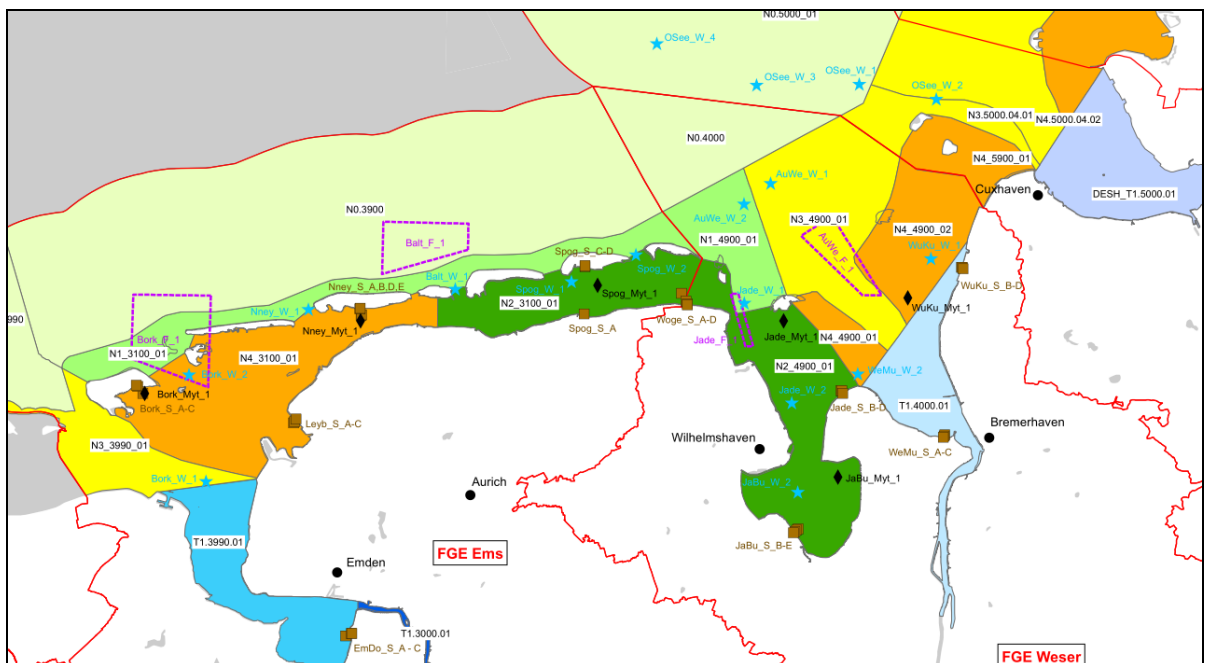


Umsetzung der MSRL an der niedersächsischen Küste: Deskriptor 8 - Schadstoffe

Weiterentwicklung der Grundlagen einer Schadstoffbewertung – Situationsbewertung und Handlungsoptionen



Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung GmbH

Autoren:

Michaela Warnke und Elith Wittrock

Datum: 18.12.2014

Erstellt im Auftrag des

Niedersächsischen Landesbetriebs für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz



**Niedersächsischer Landesbetrieb
für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz
Betriebsstelle Brake - Oldenburg**

Auftraggeber: Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Geschäftsbereich III (Flussgebietsmanagement Übergangs-/Küstengewässer)
Betriebsstelle Brake-Oldenburg
Ratsherr Schulze Straße 10
26122 Oldenburg
Tel.: 0441/799-2262
www.nlwkn.de

Auftragnehmer: Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung GmbH (ARSU)
Escherweg 1
26121 Oldenburg
Telefon 0441/97 174 97
Telefax 0441/97 174 73

www.arsu.de
info@arsu.de

Projektleitung:
Elith Wittrock, Dipl.-Biol.

Projektbearbeitung:
Michaela Warnke, Dipl. Landschaftsökol.
Sabrina Weitekamp, M.Sc. Biologie

Datum: 18.12.2014

Dieser Bericht ist durch den Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz beauftragt worden. Die Verantwortung für den Inhalt liegt allein bei den Autoren. Der Bericht gibt die Auffassung der Autoren wieder und muss nicht mit der Meinung des NLWKN übereinstimmen. Der NLWKN übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung der Rechte Dritter. Der Auftraggeber behält sich alle Rechte vor, insbesondere darf dieser Bericht nur mit seiner Zustimmung ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. Dritten zugänglich gemacht werden.

Zitiervorschlag:

ARSU GMBH (2014): Umsetzung der MSRL an der niedersächsischen Küste: Deskriptor 8 – Schadstoffe. Weiterentwicklung der Grundlagen einer Schadstoffbewertung – Situationsbewertung und Handlungsoptionen. Bericht erstellt im Auftrag des NLWKN. Oldenburg, 86 S. + Anhänge.

Inhalt

1. Einleitung	1
2. Einleitorsituation an der niedersächsischen Küste (Emission)	3
2.1 Direkteinleiter	3
2.2 Flussfrachten	14
2.3 Diskussion der Frachtberechnung	19
3. Schadstoffbelastung an der niedersächsischen Küste (Immission)	21
3.1 Aufgabenstellung	21
3.2 Stoffauswahl	21
3.3 Datengrundlage	22
3.3.1 Daten zu Schadstoffen im Wasser	22
3.3.2 Daten zu Schadstoffen im Sediment	23
3.3.3 Daten zu Schadstoffen in Biota	25
3.4 Methodik	27
3.4.1 Bewertungsmaßstäbe: Umweltqualitätsnormen, OSPAR-Richtwerte und Zeitreihen	27
3.4.2 Erläuterungen zur Trendermittlung	32
3.4.3 Erläuterungen zur Bewertung der Monitoring-Daten	32
3.5 Analyse der Schadstoffbelastung	34
3.5.1 Blei	40
3.5.2 Cadmium	44
3.5.3 Nickel	48
3.5.4 Quecksilber	49
3.5.5 Hexachlorbenzol	53
3.5.6 Pentachlorbenzol	53
3.5.7 Benzo(a)pyren	54
3.5.8 Benzo(ghi)perylene	57
3.5.9 Indeno(1,2,3-cd)pyren	58
3.5.10 Fluoranthene	59
3.5.11 Dibutylzinn-Kation	61
3.5.12 Tributylzinn-Kation	63
3.5.13 Tetraethylzinn	65
3.6 Zusammenfassende Bewertung der Schadstoffbelastung an der niedersächsischen Küste	65
4. Beziehung der Ergebnisse des Monitorings zu Frachten/Einleitungen	68
5. Eignung der Bewertungsverfahren hinsichtlich MSRL	73
5.1 Anforderungen aus der MSRL	73
5.2 Vergleichende Betrachtung der Vorgaben gem. WRRL, OSPAR CEMP und MSRL 75	75
5.3 Vorschlag einer Bewertung der Küstengewässer für die MSRL	78
6. Handlungsoptionen für ein küstenweites Schadstoffmonitoring für die MSRL	82
Literatur	85
Rechtliche Grundlagen	86
Anhang I	87
Anhang II liegt als separater Band vor.	

