

MÜLLER, S. (2003): Anwendung des ATV-Gewässergütemodells in der wasserwirtschaftlichen Praxis. Wasser & Boden, 55 (5): 18-21.

MUNLV NRW & AWWR (2006): Arnsberger Vereinbarung: Gemeinsame Verantwortung und kooperatives Handeln für hohe Trinkwasserqualität und Gesundheit. Arnsberg, 25. August 2006.

MUNLV NRW (2008): Programm „Reine Ruhr“ – Strategie zur Verbesserung der Gewässer. Im Internet: http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/programm_reine_ruhr.pdf (09.03.09)

MUNLV NRW (2008b): Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen. 14. Auflage, Hrsg.: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV), Düsseldorf

MUNLV NRW (2008c): Trinkwasserbericht Nordrhein-Westfalen. Stand Dezember 2008. Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). Düsseldorf

MUNLV NRW (2009): Erster Zwischenbericht des Programms „Reine Ruhr“ – Strategie zur Verbesserung der Gewässer- und Trinkwasserqualität, Düsseldorf.
http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/zwischenbericht_reine_ruhr.pdf

MKULNV NRW (2010): Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen. 15. Auflage, Hrsg.: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV), Düsseldorf

MUNLV NRW, EMSCHERGENOSSENSCHAFT (2008): Verfahrensbedingte Einflüsse bei der Quantifizierung hydraulischer und stofflicher Belastungen kleiner Fließgewässer. Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen und Dahlem Beratende Ingenieure. Abschlussbericht, Essen

NISIPEANU, P., BISCHOP, M. (2008): Machbarkeitsstudie PFT-Elimination in chemisch-physikalischen Abfallbehandlungsanlagen aufgezeigt an Abwässern aus der Chromsäurebehandlung. Abschlussbericht an das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Ruhrverband Essen.

OECD (1992): OECD Guideline for Testing of Chemicals ; Ready Biodegradability, Test 301, Organisation for Economic Co-operation and Development,

OGewV (2011): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung – OGewV), Bundesgesetzblatt Jahrgang 2011 Teil I Nr. 37, ausgegeben zu Bonn am 25. Juli 2011

ORT, C., SIEGRIST, H., MORF, L., SCHERINGER, M., STUDER, C. (2009): Nationales Stoffflussmodell: Mikroverunreinigungen aus Abwasserreinigungsanlagen.- GWA Gewässerschutz Wasser Abwasser, 217: 9/1 – 9/13, Aachen 2009, ISBN 978-3-938996-23-2.

PINNEKAMP, J., IVASHECHKIN, P. (2005): Literaturlauswertung zum Vorkommen gefährlicher Stoffe im Abwasser und in Gewässern.- Bericht zum Vorhaben im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW.

Pinnekamp, J., Montag, D., Malms, S. (2011): Spurenstoffe NRW – Zielsetzung und Vorgehensweise des Forschungsverbundes. GWA Gewässerschutz Wasser Abwasser, 223: 24/1 – 24/9, Aachen 2011, ISBN 978-3-938996-29-4.

QUAL2E and QUAL2E-UNCAS: documentation and user manual. EPA/600/3-87/007, US Environmental Protection Agency, Athens, GA.

Remmel J. (2011): Spurenstoffe & Co. - Wächst der Druck auf die Wasserressourcen? Was ist tolerierbar und wer muss zahlen? Rede des Ministers für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen am 13.10.2011 auf der Verbandstagung 2011 des Verbandes Kommunaler Unternehmen (VKU). http://www.umwelt.nrw.de/ministerium/minister/reden/rede111013_a.php

RAUCH W., HENZE M., KONCSOS L., REICHERT P., SHANAHAN P., SOMLYÓDY L., VANROLLEGHEM P. (1998): River Water Quality Modelling: I State of the Art. Wat. Sci. Tech. 38 (11), 237-244

Ruhrverband und AWWR (2010): Ruhrgütebericht 2010. Ruhrverband und Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr e.V.. Essen und Gevelsberg. ISSN 1613-4729

Schäfer, R. B., von der Ohe, P. C., Kühne, R., Schüürmann, G., Liess, M. (2011): Occurrence and Toxicity of 331 Organic Pollutants in Large Rivers of North Germany over a Decade (1994 to 2004); Environ. Sci. Technol. 45, 6167 - 6174

SCHARF, S., GANS, O., SATTELBERGER, R. (2002): Arzneimittelwirkstoffe im Zu- und Ablauf von Kläranlagen.- Umweltbundesamt (Hrsg.), Wien, Berichte BE-201, 1-35

SOMLYÓDY L., HENZE M., KONCSOS L., RAUCH W., REICHERT P., SHANAHAN P., VANROLLEGHEM P. (1998): River Water Quality Modelling: II Problems of the art. *Wat. Sci. Tech.* 38 (11), 245-253

SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (2007): Arzneimittel in der Umwelt. Stellungnahme Nr. 12. Berlin, April 2007. ISSN 1612.

Staatliches Umweltamt Duisburg (2003): Hochwasser-Aktionsplan Ruhr, Bericht der ProAqua Ingenieurgesellschaft für Wasser- und Umwelttechnik mbH, Aachen, 2003; http://www2.brd.nrw.de/Dezernat_53/

STREETER H.W. and PHELPS E.B. (1925): A Study of the Pollution and Natural Purification to the Ohio River, *Public Health Bull*, 146. U.S. Public Health Service, Washington D.C.

TERNES, T. A. (1998): Occurrence of drugs in german sewage treatment plants and rivers. - *Water Research*, 32 (11): 3245-3260

TERNES, T. A., JANEX-HABIBI, M.-L., KNACKER, T., KREUZINGER, N., SIEGRIST, H. (2004): Assessment of technologies for the removal of pharmaceuticals and personal care products in sewage and drinking water facilities to improve the indirect potable water reuse. In: POSEIDON: Detailed Report related to the overall project duration: 01.01.2001 – 30.06.2004; EVK-CT-2000-00047

TGD (2003): Technical Guidance Document on Risk Assessment, European Commission, Joint Research Centre, EUR 20418, European Communities, 2003

TIXIER, C., SINGER, H.P., OELLERS, S., MULLER, S.R. (2003): Occurrence and fate of carbamazepine, clofibric acid, diclofenac, ibuprofen, ketoprofen, and naproxen in surface waters. - *Environ. Sci. Technol.*, 37: 1061-1068.

TREUNERT, E., WELLMEYER, H. (2000): DV-Vorhaben D-E-A (Datendrehscheibe, Einleiterüberwachung, Abwasser). LDVZ (Landesdatenverarbeitungszentrale) – Nachrichten 1/2000.

UBA (2012): Umweltbundesamt; Wasser, Trinkwasser und Gewässerschutz, Flüsse und Seen, Version vom 16.4.2012; <http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/fluesse-und-seen>, Zugriff 27.4.2012

UMWELTBUNDESAMT (2003): Bewertung der Anwesenheit teil- oder nicht bewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus gesundheitlicher Sicht. Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission beim Umweltbundesamt. *Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz*, 46, 249–251

WELKER, A. (2006): Emissionen von gefährlichen Stoffen aus den Abwasserentsorgungssystemen vor dem Hintergrund der EG-WRRL.- Bericht zum Vorhaben

im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW.

WERNER, J. J., BOREEN, A. L., EDHLUND, B., WAMMER, K. H., MATZEN, E., MCNEILL, K., ARNOLD, W. A. (2005): Photochemical Transformation of Antibiotics in Minnesota Waters, CURA Reporter, University of Minnesota, Vol. 35/2 (2005)

WIDMANN, R., BESTER, K., DENECKE, M. (2004): Abschätzungen der Frachtbeiträge von gefährlichen Stoffen im Trübwasser (Teilströmen) kommunaler Kläranlagen. In: Siedlungswasserwirtschaft Abfallwirtschaft, Universität Duisburg-Essen (Hrsg.), Essen, 1-26

ZÜHLKE, S., SPITELLER, M., BESTER, K. (2004): Einträge und Quellen von phosphororganischen Flammschutzmitteln in Oberflächen- und Abwässern.- Forschungsvorhaben im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (IV - 9 - 042 52612345).

14 Anhang

14.1 Anhänge der Abwasserverordnung

Tabelle 14.1: Anhänge der Abwasserverordnung

Nr.	Anwendungsbereiche	Nr.	Anwendungsbereiche
1	Häusliches und kommunales Abwasser	28	Herstellung von Papier und Pappe
2	Braunkohle-Brikettfabrikation	29	Eisen- und Stahlerzeugung
3	Milchverarbeitung	31	Wasseraufbereitung, Kühlsysteme, Dampferzeugung
4	Ölsaataufbereitung, Speisefett- und Speiseölraffination	32	Verarbeitung von Kautschuk und Latizes, Herstellung und Verarbeitung von Gummi
5	Herstellung von Obst- und Gemüseprodukten	33	Wäsche von Abgasen aus der Verbrennung von Abfällen
6	Herstellung von Erfrischungsgetränken und Getränkeabfüllung	36	Herstellung von Kohlenwasserstoffen
7	Fischverarbeitung	37	Herstellung anorganischer Pigmente
8	Kartoffelverarbeitung	38	Textilherstellung und Textilveredlung
9	Herstellung von Beschichtungsstoffen und Lackharzen	39	Nichteisenmetallherstellung
10	Fleischwirtschaft	40	Metallbearbeitung, Metallverarbeitung
11	Brauereien	41	Herstellung und Verarbeitung von Glas und künstlichen Mineralfasern
12	Herstellung von Alkohol und alkoholischen Getränken	42	Alkalichloridelektrolyse
13	Holzfaserverplatten	43	Herstellung von Chemiefasern, Folien und Schwammtuch nach dem Viskoseverfahren
14	Trocknung pflanzlicher Produkte für die Futtermittelherstellung	45	Erdölverarbeitung
15	Herstellung von Hautleim, Gelatine und Knochenleim	46	Steinkohleverkokung
16	Steinkohleaufbereitung	47	Wäsche von Rauchgasen auf
17	Herstellung keramischer Erzeugnisse	48	Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe
18	Zuckerherstellung	49	Mineralöhlhaltiges Abwasser
19	Zellstofferzeugung	50	Zahnbehandlung
20	Fleischmehlindustrie	51	Oberirdische Ablagerungen von Abfällen
21	Mälzereien	52	Chemischreinigung
22	Chemische Industrie	53	Fotografische Prozesse (Silberhalogenid-Fotografie)
23	Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen	54	Herstellung von Halbleiterbauelementen
24	Eisen-, Stahl- und Tempergießereien	55	Wäschereien
25	Lederherstellung, Pelzveredlung, Lederfaserstoffherstellung	56	Herstellung von Druckformen, Druck-erzeugnissen und grafischen Erzeugnissen
26	Steine und Erden	57	Wollwäschereien
27	Behandlung von Abfällen durch chemische und physikalische Verfahren (CP-Anlagen) sowie		

14.2 Verwendete Daten der Datendrehscheibe D-E-A

Die für die Auswertung verwendeten Daten stammen aus der D-E-A (Datendrehscheibe Einleiterüberwachung Abwasser) des Landes Nordrhein-Westfalen. Die D-E-A umfasst verschiedene Teilsysteme, die Daten unterschiedlicher Themengebiete enthalten.

14.2.1 Verwendete Daten zur Auswertung der Indirekteinleiter und kommunaler Kläranlagen

Zur Auswertung der Angaben zu den Indirekteinleitern wurden Tabellen aus dem Teilsystem 72 der D-E-A (INKA = Indirekteinleiterkataster) und dem Teilsystem 77 (NIKLAS-KOM = Neues integriertes Kläranlagensystem für Kommunen und Abwasserzweckverbände) verwendet. NIKLAS-KOM ist das landesweite Kläranlagenkataster und dient der Erfassung und Verwaltung der Stammdaten der von Kommunen oder Abwasserzweckverbänden betriebenen Kläranlagen sowie der Erfassung der Ergebnisse der Anlagenüberwachung (TREUNERT & WELLMEYER, 2000). Die verwendeten Daten aus INKA sind in Tabelle 14.2 zusammengestellt. Außerdem wurden aus dem Teilsystem 15 (Kataloge), in dem allgemeine Informationen wie Adressen oder Stoffnummern verwaltet werden, Teilinformationen abgerufen (siehe ebenfalls Tabelle 14.4).

Tabelle 14.2: Verwendete Daten aus Teilsystem 72 (INKA) der D-E-A

t72_betrieb	t72_uebergabestelle	t72_anfallstelle	t72_probenahme	t72_ueberwach_ergebnis
betrieb_nr	Uebergabestelle_hochwert	anhang_id	probenahme_nr	masseinheiten_nr
herkunft	Uebergabestelle_rechtswert	anh_text	probe_nr	stoff_nr
gemeinde_id	Uebergabestelle_kom_anlagen_nr	chargenbetrieb_tog dauerbetrieb_tog max_vol_tag vol_jahr ist_aktuell_tog	q_05h q_2h Durchflussmessung _tog datum_analyse	parameter_nr ueberwach_ergebnis_info messergebnis

Tabelle 14.3: Verwendete Daten aus Teilsystem 77 (NIKLAS-KOM) und Teilsystem 15 (Kataloge) der D-E-A

NIKLAS-KOM	Kataloge	
t77_klaeranlage	t15_adresse	t15_stoff
Name der Kläranlage	name1	ingres_t15_stoff_name
name	name2	
stilllegung	strasse	
kom_anlagen_nr	hausnr	
kom_anlagen_nr	plz_zst	
klaeranlage_hochwert	ort_zst	
klaeranlage_rechtswert		
stilllegung		

Zusätzlich wurde das Deutsche Schadstoffregister PRTR (Pollutant Release and Transfer Register) auf zusätzliche Informationen bezüglich der über die D-E-A identifizierten Indirekteinleiter überprüft.

14.2.2 Verwendete Daten zur Auswertung der Direkteinleitungen

In der vorliegenden Auswertung wurden Tabellen aus dem Teilsystem 70 (NIKLAS-IGL), aus dem Teilsystem 15 (Kataloge), in dem allgemeine Informationen wie Adressen oder Stoffnummern verwaltet werden, aus dem Teilsystem 16 (Proben und Überwachungsergebnisse) und aus dem Teilsystem 74 (Hilfstabellen) verwendet. Die verwendeten Daten aus den Teilsystemen gehen aus Tabelle 14.4, Tabelle 14.5 und Tabelle 14.6 hervor.

Tabelle 14.4: Verwendete Daten aus Teilsystem 15 (Kataloge) der D-E-A

t15_adresse	t15_anlage	T15_einheit	T15_stoff
name1	Seq_arb_nr	masseinheit_nr	stoff_nr
name2	h4bimschv	einheit_zeichen	kurzname
strasse	lvu		name
hausnr	nose-p		cas_nr
plz_zst	prtr		
ort_zst			

Tabelle 14.5: Verwendete Daten aus Teilsystem 16 (Proben und Überwachungsergebnisse) der D-E-A

t16_einleitungsstelle	t16_est_adr_ein	t16_est_zeitraum	t16_messstelle	t16_messstelleabwv
einleitungsstellen_id	einleitungsstellen_id	einleitungsstellen_id	einleitungsstellen_id	einleitungsstellen_id
gewässer3_id	adr_nr	schlüssel31_id	messstellen_id	messstellen_id
stationierung_st_3	herkunft_adresse	est_gültig_von	rechtswert	mst_abwv_id
abwasserherkunft_opt	rechtswert	est_gültig_bis	hochwert	
rechtswert	hochwert			
hochwert				
t16_mst_abwv	t16_mst_zeitraum	t16_probenahme	t16_ueberwachung	t16_uew_erg
einleitungsstellen_id	einleitungsstellen_id	einleitungsstellen_id	einleitungsstellen_id	pna_id
messstellen_id	messstellen_id	messstellen_id	messstellen_id	stoff_nr
abwv_gueltig_von	mst_gültig_von	pna_datum	stoff_nr	masseinheit_nr
abwv_gueltig_bis	mst_gültig_bis	pna_id	masseinheit_nr	uew_messergebnis
mst_abwv_id	schlüssel31_id		uew_jsm_ww6	

Tabelle 14.6: Verwendete Daten aus Teilsystem 70 (NIKLAS-IGL) der D-E-A

t70_betrieb	T70_anlage	t70_aba_techdat
betrieb_nr	betrieb_nr	anlagen_nr
	anlagen_nr	Alle Parameter zur Beschreibung der Abwasserbehandlungs-technik
seq_nr		
rechtswert		
hochwert		
sto_adr_nr		
sto_herkunft_adresse		
T70_anfallstelle	t70_afs_zuord_betr	t70_einleitungsstelle
betrieb_nr	adr_nr	betrieb_nr
seq_nr	anfallstellen_nr	einleitungsstellen_id
abwa_dimension	herkunft_adresse	messstellen_id
abwa_volumen		Alle Parameter zur Charakterisierung des Abwassers
anfallstellen_nr		
anhang_nr		

14.4 Karten des Ruhreinzugsgebietes mit Indirekteinleitern

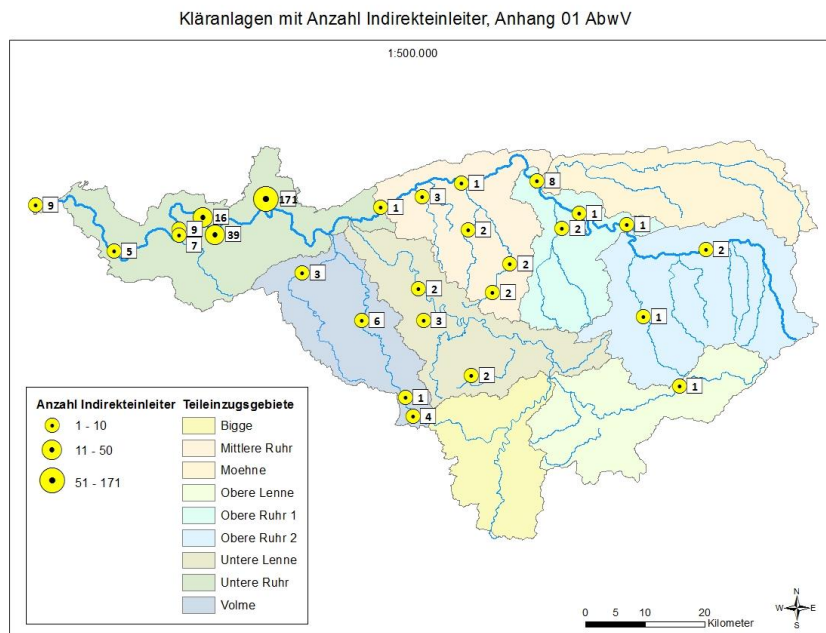


Bild 14.1: Lage der Kläranlage mit Indirekteinleitern von kommunalem Abwasser (Anhang 1 der AbwV) (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

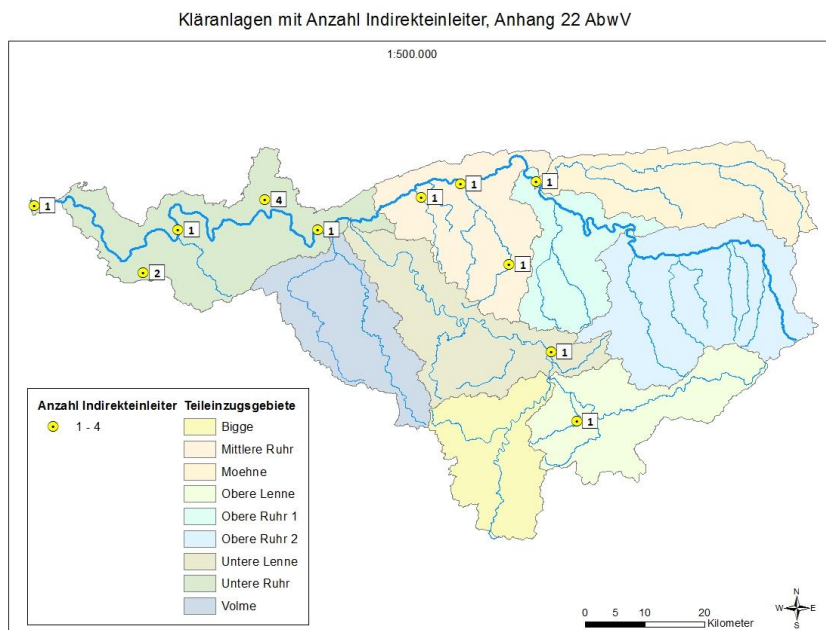


Bild 14.2: Lage der Kläranlage mit Indirekteinleitern nach Anhang 22 der AbwV: Chemische Industrie) (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhr-gütebericht 2007, Ruhrverband)

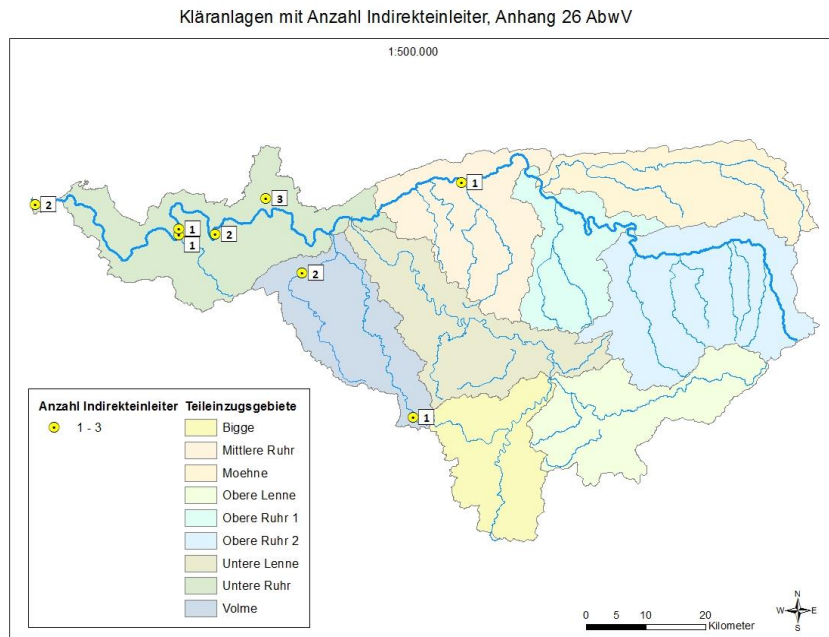


Bild 14.3: Lage der Kläranlage mit Indirekteinleitern nach Anhang 26 der AbwV: Steine und Erden (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

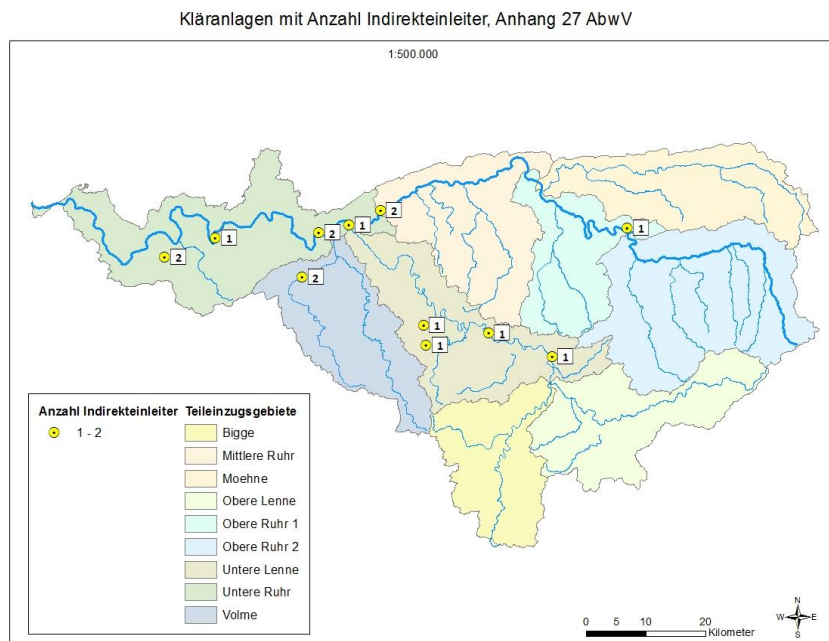


Bild 14.4: Lage der Kläranlage mit Indirekteinleitern nach Anhang 27 der AbwV: Behandlung von Abfällen durch chemische und physikalische Verfahren (SP-Anlagen) sowie Altölaufbereitung (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

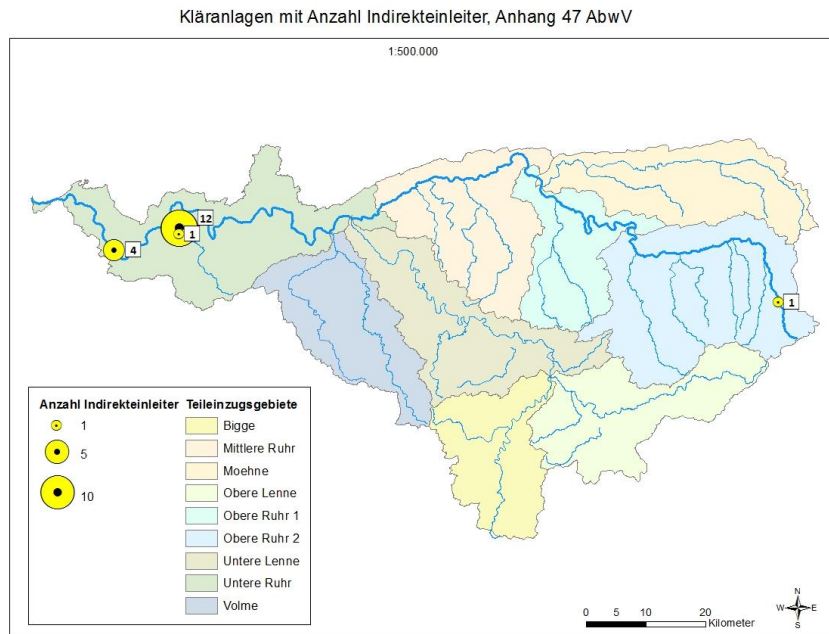


Bild 14.5: Lage der Kläranlage mit Indirekteinleitern nach Anhang 47 der AbwV: Wäsche von Rauchgasen aus Feuerungsanlagen (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

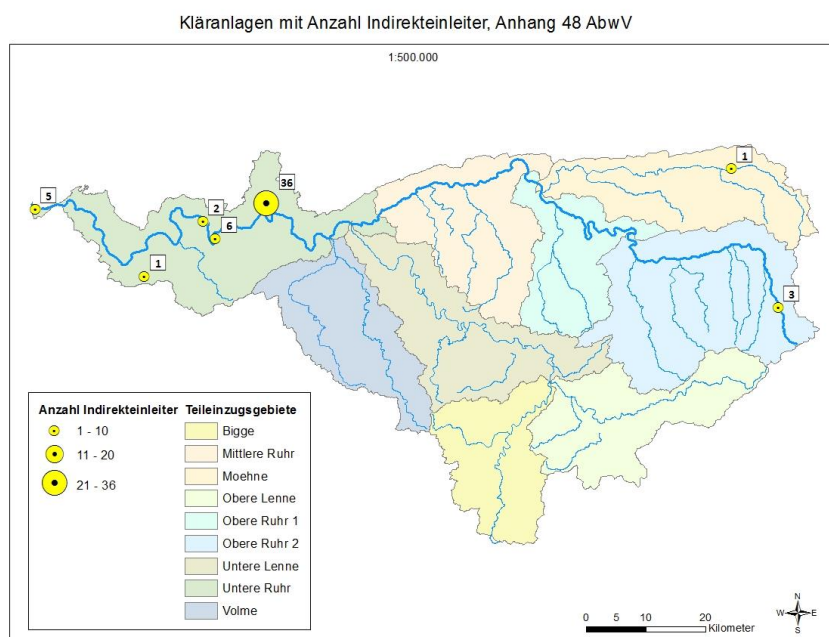


Bild 14.6: Lage der Kläranlage mit Indirekteinleitern nach Anhang 48 der AbwV: Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

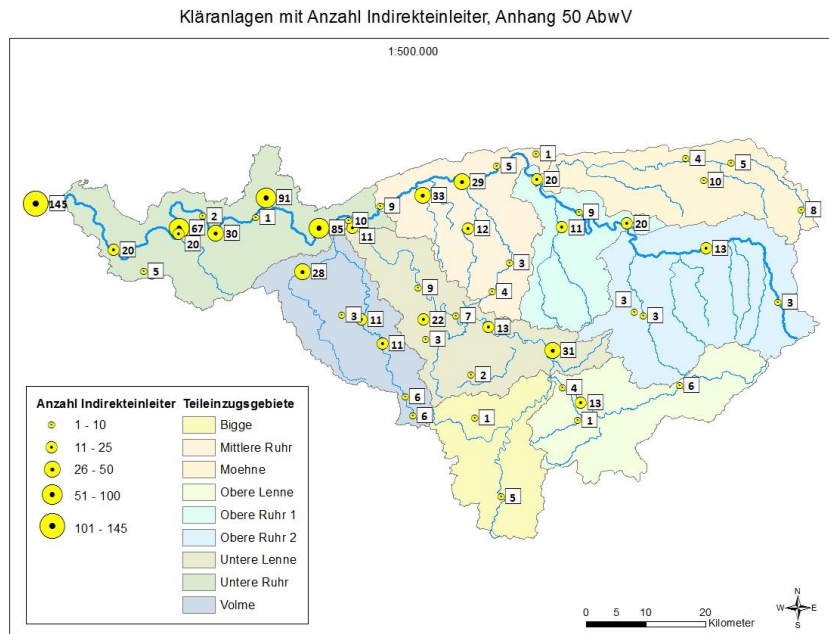


Bild 14.7: Lage der Kläranlage mit Indirekteinleitern nach Anhang 50 der AbwV: Zahnbehandlung (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

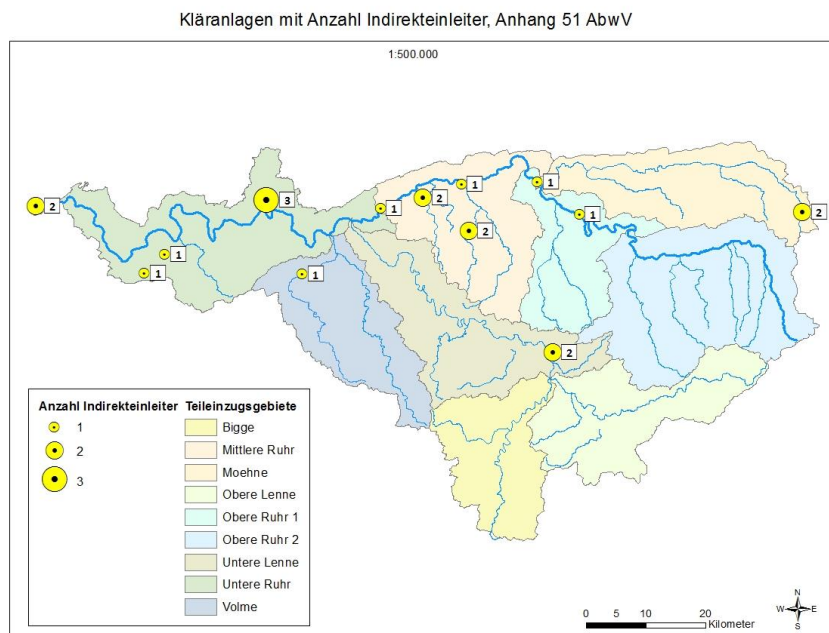


Bild 14.8: Lage der Kläranlage mit Indirekteinleitern nach Anhang 51 der AbwV: Oberirdische Ablagerung von Abfällen (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

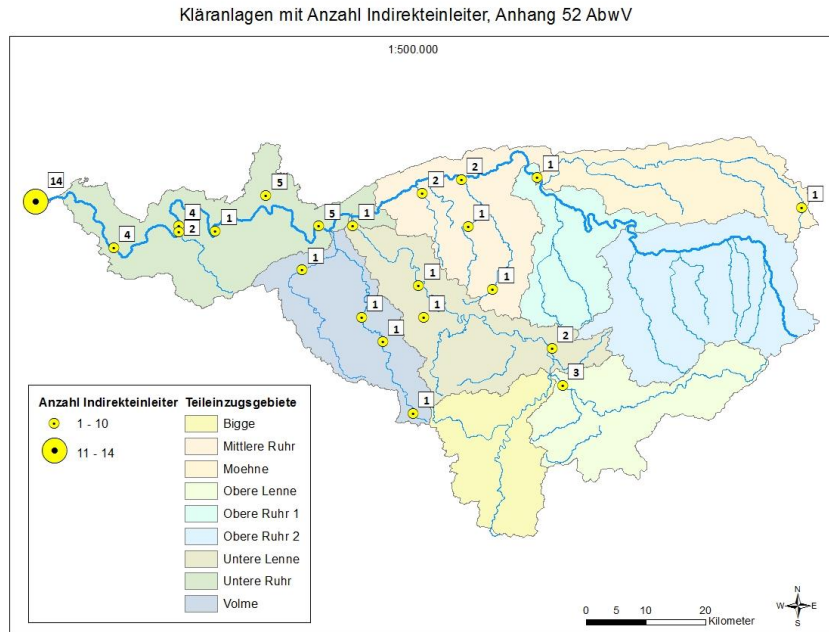


Bild 14.9: Lage der Kläranlage mit Indirekteinleitern nach Anhang 52 der AbwV: Chemischreinigung (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

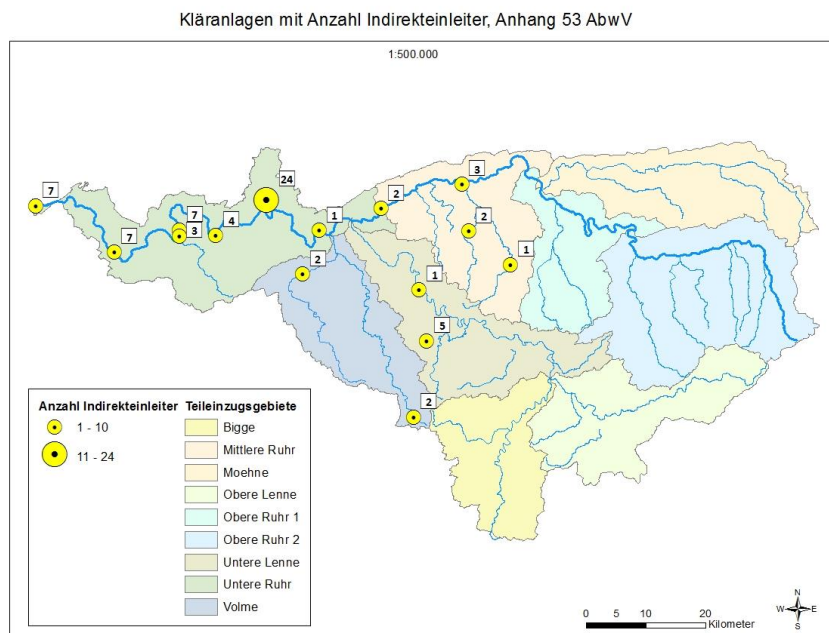


Bild 14.10: Lage der Kläranlage mit Indirekteinleitern nach Anhang 53 der AbwV: Fotografische Prozesse (Silberhalogenid-Fotografie (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

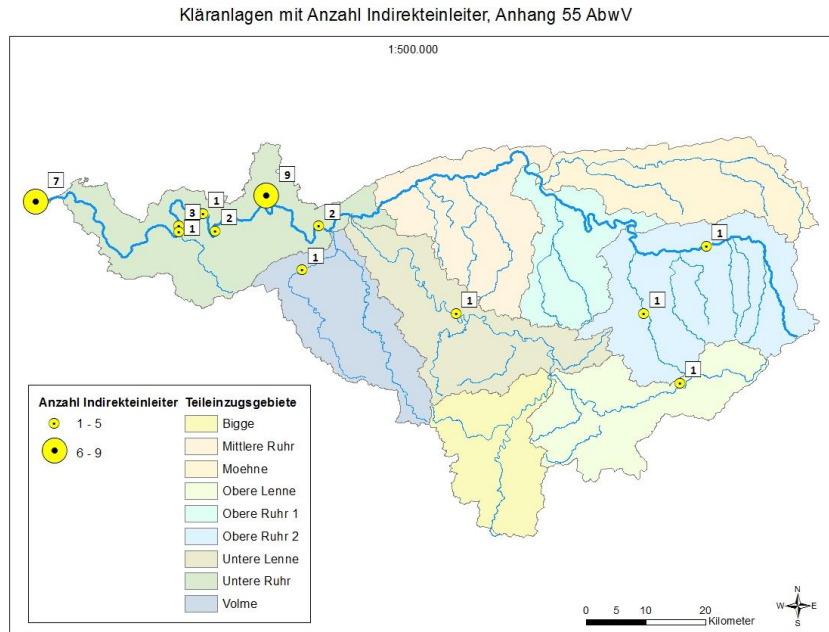


Bild 14.11: Lage der Kläranlage mit Indirekteinleitern nach Anhang 55 der AbwV: Wäschereien (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

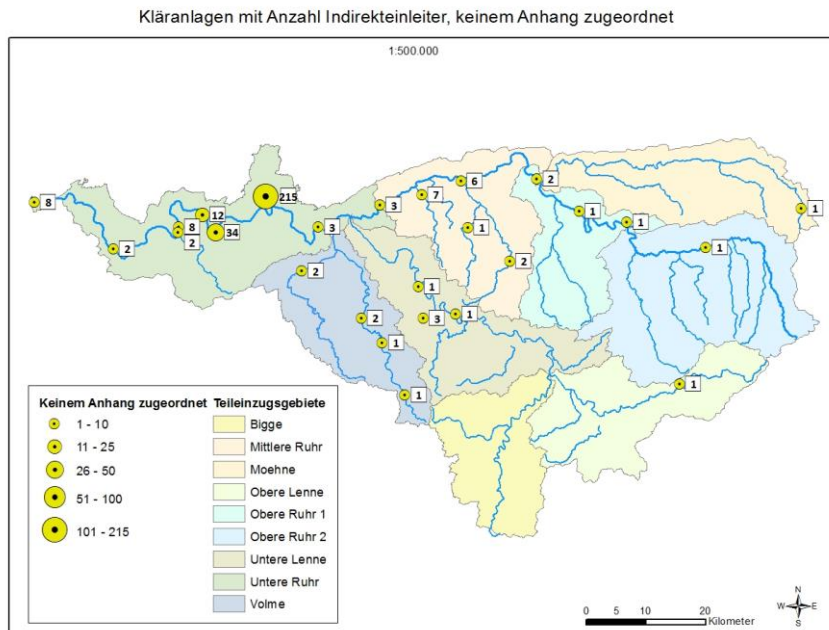


Bild 14.12: Lage der Kläranlagen mit in den Datenbanken verzeichneten Indirekteinleitern, die keinem Anhang der AbwV zugeordnet werden konnten (Kartengrundlage: Teileinzugsgebiete der Ruhr aus Ruhrgütebericht 2007, Ruhrverband)

14.5 Direkteinleiter im Ruhreinzugsgebiet (Stand 20.07.2010)

Nr. des Anhangs der AbV	Name Direkteinleiter/Betrieb	Stadt/Gemeinde	Einleitungsstellen-Nr.	Messstellen-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Jahres-schmutz-wasser-menge in m ³ /a	Einleitung in Ruhr über Nebengewässer	Stationierung der Einleitung in die Ruhr in km
01	STEAG AG	Duisburg	003247006	01	2552587	5701676			2,8
01	Carl Pohle	Duisburg	002216001	01	2552801	5701735			3,0
01	RAG Bahn und Hafen GmbH Lager Duisburg	Duisburg	002372002	01	2552766	5702022	2000		3,1
01	TanQuid Tanklager Duisburg	Duisburg	002330002	01	2552682	5702366	142		3,1
01	MTU Friedrichshafen GmbH Service Center Duisburg	Duisburg	002577001	01	2553081	5701816	500		3,3
01	TSR Recycling GmbH & Co. KG Niederlassung Duisburg	Duisburg	002364005	01	2553150	5701960	250		3,5
01	Duisburg-Ruhrorter Haefen Aktiengesellschaft	Duisburg	002429013	01	2553703	5702397			4,1
01	Hugo Fibelkorn GmbH & Co KG Kunststofftechnik	Heiligenhaus	056162001	01	2564947	5690524	3012	Rinderbach	23,2
01	Die Fähre Suchttherapie Einrichtung	Essen	004235001	01	2570227	5692707	5475	Oefter Bach	25,6
01	Ruhr-Baumschule Fabritzius	Essen	004286001	01	2570857	5692594	7300	Oefter Bach	25,6
01	Barmherzige Schwestern von der hl. Elisabeth e.V.	Essen	004243001	01	2566732	5695928	4785	Schuirbach	26,5
01	Thomas Ascherfeld	Hattingen	642274001	01	2584750	5690715	1653	Heierbergsbach	37,4
01	Gustav Adolf Siebe	Hattingen	642150001	01	2583274	5692660	3200	Deilbach	37,4
01	P-D refractories Dr. C. Otto GmbH	Bochum	626163001	02	2578326	5700414	496		49,4
01	Campinggesellschaft am Entenfangsee mbH	Hattingen	642169001	01	2580171	5696058	6500		54,5
01	R. S. I. Verwaltungsgesellschaft	Hattingen	642029002	01	2584610	5697000	2902	Paasbach	58,9
01	A.W. Schumacher GmbH	Ennepetal	638331002	01	2594261	5683547	1122	Volme	87,7
01	Alfred Thun GmbH & Co. KG	Ennepetal	638293002	01	2597831	5683352	9501	Volme	87,7
01	Autobahn Tank & Rast GmbH & Co. KG	Schalkmühle	704288001	01	3400512	5684628	3796	Volme	87,7
01	Bauherrengemeinschaft "Behlinger Weg"	Ennepetal	638153001	01	2597994	5684544	3285	Volme	87,7
01	Betreibergemeinschaft Isenberg und Thiel	Gevelsberg	640174001	01	2593857	5691201		Volme	87,7
01	Carl u. Ernst Reinecke	Hagen	630543002	01	3398120	5683325	200	Volme	87,7
01	AVU-Aktiengesellschaft Wasserwerk Roland	Breckerfeld	640166001	02	2598321	5680329	1196	Volme	87,9
01	Bibel-Center, Freie Theologische	Breckerfeld	636185001	01	2600055	5679740	3285	Volme	87,9
01	Deutsches Jugendherbergswerk Landesverband	Breckerfeld	636169001	01	2604152	5679339	2300	Volme	87,9
01	RWE Power AG Betrieb Herdecke	Herdecke	644153002	01	2601150	5698310	1800		89,8
01	Abwasserinteressengemeinschaft Lengenbeck e. V.	Schmallenberg	672076001	01	3458309	5670947	2628	Lenne	92,7
01	Evangelisch-Freikirchliches Jugendwerk Westfalen	Nachrodt-Wiblingwerde	698393001	01	3401696	5687298	2000	Lenne	92,7
01	Gebr. Niggemann GmbH & Co.	Meinerzhagen	694649001	02	3410911	5663936	425	Lenne	92,7
01	Gebr. Niggemann GmbH & Co.	Meinerzhagen	694649003	01	3410807	5664310	548	Lenne	92,7
01	Jürgen Lehberger	Attendorn	708178001	01	3418322	5667400	2464	Lenne	92,7
01	Ruth Geiger	Plettenberg	702480001	02	3421555	5678035	973	Lenne	92,7
01	Stadtwerke Meinerzhagen GmbH Fuerwigge-Talsperre	Meinerzhagen	694185001	01	3408359	5669265	120000	Lenne	92,7
01	Stora Enso Kabel GmbH & Co. KG ehem. Feldmühle	Hagen	630365002	01	2603583	5698669	12837721	Lenne	92,7
01	Trinkwasseraufbereitungsanlage Erbscheid	Attendorn	708275001	02	3418997	5661531	247	Lenne	92,7

Nr. des Anhangs der AbwV	Name Direkteinleiter/Betrieb	Stadt/Gemeinde	Einleitungsstellen-Nr.	Messstellen-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Jahres-schmutz-wasser-menge in m ³ /a	Einleitung in Ruhr über Nebengewässer	Stationierung der Einleitung in die Ruhr in km
01	Walter Schnuetgen	Lenne	716219001	02	3432273	5666590		Lenne	92,7
01	Kai Naujoks Jagdhaus Woerden	Nachrodt-Wiblingwerde	698377001	01	3402836	5687408	500	Lenne	92,9
01	Pflegeeinrichtung Villa Borbert und Kohlberghaus	Altena	678333001	01	3413791	5685318	4928	Lenne	92,9
01	Erholungspark Wilhelmsruh GmbH & Co. KG	Möhnesee	758159002	01	3440060	5703490	5000	Möhne	137,4
01	Kromme Beheer B.V.	Möhnesee	758167001	01	3439530	5703885	3450	Möhne	137,4
01	Oberpostdirektion Dortmund Fernmeldeamt Meschede	Meschede	668273001	01	3452725	5690925		N.N.	185,0
01	Adelheid Knoche	Schmallenberg	672203001	01	3454535	5676194	19160	Valme	191,6
01	Gabi Pfannes	Olsberg	670243001	01	3466830	5692170		Gierskopfbach	199,6
01	Haus Wildenstein	Olsberg	670235001	01	3466340	5682800	3504		207,0
11	Brauerei C. & A. Veltins GmbH & Co.	Meschede	668176002	01	3439527	5686501	850000	Wenne	173,5
12	Kornbrennerei Andreas Hegemann	Sprockhövel	648558003	01	2585331	5688885	1450	Deilbach	37,4
16	Mark-E AG, Kraftwerk Elverlingsen	Werdohl	706582006	01	3409787	5683589	8855	Lenne	92,7
17	P-D refractories Dr. C. Otto GmbH	Bochum	626163001	01	2578326	5700414	57620		49,4
19	Stora Enso Kabel GmbH & Co. KG ehem. Feldmühle	Hagen	630365002	01	2603583	5698669	12837721	Lenne	92,7
26	ARGE Westtangente Plettenberg Hestenbergstunnel	Plettenberg	702293002	01	3421110	5677263		Lenne	92,7
26	Carl Risch Naturstein GmbH Steinbruch Iserlohn-Lasbeck	Iserlohn	688240004	01	3404585	5690876	250	Lenne	92,7
26	Schiefergruben Magog GmbH & Co KG	Schmallenberg	672734001	01	3452924	5672632	3000	Lenne	92,7
26	Steinbruch Albus GmbH + Co.KG	Drolshagen	710253001	01	3410166	5660114	50	Lenne	92,7
26	Rheinkalk GmbH, Menden Werk Hönnetal	Menden (Sauerland)	696161001	01	3419850	5695640	3365000	Hönne	116,6
26	Rudolf Hilgenroth GmbH & Co. KG Boden- und Bauschuttdeponie	Sundern (Sauerland)	674427001	01	3434785	5688630	9720	Röhr	141,8
26	Schiefergruben Magog GmbH & Co KG	Schmallenberg	672700001	01	3449150	5673925	3200	Wenne	173,5
26	Schiefergruben Magog GmbH & Co KG	Schmallenberg	672734002	01	3449157	5673935	3000	Wenne	173,5
26	Naturstein Pape Werner Pape	Meschede	668338001	01	3452880	5690805	2500	N.N.	185,0
29	Friedrich Lohmann GmbH Werk Witten-Herbede	Witten	652237004	01	2589639	5699592	414000		69,1
29	DEUTSCHE EDELSTAHLWERKE GmbH	Witten	652458001	01	2592172	5700382	1164080		72,8
29	Burkhard Kranz	Ennepetal	638250001	01	2598315	5683433	39735	Volme	87,7
29	Burkhard Kranz	Ennepetal	638250002	01	2598163	5683339	73794	Volme	87,7
29	EWS - Edelstahlwerke Südwestfalen GmbH Werk Wehringhausen	Hagen	630560001	01	2601504	5692825	24061	Volme	87,7
29	Burkhard Kranz	Ennepetal	638250003	01	2598070	5680950	19867	Volme	87,9
29	Hoesch Hohenlimburg GmbH Warmwalzwerk	Hagen	630233001	01	3402170	5690870	1598294	Lenne	92,7
29	ThyssenKrupp Steel AG Werk Finnentrop	Finnentrop	712175001	02	3427660	5671100	45000	Lenne	92,7
29	ThyssenKrupp Steel AG Werk Finnentrop	Finnentrop	712175001	03	3427660	5671100	85000	Lenne	92,7
29	Walzwerke Einsal GmbH	Nachrodt-Wiblingwerde	698164002	01	3405734	5688190	300000	Lenne	92,7
31	Naturbad Mülheim Styrum	Mülheim a. d. Ruhr	010022002	01	2557581	5701851	25000		8,8
31	Aspera Brauerei Riese GmbH	Mülheim a. d. Ruhr	010308001	01	2558542	5700946			10,4

Nr. des Anhangs der AbwV	Name Direkteinleiter/Betrieb	Stadt/Gemeinde	Einleitungsstellen-Nr.	Messstellen-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Jahres-schmutz-wasser-menge in m ³ /a	Einleitung in Ruhr über Nebengewässer	Stationierung der Einleitung in die Ruhr in km
31	Siemens Power Generation AG Standort Mülheim	Mülheim a. d. Ruhr	010235002	01	2558940	5700929	2000		11,0
31	Siemens Power Generation AG Standort Mülheim	Mülheim a. d. Ruhr	010235001	01	2559070	5700916	50000		11,1
31	Rheinisch-Westfälische-Wasserwerks GmbH Wasserwerk Kettwig	Essen	004260001	01	2564840	5692676			22,8
31	P-D refractories Dr. C. Otto GmbH	Bochum	626163001	01	2578326	5700414	57620		49,4
31	Wasserbeschaffung Mittlere Ruhr GmbH	Bochum	626155001	01	2584967	5698232	192000		62,7
31	Carl Bechem GmbH	Kierspe	690201002	01	3402985	5666491	500	Pleßbach	63,3
31	Carl Bechem GmbH	Kierspe	690201003	01	3403080	5666490	7200	Pleßbach	63,3
31	Carl Bechem GmbH	Kierspe	690201004	01	3403080	5666490	500	Pleßbach	63,3
31	Carl Bechem GmbH	Kierspe	690201005	01	3403080	5666490	7150	Pleßbach	63,3
31	Carl Bechem GmbH	Kierspe	690201006	01			7150	Pleßbach	63,3
31	Stahlhammerwerk Krüner & Co. GmbH	Witten	652229001	01	2588175	5694836	7100	Pleßbach	63,3
31	Wengeler & Kalthoff HAMMERWERKE GmbH & Co. KG	Witten	652202001	01	2587657	5697938	20000	Pleßbach	63,3
31	Ruhrtaler Gesenkschmiede F. W. Wengeler GmbH & Co. KG	Witten	652199001	01	2588609	5699766	290000		67,1
31	Friedrich Lohmann GmbH Werk Witten-Herbede	Witten	652237003	01	2589725	5699447	200000	N.N.	67,4
31	Luhn & Pulvermacher Dittmann & Neuhaus GmbH	Witten	652628001	01	2588993	5700565	450000		67,9
31	Friedrich Lohmann GmbH Werk Witten-Herbede	Witten	652237001	01	2589680	5699500	110000		69,2
31	'VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH	Witten	652539001	01	2592742	5700201	28000	Borbach	73,3
31	Wasserwerke Westfalen GmbH, Wasserwerk Witten	Witten	652156002	01	2592830	5700230	251660	Borbach	73,3
31	'VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH	Witten	652539002	01	2592899	5700059	20000		73,6
31	'VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH	Witten	652539004	01	2593628	5699878	86400		74,4
31	'VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH	Witten	652539003	01	2593050	5697328	80000		77,2
31	EZM Edelstahlzieherei Mark GmbH	Wetter (Ruhr)	650307002	01	2594115	5697105	13000		77,5
31	Stadtwerke Lüdenscheid GmbH Wasserwerk Treckinghausen	Kierspe	692328001	01	3402555	5670462	60000		82,0
31	Mark-E Aktiengesellschaft Cuno Heizkraftwerk	Herdecke	644161002	01	2598287	5697327	70000000		85,4
31	A.W. Schumacher GmbH	Ennepetal	638331001	01	2594230	5683610	2266	Volme	87,7
31	Alfred Thun GmbH & Co. KG	Ennepetal	638293003	01	2597958	5683368	9015	Volme	87,7
31	CDP Bharat Forge GmbH vormals: C. D. Peddinghaus GmbH & Co KG	Ennepetal	638196002	01	2595356	5685480	300000	Volme	87,7
31	Edelstahlwerke Südwestfalen GmbH	Hagen	630560003	01	2601405	5692635		Volme	87,7
31	EWS - Edelstahlwerke Südwestfalen GmbH Werk Wehringhausen	Hagen	630560001	01	2601504	5692825	24061	Volme	87,7
31	Gebr. Nagel GmbH	Hagen	630845001	01	3397133	5683436	12000	Volme	87,7
31	Grote & Brocksieper GmbH & Co. KG	Kierspe	690210001	01	3403460	5668700	10000	Volme	87,7
31	Hammerwerke Haspe Gebrüder Kettler GmbH & Co. KG	Hagen	630349002	01	2599590	5689620	30750	Volme	87,7
31	Hammerwerke Haspe Gebrüder Kettler GmbH & Co. KG	Hagen	630349004	01	2599590	5689670	30750	Volme	87,7
31	Helmut Voss GmbH	Halver	682152001	01	3397175	5675769	20000	Volme	87,7
31	Hermann Huster GmbH & Co.	Hagen	630659001	01	2603120	5690460	100000	Volme	87,7

Nr. des Anhangs der AbwV	Name Direkteinleiter/Betrieb	Stadt/Gemeinde	Einleitungsstellen-Nr.	Messstellen-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Jahres-schmutz-wasser-menge in m ³ /a	Einleitung in Ruhr über Nebengewässer	Stationierung der Einleitung in die Ruhr in km
31	Lindemann & Kröger GmbH	Hagen	630667001	01	3397730	5686870	5566	Volme	87,7
31	Mark-E Aktiengesellschaft Hasper Talsperre	Hagen	630322003	01	2598100	5685900	90000	Volme	87,7
31	Mark-E Aktiengesellschaft Hasper Talsperre	Hagen	630322003	02	2598100	5685900	10000	Volme	87,7
31	Otto Lynker GmbH	Halver	704237001	01	3397667	5677310	42000	Volme	87,7
31	Schmelzer GmbH Warmpresswerk	Hagen	630500002	01	3397705	5685920	55000	Volme	87,7
31	Schmiedag GmbH & Co KG	Hagen	630420003	01	2601152	5694249	3000	Volme	87,7
31	Schmiedag GmbH & Co KG	Hagen	630420004	01	2601197	5694049	6000	Volme	87,7
31	Schöne Weiss & Co GmbH	Hagen	630373001	01	3396685	5688222	150000	Volme	87,7
31	Siegfried Seuthe GmbH Kunststoffverarbeitung	Kierspe	690244001	01	3402993	5669145	10800	Volme	87,7
31	Stadt Halver Waldschwimmbad	Halver	682306001	01	2606136	5673849	510	Volme	87,7
31	ThyssenKrupp Nirosta Präzisionsband GmbH Werk Dahlerbrück	Schalksmühle	704156002	01	3396506	5681817	122400	Volme	87,7
31	ThyssenKrupp Nirosta Präzisionsband GmbH Werk Dahlerbrück	Schalksmühle	704156003	01	3396666	5681786	76800	Volme	87,7
31	ThyssenKrupp Nirosta Präzisionsband GmbH Werk Dahlerbrück	Schalksmühle	704156003	02	3396666	5681786	8336	Volme	87,7
31	ThyssenKrupp Nirosta Präzisionsband GmbH Werk Dahlerbrück	Schalksmühle	704156004	01	3396571	5681707	7956	Volme	87,7
31	ThyssenKrupp Nirosta Präzisionsband GmbH Werk Dahlerbrück	Schalksmühle	704156005	01	3396706	5681769	72000	Volme	87,7
31	ts Leiterplattentechnik GmbH	Schalksmühle	704229001	01	3396640	5678435	14400	Volme	87,7
31	VIMES Kunststofftechnik GmbH & Co. KG	Schalksmühle	704296001	01	3399180	5679209		Volme	87,7
31	Vormann Brauerei	Hagen	630578001	01	3397664	5686464	31000	Volme	87,7
31	W. Krenzer	Ennepetal	638218002	01	2596688	5684710	180	Volme	87,7
31	Willi Seelbach Kunststoffverarbeitung	Kierspe	690295001	01	3403247	5667702	2000	Volme	87,7
31	Wippermann jr. GmbH	Hagen	630357001	01	2603820	5691440	7813	Volme	87,7
31	Wippermann jr. GmbH	Hagen	630357002	02	2603980	5691470	7812	Volme	87,7
31	AVU-Aktiengesellschaft Wasserwerk Roland	Breckerfeld	640166001	01	2598321	5680329	110232	Volme	87,9
31	Otto Reinelt GmbH	Halver	682195001	01	3395269	5674626	28800	Volme	87,9
31	Mark-E Aktiengesellschaft Wasserwerk Hengstey	Hagen	630322001	01	2600998	5696960	357100		88,5
31	RWE Power AG Betrieb Herdecke	Herdecke	644153003	01	2601210	5698300	3000000		89,8
31	A G N - Aluminium GmbH Nachrodt	Nachrodt-Wiblingwerde	698156003	01	3405159	5691021	4500	Lenne	92,7
31	Aquatherm GmbH Kunststoff-, Extrusion-, Spritzgießtechnik	Attendorn	708224001	01	3424788	5666859	410567	Lenne	92,7
31	Aquatherm GmbH Kunststoff-, Extrusion-, Spritzgießtechnik	Attendorn	708224002	01	3424762	5667001	199648	Lenne	92,7
31	Aquatherm GmbH Kunststoff-, Extrusion-, Spritzgießtechnik	Attendorn	708224003	01	3424818	5666799	68133	Lenne	92,7
31	August Röttgers -Kettenfabrik-	Iserlohn	688614001	01	3406055	5693240	7500	Lenne	92,7
31	Bals Elektrotechnik GmbH & Co. KG Hauptverwaltung/Werk I	Kirchhundern	714216001	01	3438132	5657976	61000	Lenne	92,7
31	Bilstein GmbH & Co. Kaltwalzwerk	Hagen	630489001	01	3399650	5692100	345300	Lenne	92,7
31	Bilstein GmbH & Co. Kaltwalzwerk	Hagen	630489002	01	3399670	5692090	1133280	Lenne	92,7
31	Bilstein GmbH & Co. Kaltwalzwerk	Hagen	630489003	01	3399680	5692070	7200	Lenne	92,7

Nr. des Anhangs der AbwV	Name Direkteinleiter/Betrieb	Stadt/Gemeinde	Einleitungsstellen-Nr.	Messstellen-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Jahres-schmutz-wasser-menge in m ³ /a	Einleitung in Ruhr über Nebengewässer	Stationierung der Einleitung in die Ruhr in km
31	Bilstein GmbH & Co. Kaltwalzwerk	Hagen	630489004	01	3399700	5692020	9000	Lenne	92,7
31	Bilstein GmbH & Co. Kaltwalzwerk	Hagen	630489005	01	3399730	5691980	509400	Lenne	92,7
31	Brill + Adloff Formen- und Kunststofftechnik GmbH	Lenne	716251001	01	3430331	5662458	81141	Lenne	92,7
31	C.D. Wälzholz GmbH	Plettenberg	702641001	01	3420536	5678093	149000	Lenne	92,7
31	Carl Müller GmbH & Co. KG Metallwarenfabrik	Altena	678252001	01	3406803	5681163	20000	Lenne	92,7
31	Damm Galvanik GmbH & Co. KG Reinhold	Attendorn	708216001	01	3421892	5665363	10000	Lenne	92,7
31	Deutsche Gasrußwerke GmbH	Dortmund	628301001	01	2599822	5713377		Lenne	92,7
31	DURA Automotive Body & Glass Systems GmbH & Co KG	Plettenberg	702161002	01	3421670	5674980	200000	Lenne	92,7
31	DURA Automotive Body & Glass Systems GmbH & Co KG	Plettenberg	702161003	01	3421680	5675000	14400	Lenne	92,7
31	DURA Automotive Body & Glass Systems GmbH & Co KG	Plettenberg	702161003	04	3421680	5675000		Lenne	92,7
31	DURA Automotive Body & Glass Systems GmbH & Co KG	Plettenberg	702161003	05	3421680	5675000		Lenne	92,7
31	DURA Automotive Body & Glass Systems GmbH & Co KG	Plettenberg	702161003	06	3421680	5675000		Lenne	92,7
31	DURA Automotive Body & Glass Systems GmbH & Co KG	Plettenberg	702161003	07	3421680	5675000		Lenne	92,7
31	DURA Automotive Body & Glass Systems GmbH & Co KG	Plettenberg	702161004	01	3421690	5675020	20000	Lenne	92,7
31	DURA Automotive Body & Glass Systems GmbH & Co KG	Plettenberg	702161006	01	3421690	5675170	72000	Lenne	92,7
31	DURA Automotive Body & Glass Systems GmbH & Co KG	Plettenberg	702161008	01	3421800	5675220	490000	Lenne	92,7
31	DURA Automotive Body & Glass Systems GmbH & Co KG	Plettenberg	702161009	01	3421810	5675230	40320	Lenne	92,7
31	Emil Turck & Cie. KG	Lüdenscheid	692646001	01	3409500	5678729	64800	Lenne	92,7
31	Enders Colman AG	Werdohl	706167001	01	3413610	5678780	9000	Lenne	92,7
31	Enders Colman AG	Werdohl	706167004	01	3413727	5678951	9000	Lenne	92,7
31	Ernst Butz GmbH Eloxalwerk+ Metallverarbeitung	Lüdenscheid	692344001	01	3405160	5680808		Lenne	92,7
31	ERNST SELVE GmbH & Co. KG	Lüdenscheid	692166003	01	3409108	5678315	283000	Lenne	92,7
31	Fischer & Kaufmann GmbH & Co. KG Press- und Stanzwerk	Finnentrop	712159001	01	3427677	5669954	42309	Lenne	92,7
31	Fr. u. H. Lüling Stahldrahtwerk	Iserlohn	688592002	01	3406380	5693307	31000	Lenne	92,7
31	Gebr. Denker GmbH & Co.KG	Plettenberg	702307001	01	3418761	5671313	200000	Lenne	92,7
31	Gebr. Kemper GmbH + Co.KG Metallwerke	Olpe	718173001	01	3418383	5653460	36055	Lenne	92,7
31	Gebr. Niggemann GmbH & Co.	Meinerzhagen	694649002	01	3410807	5664310	4600	Lenne	92,7
31	Heinrich Huhn GmbH & Co. KG Press-, Stanz- und Schweisswerk	Drolshagen	710245001	01	3412255	5656845	29000	Lenne	92,7
31	Hexion Specialty Chemicals GmbH	Iserlohn	688622002	01	3404580	5693030	800000	Lenne	92,7
31	Hoesch Hohenlimburg GmbH Warmwalzwerk	Hagen	630233004	01	3401785	5690870	49269	Lenne	92,7
31	Hoesch Hohenlimburg GmbH Warmwalzwerk	Hagen	630233006	01	3401682	5690887	222392	Lenne	92,7
31	Hoesch Hohenlimburg GmbH Warmwalzwerk	Hagen	630233007	01	3401600	5690903	55180	Lenne	92,7
31	J. P. Hüsecken & Comp. GmbH & Co. KG	Hagen	630586002	01	3400495	5688810	40000	Lenne	92,7
31	J. P. Hüsecken & Comp. GmbH & Co. KG	Hagen	630586003	01	3400538	5688760	40000	Lenne	92,7
31	KAMPWERK Vieregge u. Pickardt GmbH & Co	Plettenberg	702579002	01	3420060	5674600	18500	Lenne	92,7

Nr. des Anhangs der AbwV	Name Direkteinleiter/Betrieb	Stadt/Gemeinde	Einleitungsstellen-Nr.	Messstellen-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Jahres-schmutz-wasser-menge in m ³ /a	Einleitung in Ruhr über Nebengewässer	Stationierung der Einleitung in die Ruhr in km
31	Karl Groll GmbH & Co. KG	Plettenberg	702471001	01	3420940	5673900	340000	Lenne	92,7
31	Karl Groll GmbH & Co. KG	Plettenberg	702471002	01	3420920	5673900	45000	Lenne	92,7
31	Karl Groll GmbH & Co. KG	Plettenberg	702471003	01	3421270	5673900	5400	Lenne	92,7
31	KB Schmiedetechnik GmbH	Hagen	630292001	01	3397120	5695450	35000	Lenne	92,7
31	Kornbrennerei J. J. Kemper Inhaber Arens e. K.	Olpe	718157002	02	3419322	5655649	2804	Lenne	92,7
31	Kracht GmbH	Werdohl	706175002	01	3416391	5680872	3800	Lenne	92,7
31	Kracht GmbH	Werdohl	706175003	01	3416553	5680985	6000	Lenne	92,7
31	Kracht GmbH	Werdohl	706175003	02	3416553	5680985	2200	Lenne	92,7
31	Kracht GmbH	Werdohl	706175003	03	3416553	5680985	3000	Lenne	92,7
31	Mahle Brockhaus GmbH	Plettenberg	702188003	02	3419262	5671194		Lenne	92,7
31	Mahle Brockhaus GmbH	Plettenberg	702188004	01	3419027	5671274	70000	Lenne	92,7
31	Mahle Brockhaus GmbH	Plettenberg	702188004	02	3419027	5671274		Lenne	92,7
31	Mahle Brockhaus GmbH	Plettenberg	702188004	04	3419027	5671274		Lenne	92,7
31	Mahle Brockhaus GmbH	Plettenberg	702188005	01			70000	Lenne	92,7
31	Mahle Brockhaus GmbH	Plettenberg	702188006	01			7006	Lenne	92,7
31	Mahle Brockhaus GmbH	Plettenberg	702188009	01	3420250	5672470	60000	Lenne	92,7
31	Mahle Brockhaus GmbH	Plettenberg	702188011	01			18100	Lenne	92,7
31	Mahle Brockhaus GmbH	Plettenberg	702188015	01	3419070	5671250		Lenne	92,7
31	Mahle Brockhaus GmbH	Plettenberg	702188016	01	3419070	5671260		Lenne	92,7
31	Mark-E AG, Kraftwerk Elverlingsen	Werdohl	706582002	01	3409625	5683209	5543	Lenne	92,7
31	Mark-E AG, Kraftwerk Elverlingsen	Werdohl	706582003	01	3409694	5682939	75000000	Lenne	92,7
31	Mark-E AG, Kraftwerk Elverlingsen	Werdohl	706582004	01	3409711	5682640	2180000	Lenne	92,7
31	Mark-E AG, Kraftwerk Elverlingsen	Werdohl	706582004	02	3409711	5682640	3650000	Lenne	92,7
31	Mark-E AG, Hagen-Kabel Gasturbinen-Kraftwerk	Hagen	630772001	01	2603910	5698680	6921307	Lenne	92,7
31	Mark-E AG, Hagen-Kabel Gasturbinen-Kraftwerk	Hagen	630772001	02	2603910	5698680		Lenne	92,7
31	Martin & Weissgerber Kaltband GmbH	Hagen	630640001	01	3399025	5693200	12500	Lenne	92,7
31	Max W. Claas GmbH & Co. KG	Altena	678368001	01	3407686	5683429	738	Lenne	92,7
31	Messingwerk Plettenberg Herfeld GmbH & Co. KG	Plettenberg	702633002	02	3421661	5678227		Lenne	92,7
31	Messingwerk Plettenberg Herfeld GmbH & Co. KG	Plettenberg	702633003	01	3421603	5678171	58000	Lenne	92,7
31	Messingwerk Plettenberg Herfeld GmbH & Co. KG	Plettenberg	702633004	01	3421683	5678260		Lenne	92,7
31	Messingwerk Plettenberg Herfeld GmbH & Co. KG	Plettenberg	702633005	01	3421557	5678125		Lenne	92,7
31	Möhling GmbH & Co	Altena	678546004	01	3410134	5685626	35000	Lenne	92,7
31	Möhling GmbH & Co	Altena	678546004	02	3410134	5685626	17500	Lenne	92,7
31	Möhling GmbH & Co	Altena	678546005	01	3410134	5685626	35000	Lenne	92,7
31	Novelis Deutschland GmbH Werk Ohle	Plettenberg	702625001	01	3419187	5678074	565000	Lenne	92,7

Nr. des Anhangs der AbwV	Name Direkteinleiter/Betrieb	Stadt/Gemeinde	Einleitungsstellen-Nr.	Messstellen-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Jahres-schmutz-wasser-menge in m ³ /a	Einleitung in Ruhr über Nebengewässer	Stationierung der Einleitung in die Ruhr in km
31	Novelis Deutschland GmbH Werk Ohle	Plettenberg	702625002	01	3418911	5678069		Lenne	92,7
31	Platestahl Umformtechnik GmbH	Lüdenscheid	692174022	01	3408875	5677086	10000	Lenne	92,7
31	Platestahl Umformtechnik GmbH	Lüdenscheid	692174025	01	3408903	5677195	10000	Lenne	92,7
31	Platestahl Umformtechnik GmbH	Lüdenscheid	692174027	01	3408957	5676972	314000	Lenne	92,7
31	Platestahl Umformtechnik GmbH	Lüdenscheid	692174028	01	3408938	5677019	1600	Lenne	92,7
31	Platestahl Umformtechnik GmbH	Lüdenscheid	692174030	01	3408931	5677020	826	Lenne	92,7
31	Platestahl Umformtechnik GmbH	Lüdenscheid	692174031	01	3408880	5677118	9660	Lenne	92,7
31	Platestahl Umformtechnik GmbH	Lüdenscheid	692174032	01	3408925	5677211	17778	Lenne	92,7
31	Platestahl Umformtechnik GmbH	Lüdenscheid	692174033	01	3408925	5677211	16128	Lenne	92,7
31	Platestahl Umformtechnik GmbH	Lüdenscheid	692174034	01	3408945	5677215	5000	Lenne	92,7
31	plettac Umformtechnik GmbH & Co. KG	Plettenberg	702536001	01	3418411	5671385	240000	Lenne	92,7
31	Prinz GmbH & Co. KG	Plettenberg	702285001	01	3419821	5674570	24000	Lenne	92,7
31	Rasche Umformtechnik GmbH & Co KG	Plettenberg	702250001	01	3421893	5675419	101300	Lenne	92,7
31	Rasche Umformtechnik GmbH & Co KG	Plettenberg	702250002	01	3421941	5675556	1300	Lenne	92,7
31	Rasche Umformtechnik GmbH & Co KG	Plettenberg	702250003	01	3421896	5675559	1600	Lenne	92,7
31	Rasche Umformtechnik GmbH & Co KG	Plettenberg	702250004	01	3421916	5675532	12800	Lenne	92,7
31	Rheinkalk Hagen-Halden GmbH & Co. KG, Werk Hagen-Halden	Hagen	630195002	01	3397733	5694718	26000	Lenne	92,7
31	Rheinkalk Hagen-Halden GmbH & Co. KG, Werk Hagen-Halden	Hagen	630195003	01	3397709	5694748	103000	Lenne	92,7
31	Rheinkalk Hagen-Halden GmbH & Co. KG, Werk Hagen-Halden	Hagen	630195003	02	3397709	5694748		Lenne	92,7
31	Rheinkalk Hagen-Halden GmbH & Co. KG, Werk Hagen-Halden	Hagen	630195003	03	3397709	5694748		Lenne	92,7
31	Rheinkalk Hagen-Halden GmbH & Co. KG, Werk Hagen-Halden	Hagen	630195003	04	3397709	5694748	11500	Lenne	92,7
31	Rheinkalk Hagen-Halden GmbH & Co. KG, Werk Hagen-Halden	Hagen	630195004	01	3397771	5694336	180	Lenne	92,7
31	Risse + Wilke Kaltband GmbH & Co.	Hagen	630284002	01	3400880	5691540	1365	Lenne	92,7
31	Risse + Wilke Kaltband GmbH & Co.	Iserlohn	688185001	01	3405167	5692265	50087	Lenne	92,7
31	Risse + Wilke Kaltband GmbH & Co.	Iserlohn	688185002	01	3405142	5692217	2000	Lenne	92,7
31	Schlösser Armaturen GmbH	Olpe	718262001	01	3420400	5656075	20000	Lenne	92,7
31	Stadtwerke Altena GmbH	Altena	678341001	01	3406639	5680453	36000	Lenne	92,7
31	Stadtwerke Lüdenscheid GmbH Wasserwerk Treckinghausen	Lüdenscheid	692280001	01	3408555	5674398	140000	Lenne	92,7
31	Stadtwerke Meinerzhagen GmbH Fuerwigge-Talsperre	Meinerzhagen	694185001	01	3408359	5669265	120000	Lenne	92,7
31	Stahlschmidt & Maiworm GmbH	Werdohl	706566002	01	3410287	5683112	36000	Lenne	92,7
31	ThyssenKrupp Bilstein Suspensions GmbH	Werdohl	706191001	01	3414376	5681087	86400	Lenne	92,7
31	ThyssenKrupp Federn GmbH Werk Olpe	Olpe	718181001	01	3420979	5656413	3559	Lenne	92,7
31	ThyssenKrupp Steel AG Werk Finnentrop	Finnentrop	712175001	04	3427660	5671100	45000	Lenne	92,7
31	ThyssenKrupp Steel AG Werk Finnentrop	Finnentrop	712175002	01	3428069	5670721	1423500	Lenne	92,7
31	ThyssenKrupp Steel AG Werk Finnentrop	Finnentrop	712175002	02	3428069	5670721	40000	Lenne	92,7

Nr. des Anhangs der AbwV	Name Direkteinleiter/Betrieb	Stadt/Gemeinde	Einleitungsstellen-Nr.	Messstellen-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Jahres-schmutz-wasser-menge in m ³ /a	Einleitung in Ruhr über Nebengewässer	Stationierung der Einleitung in die Ruhr in km
31	Trinkwasseraufbereitungsanlage Erbscheid	Attendorn	708275001	01	3418997	5661531	50000	Lenne	92,7
31	VIA Oberflächentechnik GmbH	Lenne	716294001	01	3431020	5668198	324000	Lenne	92,7
31	VIA Oberflächentechnik GmbH	Lenne	716294001	02	3431020	5668198	164574	Lenne	92,7
31	VIA Oberflächentechnik GmbH	Lenne	716294001	03	3431020	5668198	164574	Lenne	92,7
31	VIA Oberflächentechnik GmbH	Lenne	716294001	04	3431020	5668198		Lenne	92,7
31	Viega GmbH & Co. KG Werk Elspe	Lenne	716235001	01	3433423	5668844	60000	Lenne	92,7
31	Vieregge-Elsethal GmbH & Co.	Plettenberg	702234001	01	3419661	5674475		Lenne	92,7
31	Vieregge-Elsethal GmbH & Co.	Plettenberg	702234001	02	3419661	5674475		Lenne	92,7
31	Vossloh AG BV Oberflächentechnik GmbH	Werdohl	706159002	01	3413212	5681425	256037	Lenne	92,7
31	Wilhelm Schulte-Wiese GmbH & Co. KG	Plettenberg	702226001	01	3418502	5671366	17820	Lenne	92,7
31	Zeller Plastik Deutschland GmbH Werk Lenhausen	Finnentrop	712167001	01	3427290	5674410	152311	Lenne	92,7
31	Friedr. Gustav Theis Kaltwalzwerke GmbH	Hagen	630977001	01	3396389	5695574	10512	Lenne	92,9
31	Heinrich Eibach GmbH Federn	Finnentrop	712205001	01	3428160	5672450	50000	Lenne	92,9
31	Höffer + Wüllner GmbH	Attendorn	708208002	01	3426900	5664190	4859	Lenne	92,9
31	HURST + SCHRÖDER GMBH	Werdohl	706183002	01	3413226	5681003	12000	Lenne	92,9
31	K.+T. Aludruckguss GmbH	Finnentrop	712230001	01	3427450	5674255	40000	Lenne	92,9
31	Eissporthalle Iserlohn Stadt Iserlohn	Iserlohn	688010002	01	3410559	5695352	328000	Baarbach	107,0
31	Stadtwerke Iserlohn GmbH Wasserwerk Iserlohn	Iserlohn	688312001	01	3411910	5693990		Baarbach	107,0
31	Albert Erdmann GmbH & Co. KG Drahtwerk	Hemer	684228001	01	3412722	5690760	24000	Hönne	116,6
31	August Overhoff Drahtwerk GmbH	Hemer	684201001	01	3414165	5694730	87500	Hönne	116,6
31	Carl Rohländer GmbH	Hemer	684155002	01	2624039	5691093	30000	Hönne	116,6
31	Chemische Fabrik Wocklum Gebr. Hertin GmbH & Co KG	Balve	680184001	01	3421412	5690194	102000	Hönne	116,6
31	Chemische Fabrik Wocklum Gebr. Hertin GmbH & Co KG	Balve	680184001	02	3421412	5690194	210000	Hönne	116,6
31	Delbrouck GmbH	Menden (Sauerland)	696641001	01	3419520	5698292	240000	Hönne	116,6
31	Drahtwerk Friedrich Lötters GmbH & Co KG	Hemer	684260001	01	3412730	5692145	10	Hönne	116,6
31	Drahtwerk Friedrich Lötters GmbH & Co KG	Hemer	684260001	02	3412730	5692145	10	Hönne	116,6
31	fischer Hydroforming GmbH	Menden (Sauerland)	696250001	01	3417516	5699740		Hönne	116,6
31	H. Künne GmbH & Co. KG	Hemer	684180001	01	3413992	5694551	145000	Hönne	116,6
31	hde Metallwerk GmbH	Menden (Sauerland)	696250003	01	3417351	5699871		Hönne	116,6
31	Heinrich Erdmann GmbH & Co. Drahtwerk	Hemer	684171001	01	3411882	5690015	5000	Hönne	116,6
31	Klaes Kunststoffe GmbH	Neuenrade	700185001	01	3416469	5684036	42750	Hönne	116,6
31	MPG Mendener Präzisionsrohr GmbH	Menden (Sauerland)	696250002	01	3417490	5699754		Hönne	116,6
31	MPG Mendener Präzisionsrohr GmbH	Menden (Sauerland)	696250004	01	3417526	5699724		Hönne	116,6
31	MPG Mendener Präzisionsrohr GmbH	Menden (Sauerland)	696250005	01	3417455	5699766		Hönne	116,6
31	MPG Mendener Präzisionsrohr GmbH	Menden (Sauerland)	696250006	01	3417385	5699823		Hönne	116,6

Nr. des Anhangs der AbwV	Name Direkteinleiter/Betrieb	Stadt/Gemeinde	Einleitungsstellen-Nr.	Messstellen-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Jahres-schmutz-wasser-menge in m ³ /a	Einleitung in Ruhr über Nebengewässer	Stationierung der Einleitung in die Ruhr in km
31	MPG Mendener Präzisionsrohr GmbH	Menden (Sauerland)	696250007	01	3417283	5699938		Hönne	116,6
31	Muschert+Gierse Galvanik GmbH	Neuenrade	700150003	01	3417505	5685712		Hönne	116,6
31	OBO Bettermann GmbH & Co Hüingsen	Menden (Sauerland)	696510001	01	3418193	5697671	38000	Hönne	116,6
31	OBO Bettermann GmbH & Co Hüingsen	Menden (Sauerland)	696510002	01	3418185	5697645	45000	Hönne	116,6
31	OBO Bettermann GmbH & Co Hüingsen	Menden (Sauerland)	696510003	01	3418656	5697835	171000	Hönne	116,6
31	OBO Bettermann GmbH & Co Hüingsen	Menden (Sauerland)	696510005	01	3418194	5697667	65000	Hönne	116,6
31	Schött - Druckguss GmbH	Menden (Sauerland)	696536001	01	3417109	5700250	95040	Hönne	116,6
31	SK Kassetten GmbH & Co. KG	Neuenrade	700193001	01	3416620	5684329	90500	Hönne	116,6
31	Stadtwerke Hemer GmbH, Trinkwasseraufbereitungsanlage	Hemer	684309001	01	3414659	5694623		Hönne	116,6
31	Sundwiger Drehtechnik GmbH	Hemer	684163002	01	3415404	5693492	25000	Hönne	116,6
31	Sundwiger Messingwerk GmbH & Co. KG	Hemer	684236002	02	3415208	5694091	182000	Hönne	116,6
31	Ulrich Halfmann	Hemer	684198001	01	3415480	5693630	4200	Hönne	116,6
31	vom Braucke GmbH & Co. KG	Hemer	684252001	01	3412400	5690346	1800	Hönne	116,6
31	Stadtwerke Hamm GmbH Wasserwerk Fröndenberg	Fröndenberg (Ruhr)	776173001	01	3418240	5704960	61827		121,2
31	BJB GmbH & Co KG	Arnsberg	654396001	01	3427909	5702840	849450	Möhne	137,4
31	Heinrich Jungeblodt KG -Spezialschraubenfabrik-	Warstein	764159001	01	3455123	5702251	10500	Möhne	137,4
31	Siepmann Werke GmbH & Co. KG Gesenkschmiede	Warstein	764175002	02	3453400	5706170	1260000	Möhne	137,4
31	Siepmann Werke GmbH & Co. KG Gesenkschmiede	Warstein	764175004	01	3453140	5706215		Möhne	137,4
31	Blome-Tillmann GmbH	Sundern (Sauerland)	674290001	01	3433060	5688170		Röhr	141,8
31	Metallwerk Sundern (MESU) Otto Brumberg GmbH & Co. KG	Sundern (Sauerland)	674265001	04	3430276	5689370		Röhr	141,8
31	Severin Elektrogeräte GmbH	Sundern (Sauerland)	674389001	01	3431210	5687170	4750	Röhr	141,8
31	SKS Metaplast Scheffer-Klute GmbH	Sundern (Sauerland)	674281001	01	3430840	5688680	45000	Röhr	141,8
31	Perstorp Chemicals GmbH	Arnsberg	654337001	01	3432465	5699058	26000000	Kettlerbach	144,3
31	Perstorp Chemicals GmbH	Arnsberg	654337003	01	3432478	5699056	26000000	Kettlerbach	144,3
31	Perstorp Chemicals GmbH	Arnsberg	654337004	01	3432430	5699093	26000000	Kettlerbach	144,3
31	Perstorp Chemicals GmbH	Arnsberg	654337006	01	3432394	5699116		Kettlerbach	144,3
31	Perstorp Chemicals GmbH	Arnsberg	654337007	01	3432452	5698925	12	Kettlerbach	144,3
31	Perstorp Chemicals GmbH	Arnsberg	654337008	01	3432405	5698950	3400	Kettlerbach	144,3
31	Sauerländer Spanplatten GmbH & Co. KG	Arnsberg	654434001	01	3433980	5698040			147,0
31	Wasserbeschaffungsverband Arnsberg Wasserwerk Freienohl "Langel"	Meschede	668150001	01	3442623	5695261	14000		167,0
31	Wasserverband Hochsauerland	Sundern (Sauerland)	674311001	01	3439180	5690140	365	Kesselbach	173,3
31	Kunststoffverpackungen + Druck Stockhausen GmbH	Meschede	668311001	01	3445950	5690700	230	N.N.	176,6
31	Hochsauerlandwasser GmbH Wasserwerk Meschede-Stockhausen	Meschede	668320001	01	3446903	5690843	4400		177,0
31	August Rüggeberg GmbH & Co. KG	Marienheide	260207001	01	2607088	5662841	31000	Henne	182,3
31	Honsel AG	Meschede	668303001	01	3450889	5690595	24000	N.N.	182,5

Nr. des Anhangs der AbwV	Name Direkteinleiter/Betrieb	Stadt/Gemeinde	Einleitungsstellen-Nr.	Messstellen-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Jahres-schmutz-wasser-menge in m ³ /a	Einleitung in Ruhr über Nebengewässer	Stationierung der Einleitung in die Ruhr in km
31	Honsel AG	Meschede	668303004	01	3450557	5690555	300000	N.N.	182,5
31	Honsel AG	Meschede	668303007	01	3450476	5690546	200000	N.N.	182,5
31	Honsel AG	Meschede	668303014	01	3450771	5690562		N.N.	182,5
31	Honsel AG	Meschede	668303018	01	3450507	5690543		N.N.	182,5
31	Honsel AG	Meschede	668303021	01	3450999	5690628	13500	N.N.	182,5
31	Honsel AG	Meschede	668303022	01	3451096	5690642		N.N.	182,5
31	Hochsauerlandwasser GmbH Wasserwerk Meschede-Mengesohl	Meschede	668036041	01	3451447	5690719			185,0
31	Honsel AG	Meschede	668303009	01	3451102	5690816			185,0
31	Honsel AG	Meschede	668303010	01	3450972	5690797			185,0
31	Honsel AG	Meschede	668303011	01	3450721	5690750			185,0
31	Honsel AG	Meschede	668303012	01	3450590	5690691			185,0
31	KSM Kunststofftechnik Meschede GmbH & Co. KG	Meschede	668290003	01	3451946	5690680	8340		185,0
31	M. Busch GmbH & Co. KG Werk Wehrstapel	Meschede	668184002	01	3454021	5691036	21120		187,0
40	Alfred Thun GmbH & Co. KG	Ennepetal	638293001	01	2597847	5683361	30700	Volme	87,7
40	Gebr. Niggemann GmbH & Co.	Meinerzhagen	694649001	01	3410911	5663936	4100	Lenne	92,7
40	ThyssenKrupp VDM GmbH, Werdohl - Werk Werdohl	Werdohl	706647001	01	3414152	5680486	231791	Lenne	92,7
40	Wagener GmbH & Co. KG Stahldrahtwerk	Altena	678511003	01	3406857	5687240	5600	Lenne	92,7
40	Franz Feldmann & Co	Sundern (Sauerland)	674370001	01	3428810	5692420		Röhr	141,8
47	Mark-E AG, Kraftwerk Elverlingsen	Werdohl	706582005	01	3409697	5682935	170000	Lenne	92,7
49	Wasserwerke Westfalen GmbH, Wasserwerk Witten	Witten	652156003	01	2592839	5700249	5	Borbach	73,3
49	Alfred Thiel	Gevelsberg	640255001	01	2593857	5691201		Volme	87,7
49	RWE Power AG Betrieb Herdecke	Herdecke	644153005	01	2601178	5698336	15		89,8
49	Basalt-Actien-Gesellschaft, Steinbruch Listertal	Meinerzhagen	694207002	01	3414844	5661047	43	Lenne	92,7
49	Carl Risch Naturstein GmbH Steinbruch Iserlohn-Lasbeck	Iserlohn	688240002	01	3404318	5690593	12500	Lenne	92,7
49	Mark-E AG, Kraftwerk Elverlingsen	Werdohl	706582006	01	3409787	5683589	8855	Lenne	92,7
49	Steinbruch Albus GmbH + Co.KG	Drolshagen	710253001	01	3410166	5660114	50	Lenne	92,7
49	Franz Schwartpaul	Neuenrade	700207001	01	3422234	5682000	225	Hönne	116,6
49	Mitteldeutsche Hartsteinindustrie GmbH	Winterberg	676187002	01	3469312	5678936	85	Hillebach	212,7
51	Märkischer Kreis Deponie Lüdens.-Lösenbachtal	Lüdenscheid	692387001	01	3401290	5676781	21900	Volme	87,7
51	Rudolf Hilgenroth GmbH & Co. KG Boden- und Bauschuttdeponie	Sundern (Sauerland)	674427001	01	3434785	5688630	9720	Röhr	141,8
51	Rudolf Hilgenroth GmbH & Co. KG Boden- und Bauschuttdeponie	Sundern (Sauerland)	674443001	01	3434495	5687571	17280	Röhr	141,8
51	Rudolf Hilgenroth GmbH & Co. KG Boden- und Bauschuttdeponie	Sundern (Sauerland)	674443001	02	3434495	5687571	12000	Röhr	141,8
51	Abfallentsorgungsbetrieb des Hochsauerlandkreises	Arnsberg	656020003	01	3434798	5693558	35000	Hellefelder Bach	151,3
n.z.	Steinwerke Wilhelm Köster GmbH & Co. KG	Hagen	630918001	01				k.A.	0,0
n.z.	Haeger & Schmidt GmbH	Duisburg	002305001	01	2551279	5701707			1,1

Nr. des Anhangs der AbwV	Name Direkteinleiter/Betrieb	Stadt/Gemeinde	Einleitungsstellen-Nr.	Messstellen-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Jahres-schmutz-wasser-menge in m ³ /a	Einleitung in Ruhr über Nebengewässer	Stationierung der Einleitung in die Ruhr in km
n.z.	Haeger & Schmidt GmbH	Duisburg	002305002	01	2551193	5701746			1,1
n.z.	RAG Bahn und Hafen GmbH Lager Duisburg	Duisburg	002372002	01	2552766	5702022	2000		3,1
n.z.	Bilgenentölungsgesellschaft mbH	Duisburg	002313001	01	2553432	5702085			3,8
n.z.	Bilgenentölungsgesellschaft mbH	Duisburg	002313001	04	2553432	5702085			3,8
n.z.	Bilgenentölungsgesellschaft mbH	Duisburg	002313001	05	2553432	5702085			3,8
n.z.	Bilgenentölungsgesellschaft mbH	Duisburg	002313001	08	2553432	5702085			3,8
n.z.	Bilgenentölungsgesellschaft mbH	Duisburg	002313001	09	2553432	5702085			3,8
n.z.	Barmherzige Schwestern von der hl. Elisabeth e.V.	Essen	004243002	01	2566520	5695870	88	Rossenbeck	19,2
n.z.	Klaus Silva -Gaststaette-	Hattingen	642215001	01	2578210	5694770		Deilbach	37,4
n.z.	Deutsche Steinkohle AG Schachanlage Heinrich 3	Essen	004162001	01	2574684	5698592			39,4
n.z.	Wasserhaltung "Friedlicher Nachbar" Deutsche Steinkohle AG (DSK)	Bochum	626287001	01	2582207	5699079			60,0
n.z.	RAG Aktiengesellschaft	Bochum	626295001	01	2589740	5707541		Oelbach	67,4
n.z.	Stadt Bochum -Tiefbauamt-	Bochum	626015005	01	2589360	5707100		Oelbach	67,4
n.z.	Wasserwerke Westfalen GmbH, Pumpwerk Ergste	Schwerte	784206001	01	3399887	5699923	1500		82,0
n.z.	Kluterhöhle und Freizeit Verwaltungs- und Betriebs-GmbH	Ennepetal	638013001	01	2595969	5685168	50000	Volme	87,7
n.z.	Kluterhöhle und Freizeit Verwaltungs- und Betriebs-GmbH	Ennepetal	638013001	02	2595969	5685168		Volme	87,7
n.z.	Schriever & Co	Kierspe	690236002	01	3402800	5669200		Volme	87,7
n.z.	Siegfried Jacob Metallwerke GmbH & Co. KG	Ennepetal	638625002	01	2597100	5685485		Volme	87,7
n.z.	Siegfried Jacob Metallwerke GmbH & Co. KG	Ennepetal	638625003	01	2596312	5685235		Volme	87,7
n.z.	W. Krenzer	Ennepetal	638218001	01	2596690	5684712	540	Volme	87,7
n.z.	WACA - Kunststoffwarenfabrik Heinrich Walch GmbH & Co. KG	Halver	682292001	01	3397790	5677031	52000	Volme	87,7
n.z.	Wilhelm Foerster	Halver	682640001	01	3397651	5673525		Volme	87,9
n.z.	RWE Power AG Betrieb Herdecke	Herdecke	644153004	01	2601220	5698300	200000		89,8
n.z.	RWE Power AG Betrieb Herdecke	Herdecke	644153007	01	2601225	5698406			89,9
n.z.	Bäderbetriebe Werdohl GmbH Freibad Ütterlingsen	Werdohl	706035002	01	3412440	5680915	1510	Lenne	92,7
n.z.	Basalt-Actien-Gesellschaft, Steinbruch Listertal	Meinerzhagen	694207001	01	3414733	5661001		Lenne	92,7
n.z.	Bilstein GmbH & Co. Kaltwalzwerk	Hagen	630489001	02	3399650	5692100		Lenne	92,7
n.z.	Forellenzucht Drenk	Schmallenberg	672343001	01	3448325	5666760		Lenne	92,7
n.z.	Forellenzucht Drenk	Schmallenberg	672343002	01	3448320	5666695		Lenne	92,7
n.z.	Forellenzucht Drenk	Schmallenberg	672343003	01	3457530	5670465		Lenne	92,7
n.z.	Märkischer Kreis, "Rote Halde"Reifenwaschanlage	Iserlohn	688290001	01	3404667	5692907		Lenne	92,7
n.z.	Platestahl Umformtechnik GmbH	Lüdenscheid	692174016	01	3408931	5677020	40935	Lenne	92,7
n.z.	Rheinkalk Hagen-Halden GmbH & Co. KG, Werk Hagen-Halden	Hagen	630195002	02	3397733	5694718		Lenne	92,7
n.z.	Rheinkalk Hagen-Halden GmbH & Co. KG, Werk Hagen-Halden	Hagen	630926002	01	3397540	5694022	9619680	Lenne	92,7
n.z.	Risse + Wilke Kaltband GmbH & Co.	Iserlohn	688185002	01	3405142	5692217	2000	Lenne	92,7

Nr. des Anhangs der AbwV	Name Direkteinleiter/Betrieb	Stadt/Gemeinde	Einleitungsstellen-Nr.	Messstellen-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Jahres-schmutz-wasser-menge in m ³ /a	Einleitung in Ruhr über Nebengewässer	Stationierung der Einleitung in die Ruhr in km
n.z.	Stahlschmidt & Maiworm GmbH	Werdohl	706566001	01	3410450	5683265	18000	Lenne	92,7
n.z.	Steinbruch Albus GmbH + Co.KG	Drolshagen	710253002	01	3410117	5660159		Lenne	92,7
n.z.	ThyssenKrupp Steel AG Werk Finnentrop	Finnentrop	712175001	05	3427660	5671100	2690	Lenne	92,7
n.z.	Trinkwasseraufbereitungsanlage Erbscheid	Attendorf	708275001	03	3418997	5661531	50	Lenne	92,7
n.z.	Haub & Schöllnhammer GmbH & Co. KG	Lenne	716200001	01	3434875	5662350	20000	Lenne	92,9
n.z.	Wundi GmbH Chemisch technische Erzeugnisse	Arnsberg	654469001	01	3435640	5697512		Lenne	92,9
n.z.	Wasserwerke Westfalen GmbH, Pumpwerk Westhofen 2	Schwerte	784206003	01	3397025	5698910	25200	N.N.	94,3
n.z.	Wasserwerke Westfalen GmbH, Pumpwerk Westhofen 1	Schwerte	784206002	01	3398135	5698725	1500		96,3
n.z.	Wasserwerke Westfalen GmbH, Wasserwerk Hengsen	Iserlohn	688266001	01	3405631	5703401			96,9
n.z.	Bürgerbad Elsetal Betriebs-GmbH	Schwerte	784184001	01	3401572	5699803	1500	Elsebach	99,3
n.z.	Wasserwerke Westfalen GmbH, Wasserwerk Hengsen	Holzwickede	784206004	01	3405295	5703715	5400		106,1
n.z.	Albert Erdmann GmbH & Co. KG Drahtwerk	Hemer	684228002	01	3412702	5690733		Hönne	116,6
n.z.	Basalt AG, BWH Steinbruch Oese Basalt AG, Linz am Rhein	Hemer	684325002	01	3415966	5697397		Hönne	116,6
n.z.	Chemische Fabrik Wocklum Gebr. Hertin GmbH & Co KG	Balve	680184001	02	3421412	5690194	210000	Hönne	116,6
n.z.	Heinrich Schulte	Arnsberg	654230001	01	3423583	5696030		Hönne	116,8
n.z.	Fischhof Baumüller	Wickede (Ruhr)	770272001	01	3420245	5707721		Rammbach	120,4
n.z.	Anglersportverein Rüthen e.V. Klaus Sellerberg	Rüthen	760331001	01	3459669	5705953		Möhne	137,4
n.z.	Anglersportverein Rüthen e.V. Klaus Sellerberg	Rüthen	760331001	02	3459669	5705953		Möhne	137,4
n.z.	Anglersportverein Rüthen e.V. Klaus Sellerberg	Rüthen	760331001	03	3459669	5705953		Möhne	137,4
n.z.	BJB GmbH & Co KG	Arnsberg	654396001	02	3427909	5702840		Möhne	137,4
n.z.	Constantin von Fürstenberg	Rüthen	760269001	01	3459150	5703280		Möhne	137,4
n.z.	Dreses, Volker	Warstein	764264001	01	3445973	5708556		Möhne	137,4
n.z.	Rüthener Grünsandstein-Werk Kirsch GmbH	Rüthen	760323001	01	3459996	5707408	700	Möhne	137,4
n.z.	WESTKALK Warsteiner Kalksteinindustrie GmbH & Co. KG	Warstein	764272001	01	3459225	5701995	20	Möhne	137,4
n.z.	H Bruene	Rüthen	760242001	01	3459380	5701950		Möhne	137,6
n.z.	Weiken Fritz KG	Rüthen	760250001	01	3459250	5701900		Möhne	137,6
n.z.	Lanwehr Naturstein GmbH & Co. KG Schotterwerk Müschede	Arnsberg	654272001	01	3431120	5696350	3300	Röhr	141,8
n.z.	Stadtwerke Sundern 'Wasserwerk Röhre	Sundern (Sauerland)	674451001	01	3431375	5686955	6500	Röhr	141,8
n.z.	Stadtwerke Sundern Wasserwerk Langscheid	Sundern (Sauerland)	674010078	01	3428074	5691845	105000	Röhr	142,0
n.z.	Perstorp Chemicals GmbH	Arnsberg	654337006	02	3432394	5699116	15000	Kettlerbach	144,3
n.z.	Perstorp Chemicals GmbH	Arnsberg	654337010	01				Kettlerbach	144,3
n.z.	Reno De Medici Arnsberg GmbH	Arnsberg	654361001	02	3435669	5695453	336000		153,0
n.z.	Reno De Medici Arnsberg GmbH	Arnsberg	654361001	03	3435669	5695453	252000		153,0
n.z.	Reno De Medici Arnsberg GmbH	Arnsberg	654361001	04	3435669	5695453			153,0
n.z.	Reno De Medici Arnsberg GmbH	Arnsberg	654361001	05	3435669	5695453			153,0

Nr. des Anhangs der AbwV	Name Direkteinleiter/Betrieb	Stadt/Gemeinde	Einleitungsstellen-Nr.	Messstellen-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Jahres-schmutz-wasser-menge in m ³ /a	Einleitung in Ruhr über Nebengewässer	Stationierung der Einleitung in die Ruhr in km
n.z.	Hochsauerlandwasser GmbH Wasserwerk Meschede Freienohl	Meschede	668320002	01	3441977	5693196			170,0
n.z.	Basalt-Actien-Gesellschaft Steinbruch Meschede-Berge	Meschede	668389001	01	3441750	5687510	300	Wenne	173,5
n.z.	Flugplatz Meschede-Schüren Tankstelle	Meschede	668397001	01	3446233	5685594	310	Kelbke	176,4
n.z.	Honsel AG	Meschede	668303024	01	3450508	5690556		N.N.	182,5
n.z.	Diabaswerk Halbeswig GmbH & Co. KG	Bestwig	656283001	01	3456824	5688592	15	Nierbach	186,8
n.z.	Vinzenz Gierse KG Spedition	Schmallenberg	672319001	01	3460295	5679277	149	Elpe	192,8
n.z.	Stadt Olsberg, Sole-Kneipp-Bad	Olsberg	670251001	01	3463980	5691600			199,0
n.z.	Olsberg Hermann Everken GmbH	Olsberg	670189001	01	3465184	5691201	13124	Gierskopfbach	199,6

n.z. Keinem Anhang der AbwV zugeordnet

Die Auswertungen der Angaben zu industriellen Direkteinleitern beziehen sich auf einen Auszug des LANUV NRW aus der D-E-A (Datendrehzscheibe Einleiterüberwachung Abwasser) zum Stand 20.07.2010.

Der Name der Direkteinleiter wurde den Angaben in NIKLAS-IGL entnommen. Falls ein Direkteinleiter nicht in NIKLAS-IGL aufgeführt war, wurde der Name den Angaben zur Einleitungsstelle entnommen.

In der Spalte „Einleitung in die Ruhr über Nebengewässer“ ist das Nebengewässer genannt, über das die eingeleiteten Abwässer letztendlich der Ruhr zufließen. Es ist nicht zwangsläufig das Nebengewässer, in das die Einleitung an der Einleitungsstelle erfolgt. Ist in dieser Spalte kein Nebengewässer aufgeführt, so bedeutet dies, dass die Einleitung direkt in die Ruhr erfolgt.

In der Spalte „Stationierung der Einleitung in die Ruhr in km“ ist die Stationierung der Einleitung des Nebengewässers aufgeführt, über das die Einleitung letztendlich der Ruhr zufließt. Für Einleitungsstellen direkt in die Ruhr wurden anhand der Rechts- und Hochwerte die Lage der Stationierung ermittelt.

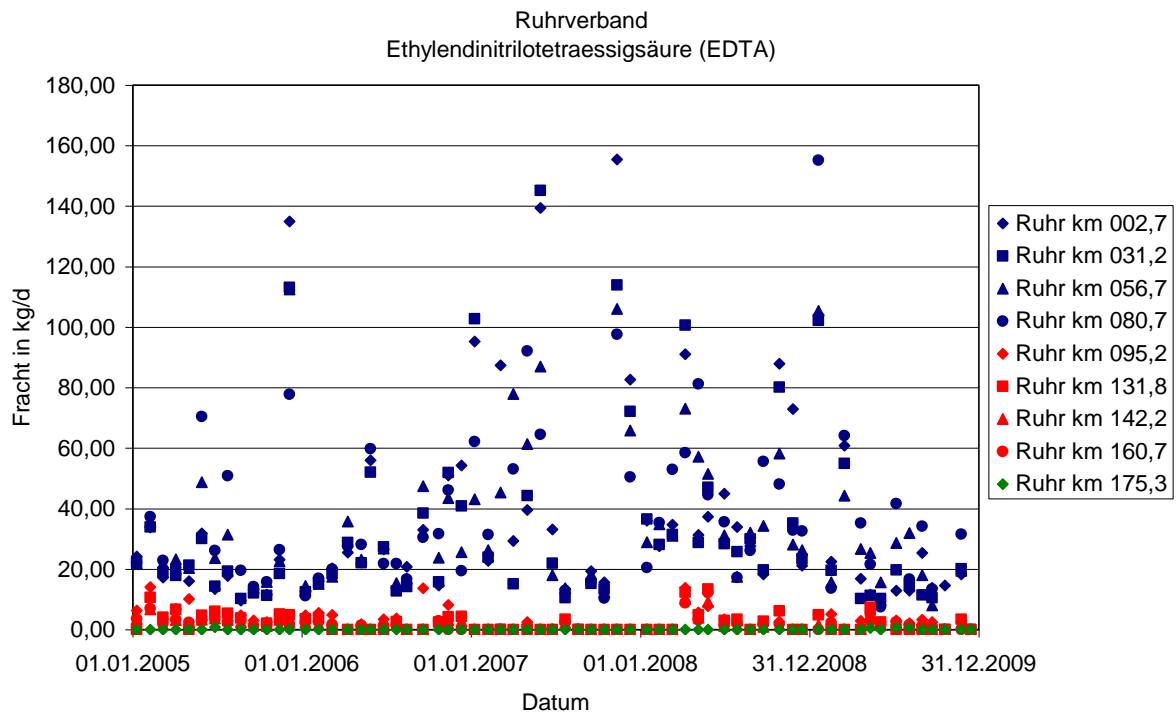
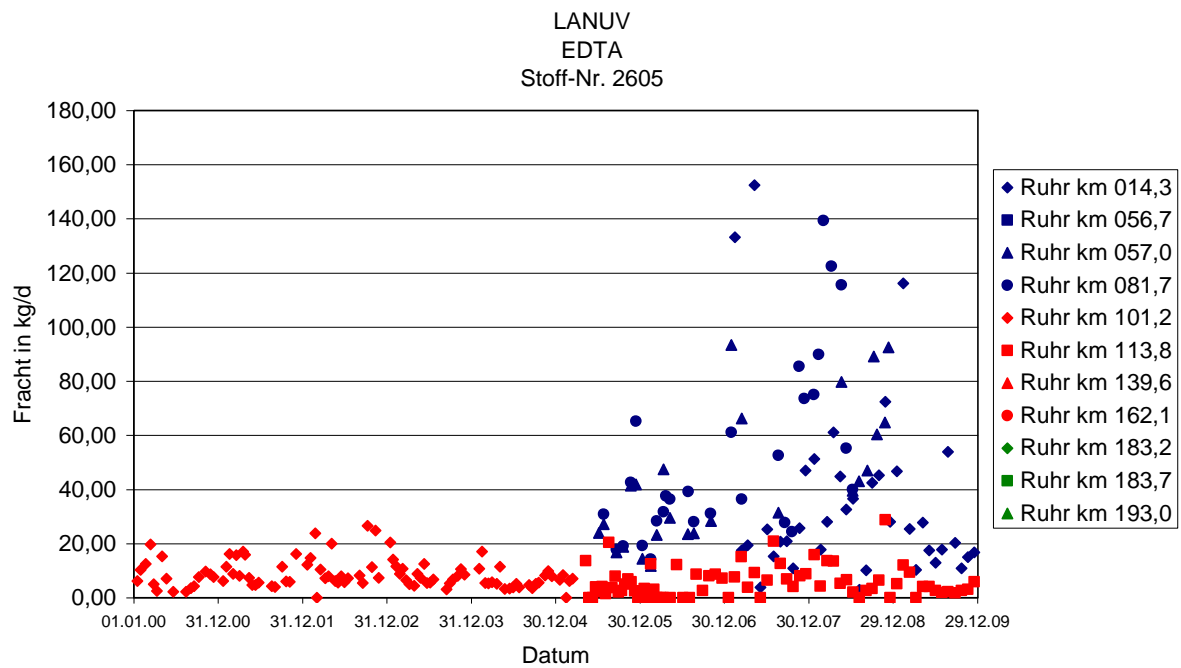
Die Angaben zur Stationierung beziehen sich auf die Gewässerstationierungskarte 3C (GSK3C) des Landes Nordrhein-Westfalen.

14.6 Mittelwerte, Standardabweichungen, Wasserführungsabhängigkeit und zeitlicher Verlauf der Frachten

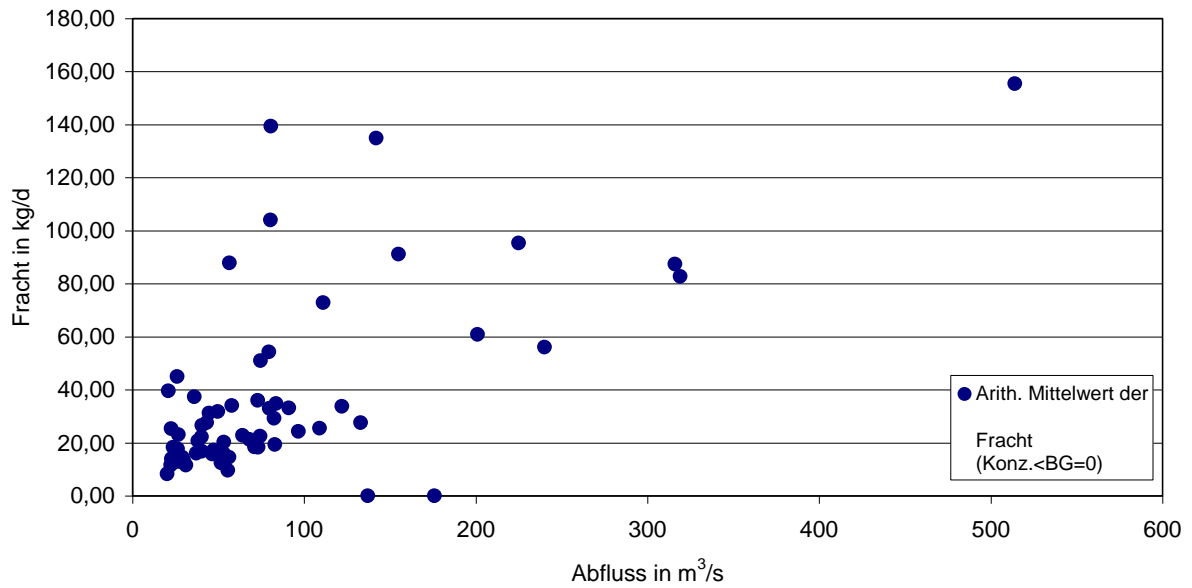
14.6.1 EDTA

Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Ethylendinitrioltetraessigsäure (EDTA)	2605	Fröndenberg	4108	113,8	10.05.05	16.12.09	72	5,68	5,69	5,99	5,43	
		am Pegel Villigst	402801	101,2	17.01.00	14.03.05	97	8,55	5,20	8,70	5,07	
		UH HARKORT-SEE	503204	81,7	26.07.05	07.07.08	28	51,42	33,37	51,42	33,37	
		unterhalb Hattingen	503708	57,0	05.07.05	09.12.08	26	41,49	26,06	41,69	25,75	
		Mülheim Kahlenberg	22810	14,3	14.02.07	16.12.09	38	35,69	33,58	35,69	33,58	

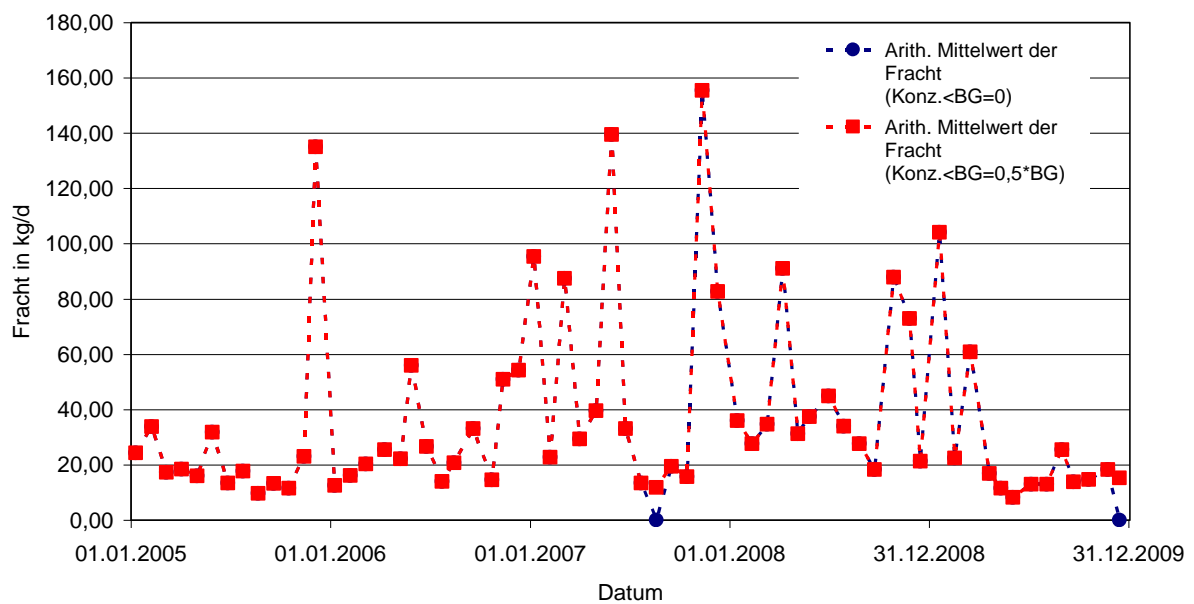
Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Ethylendinitrioltetraessigsäure (EDTA)		unterhalb Meschede	RL03	175,3	10.01.05	14.12.09	65	0,04	0,16	0,95	1,00	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	10.01.05	14.12.09	65	1,54	2,18	2,68	2,21	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	10.01.05	14.12.09	65	1,62	2,06	2,80	2,32	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	10.01.05	14.12.09	64	2,22	3,14	4,14	2,92	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	10.01.05	14.12.09	65	2,97	3,41	4,84	3,59	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	10.01.05	14.12.09	65	34,18	27,38	35,12	26,40	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	10.01.05	23.11.09	63	33,56	24,61	34,13	23,99	
		U-Station Essen	RL11	31,2	10.01.05	14.12.09	65	31,87	30,60	32,72	29,93	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	10.01.05	14.12.09	65	36,17	33,63	36,58	33,26	



Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)



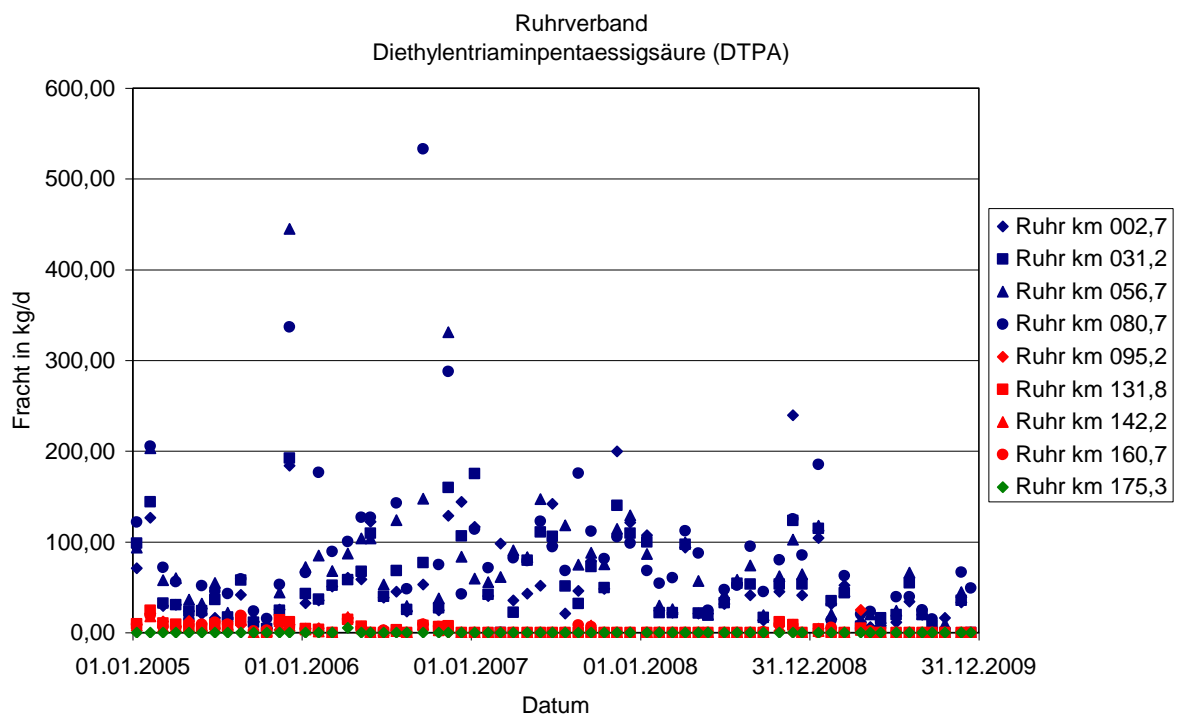
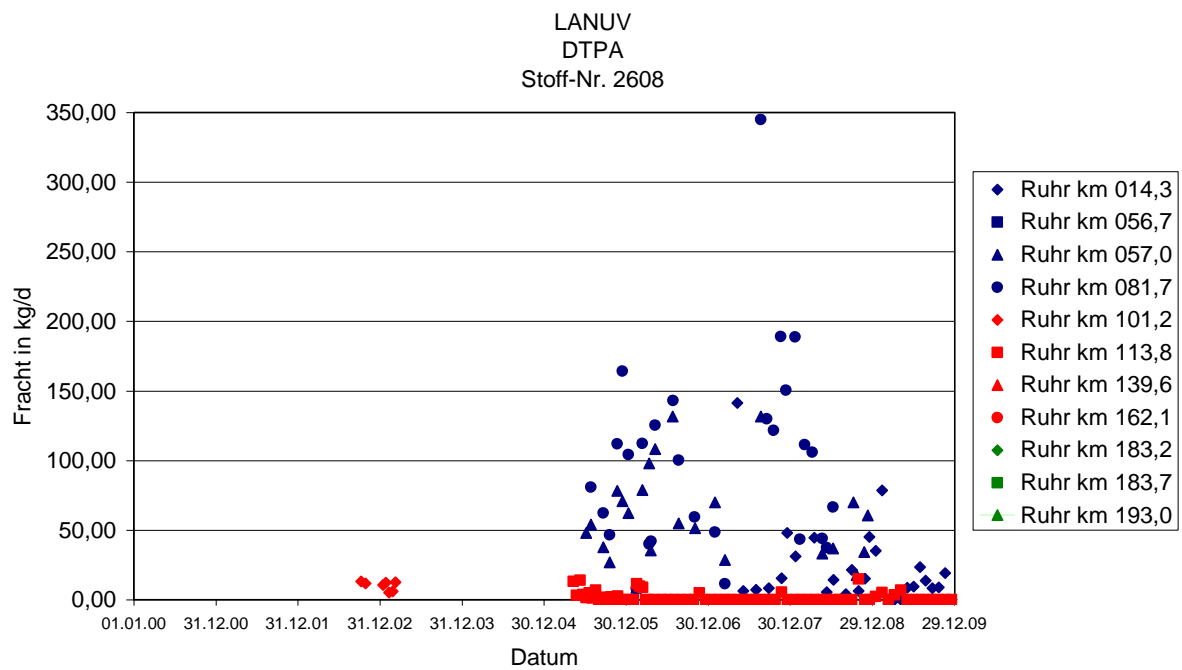
Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)



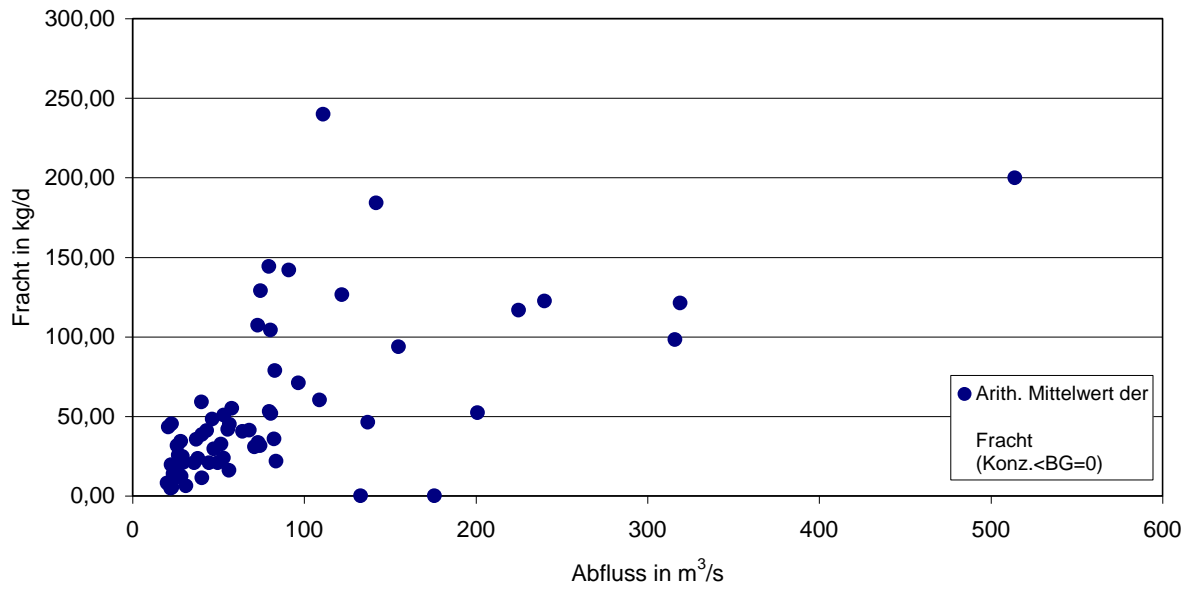
14.6.2 DTPA

Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Diethylentriamin-pentaessigsäure (DTPA)	2608	Fröndenberg am Pegel Villigst	4108	113,8	10.05.05	16.12.09	72	1,79	3,59	2,69	3,30	
		UH HARKORT-SEE unterhalb Hattingen	503204	81,7	26.07.05	07.07.08	28	99,71	69,49	99,71	69,49	
		Mülheim	503708	57,0	05.07.05	09.12.08	26	54,90	35,44	55,07	35,18	
		Kahlenberg	22810	14,3	14.02.07	16.12.09	38	16,29	27,19	17,67	26,44	
			402801	101,2	08.10.02	10.03.03	7	10,21	3,32	10,21	3,32	

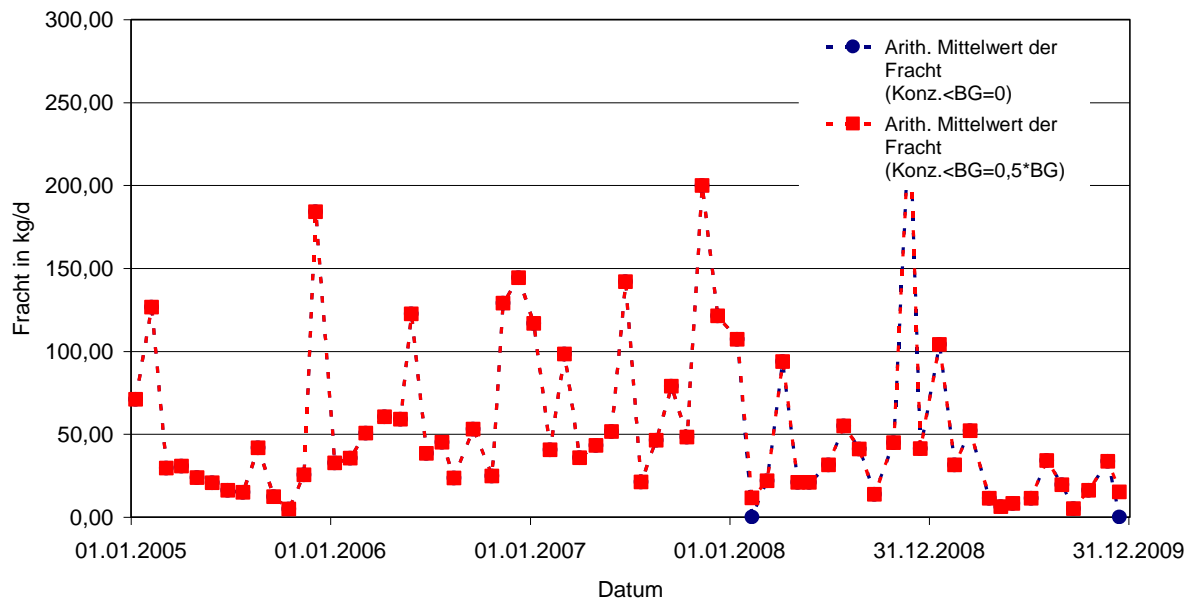
Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Diethylentriaminpentaessigsäure (DTPA)		unterhalb Meschede	RL03	175,3	10.01.05	14.12.09	65	0,08	0,67	1,00	1,15	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	10.01.05	14.12.09	65	3,27	4,69	4,33	4,30	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	10.01.05	14.12.09	65	2,89	4,37	4,08	4,12	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	10.01.05	14.12.09	64	3,20	5,19	5,12	4,63	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	10.01.05	14.12.09	65	2,77	5,20	4,98	5,15	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	10.01.05	14.12.09	65	86,18	83,94	86,63	83,51	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	10.01.05	23.11.09	63	75,32	70,44	75,32	70,44	
		U-Station Essen	RL11	31,2	10.01.05	14.12.09	65	55,12	45,41	55,85	44,66	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	10.01.05	14.12.09	65	54,25	50,69	54,66	50,29	



Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Diethyltriäminpentaessigsäure (DTPA)



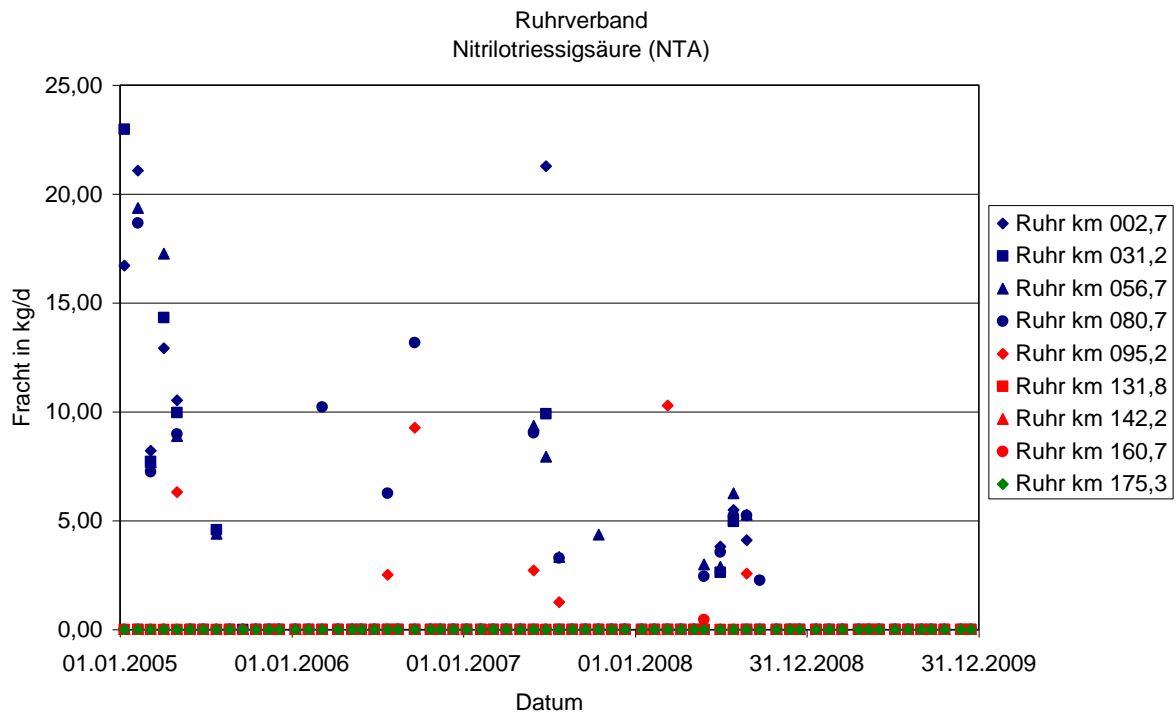
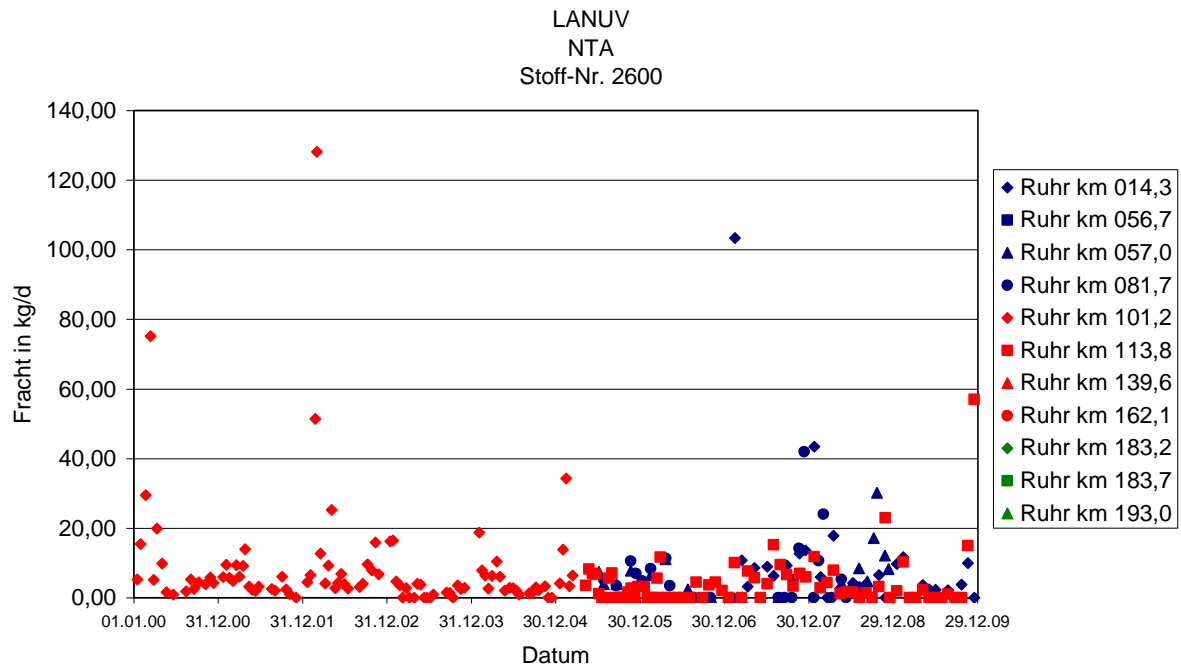
Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Diethyltriäminpentaessigsäure (DTPA)