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Übergangs- und Küstengewässer in Niedersachsen (Quelle: NLWKN 2013)	2
Abb. 2:	Direkteinleitungen in die Übergangsgewässer „Ems“ und „Ems-Ästuar“	4
Abb. 3:	Direkteinleitungen in das polyhaline Wattenmeer der Ems	5
Abb. 4:	Direkteinleitungen in das euhaline Wattenmeer der Ems	6
Abb. 5:	Direkteinleitungen in das euhaline Wattenmeer (Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte)	7
Abb. 6:	Direkteinleitungen in das Übergangsgewässer Weser	11
Abb. 7:	Direkteinleitungen in das Übergangsgewässer Elbe	13
Abb. 8:	Mittlere Blei-Konzentrationen im Wasser 2005-2012	41
Abb. 9:	Mittlere Blei-Konzentrationen im Sediment 1997-2012	42
Abb. 10:	Mittlere Blei-Konzentrationen in Muscheln 2006-2013	43
Abb. 11:	Mittlere Blei-Konzentrationen in Flundern 2006-2013	43
Abb. 12:	Mittlere Cadmium-Konzentration im Wasser 2005-2011	45
Abb. 13:	Mittlere Cadmium-Konzentration im Sediment 1997-2012	46
Abb. 14:	Mittlere Cadmium-Konzentration in Muscheln 2006-2013	47
Abb. 15:	Mittlere Cadmium-Konzentration in Fischen 2006-2013	47
Abb. 16:	Mittlere Nickel-Konzentrationen im Wasser 2005-2012	49
Abb. 17:	Mittlere Quecksilber-Konzentrationen im Wasser 2005-2012	50
Abb. 18:	Mittlere Quecksilber-Konzentrationen im Sediment 1997-2012	51
Abb. 19:	Mittlere Quecksilber-Konzentrationen in Muscheln 2006-2013	52
Abb. 20:	Mittlere Quecksilber-Konzentrationen in Flundern 2006-2013	52
Abb. 21:	Mittlere Benzo(a)pyren -Konzentrationen im Sediment 1997-2012 (Daten auf einen TOC-Gehalt von 2,5 % normalisiert)	56
Abb. 22:	Mittlere Benzo(a)pyren -Konzentrationen in Muscheln 2006-2013	57
Abb. 23:	Mittlere Fluoranthren-Konzentrationen im Sediment 1997-2012 (Daten auf einen TOC-Gehalt von 2,5 % normalisiert)	60
Abb. 24:	Mittlere Dibutylzinn-Konzentrationen im Sediment 1997-2012 (Daten auf einen TOC-Gehalt von 2,5 % normalisiert)	62
Abb. 25:	Mittlere Tributylzinn-Konzentrationen im Sediment 1997-2012 (Daten auf einen TOC-Gehalt von 2,5 % normalisiert)	64
Abb. 26:	Geltungsbereiche der verschiedenen Überwachungsprogramme (BMU 2013)	76

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Schadstofffrachten, die mit dem Abwasser in die Übergangsgewässer der Ems eingeleitet werden	4
Tab. 2:	Schadstofffrachten, die mit dem Abwasser in das polyhaline Wattenmeer der Ems eingeleitet werden	6
Tab. 3:	Schadstofffrachten, die mit dem Abwasser in das euhaline Wattenmeer der Ems eingeleitet werden	7
Tab. 4:	Schadstofffrachten, die mit dem Abwasser in das euhaline Wattenmeer (Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte) eingeleitet werden	8
Tab. 5:	Schadstofffrachten, die mit dem Abwasser in das Übergangsgewässer Weser eingeleitet werden	12
Tab. 6:	Schadstofffrachten, die mit dem Abwasser in das Übergangsgewässer Elbe eingeleitet werden	13
Tab. 7:	Gemittelte Flussfrachten 2009 – 2012	15
Tab. 8:	Mittlere Abflüsse der Jahre 2009-2012	17
Tab. 9:	Vergleich von mittleren Schwermetall-Frachten und -Konzentrationen in den Flüssen	18
Tab. 10:	Vergleich der hier berechneten Flussfrachten (Messstelle Gandersum) mit Frachtberechnungen im Rahmen des OSPAR RID Monitorings (Messstelle Herbrum)	19
Tab. 11:	Größenklassen der untersuchten Muscheln	25
Tab. 12:	Grenz- und Richtwerte der untersuchten Metalle	29
Tab. 13:	Grenz- und Richtwerte der untersuchten Pestizide und PAK (Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe)	30
Tab. 14:	Grenz- und Richtwerte der untersuchten Organozinnverbindungen	31
Tab. 15:	Bewertung der Schadstoffbelastung im Bereich der FGE Ems	35
Tab. 16:	Bewertung der Schadstoffbelastung im Bereich der FGE Weser	37
Tab. 17:	Bewertung der Schadstoffbelastung im Bereich der FGE Elbe	39
Tab. 18:	Zusammenstellung der signifikanten Trends	66
Tab. 19:	Gegenüberstellung von Belastungsschwerpunkten und Einleitungen	68
Tab. 20:	Überwachte Stoffe im Wasser, Sediment und in Biota sowie Angaben zu Frachten und Beurteilungswerten	70
Tab. 21:	Ziele und Anwendungsbereiche von WRRL, OSPAR CEMP und MSRL	75
Tab. 22:	Vergleich der Bewertungsverfahren nach WRRL und OSPAR CEMP	76
Tab. 23:	Beurteilungswerte zur Einstufung des guten Umweltzustands gemäß MSRL	79
Tab. 24:	Bewertung des guten Umweltzustands an den einzelnen Monitoring-Stationen im Jahr 2011/2012	79

Abkürzungen

AWZ:	Ausschließliche Wirtschaftzone
BG:	Bestimmungsgrenze
BLMP:	Bund/Länder-Messprogramm
CEMP:	Coordinated Environmental Monitoring Programme als Teil der OSPAR Konvention
EAC:	Environmental assessment concentrations
FGE:	Flussgebietseinheit
GES:	Good Environmental Status (Guter Umweltzustand)
MSRL:	Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie
OGewV:	Oberflächengewässerverordnung
OSPAR:	Völkerrechtlicher Vertrag zum Schutz der Nordsee und des Nordostatlantiks, benannt nach den Konventionen von Oslo und Paris
TOC:	Total Organic Carbon (Gesamter organischer Kohlenstoff)
UQN:	Umweltqualitätsnorm
WRRL:	Wasserrahmenrichtlinie

1. Einleitung

Im Juni 2008 wurde vom europäischen Parlament und dem Rat die Richtlinie zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie) veröffentlicht (2008/56/EG) und 2011 durch eine Änderung des Wasserhaushaltsgesetzes im deutschen Recht implementiert (§§ 45a-I WHG).

Ziel der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) ist die Erreichung oder Erhaltung eines guten Zustands der Meeresumwelt bis zum Jahr 2020. Dabei berücksichtigt sie die bestehenden Maßnahmen zum Schutz des Meeres, die z. B. aufgrund von Rechtsvorschriften der Gemeinschaft getroffen werden, so dass Synergien genutzt werden und andere einschlägige Bewertungen Berücksichtigung finden.

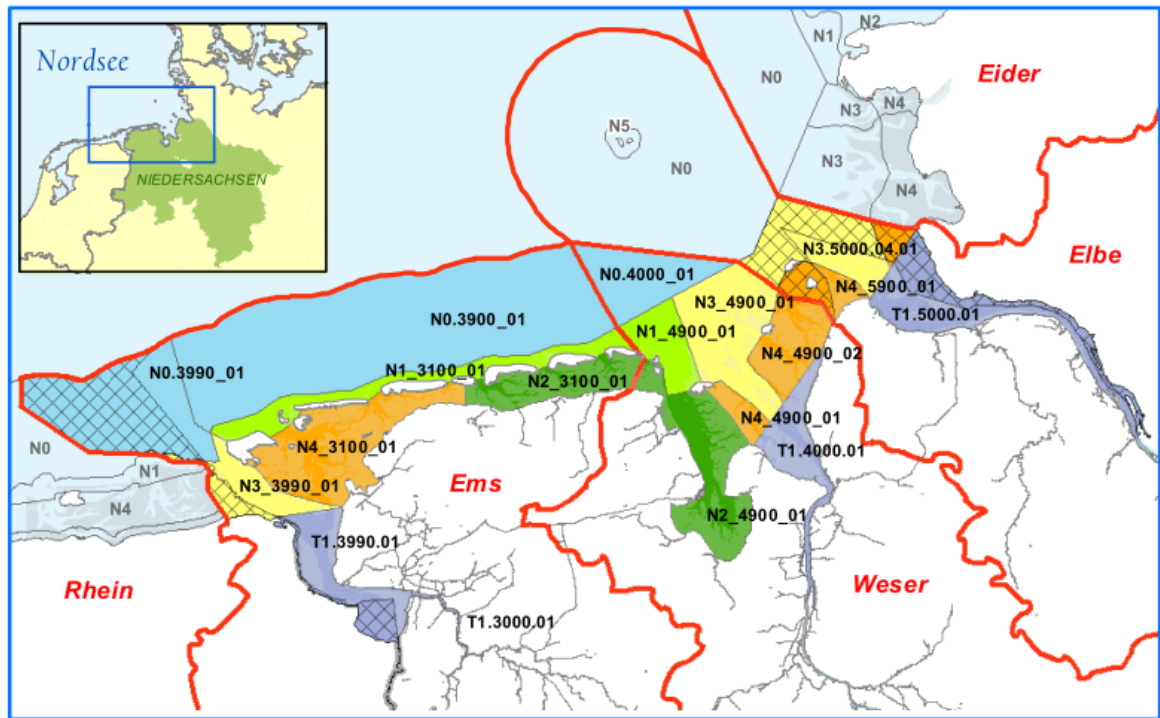
Von den gemäß Artikel 5 erforderlichen Schritten für die Entwicklung der jeweiligen Meeresstrategien wurden die Anfangsbewertung (BMU 2012a), die Beschreibung eines Guten Umweltzustands (BMU 2012b) und die Festlegung von Umweltzielen (BMU 2012c) abgeschlossen. Mit der Anfangsbewertung liegt ein Überblick über die Belastungssituation der gesamten deutschen Nordsee vor, wobei insbesondere die Ergebnisse aller bereits bestehenden nationalen Überwachungsprogramme der Meeresumwelt zusammengefasst wurden.