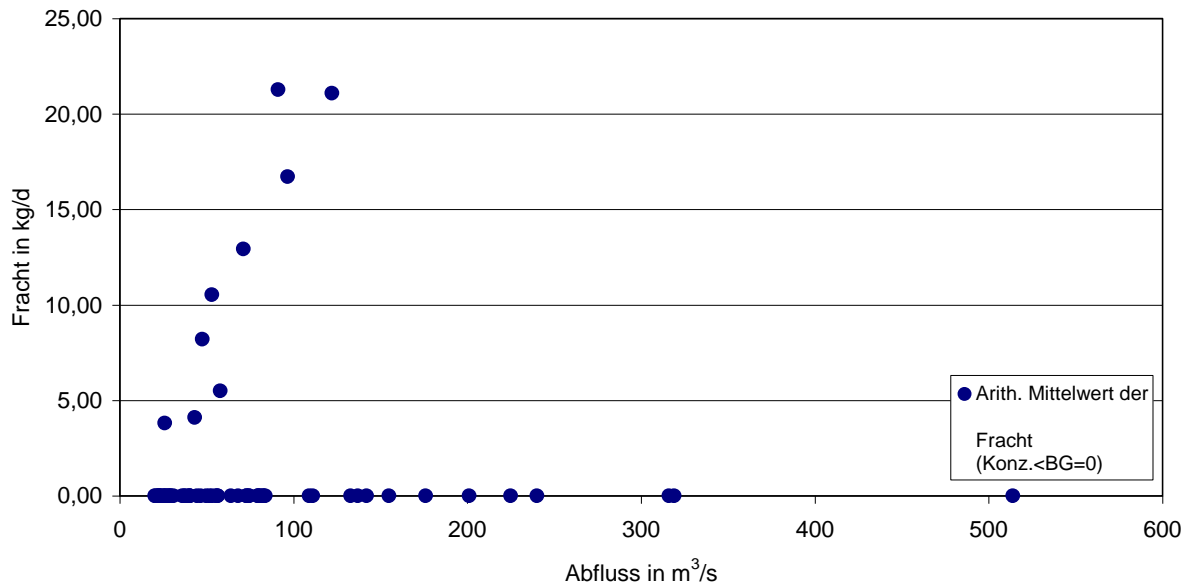
14.6.3 NTA

Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Nitritriessigsäure (NTA)	2600	Fröndenberg am Pegel Villigst	4108	113,8	10.05.05	16.12.09	72	4,21	7,75	4,61	7,56	
		UH HARKORT-SEE unterhalb Hattingen	402801	101,2	17.01.00	14.03.05	97	8,20	16,12	8,35	16,05	
		Mülheim	503204	81,7	26.07.05	07.07.08	28	5,44	9,18	7,33	8,41	
		Kahlenberg	503708	57,0	05.07.05	09.12.08	26	5,27	6,83	6,50	6,08	
			22810	14,3	14.02.07	16.12.09	38	8,29	17,67	9,32	17,28	

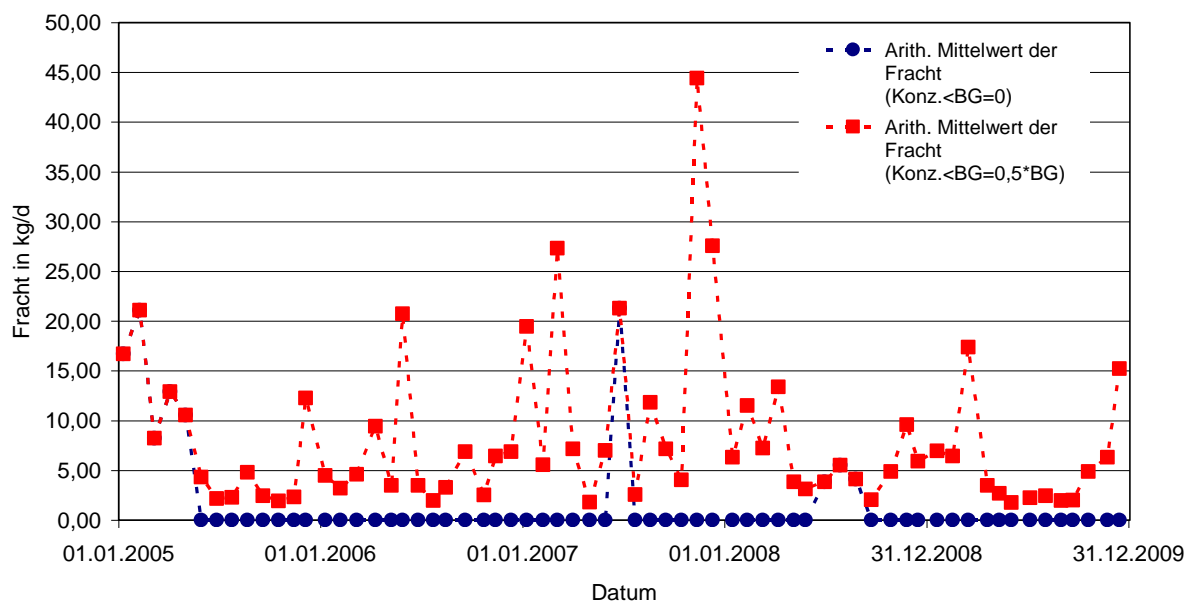
Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Nitritriessigsäure (NTA)		unterhalb Meschede	RL03	175,3	10.01.05	14.12.09	65	0,00	0,00	0,93	1,01	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	10.01.05	14.12.09	65	0,01	0,06	1,58	1,76	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	10.01.05	14.12.09	65	0,00	0,00	1,70	2,07	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	10.01.05	14.12.09	64	0,00	0,00	2,68	2,37	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	10.01.05	14.12.09	65	0,54	1,92	3,21	3,42	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	10.01.05	14.12.09	65	1,47	3,60	7,09	6,45	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	10.01.05	23.11.09	63	1,59	3,89	7,18	6,75	
		U-Station Essen	RL11	31,2	10.01.05	14.12.09	65	1,19	3,86	7,29	7,37	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	10.01.05	14.12.09	65	1,60	4,70	8,02	7,79	



Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Nitrilotriessigsäure (NTA)



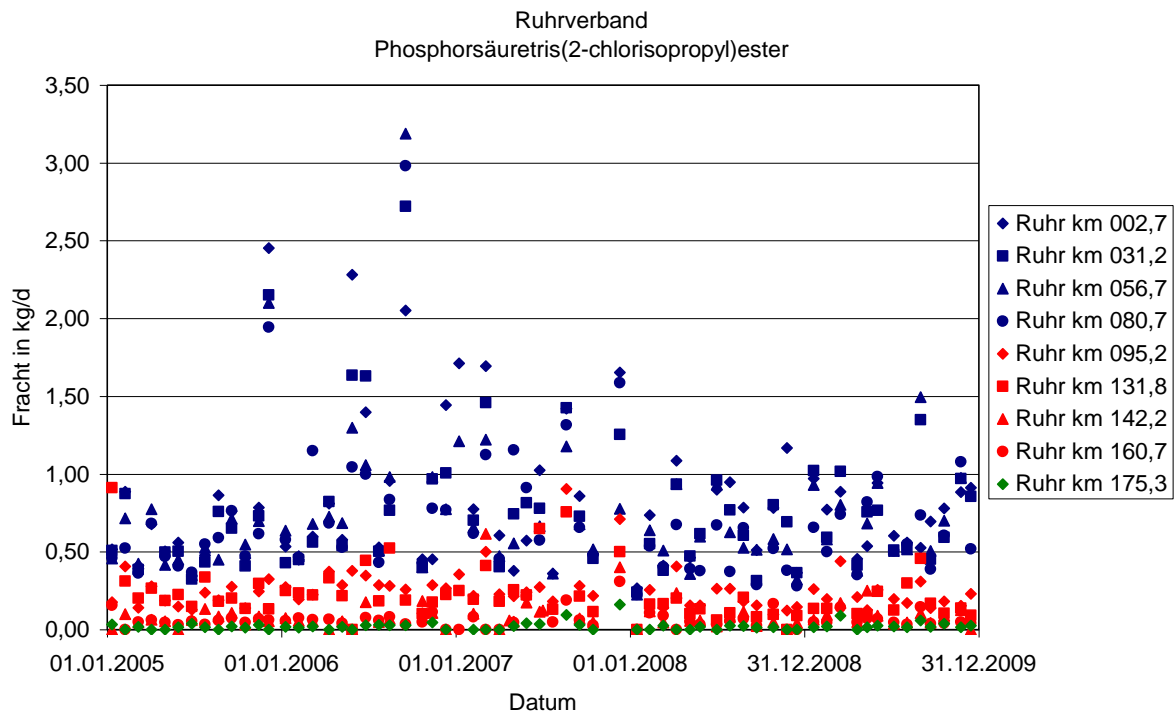
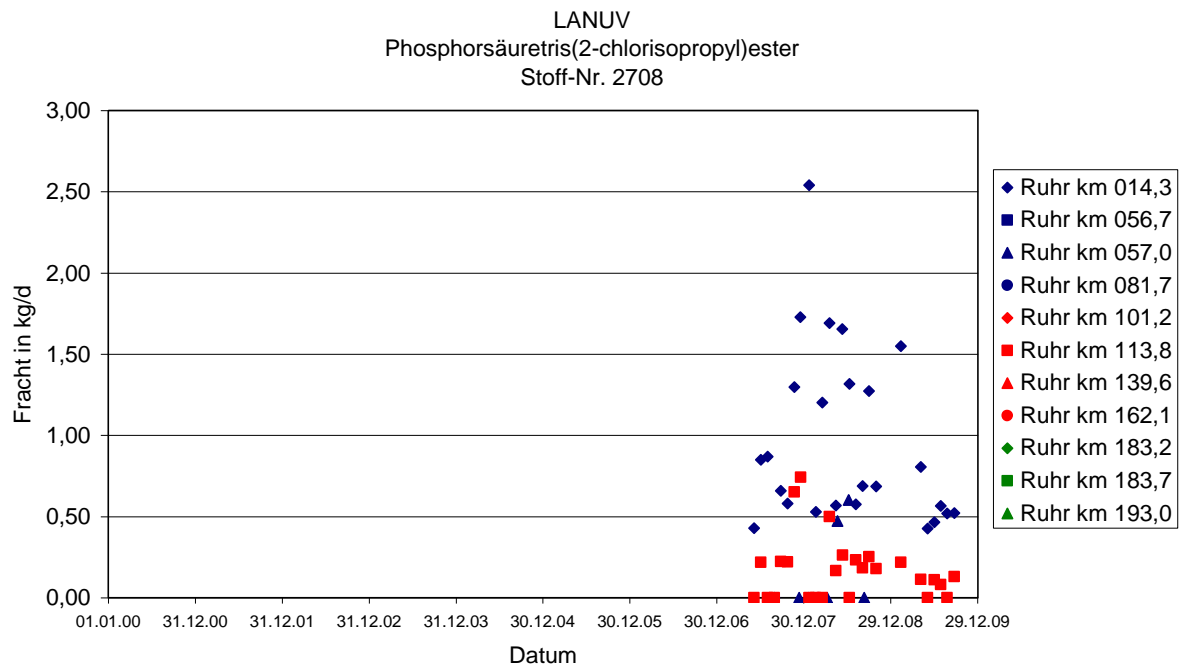
Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Nitrilotriessigsäure (NTA)

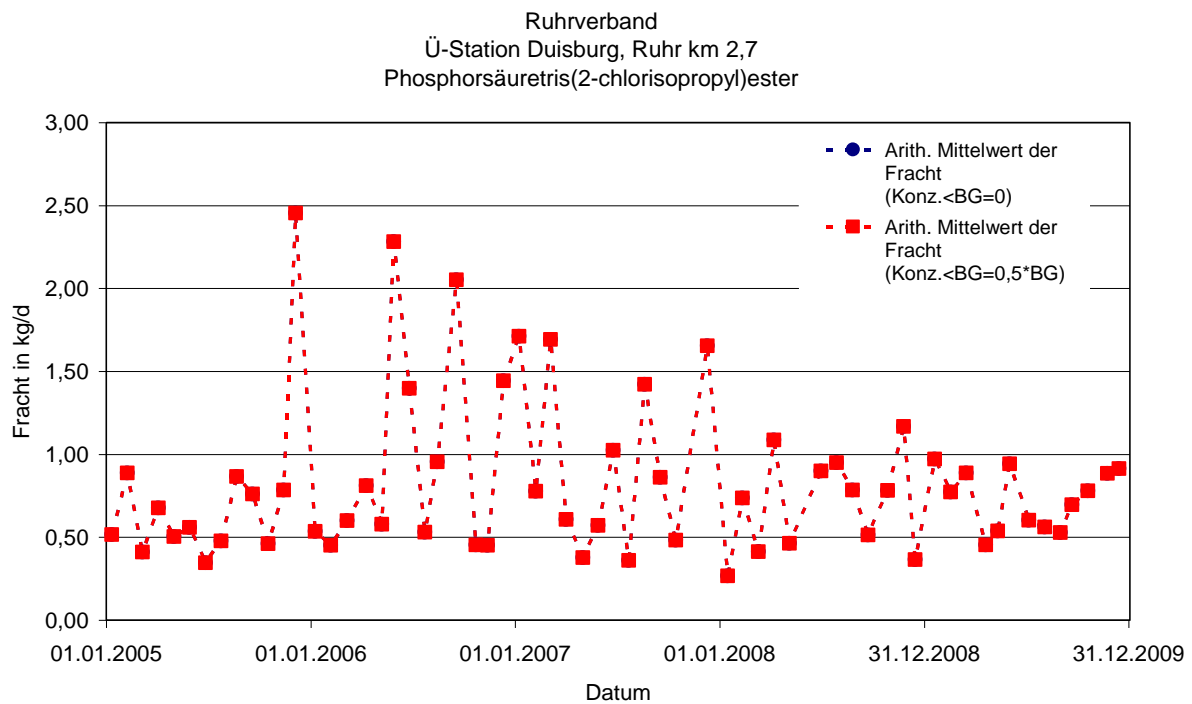
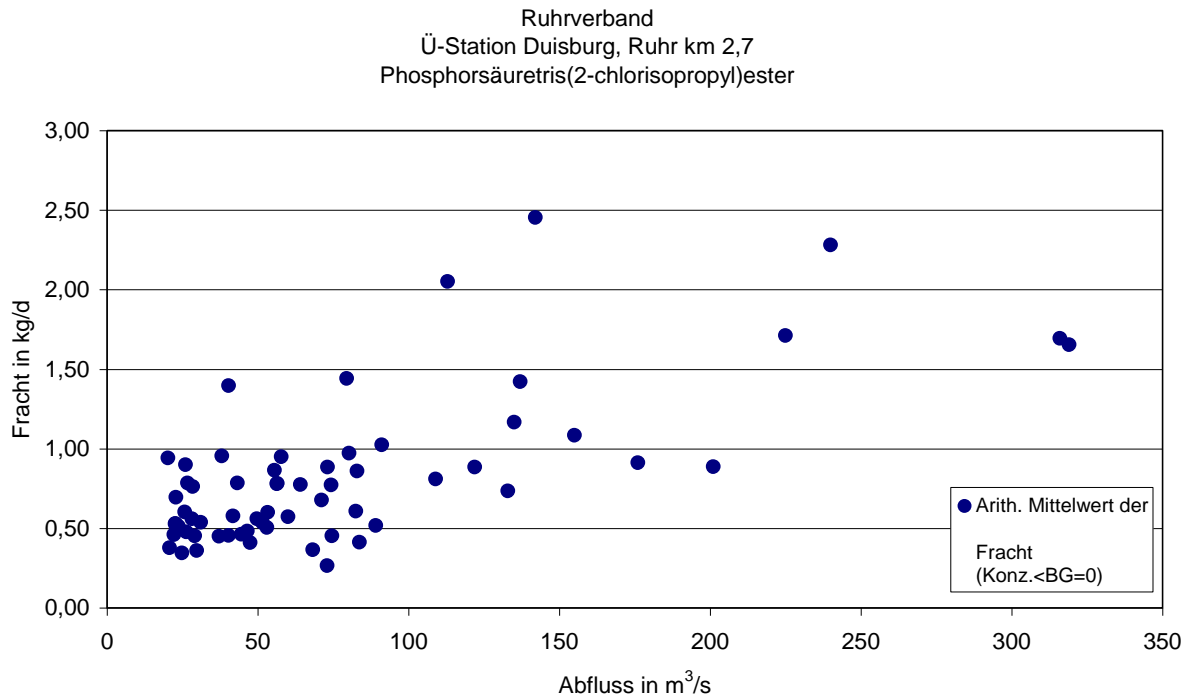


14.6.4 Phosphorsäuretris(2-chlorisopropyl)ester (TCPP)

Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Phosphorsäuretris(2-chlorisopropyl)ester	2708	Fröndenberg	4108	113,8	05.06.07	23.09.09	26	0,17	0,20	0,23	0,18	
		unterhalb Hattingen	503708	57,0	11.12.07	09.09.08	8	0,13	0,25	1,03	0,63	
		Mülheim Kahlenberg	22810	14,3	05.06.07	23.09.09	26	0,92	0,57	0,94	0,54	

Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Phosphorsäuretris(2-chlorisopropyl)ester		unterhalb Meschede	RL03	175,3	11.01.05	14.12.09	61	0,02	0,03	0,03	0,02	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	11.01.05	14.12.09	63	0,06	0,06	0,07	0,05	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	11.01.05	14.12.09	63	0,08	0,10	0,09	0,10	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	11.01.05	14.12.09	63	0,22	0,17	0,22	0,16	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	11.01.05	14.12.09	64	0,25	0,14	0,25	0,14	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	11.01.05	14.12.09	62	0,69	0,43	0,69	0,43	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	11.01.05	23.11.09	62	0,74	0,45	0,74	0,45	
		U-Station Essen	RL11	31,2	11.01.05	14.12.09	61	0,77	0,45	0,77	0,45	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	11.01.05	14.12.09	63	0,82	0,47	0,82	0,47	

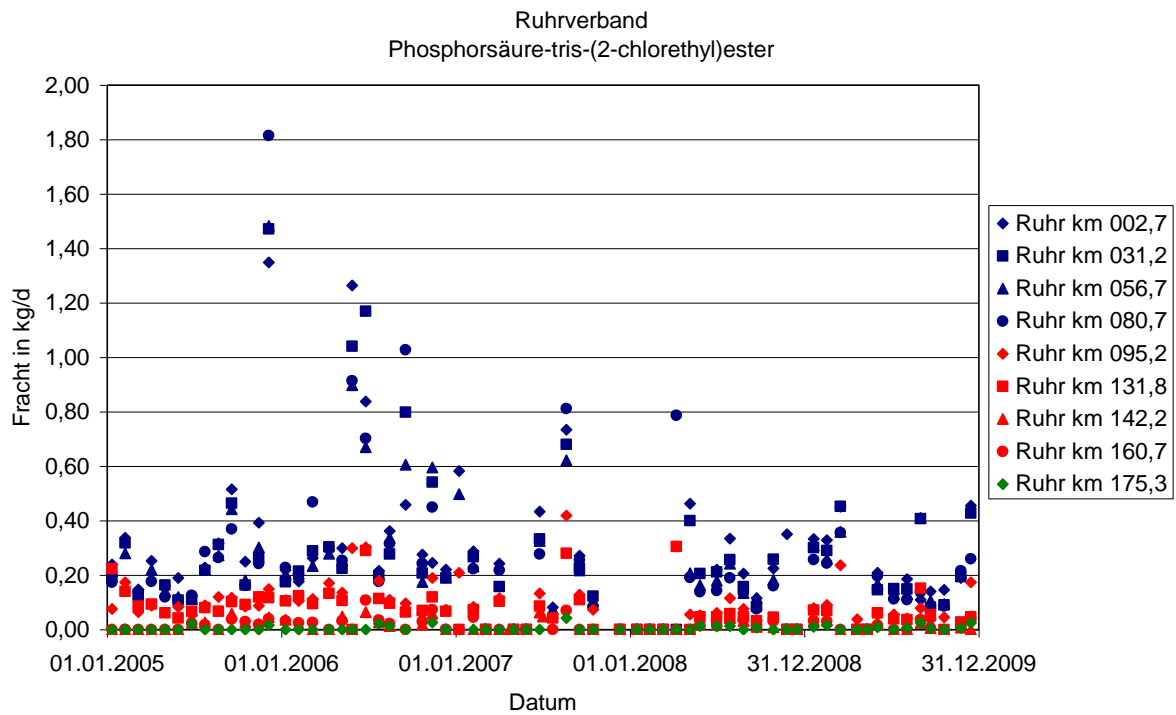
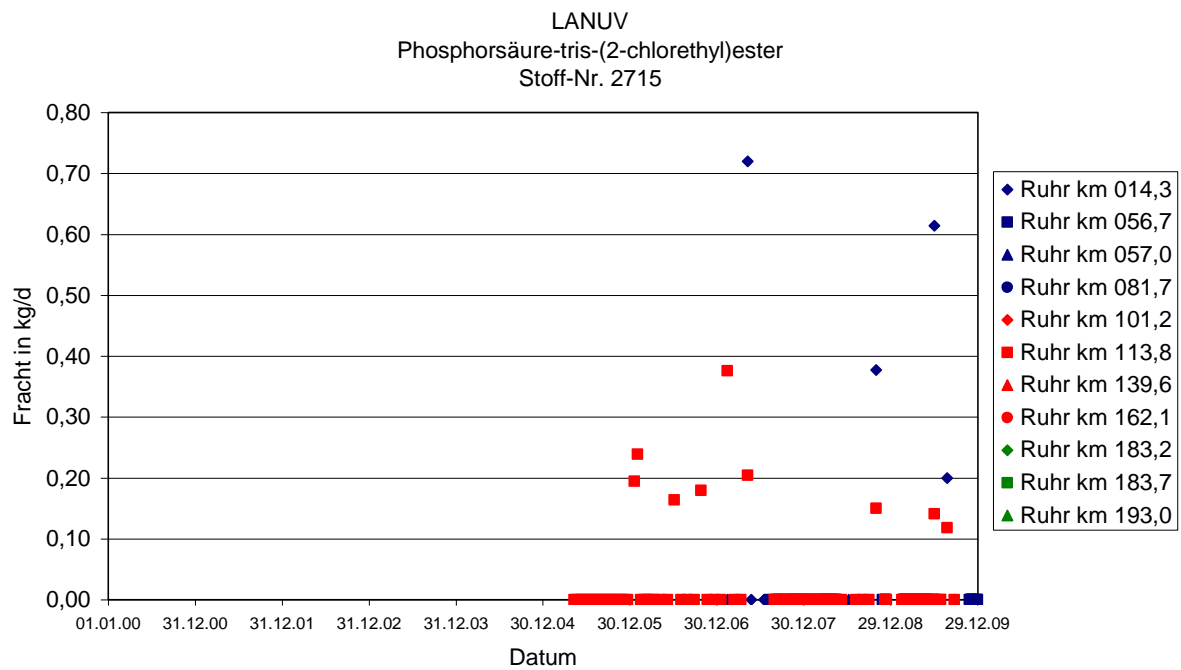




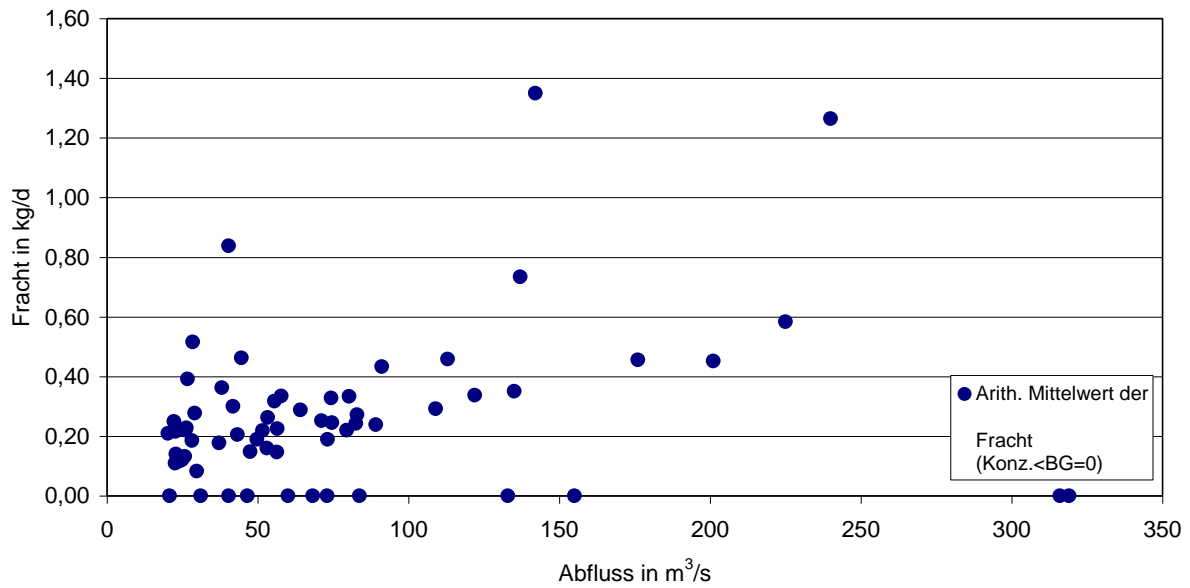
14.6.5 Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)ester (TCEP)

Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)ester	2715	Fröndenberg	4108	113,8	10.05.05	23.09.09	168	0,01	0,05	0,61	0,68	
		unterhalb Hattingen	503708	57,0	11.12.07	09.09.08	8	0,00	0,00	0,95	0,71	
		Hattingen	4157	56,7	09.08.07	30.12.09	25	0,00	0,00	2,05	1,19	
		Mülheim										
		Kahlenberg	22810	14,3	14.02.07	23.09.09	34	0,06	0,17	1,40	1,12	

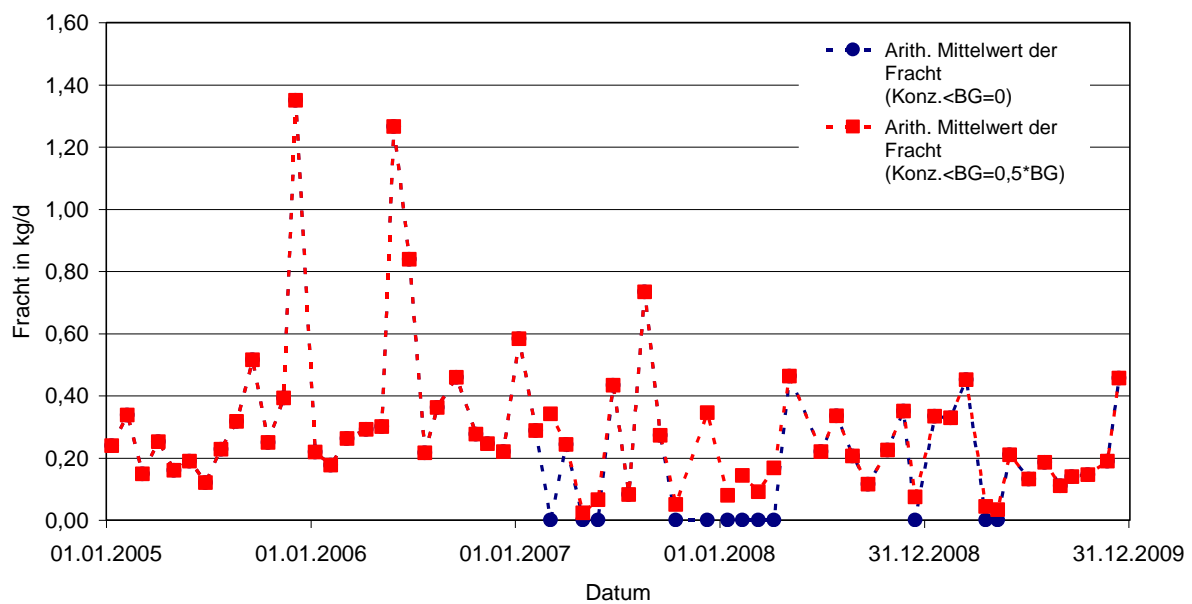
Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)ester		unterhalb Meschede	RL03	175,3	11.01.05	14.12.09	61	0,00	0,01	0,01	0,01	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	11.01.05	14.12.09	63	0,02	0,02	0,03	0,02	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	11.01.05	14.12.09	63	0,01	0,02	0,03	0,02	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	11.01.05	14.12.09	63	0,07	0,07	0,08	0,06	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	11.01.05	14.12.09	64	0,09	0,08	0,10	0,07	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	11.01.05	14.12.09	62	0,24	0,30	0,26	0,29	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	11.01.05	23.11.09	62	0,23	0,24	0,26	0,23	
		U-Station Essen	RL11	31,2	11.01.05	14.12.09	61	0,26	0,28	0,28	0,27	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	11.01.05	14.12.09	63	0,27	0,26	0,29	0,24	



Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)ester



Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Phosphorsäure-tris-(2-chlorethyl)ester

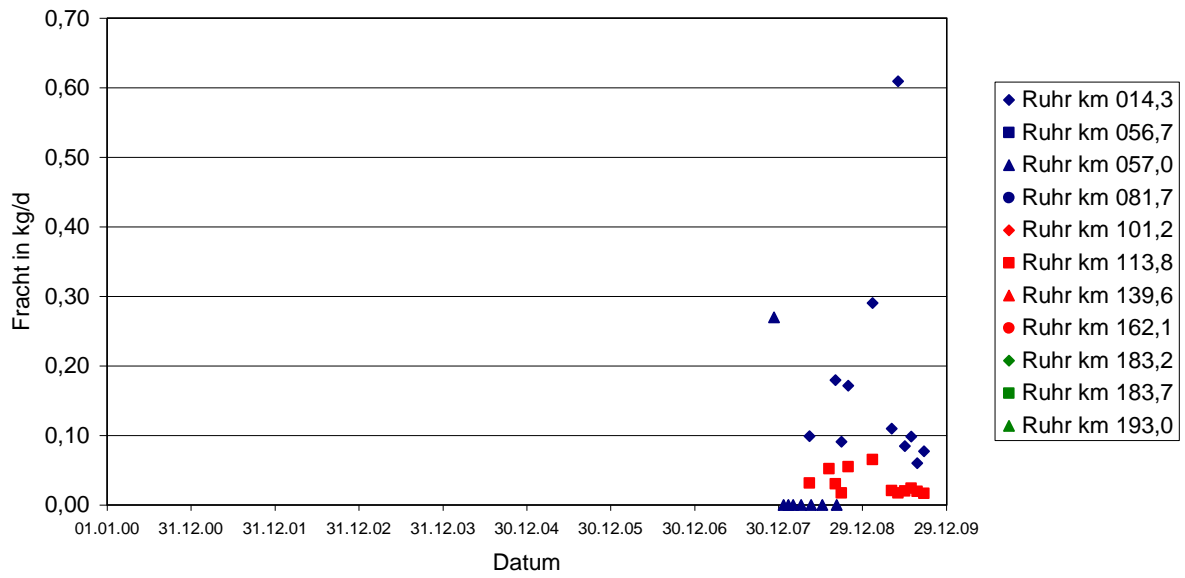


14.6.6 Phosphorsäure-tris(1,3-dichlor-isopropyl)ester (TDCP)

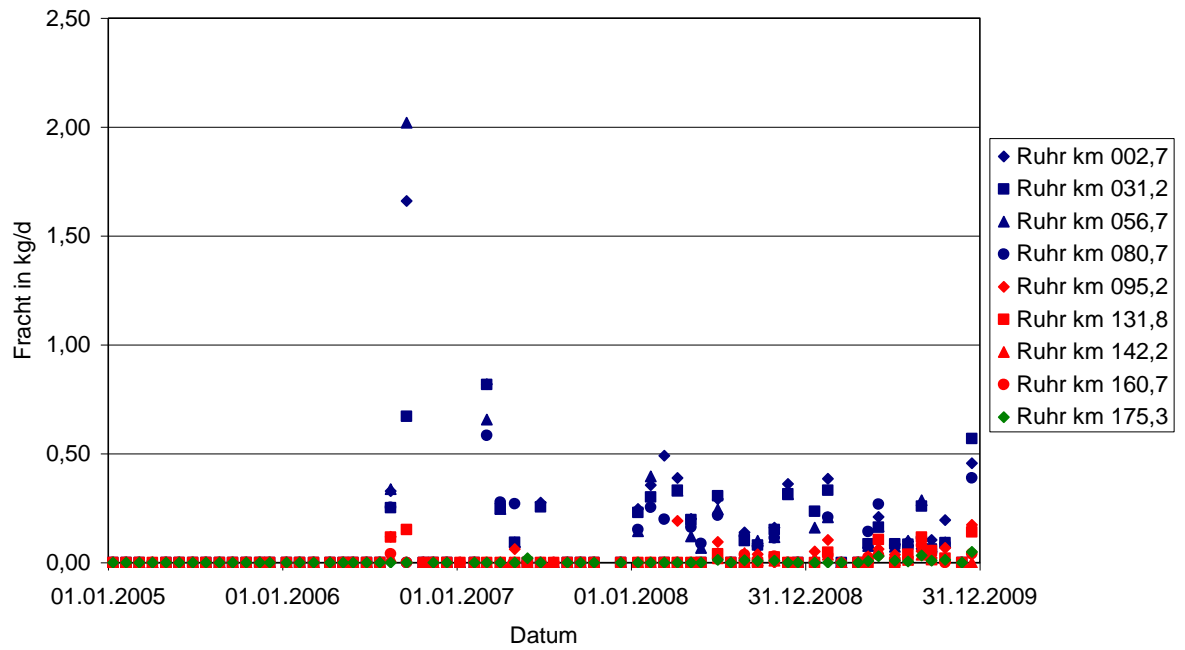
Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
P.-säure-tris(1,3-dichlor-isopropyl)ester	2717	Fröndenberg	4108	113,8	14.05.08	23.09.09	12	0,03	0,02	0,03	0,02	
		unterhalb Hattingen	503708	57,0	11.12.07	09.09.08	8	0,03	0,10	0,81	0,73	
		Mülheim Kahlenberg	22810	14,3	14.05.08	23.09.09	11	0,17	0,16	0,17	0,16	

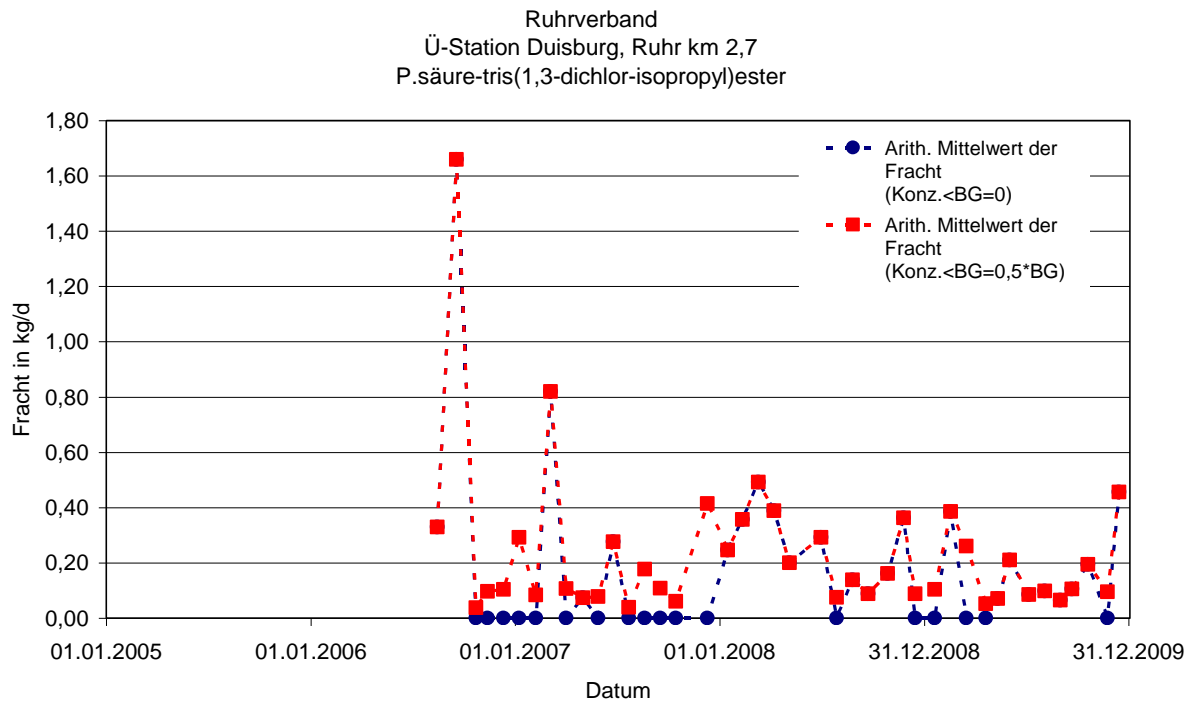
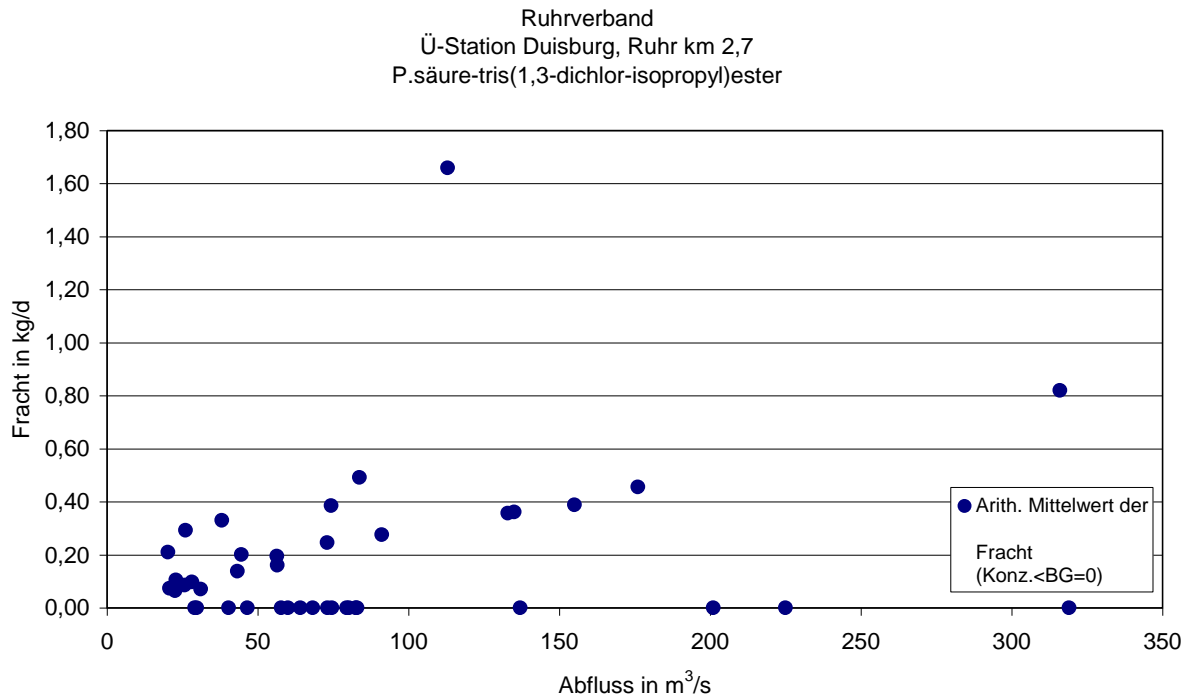
Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
P.-säure-tris(1,3-dichlor-isopropyl)ester		unterhalb Meschede	RL03	175,3	11.01.05	14.12.09	61	0,00	0,01	0,01	0,01	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	11.01.05	14.12.09	63	0,01	0,01	0,02	0,02	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	11.01.05	14.12.09	63	0,00	0,02	0,02	0,03	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	11.01.05	14.12.09	63	0,01	0,04	0,03	0,04	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	11.01.05	14.12.09	64	0,02	0,04	0,04	0,05	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	11.01.05	14.12.09	62	0,07	0,12	0,10	0,12	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	11.01.05	23.11.09	62	0,10	0,28	0,14	0,27	
		U-Station Essen	RL11	31,2	11.01.05	14.12.09	61	0,10	0,17	0,13	0,17	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	11.01.05	14.12.09	63	0,12	0,26	0,16	0,25	

LANUV
Phosphorsäure-tris(1,3-dichlor-isopropyl)ester
Stoff-Nr. 2717



Ruhrverband
P.säure-tris(1,3-dichlor-isopropyl)ester



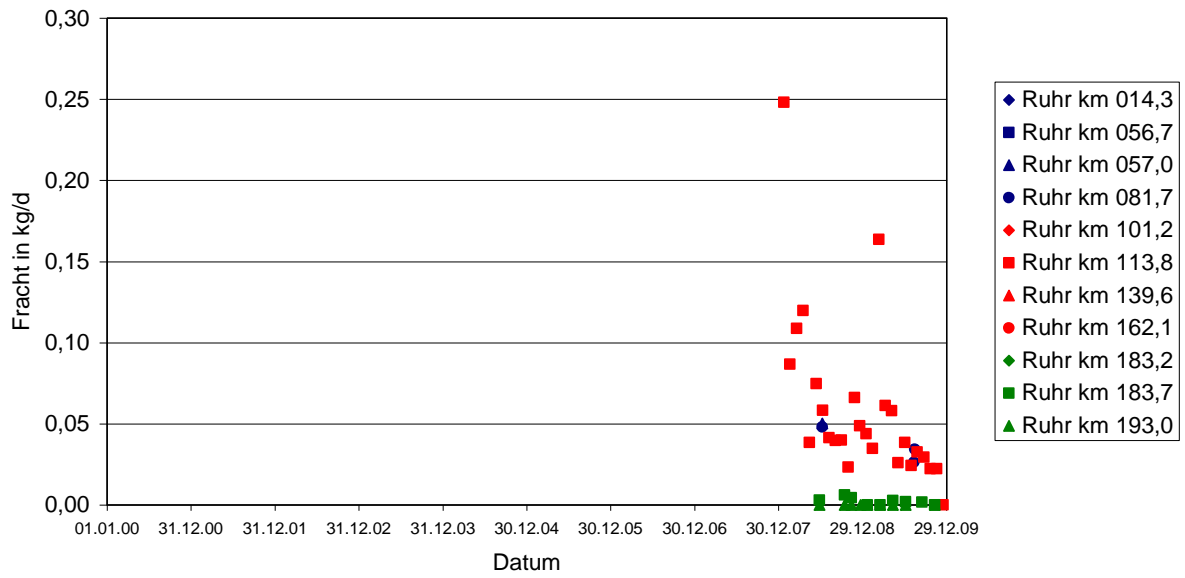


14.6.7 Perfluorbutansäure (PFBA)

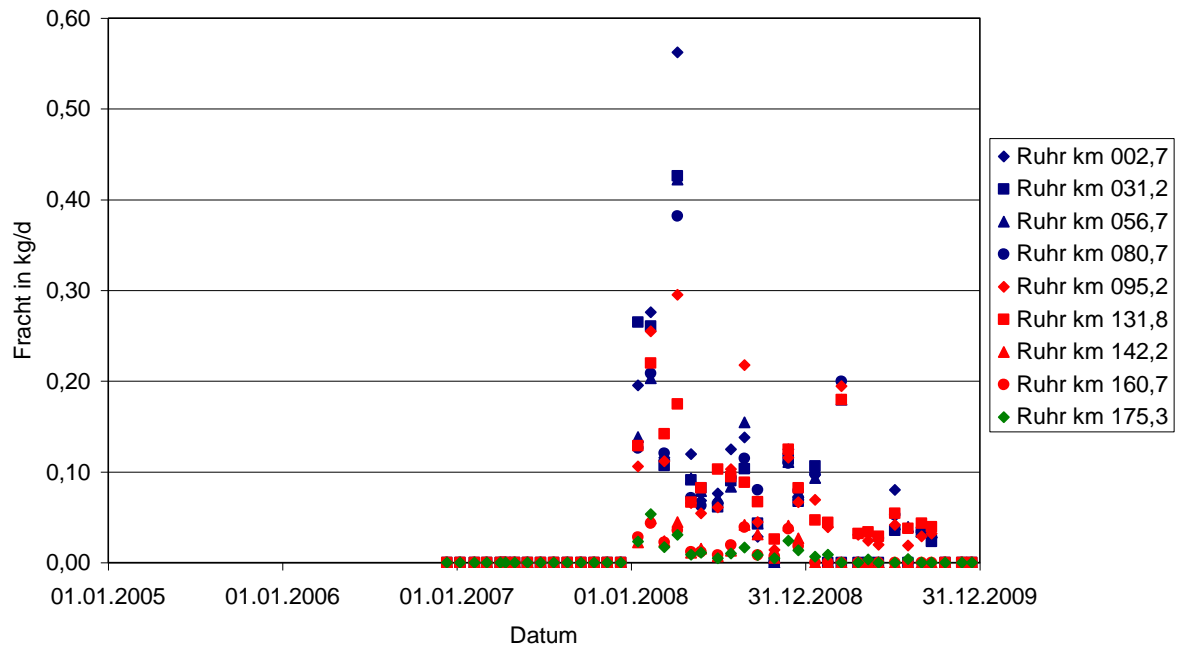
Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Perfluorbutansäure	2853	(R 8), oh Einmdg. Elpe Ruhr am WW Mengesohl	400609	193,0	25.06.08	09.11.09	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Fröndenberg	4108	113,8	23.01.08	16.12.09	26,00	0,06	0,05	0,06	0,05	
		UH HARKORT-SEE	503204	81,7	07.07.08	14.08.09	3,00	0,04	0,01	0,04	0,01	
		Hattingen	4157	56,7	24.01.08	23.11.09	25,00	0,06	0,06	0,06	0,05	
		Mülheim										
		Kahlenberg	22810	14,3	20.02.08	18.11.09	9,00	0,03	0,03	0,04	0,02	

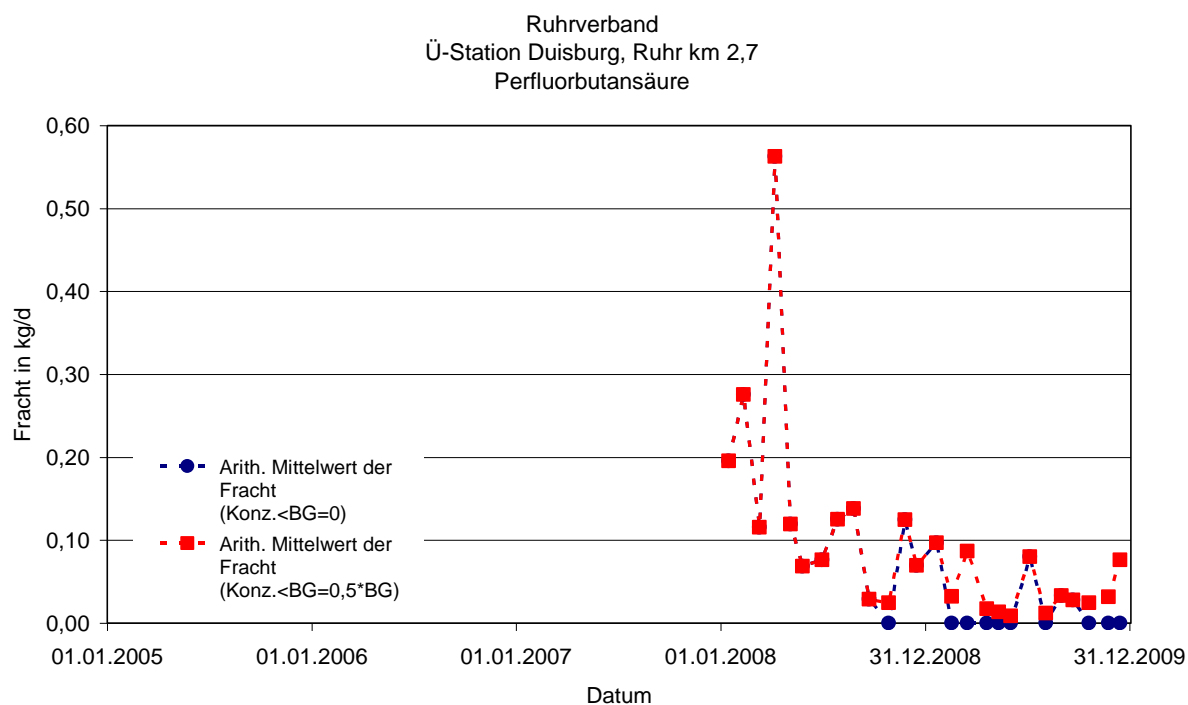
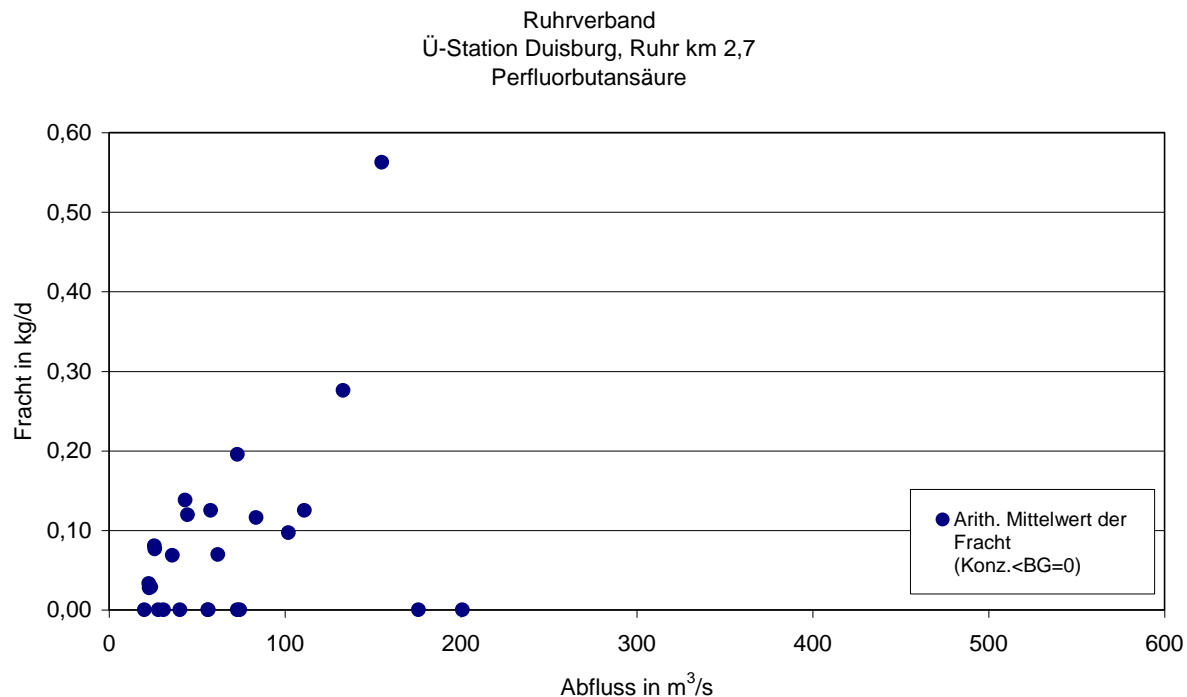
Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Perfluorbutansäure Isomeren		unterhalb Meschede Brücke	RL03	175,3	11.12.06	14.12.09	41	0,01	0,01	0,01	0,01	
		Oeventrop	RL04	160,7	11.12.06	14.12.09	41	0,01	0,01	0,01	0,01	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	11.12.06	14.12.09	41	0,01	0,01	0,01	0,01	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	11.12.06	14.12.09	41	0,05	0,06	0,05	0,06	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	11.12.06	14.12.09	41	0,05	0,07	0,05	0,07	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	11.12.06	14.12.09	41	0,05	0,08	0,05	0,08	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	11.12.06	23.11.09	40	0,05	0,08	0,05	0,08	
		U-Station Essen	RL11	31,2	11.12.06	14.12.09	41	0,05	0,09	0,05	0,09	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	11.12.06	14.12.09	41	0,05	0,10	0,06	0,10	

LANUV
Perfluorbutansäure
Stoff-Nr. 2853



Ruhrverband
Perfluorbutansäure

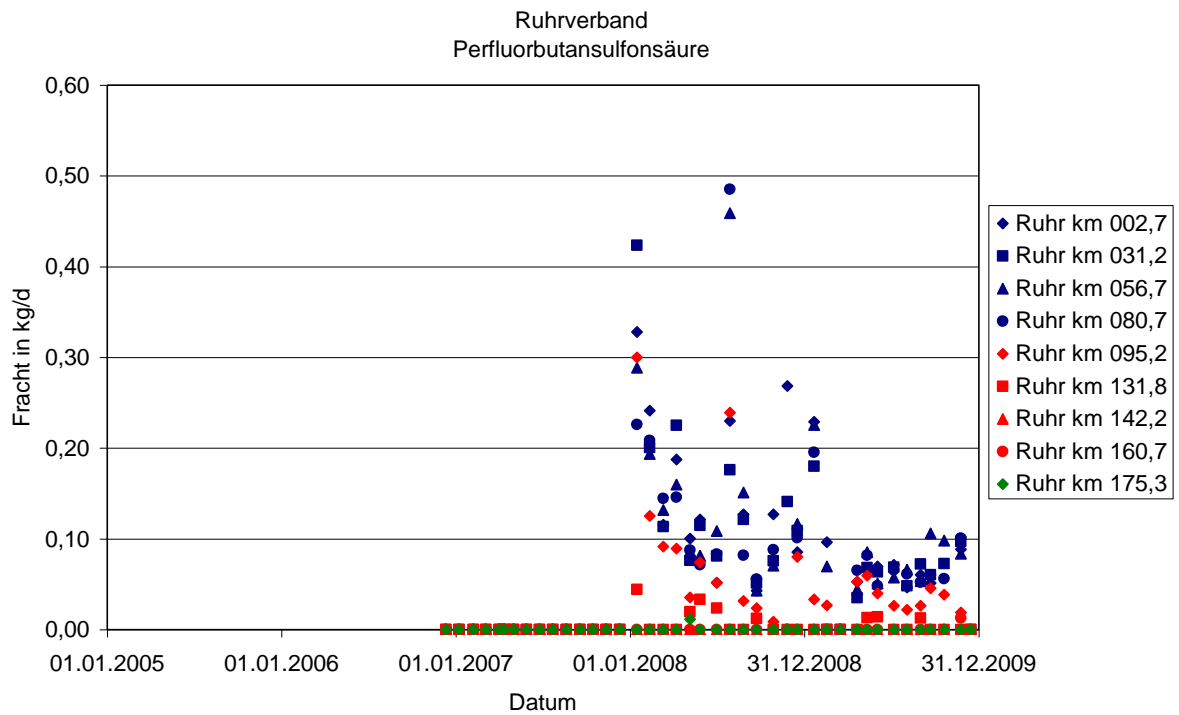
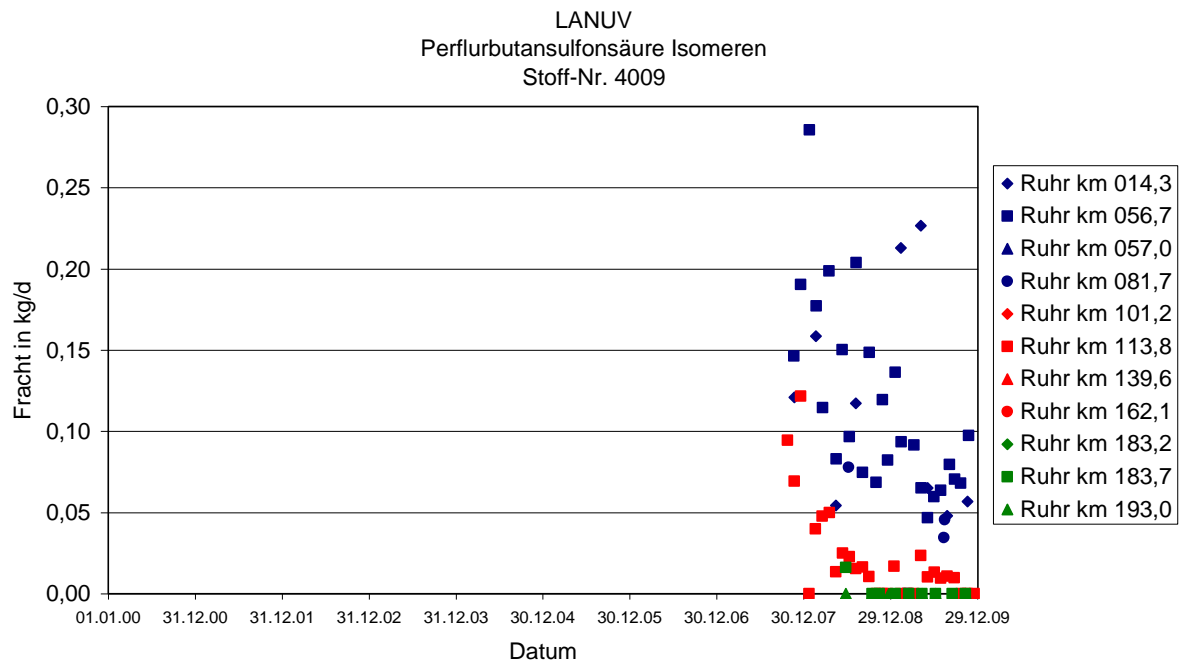




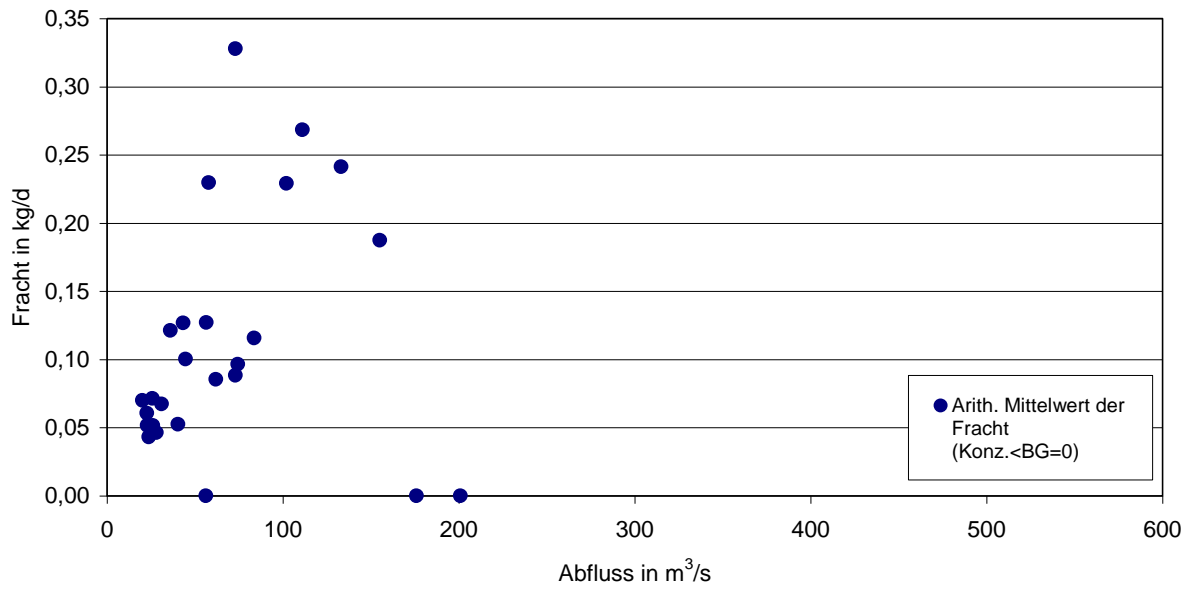
14.6.8 Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)

Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Perfluorbutansulfonsäure Isomeren	4009	(R 8), oh Einmdg. Elpe Ruhr am WW	400609	193,0	25.06.08	09.11.09	9	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Mengesohl	686591	183,7	25.06.08	09.11.09	9	0,00	0,01	0,00	0,01	
		Fröndenberg	4108	113,8	24.10.07	16.12.09	29	0,02	0,03	0,03	0,03	
		UH HARKORT-SEE	503204	81,7	07.07.08	14.08.09	3	0,05	0,02	0,05	0,02	
		Hattingen	4157	56,7	20.11.07	23.11.09	27	0,11	0,06	0,11	0,06	
		Mülheim										
		Kahlenberg	22810	14,3	21.11.07	18.11.09	10	0,11	0,07	0,11	0,07	

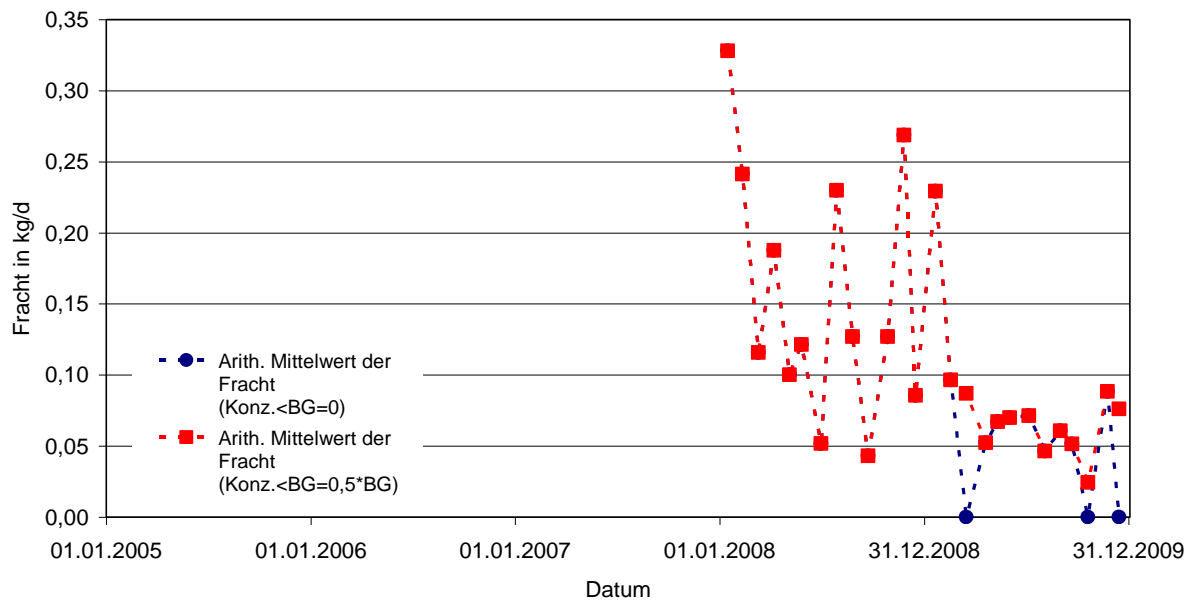
Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Perfluorbutansulfonsäure Isomeren		unterhalb Meschede	RL03	175,3	11.12.06	14.12.09	41	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	11.12.06	14.12.09	41	0,00	0,00	0,00	0,01	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	11.12.06	14.12.09	41	0,00	0,00	0,00	0,01	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	11.12.06	14.12.09	41	0,00	0,01	0,01	0,01	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	11.12.06	14.12.09	41	0,04	0,06	0,04	0,06	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	11.12.06	14.12.09	41	0,06	0,09	0,07	0,09	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	11.12.06	23.11.09	40	0,07	0,09	0,07	0,09	
		U-Station Essen	RL11	31,2	11.12.06	14.12.09	41	0,07	0,09	0,07	0,08	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	11.12.06	14.12.09	41	0,07	0,09	0,07	0,09	



Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Perfluorbutansulfonsäure



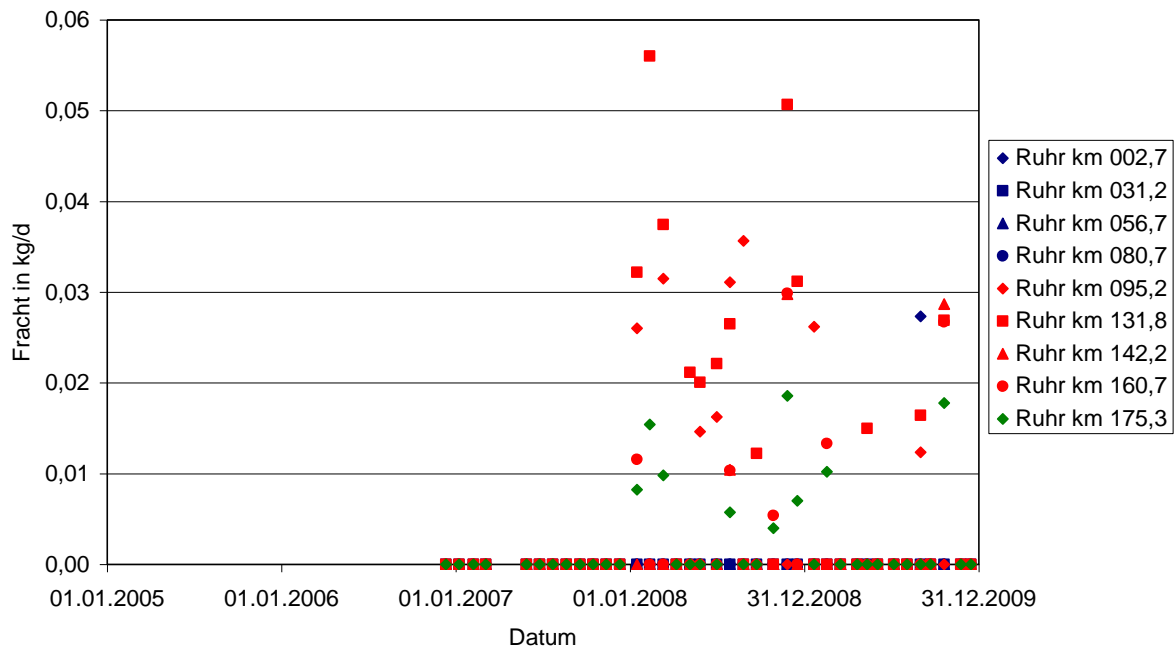
Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Perfluorbutansulfonsäure



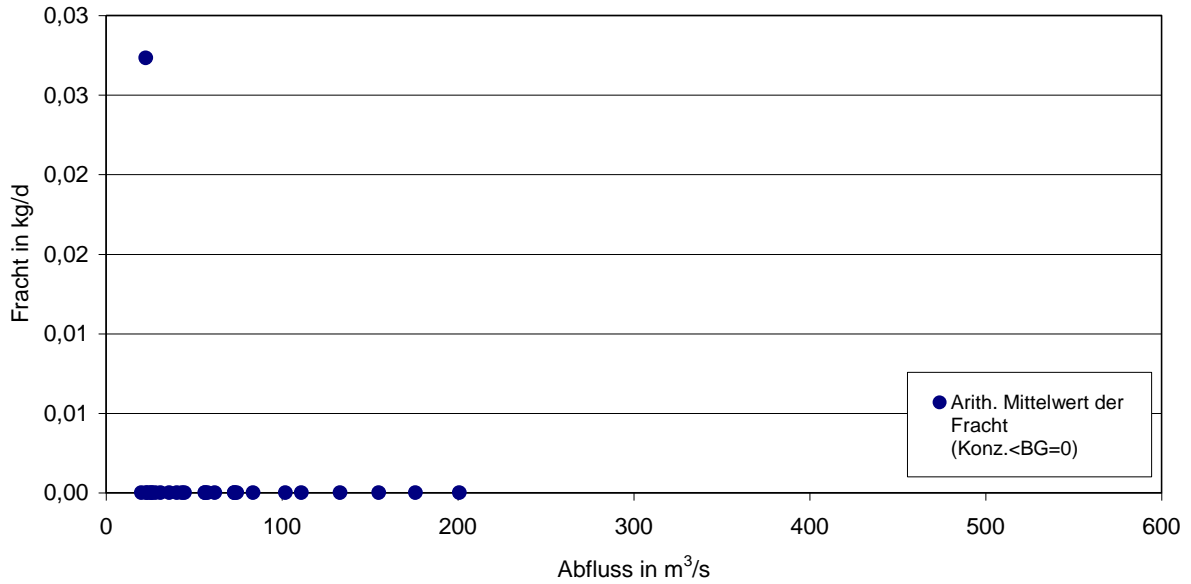
14.6.9 Perfluoropentansäure (PFPeA)

Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Perfluoropentansäure Isomeren		unterhalb Meschede	RL03	175,3	11.12.06	14.12.09	38	0,00	0,01	0,00	0,01	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	11.12.06	14.12.09	38	0,00	0,01	0,01	0,01	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	11.12.06	14.12.09	38	0,00	0,01	0,01	0,01	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	11.12.06	14.12.09	38	0,01	0,02	0,01	0,01	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	11.12.06	14.12.09	38	0,01	0,01	0,01	0,01	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	11.12.06	14.12.09	38	0,00	0,00	0,02	0,02	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	11.12.06	23.11.09	37	0,00	0,00	0,02	0,02	
		U-Station Essen	RL11	31,2	11.12.06	14.12.09	38	0,00	0,00	0,02	0,02	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	11.12.06	14.12.09	38	0,00	0,00	0,02	0,02	

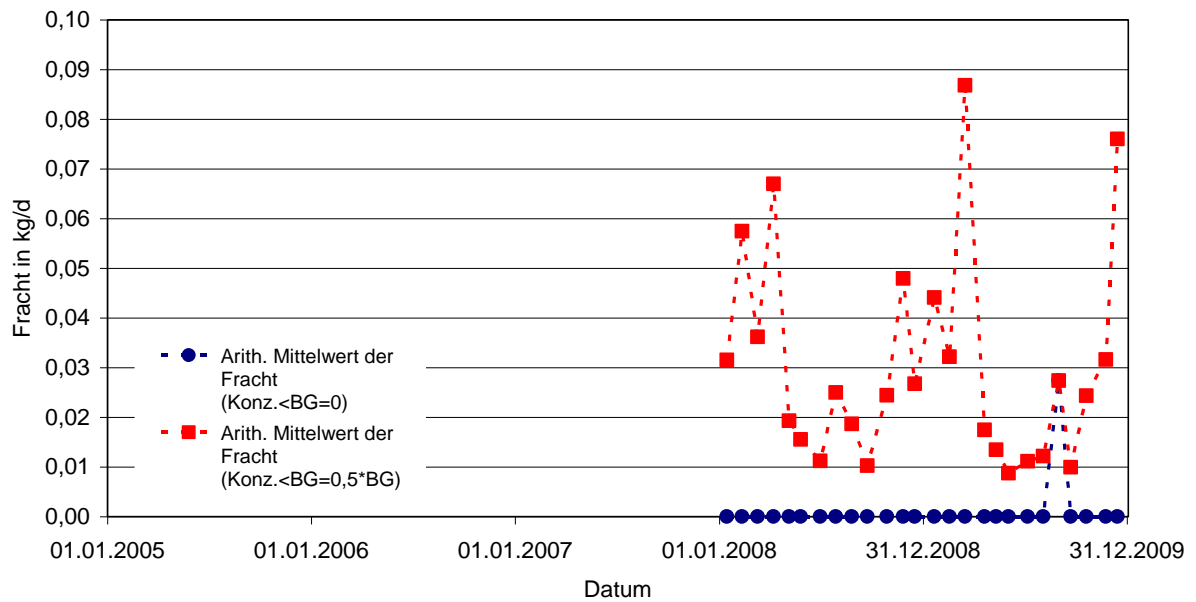
Ruhrverband
Perfluoropentansäure



Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Perfluorpentansäure



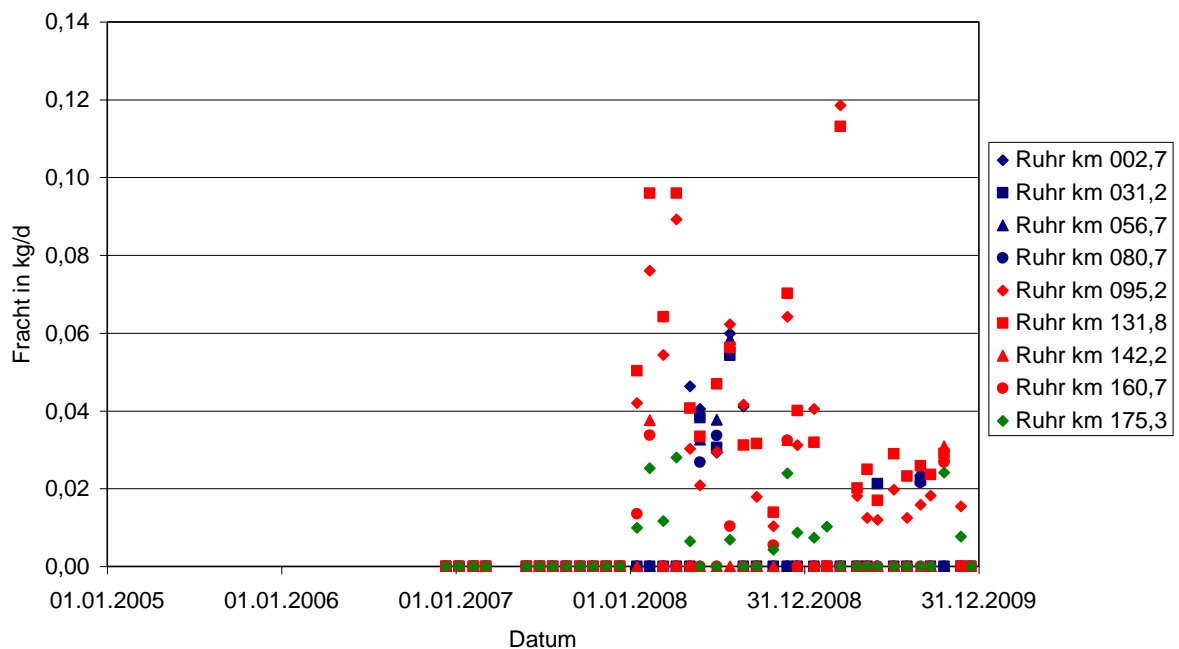
Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Perfluorpentansäure



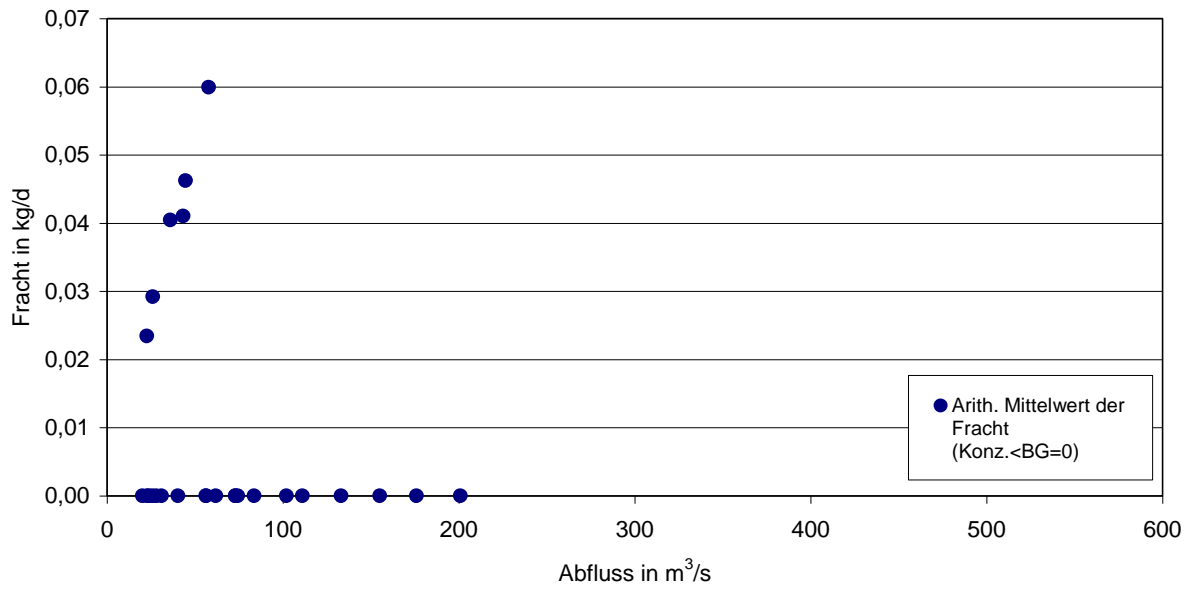
14.6.10 Perfluorhexansäure (PFHxA)

Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Perfluorhexansäure Isomeren		unterhalb Meschede	RL03	175,3	11.12.06	14.12.09	38	0,00	0,01	0,01	0,01	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	11.12.06	14.12.09	38	0,00	0,01	0,01	0,01	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	11.12.06	14.12.09	38	0,00	0,01	0,01	0,01	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	11.12.06	14.12.09	38	0,03	0,03	0,03	0,03	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	11.12.06	14.12.09	38	0,02	0,03	0,02	0,03	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	11.12.06	14.12.09	38	0,00	0,01	0,02	0,02	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	11.12.06	23.11.09	37	0,00	0,01	0,02	0,02	
		U-Station Essen	RL11	31,2	11.12.06	14.12.09	38	0,00	0,01	0,02	0,02	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	11.12.06	14.12.09	38	0,01	0,02	0,02	0,02	

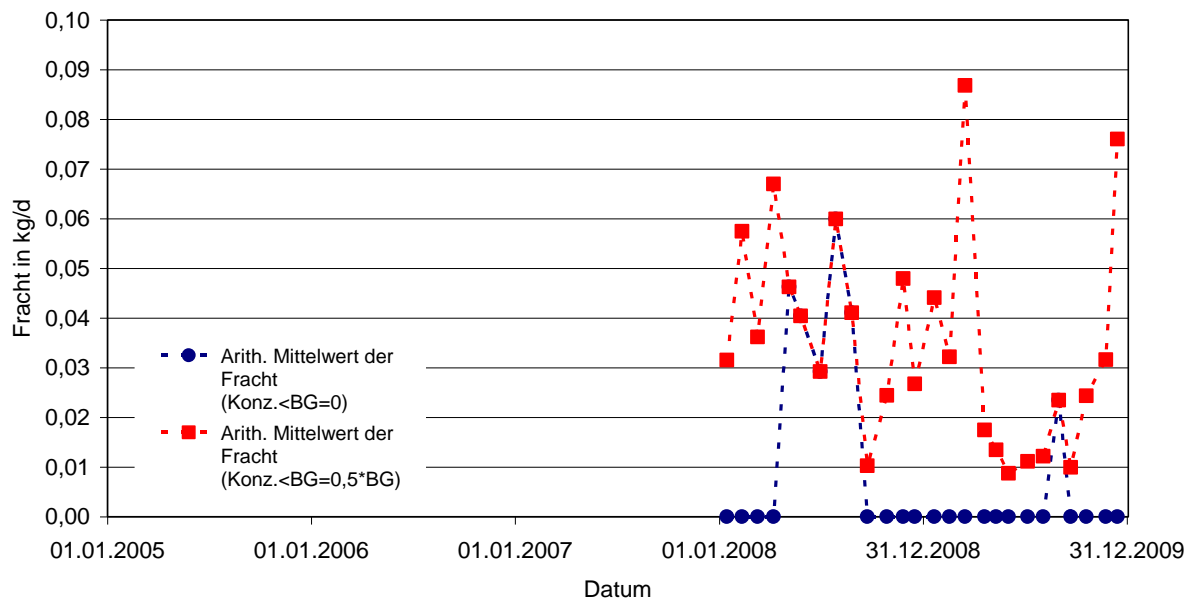
Ruhrverband
Perfluorhexansäure



Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Perfluorhexansäure



Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Perfluorhexansäure

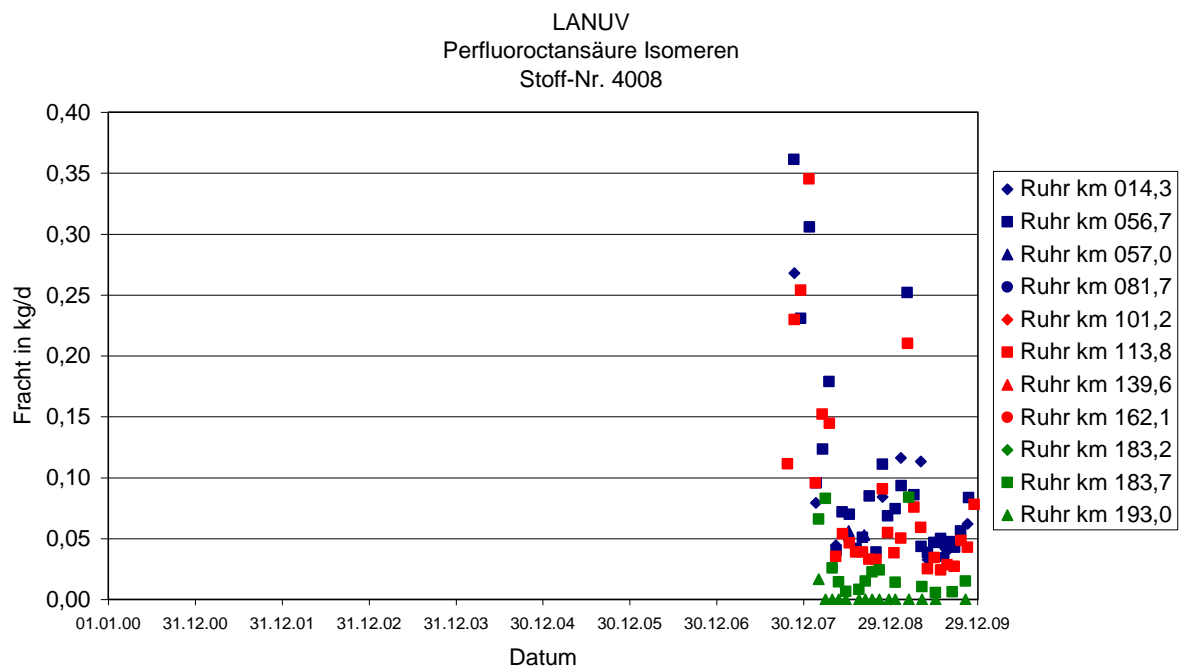


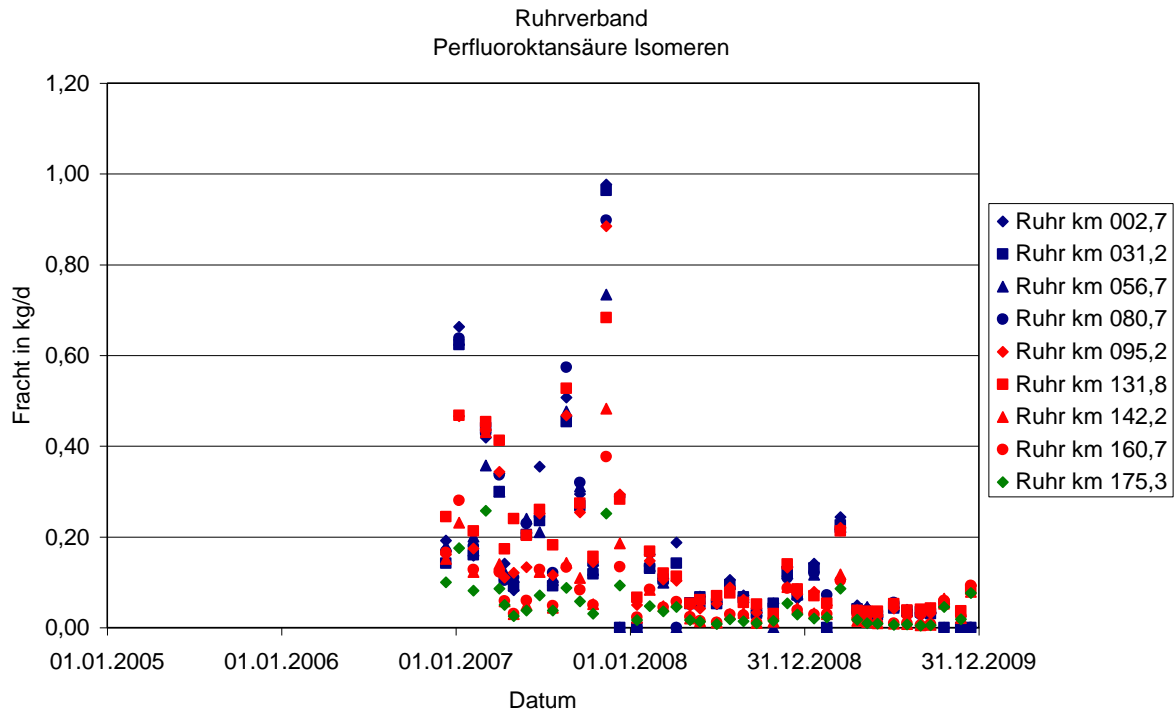
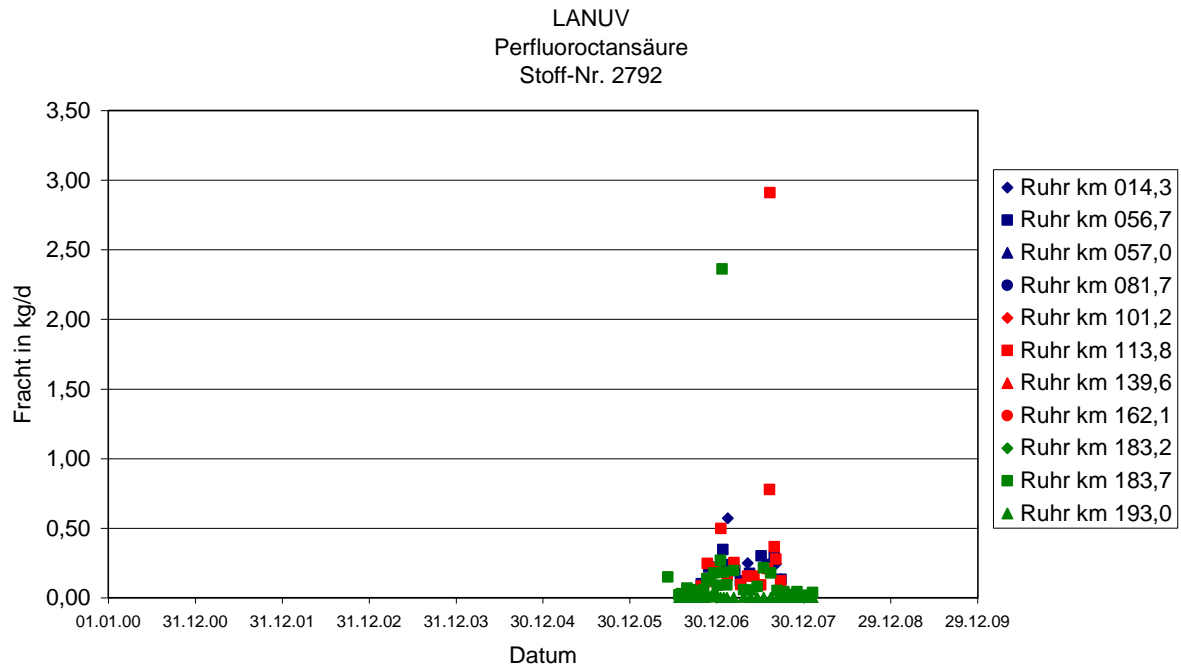
14.6.11 Perfluorooctansäure (PFOA)

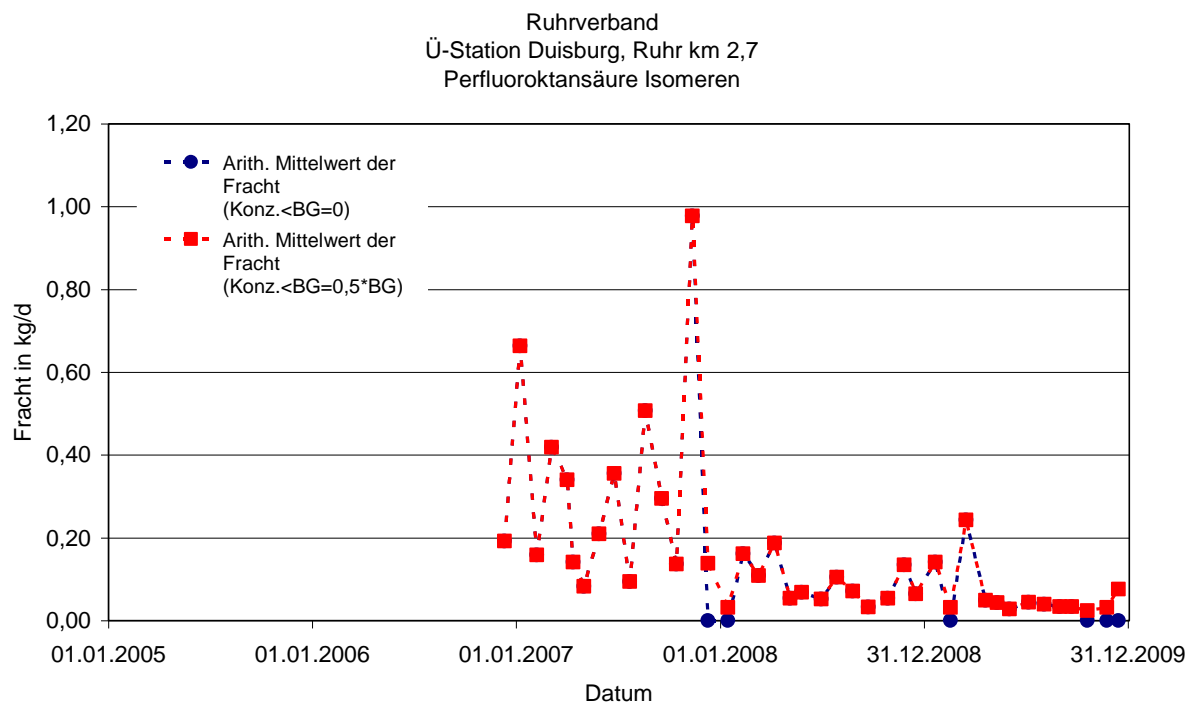
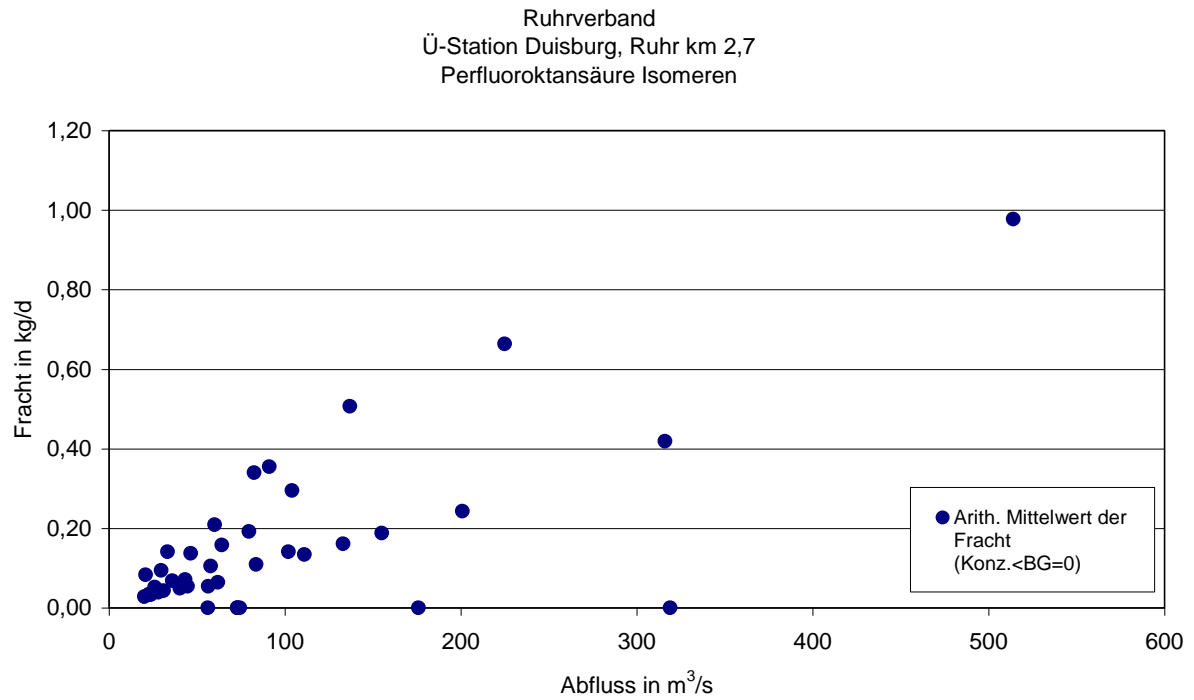
Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Perfluorooctansäure Isomeren	4008	(R 8), oh Einmdg. Elpe Ruhr am WW	400609	193,0	03.03.08	09.11.09	15	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Mengesohl	686591	183,7	03.03.08	09.11.09	15	0,03	0,03	0,03	0,03	
		Fröndenberg	4108	113,8	24.10.07	16.12.09	29	0,09	0,08	0,09	0,08	
		Hattingen	4157	56,7	20.11.07	23.11.09	27	0,10	0,09	0,10	0,09	
		Mülheim										
		Kahlenberg	22810	14,3	21.11.07	18.11.09	10	0,09	0,07	0,09	0,07	

Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Perfluorooctansäure	2792	(R 8), oh Einmdg. Elpe Ruhr am WW	400609	193,0	26.07.06	06.02.08	28	0,00	0,01	0,01	0,01	
		Mengesohl	686591	183,7	08.06.06	06.02.08	30	0,16	0,42	0,16	0,42	
		Fröndenberg	4108	113,8	27.10.06	26.09.07	16	0,41	0,69	0,41	0,69	
		Hattingen	4157	56,7	27.10.06	27.09.07	12	0,21	0,08	0,21	0,08	
		Mülheim										
		Kahlenberg	22810	14,3	14.02.07	26.09.07	4	0,30	0,19	0,30	0,19	

Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Perfluoroktansäure Isomeren		unterhalb Meschede	RL03	175,3	11.12.06	14.12.09	41	0,05	0,06	0,05	0,06	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	11.12.06	14.12.09	41	0,08	0,09	0,08	0,09	
		oberh. Röhrl	RL05	142,2	11.12.06	14.12.09	41	0,08	0,10	0,08	0,10	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	11.12.06	14.12.09	41	0,16	0,15	0,16	0,15	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	11.12.06	14.12.09	41	0,15	0,17	0,15	0,17	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	11.12.06	14.12.09	41	0,15	0,19	0,16	0,19	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	11.12.06	23.11.09	40	0,14	0,17	0,15	0,16	
		U-Station Essen	RL11	31,2	11.12.06	14.12.09	41	0,14	0,19	0,15	0,18	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	11.12.06	14.12.09	41	0,15	0,20	0,16	0,19	





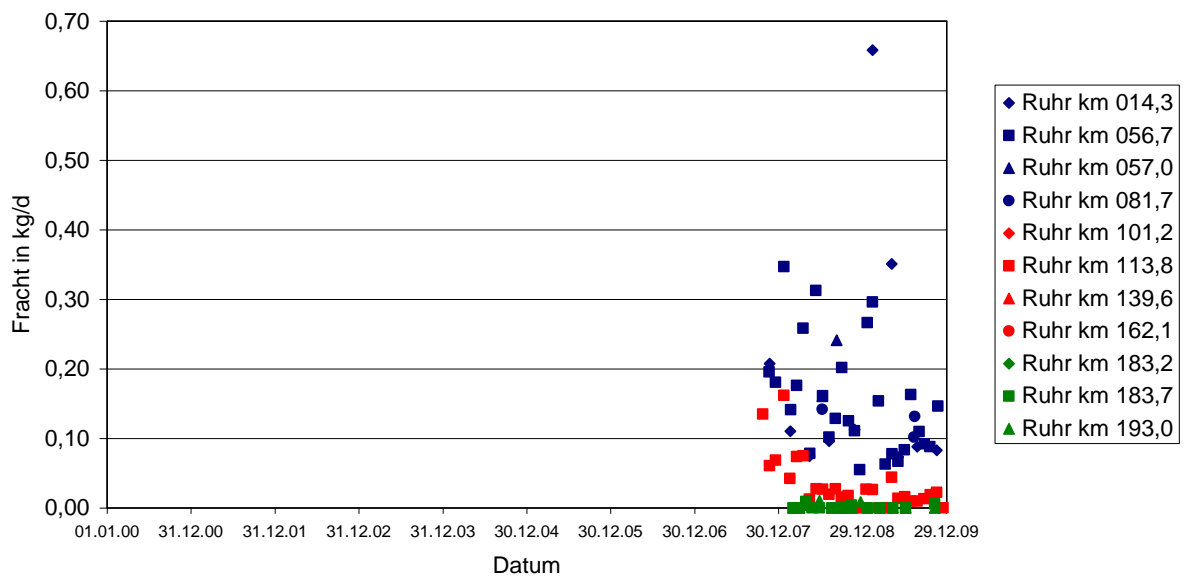


14.6.12 Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)

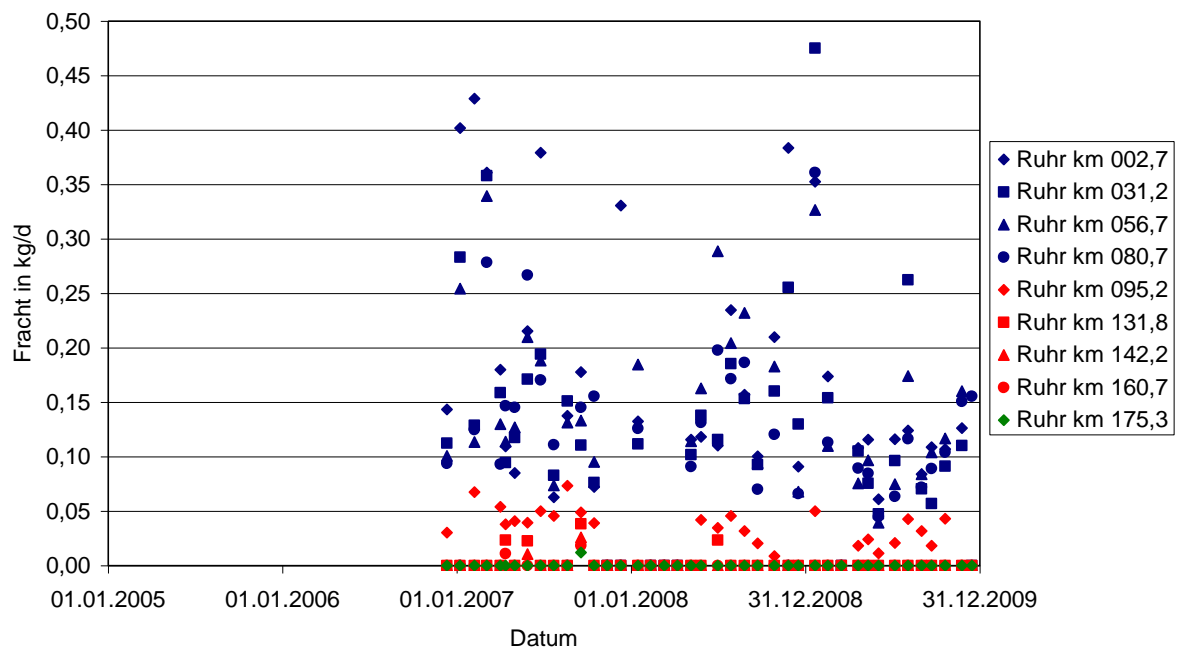
Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Perfluoroktansulfonsäure Isomeren	4007	(R 8), oh Einmdg. Elpe Ruhr am WW	400609	193,0	03.03.08	09.11.09	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Mengesohl	686591	183,7	03.03.08	09.11.09	14,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Fröndenberg	4108	113,8	24.10.07	16.12.09	29,00	0,03	0,04	0,04	0,04	
		UH HARKORT-SEE	503204	81,7	07.07.08	14.08.09	3,00	0,12	0,02	0,12	0,02	
		unterhalb Hattingen	503708	57,0	07.07.08	09.09.08	2,00	0,20	0,06	0,20	0,06	
		Hattingen	4157	56,7	20.11.07	23.11.09	27,00	0,15	0,08	0,15	0,08	
		Mülheim										
		Kahlenberg	22810	14,3	21.11.07	18.11.09	10,00	0,19	0,19	0,19	0,19	

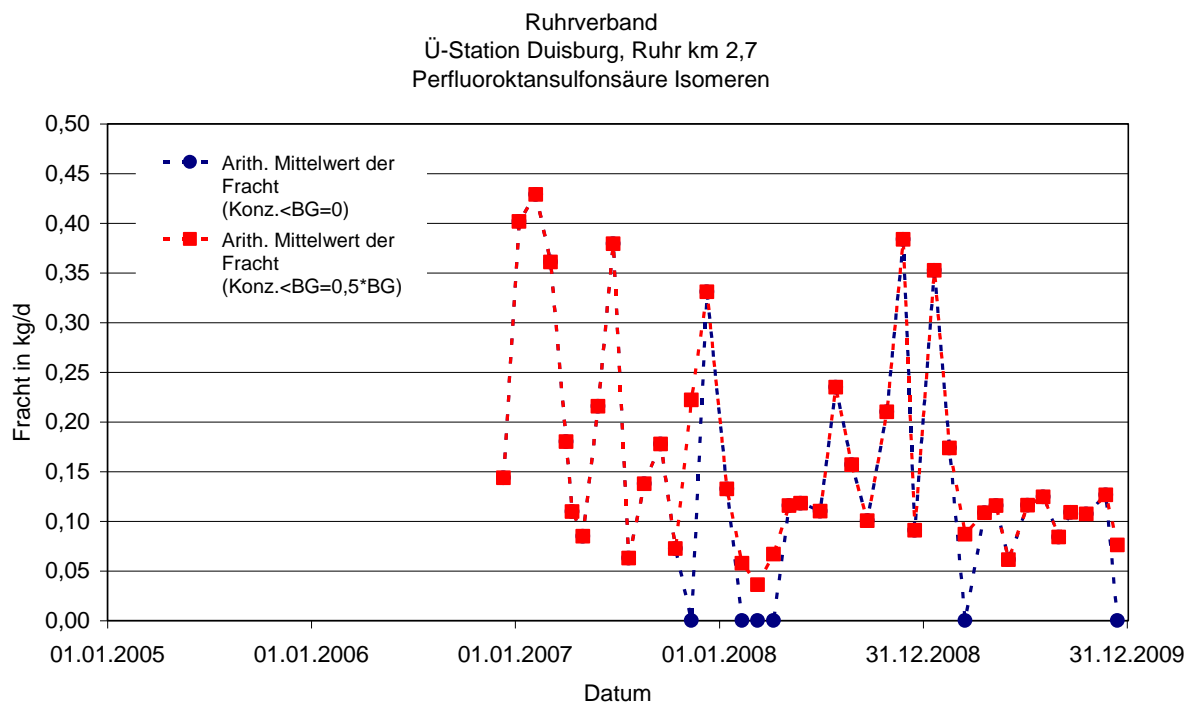
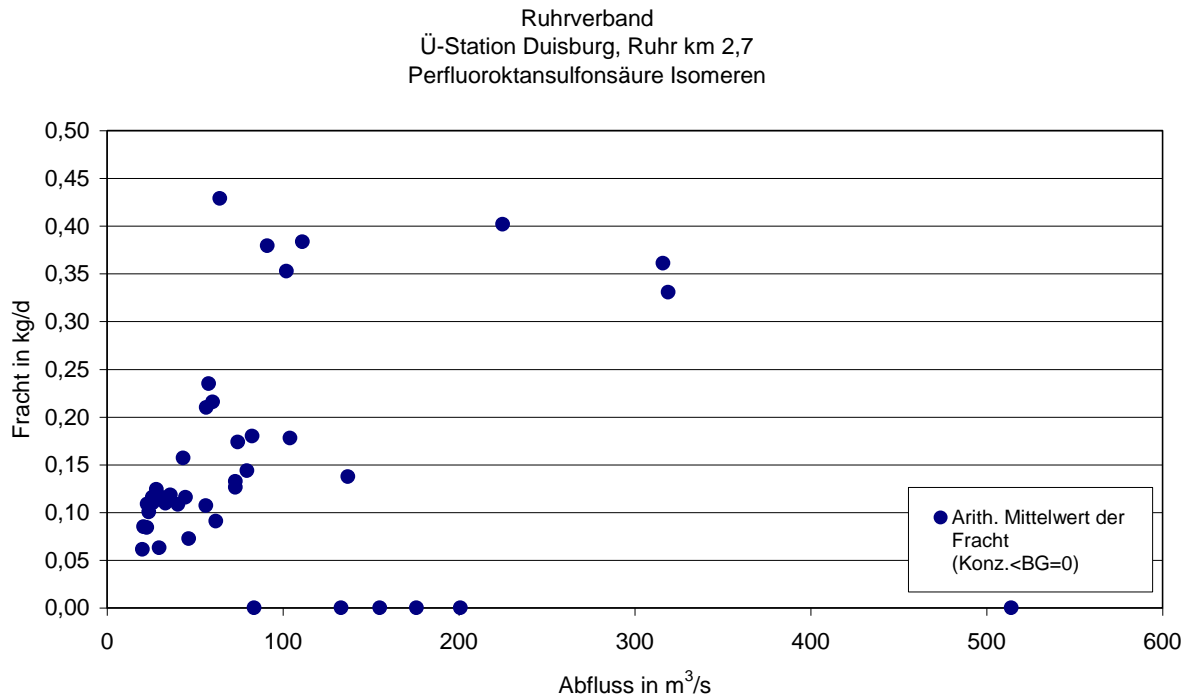
Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Perfluoroktansulfonsäure Isomeren		unterhalb Meschede	RL03	175,3	11.12.06	14.12.09	38	0,00	0,00	0,01	0,01	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	11.12.06	14.12.09	38	0,00	0,00	0,01	0,01	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	11.12.06	14.12.09	38	0,00	0,00	0,01	0,01	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	11.12.06	14.12.09	38	0,00	0,01	0,02	0,01	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	11.12.06	14.12.09	38	0,02	0,02	0,03	0,02	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	11.12.06	14.12.09	38	0,10	0,08	0,12	0,07	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	11.12.06	23.11.09	37	0,12	0,09	0,14	0,08	
		U-Station Essen	RL11	31,2	11.12.06	14.12.09	38	0,12	0,10	0,14	0,09	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	11.12.06	14.12.09	38	0,15	0,12	0,17	0,11	

LANUV
Perfluoroktansulfonsäure Isomeren
Stoff-Nr. 4007



Ruhrverband
Perfluoroktansulfonsäure Isomeren

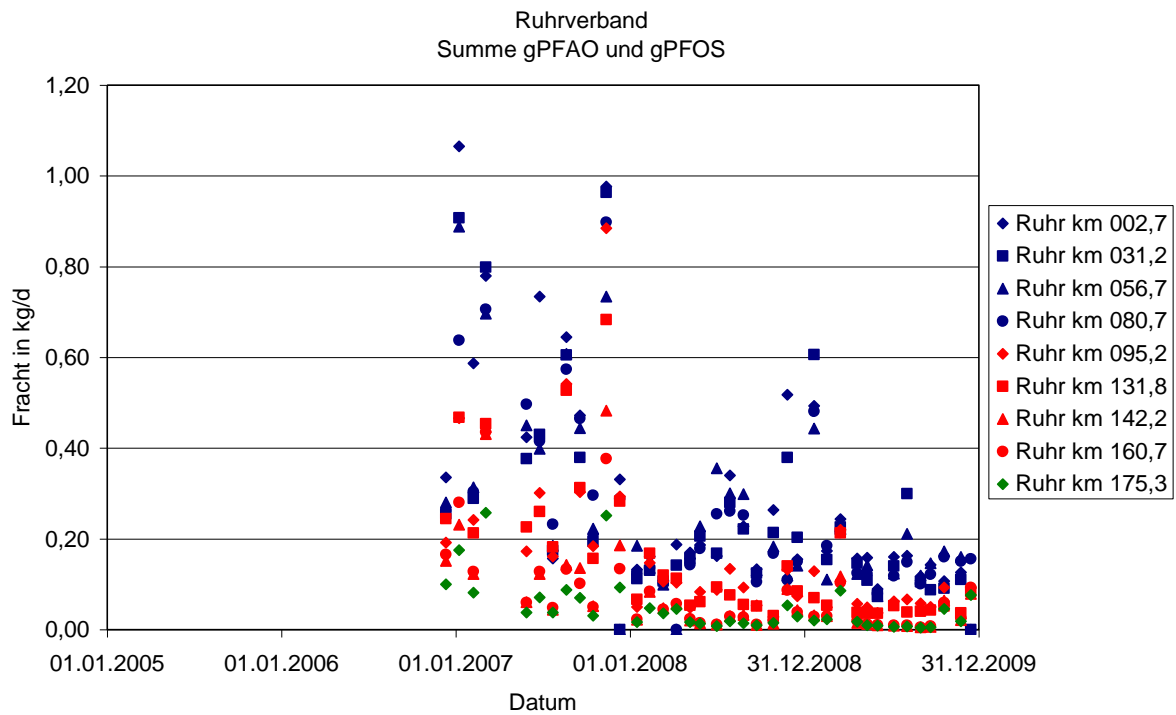
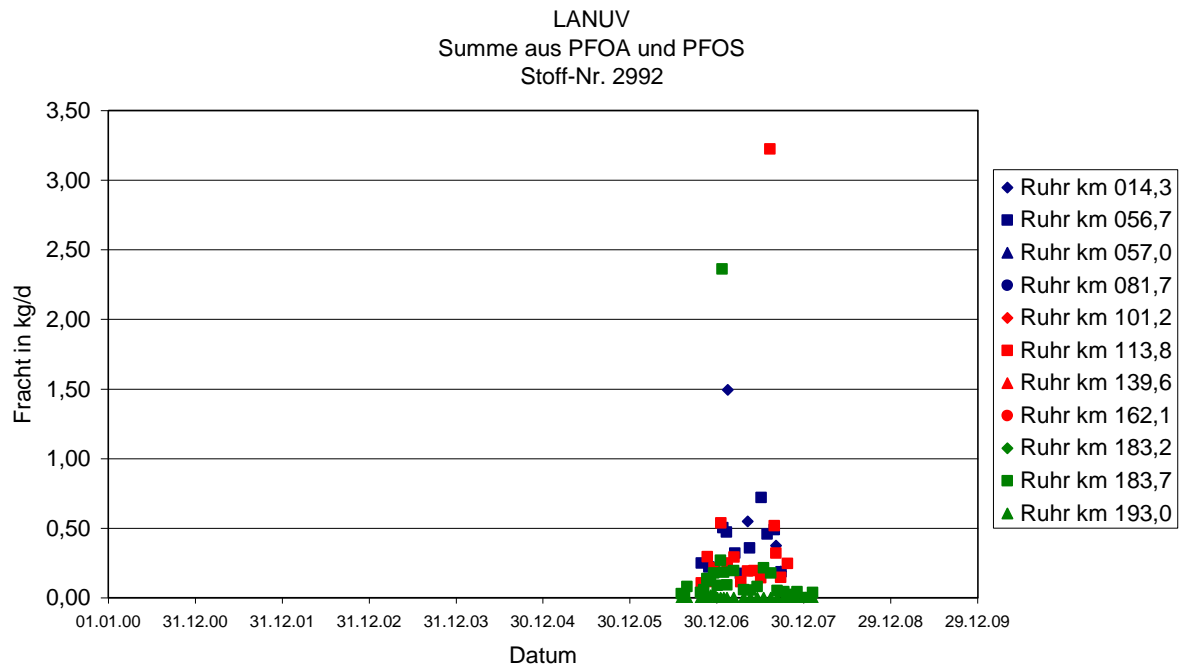




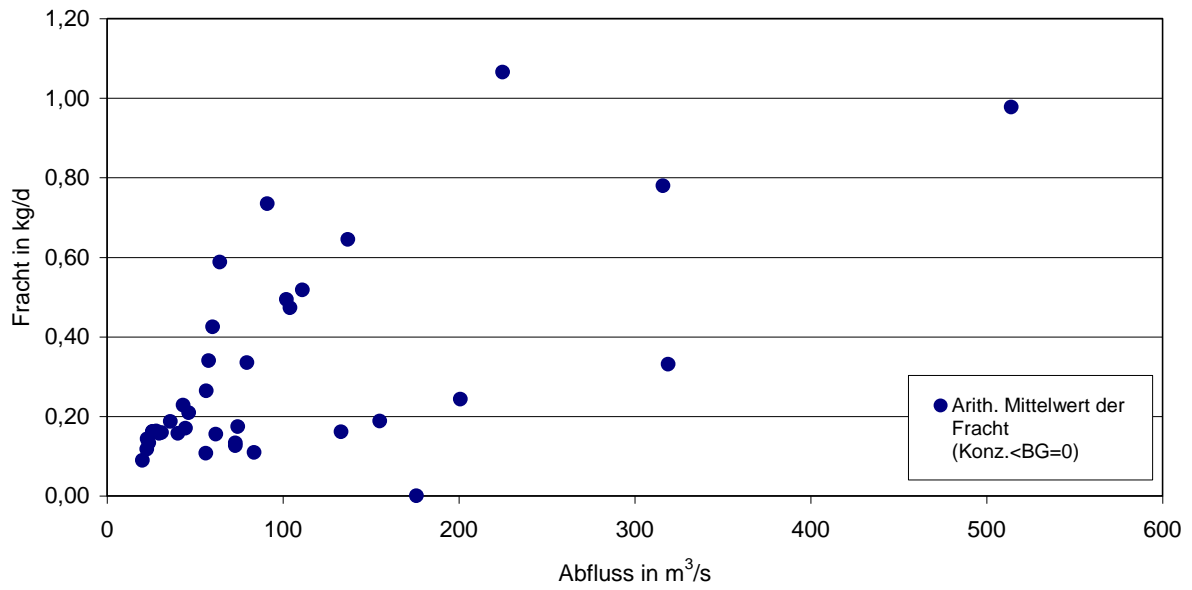
14.6.13 Summe aus PFOA und PFOS

Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Summe aus PFOA und PFOS	2992	(R 8), oh Einmdg. Elpe Ruhr am WW	400609	193,0	04.08.06	06.02.08	24	0,00	0,01	0,01	0,01	
		Mengesohl	686591	183,7	04.08.06	06.02.08	25	0,19	0,46	0,19	0,46	
		Fröndenberg	4108	113,8	27.10.06	24.10.07	15	0,45	0,78	0,45	0,78	
		Hattingen	4157	56,7	27.10.06	27.09.07	12	0,36	0,17	0,36	0,17	
		Mülheim										
		Kahlenberg	22810	14,3	14.02.07	26.09.07	4	0,65	0,58	0,65	0,58	

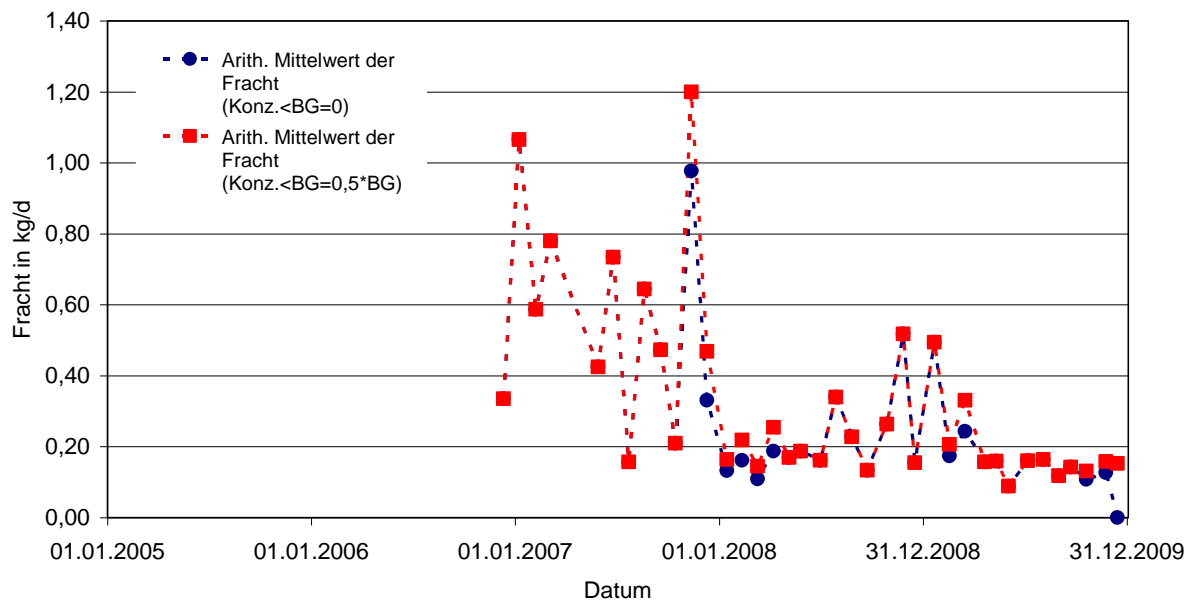
Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Summe gPFAO und gPFOS		unterhalb Meschede	RL03	175,3	11.12.06	14.12.09	38	0,05	0,06	0,06	0,07	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	11.12.06	14.12.09	38	0,08	0,10	0,09	0,11	
		oberh. Röhre	RL05	142,2	11.12.06	14.12.09	38	0,08	0,11	0,09	0,12	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	11.12.06	14.12.09	38	0,16	0,16	0,17	0,17	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	11.12.06	14.12.09	38	0,17	0,17	0,18	0,19	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	11.12.06	14.12.09	38	0,26	0,20	0,28	0,22	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	11.12.06	23.11.09	37	0,26	0,20	0,28	0,21	
		U-Station Essen	RL11	31,2	11.12.06	14.12.09	38	0,26	0,23	0,29	0,24	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	11.12.06	14.12.09	38	0,31	0,25	0,33	0,26	



Ruhrverband
Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
Summe gPFOA und gPFOS



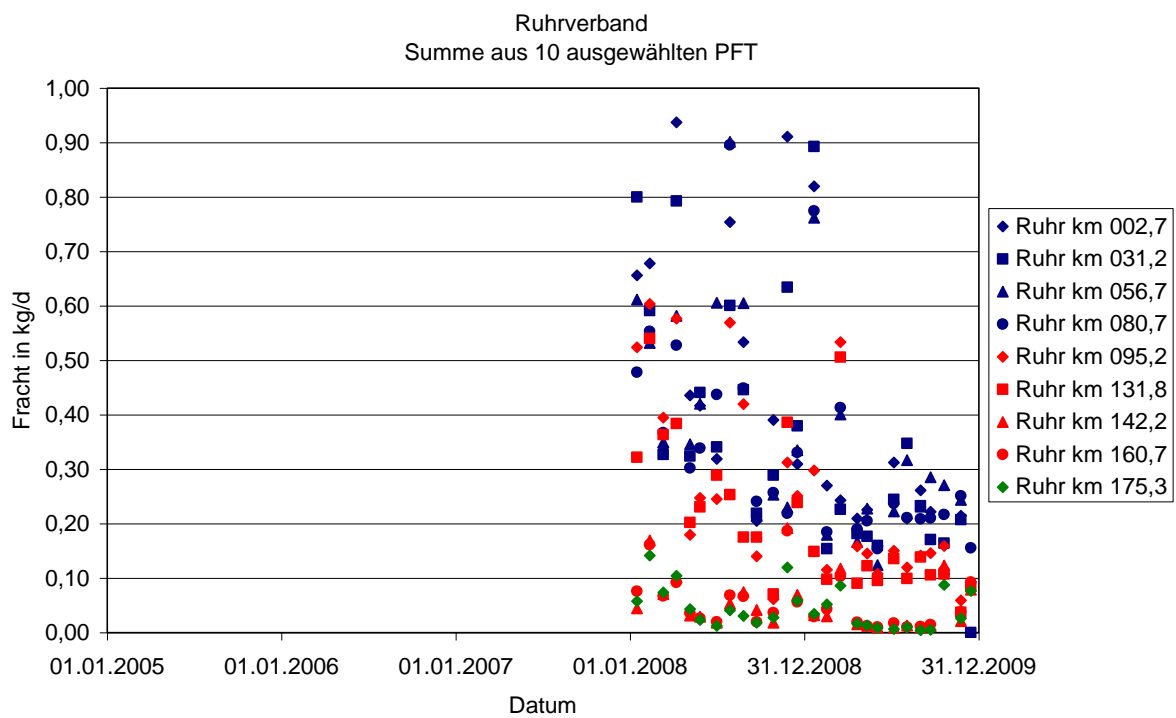
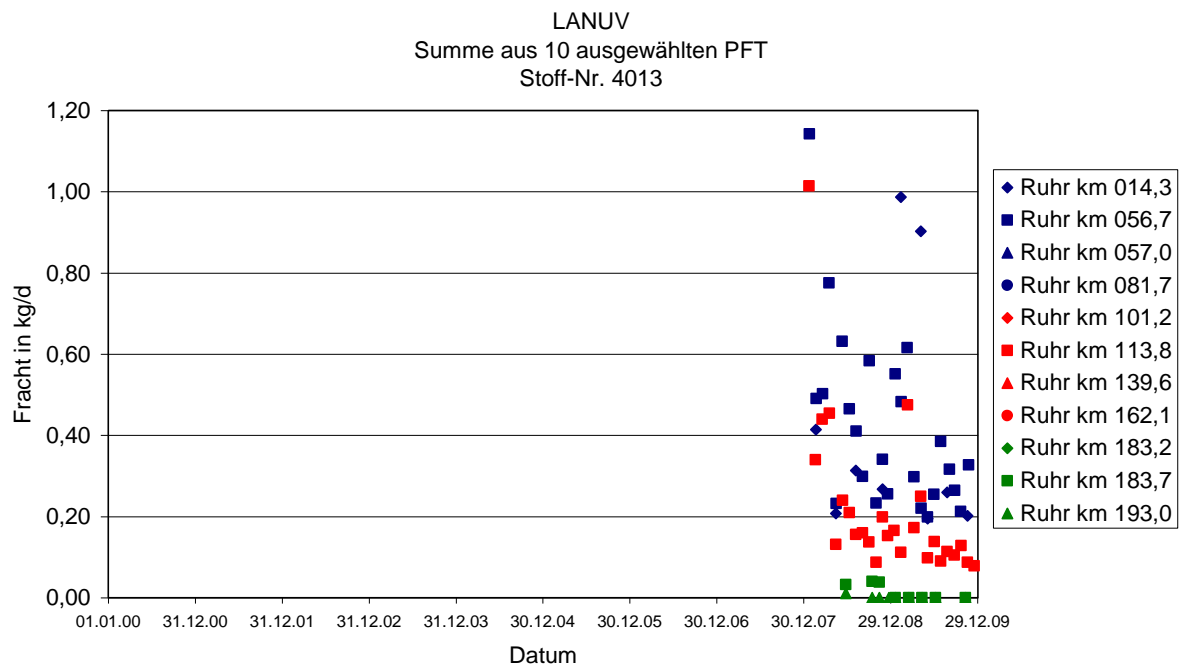
Ruhrverband
Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
Summe gPFOA und gPFOS