Zur Festlegung des guten Umweltzustands werden in Anhang I der MSRL elf qualitative Deskriptoren beschrieben. Der Deskriptor „Schadstoffe“ (D8) umfasst Schadstoffkonzentrationen sowie durch sie verursachte biologische Effekte und definiert sich wie folgt: „Aus den Konzentrationen an Schadstoffen ergibt sich keine Verschmutzungswirkung“ (BMU 2012b). Als Indikatoren für die detaillierte Analyse wurden von der Europäischen Kommission Schadstoffkonzentrationen (D8.1) und Schadstoffwirkungen auf Ökosystemkomponenten und physisch betroffene Biota (D8.2) festgelegt (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2010).

Die Bewertung der Schadstoffkonzentrationen im Meer erfolgt u. a. an Hand der Bewertungsmaßstäbe der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) oder in Anlehnung an das OSPAR-Bewertungsschema (Völkerrechtlicher Vertrag zum Schutz der Nordsee und des Nordostatlantiks - OSPAR), das auch für den Qualitätszustandsbericht zum Wattenmeer (The Wadden Sea Quality Status Report - QSR) (OSPAR 2010) Anwendung fand. An der niedersächsischen Küste werden Schadstoffe von industriellen Direkteinleitern und von Klärwerken eingeleitet. Außerdem gelangen große Mengen über die Flüsse in die Küstengewässer. Für den Deskriptor 8 (Schadstoffe) wurde in Deutschland das Umweltziel „Meere ohne Verschmutzung durch Schadstoffe“ festgelegt. Als untergeordnete operative Ziele wurden u. a. eine Reduktion von Schadstoffeinträgen über die Flüsse sowie eine Reduktion der Schadstoffkonzentrationen in der Meeresumwelt zur Erreichung des guten Umweltzustands definiert (BMU 2012c).

Ziel der vorliegenden Studie ist zum einen die Darstellung der Belastungssituation bzw. der Belastungsschwerpunkte in niedersächsischen Küstengewässern in Bezug auf Frachten durch Direkteinleiter und die Flüsse sowie in Bezug auf Schadstoffkonzentrationen (Kap. 2 und 3). Räumliche Bezugsgrößen sind hierbei die Wasserkörper und Flussgebietseinheiten an der niedersächsischen Küste (s. Abb. 1), für die eine Auswertung von Monitoring-Daten des Bund/Länder-Messprogramms (BLMP) erfolgt. Aufbauend auf der Analyse der Belastungssituation sollen zum

anderen für den Deskriptor 8.1 (Schadstoffkonzentrationen) ein Vergleich der Bewertungen gem. OSPAR CEMP (Coordinated Environmental Monitoring Programme) und WRRL hinsichtlich ihrer Eignung für die Anwendung der Überwachung gem. MSRL durchgeführt sowie Empfehlungen für eine optimale Bewertung gegeben werden (Kap. 5 und 6).



Die Übergangs- und Küstengewässer Niedersachsens - Typisierung der Wasserkörper nach EG-Wasserrahmenrichtlinie

Küstengewässer

- euhalines offenes Küstengewässer (N1)
- euhalines Wattenmeer (N2)
- polyhalines offenes Küstengewässer (N3)
- polyhalines Wattenmeer (N4)

Übergangsgewässer

- Übergangsgewässer (T1)

Küstenmeer

- Küstenmeer (N0)

~ Grenzen der Flussgebietseinheiten

WK-Anteil angrenzender Staaten/Bundesländer
(An Staats- bzw. Landesgrenzen ist die deutsche bzw. niedersächsische Auffassung des Grenzverlaufs dargestellt.)

Abb. 1: Übergangs- und Küstengewässer in Niedersachsen (Quelle: NLWKN 2013)

2. Einleitersituation an der niedersächsischen Küste (Emission)

2.1 Direkteinleiter

Schadstoffe werden entlang der niedersächsischen Küste punktuell in die Gewässer eingeleitet. Bei der folgenden Zusammenstellung werden Einleiter unterhalb der Gütemessstationen Farge (Weser), Gandersum (Ems) und Grauerort (Elbe) berücksichtigt, die sich maximal fünf Flusskilometer von der Mündung in die Küste entfernt befinden und über 2000 EW¹ einleiten. Es handelt sich um Einleitungen verschiedener Industriebetriebe, Soleeinleitungen und Einleitungen durch kommunale Kläranlagen. Die folgenden Abbildungen (Abb. 2 bis Abb. 7) zeigen die relevanten Direkteinleitungen in die Wasserkörper entlang der niedersächsischen Küste.

Aus den am jeweiligen Einleitpunkt gemessenen Schadstoffkonzentrationen der Jahre 2009 bis 2012 sowie den jeweiligen Jahresabwasserwerten wurden durch den NLWKN Frachten berechnet und zur Verfügung gestellt.² Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenzen (BG) wurden mit 0,5 mal BG bei der Frachtberechnung berücksichtigt. Die eingeleiteten Frachten sind den Tabellen 1 bis 6 zu entnehmen, wobei die Einzeldaten der Einleiter jeweils für die betroffenen Wasserkörper summiert wurden.

Die Einträge der Schwermetalle Blei, Cadmium, Nickel und Quecksilber in die Wasserkörper wurden zusätzlich kartografisch dargestellt. In den Karten 1, 2, 4 und 5 in Anhang I sind die gemittelten Frachten der Jahre 2009-2012 der Direkteinleiter den jeweiligen Flussfrachten (s. Kap. 2.2) gegenübergestellt. Durch Direkteinleiter werden die höchsten Bleifrachten mit rund 890 kg/a in das Übergangsgewässer Weser (T1.4000.01) eingeleitet. Auch bei den Cadmium- und Quecksilbereinträgen ist das Übergangsgewässer Weser am stärksten belastet (ca. 51,4 kg Cd/a und 3,9 kg Hg/a). Die Quecksilbereinträge in den Jadebusen (N2_4900_01) sind allerdings mit 3,8 kg/a ähnlich hoch. Die höchsten Nickeleinträge sind am Übergangsgewässer Elbe (T1.5000.01) zu verzeichnen (583 kg/a) aber auch die Direkteinleitungen in das Übergangsgewässer Weser (T1.4000.01) sind mit 403 kg/a noch wesentlich höher als im Bereich der anderen Wasserkörper.

¹ Einwohnerwert

² Schriftliche Mitteilung des NLWKN, Betriebsstelle Brake-Oldenburg vom 09.05.2014.