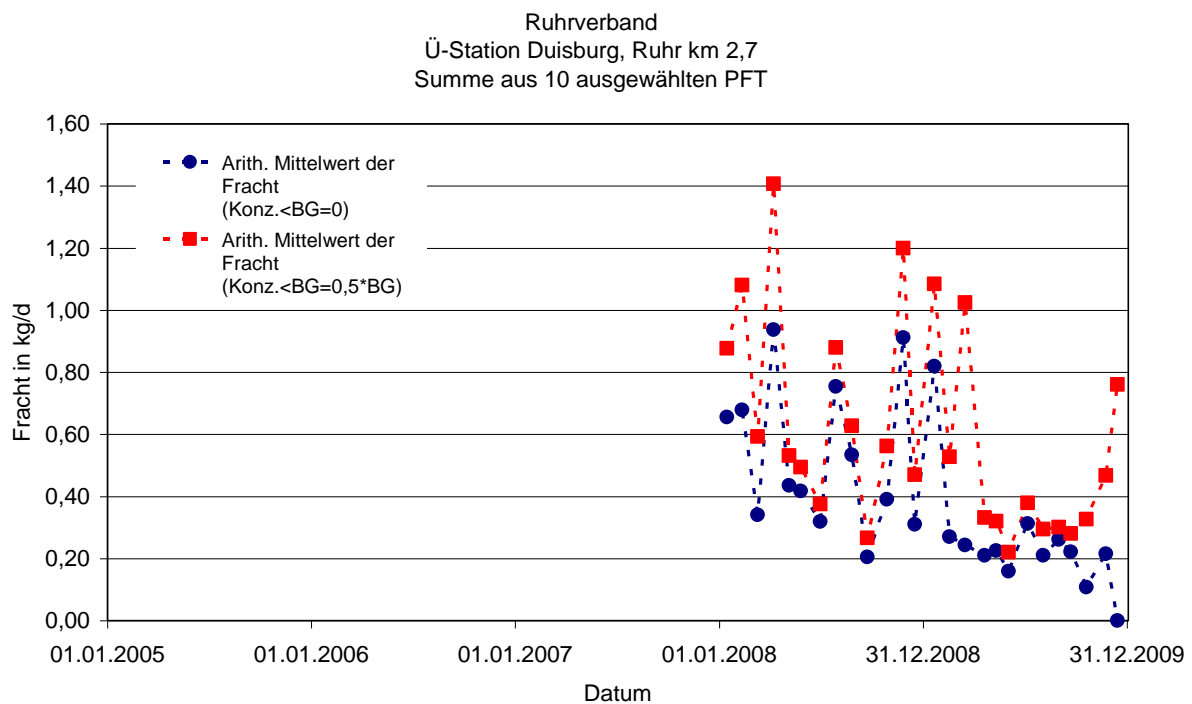
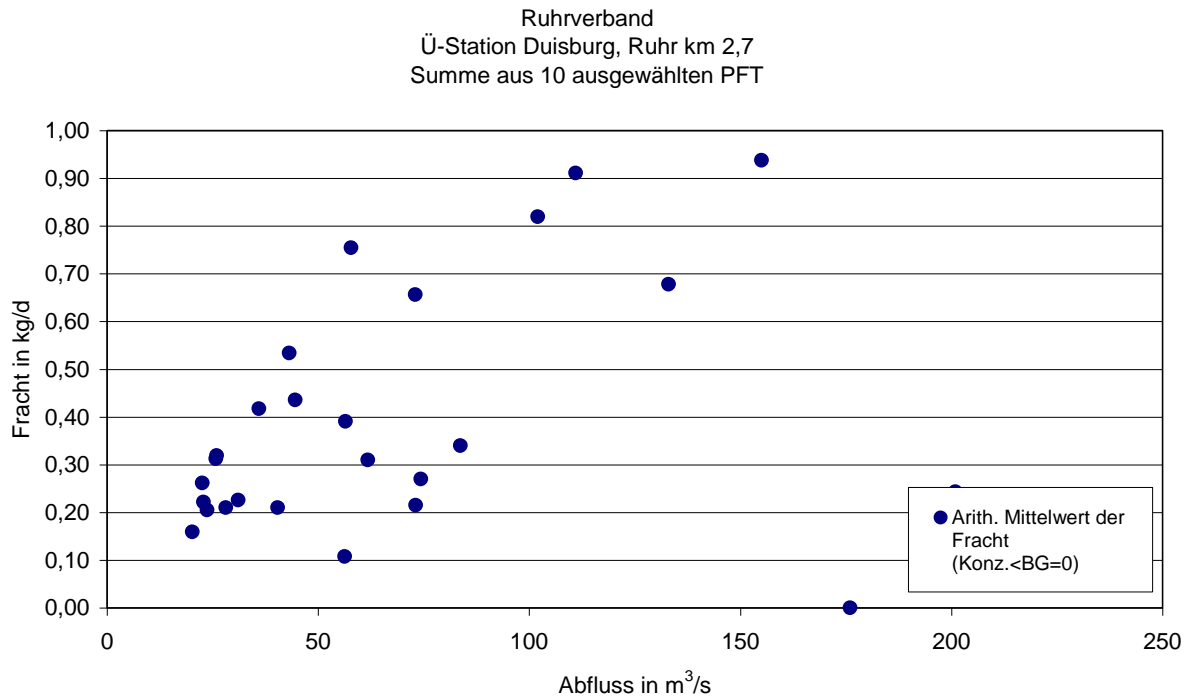


14.6.14 Summe aus 10 PFT

Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Summe aus 10 ausgewählten PFT	4013	(R 8), oh Einmdg. Elpe Ruhr am WW	400609	193,0	25.06.08	09.11.09	9	0,00	0,00	0,02	0,02	
		Mengesohl	686591	183,7	25.06.08	09.11.09	8	0,01	0,02	0,04	0,04	
		Fröndenberg	4108	113,8	23.01.08	16.12.09	26	0,22	0,20	0,22	0,20	
		Hattingen	4157	56,7	24.01.08	23.11.09	25	0,42	0,22	0,42	0,22	
		Mülheim Kahlenberg	22810	14,3	20.02.08	18.11.09	9	0,42	0,31	0,42	0,31	

Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Summe aus 10 ausgewählten PFT		unterhalb Meschede	RL03	175,3	15.01.08	14.12.09	26	0,05	0,04	0,07	0,06	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	15.01.08	14.12.09	26	0,05	0,05	0,11	0,09	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	15.01.08	14.12.09	26	0,05	0,05	0,11	0,10	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	15.01.08	14.12.09	26	0,21	0,14	0,28	0,17	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	15.01.08	14.12.09	26	0,26	0,18	0,33	0,22	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	15.01.08	14.12.09	26	0,34	0,19	0,52	0,26	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	15.01.08	23.11.09	25	0,38	0,20	0,55	0,26	
		U-Station Essen	RL11	31,2	15.01.08	14.12.09	26	0,36	0,23	0,56	0,30	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	15.01.08	14.12.09	26	0,39	0,25	0,60	0,33	

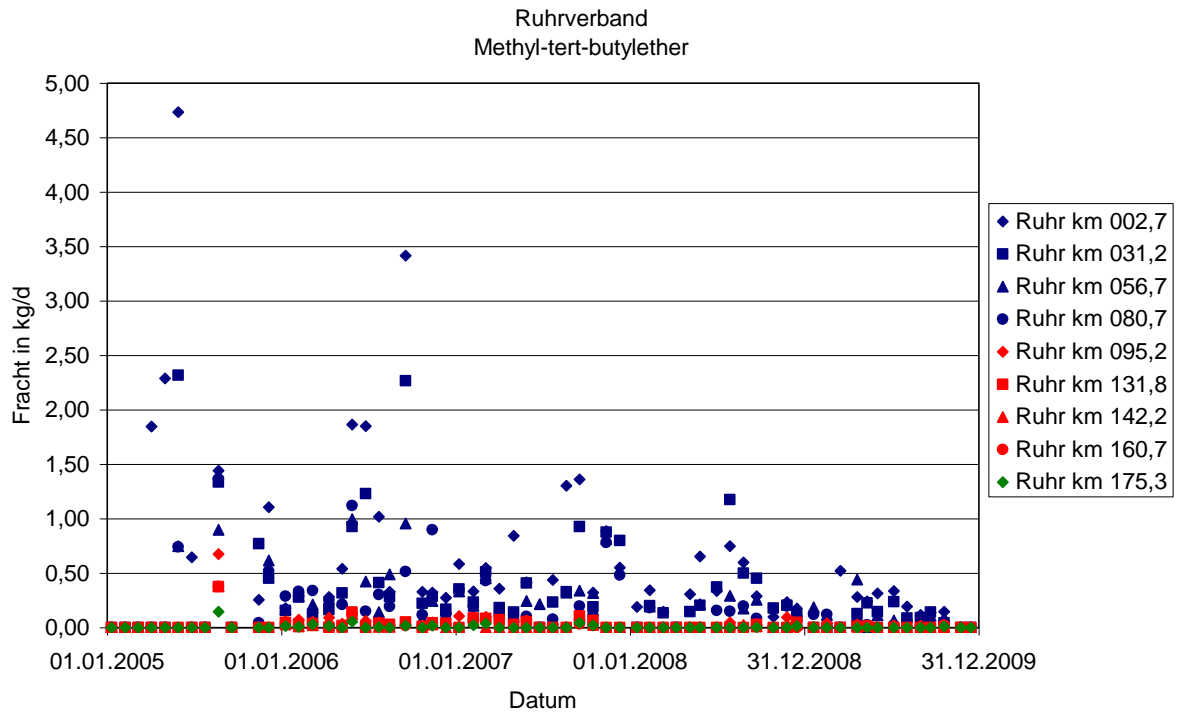
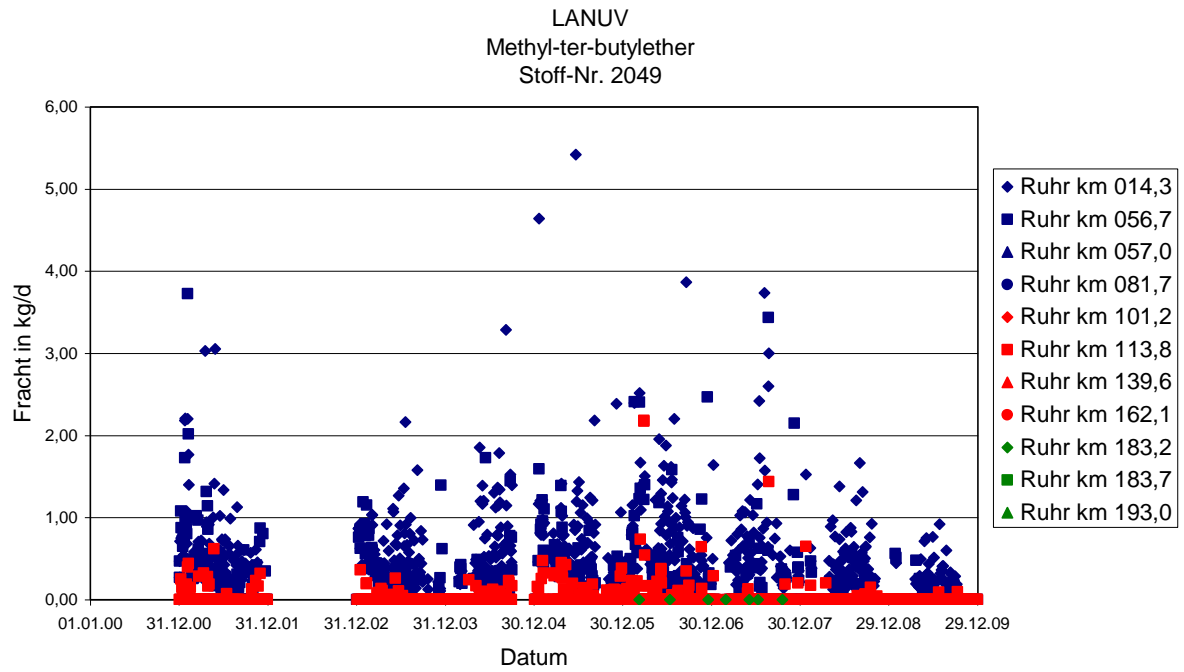


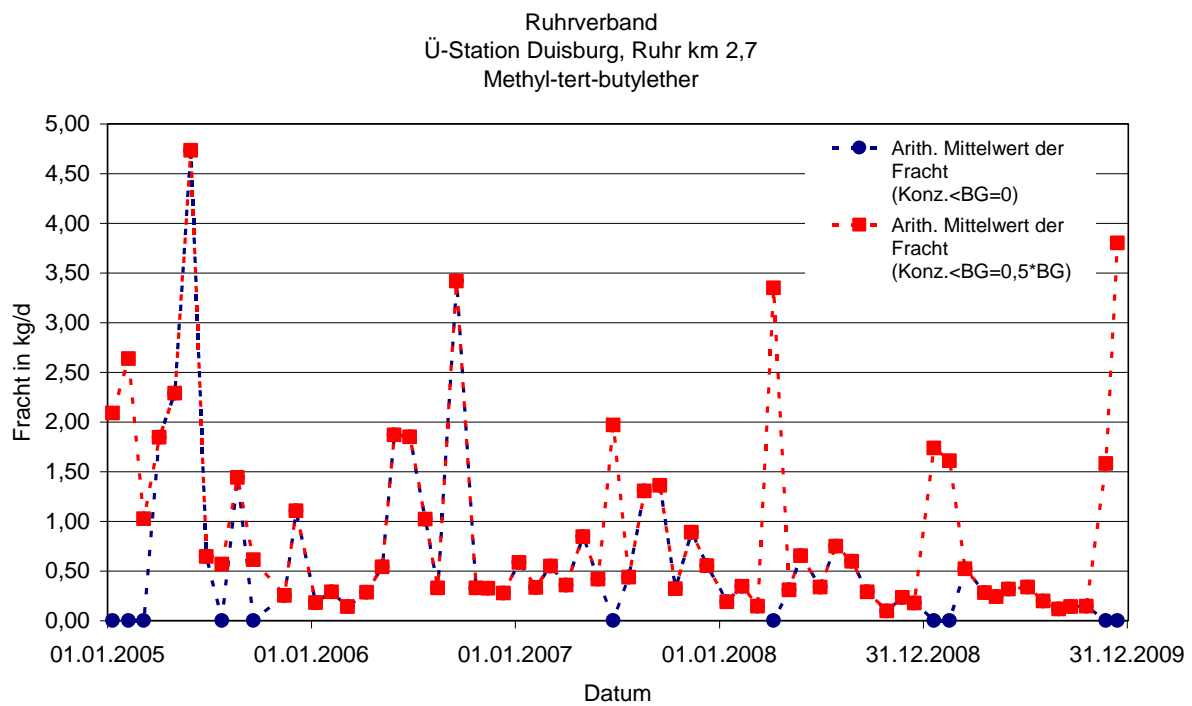
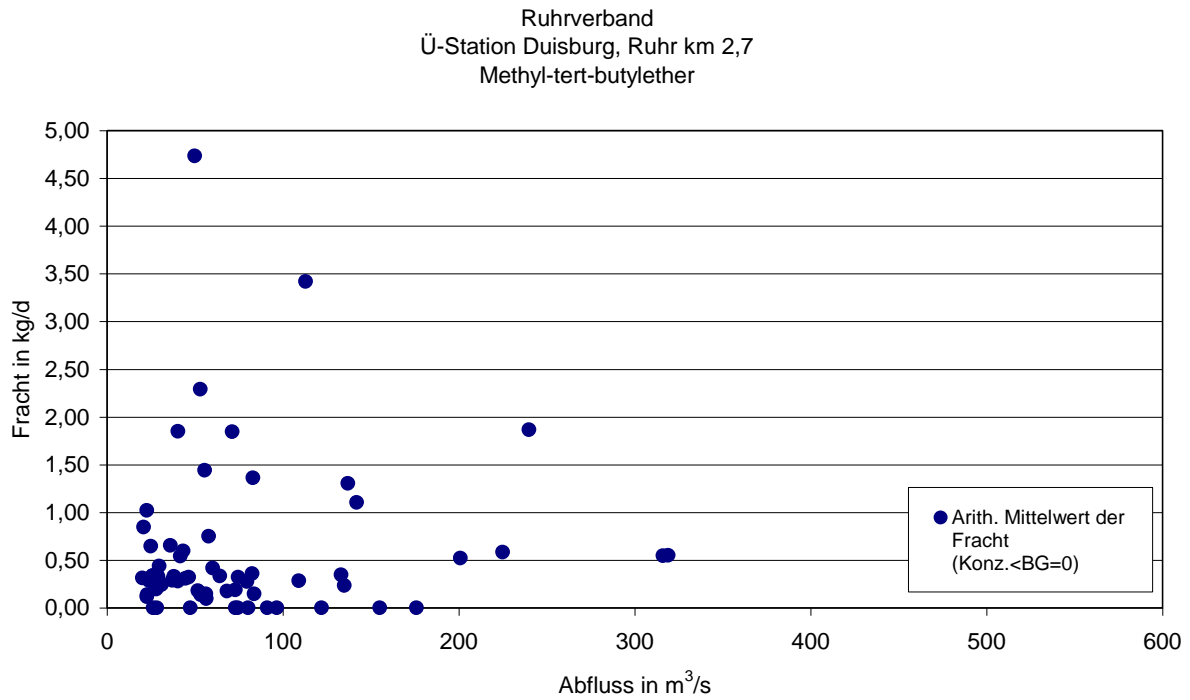


14.6.15 Methyl-tert-butylether (MTBE)

Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Methyl-tert-butylether	2049	oberhalb Meschede	400907	183,2	08.03.06	18.10.07	7	0,00	0,00	0,48	0,28	
		(R 19), bei Oeventrop am Pegel Neheim	401535	162,1	04.06.07	20.11.08	8	0,00	0,00	2,05	3,53	
		Fröndenberg	4108	113,8	02.01.01	30.12.09	989	0,03	0,13	0,08	0,13	
		am Pegel Villigst	402801	101,2	09.03.06	09.09.08	9	0,00	0,00	3,20	5,24	
		unterhalb Hattingen	503708	57,0	21.08.06	09.06.08	24	0,00	0,00	18,64	16,11	
		Hattingen	4157	56,7	02.01.01	30.12.09	954	0,18	0,36	0,28	0,33	
		Mülheim										
		Kahlenberg	22810	14,3	02.01.01	28.12.09	1022	0,41	0,54	0,49	0,50	

Messungen des Ruhrverbands											
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d
Methyl-tert-butylether		unterhalb Meschede	RL03	175,3	10.01.05	14.12.09	64	0,01	0,02	0,18	0,25
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	10.01.05	14.12.09	64	0,01	0,05	0,29	0,42
		oberh. Röhr	RL05	142,2	10.01.05	14.12.09	64	0,01	0,05	0,34	0,54
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	10.01.05	14.12.09	64	0,02	0,05	0,48	0,63
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	10.01.05	14.12.09	64	0,03	0,09	0,48	0,82
		Pegel Wetter	RL09	80,7	10.01.05	14.12.09	64	0,19	0,28	0,67	0,83
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	10.01.05	23.11.09	63	0,21	0,25	0,72	0,99
		U-Station Essen	RL11	31,2	10.01.05	14.12.09	64	0,34	0,48	0,78	0,88
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	10.01.05	14.12.09	64	0,59	0,82	0,91	0,99

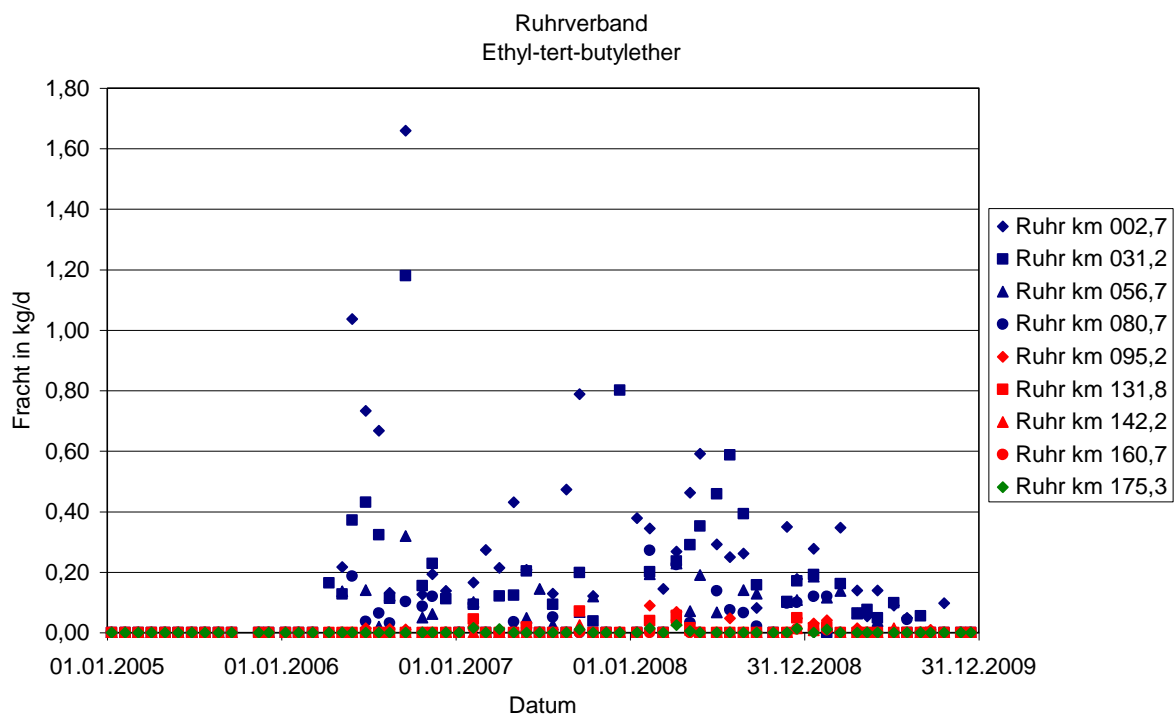
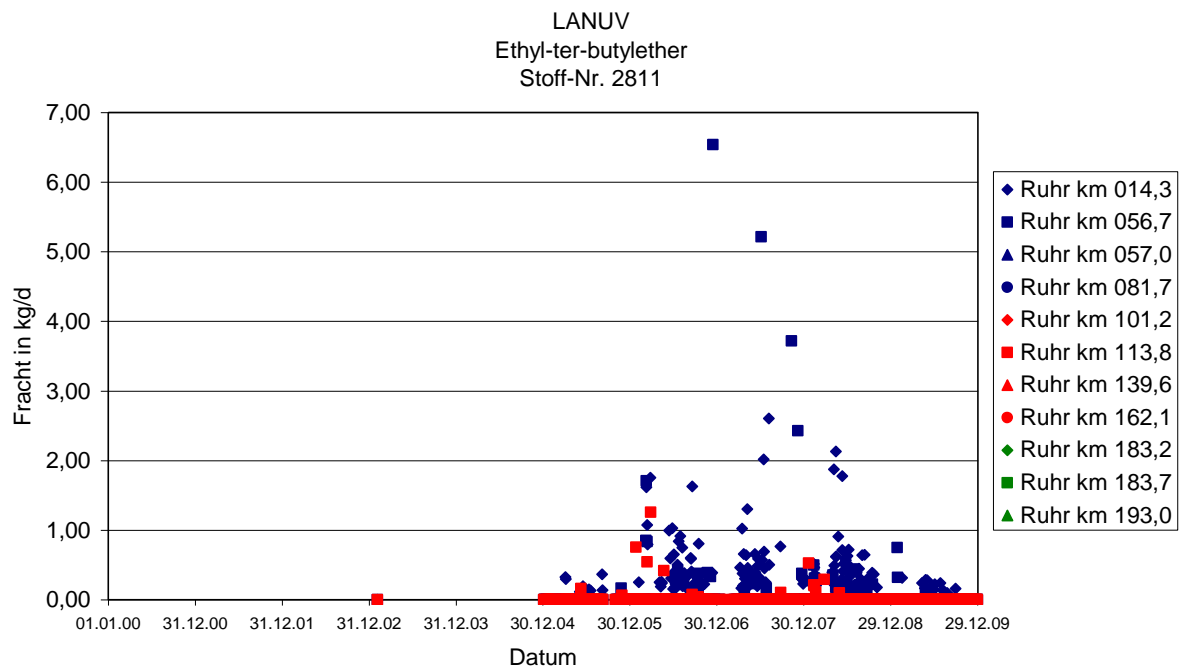


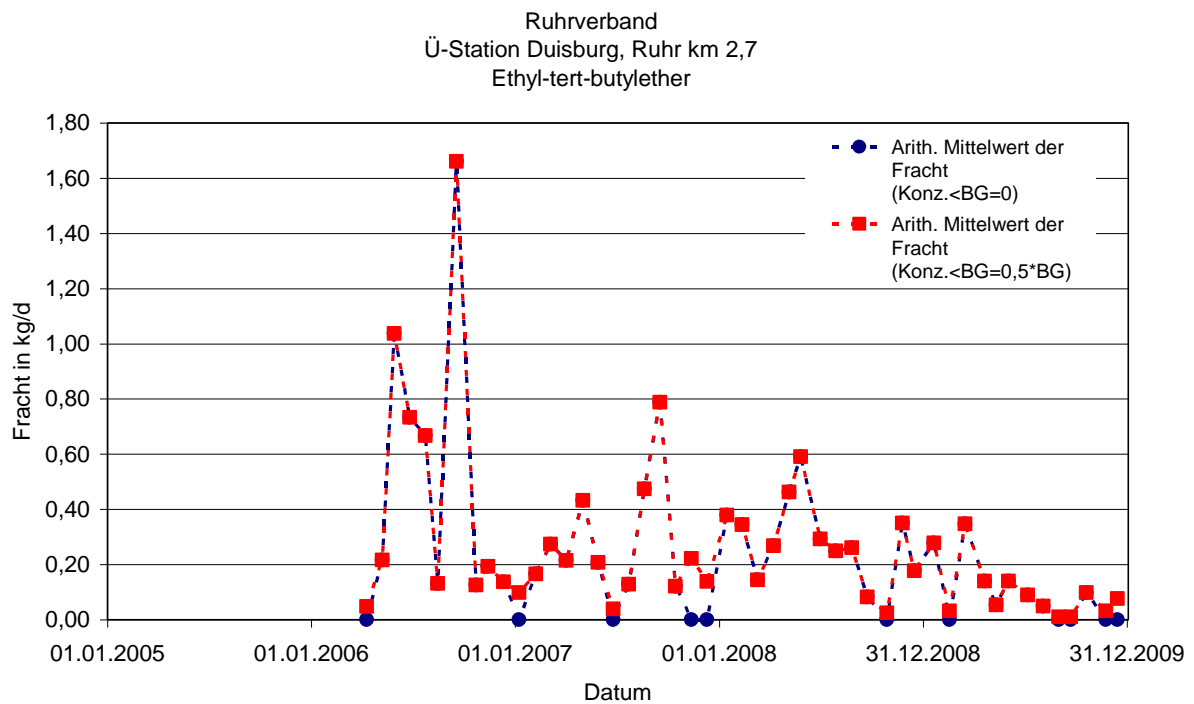
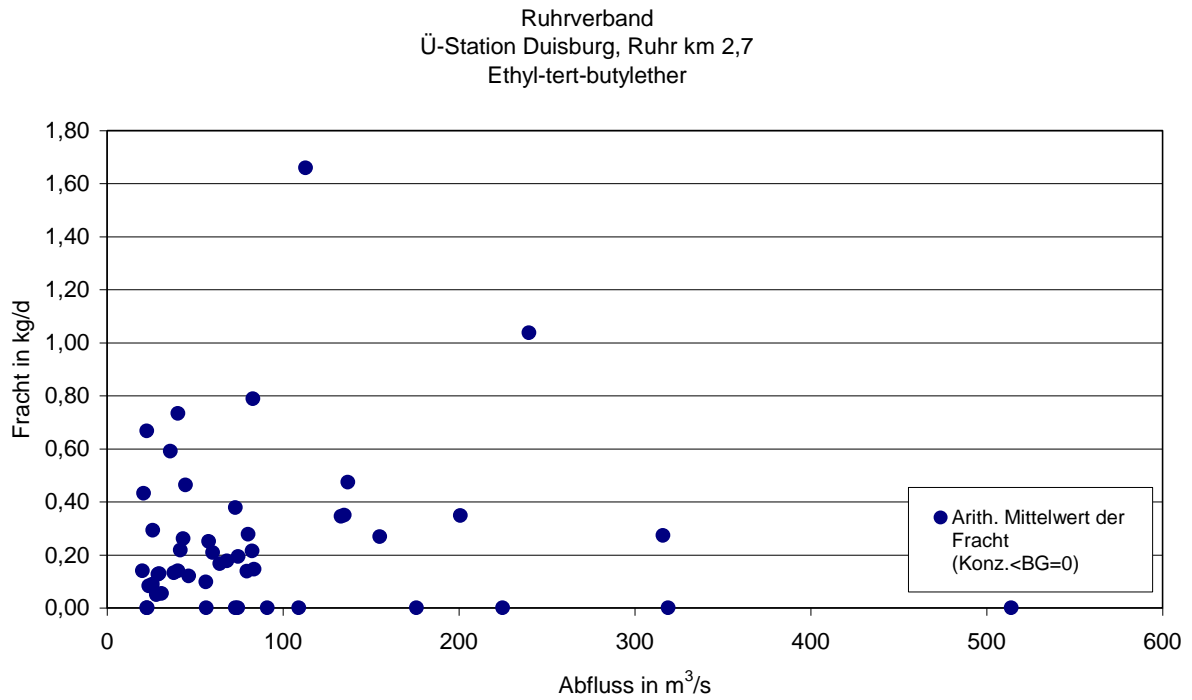


14.6.16 Ethyl-tert-butylether (ETBE)

Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht ((Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung ((Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht ((Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung ((Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Ethyl-tert-butylether	2811	Fröndenberg	4108	113,8	05.02.03	30.12.09	587	0,01	0,07	0,07	0,09	
		Hattingen	4157	56,7	05.02.03	30.12.09	560	0,05	0,41	0,20	0,42	
		Mülheim										
		Kahlenberg	22810	14,3	05.02.03	28.12.09	627	0,12	0,29	0,26	0,27	

Messungen des Ruhrverbands											
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht ((Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung ((Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht ((Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung ((Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d
Ethyl-tert-butylether		unterhalb Meschede	RL03	175,3	10.01.05	14.12.09	64	0,00	0,00	0,00	0,01
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	10.01.05	14.12.09	64	0,00	0,01	0,01	0,01
		oberh. Röhr	RL05	142,2	10.01.05	14.12.09	64	0,00	0,01	0,01	0,01
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	10.01.05	14.12.09	64	0,01	0,01	0,01	0,02
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	10.01.05	14.12.09	64	0,01	0,02	0,02	0,02
		Pegel Wetter	RL09	80,7	10.01.05	14.12.09	64	0,03	0,06	0,05	0,06
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	10.01.05	23.11.09	63	0,05	0,07	0,07	0,07
		U-Station Essen	RL11	31,2	10.01.05	14.12.09	64	0,13	0,21	0,15	0,20
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	10.01.05	14.12.09	64	0,20	0,29	0,21	0,28

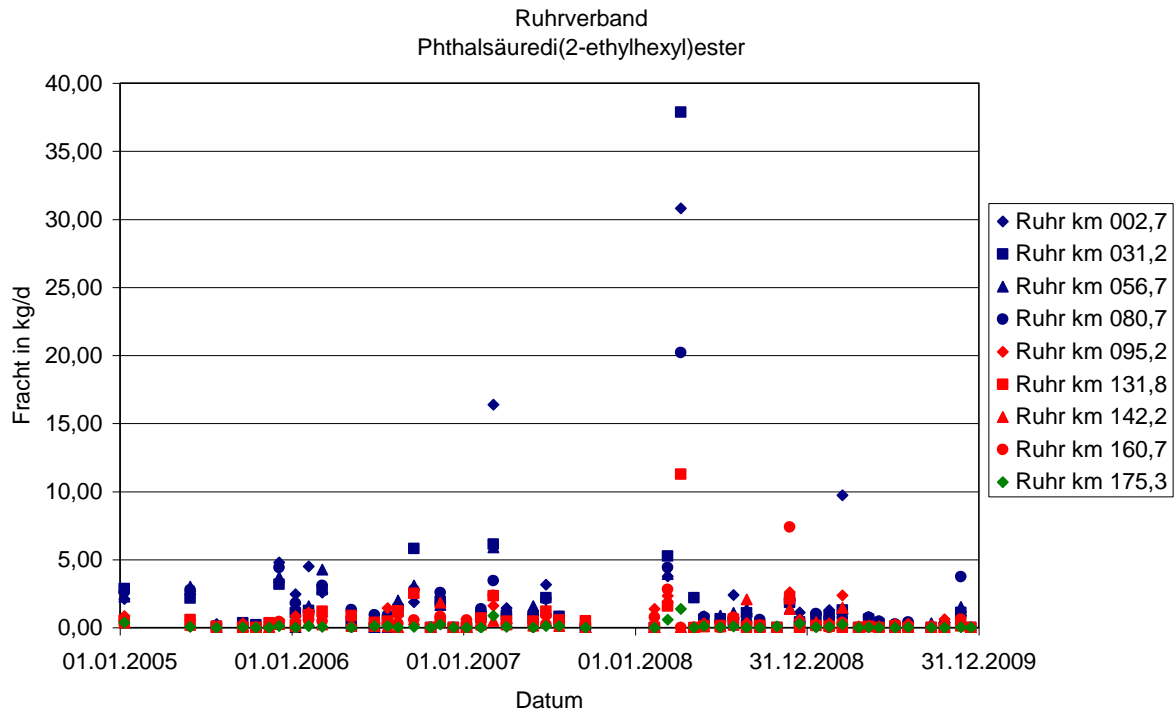
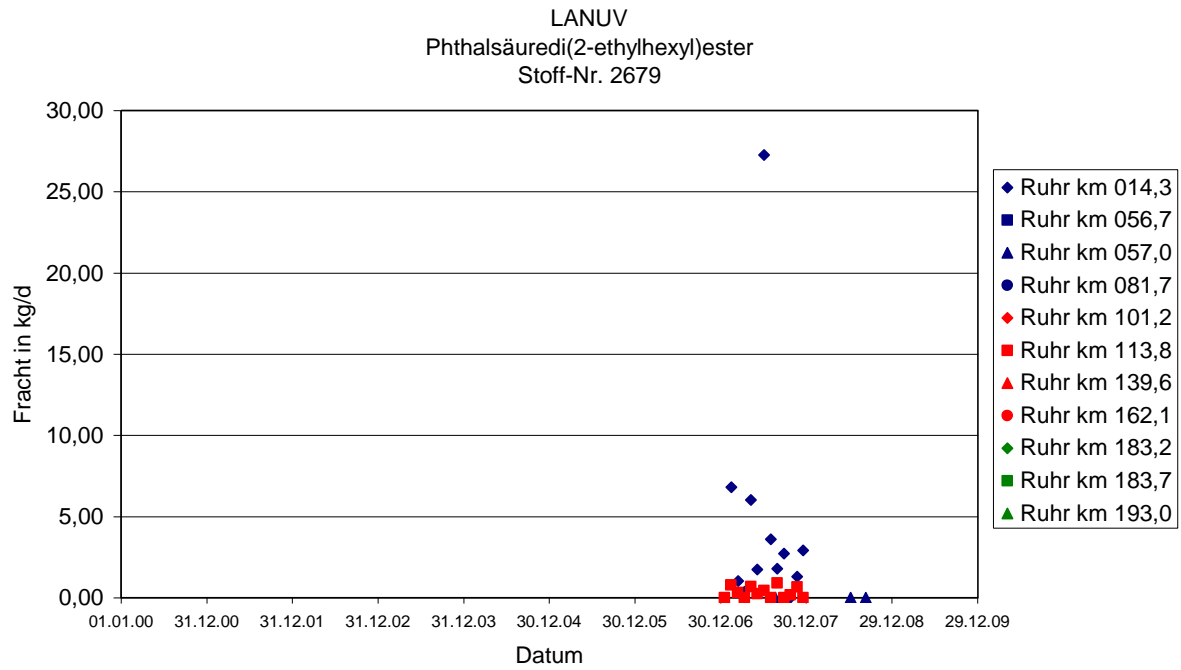


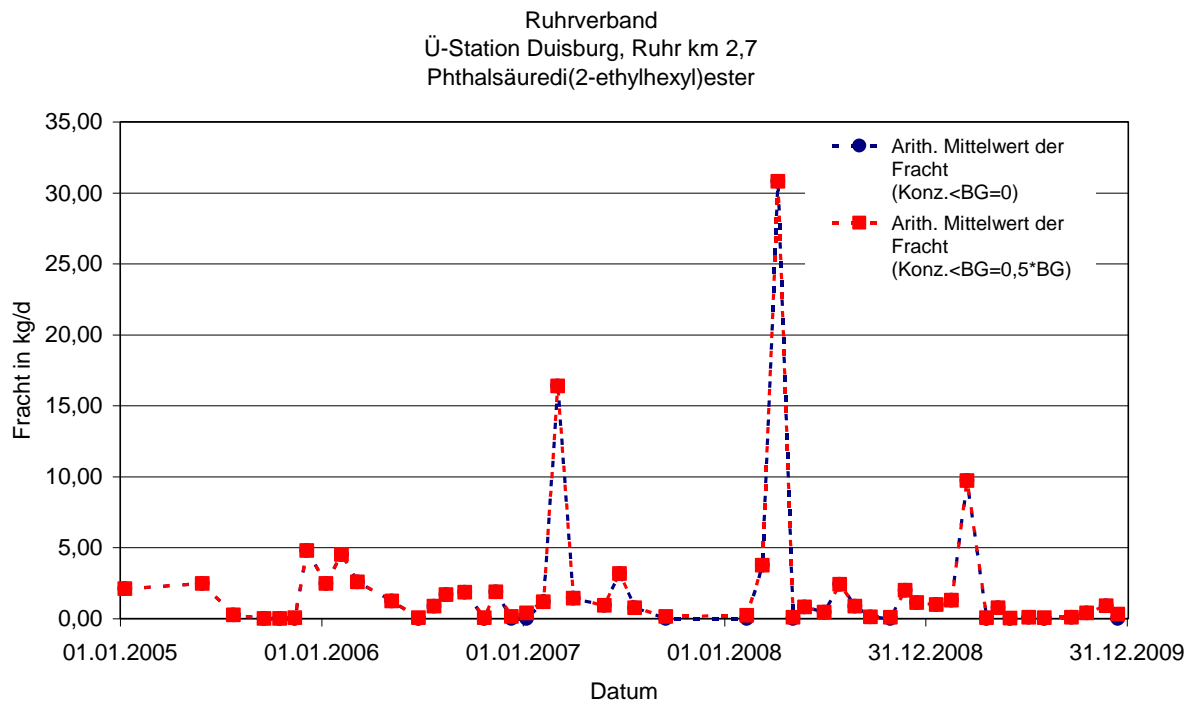
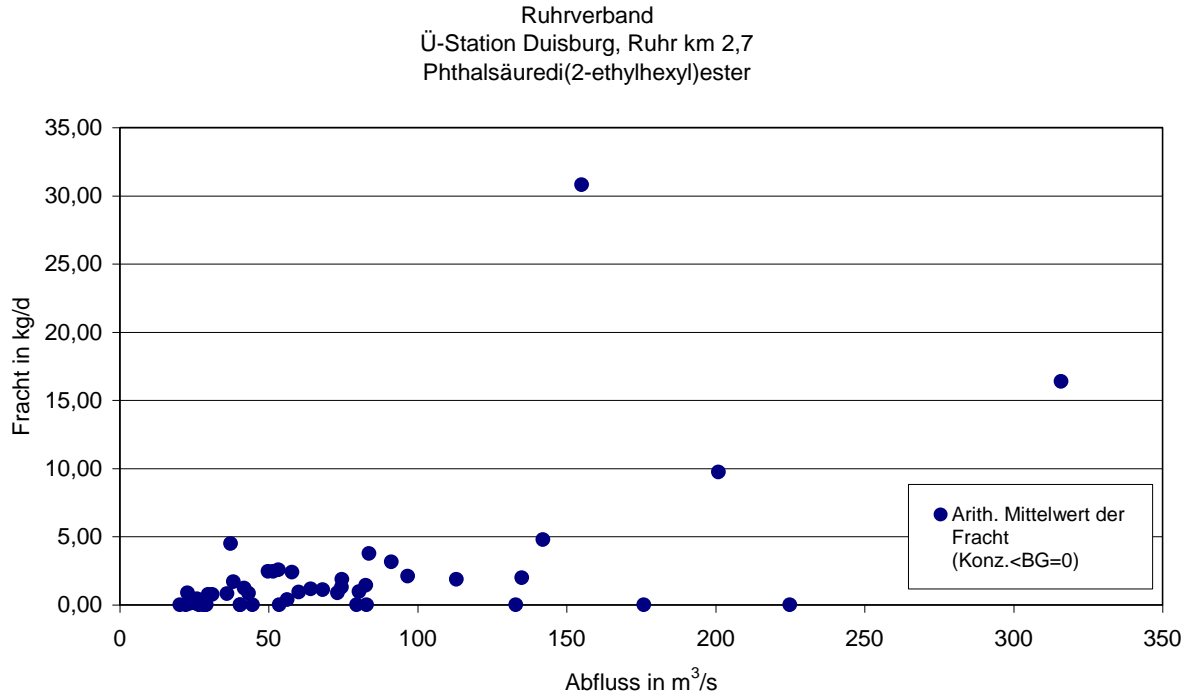


14.6.17 Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester (DEHP)

Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht ((Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung ((Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht ((Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung ((Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester	2679	Fröndenberg	4108	113,8	17.01.07	18.12.07	13	0,32	0,34	0,38	0,29	
		unterhalb Hattingen	503708	57,0	21.08.07	09.09.08	3	0,00	0,00	0,18	0,12	
		Mülheim										
		Kahlenberg	22810	14,3	14.02.07	17.12.07	12	4,63	7,42	4,64	7,42	

Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht ((Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung ((Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht ((Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung ((Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Phthalsäuredi(2-ethylhexyl)ester		unterhalb Meschede	RL03	175,3	10.01.05	14.12.09	49	0,11	0,24	0,12	0,24	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	10.01.05	14.12.09	49	0,44	1,14	0,44	1,14	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	10.01.05	14.12.09	49	0,28	0,56	0,29	0,55	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	10.01.05	14.12.09	50	0,66	1,65	0,67	1,65	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	10.01.05	14.12.09	50	0,52	0,63	0,53	0,62	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	10.01.05	14.12.09	50	1,48	2,96	1,51	2,95	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	10.01.05	23.11.09	49	1,04	1,31	1,07	1,29	
		U-Station Essen	RL11	31,2	10.01.05	14.12.09	49	1,86	5,45	1,89	5,44	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	10.01.05	14.12.09	50	2,14	4,96	2,17	4,95	

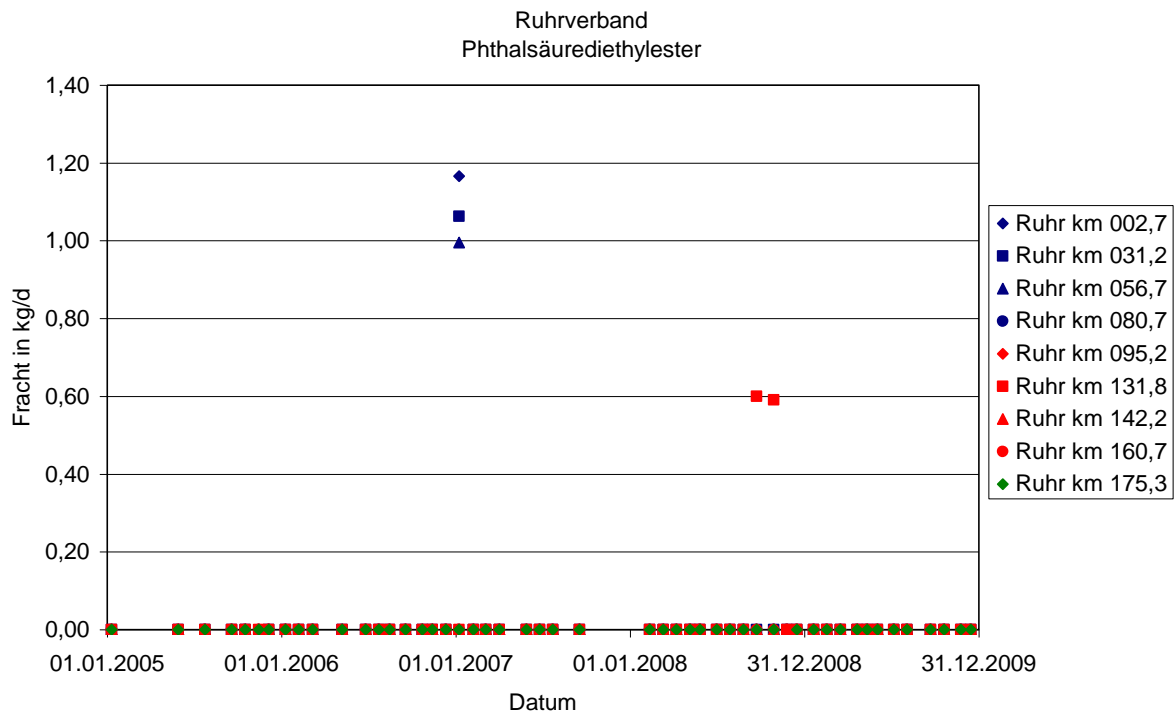
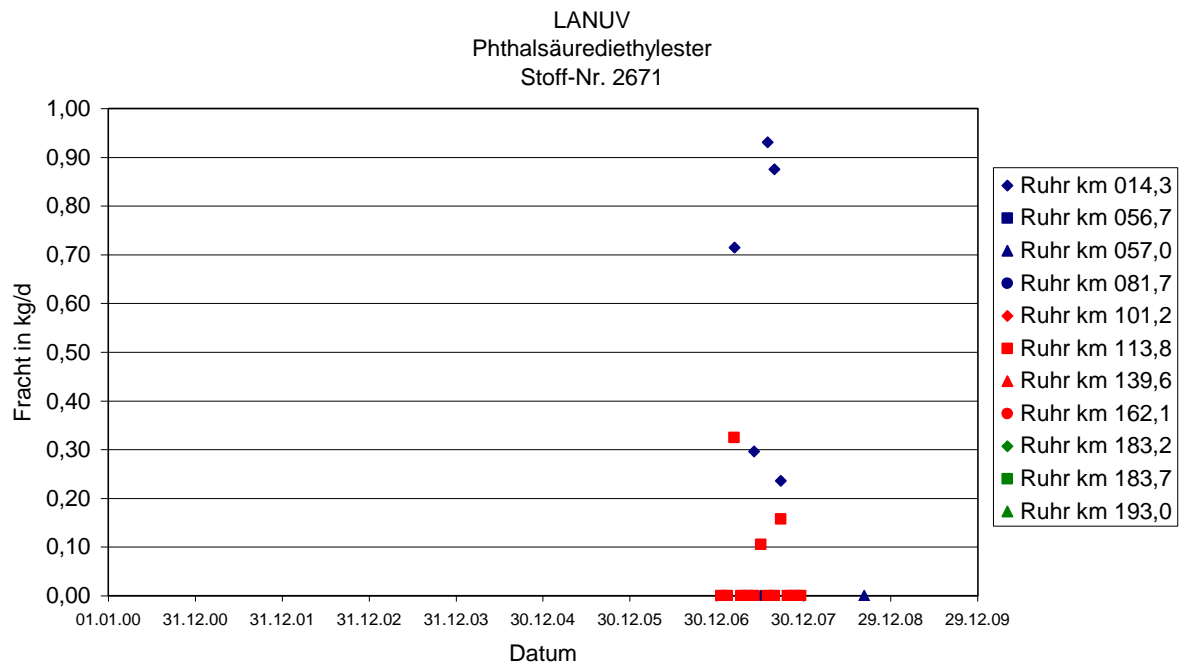


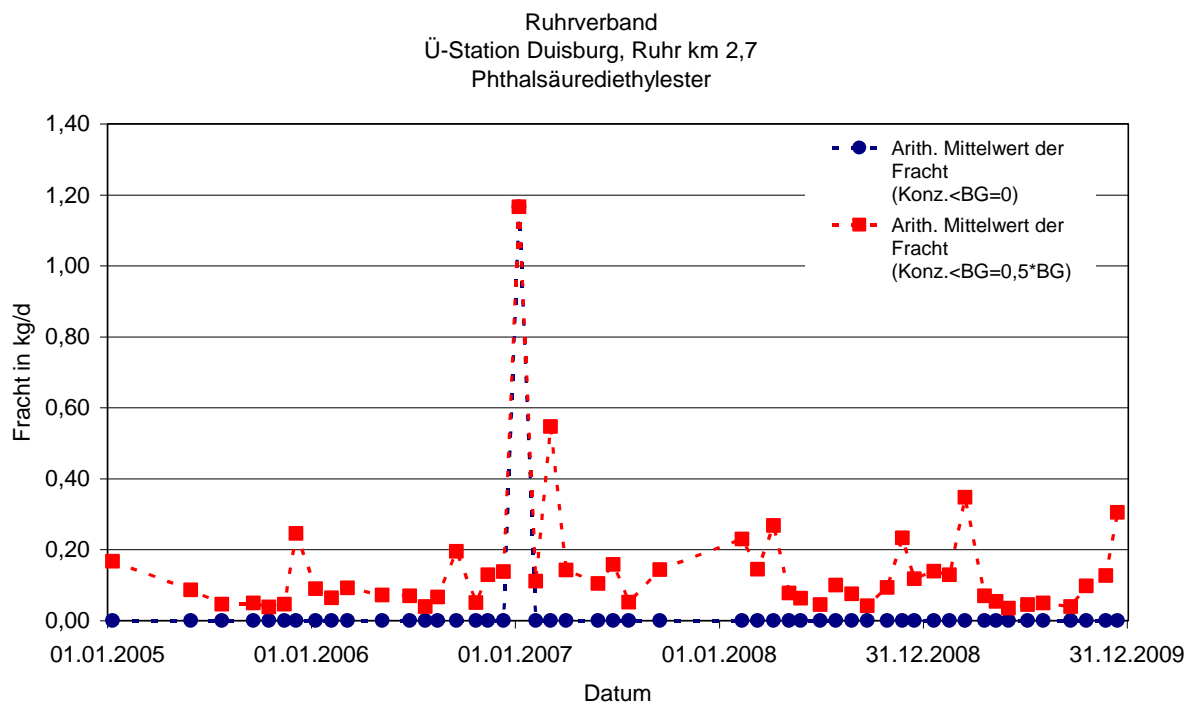
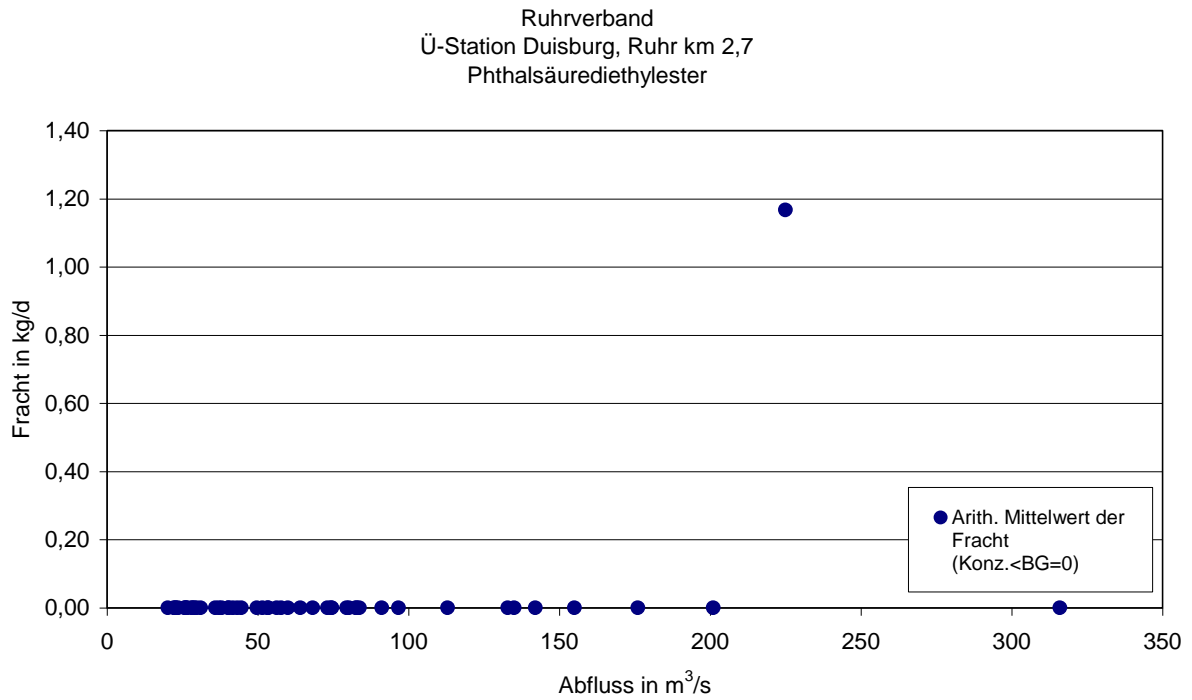


14.6.18 Phthalsäurediethylester (DEP)

Messungen des LANUV NRW											
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d
Phthalsäurediethylester	2671	Fröndenberg	4108	113,8	17.01.07	18.12.07	13	0,05	0,10	0,10	0,08
		Mülheim Kahlenberg	22810	14,3	14.02.07	17.12.07	12	0,25	0,37	0,37	0,32

Messungen des Ruhrverbands											
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d
Phthalsäurediethylester		unterhalb Meschede	RL03	175,3	10.01.05	14.12.09	49	0,00	0,00	0,02	0,01
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	10.01.05	14.12.09	49	0,00	0,00	0,03	0,02
		oberh. Röhr	RL05	142,2	10.01.05	14.12.09	49	0,00	0,00	0,03	0,03
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	10.01.05	14.12.09	50	0,02	0,12	0,07	0,11
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	10.01.05	14.12.09	50	0,00	0,00	0,05	0,04
		Pegel Wetter	RL09	80,7	10.01.05	14.12.09	50	0,00	0,00	0,11	0,09
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	10.01.05	23.11.09	49	0,02	0,14	0,12	0,15
		U-Station Essen	RL11	31,2	10.01.05	14.12.09	49	0,02	0,15	0,13	0,16
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	10.01.05	14.12.09	50	0,02	0,16	0,14	0,18

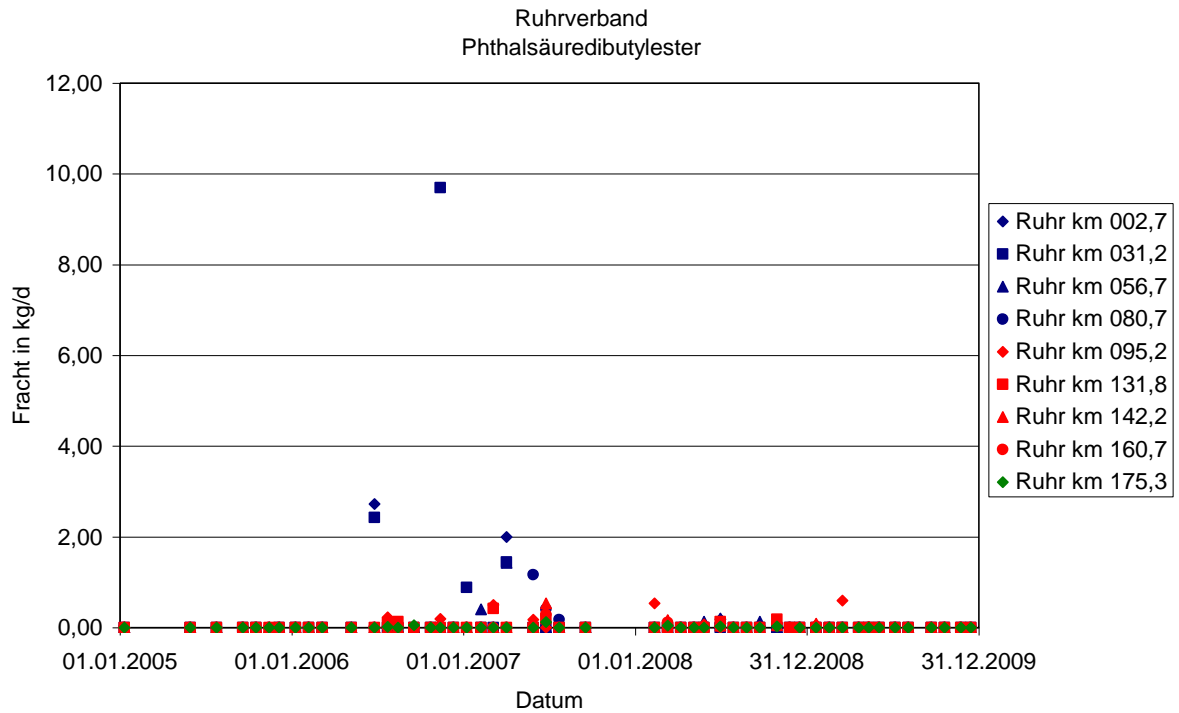
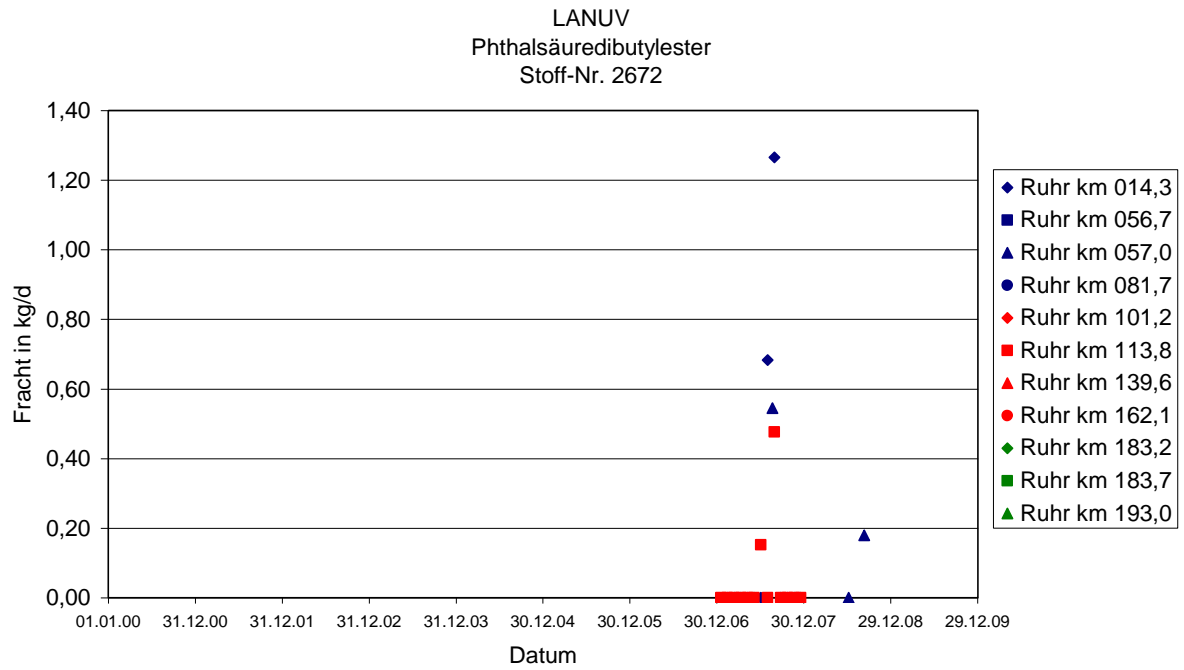


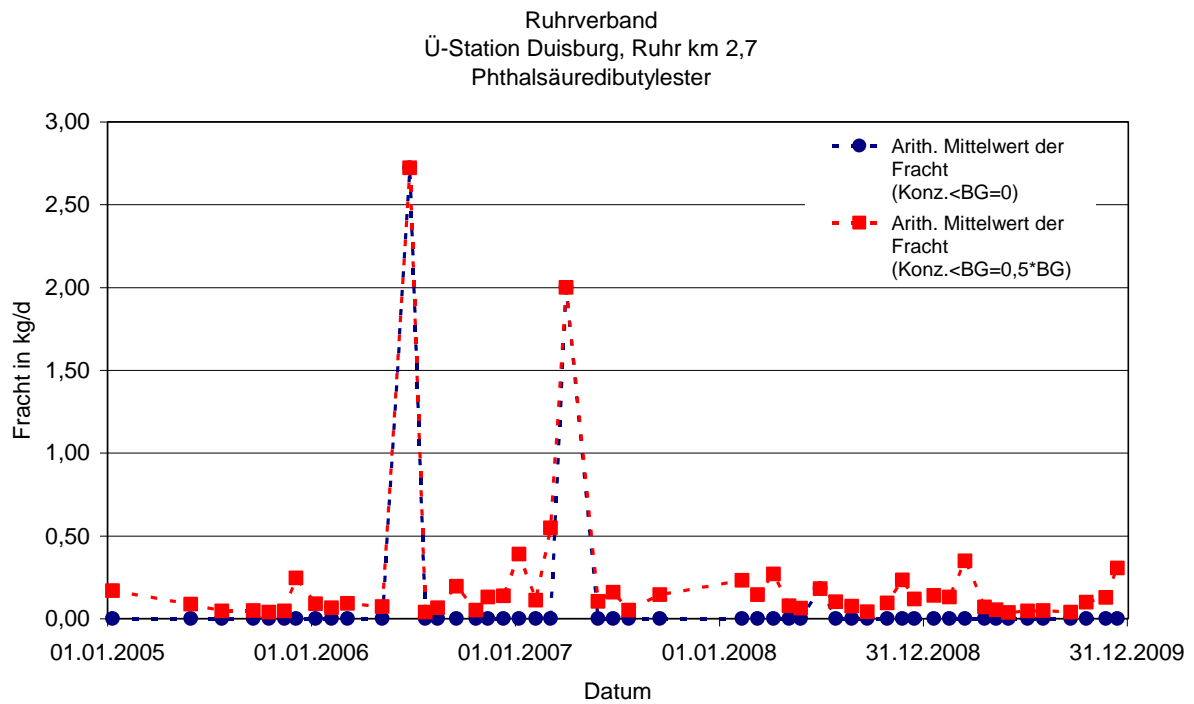
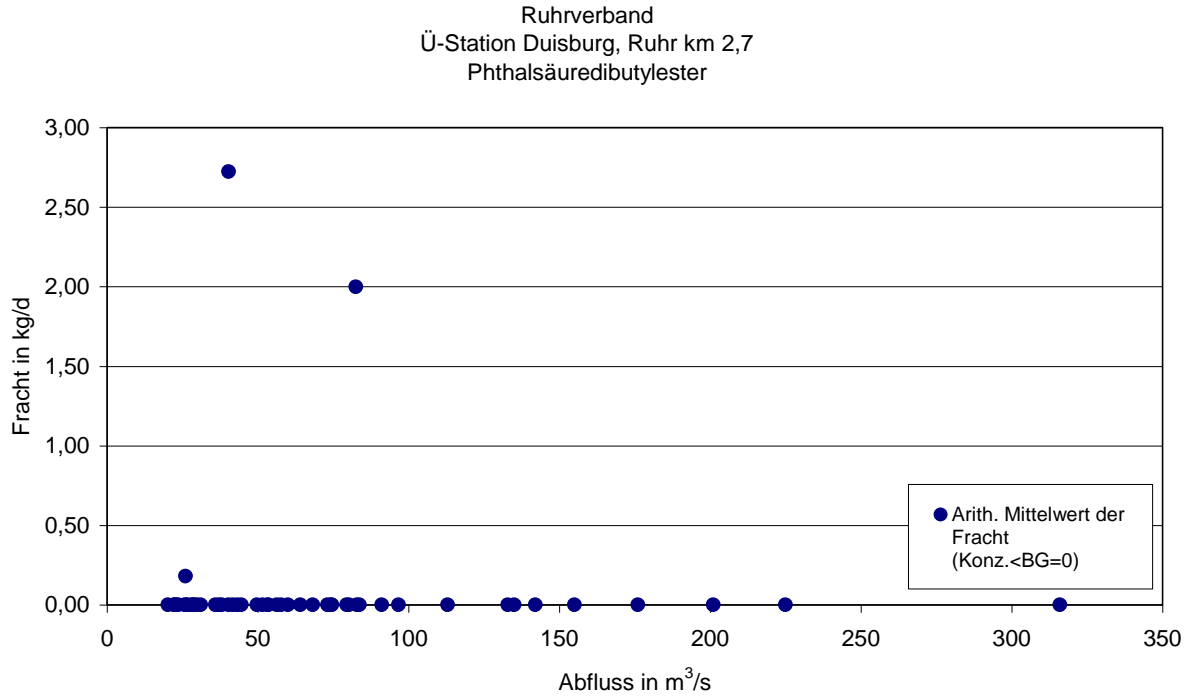


14.6.19 Phthalsäuredibutylester (DBP)

Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht ((Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung ((Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht ((Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung ((Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Phthalsäuredibutylester	2672	Fröndenberg	4108	113,8	17.01.07	18.12.07	13	0,05	0,14	0,12	0,11	
		unterhalb Hattingen	503708	57,0	21.08.07	09.09.08	3	0,24	0,28	0,26	0,26	
		Mülheim										
		Kahlenberg	22810	14,3	14.02.07	17.12.07	12	0,16	0,40	0,37	0,36	

Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht ((Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung ((Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht ((Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung ((Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Phthalsäuredibutylester		unterhalb Meschede	RL03	175,3	10.01.05	14.12.09	49	0,01	0,02	0,02	0,02	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	10.01.05	14.12.09	49	0,01	0,05	0,03	0,05	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	10.01.05	14.12.09	49	0,02	0,08	0,04	0,08	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	10.01.05	14.12.09	50	0,02	0,07	0,06	0,07	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	10.01.05	14.12.09	50	0,05	0,14	0,08	0,13	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	10.01.05	14.12.09	50	0,03	0,17	0,14	0,18	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	10.01.05	23.11.09	49	0,05	0,21	0,15	0,21	
		U-Station Essen	RL11	31,2	10.01.05	14.12.09	49	0,30	1,43	0,40	1,41	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	10.01.05	14.12.09	50	0,10	0,47	0,22	0,46	

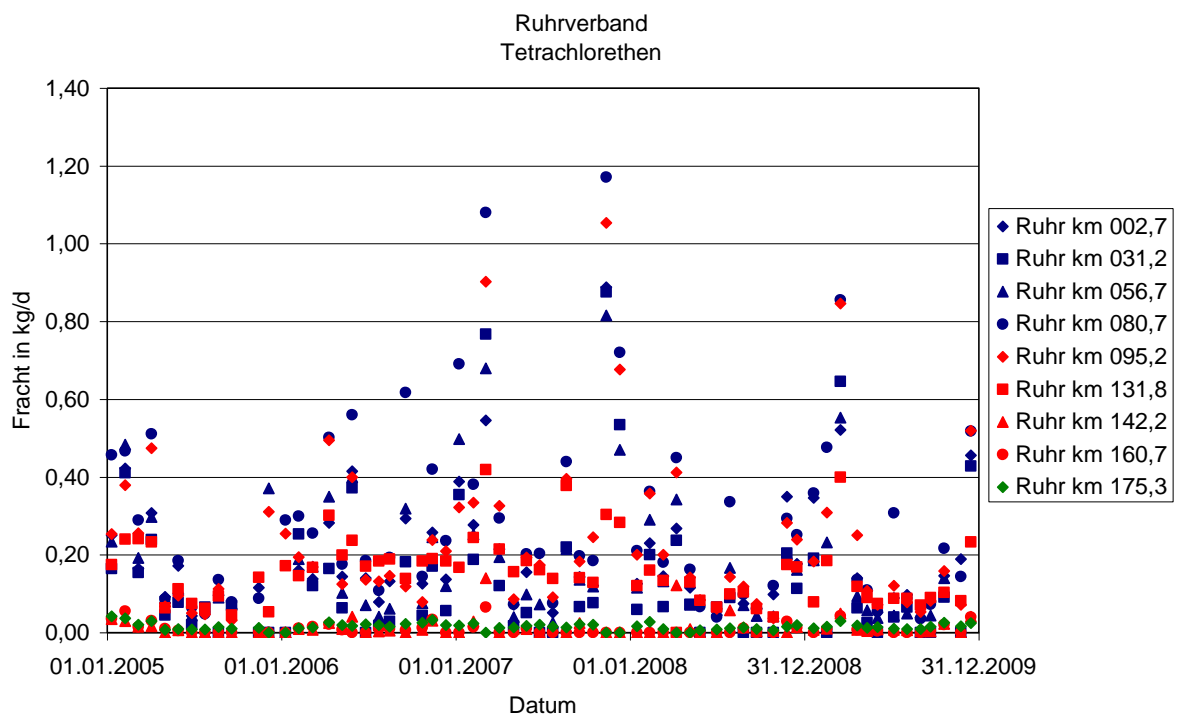
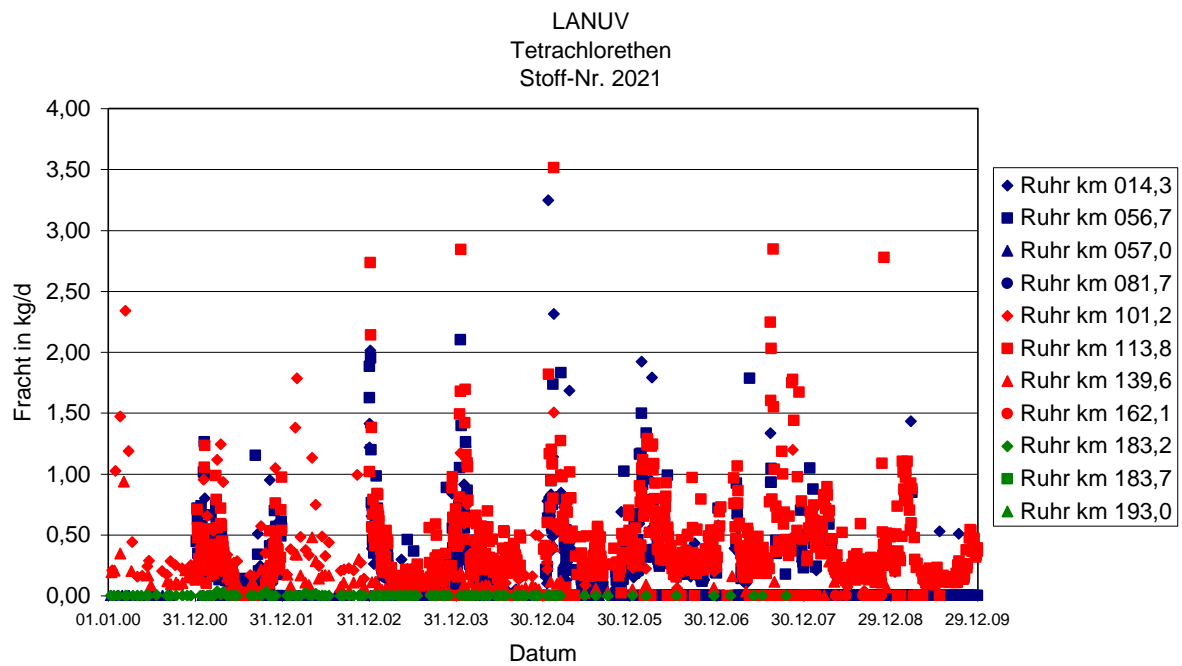


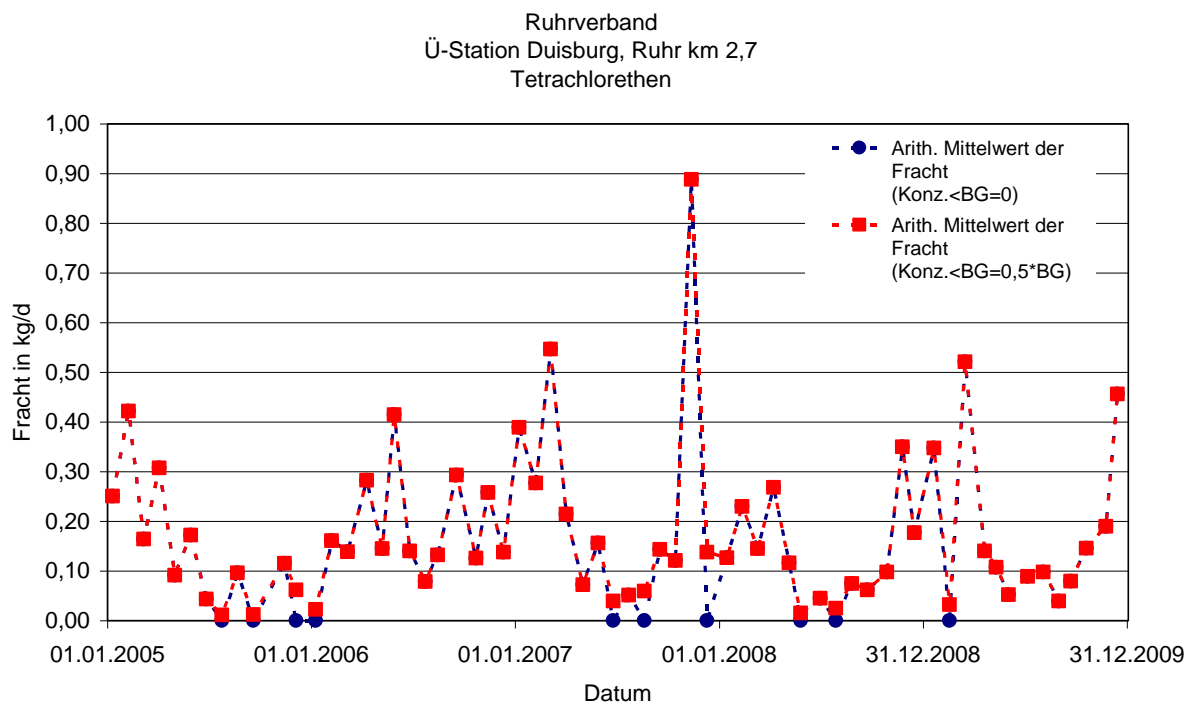
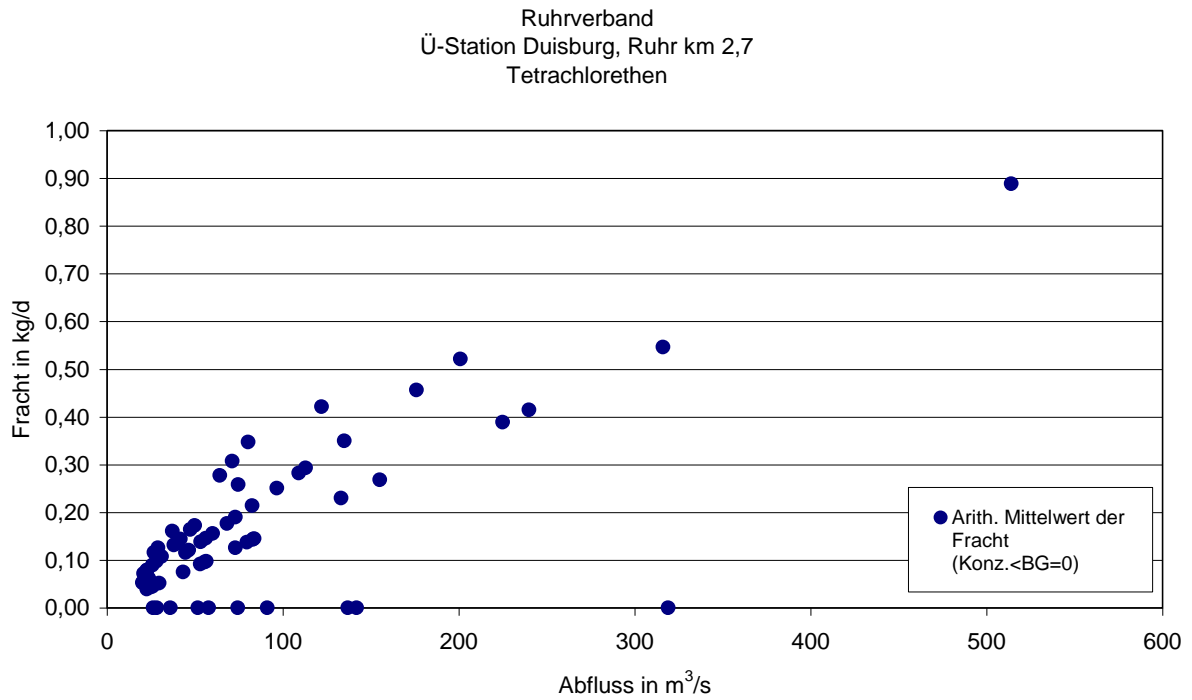


14.6.20 Tetrachlorethen

Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Tetrachlorethen	2021	oberhalb Meschede	400907	183,2	11.01.00	18.10.07	112	0,00	0,01	0,00	0,01	
		(R 19), bei Oeventrop	401535	162,1	04.06.07	20.11.08	8	0,00	0,00	0,01	0,02	
		am Pegel Neheim	401900	139,6	14.01.00	12.12.08	115	0,14	0,12	0,14	0,12	
		Fröndenberg	4108	113,8	02.01.01	30.12.09	992	0,37	0,36	0,38	0,35	
		am Pegel Villigst	402801	101,2	17.01.00	09.09.08	114	0,42	0,41	0,42	0,41	
		UH HARKORT-SEE	503204	81,7	04.07.00	09.06.08	48	0,00	0,00	0,29	0,26	
		unterhalb Hattingen	503708	57,0	11.01.00	09.06.08	112	0,02	0,13	0,28	0,24	
		Hattingen	4157	56,7	02.01.01	30.12.09	953	0,16	0,28	0,22	0,27	
		Mülheim Kahlenberg	22810	14,3	02.01.01	28.12.09	1020	0,12	0,25	0,19	0,25	

Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Tetrachlorethen		unterhalb Meschede	RL03	175,3	10.01.05	14.12.09	64	0,02	0,01	0,02	0,01	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	10.01.05	14.12.09	64	0,01	0,01	0,01	0,01	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	10.01.05	14.12.09	64	0,01	0,03	0,02	0,02	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	10.01.05	14.12.09	64	0,16	0,09	0,16	0,08	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	10.01.05	14.12.09	64	0,23	0,21	0,23	0,21	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	10.01.05	14.12.09	64	0,28	0,24	0,28	0,24	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	10.01.05	23.11.09	63	0,17	0,17	0,17	0,17	
		U-Station Essen	RL11	31,2	10.01.05	14.12.09	64	0,14	0,18	0,14	0,18	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	10.01.05	14.12.09	64	0,17	0,16	0,17	0,16	

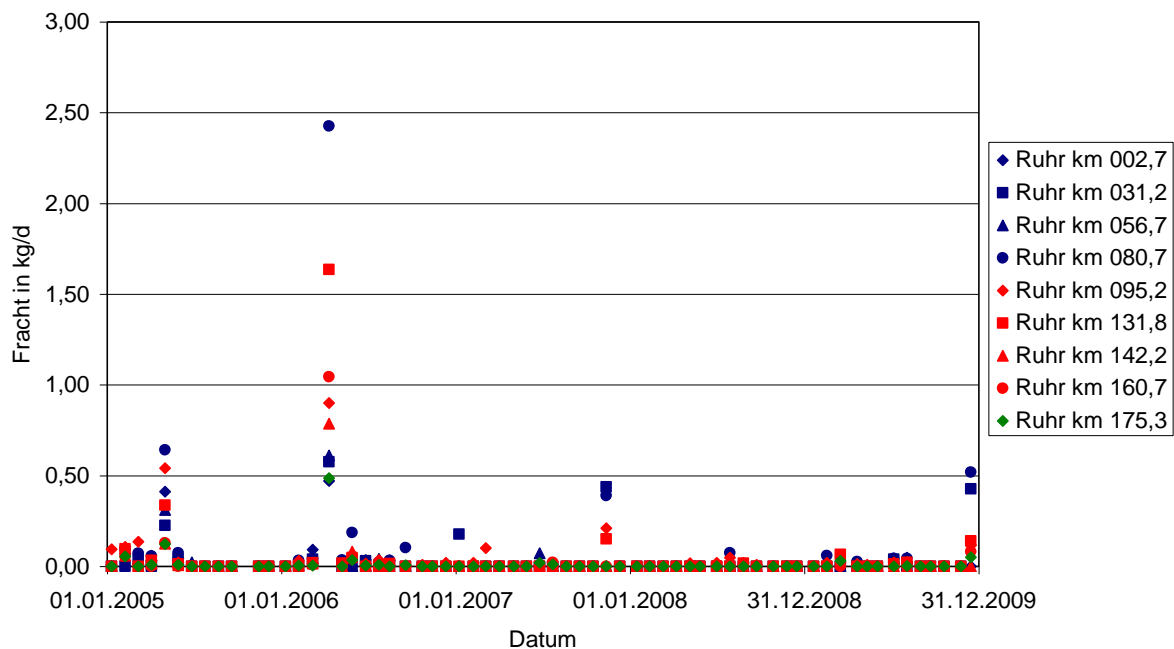




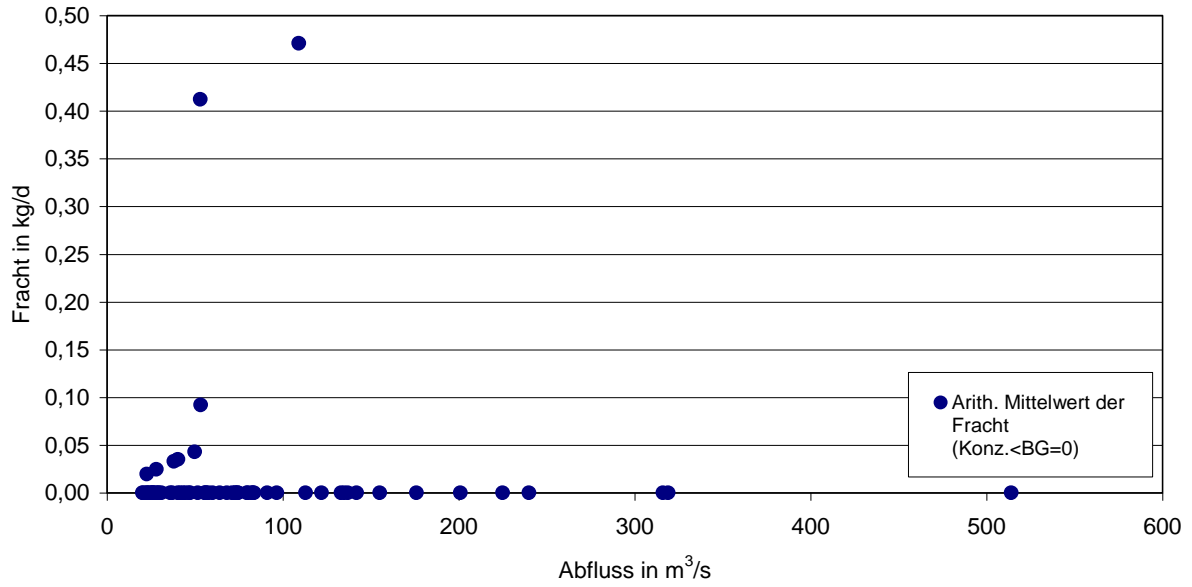
14.6.21 Chloroform

Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Chloroform		unterhalb Meschede	RL03	175,3	10.01.05	14.12.09	64	0,01	0,06	0,02	0,06	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	10.01.05	14.12.09	64	0,02	0,13	0,03	0,13	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	10.01.05	14.12.09	64	0,02	0,10	0,02	0,10	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	10.01.05	14.12.09	64	0,04	0,21	0,05	0,21	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	10.01.05	14.12.09	64	0,04	0,13	0,05	0,13	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	10.01.05	14.12.09	64	0,08	0,32	0,10	0,31	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	10.01.05	23.11.09	63	0,02	0,09	0,05	0,09	
		U-Station Essen	RL11	31,2	10.01.05	14.12.09	64	0,03	0,11	0,06	0,10	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	10.01.05	14.12.09	64	0,02	0,08	0,05	0,08	

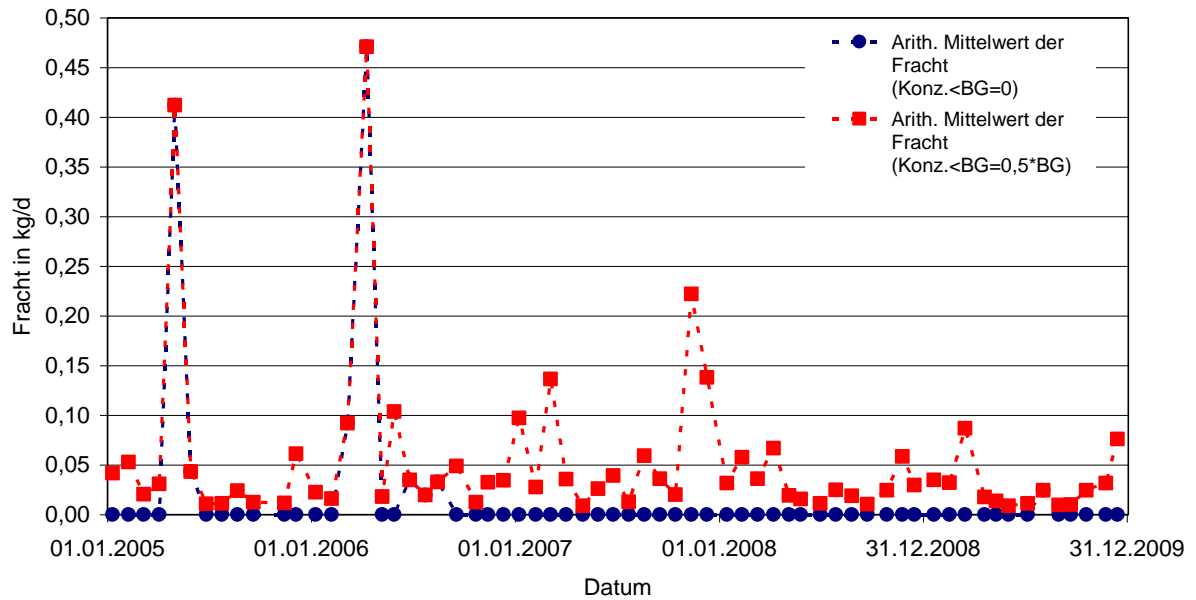
Ruhrverband
Chloroform



Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Chloroform



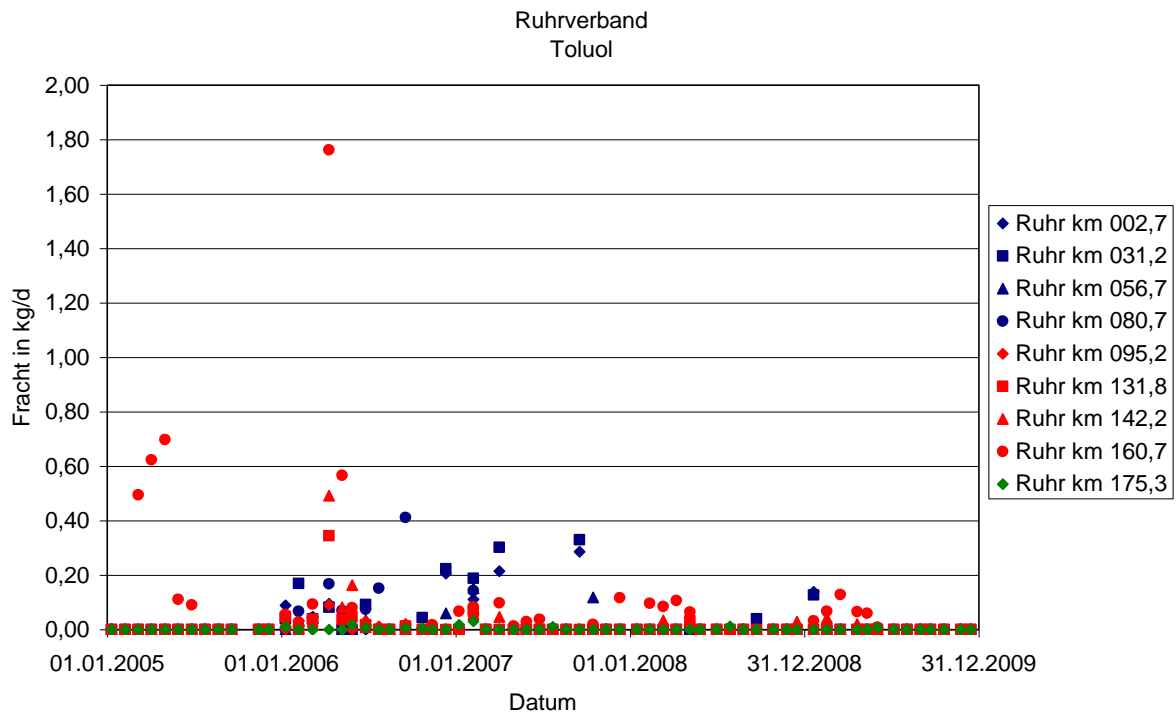
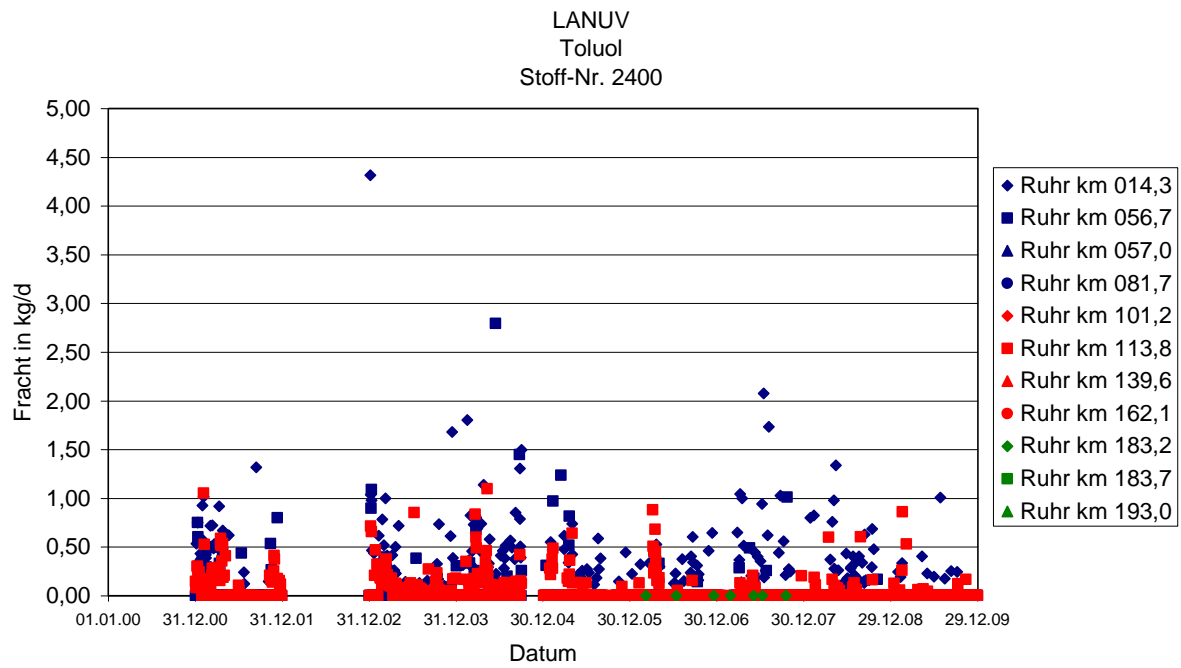
Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Chloroform



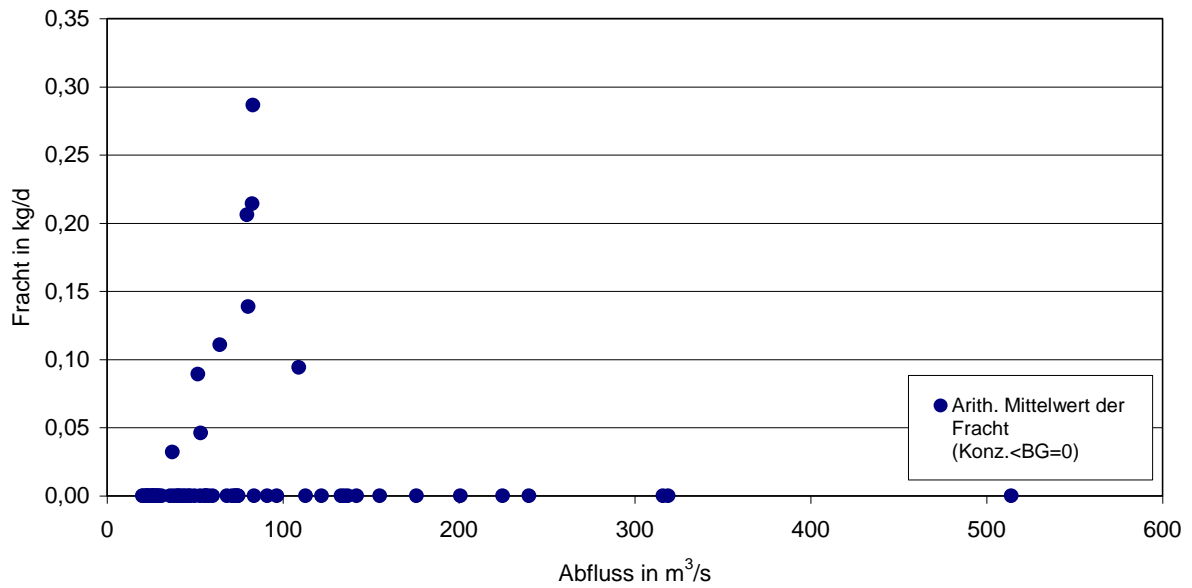
14.6.22 Toluol

Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Toluol	2400	oberhalb Meschede	400907	183,2	08.03.06	18.10.07	7	0,00	0,00	0,24	0,14	
		(R 19), bei Oeventrop	401535	162,1	04.06.07	20.11.08	8	0,00	0,00	1,03	1,76	
		am Pegel Neheim	401900	139,6	08.03.06	06.12.07	7	0,00	0,00	1,59	1,51	
		Fröndenberg	4108	113,8	02.01.01	30.12.09	988	0,05	0,13	0,10	0,12	
		am Pegel Villigst	402801	101,2	09.03.06	09.09.08	9	0,00	0,00	1,60	2,62	
		unterhalb Hattingen	503708	57,0	03.05.05	09.06.08	42	0,00	0,00	15,91	13,21	
		Hattingen	4157	56,7	02.01.01	30.12.09	943	0,04	0,37	0,18	0,38	
		Mülheim										
		Kahlenberg	22810	14,3	02.01.01	28.12.09	1018	0,10	0,27	0,22	0,27	

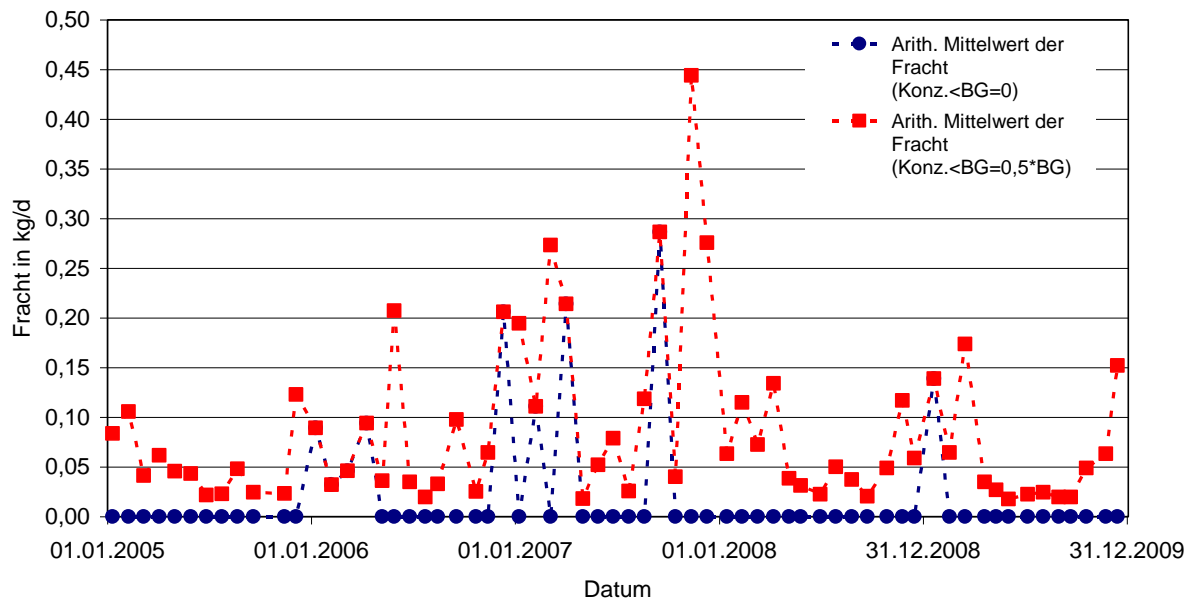
Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Toluol		unterhalb Meschede	RL03	175,3	10.01.05	14.12.09	64	0,00	0,01	0,01	0,01	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	10.01.05	14.12.09	64	0,09	0,26	0,10	0,25	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	10.01.05	14.12.09	64	0,02	0,07	0,03	0,07	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	10.01.05	14.12.09	64	0,01	0,04	0,03	0,05	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	10.01.05	14.12.09	64	0,00	0,01	0,03	0,03	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	10.01.05	14.12.09	64	0,02	0,06	0,08	0,08	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	10.01.05	23.11.09	63	0,01	0,03	0,07	0,07	
		U-Station Essen	RL11	31,2	10.01.05	14.12.09	64	0,03	0,07	0,09	0,09	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	10.01.05	14.12.09	64	0,02	0,06	0,08	0,08	



Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Toluol



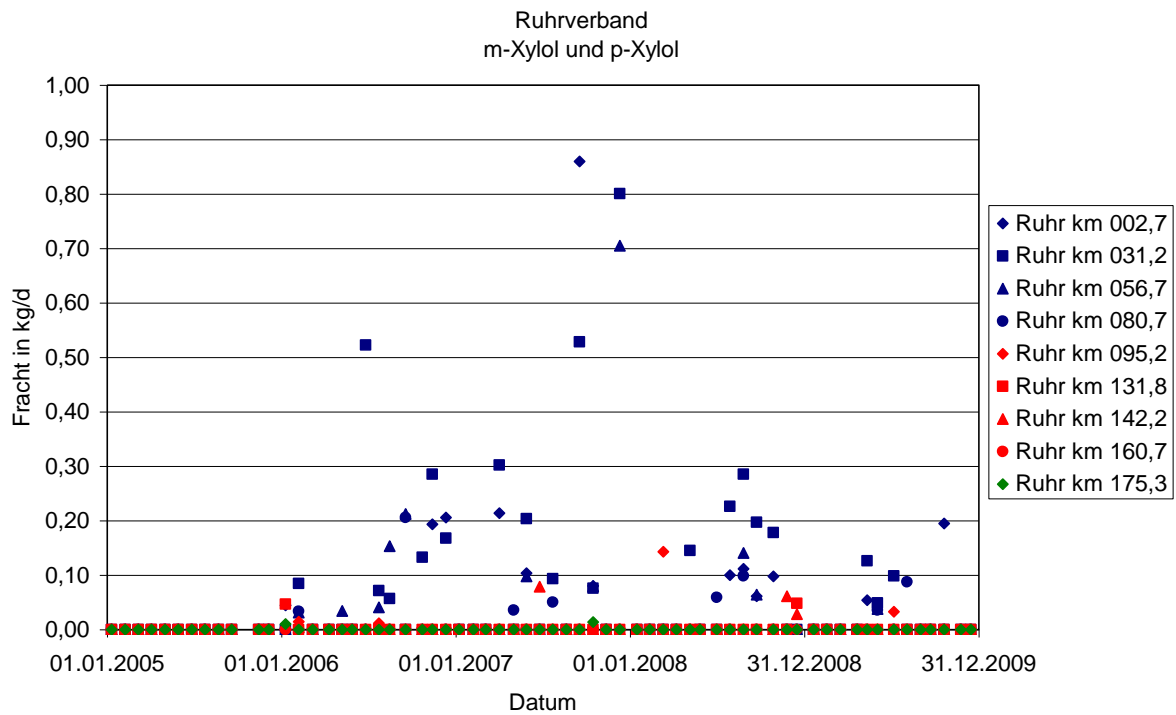
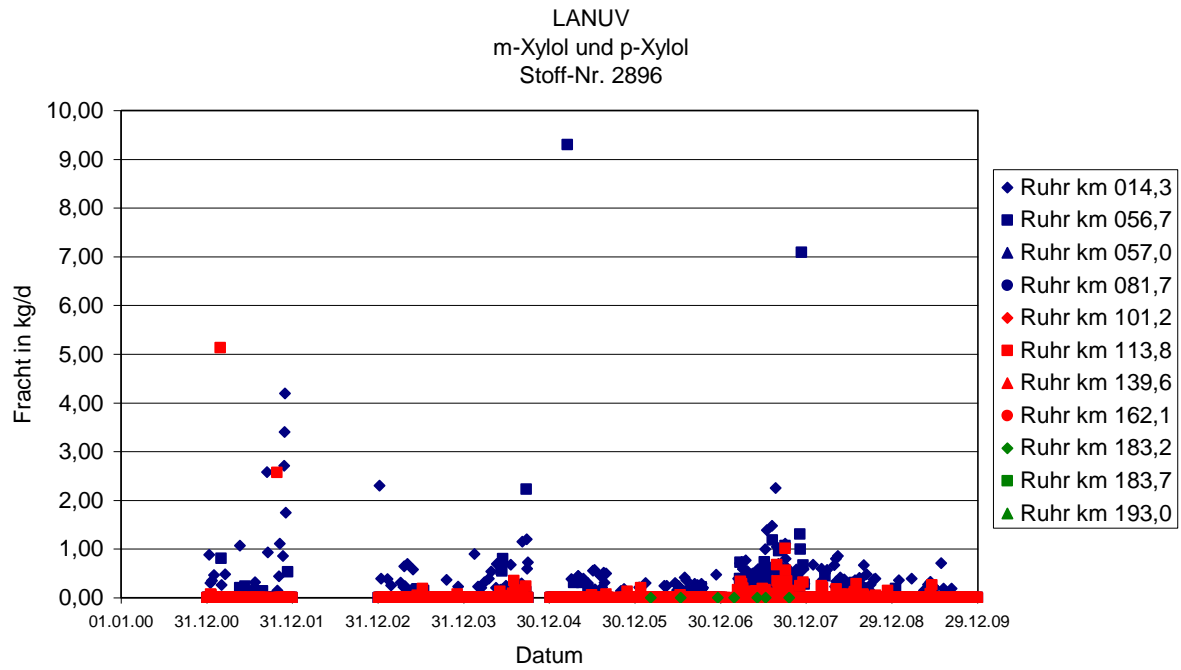
Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Toluol



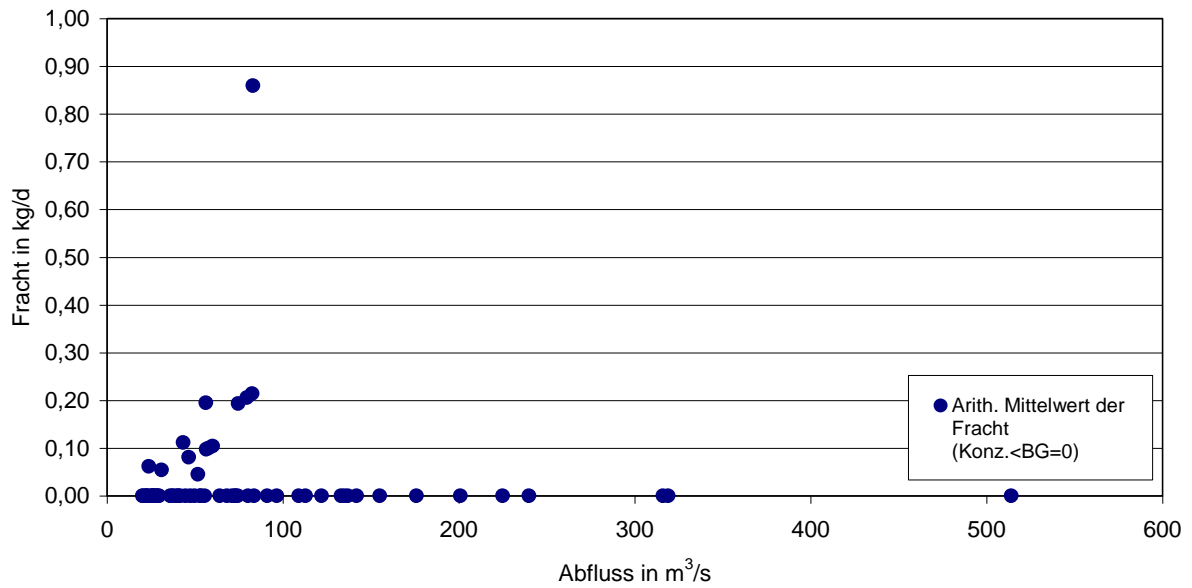
14.6.23 m-Xylol und p-Xylol

Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
m-Xylol und p-Xylol	2896	oberhalb Meschede	400907	183,2	08.03.06	18.10.07	7	0,00	0,00	0,48	0,28	
		(R 19), bei Oeventrop	401535	162,1	04.06.07	20.11.08	8	0,00	0,00	2,05	3,53	
		am Pegel Neheim	401900	139,6	08.03.06	06.12.07	7	0,00	0,00	3,18	3,01	
		Fröndenberg	4108	113,8	02.01.01	30.12.09	981	0,02	0,19	0,08	0,20	
		am Pegel Villigst	402801	101,2	09.03.06	09.09.08	9	0,00	0,00	3,20	5,24	
		unterhalb Hattingen	503708	57,0	03.05.05	09.06.08	42	0,00	0,00	15,91	13,21	
		Hattingen	4157	56,7	02.01.01	30.12.09	948	0,05	0,40	0,19	0,41	
		Mülheim										
		Kahlenberg	22810	14,3	02.01.01	28.12.09	1017	0,14	0,78	0,26	0,77	

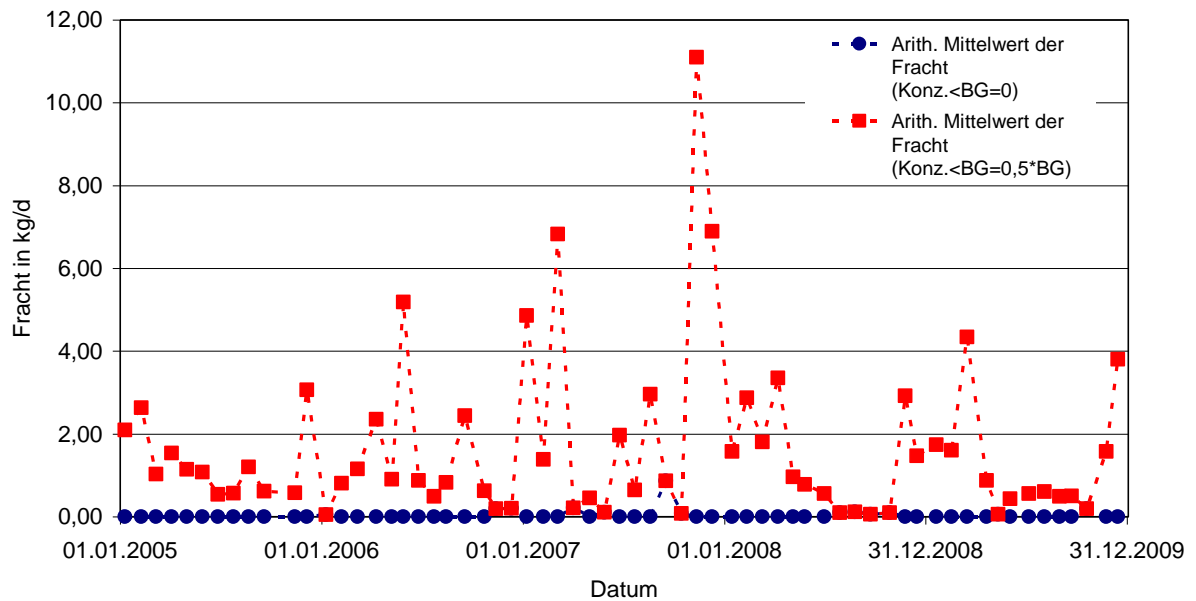
Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
m-Xylol und p-Xylol		unterhalb Meschede	RL03	175,3	10.01.05	14.12.09	64	0,00	0,00	0,23	0,26	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	10.01.05	14.12.09	64	0,00	0,00	0,39	0,44	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	10.01.05	14.12.09	64	0,00	0,01	0,39	0,53	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	10.01.05	14.12.09	64	0,00	0,01	0,65	0,60	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	10.01.05	14.12.09	64	0,00	0,02	0,70	0,82	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	10.01.05	14.12.09	64	0,01	0,03	1,55	1,64	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	10.01.05	23.11.09	63	0,03	0,10	1,44	1,61	
		U-Station Essen	RL11	31,2	10.01.05	14.12.09	64	0,07	0,15	1,39	1,78	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	10.01.05	14.12.09	64	0,04	0,12	1,62	1,96	



Ruhrverband
Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
m-Xylol und p-Xylol



Ruhrverband
Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
m-Xylol und p-Xylol

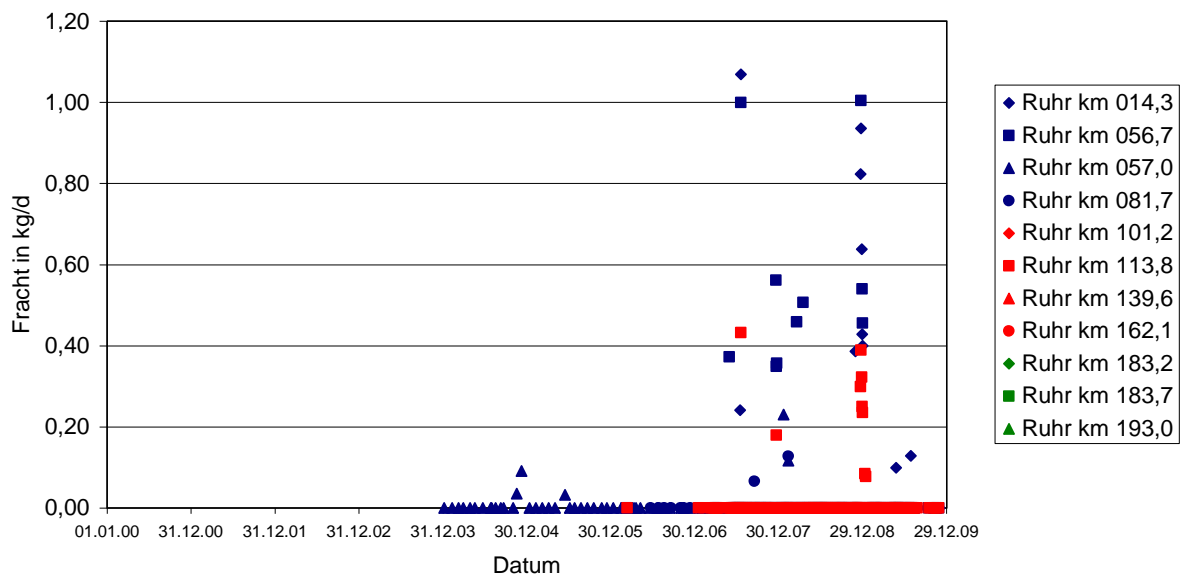


14.6.24 Naphtalin

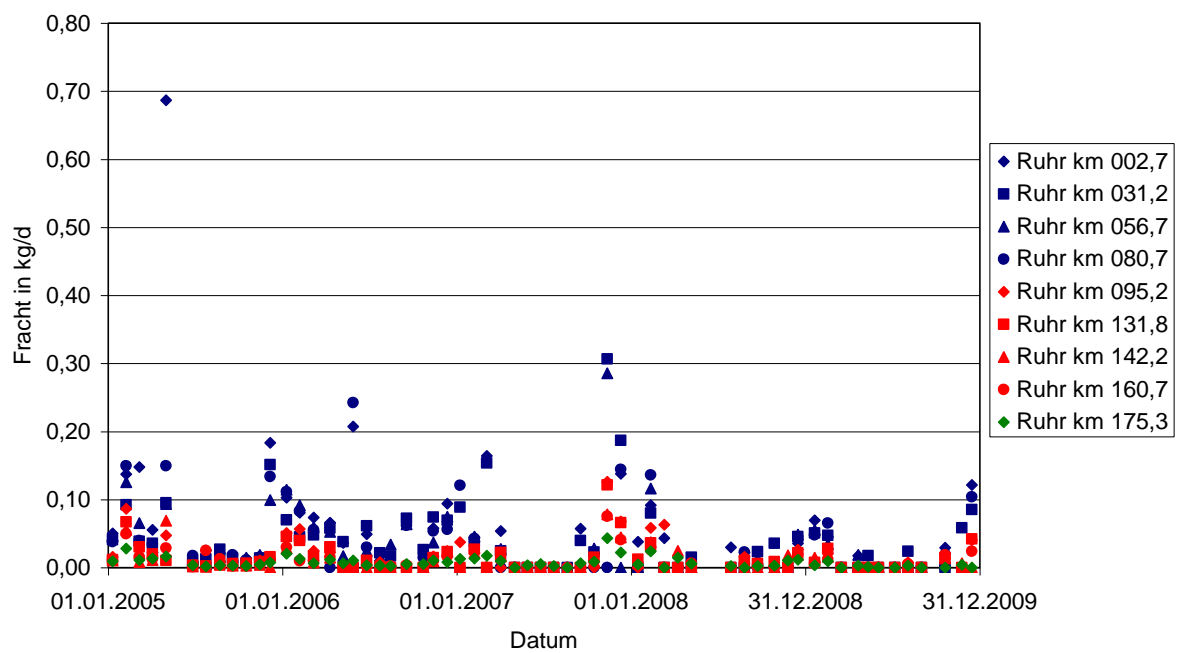
Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Naphthalin	2305	Fröndenberg	4108	113,8	13.03.06	27.11.09	296,00	0,01	0,05	0,08	0,09	
		UH HARKORT-SEE	503204	81,7	22.06.06	07.07.08	26,00	0,01	0,03	0,04	0,04	
		unterhalb Hattingen	503708	57,0	06.01.04	07.07.08	62,00	0,01	0,03	0,79	4,66	
		Hattingen	4157	56,7	09.03.06	26.11.09	283,00	0,02	0,11	0,19	0,18	
		Mülheim Kahlenberg	22810	14,3	10.03.06	30.11.09	330,00	0,02	0,10	0,17	0,18	

Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Naphthalin		unterhalb Meschede	RL03	175,3	10.01.05	14.12.09	61	0,01	0,01	0,01	0,01	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	10.01.05	14.12.09	61	0,01	0,01	0,01	0,01	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	10.01.05	14.12.09	60	0,01	0,02	0,01	0,02	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	10.01.05	14.12.09	60	0,01	0,02	0,02	0,02	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	10.01.05	14.12.09	61	0,02	0,02	0,02	0,02	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	10.01.05	14.12.09	61	0,03	0,05	0,04	0,05	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	10.01.05	23.11.09	60	0,03	0,05	0,04	0,04	
		U-Station Essen	RL11	31,2	10.01.05	14.12.09	61	0,04	0,05	0,05	0,05	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	10.01.05	14.12.09	61	0,05	0,10	0,06	0,09	

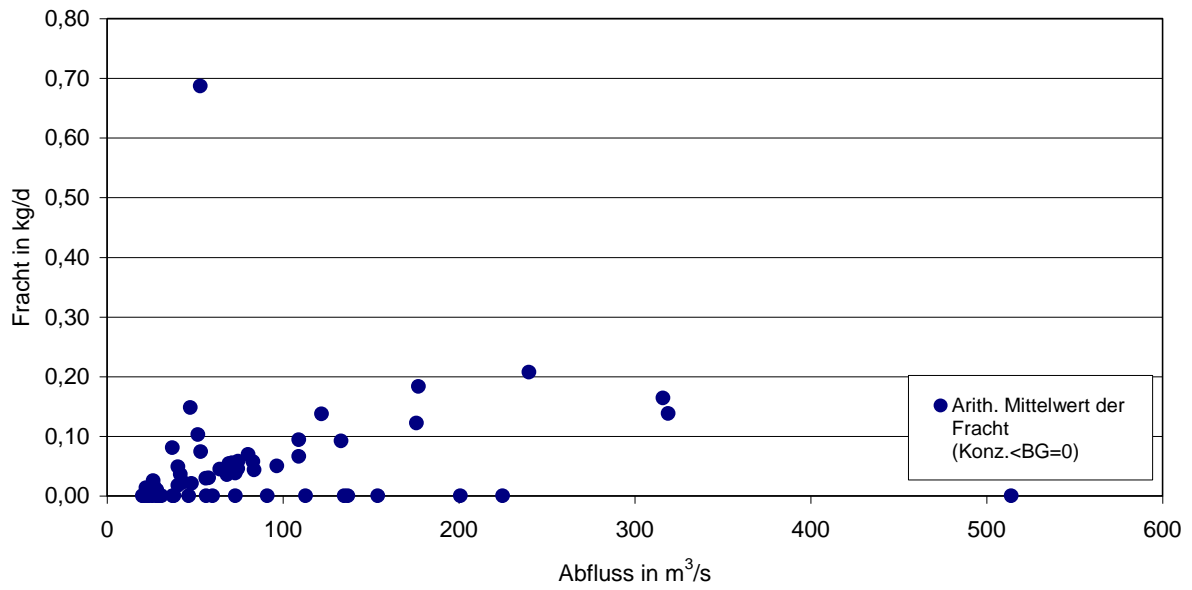
LANUV
Naphthalin
Stoff-Nr. 2305



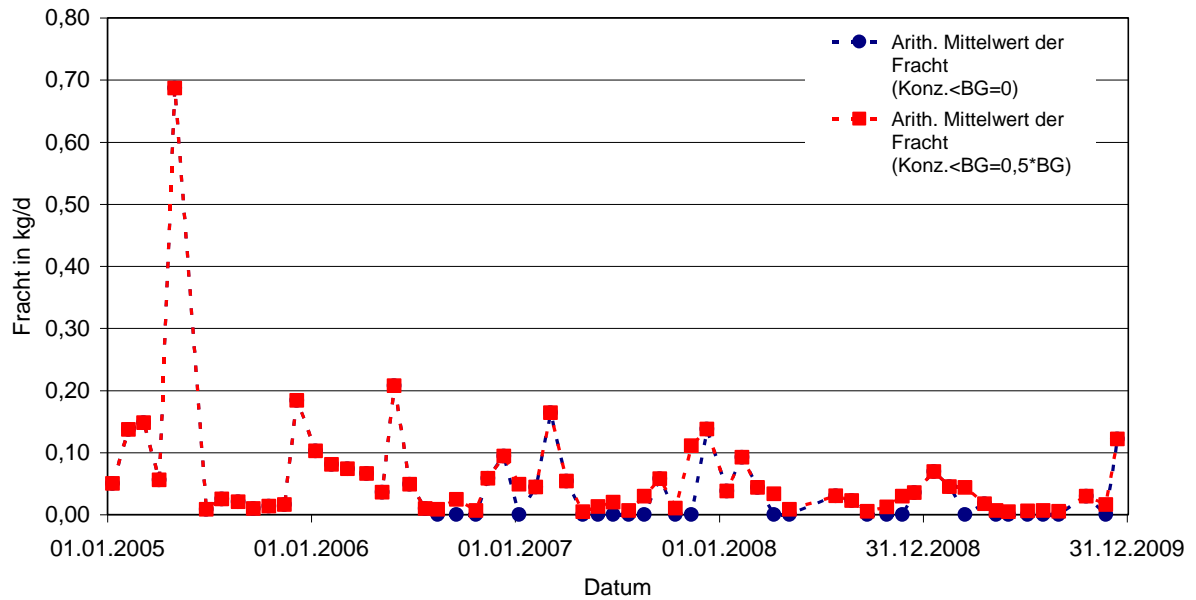
Ruhrverband
Naphthalin



Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Naphthalin



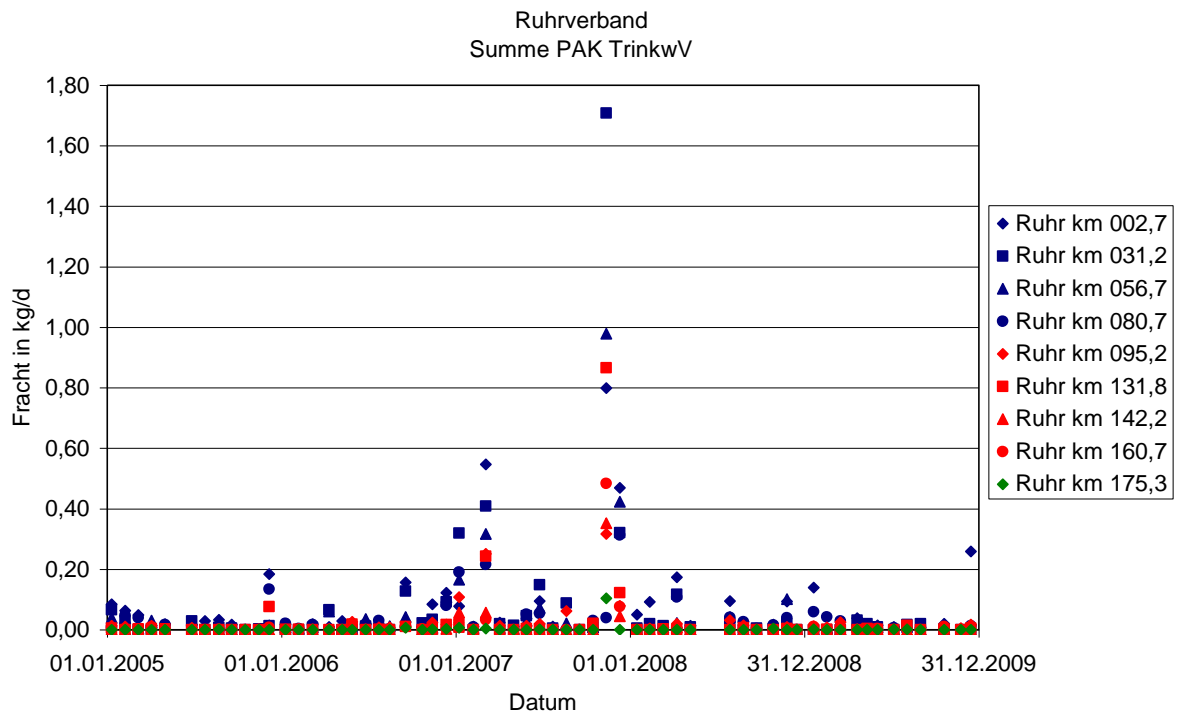
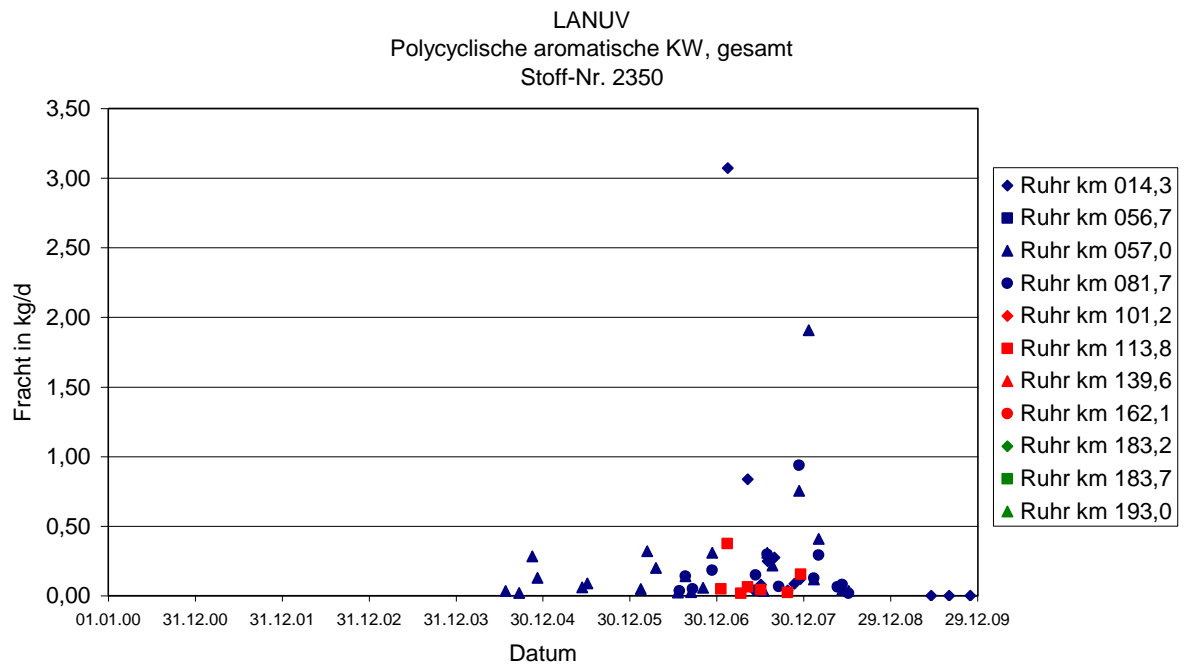
Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Naphthalin



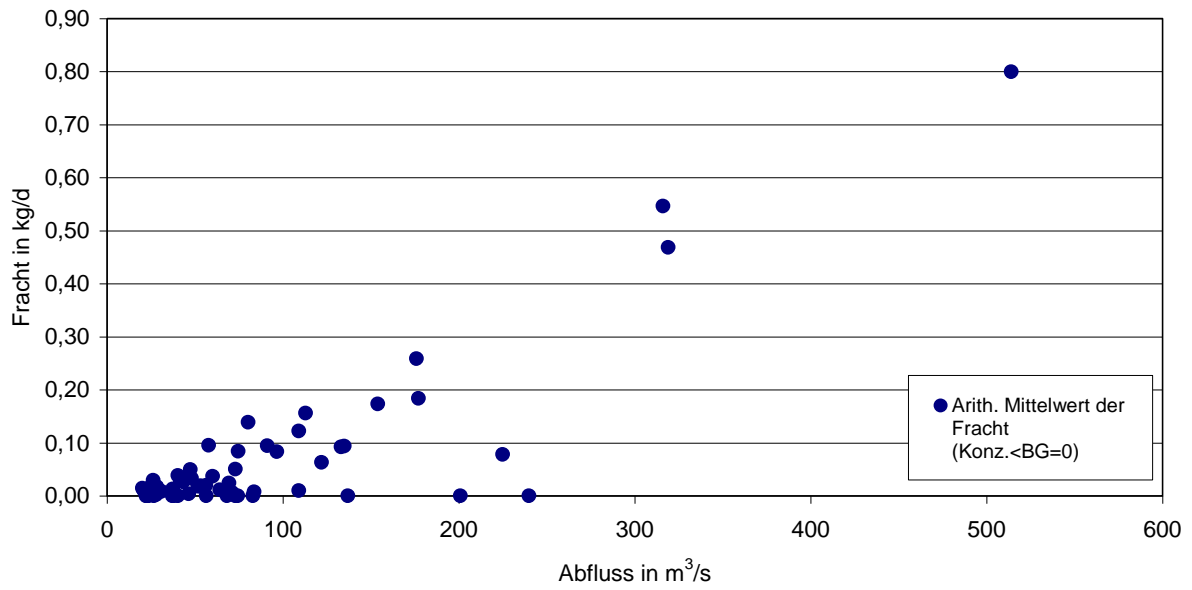
14.6.25 PAK

Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Polycyclische aromatische KW, gesamt	2350	Fröndenberg	4108	113,8	17.01.07	18.12.07	7	0,10	0,13	0,10	0,13	
		UH HARKORT-SEE	503204	81,7	27.07.06	07.07.08	13	0,19	0,24	0,19	0,24	
		unterhalb Hattingen	503708	57,0	27.07.04	07.07.08	23	0,24	0,40	0,24	0,40	
		Mülheim Kahlenberg	22810	14,3	14.02.07	30.11.09	12	0,40	0,87	0,54	0,90	