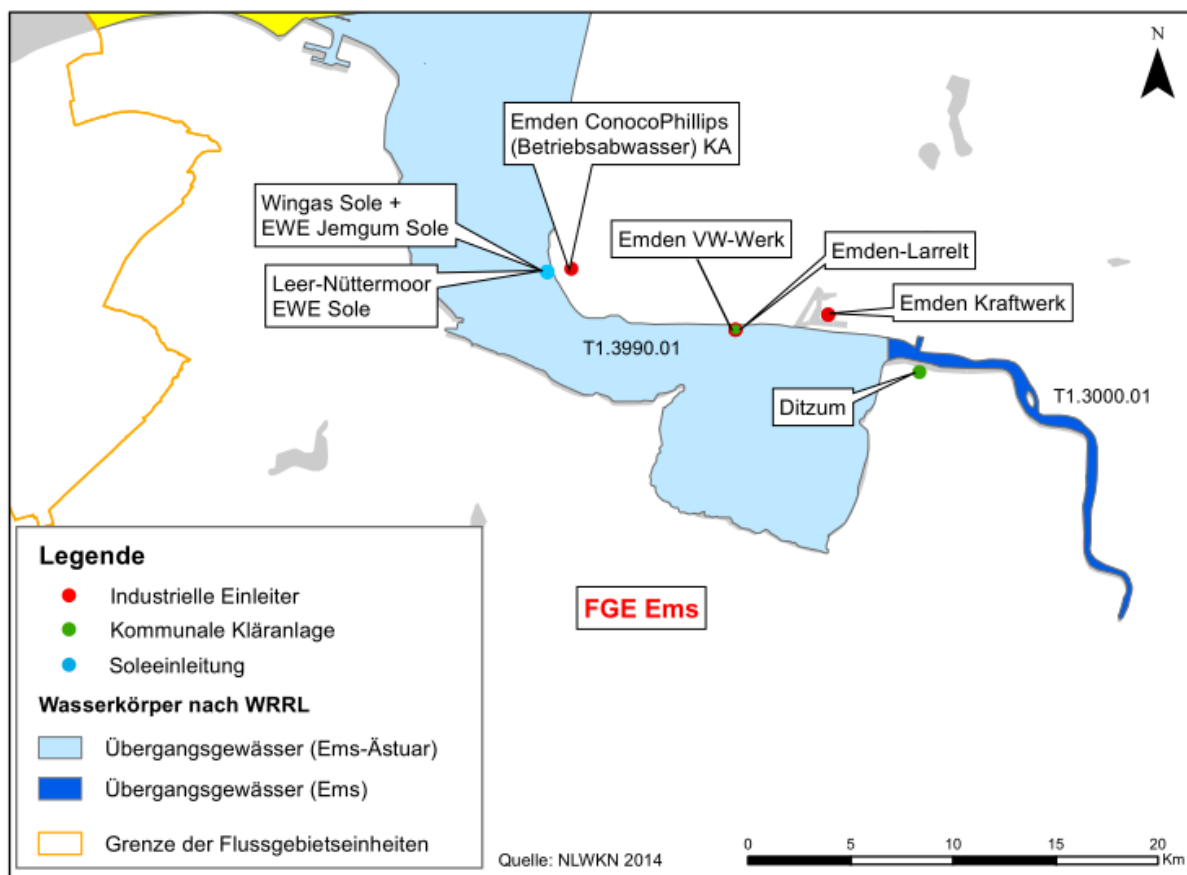


Abb. 2: Direkteinleitungen in die Übergangsgewässer „Ems“ und „Ems-Ästuar“

Tab. 1: Schadstofffrachten, die mit dem Abwasser in die Übergangsgewässer der Ems eingeleitet werden

Parameter	Fracht 2009 [kg/a]	Fracht 2010 [kg/a]	Fracht 2011 [kg/a]	Fracht 2012 [kg/a]
Industrielle Einleiter (n = 3)				
AOX	28,49	17,06	37,61	15,34
Eisen	20.406,71	1.586,20	313,83	247,53
Fluorid	k.A.	2.473,35	2.151,02	2.235,00
Fluorid, gelöst	1.558,94	1.179,29	1.310,27	k.A.
Kohlenwasserst., bez. auf Heizöl EL (H18)	k.A.	k.A.	17,55	k.A.
Kohlenwasserstoffe, i.d.O.	13,53	7,62	1,33	0,95
Zink	16,09	23,89	26,27	12,67
Stickstoff, gesamt, anorganisch	63.523,18	60.407,62	10.218,46	7.979,21
Ammoniumstickstoff	5.658,49	9.748,96	614,52	346,90
Phosphor, gesamt	1.104,48	1.813,08	312,73	251,25
Kommunale Kläranlagen (n = 2)				
Stickstoff, gesamt, anorganisch	30.004,19	55.152,20	51.795,91	34.009,07
Ammoniumstickstoff	10.998,52	44.070,94	24.844,30	13.604,23
Phosphor, gesamt	2.333,75	1.905,85	2.144,84	2.021,46

Parameter	Fracht 2009 [kg/a]	Fracht 2010 [kg/a]	Fracht 2011 [kg/a]	Fracht 2012 [kg/a]
Soleeinträge (n = 2)				
Cadmium	k.A.	0,36	0,36	0,01
Calcium	k.A.	2.688.889,23	1.259.251,214	13.186.815,72
Chlorid	k.A.	660.293.990,61	322.254.071,92	3.231.766.313,47
Gesamtposphat-Phosphor	k.A.	2.1087,34	k.A.	k.A.
Kalium	k.A.	2.246.251,63	1.287.408,50	10.425.432,18
Magnesium	k.A.	737.778,89	3.94.576,91	3.118.480,28
Natrium	k.A.	401.221.215,21	198.641.697,08	2.038.005.299,59
Quecksilber	k.A.	k.A.	0,03	k.A.
Sulfat	k.A.	12.242.684,57	6.321.157,25	53.939.726,44
Zink	k.A.	1.432,48	67,42	2,23

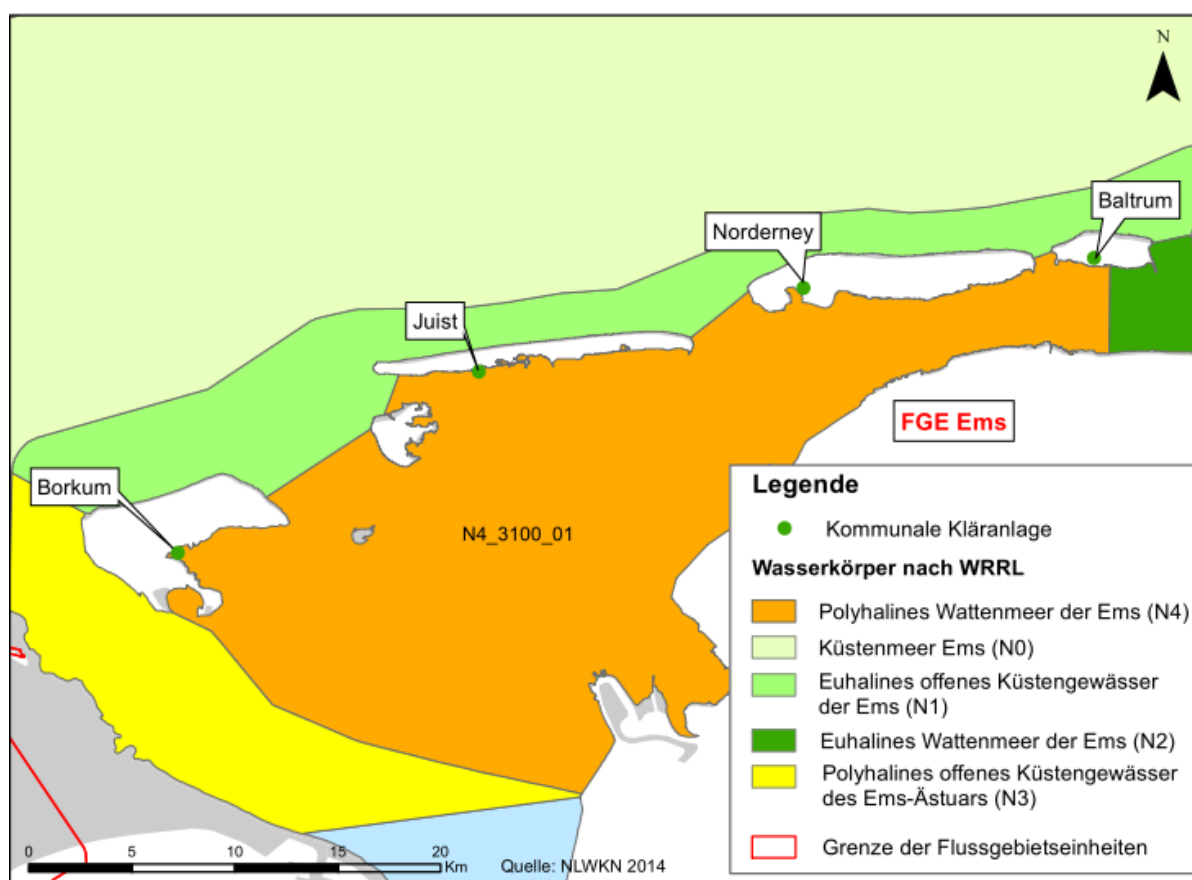


Abb. 3: Direkteinträge in das polyhaline Wattenmeer der Ems

Tab. 2: Schadstofffrachten, die mit dem Abwasser in das polyhaline Wattenmeer der Ems eingeleitet werden

Parameter	Fracht 2009 [kg/a]	Fracht 2010 [kg/a]	Fracht 2011 [kg/a]	Fracht 2012 [kg/a]
Kommunale Kläranlagen (n = 4)				
AOX	k.A.	k.A.	129,40	109,89
Blei	k.A.	k.A.	k.A.	4,56
Cadmium	k.A.	k.A.	k.A.	0,41
Chrom	k.A.	k.A.	k.A.	8,45
Kupfer	k.A.	k.A.	k.A.	155,45
Nickel	k.A.	k.A.	k.A.	5,24
Quecksilber	k.A.	k.A.	k.A.	0,08
Gesamter gebundener Stickstoff (TNb)	10.518,56	12.232,89	13.204,08	13.165,15
Stickstoff, gesamt, anorganisch	7.542,92	8.223,36	8.638,29	7.620,08
Ammoniumstickstoff	2.388,66	3.007,12	2.929,53	3.085,47
Phosphor, gesamt	2.698,46	2.752,24	2.784,28	3.073,76

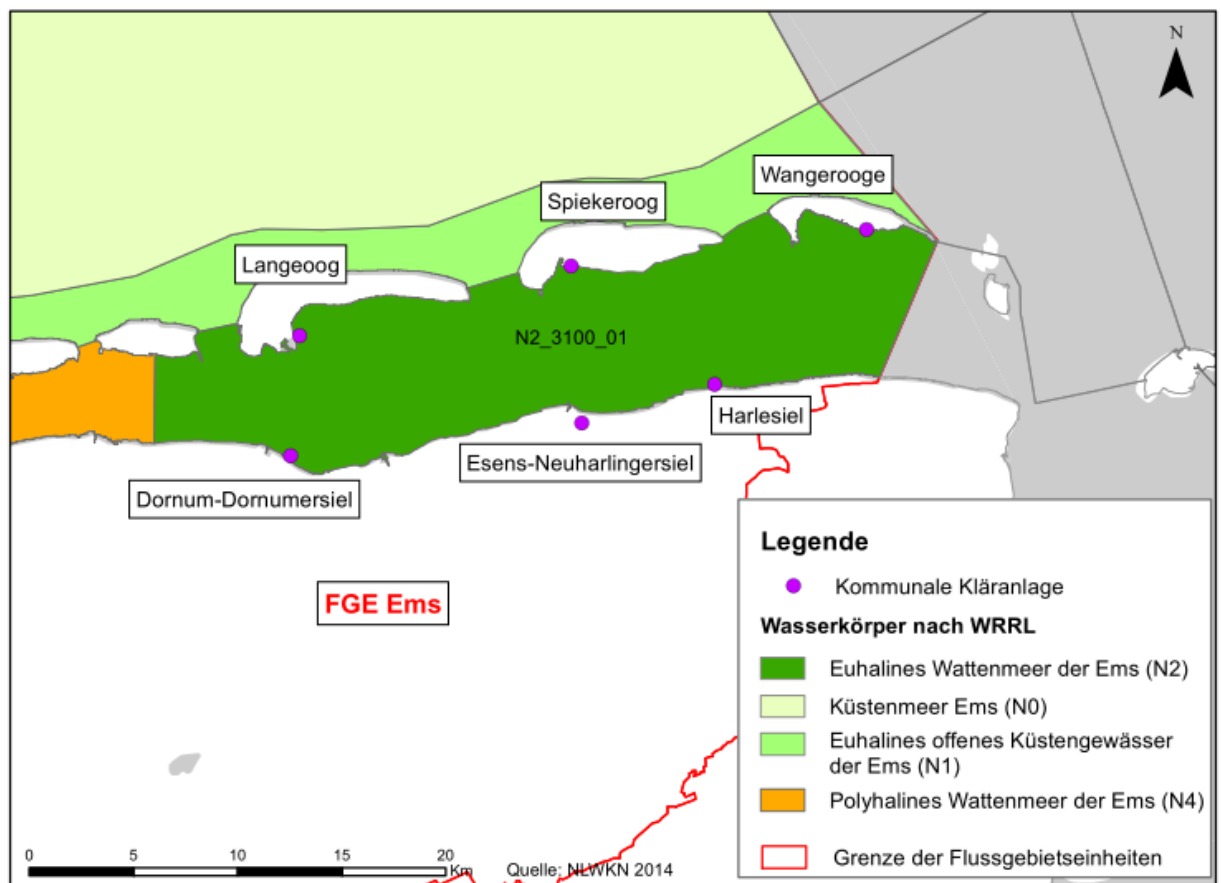


Abb. 4: Direkteinleitungen in das euhaline Wattenmeer der Ems

Tab. 3: Schadstofffrachten, die mit dem Abwasser in das euhaline Wattenmeer der Ems eingeleitet werden

Parameter	Fracht 2009 [kg/a]	Fracht 2010 [kg/a]	Fracht 2011 [kg/a]	Fracht 2012 [kg/a]
Kommunale Kläranlagen (n = 6)				
AOX	k.A.	14,48	k.A.	36,37
Blei	k.A.	2,08	k.A.	1,79
Cadmium	k.A.	0,24	k.A.	0,19
Chrom	k.A.	2,03	k.A.	1,92
Kupfer	k.A.	55,52	k.A.	44,32
Nickel	k.A.	4,37	k.A.	4,48
Quecksilber	k.A.	0,04	k.A.	0,24
Stickstoff, gesamt, anorganisch	8.539,77	8.271,00	6.586,08	6.190,78
Ammoniumstickstoff	4.700,61	4.426,07	2.650,71	2.539,53
Phosphor, gesamt	1.621,25	1.549,33	1.445,97	1.441,79

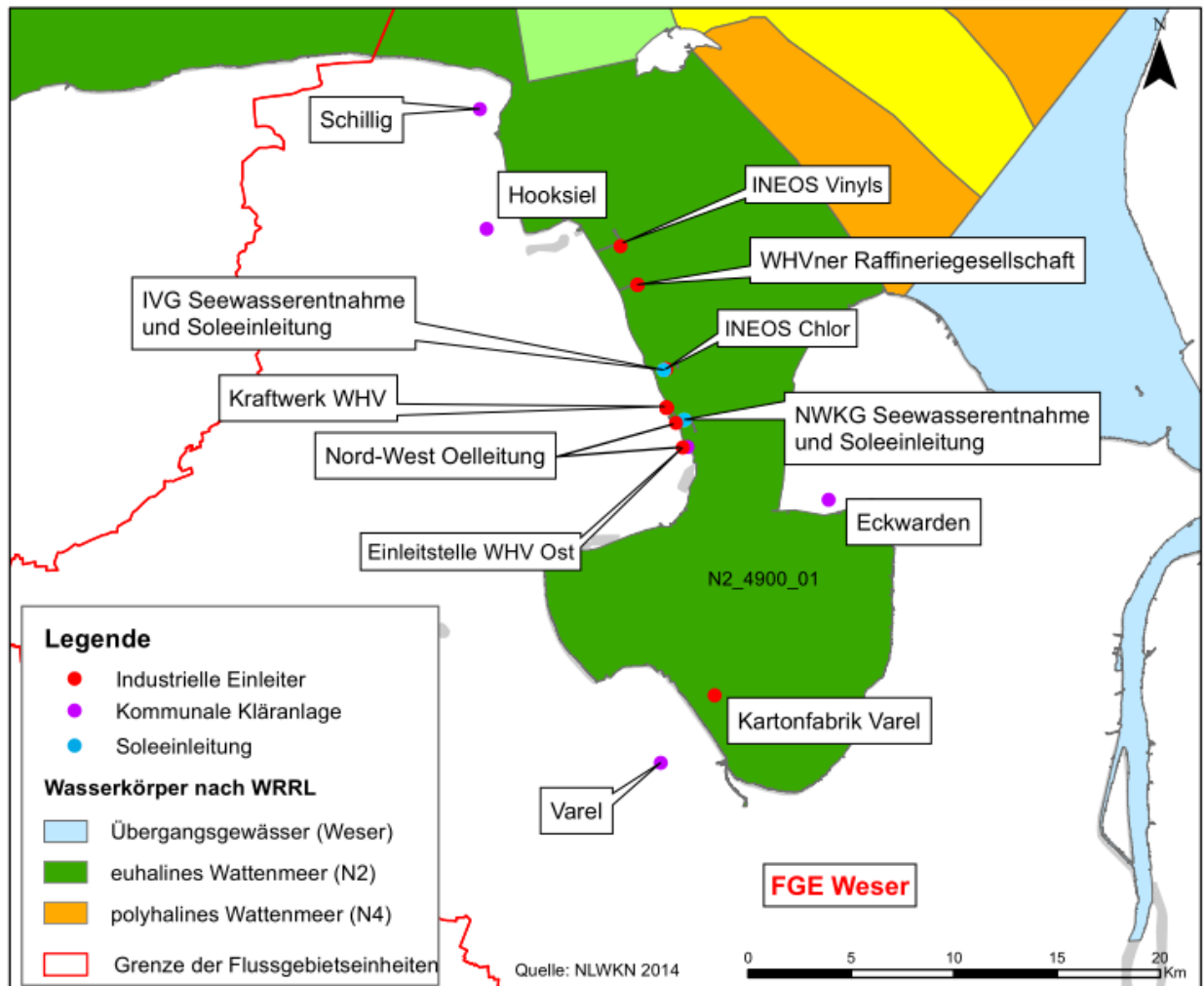


Abb. 5: Direkteinleitungen in das euhaline Wattenmeer (Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte)