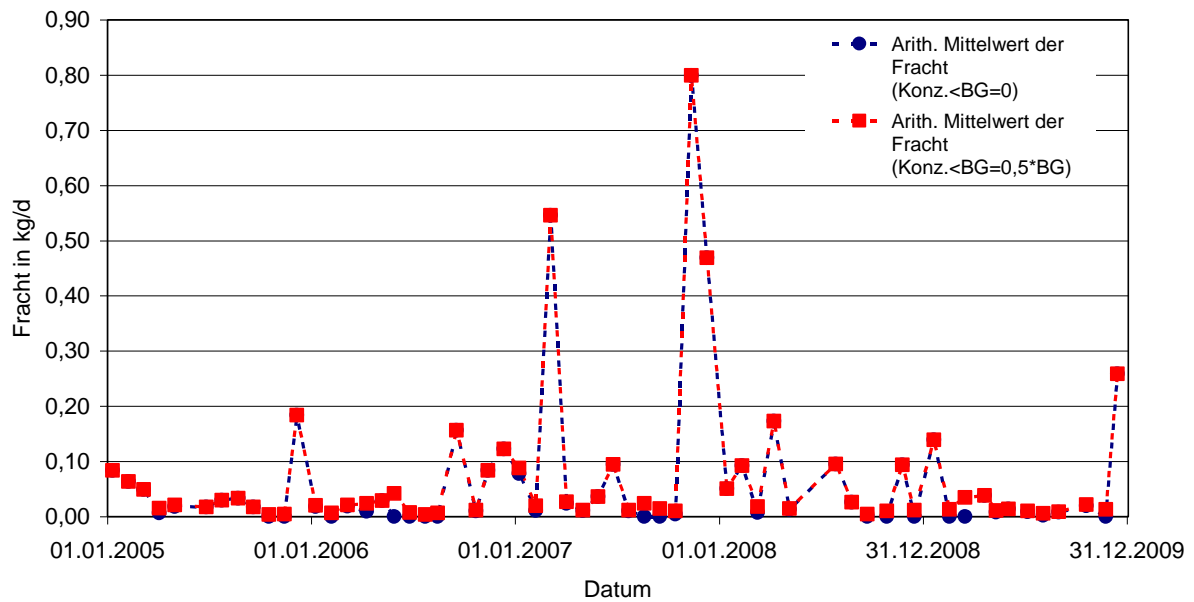
Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Summe PAK TrinkwV		unterhalb Meschede	RL03	175,3	10.01.05	14.12.09	61	0,00	0,01	0,00	0,01	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	10.01.05	14.12.09	61	0,01	0,06	0,01	0,06	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	10.01.05	14.12.09	60	0,01	0,05	0,01	0,05	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	10.01.05	14.12.09	60	0,02	0,12	0,03	0,12	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	10.01.05	14.12.09	61	0,02	0,05	0,02	0,05	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	10.01.05	14.12.09	61	0,03	0,06	0,04	0,05	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	10.01.05	23.11.09	60	0,04	0,14	0,05	0,14	
		U-Station Essen	RL11	31,2	10.01.05	14.12.09	61	0,06	0,23	0,07	0,23	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	10.01.05	14.12.09	61	0,07	0,14	0,07	0,14	



Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Summe PAK TrinkwV



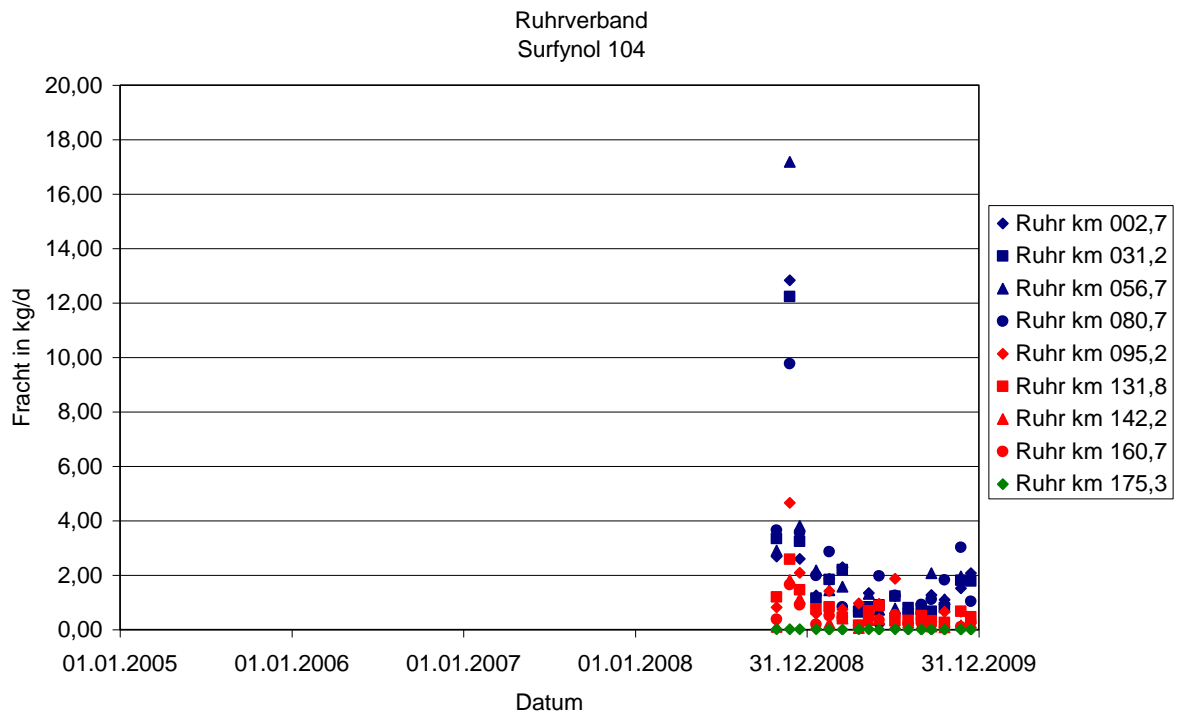
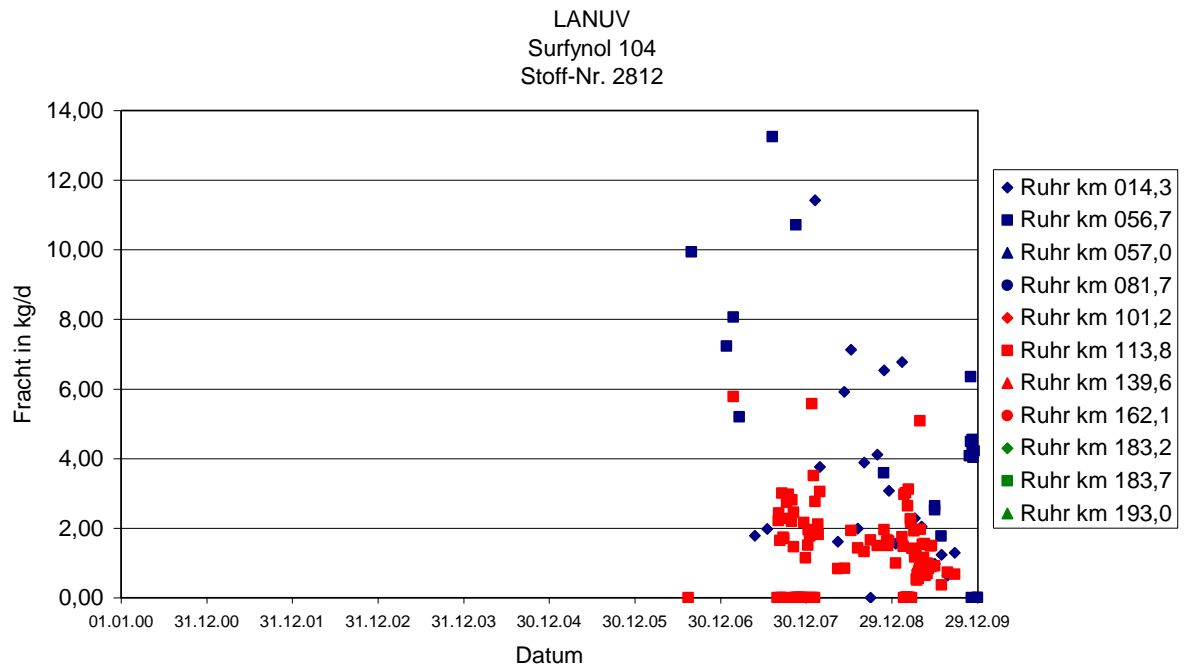
Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Summe PAK TrinkwV



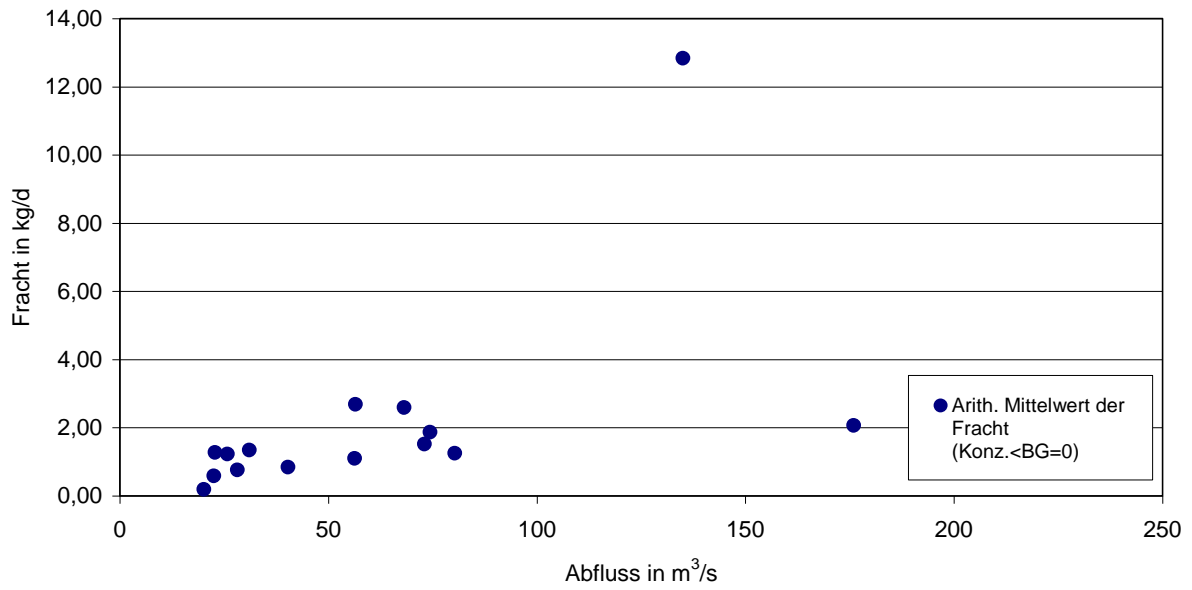
14.6.26 Surfynol 104

Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Surfynol 104	2812	Fröndenberg	4108	113,8	14.08.06	23.09.09	118	1,28	1,15	1,65	0,98	
		Hattingen	4157	56,7	29.08.06	30.12.09	26	3,73	3,75	4,51	3,12	
		Mülheim										
		Kahlenberg	22810	14,3	25.05.07	23.09.09	28	2,53	2,80	3,10	2,46	

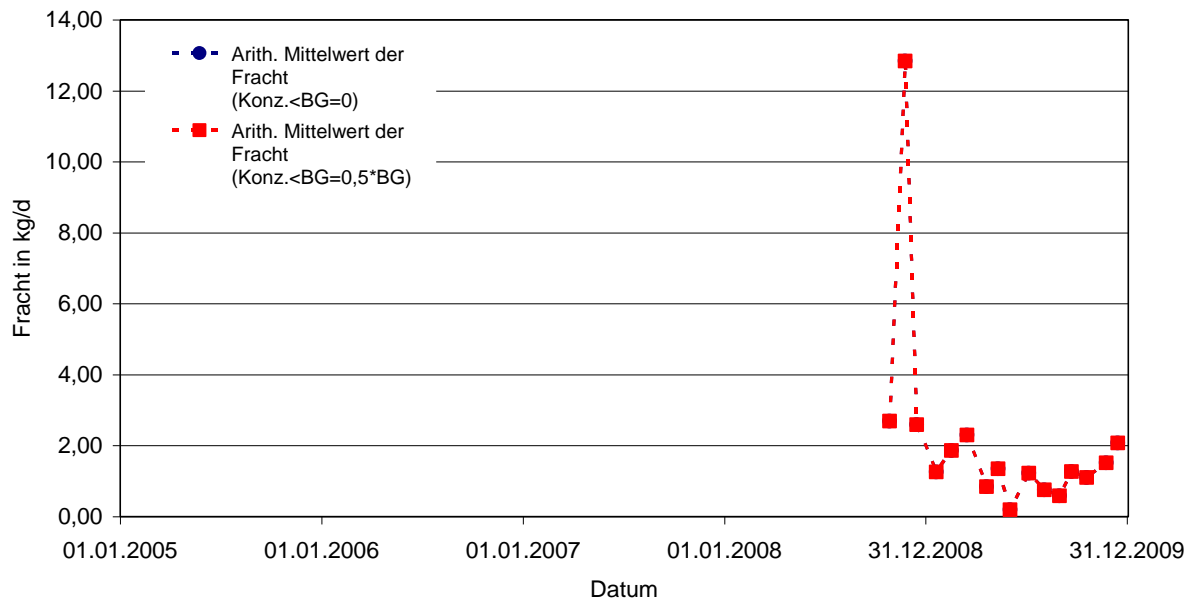
Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Surfynol 104		unterhalb Meschede	RL03	175,3	27.10.08	14.12.09	16	0,01	0,01	0,01	0,01	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	27.10.08	14.12.09	16	0,41	0,39	0,41	0,39	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	27.10.08	14.12.09	16	0,37	0,46	0,37	0,46	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	27.10.08	14.12.09	16	0,74	0,60	0,74	0,60	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	27.10.08	14.12.09	16	1,07	1,10	1,07	1,10	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	27.10.08	14.12.09	16	2,24	2,26	2,24	2,26	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	27.10.08	23.11.09	15	2,62	4,13	2,62	4,13	
		U-Station Essen	RL11	31,2	27.10.08	14.12.09	16	2,14	2,83	2,14	2,83	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	27.10.08	14.12.09	16	2,15	2,93	2,15	2,93	



Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Surfynol 104



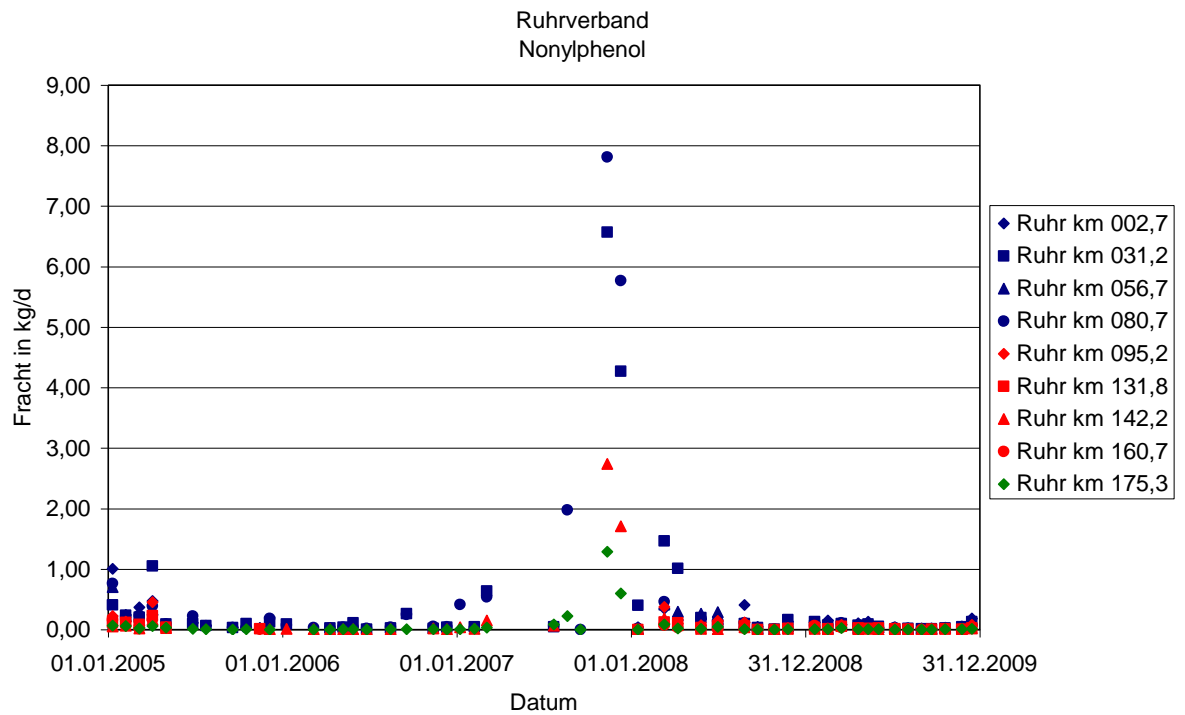
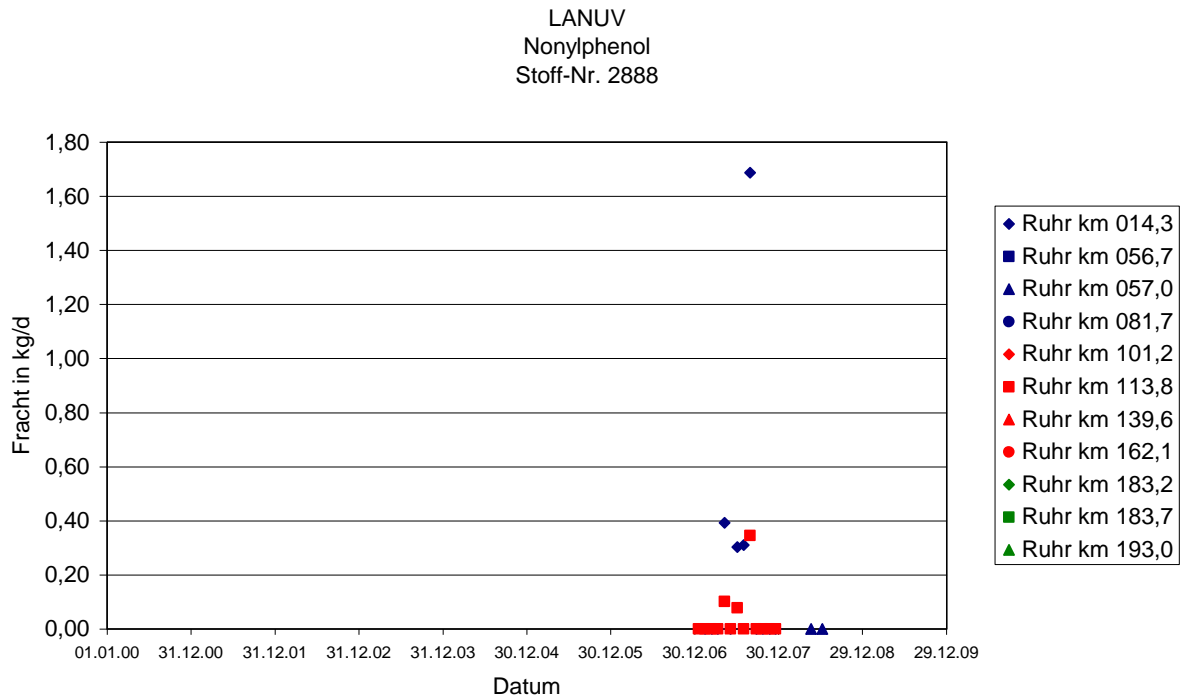
Ruhrverband
 Ü-Station Duisburg, Ruhr km 2,7
 Surfynol 104

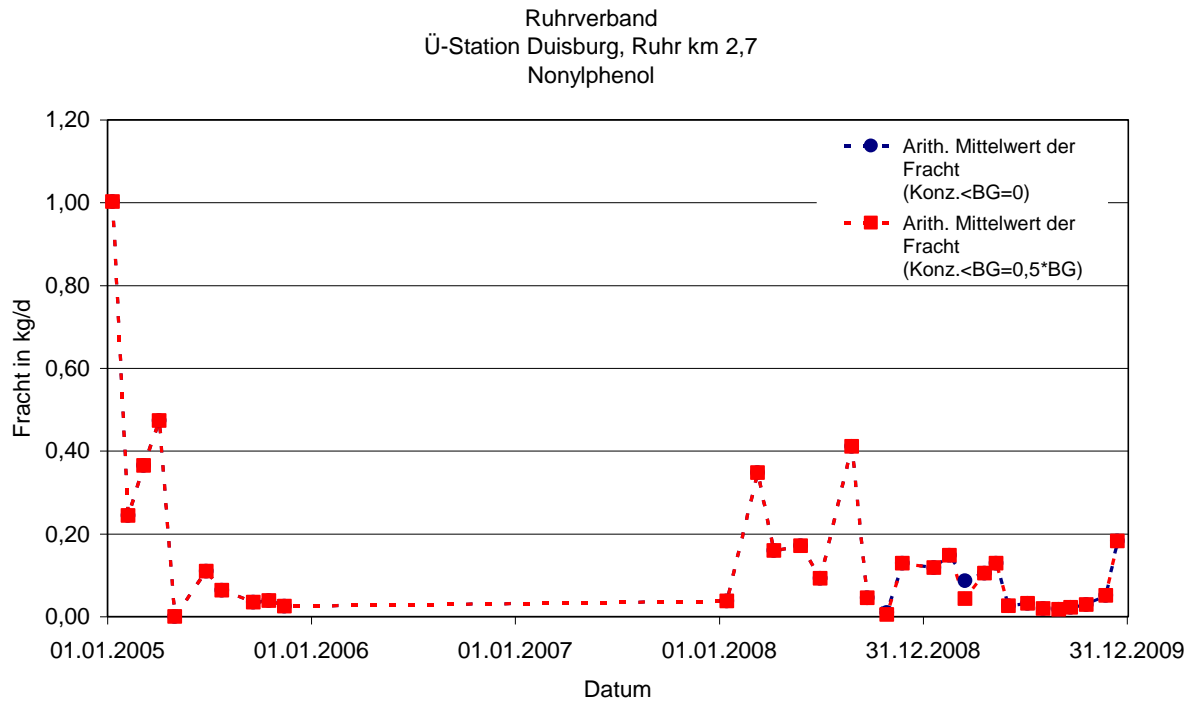
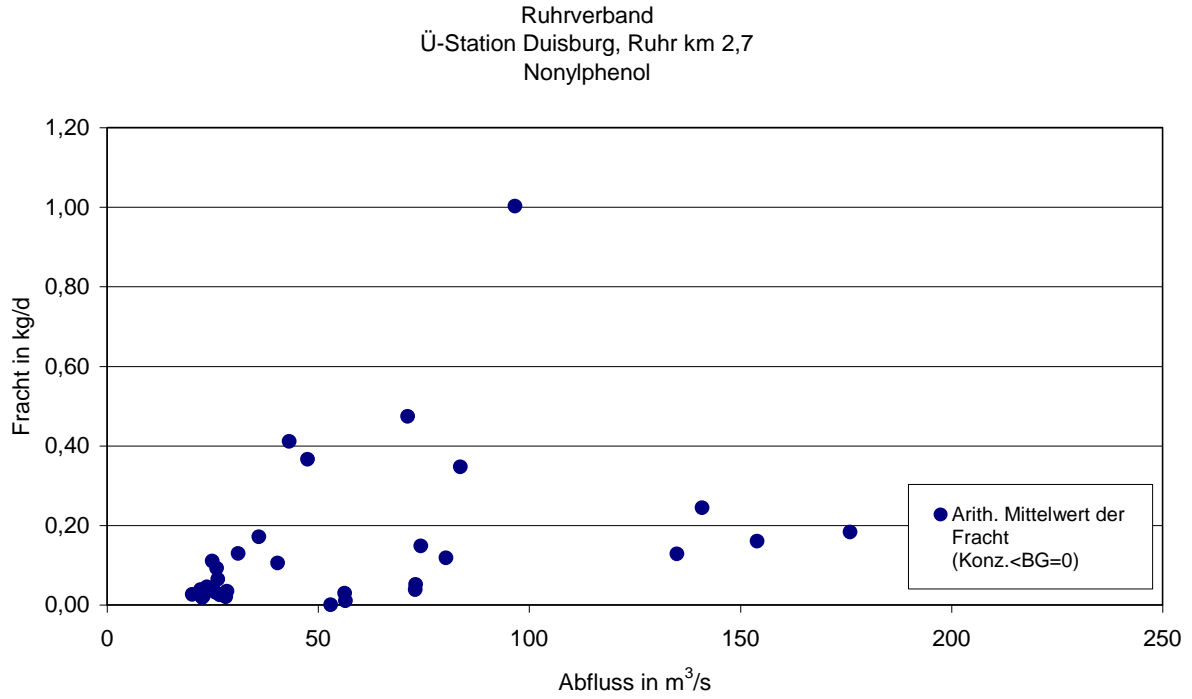


14.6.27 Nonylphenol

Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Nonylphenol	2888	Fröndenberg unterhalb Hattingen	4108	113,8	17.01.07	18.12.07	13	0,04	0,10	0,09	0,08	
		Mülheim	503708	57,0	20.05.08	07.07.08	2	0,00	0,00	0,01	0,00	
		Kahlenberg	22810	14,3	14.02.07	17.12.07	12	0,22	0,48	0,35	0,44	

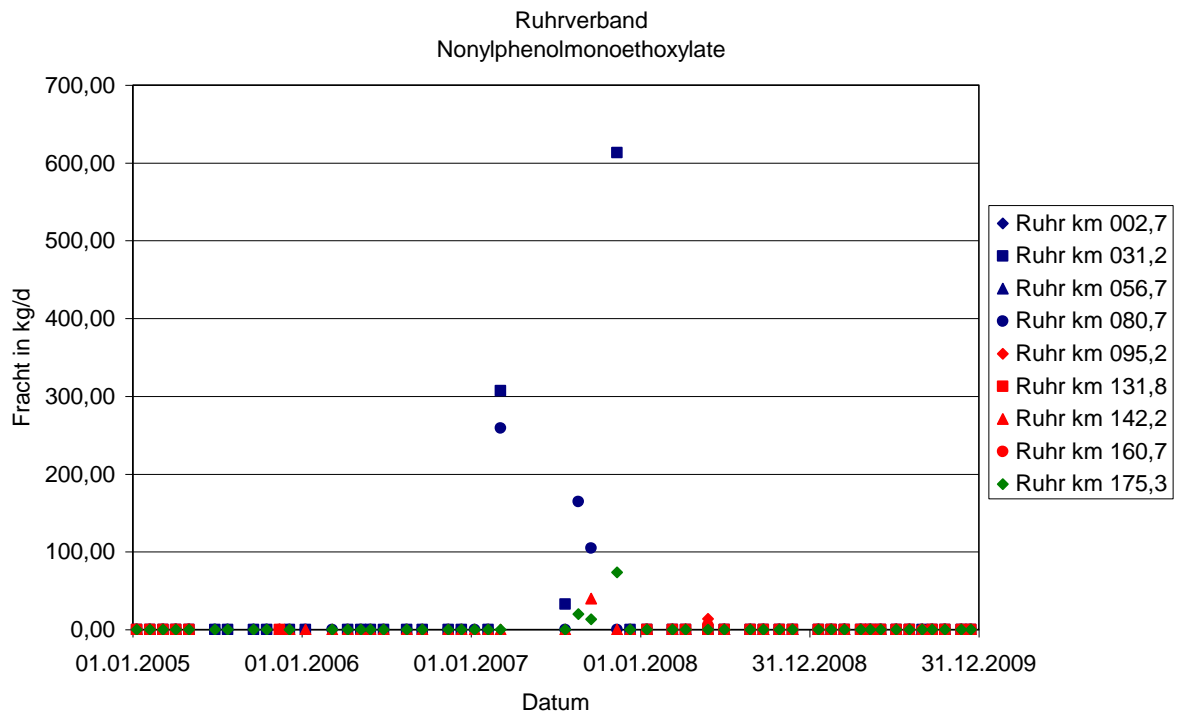
Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Nonylphenol		unterhalb Meschede	RL03	175,3	10.01.05	14.12.09	49	0,06	0,20	0,06	0,20	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	10.01.05	14.12.09	28	0,03	0,04	0,03	0,04	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	10.01.05	14.12.09	44	0,13	0,48	0,13	0,48	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	10.01.05	14.12.09	27	0,05	0,05	0,05	0,05	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	10.01.05	14.12.09	27	0,08	0,11	0,07	0,11	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	10.01.05	14.12.09	49	0,43	1,38	0,43	1,38	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	10.01.05	23.11.09	27	0,13	0,16	0,12	0,17	
		U-Station Essen	RL11	31,2	10.01.05	14.12.09	46	0,41	1,15	0,41	1,15	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	10.01.05	14.12.09	31	0,15	0,20	0,15	0,20	

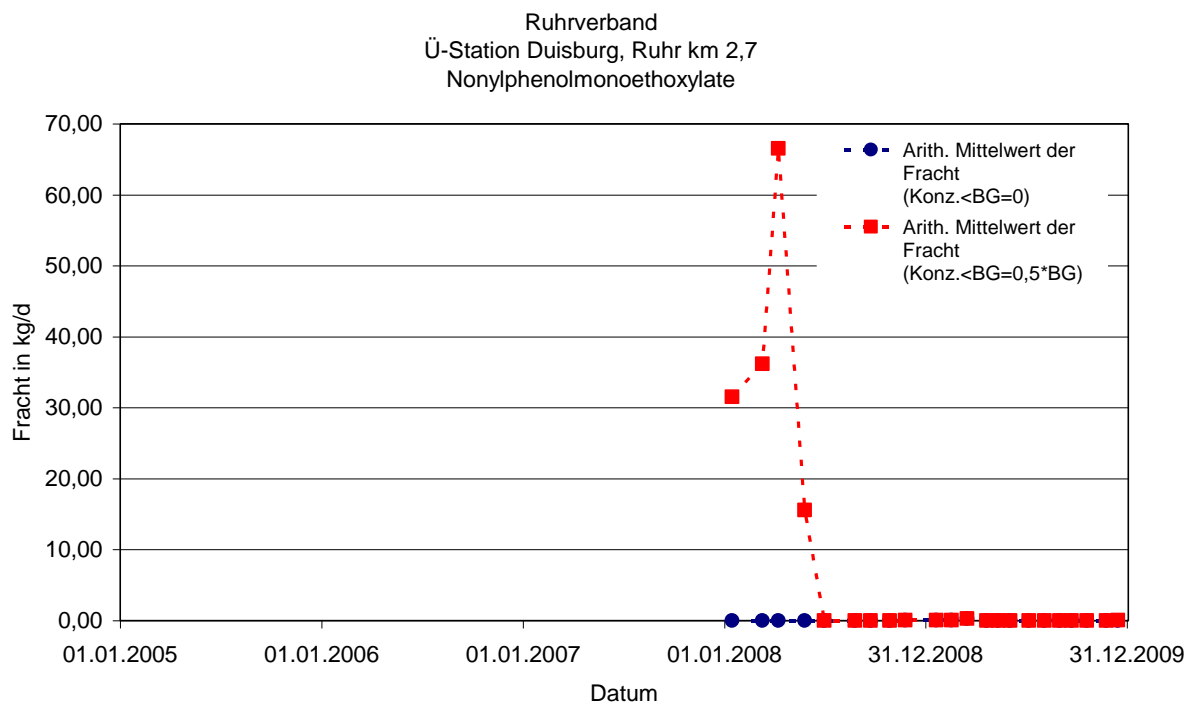
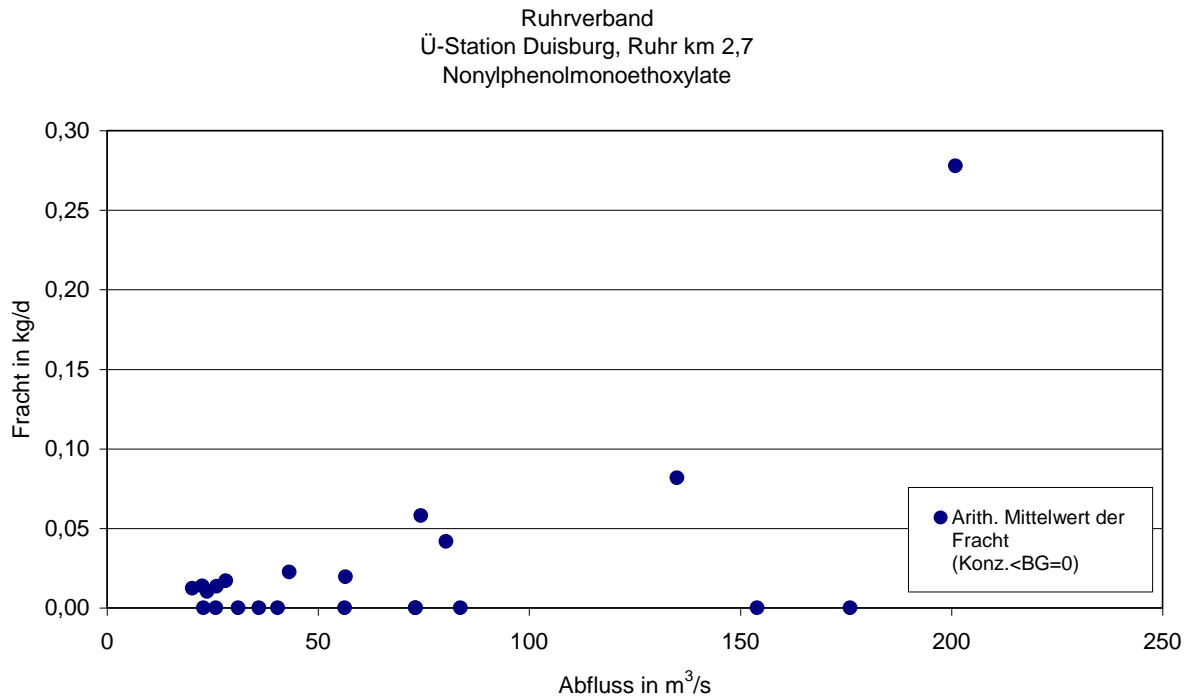




14.6.28 Nonylphenolmonoethoxylate

Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Nonylphenolmonoethoxylate		unterhalb Meschede	RL03	175,3	10.01.05	14.12.09	49	2,18	10,95	3,70	11,41	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	10.01.05	14.12.09	28	0,20	1,03	1,35	3,72	
		oberh. Röhre	RL05	142,2	10.01.05	14.12.09	45	0,89	5,95	5,40	13,47	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	10.01.05	14.12.09	27	0,00	0,01	2,33	6,04	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	10.01.05	14.12.09	27	0,51	2,61	2,41	6,99	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	10.01.05	14.12.09	49	10,80	45,55	21,32	55,07	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	10.01.05	23.11.09	27	0,02	0,04	5,26	13,14	
		U-Station Essen	RL11	31,2	10.01.05	14.12.09	46	20,72	100,18	27,09	101,28	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	10.01.05	14.12.09	32	0,02	0,05	4,70	14,21	

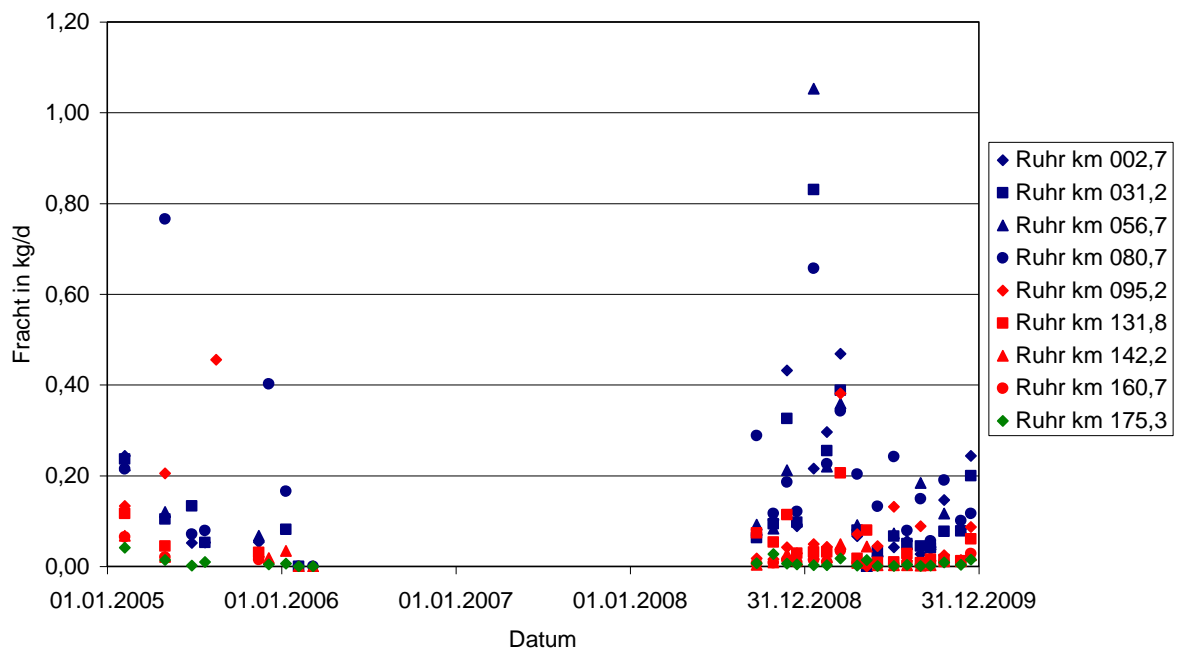


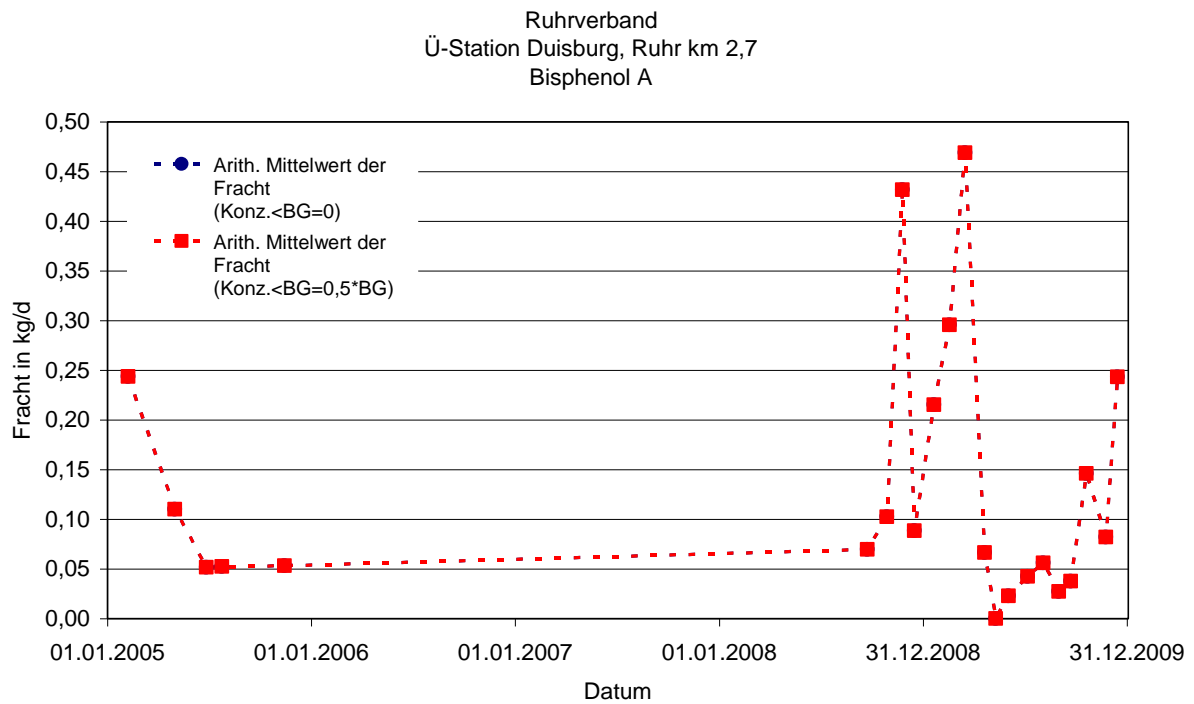
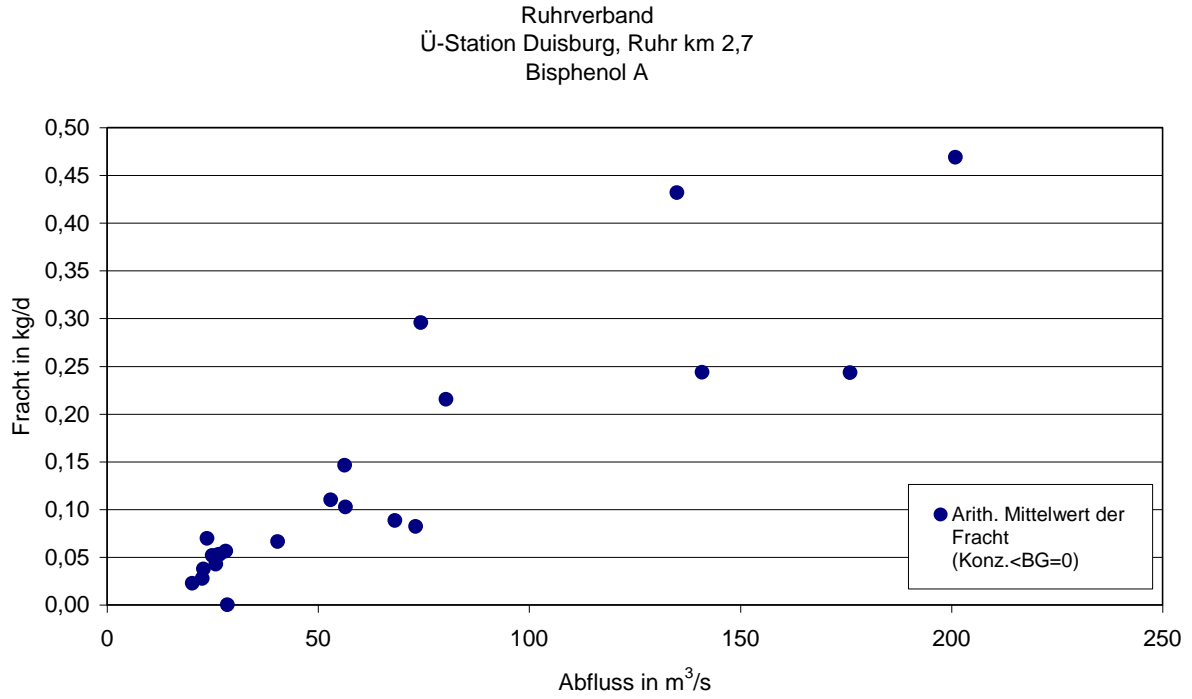


14.6.29 Bisphenol A

Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Bisphenol A		unterhalb Meschede	RL03	175,3	07.02.05	14.12.09	25	0,01	0,01	0,01	0,01	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	07.02.05	14.12.09	20	0,01	0,01	0,01	0,01	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	07.02.05	14.12.09	23	0,02	0,02	0,02	0,02	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	07.02.05	14.12.09	20	0,05	0,05	0,05	0,05	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	07.02.05	14.12.09	21	0,09	0,12	0,09	0,12	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	07.02.05	14.12.09	25	0,20	0,19	0,20	0,19	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	07.02.05	23.11.09	19	0,17	0,23	0,17	0,23	
		U-Station Essen	RL11	31,2	07.02.05	14.12.09	23	0,14	0,18	0,14	0,18	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	07.02.05	14.12.09	22	0,13	0,13	0,13	0,13	

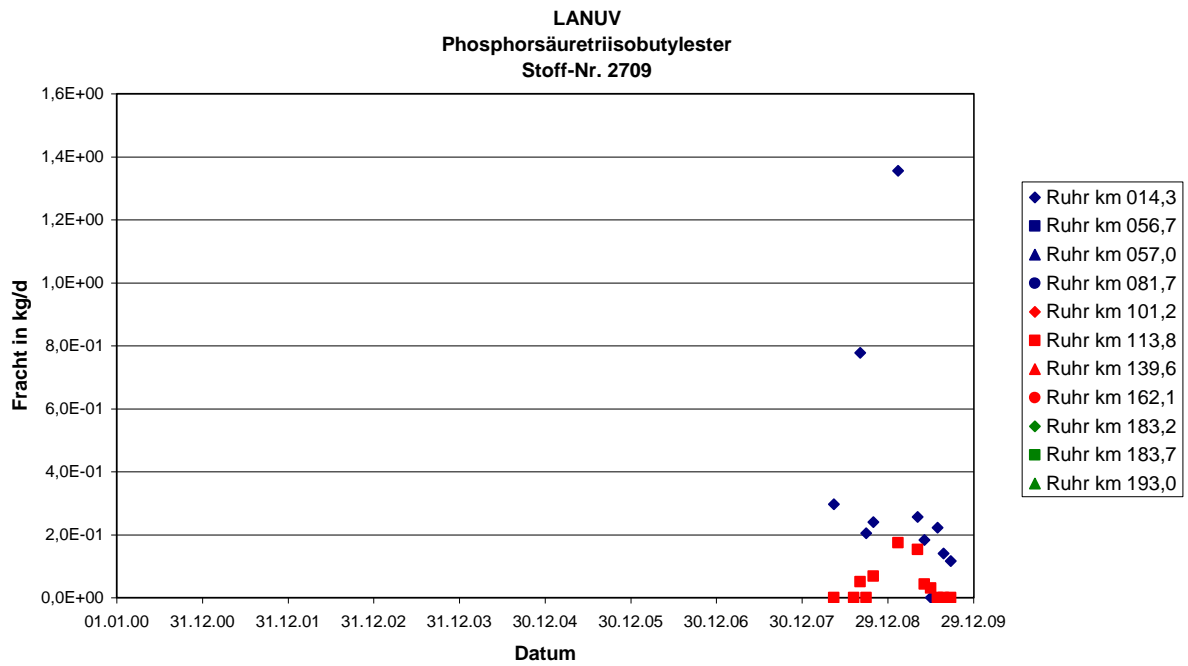
Ruhrverband
Bisphenol A





14.6.30 Phosphorsäuretriisobutylester (TiBP)

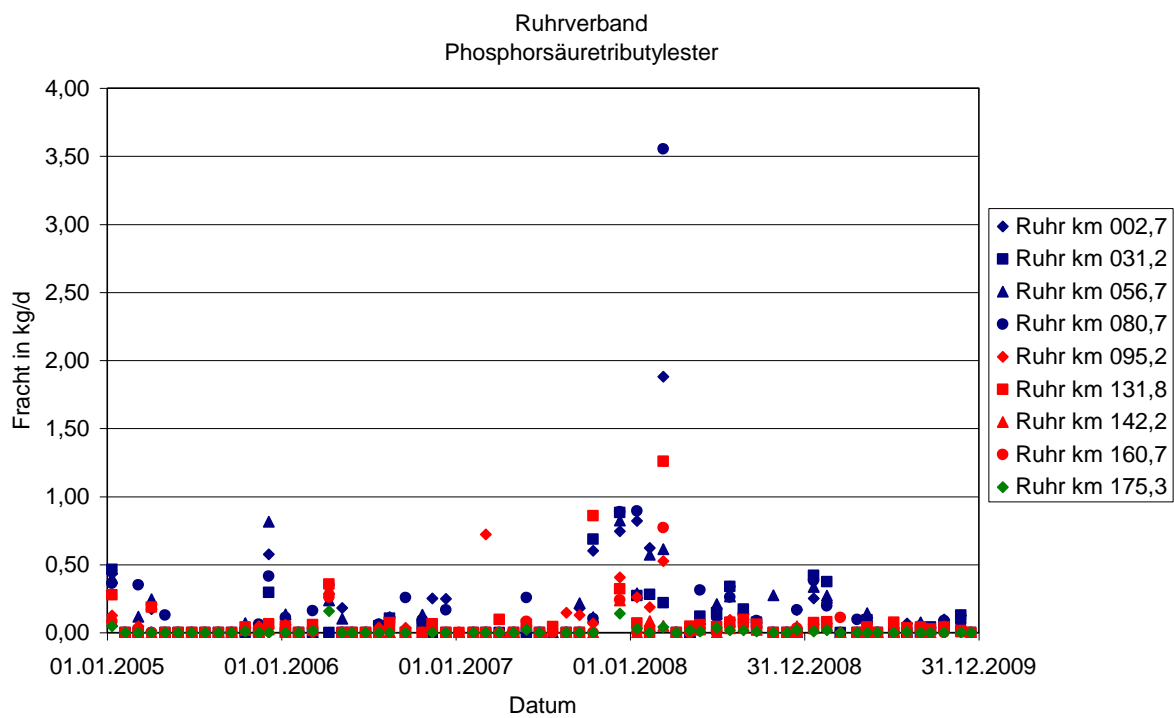
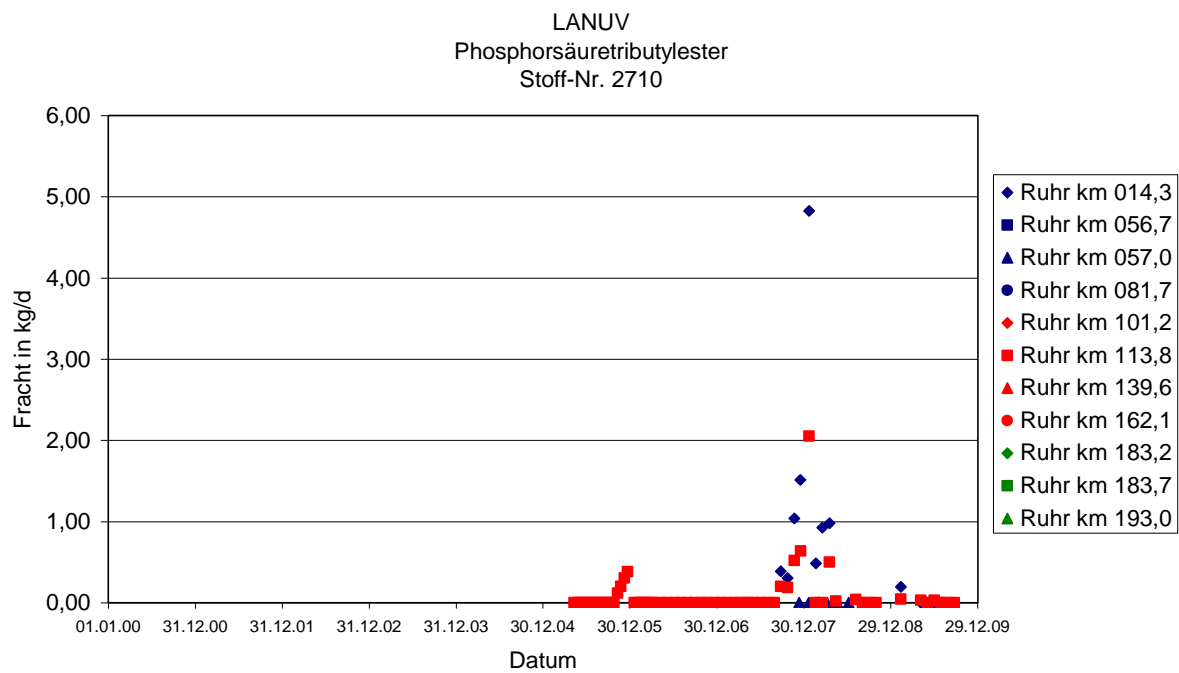
Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung (Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Phosphorsäuretriisobutylester	2709	Fröndenberg	4108	113,8	14.05.08	23.09.09	12	0,04	0,06	0,05	0,06	
		Mülheim Kahlenberg	22810	14,3	14.05.08	23.09.09	11	0,34	0,39	0,35	0,38	

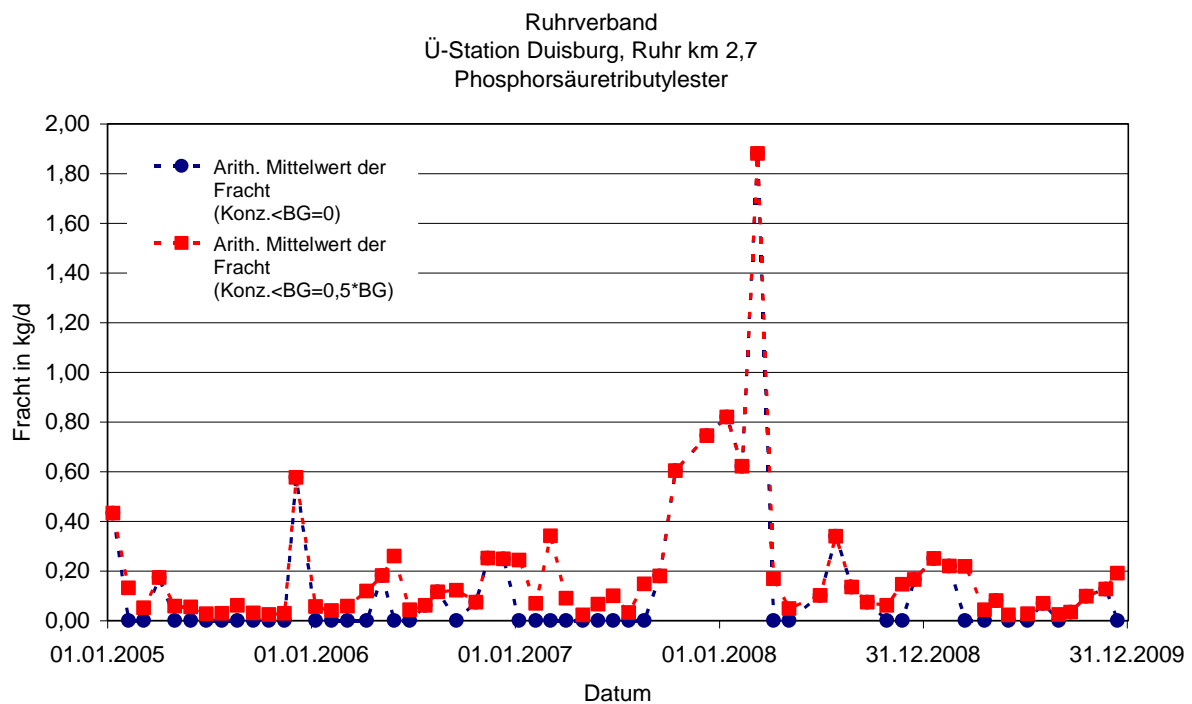
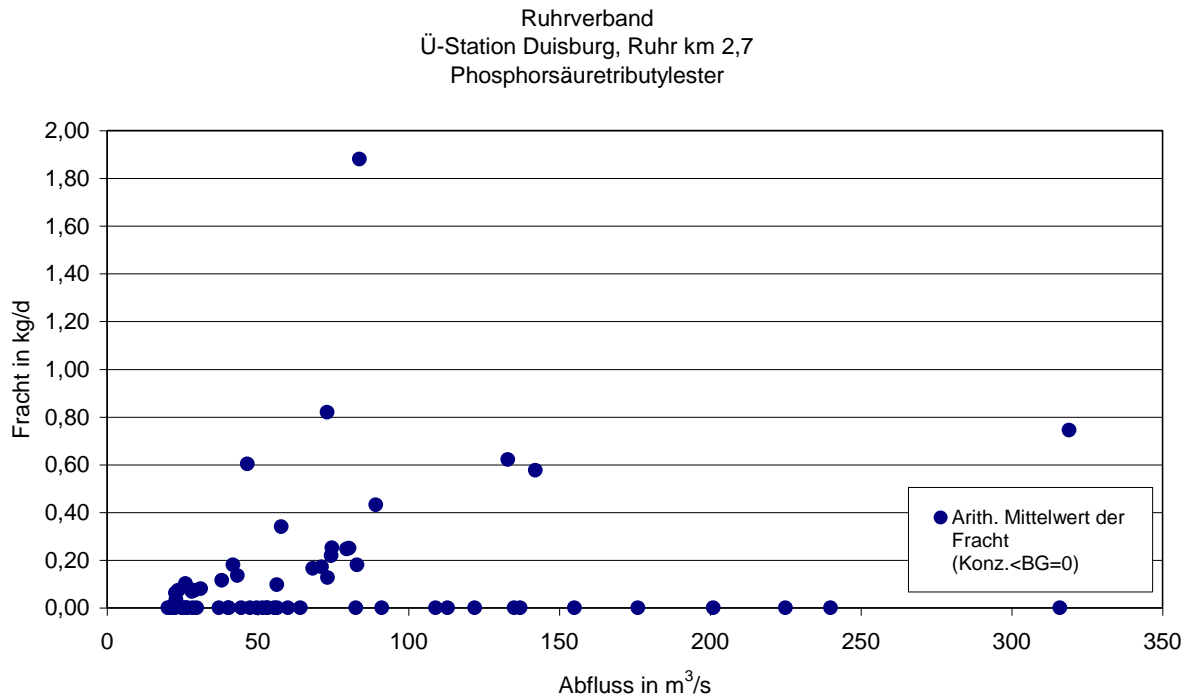


14.6.31 Phosphorsäuretributylester (TBP)

Messungen des LANUV NRW												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Id.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht ((Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung ((Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht ((Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung ((Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Phosphorsäuretributylester	2710	Fröndenberg	4108	113,8	10.05.05	23.09.09	62	0,08	0,29	0,17	0,28	
		unterhalb Hattingen	503708	57,0	11.12.07	09.09.08	8	0,00	0,00	0,81	0,73	
		Mülheim										
		Kahlenberg	22810	14,3	14.02.07	23.09.09	27	0,39	0,98	0,53	0,95	

Messungen des Ruhrverbands												
Stoffname	Stoff-Nr.	Messstelle Name	Messstellen-Nr.	Ruhr km	Datum erste Messung	Datum letzte Messung	Anzahl der Messwerte	Arith. Mittelwert der Fracht ((Konz.<BG=0) in kg/d	Standardabweichung ((Konz.<BG=0) in kg/d	Arith. Mittelwert der Fracht ((Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	Standardabweichung ((Konz.<BG=0,5*BG) in kg/d	
Phosphorsäuretributylester		unterhalb Meschede	RL03	175,3	11.01.05	14.12.09	61	0,01	0,03	0,02	0,03	
		Brücke Oeventrop	RL04	160,7	11.01.05	14.12.09	63	0,03	0,11	0,04	0,10	
		oberh. Röhr	RL05	142,2	11.01.05	14.12.09	63	0,02	0,05	0,03	0,05	
		Brücke Echthausen	RL06	131,8	11.01.05	14.12.09	63	0,07	0,20	0,09	0,19	
		Kraftwerk Westhofen	RL08	95,2	11.01.05	14.12.09	64	0,06	0,13	0,08	0,12	
		Pegel Wetter	RL09	80,7	11.01.05	14.12.09	62	0,16	0,48	0,21	0,46	
		U-Station Hattingen	RL10	56,7	11.01.05	23.11.09	62	0,11	0,19	0,16	0,17	
		U-Station Essen	RL11	31,2	11.01.05	14.12.09	61	0,09	0,18	0,14	0,16	
		U-Station Duisburg	RL12	2,7	11.01.05	14.12.09	63	0,14	0,30	0,19	0,28	





14.7 Quellen zur Bewertung relevanter Industriechemikalien

Quelle/Autor	URL/Titel	Kommentar
(BArbBl. 11/89 S. 46)	http://www.umwelt-online.de/recht/t_regeln/trgs/trgs900/910/an77.htm	
ACROS Organics Sicherheitsdatenblatt	http://wercs.acros.com/wercsdata/document.aspx?prd=ACR18100~PDF~MTR~EU~DE~2008-03-28%2000:41:02~4-Chlorophenol	
ACROS Organics Sicherheitsdatenblatt	http://wercs.acros.com/wercsdata/document.aspx?prd=ACR30929~PDF~MTR~CLP1~DE~2011-03-15%2016:34:37~Nonafluoropentanoic%20acid	
Agilent Technologies	http://www.chem.agilent.com/Library/msds/G2474-85000_EUGerman.pdf	
Amtsblatt europäische Union	http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2008:157:0001:0009:DE:PDF	
Azoty Tarnow	http://azoty.tarnow.pl/media/documents/sdb_cykloheksan_de.pdf	
Bafu Schweiz	http://www.bafu.admin.ch/chloronet/06273/06331/index.html	
Bayerisches Landesamt für Umweltschutz	http://www.lfu.bayern.de/altlasten/schadstoffratgeber_gebaeu_derueckbau/suchregister/doc/509.pdf	
BG Chemie	Toxiökologische Bewertung	BG Chemie
Biologische Bodensanierung: Methodenbuch	http://books.google.de/books?id=HrNclq4q02wC&pg=PA108&pg=PA108&dq=Bromdichlormethan+mutagen&source=bl&ots=euNQFlmMCo&sig=pjd0Hrx7zeWQWKE5CUBcQH79v4&hl=de&ei=tBuDTqjmA8mv0QW58LDJAJQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CBwQ6AEwAA#v=onepage&q=Bromdichlormethan%20mutagen&f=false	
Bundesgesundheitsbl -Gesundheitsforsch -Gesundheitsschutz 2002 - 45:300-306 © Springer-Verlag 2002	http://www.umweltbundesamt.de/gesundheits/publikationen/adhoc/Tris-chlorethylphosphat.pdf	
Carlo Erba Reagents Sicherheitsdatenblatt	http://www.carloerbareagenti.com	Stand 04.03.2101
Chemical book	http://www.chemicalbook.com/	
Chemikalien in der Metallbearbeitung: Daten und Fakten zum Umweltschutz	Werner Baumann, Bettina Herberg-Liedtke	Heidelberg 1996
Daunderer – Handbuch der Umweltgifte Ausgabe 6/2006	http://www.toxcenter.de/stoff-infos/c/chloroform.pdf	2007
Dr. Stupp Consulting GmbH - DSC	http://www.dscweb.de/lexikon/begriffe_m.html	
Durmond Material Safety Data Sheet	http://wercs.lawsonproducts.com/kent/wkent.asp?A=List&F_Language=EN&F_Product=DL1501%2020&F_Plant=LAWS	
EG Sicherheitsdatenblatt	http://www.hedinger.de/uploads/media/Tetrachlorkohlenstoff_v002.pdf	
EG Sicherheitsdatenblatt	http://www.imbachchemie.ch/downloads/Cristallwasser_d.pdf	
EG Sicherheitsdatenblatt	http://www.hedinger.de/uploads/media/Benzol_v003.pdf	
EG Sicherheitsdatenblatt	http://www.oracover.de/downloads2/datenblaetter/ORACOLOR.pdf	
EG Sicherheitsdatenblatt ; Dr. E. Haug	http://www.hedinger.de/uploads/media/1.2-Dibromethan_v002.pdf	Stand 2004
EG Sicherheitsdatenblatt SysKem Chemie GmbH	http://www.syskem.de/syskem_datenblaetter/sdb_101688.pdf	Wuppertal Stand: 2007
enius	http://www.enius.de/schadstoffe/1_2-dichlorpropan.html	
enius	http://www.enius.de/schadstoffe/1_2_3-trichlorbenzol.html	
enius	http://www.enius.de/schadstoffe/1_2_4-trichlorbenzol.html	
enius	http://www.enius.de/schadstoffe/1_3_5-trichlorbenzol.html	
Environment Canada	http://www.ec.gc.ca/substances/ese/eng/challenge/batch5/batch5_115-96-8.cfm	
EPA	http://iaspub.epa.gov/opthpv/Public_Search.PublicEndPointReport?robust_summary_id=25202334&WhichButton=PrintTab&ep_name=Acute+Toxicity+to+Aquatic+Plants&selchemid=	
EPA	http://iaspub.epa.gov/opthpv/Public_Search.PublicEndPointReport?robust_summary_id=25202314&WhichButton=PrintTab&ep_name=Acute+Toxicity+to+Aquatic+Plants&selchemid=	
EPA part 5 chemical-specific parameters	http://www.epa.gov/superfund/health/conmedia/soil/pdfs/part_5.pdf	
EPA sicherheitsdatenblatt	http://www.epa.gov/hpv/pubs/summaries/trnsdicl/c14348rr.pdf	
EQS Substance Datasheet	http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=framework_directive/thematic_documents/priority_substances/supporting_background/substance_sheets/benzene_sheetpdf/_EN_1.0_&a=d	
ESIS : European chemical Substances Information System	http://esis.jrc.ec.europa.eu/	IUCLID Dataset
EU RISK ASSESSMENT	http://esis.jrc.ec.europa.eu/doc/existing-chemicals/risk_assessment/SUMMARY/tetraENVsum021.pdf	
FoBIG	http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/gutachten_tosu.pdf	