Tab. 4: Schadstofffrachten, die mit dem Abwasser in das euhaline Wattenmeer (Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte) eingeleitet werden

Parameter	Fracht 2009 [kg/a]	Fracht 2010 [kg/a]	Fracht 2011 [kg/a]	Fracht 2012 [kg/a]
Industrielle Einleiter (n = 6)				
1,1,1,2-Tetrachlorethan	0,02	0,02	0,02	k.A.
1,1,1-Trichlorethan	0,01	0,28	0,53	k.A.
1,1,2,2-Tetrachlorethan	5,01	5,57	5,31	k.A.
1,1,2-Trichlorethan	3,01	3,34	3,18	k.A.
1,1-Dichlorethan	5,01	5,57	5,31	k.A.
1,1-Dichlorethen (Vinylidenchlorid)	1,00	1,11	1,06	k.A.
1,2,3,4-Tetrachlorbenzol	k.A.	k.A.	0,002	k.A.
1,2,3,5-Tetrachlorbenzol	k.A.	k.A.	0,002	k.A.
1,2,3-Trichlorbenzol	k.A.	k.A.	0,002	k.A.
1,2,3-Trichlorpropan	3,49	3,34	3,18	k.A.
1,2-Dibromethan	k.A.	0,11	0,11	k.A.
1,2-Dichlorbenzol	k.A.	k.A.	0,002	k.A.
1,2-Dichlorethan	6,01	6,69	6,37	6,09
1,2-Dichlorethen, cis-	10,02	11,15	10,61	k.A.
1,2-Dichlorethen, trans-	5,01	5,57	5,31	k.A.
1,2-Dichlorpropan	1,50	1,67	1,59	k.A.
1,3,5-Trichlorbenzol	k.A.	k.A.	0,002	k.A.
1,3-Dichlorbenzol	k.A.	k.A.	0,002	k.A.
1,3-Dichlorbutan	k.A.	0,22	k.A.	k.A.
1,3-Dichlorpropen, cis-	0,50	0,56	0,53	k.A.
1,3-Dichlorpropen, trans-	0,50	0,56	0,53	k.A.
1,4-Dichlorbenzol	k.A.	k.A.	0,002	k.A.
1,4-Dichlorbutan	k.A.	0,01	k.A.	k.A.
2,3-Dichlorpropen	0,50	0,56	0,53	k.A.
2,4'-DDD	k.A.	k.A.	0,002	0,002
2,4'-DDT	0,002	0,002	0,002	0,002
2-Chlorpropen	5,01	5,57	5,31	k.A.
3-Chlorpropen (Allylchlorid)	5,01	5,57	5,31	k.A.
4,4'-DDD	k.A.	k.A.	0,002	0,002
4,4'-DDE	0,001	0,001	0,002	0,002
4,4-DDT	0,001	0,004	0,002	0,002
Aldrin	0,002	0,001	0,002	0,002
AOX	2.776,51	3.333,95	2.813,70	1.254,90
Arsen	k.A.	k.A.	0,21	0,19
Blei	13,97	13,76	13,05	12,03
Bromdichlormethan	0,02	0,01	0,01	k.A.
Bromid	4.442,64	4.848,38	3.078,11	6.094,67
Cadmium	2,86	2,55	2,37	2,28
Chlordan, cis-	k.A.	k.A.	0,002	k.A.
Chlordan, trans-	k.A.	k.A.	0,002	k.A.
Chlorid	11.841.913,89	13.901.180,75	12.450.852,16	9.517.455,11
Chrom	14,01	14,39	15,93	21,32
Cyanid, Betriebsmethode	22,59	16,49	11,05	1,78
Dibromchlormethan	0,05	0,06	0,05	k.A.
Dibrommethan	k.A.	0,11	0,11	k.A.
Dichlormethan	5,01	5,57	5,31	5,08
Dieldrin	0,001	0,001	0,002	0,002
Eisen	242,17	216,97	147,01	128,33
Endosulfan, alpha -	0,001	k.A.	0,002	0,002
Endosulfan, beta -	0,002	0,002	0,002	0,002
Endrin	0,01	0,01	0,002	0,002

Parameter	Fracht 2009 [kg/a]	Fracht 2010 [kg/a]	Fracht 2011 [kg/a]	Fracht 2012 [kg/a]
Flüchtig. organ. gebundene Halogene (POX)	10,02	9,86	10,61	18,28
Fluorid	1.352,39	1.105,75	1.190,82	1.182,85
Halogenkohlenwasserst., Summe lt. Anhang 40	0,02	k.A.	k.A.	k.A.
Heptachlor	k.A.	0,001	0,002	0,002
Heptachlorepoxyd, cis-	k.A.	0,001	0,002	0,002
Heptachlorepoxyd, trans-	k.A.	0,001	0,002	0,002
Hexachlorbenzol (HCB)	k.A.	k.A.	0,0003	k.A.
Hexachlorbutadien	0,0003	0,0003	0,002	0,002
Hexachlorcyclohexan, (Lindan) gamma -	0,002	0,001	0,002	0,002
Hexachlorcyclohexan, alpha -	0,004	0,003	0,002	0,002
Hexachlorcyclohexan, beta -	0,005	0,010	0,002	0,002
Hexachlorcyclohexan, delta -	0,002	0,002	0,002	0,002
Hexachlorcyclohexan, Summe der Isomeren	k.A.	k.A.	0,002	k.A.
Hexachlorethan	0,0002	0,0002	0,002	0,002
Isodrin	0,001	0,001	0,002	0,002
Kohlenwasserst., bez. auf Heizöl EL (H18)	80,10	520,78	73,28	15,23
Kohlenwasserstoffe, bezogen auf Squalan	7,45	5,04	k.A.	k.A.
Kohlenwasserstoffe, i.d.O.	0,61	0,22	0,10	0,07
Kupfer	67,41	62,29	51,56	29,19
Methoxychlor	0,003	0,003	0,002	0,002
Mirex	k.A.	k.A.	0,002	k.A.
Nickel	55,59	27,29	15,51	13,55
PCDD/PCDF	0,17	k.A.	0,05	k.A.
Pentachlorbenzol	k.A.	k.A.	0,002	k.A.
Polychlor. Biphenyle, Summe als Deca-PCB	k.A.	k.A.	0,000	k.A.
Quecksilber	1,62	1,37	2,05	1,49
Sulfat	802.814,28	596.448,44	447.654,01	426.598,76
Sulfid	32,34	25,17	53,41	44,99
Tetrachlorethen	0,01	0,01	0,01	k.A.
Tetrachlormethan	0,003	0,003	0,001	k.A.
Thallium	0,65	0,28	0,35	0,35
Tribrommethan	0,11	0,14	0,11	k.A.
Trichlorethen	0,01	0,01	0,01	k.A.
Trichlormethan	0,95	0,45	0,38	k.A.
Zink	26,34	14,55	15,85	15,79
Stickstoff, gesamt, anorganisch	19.623,01	14.266,42	15.970,20	14.542,04
Ammoniumstickstoff	8.891,76	5.650,66	4.966,56	2.991,59
Phosphor, gesamt	4.666,08	3.570,70	3.653,01	4.820,75
Kommunale Kläranlagen (n = 5)				
AOX	539,85	259,55	385,22	279,66
Blei	26,21	11,65	6,50	23,55
Cadmium	2,46	1,06	1,20	1,18
Chlorid	k.A.	k.A.	6.170,55	6.993,29
Chrom	20,44	30,72	31,31	19,41
Kupfer	15,72	13,24	5,58	8,68
Nickel	96,96	103,82	77,57	88,19
Quecksilber	2,62	2,65	2,74	0,54
Stickstoff, gesamt, anorganisch	154.720,23	109.947,68	117.109,32	120.620,93
Ammoniumstickstoff	22.261,54	31.450,99	37.417,93	9.618,91
Phosphor, gesamt	7.969,99	7.245,21	8.766,02	6.235,62