Quelle/Autor	URL/Titel	Kommentar
Frank Sicherheitsdatenblatt	http://maxfrank.de/media/dokumente/produkte/intl-de/sicherheitsdatenblaetter/2_Komp_Spezials pachtel_u_Haerter.pdf	
Frank Wedekind	http://www.gefahstoffdaten.de/95-50-1_1000.htm	Porta Westfalica 07/99. Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: "Soester-Liste" 05/99.
Fritz Kalberlah: Toxikologische Bewertung von 2,4,8,10-Tetraoxaspiro(5.5)undecan (TOSU), Freiburg, 2008. Garland Material Safety Data Sheet	http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/gutachten_tosu.pdf	Freiburg 2008
	http://msds.garlandhq.com/MSDS.nsf/85257567006E5455852577650058B0E9/\$file/8344%204.07.pdf	
Gutenberg Universität Mainz	http://ubm.opus.hbz-nrw.de/volltexte/2005/773/	
H. Möller GmbH & Co KG	http://www.moellerchemie.com/files/MSDS/A%20-%20D/Diethylphthalat.pdf	Stand: 30.11.2010
Helmholtzzentrum München	http://www.helmholtz-muenchen.de/fileadmin/infostelle-humanbiomonitoring/pdf/PAK1.pdf	
Henkel Sicherheitsdatenblatt	http://www.inha.de/downloads/rohrgewindedichte/542.pdf	
Henkel Sicherheitsdatenblatt	http://henkelconsumerinfo.com/products/henkel.datasheets.Search.do?BUSAREA=0001&DOCTYPE=MSDS&LANG=de&COUNTRY=DE&MATNR=194339	
Henkel Sicherheitsdatenblatt	http://henkelconsumerinfo.com/products/henkel.datasheets.Search.do?BUSAREA=0001&LANG=de&COUNTRY=DE&MATNR=417653	
Henkel Sicherheitsdatenblatt	http://henkelconsumerinfo.com/products/henkel.datasheets.Search.do?BUSAREA=0006&DOCTYPE=MSDS&MATNR=726808&LANG=DE&COUNTRY=DE&FORMAT=PDF	
Henkel Sicherheitsdatenblatt	http://henkelconsumerinfo.com/products/henkel.datasheets.Search.do?BUSAREA=0006&DOCTYPE=MSDS&MATNR=141359&LANG=DE&COUNTRY=DE&FORMAT=PDF	
Henkel Sicherheitsdatenblatt	http://henkelconsumerinfo.com/products/henkel.datasheets.Search.do?BUSAREA=0006&DOCTYPE=MSDS&MATNR=195827&LANG=DE&COUNTRY=DE&FORMAT=PDF	
Henkel Sicherheitsdatenblatt	http://henkelconsumerinfo.com/products/henkel.datasheets.Search.do?BUSAREA=0006&DOCTYPE=MSDS&MATNR=1439819&LANG=DE&COUNTRY=DE&FORMAT=PDF	
Henkel Sicherheitsdatenblatt	http://www.hannen-und-stein.de/media/download/teroson/Terokal%202444%20TB%2058g.pdf	
Henkel Sicherheitsdatenblatt	http://hybris.cms.henkel.com/henkel/msdspdf?matnr=598265&country=US&language=EN	
Herzke, D., Schlabach, E.M., Uggerud, H., Meimstad, E.:	A literature survey on selected chemical compounds. Literatur survey of polyfluorinated organic compounds, phosphor containing flame retardants, 3-nitrobenzanthrone, organic tin compounds, platinum and silver.	SFT NILU TA-2238/2007
HLfU; Vorgehende Berichte	http://www.hlug.de/fileadmin/dokumente/wasser/fliessgewaesser/gewaesserbelastung/orientierende_messungen/6.12Komplexbildner.pdf	
Inchem Sicherheitsdatenblatt	http://www.inchem.org/documents/sids/sids/100414.pdf	
Ingenieurbüro Oetzel Umweltanalytik	http://www.umweltanalytik.com/lexikon/ing33.htm	
innospec Sicherheitsdatenblatt minus hel R	http://images.raiffeisen.com/Raicom/sdb/571/innospec-minus-hel.pdf	
luclid	http://esis.jrc.ec.europa.eu/doc/existing-chemicals/IUCLID/data_sheets/78875.pdf	
LAWA Expertenkreis Stoffdatenblatt	http://www.laenderfinanzierungsprogramm.de/cms/WaBoAb_p rod/WaBoAb/Vorhaben/LAWA/Vorhaben_des_Ausschusses_Oberflaechengewaesser_und_Kuestengewaes ser_(AO)/O_5.07/L28_db_PFOS_Datenblatt_UQN-Vorschlag_1003158708448628300909157.pdf	Stand 2010
LAWA Expertenkreis Stoffdatenblatt	http://www.laenderfinanzierungsprogramm.de/cms/WaBoAb_p rod/WaBoAb/Vorhaben/LAWA/Vorhaben_des_Ausschusses_Oberflaechengewaesser_und_Kuestengewaes ser_(AO)/O_5.07/L31_db_Pyren_Datenblatt_UQN-Vorschlag_100317.pdf	
LFU Bayern	http://www.lfu.bayern.de/altlasten/schadstoffratgeber_gebaeuderueckbau/suchregister/doc/502.pdf	
LGC Standards	http://shop.lgcstandards.com/WebRoot/Store/Shops/LGC/File PathPartDocuments/ST-WB-MSDS-1053385-1-1-1.PDF	
lubw Baden-Württemberg	http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/10058/ksb0189.html?COMMAND=DisplayBericht&FIS=161&OBJECT=10058&MODE=BER&RIG HTMENU=null	
MERCK	http://www.nugi-zentrum.de/fileadmin/website_uni_ulm/nugi/Experimente/Allgemeines/Sicherheitsdatenbl%C3%A4tter/EDTA_SDB.pdf	
Merck	http://www.merck-chemicals.com/germany/1-1-1-trichlorethan/MDA_CHEM-108749/p_xrOb.s1LJOMAAAEWvAfVhTI	

Quelle/Autor	URL/Titel	Kommentar
Merck	http://www.merck-chemicals.com/germany/acenaphthen/MDA_CHEM-814312/p_Kreb.s1LaPgAAAEWEOEIVhTI	
Merck	http://www.merck-chemicals.com/germany/acenaphthen/MDA_CHEM-814312/p_Kreb.s1LaPgAAAEWEOEIVhTI	
Merck Chemicals	http://www.merckmillipore.com/germany/diethylenetriaminpentessigsaeure/MDA_CHEM-108390/p_OYmb.s1LkWUAAAEW8OAFVhTI	
Merck Sicherheitsdatenblatt	http://www.bachmann-lehrmittel.ch/Chemie/Listen/SDB/101261.pdf	Stand: 2004
MERCK Sicherheitsdatenblatt	www.belchim.com/pdf/Ger/product/MSDS_EPOK%20de.pdf	
Ministry of the Environment in Japan	http://www.env.go.jp/chemi/sesaku/02e.pdf	
Nova Chemicals	http://www.novachem.com/appl/prodfinder/docs/chemical/C9200Hydrocarbons_MSDS_EN.pdf	
Nowack, B. Baumann, U. Biologischer Abbau der Photolyseprodukte von FeIII/EDTA	Acta hydrochim. hydrobiol. 26 (1998)	
Noxen-Informationssystem NIS	http://www.noxen.de/publik/1/wirk.html	
OECD Sids UNEP publications	http://www.inchem.org/documents/sids/sids/95501.pdf	
OECD Sids UNEP publications	http://www.inchem.org/documents/sids/sids/DICHLOROETH.pdf	
OECD Sids UNEP publications	http://www.inchem.org/documents/sids/sids/95501.pdf	
OECD Sids UNEP publications	http://www.inchem.org/documents/sids/sids/95498.pdf	
OECD Sids UNEP publications	http://www.chem.unep.ch/irptc/sids/oecdsids/106434.pdf	
Oekopro TU Dortmund	http://www.oekopro.de/search.php?l=DE	
physical and theoretical chemistry laboratory	http://www.chemexper.net/specification_d/chemicals/supplier/cas/Pentaerythritol%20diformal.asp	Stand: 16.08.2008
R. James Maguire,* John H. Carey, and Elizabeth J. Hale Degradation of the Tri-n -butyltin Species in Water	J. Agric. Food Chem. 1983, 31, 1060-1065	
Robert D. Swisher, Marvin M. Crutchfield, D. W. Caldwell	Biodegradation of nitrilotriacetate in activated sludge	<i>Environ. Sci. Technol.</i> , 1967, 1 (10), pp 820-827
Roth Sicherheitsdatenblatt	http://www.carl-roth.de/jsp/de-de/sdpdf/7171.PDF	Stand: 8.06.2009
Roth Sicherheitsdatenblatt	http://www.carlroth.com/media/_de-de/sdpdf/CP91.PDF	
Safety Data	http://msds.chem.ox.ac.uk/PE/pentadecafluorooctanoic_acid.html	
Safety Data Shell	http://www-static.shell.com/static/shipping_trading/downloads/trading_shipping/msds/in_country/uk_stasco/etbe_cas_637_92_3_gb.pdf	
Scharf S., Sattelberger R., Pichler W.	Nonylphenole in der Umwelt	Umweltbundesamt Austria 1998 Wien
Scharr Friedrich Scharr KG Sicherheitsdatenblatt	http://www.scharr.de/fileadmin/scharr/03_leistungen/Inhalt_Bilder_PDFs/Chemie_PDFs/Sicherheitsdatenblaetter/Per-Stabilisator_A_6.pdf	Stand: 2008
Scharr Sicherheitsdatenblatt	http://www.scharr.de/fileadmin/scharr/03_leistungen/Inhalt_Bilder_PDFs/Chemie_PDFs/Sicherheitsdatenblaetter/Pertene_D6_7.pdf	
Scharr Sicherheitsdatenblatt	http://www.scharr.de/fileadmin/scharr/03_leistungen/Inhalt_Bilder_PDFs/Chemie_PDFs/Sicherheitsdatenblaetter/Altene_D8-6_5.pdf	
SCS GmbH Bonn EG Sicherheitsdatenblatt	http://www.mbm-lehrmittel.de/downloads/Sicherheitsdatenblaetter/P/S43520_P_hosphorsauretriphenylester.pdf	Stand: 2005
Shell Safety data sheet	http://www-static.shell.com/static/shipping_trading/downloads/trading_shipping/msds/in_country/uk_stasco/etbe_cas_637_92_3_gb.pdf	
Sicherheitsdatenblatt	http://www.carl-roth.de/jsp/de-de/sdpdf/T919.PDF	
Sicherheitsdatenblatt EG	http://www.moellerchemie.com/files/MSDS/U%20-%20Z/Xylol.pdf	
Sicherheitsdatenblatt gemäß EG	http://www.oehme-lorito.de/sdb08/becken.pdf	
Sicherheitsdatenblatt Imbach Chemie	http://www.imbachchemie.ch/downloads/Universalverduenner_d.pdf	
Sicherheitsdatenblatt Romex Produktions GmbH	http://www.i-m.de/gefahrstoffe/254845.pdf	Stand 2008
SIDS Assessment Report	http://www.inchem.org/documents/sids/sids/126-73-8.pdf	Stand 2001
SIDS Assessment Report, Sponsor Bayer AG	http://www.chem.unep.ch/irptc/sids/oecdsids/MENTHOLS.pdf	Stand 2003
SIDS Assessment Report, Sponsor Bayer AG	http://www.chem.unep.ch/irptc/sids/oecdsids/110930.pdf	Stand 2003
Sigmar Aldrich Material Safety Data Sheet	http://www.chemblink.com/MSDS/MSDSFiles/80-05-7_Sigma-Aldrich.pdf	
Sigmar Aldrich Material Safety Data Sheet	http://www.sigmaaldrich.com/catalog/DisplayMSDSContent.do	
Sigmar Aldrich Material Safety Data Sheet	http://www.sigmaaldrich.com/catalog/DisplayMSDSContent.do	
Supresta Built in Defense Sicherheitsdatenblatt	http://www.supresta.com/pdfs/FYROL%20FR-2%20%28German%29.pdf	

Quelle/Autor	URL/Titel	Kommentar
Supresta Built in Defense Sicherheitsdatenblatt	http://www.supresta.com/pdfs/FYROL%20FR-2%20(German).pdf	
The Physical and Theoretical Chemistry Laboratory Oxford University	http://msds.chem.ox.ac.uk/BE/benzo%5Bk%5Dfluoranthene.html	
Übersicht über die Bearbeitung der prioritären Stoffe der WRRL durch die KBwS	http://www.umweltbundesamt.de/wgs/archiv/wrri-tab-deu.pdf	
Umwelt Online	http://www.umwelt-online.de/recht/t_regeln/trgs/trgs900/901/541_73_1.htm	2006
Umweltamt Düsseldorf	http://www.duesseldorf.de/umweltamt/download/allast/pft_informationsblatt.pdf	
Umweltbundesamt	http://www.prtr.bund.de/typo3/index.php?id=423&stuffId=57	
UNEP Publications	http://www.inchem.org/documents/sids/sids/DICHLOROETH.pdf	
Universität Hamburg	http://www.chemie.uni-hamburg.de/claks/gefahrstoffe/53-70-3.htm	
UPB Umweltproblematik des Bundes	http://www.umweltprobenbank.de/de/documents/profiles/analyses/10092	
UPB Umweltproblematik des Bundes	http://www.umweltprobenbank.de/de/documents/profiles/analyses/10095	
VWR International	https://at.vwr.com/msds/at_msds/P22045au.pdf	Stand 21.08.02
Wasser und Abwasser Zweckverband WARL; Hans-Reiner Aethner	http://www.warl.de/index.php?modul=ModulService&action=HandleWasserlexikon#tetra	Potsdamer Str. 501 4974 Ludwigsfelde
Weber und Deitermann Sicherheitsdatenblatt	http://www.sg-weber.de/uploads/tx_weberproductpage/SDS49PD20161-b_-_weber_prim_807_Komp_B_(D).pdf	Stand: 2.12.2009
Zusammenfassung TSD Styrol Umweltbundesamt	http://www.umweltbundesamt.de/nachhaltige-produktion-anlagensicherheit/anlagen/AEGLWEB/Downloads/Styrol.pdf	

14.8 Daten des Monitorings 2008 bis 3. Quartal 2010 der AWWR

Datum	Probenahmestelle		Fluss-km	Abfluss-Pegel	Abfluss [m³/s]	TOSU [µg/L]
28.07.2008	Meschede	Mengesohl	183,7	Meschede 1	4,42	< 0,05
28.07.2008	Arnsberg	Langel	163,78	Oeventrop	9,42	< 0,05
28.07.2008	Wickede	Echthausen	128,31	Bachum	19,17	0,340
28.07.2008	Fröndenberg	Warmen	121,17	Fröndenberg		0,340
28.07.2008	Schwerte	Hengsen	107,13	Villigst	19,66	0,520
28.07.2008	Hagen	Hengstey	88,75	Wetter	43,16	0,300
28.07.2008	Bochum	Stiepel	62,65	Hattingen	48,35	0,310
28.07.2008	Essen	Spiek	44,13	Werden	52,33	0,330
28.07.2008	Mülheim	Styrum-Ost	11,25	Mülheim	57,84	0,350
27.10.2008	Meschede	Mengesohl	183,7	Meschede 1	3,83	< 0,05
27.10.2008	Arnsberg	Langel	163,78	Oeventrop	6,13	< 0,05
27.10.2008	Wickede	Echthausen	128,31	Bachum	11,50	0,120
27.10.2008	Fröndenberg	Warmen	121,17	Fröndenberg		0,090
27.10.2008	Schwerte	Hengsen	107,13	Villigst	28,19	0,090
27.10.2008	Hagen	Hengstey	88,75	Wetter	46,40	0,060
27.10.2008	Bochum	Stiepel	62,65	Hattingen	48,08	< 0,05
27.10.2008	Essen	Spiek	44,13	Werden	51,49	< 0,05
27.10.2008	Mülheim	Styrum-Ost	11,25	Mülheim	56,54	< 0,05
26.01.2009	Meschede	Mengesohl	183,7	Meschede 1	6,98	
26.01.2009	Arnsberg	Langel	163,78	Oeventrop	19,54	
26.01.2009	Wickede	Echthausen	128,31	Bachum	31,72	
26.01.2009	Fröndenberg	Warmen	121,17	Fröndenberg		
26.01.2009	Schwerte	Westhofen	95,15	Villigst	37,07	
26.01.2009	Hagen	Hengstey	88,75	Wetter	95,16	
26.01.2009	Bochum	Stiepel	62,65	Hattingen	103,45	
26.01.2009	Essen	Spiek	44,13	Werden	112,34	
26.01.2009	Mülheim	Styrum-Ost	11,25	Mülheim	123,72	
27.04.2009	Meschede	Mengesohl	183,7	Meschede 1	3,44	
27.04.2009	Arnsberg	Langel	163,78	Oeventrop	5,29	
27.04.2009	Wickede	Echthausen	128,31	Bachum	11,02	
27.04.2009	Fröndenberg	Warmen	121,17	Fröndenberg		
27.04.2009	Schwerte	Westhofen	95,15	Villigst	12,36	
27.04.2009	Hagen	Hengstey	88,75	Wetter	33,01	
27.04.2009	Bochum	Stiepel	62,65	Hattingen	36,91	
27.04.2009	Essen	Spiek	44,13	Werden	36,05	
27.04.2009	Mülheim	Styrum-Ost	11,25	Mülheim	39,42	
27.07.2009	Meschede	Mengesohl	183,7	Meschede 1	3,15	
27.07.2009	Arnsberg	Langel	163,78	Oeventrop	6,87	
27.07.2009	Wickede	Echthausen	128,31	Bachum	14,40	
27.07.2009	Fröndenberg	Warmen	121,17	Fröndenberg		
27.07.2009	Schwerte	Westhofen	95,15	Villigst	9,76	
27.07.2009	Hagen	Hengstey	88,75	Wetter	27,53	
27.07.2009	Bochum	Stiepel	62,65	Hattingen	29,24	
27.07.2009	Essen	Spiek	44,13	Werden	27,67	
27.07.2009	Mülheim	Styrum-Ost	11,25	Mülheim	31,30	
26.10.2009	Meschede	Mengesohl	183,7	Meschede 1	6,43	
26.10.2009	Arnsberg	Langel	163,78	Oeventrop	9,45	
26.10.2009	Wickede	Echthausen	128,31	Bachum	13,10	
26.10.2009	Fröndenberg	Warmen	121,17	Fröndenberg		
26.10.2009	Schwerte	Westhofen	95,15	Villigst	9,92	
26.10.2009	Hagen	Hengstey	88,75	Wetter	25,94	
26.10.2009	Bochum	Stiepel	62,65	Hattingen	28,87	
26.10.2009	Essen	Spiek	44,13	Werden	26,37	
26.10.2009	Mülheim	Styrum-Ost	11,25	Mülheim	29,24	
25.01.2010	Meschede	Mengesohl	183,7	Meschede 1	6,37	
25.01.2010	Arnsberg	Langel	163,78	Oeventrop	11,74	
25.01.2010	Wickede	Echthausen	128,31	Bachum	25,64	
25.01.2010	Fröndenberg	Warmen	121,17	Fröndenberg		
25.01.2010	Schwerte	Westhofen	95,15	Villigst	28,06	
25.01.2010	Hagen	Hengstey	88,75	Wetter	54,36	
25.01.2010	Bochum	Stiepel	62,65	Hattingen	58,51	
25.01.2010	Essen	Spiek	44,13	Werden	59,47	
25.01.2010	Mülheim	Styrum-Ost	11,25	Mülheim	63,54	
26.04.2010	Meschede	Mengesohl	183,7	Meschede 1	4,35	
26.04.2010	Arnsberg	Langel	163,78	Oeventrop	5,85	
26.04.2010	Wickede	Echthausen	128,31	Bachum	11,94	
26.04.2010	Fröndenberg	Warmen	121,17	Fröndenberg		
26.04.2010	Schwerte	Westhofen	95,15	Villigst	11,87	
26.04.2010	Hagen	Hengstey	88,75	Wetter	25,69	
29.04.2010	Bochum	Stiepel	62,65	Hattingen	30,30	
26.04.2010	Essen	Spiek	44,13	Werden	27,88	
26.04.2010	Mülheim	Styrum-Ost	11,25	Mülheim	29,77	
26.07.2010	Meschede	Mengesohl	183,7	Meschede 1	2,68	
26.07.2010	Arnsberg	Langel	163,78	Oeventrop	3,23	
26.07.2010	Wickede	Echthausen	128,31	Bachum	12,70	
26.07.2010	Fröndenberg	Warmen	121,17	Fröndenberg		
26.07.2010	Schwerte	Westhofen	95,15	Villigst	12,00	
26.07.2010	Hagen	Hengstey	88,75	Wetter	29,66	
26.07.2010	Bochum	Stiepel	62,65	Hattingen	29,43	
26.07.2010	Essen	Spiek	44,13	Werden	27,91	
26.07.2010	Mülheim	Styrum-Ost	11,25	Mülheim	30,62	

Datum	Probenahmestelle		TBP	TPP	TCEP	TCP	TBEP	TDCPP	Σ FSM
			[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	
28.07.2008	Meschede	Mengesohl	< 0,01	< 0,01	0,048	0,086	0,030	0,026	0,190
28.07.2008	Amsberg	Langel	0,078	< 0,01	0,050	0,067	0,021	0,027	0,165
28.07.2008	Wickede	Echthausen	0,092	< 0,01	0,067	0,090	0,132	0,026	0,315
28.07.2008	Fröndenberg	Warmen	0,017	< 0,01	0,039	0,193	0,178	0,032	0,442
28.07.2008	Schwerte	Hengsen	< 0,01	0,01	0,069	0,250	0,206	0,036	0,571
28.07.2008	Hagen	Hengstey	0,121	< 0,01	0,255	0,189	0,104	0,024	0,572
28.07.2008	Bochum	Stiepel	< 0,01	< 0,01	0,087	0,179	0,113	0,038	0,417
28.07.2008	Essen	Spiek	< 0,01	< 0,01	0,051	0,176	0,092	0,031	0,350
28.07.2008	Mülheim	Styrum-Ost	0,053	< 0,01	0,116	0,207	0,118	0,032	0,473
27.10.2008	Meschede	Mengesohl	< 0,01	< 0,01	0,018	0,063	0,041	0,036	0,158
27.10.2008	Amsberg	Langel	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,026	0,025	0,021	0,072
27.10.2008	Wickede	Echthausen	0,552	< 0,01	0,046	0,090	0,076	0,022	0,234
27.10.2008	Fröndenberg	Warmen	0,033	< 0,01	0,040	0,390	0,131	0,025	0,586
27.10.2008	Schwerte	Hengsen	0,013	< 0,01	0,053	0,116	0,124	0,026	0,319
27.10.2008	Hagen	Hengstey	0,021	< 0,01	0,024	0,105	0,059	0,013	0,201
27.10.2008	Bochum	Stiepel	0,030	< 0,01	0,098	0,149	0,099	0,039	0,385
27.10.2008	Essen	Spiek	0,082	< 0,01	0,037	0,157	0,109	0,031	0,334
27.10.2008	Mülheim	Styrum-Ost	< 0,01	< 0,01	0,034	0,155	0,103	0,031	0,323
26.01.2009	Meschede	Mengesohl	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,016	0,023	0,015	0,054
26.01.2009	Amsberg	Langel	0,066	< 0,01	0,011	0,011	0,019	0,01	0,117
26.01.2009	Wickede	Echthausen	0,024	< 0,01	0,022	0,034	0,044	0,019	0,143
26.01.2009	Fröndenberg	Warmen	0,014	< 0,01	0,014	0,149	0,045	0,02	0,242
26.01.2009	Schwerte	Westhofen	< 0,01	< 0,01	0,019	0,043	0,066	0,029	0,157
26.01.2009	Hagen	Hengstey	0,04	< 0,01	0,022	0,05	0,11	0,028	0,25
26.01.2009	Bochum	Stiepel	< 0,01	< 0,01	0,063	0,056	0,119	0,03	0,268
26.01.2009	Essen	Spiek	< 0,01	< 0,01	0,021	0,06	0,132	0,027	0,24
26.01.2009	Mülheim	Styrum-Ost	0,013	< 0,01	0,029	0,069	0,132	0,025	0,268
27.04.2009	Meschede	Mengesohl	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05	0,016	0,027	0,093
27.04.2009	Amsberg	Langel	0,043	< 0,01	0,102	0,057	0,022	0,019	0,243
27.04.2009	Wickede	Echthausen	0,03	< 0,01	0,011	0,272	0,124	0,02	0,457
27.04.2009	Fröndenberg	Warmen	0,017	< 0,01	< 0,01	0,093	0,08	0,018	0,208
27.04.2009	Schwerte	Westhofen	0,018	< 0,01	0,042	0,181	0,151	0,027	0,419
27.04.2009	Hagen	Hengstey	0,015	< 0,01	0,023	0,186	0,111	0,023	0,358
27.04.2009	Bochum	Stiepel	0,016	< 0,01	0,285	0,216	0,108	0,039	0,664
27.04.2009	Essen	Spiek	0,019	< 0,01	0,045	0,205	0,18	0,032	0,481
27.04.2009	Mülheim	Styrum-Ost	0,016	< 0,01	0,019	0,166	0,116	0,024	0,341
27.07.2009	Meschede	Mengesohl	< 0,01	< 0,01	0,015	0,032	< 0,01	0,035	0,082
27.07.2009	Amsberg	Langel	0,166	< 0,01	0,048	0,057	< 0,01	0,018	0,123
27.07.2009	Wickede	Echthausen	0,038	< 0,01	0,197	0,091	0,066	0,031	0,385
27.07.2009	Fröndenberg	Warmen	0,014	< 0,01	0,037	0,127	0,076	0,033	0,273
27.07.2009	Schwerte	Westhofen	0,075	< 0,01	0,125	0,254	0,145	0,042	0,566
27.07.2009	Hagen	Hengstey	0,054	0,01	0,263	0,229	0,047	0,025	0,574
27.07.2009	Bochum	Stiepel	0,154	< 0,01	0,225	0,236	0,074	0,036	0,571
27.07.2009	Essen	Spiek	0,017	< 0,01	0,062	0,241	0,072	0,042	0,417
27.07.2009	Mülheim	Styrum-Ost	0,01	< 0,01	0,065	0,232	0,073	0,049	0,419
26.10.2009	Meschede	Mengesohl	0,02	< 0,01	0,089	0,02	0,016	< 0,01	0,145
26.10.2009	Amsberg	Langel	0,026	< 0,01	0,083	0,022	0,018	< 0,01	0,149
26.10.2009	Wickede	Echthausen	0,025	< 0,01	0,019	0,057	0,05	0,013	0,164
26.10.2009	Fröndenberg	Warmen	0,016	< 0,01	0,022	0,458	0,058	0,013	0,567
26.10.2009	Schwerte	Westhofen	0,013	< 0,01	0,062	0,096	0,055	0,017	0,243
26.10.2009	Hagen	Hengstey	< 0,01	< 0,01	0,057	0,075	0,053	0,013	0,198
26.10.2009	Bochum	Stiepel	0,026	< 0,01	0,133	0,132	0,054	0,027	0,372
26.10.2009	Essen	Spiek	0,044	< 0,01	0,129	0,134	0,061	0,026	0,394
26.10.2009	Mülheim	Styrum-Ost	0,022	< 0,01	0,021	0,118	0,064	0,027	0,252
25.01.2010	Meschede	Mengesohl	< 0,01	< 0,01	0,012	0,018	0,012	0,011	0,053
25.01.2010	Amsberg	Langel	0,063	< 0,01	0,054	0,025	0,01	< 0,01	0,152
25.01.2010	Wickede	Echthausen	0,046	< 0,01	0,096	0,056	0,051	0,011	0,260
25.01.2010	Fröndenberg	Warmen	0,015	< 0,01	0,021	0,248	0,066	0,012	0,362
25.01.2010	Schwerte	Westhofen	0,052	< 0,01	0,155	0,097	0,071	0,011	0,386
25.01.2010	Hagen	Hengstey	< 0,01	< 0,01	0,037	0,063	0,07	0,012	0,182
25.01.2010	Bochum	Stiepel	< 0,01	< 0,01	0,135	0,087	0,081	0,018	0,321
25.01.2010	Essen	Spiek	< 0,01	< 0,01	0,068	0,092	0,09	0,018	0,268
25.01.2010	Mülheim	Styrum-Ost	< 0,01	< 0,01	0,025	0,09	0,081	0,02	0,216
26.04.2010	Meschede	Mengesohl	< 0,01	< 0,01	0,044	0,025	< 0,01	0,031	0,100
26.04.2010	Amsberg	Langel	< 0,01	< 0,01	0,026	0,025	0,011	0,023	0,085
26.04.2010	Wickede	Echthausen	0,048	< 0,01	0,415	0,09	0,056	0,02	0,629
26.04.2010	Fröndenberg	Warmen	0,029	< 0,01	0,058	0,259	0,06	0,019	0,425
26.04.2010	Schwerte	Westhofen	0,046	< 0,01	0,307	0,138	0,091	0,017	0,599
26.04.2010	Hagen	Hengstey	0,056	< 0,01	0,044	0,092	0,051	0,011	0,254
29.04.2010	Bochum	Stiepel	0,05	< 0,01	0,095	0,136	0,07	0,019	0,370
26.04.2010	Essen	Spiek	0,035	< 0,01	0,045	0,135	0,085	0,019	0,319
26.04.2010	Mülheim	Styrum-Ost	0,043	< 0,01	0,085	0,228	0,067	0,05	0,473
26.07.2010	Meschede	Mengesohl	< 0,01	< 0,01	0,029	0,076	< 0,01	0,059	0,164
26.07.2010	Amsberg	Langel	< 0,01	< 0,01	0,028	0,066	< 0,01	0,028	0,122
26.07.2010	Wickede	Echthausen	< 0,01	0,051	0,013	0,056	< 0,01	< 0,01	0,120
26.07.2010	Fröndenberg	Warmen	< 0,01	0,058	0,013	0,269	< 0,01	< 0,01	0,340
26.07.2010	Schwerte	Westhofen	< 0,01	0,047	0,046	0,117	< 0,01	< 0,01	0,210
26.07.2010	Hagen	Hengstey	< 0,01	0,021	0,03	0,145	< 0,01	< 0,01	0,196
26.07.2010	Bochum	Stiepel	< 0,01	0,02	0,052	0,205	< 0,01	0,013	0,290
26.07.2010	Essen	Spiek	< 0,01	0,023	0,045	0,211	< 0,01	0,013	0,292
26.07.2010	Mülheim	Styrum-Ost	< 0,01	0,02	0,043	0,292	< 0,01	0,062	0,417

Eintragungspotenzial von Industriechemikalien durch Industriebetriebe am Beispiel des Eintragsgebietes der Ruhr

Datum	Probenahmestelle		g-PFOA	g-PFOS	Σ PFOA-PFOS	PFBA	PFPA	PFHxA	PFHpA	PFNA	PFDA	g-PFBS	g-PFHxS	Σ PFC
			[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]
28.07.2008	Meschede	Mengesohl	0,093	< 0,01	0,093	0,032	0,026	0,024	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,175
28.07.2008	Amsberg	Langel	0,051	0,017	0,068	0,017	0,013	0,011	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,109
28.07.2008	Wickede	Echthausen	0,054	0,011	0,065	0,053	0,019	0,027	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,164
28.07.2008	Fröndenberg	Warmen	0,055	0,022	0,077	0,046	0,019	0,025	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,167
28.07.2008	Schwerte	Hengsen	0,043	0,021	0,064	0,037	0,014	0,019	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,134
28.07.2008	Hagen	Hengstey	0,029	0,081	0,110	0,023	< 0,01	0,013	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,100	< 0,01	0,246
28.07.2008	Bochum	Stiepel	0,026	0,057	0,083	0,02	< 0,01	0,012	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,099	< 0,01	0,214
28.07.2008	Essen	Spiek	0,027	0,056	0,083	0,021	< 0,01	0,012	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,060	< 0,01	0,176
28.07.2008	Mülheim	Styrum-Ost	0,026	0,091	0,117	0,02	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,039	< 0,01	0,186
27.10.2008	Meschede	Mengesohl	0,074	0,01	0,084	0,022	0,022	0,021	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,149
27.10.2008	Amsberg	Langel	0,037	< 0,01	0,037	0,014	0,013	0,010	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,074
27.10.2008	Wickede	Echthausen	0,033	< 0,01	0,033	0,022	0,011	0,013	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,079
27.10.2008	Fröndenberg	Warmen	0,030	0,017	0,047	0,022	0,011	0,013	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,093
27.10.2008	Schwerte	Hengsen	0,030	0,025	0,055	0,020	0,011	0,012	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,012	< 0,01	0,110
27.10.2008	Hagen	Hengstey	0,014	0,057	0,071	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,019	< 0,01	0,090
27.10.2008	Bochum	Stiepel	0,013	0,056	0,069	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,019	< 0,01	0,088
27.10.2008	Essen	Spiek	0,013	0,041	0,054	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,016	< 0,01	0,070
27.10.2008	Mülheim	Styrum-Ost	0,014	0,047	0,061	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,020	< 0,01	0,081
26.01.2009	Meschede	Mengesohl	0,075	0,01	0,085	0,021	0,026	0,027	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,244
26.01.2009	Amsberg	Langel	0,035	< 0,01	0,035	0,011	0,014	0,012	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,107
26.01.2009	Wickede	Echthausen	0,029	< 0,01	0,029	0,019	0,01	0,012	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,099
26.01.2009	Fröndenberg	Warmen	0,027	< 0,01	0,027	0,018	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,082
26.01.2009	Schwerte	Westhofen	0,021	0,011	0,032	0,013	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,077
26.01.2009	Hagen	Hengstey	< 0,01	0,024	0,024	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,048
26.01.2009	Bochum	Stiepel	0,011	0,026	0,037	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,074
26.01.2009	Essen	Spiek	< 0,01	0,019	0,019	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,038
26.01.2009	Mülheim	Styrum-Ost	0,01	0,037	0,047	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,014	< 0,01	0,108
27.04.2009	Meschede	Mengesohl	0,047	< 0,01	0,047	0,013	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,107
27.04.2009	Amsberg	Langel	0,036	< 0,01	0,036	0,012	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,084
27.04.2009	Wickede	Echthausen	0,041	0,011	0,052	0,033	0,012	0,018	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	0,177
27.04.2009	Fröndenberg	Warmen	0,039	0,012	0,051	0,034	0,012	0,019	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,167
27.04.2009	Schwerte	Westhofen	0,035	0,029	0,064	0,024	< 0,01	0,013	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,041	< 0,01	0,206
27.04.2009	Hagen	Hengstey	0,017	0,064	0,081	0,012	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,028	< 0,01	0,202
27.04.2009	Bochum	Stiepel	0,016	0,032	0,048	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,019	< 0,01	0,115
27.04.2009	Essen	Spiek	0,015	0,03	0,045	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,017	< 0,01	0,107
27.04.2009	Mülheim	Styrum-Ost	0,015	0,039	0,054	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,017	< 0,01	0,125
27.07.2009	Meschede	Mengesohl	0,039	< 0,01	0,039	0,013	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,052
27.07.2009	Amsberg	Langel	0,021	< 0,01	0,021	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,031
27.07.2009	Wickede	Echthausen	0,032	0,01	0,042	0,031	0,011	0,016	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
27.07.2009	Fröndenberg	Warmen	0,032	< 0,01	0,032	0,028	0,01	0,015	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,085
27.07.2009	Schwerte	Westhofen	0,036	0,084	0,120	0,027	0,013	0,019	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,027	0,015	0,221
27.07.2009	Hagen	Hengstey	0,02	0,054	0,074	0,015	< 0,01	0,013	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,025	< 0,01	0,127
27.07.2009	Bochum	Stiepel	0,021	0,065	0,086	0,015	< 0,01	0,013	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,023	< 0,01	0,137
27.07.2009	Essen	Spiek	0,017	0,05	0,067	0,013	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,024	< 0,01	0,114
27.07.2009	Mülheim	Styrum-Ost	0,018	0,047	0,065	0,014	0,01	0,011	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,019	< 0,01	0,119
26.10.2009	Meschede	Mengesohl	0,046	0,013	0,059	0,012	0,012	0,012	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,095
26.10.2009	Amsberg	Langel	0,036	< 0,01	0,036	0,011	0,011	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,058
26.10.2009	Wickede	Echthausen	0,037	0,01	0,047	0,017	0,012	0,012	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,088
26.10.2009	Fröndenberg	Warmen	0,031	< 0,01	0,031	0,015	0,011	0,011	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,068
26.10.2009	Schwerte	Westhofen	0,041	0,033	0,074	0,019	0,013	0,013	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,039	< 0,01	0,158
26.10.2009	Hagen	Hengstey	0,017	0,029	0,046	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,021	< 0,01	0,067
26.10.2009	Bochum	Stiepel	0,02	0,027	0,047	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,01	0,077
26.10.2009	Essen	Spiek	0,016	0,02	0,036	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,013	< 0,01	0,049
26.10.2009	Mülheim	Styrum-Ost	0,015	0,025	0,040	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,013	< 0,01	0,053
25.01.2010	Meschede	Mengesohl	0,048	< 0,01	0,048	0,012	0,014	0,015	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,089
25.01.2010	Amsberg	Langel	0,024	< 0,01	0,024	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,024
25.01.2010	Wickede	Echthausen	0,028	< 0,01	0,028	0,026	0,01	0,014	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,078
25.01.2010	Fröndenberg	Warmen	0,028	< 0,01	0,028	0,025	0,01	0,014	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,077
25.01.2010	Schwerte	Westhofen	0,021	0,011	0,032	0,02	< 0,01	0,011	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,019	< 0,01	0,082
25.01.2010	Hagen	Hengstey	0,013	0,016	0,029	0,013	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,013	< 0,01	0,055
25.01.2010	Bochum	Stiepel	0,01	0,016	0,026	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	0,036
25.01.2010	Essen	Spiek	0,01	0,012	0,022	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,011	< 0,01	0,033
25.01.2010	Mülheim	Styrum-Ost	< 0,01	0,013	0,013	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	0,023
26.04.2010	Meschede	Mengesohl	0,036	< 0,01	0,036	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,046
26.04.2010	Amsberg	Langel	0,02	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02
26.04.2010	Wickede	Echthausen	0,027	< 0,01	0,027	0,021	0,01	0,014	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,072
26.04.2010	Fröndenberg	Warmen	0,025	< 0,01	0,025	0,018	< 0,01	0,012	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,055
26.04.2010	Schwerte	Westhofen	0,021	0,017	0,038	0,014	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,042	< 0,01	0,104
26.04.2010	Hagen	Hengstey	0,012	0,015	0,027	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,022	< 0,01	0,049
29.04.2010	Bochum	Stiepel	0,021	0,028	0,049	0,011	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,027	< 0,01	0,097
26.04.2010	Essen	Spiek	0,011	0,015	0,026	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,016	< 0,01	0,042
26.04.2010	Mülheim	Styrum-Ost	0,013	0,014	0,027	< 0,01	0,011	< 0,01	< 0,01	< 0,				

Eintragungspotenzial von Industriechemikalien durch Industriebetriebe am Beispiel des Eintragsgebietes der Ruhr

Datum	Probenahmestelle		Atenolol [µg/L]	Bezafibrat [µg/L]	Carbamazepin [µg/L]	Diclofenac [µg/L]	Ibuprofen [µg/L]	Metoprolol [µg/L]	Sotalol [µg/L]	Sulfamethoxazol [µg/L]	Sulfapyridin [µg/L]	Trimetoprim [µg/L]
28.07.2008	Meschede	Mengesohl	< 0,025	< 0,025	0,045	0,100	< 0,025	0,078	0,072	0,062	0,027	< 0,025
28.07.2008	Amsberg	Langel	< 0,025	< 0,025	0,041	0,047	< 0,025	0,060	0,046	0,032	< 0,025	< 0,025
28.07.2008	Wickede	Echthausen	< 0,025	< 0,025	0,059	0,067	< 0,025	0,089	0,066	0,048	< 0,025	< 0,025
28.07.2008	Fröndenberg	Warmen	< 0,025	< 0,025	0,069	0,078	< 0,025	0,110	0,074	0,054	0,026	< 0,025
28.07.2008	Schwerte	Hengsen	< 0,025	0,034	0,078	0,140	0,047	0,140	0,120	0,066	0,036	< 0,025
28.07.2008	Hagen	Hengstey	< 0,025	< 0,025	0,074	0,078	< 0,025	0,110	0,066	0,067	0,031	< 0,025
28.07.2008	Bochum	Stiepel	< 0,025	0,033	0,093	0,088	< 0,025	0,140	0,083	0,085	0,039	< 0,025
28.07.2008	Essen	Spiek	< 0,025	0,029	0,100	0,078	< 0,025	0,160	0,091	0,095	0,041	< 0,025
28.07.2008	Mülheim	Styrum-Ost	< 0,025	0,036	0,130	0,120	< 0,030	0,240	0,120	0,120	0,039	< 0,025
27.10.2008	Meschede	Mengesohl	< 0,025	0,049	0,059	0,150	< 0,025	0,120	0,096	0,068	0,032	< 0,025
27.10.2008	Amsberg	Langel	< 0,025	< 0,025	0,032	0,049	< 0,025	0,049	0,045	0,036	< 0,025	< 0,025
27.10.2008	Wickede	Echthausen	< 0,025	0,046	0,072	0,100	< 0,025	0,140	0,110	0,086	0,043	< 0,025
27.10.2008	Fröndenberg	Warmen	< 0,025	0,067	0,087	0,180	< 0,025	0,180	0,140	0,081	0,028	< 0,025
27.10.2008	Schwerte	Hengsen	< 0,025	0,068	0,094	0,180	< 0,025	0,170	0,150	0,140	0,088	< 0,025
27.10.2008	Hagen	Hengstey	< 0,025	0,045	0,081	0,083	< 0,025	0,087	0,080	0,072	0,032	< 0,025
27.10.2008	Bochum	Stiepel	< 0,025	0,073	0,120	0,150	< 0,025	0,210	0,120	0,110	0,062	< 0,025
27.10.2008	Essen	Spiek	0,030	0,078	0,130	0,180	< 0,025	0,260	0,140	0,130	0,070	< 0,025
27.10.2008	Mülheim	Styrum-Ost	0,026	0,061	0,140	0,130	< 0,025	0,240	0,140	0,130	0,052	< 0,025
26.01.2009	Meschede	Mengesohl	< 0,025	0,033	< 0,025	0,052	0,028	0,039	0,034	0,04	< 0,025	< 0,025
26.01.2009	Amsberg	Langel	< 0,025	< 0,025	< 0,025	0,025	< 0,025	< 0,025	0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
26.01.2009	Wickede	Echthausen	< 0,025	0,03	< 0,025	0,044	< 0,025	0,046	0,034	0,03	< 0,025	< 0,025
26.01.2009	Fröndenberg	Warmen	< 0,025	0,03	0,025	0,044	0,025	0,044	0,036	0,029	< 0,025	< 0,025
26.01.2009	Schwerte	Westhofen	< 0,025	0,045	0,029	0,056	0,031	0,05	0,039	0,036	< 0,025	< 0,025
26.01.2009	Hagen	Hengstey	< 0,025	0,036	0,034	0,05	0,028	0,059	0,035	0,025	< 0,025	< 0,025
26.01.2009	Bochum	Stiepel	< 0,025	0,053	0,04	0,077	0,035	0,076	0,043	0,036	< 0,025	< 0,025
26.01.2009	Essen	Spiek	< 0,025	0,054	0,041	0,074	0,037	0,088	0,046	0,036	< 0,025	< 0,025
26.01.2009	Mülheim	Styrum-Ost	< 0,025	0,06	0,05	0,085	0,037	0,091	0,051	0,038	< 0,025	< 0,025
27.04.2009	Meschede	Mengesohl	< 0,025	0,029	0,074	0,099	< 0,025	0,081	0,067	0,071	< 0,025	< 0,025
27.04.2009	Amsberg	Langel	< 0,025	< 0,025	0,068	< 0,025	< 0,025	0,031	0,037	0,042	< 0,025	< 0,025
27.04.2009	Wickede	Echthausen	< 0,025	0,034	0,1	0,047	< 0,025	0,1	0,08	0,06	0,032	< 0,025
27.04.2009	Fröndenberg	Warmen	< 0,025	0,042	0,1	0,061	< 0,025	0,11	0,088	0,053	0,028	< 0,025
27.04.2009	Schwerte	Westhofen	0,041	0,072	0,13	0,12	< 0,025	0,17	0,097	0,1	0,11	0,028
27.04.2009	Hagen	Hengstey	< 0,025	0,054	0,11	0,04	< 0,025	0,086	0,058	0,057	0,032	< 0,025
27.04.2009	Bochum	Stiepel	0,033	0,07	0,18	0,074	< 0,025	0,16	0,091	0,086	0,05	< 0,025
27.04.2009	Essen	Spiek	0,031	0,068	0,18	0,071	0,029	0,14	0,094	0,087	0,04	< 0,025
27.04.2009	Mülheim	Styrum-Ost	0,032	0,06	0,17	0,049	< 0,025	0,18	0,099	0,089	0,029	< 0,025
27.07.2009	Meschede	Mengesohl	< 0,025	< 0,025	0,031	0,067	< 0,025	0,07	0,055	0,059	< 0,025	< 0,025
27.07.2009	Amsberg	Langel	< 0,025	< 0,025	0,028	< 0,025	< 0,025	0,034	0,031	0,03	< 0,025	< 0,025
27.07.2009	Wickede	Echthausen	< 0,025	< 0,025	0,043	0,027	0,026	0,056	0,046	0,037	< 0,025	< 0,025
27.07.2009	Fröndenberg	Warmen	< 0,025	< 0,025	0,053	0,035	< 0,025	0,096	0,053	0,043	< 0,025	< 0,025
27.07.2009	Schwerte	Westhofen	0,025	0,026	0,096	0,081	< 0,025	0,2	0,11	0,088	0,062	< 0,025
27.07.2009	Hagen	Hengstey	< 0,025	< 0,025	0,089	0,026	< 0,025	0,043	0,047	0,064	0,026	< 0,025
27.07.2009	Bochum	Stiepel	< 0,025	0,027	0,11	0,046	< 0,025	0,23	0,082	0,086	0,046	< 0,025
27.07.2009	Essen	Spiek	< 0,025	0,027	0,12	0,036	< 0,025	0,2	0,085	0,092	0,035	< 0,025
27.07.2009	Mülheim	Styrum-Ost	< 0,025	0,029	0,14	0,045	< 0,025	0,23	0,1	0,12	0,03	< 0,025
26.10.2009	Meschede	Mengesohl	< 0,025	< 0,025	0,027	0,058	< 0,025	0,072	0,036	0,039	< 0,025	< 0,025
26.10.2009	Amsberg	Langel	< 0,025	< 0,025	0,026	0,039	< 0,025	0,057	0,029	0,032	< 0,025	< 0,025
26.10.2009	Wickede	Echthausen	< 0,025	0,028	0,065	0,092	< 0,025	0,16	0,075	0,068	0,033	< 0,025
26.10.2009	Fröndenberg	Warmen	< 0,025	0,033	0,058	0,077	< 0,025	0,15	0,069	0,066	0,031	< 0,025
26.10.2009	Schwerte	Westhofen	< 0,025	0,044	0,074	0,13	< 0,025	0,18	0,08	0,092	0,061	< 0,025
26.10.2009	Hagen	Hengstey	< 0,025	0,039	0,064	0,095	< 0,025	0,13	0,061	0,064	0,033	< 0,025
26.10.2009	Bochum	Stiepel	< 0,025	0,04	0,089	0,12	< 0,025	0,22	0,091	0,097	0,047	< 0,025
26.10.2009	Essen	Spiek	< 0,025	0,042	0,099	0,14	< 0,025	0,28	0,1	0,11	0,05	< 0,025
26.10.2009	Mülheim	Styrum-Ost	< 0,025	0,04	0,098	0,12	< 0,025	0,27	0,1	0,11	0,04	< 0,025
25.01.2010	Meschede	Mengesohl	< 0,025	< 0,025	< 0,025	0,058	< 0,025	0,044	0,038	0,04	< 0,025	< 0,025
25.01.2010	Amsberg	Langel	< 0,025	< 0,025	< 0,025	0,034	< 0,025	0,031	0,026	0,027	< 0,025	< 0,025
25.01.2010	Wickede	Echthausen	< 0,025	< 0,025	0,034	0,059	< 0,025	0,075	0,042	0,044	< 0,025	< 0,025
25.01.2010	Fröndenberg	Warmen	< 0,025	< 0,025	0,037	0,061	< 0,025	0,089	0,048	0,046	< 0,025	< 0,025
25.01.2010	Schwerte	Westhofen	< 0,025	0,043	0,047	0,093	0,027	0,11	0,056	0,059	0,039	< 0,025
25.01.2010	Hagen	Hengstey	< 0,025	0,039	0,049	0,084	< 0,025	0,11	0,049	0,048	0,028	< 0,025
25.01.2010	Bochum	Stiepel	< 0,025	0,051	0,062	0,11	0,031	0,16	0,063	0,063	0,037	< 0,025
25.01.2010	Essen	Spiek	0,026	0,056	0,066	0,13	0,039	0,18	0,07	0,066	0,039	< 0,025
25.01.2010	Mülheim	Styrum-Ost	< 0,025	0,053	0,074	0,13	0,032	0,18	0,074	0,066	0,036	< 0,025
26.04.2010	Meschede	Mengesohl	< 0,025	< 0,025	0,04	0,1	< 0,025	0,065	0,055	0,043	< 0,025	< 0,025
26.04.2010	Amsberg	Langel	< 0,025	< 0,025	0,03	< 0,025	< 0,025	0,03	0,032	< 0,025	< 0,025	< 0,025
26.04.2010	Wickede	Echthausen	< 0,025	0,031	0,066	0,055	< 0,025	0,091	0,061	0,058	< 0,025	< 0,025
26.04.2010	Fröndenberg	Warmen	< 0,025	0,034	0,066	0,045	< 0,025	0,092	0,068	0,06	< 0,025	< 0,025
26.04.2010	Schwerte	Westhofen	0,026	0,064	0,092	0,078	< 0,025	0,13	0,08	0,086	0,044	< 0,025
26.04.2010	Hagen	Hengstey	< 0,025	0,048	0,079	0,038	< 0,025	0,073	0,052	0,063	0,027	< 0,025
29.04.2010	Bochum	Stiepel	0,025	0,069	0,11	0,06	< 0,025	0,13	0,072	0,094	0,033	< 0,025
26.04.2010	Essen	Spiek	0,026	0,063	0,11	0,056	0,025	0,16	0,075	0,084	0,031	< 0,025
26.04.2010	Mülheim	Styrum-Ost	0,032	0,077	0,13	0,043	< 0,025	0,17	0,085	0,11	0,028	< 0,025
26.07.2010	Meschede	Mengesohl	< 0,025	< 0,025	0,1	0,12	< 0,025	0,13	0,095	0,13	0,055	0,030
26.07.2010	Amsberg	Langel	< 0,025	< 0,025	0,059	< 0,025	< 0,025	0,051	0,04	0,057	< 0,025	< 0,025
26.07.2010	Wickede	Echthausen	< 0,025	< 0,025	0,066	0,032	< 0,025	0,091	0,05	0,053	< 0,025	< 0,025
26.07.2010	Fröndenberg	Warmen	< 0,025	< 0,025	0,064	0,032	< 0,025	0,096	0,051	0,049	< 0,025	< 0,025
26.07.2010	Schwerte	Westhofen	< 0,025	< 0,025	0,085	0,056	< 0,025	0,13	0,065	0,071	0,032	< 0,025
26.07.2010	Hagen	Hengstey	< 0,025	< 0,025	0,081	0,028	< 0,025	0,11	0,05	0,056	< 0,025	< 0,025
26.07.2010	Bochum	Stiepel	< 0,025	< 0,025	0,13	0,044	< 0,025	0,21	0,076	0,093	< 0,025	< 0,025
26.07.2010	Essen	Spiek	< 0,025	< 0,025	0,14	0,04	< 0,025	0,24	0,08	0,1	0,025	< 0,025
26.07.2010	Mülheim	Styrum-Ost	< 0,025	< 0,025	0,16	0,029	< 0,025	0,27	0,079	0,11	< 0,025	< 0,025

Datum	Probenahmestelle		Amidotrizoesäure	lohexol	lomeprol	lopamidol	loproimid	loxithalaminsäure	Σ RKM
			[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]
28.07.2008	Meschede	Mengesohl	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,000
28.07.2008	Arnsberg	Langel	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,000
28.07.2008	Wickede	Echthausen	0,130	< 0,05	< 0,05	0,260	< 0,05	< 0,05	0,390
28.07.2008	Fröndenberg	Warmen	0,200	< 0,05	< 0,05	0,480	< 0,05	< 0,05	0,680
28.07.2008	Schwerte	Hengsen	0,260	< 0,05	0,066	0,950	< 0,05	< 0,05	1,276
28.07.2008	Hagen	Hengstey	0,240	0,051	0,240	0,280	0,120	< 0,05	0,931
28.07.2008	Bochum	Stiepel	0,280	0,098	0,440	0,280	0,160	< 0,05	1,258
28.07.2008	Essen	Spiek	0,330	0,120	0,580	0,310	0,160	< 0,05	1,500
28.07.2008	Mülheim	Styrum-Ost	0,510	0,330	0,420	0,610	0,150	< 0,05	2,020
27.10.2008	Meschede	Mengesohl	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,140	< 0,05	< 0,05	0,140
27.10.2008	Arnsberg	Langel	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,085	< 0,05	< 0,05	0,085
27.10.2008	Wickede	Echthausen	0,430	< 0,05	0,069	1,400	0,052	< 0,05	1,951
27.10.2008	Fröndenberg	Warmen	0,390	< 0,05	0,083	1,200	0,140	< 0,05	1,813
27.10.2008	Schwerte	Hengsen	0,470	< 0,05	0,290	1,100	0,067	< 0,05	1,927
27.10.2008	Hagen	Hengstey	0,320	0,065	0,330	0,530	0,190	< 0,05	1,435
27.10.2008	Bochum	Stiepel	0,530	0,190	1,100	0,700	0,200	< 0,05	2,720
27.10.2008	Essen	Spiek	0,590	0,170	0,960	0,760	0,210	< 0,05	2,690
27.10.2008	Mülheim	Styrum-Ost	0,530	0,490	0,810	0,110	0,190	< 0,05	2,130
26.01.2009	Meschede	Mengesohl	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,000
26.01.2009	Arnsberg	Langel	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,000
26.01.2009	Wickede	Echthausen	0,089	< 0,05	< 0,05	0,12	< 0,05	< 0,05	0,209
26.01.2009	Fröndenberg	Warmen	0,076	< 0,05	< 0,05	0,13	< 0,05	< 0,05	0,206
26.01.2009	Schwerte	Westhofen	0,1	< 0,05	0,067	0,16	< 0,05	< 0,05	0,327
26.01.2009	Hagen	Hengstey	0,17	0,077	0,24	0,2	0,17	< 0,05	0,857
26.01.2009	Bochum	Stiepel	0,17	0,06	0,28	0,28	0,12	< 0,05	0,910
26.01.2009	Essen	Spiek	0,18	0,065	0,31	0,36	0,15	< 0,05	1,065
26.01.2009	Mülheim	Styrum-Ost	0,21	0,19	0,56	0,42	0,1	< 0,05	1,480
27.04.2009	Meschede	Mengesohl	0,088	< 0,05	< 0,05	0,05	< 0,05	< 0,05	0,138
27.04.2009	Arnsberg	Langel	0,087	< 0,05	0,099	0,058	< 0,05	< 0,05	0,244
27.04.2009	Wickede	Echthausen	0,41	0,058	0,2	1,1	0,055	< 0,05	1,823
27.04.2009	Fröndenberg	Warmen	0,34	0,058	0,21	0,87	0,082	< 0,05	1,560
27.04.2009	Schwerte	Westhofen	0,68	0,06	0,96	0,74	0,27	< 0,05	2,710
27.04.2009	Hagen	Hengstey	0,38	0,16	0,81	0,47	0,23	< 0,05	2,050
27.04.2009	Bochum	Stiepel	0,62	0,57	1,7	0,87	0,21	< 0,05	3,970
27.04.2009	Essen	Spiek	0,52	0,38	1,3	0,81	0,23	0,053	3,293
27.04.2009	Mülheim	Styrum-Ost	0,48	0,61	0,95	1	0,17	< 0,05	3,210
27.07.2009	Meschede	Mengesohl	0,08	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,08
27.07.2009	Arnsberg	Langel	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05
27.07.2009	Wickede	Echthausen	0,12	< 0,05	0,064	0,46	< 0,05	< 0,05	0,644
27.07.2009	Fröndenberg	Warmen	0,19	< 0,05	0,075	0,47	< 0,05	< 0,05	0,735
27.07.2009	Schwerte	Westhofen	0,34	0,055	0,18	0,72	0,078	< 0,05	1,373
27.07.2009	Hagen	Hengstey	0,35	0,076	0,22	0,39	0,14	< 0,05	1,176
27.07.2009	Bochum	Stiepel	0,48	0,17	0,57	0,53	0,13	< 0,05	1,88
27.07.2009	Essen	Spiek	0,43	< 0,05	0,54	0,51	0,13	< 0,05	1,61
27.07.2009	Mülheim	Styrum-Ost	0,64	0,55	0,61	0,72	0,11	< 0,05	2,63
26.10.2009	Meschede	Mengesohl	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0
26.10.2009	Arnsberg	Langel	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0
26.10.2009	Wickede	Echthausen	0,36	< 0,05	0,15	0,29	0,088	< 0,05	0,888
26.10.2009	Fröndenberg	Warmen	0,27	< 0,05	0,064	0,48	< 0,05	< 0,05	0,814
26.10.2009	Schwerte	Westhofen	0,28	< 0,05	< 0,05	0,57	< 0,05	< 0,05	0,85
26.10.2009	Hagen	Hengstey	0,33	0,055	0,15	0,28	0,12	< 0,05	0,935
26.10.2009	Bochum	Stiepel	0,49	0,12	0,38	0,37	0,067	< 0,05	1,427
26.10.2009	Essen	Spiek	0,55	< 0,05	0,39	0,39	0,067	< 0,05	1,397
26.10.2009	Mülheim	Styrum-Ost	0,58	0,27	0,28	0,6	0,15	< 0,05	1,88
25.01.2010	Meschede	Mengesohl	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0
25.01.2010	Arnsberg	Langel	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05
25.01.2010	Wickede	Echthausen	0,14	< 0,05	< 0,05	0,24	< 0,05	< 0,05	0,38
25.01.2010	Fröndenberg	Warmen	0,16	0,055	0,053	0,37	< 0,05	< 0,05	0,638
25.01.2010	Schwerte	Westhofen	0,23	< 0,05	0,12	0,45	0,08	< 0,05	0,88
25.01.2010	Hagen	Hengstey	0,23	0,078	0,25	0,32	0,17	< 0,05	1,048
25.01.2010	Bochum	Stiepel	0,28	0,16	0,56	0,29	0,16	< 0,05	1,45
25.01.2010	Essen	Spiek	0,32	0,21	0,79	0,33	0,18	< 0,05	1,83
25.01.2010	Mülheim	Styrum-Ost	0,41	0,41	0,66	0,48	0,14	< 0,05	2,1
26.04.2010	Meschede	Mengesohl	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0
26.04.2010	Arnsberg	Langel	0,059	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,059
26.04.2010	Wickede	Echthausen	0,35	< 0,05	0,068	0,83	0,052	< 0,05	1,3
26.04.2010	Fröndenberg	Warmen	0,4	< 0,05	0,091	0,77	0,12	< 0,05	1,381
26.04.2010	Schwerte	Westhofen	0,54	0,11	0,65	0,49	0,14	< 0,05	1,93
26.04.2010	Hagen	Hengstey	0,48	0,13	0,3	0,28	0,18	< 0,05	1,37
29.04.2010	Bochum	Stiepel	0,59	0,33	1	0,37	0,17	< 0,05	2,46
26.04.2010	Essen	Spiek	0,58	0,44	1,1	0,42	0,23	0,056	2,826
26.04.2010	Mülheim	Styrum-Ost	0,53	1,2	1,5	0,5	0,19	0,057	3,977
26.07.2010	Meschede	Mengesohl	0,26	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,26
26.07.2010	Arnsberg	Langel	0,16	< 0,05	0,068	0,05	< 0,05	< 0,05	0,278
26.07.2010	Wickede	Echthausen	0,29	< 0,05	0,054	0,44	< 0,05	< 0,05	0,784
26.07.2010	Fröndenberg	Warmen	0,33	< 0,05	0,07	0,37	0,052	< 0,05	0,822
26.07.2010	Schwerte	Westhofen	0,38	0,056	0,16	0,34	< 0,05	< 0,05	0,936
26.07.2010	Hagen	Hengstey	0,35	< 0,05	0,13	0,25	0,082	< 0,05	0,812
26.07.2010	Bochum	Stiepel	0,62	0,17	0,57	0,36	0,076	< 0,05	1,796
26.07.2010	Essen	Spiek	0,6	0,13	0,52	0,43	0,066	< 0,05	1,746
26.07.2010	Mülheim	Styrum-Ost	0,71	0,42	0,5	0,64	0,072	< 0,05	2,342