Parameter	Fracht 2009 [kg/a]	Fracht 2010 [kg/a]	Fracht 2011 [kg/a]	Fracht 2012 [kg/a]
Soleeintritte (n = 2)				
Blei	k.A.	k.A.	k.A.	75,5*
Cadmium	k.A.	k.A.	k.A.	2,9*
Calcium	k.A.	25.532.051,61	28.290.051,29	k.A.
Chlorid	k.A.	7.162.679.747,01	6.836.739.337,9	6.583.227.950,45
Chrom	k.A.	k.A.	k.A.	-35,2*
Kalium	k.A.	11.193.014,96	11.115.336,56	k.A.
Kohlenwasserst., bez. auf Heizöl EL (H18)	k.A.	k.A.	-43,13	-19,35
Kohlenwasserstoffe, i.d.O.	k.A.	1,02	k.A.	k.A.
Kupfer	k.A.	k.A.	k.A.	-8,5*
Magnesium	k.A.	-2.841.939,82	2.073.743,66	k.A.
Natrium	k.A.	4388734585,10	4.105.651.943,7	k.A.
Natrium, gelöst	k.A.	3.932.491.392,00	k.A.	k.A.
Nickel	k.A.	k.A.	k.A.	-19,4*
Quecksilber	k.A.	k.A.	k.A.	0,8*
Sulfat	k.A.	2.841.511,96	4.450.558,14	6.628.512,87

*Daten stammen aus einem Sonderuntersuchungsprogramm; Quelle: GEOLOGISCHES BÜRO C. SEIDEL (2014). Negative Werte weisen auf Verbleib der Stoffe im Kavernensumpf hin.

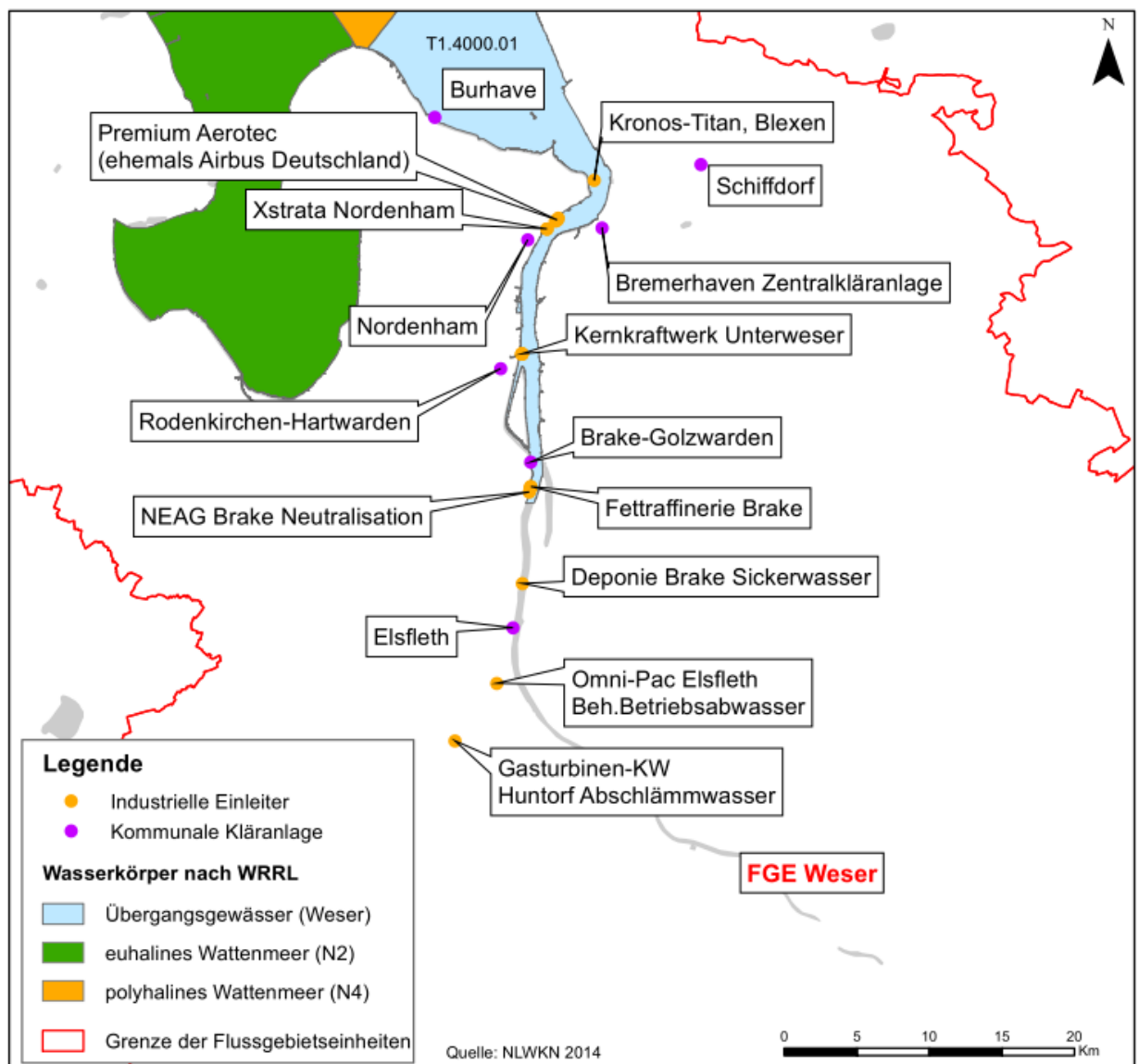


Abb. 6: Direkteinleitungen in das Übergangsgewässer Weser

Tab. 5: Schadstofffrachten, die mit dem Abwasser in das Übergangsgewässer Weser eingeleitet werden

Parameter	Fracht 2009 [kg/a]	Fracht 2010 [kg/a]	Fracht 2011 [kg/a]	Fracht 2012 [kg/a]
Industrielle Einleiter (n = 9)				
Aluminium	42.765,97	36.651,73	36.403,10	44.248,22
AOX	225,43	268,64	257,55	189,45
Arsen	2,99	4,71	4,12	1,27
Blei	658,12	1205,37	804,68	678,61
Cadmium	55,22	36,97	29,14	22,88
Chlorid	37.118.695,62	49.924.856,07	59.580.417,19	46.338.087,92
Chrom	2.591,34	2.572,90	2.655,31	2.457,03
Chrom VI	0,06	0,19	0,18	0,21
Cyanid	0,06	0,06	0,11	0,12
Eisen	668.287,71	778.890,28	797.495,98	700.058,41
Hydrazin	k.A.	k.A.	6,02	1,61
Kohlenwasserstoffe	36,76	35,27	57,94	46,17
Kupfer	180,51	203,10	185,15	134,54
Mangan	10.255,68	11.752,81	11.398,48	9.357,57
Nickel	212,69	405,66	435,10	368,32
Quecksilber	2,21	4,16	2,89	5,21
Sulfat	21.480.407,17	23.638.894,47	24.667.875,22	21.502.840,06
Sulfid	14,11	15,78	15,44	10,00
Thallium	7,46	29,20	2,45	8,45
Titan	62.120,50	98.635,25	129.999,24	96.126,42
Vanadium	3.477,66	3.525,02	4.102,08	3.476,29
Zink	2.481,72	3.480,81	2.790,82	2.528,63
Stickstoff, gesamt, anorganisch	35.486,44	4.1003,85	4.2130,17	55.454,99
Ammoniumstickstoff	603,86	2.046,88	1.453,68	1.576,80
Phosphor, gesamt	1.566,04	2.192,79	4.568,87	1.707,53
Kommunale Kläranlagen (n = 7)				
AOX	487,26	543,68	731,68	649,53
Arsen	6,55	10,74	11,02	9,15
Blei	10,83	11,42	110,56	77,31
Cadmium	10,83	11,42	21,15	17,78
Chlorid	k.A.	k.A.	837.906,10	444.525,12
Chrom	10,83	11,42	21,15	17,78
Kupfer	10,83	55,40	21,15	33,34
Nickel	41,69	34,27	54,37	61,43
Quecksilber	k.A.	k.A.	0,60	0,40
Zink	140,77	108,51	112,19	156,25
Stickstoff, gesamt, anorganisch	125.085,08	157.930,68	83.888,12	93.000,67
Ammoniumstickstoff	62.985,86	94.872,79	44.092,66	60.761,26
Phosphor, gesamt	6.472,70	8.029,49	7.138,38	5.302,96

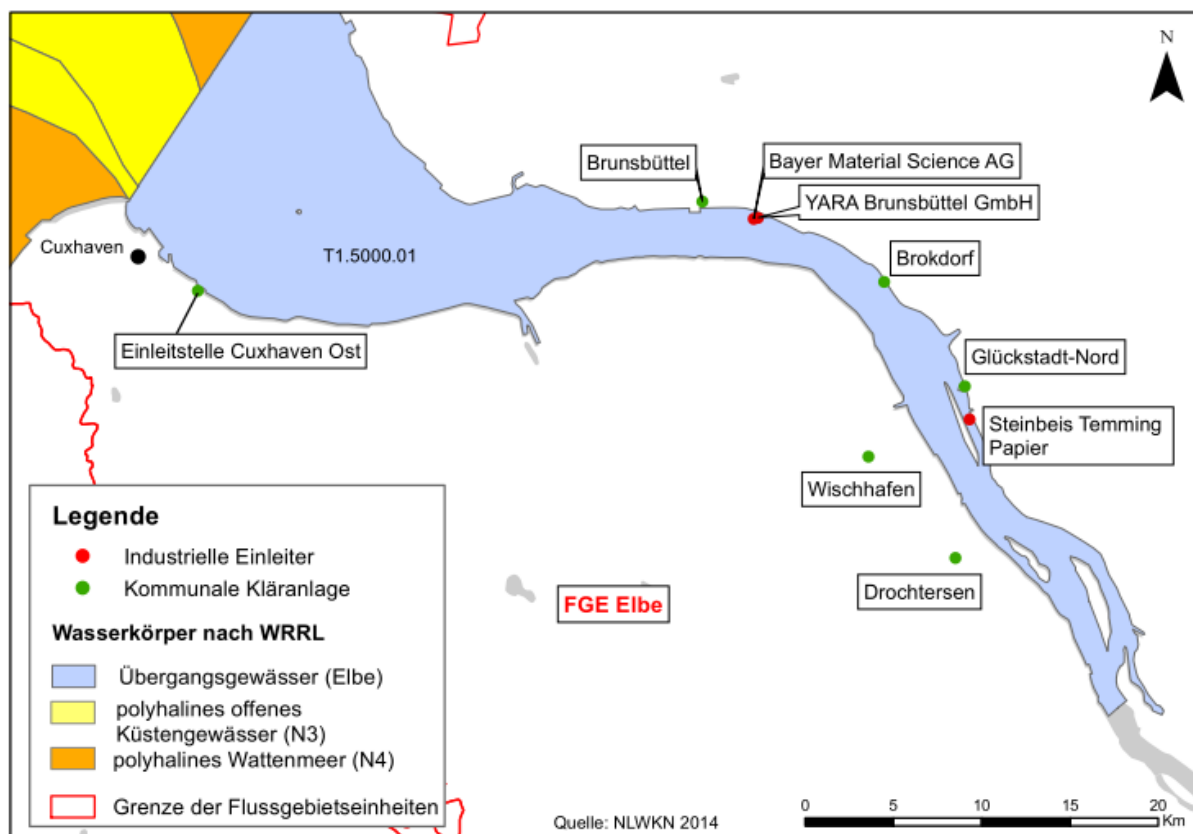


Abb. 7: Direkteinleitungen in das Übergangsgewässer Elbe

Tab. 6: Schadstofffrachten, die mit dem Abwasser in das Übergangsgewässer Elbe eingeleitet werden

Parameter	Fracht 2009 [kg/a]	Fracht 2010 [kg/a]	Fracht 2011 [kg/a]	Fracht 2012 [kg/a]
Industrielle Einleiter (n = 3)				
1,2 - Dichlorbenzol	50,51	k.A.	k.A.	k.A.
AOX	447,69	404,16	539,29	517,64
Blei	24,07	34,86	41,21	48,22
Cadmium	12,61	14,73	17,04	15,47
Chlorbenzol	45,62	k.A.	k.A.	k.A.
Chlorid	13.887.546,12	18.636.392,52	22.159.131,00	21.446.092,81
Chrom	40,26	60,95	32,61	142,39
Fluorid	2.7702,29	7.799,91	k.A.	k.A.
Kupfer	150,62	170,60	296,63	333,53
Nickel	351,67	689,38	664,19	612,57
Phenolindex nach Dest., Farbstoffext	19,72	k.A.	k.A.	k.A.
Quecksilber	0,47	0,38	0,50	0,35
Sulfat	3.546.208,26	9.103.173,59	6.324.901,28	3.307.076,48
Tetrachlormethan	48,63	k.A.	k.A.	k.A.
Trichlormethan	5.571,31	k.A.	k.A.	k.A.
Vanadium	27,19	76,69	179,25	94,04
Zink	138.549,34	2.122,48	30.320,18	7.655,37
Zinn	304,15	12,09	29,73	13,03
Stickstoff, gesamt, anorganisch	131.038,91	117.526,81	96.743,29	145.295,64

Parameter	Fracht 2009 [kg/a]	Fracht 2010 [kg/a]	Fracht 2011 [kg/a]	Fracht 2012 [kg/a]
Ammoniumstickstoff	62.702,44	75.182,96	52.092,73	90.900,21
Phosphor, gesamt	2.499,22	2.913,92	3.018,77	2.599,98
Kommunale Kläranlagen (n = 6)				
AOX	26.235,15	25.787,56	31.047,25	25.996,37
Blei	7,15	6,34	7,75	10,75
Cadmium	0,09	4,94	5,11	5,07
Chrom	4,67	4,94	5,11	1,06
Kupfer	5,79	3,67	5,13	34,61
Nickel	3,21	3,18	3,26	3,88
Quecksilber	0,06	0,07	0,07	0,11
Stickstoff, gesamt, anorganisch	78.290,36	104.927,00	42.595,57	44.495,36
Ammoniumstickstoff	50.873,34	13.065,75	10.035,07	10.335,50
Phosphor, gesamt	4.118,10	4.080,90	5.596,85	3.891,79

2.2 Flussfrachten

Die Flussfrachten am Übergabepunkt limnisch/marin wurden durch den NLWKN berechnet und zur Verfügung gestellt.³ Berücksichtigt wurden die Daten aus den Jahren 2009-2012. Die Berechnung erfolgte nach der „OSPAR-Methode“ (abflusskorrigierte Standardmethode) (LAWA 2003). Grundlage hierbei sind die Jahresmittelwerte der Transporte, die sich aus den gemessenen Konzentrationen im Wasser (unfiltrierte Proben) durch Multiplikation mit den jeweiligen Tagesabflüssen ergeben. Die Flussfrachten werden als abflusskorrigierte Jahresfracht an den vier Messstationen Farge (Weser), Reithörne (Hunte), Gandersum (Ems) und Grauerort (Elbe) für jeden einzelnen Parameter berechnet.

Nach Abstimmung mit dem NLWKN gehen Messwerte unterhalb der BG mit 0,5 mal BG in die Berechnung ein.

Es ist zu berücksichtigen, dass die Berechnung von Frachten häufig mit großen Unsicherheiten verbunden ist. Dies resultiert zum einen bereits aus Fehlerquellen bzw. Ungenauigkeiten bei den Messungen der Schadstoffkonzentrationen in der Wasserprobe, zum anderen variieren die Abflüsse zwischen den Jahren und innerhalb eines Jahres sehr stark. Darüber hinaus werden – je nach Anzahl der Probenahmen – mögliche Ganglinien bei den Schadstoffkonzentrationen nur unvollständig erfasst. Bei Messwerten, die unterhalb der BG liegen, sind die Angaben naturgemäß immer sehr ungenau, was sich noch dadurch verstärkt, dass die BG z. T. bei unterschiedlichen Analyse-kampagnen variieren.

Tab. 7 zeigt die gemittelten Flussfrachten der Jahre 2009-2012. Eine Tabelle mit den berechneten Frachten der einzelnen Jahre befindet sich in Anhang I (s. Tab. A-1).

³ Schriftliche Mitteilung des NLWKN, Betriebsstelle Brake-Oldenburg vom 09.05.2014.

Tab. 7: Gemittelte Flussfrachten 2009 – 2012

Stoff*	Gemittelte Frachten 2009-2012 [t/a]			
	Ems (Gandersum)	Weser (Farge)	Hunte (Reithörne)	Elbe (Grauerort)
Arsen		8,2086	0,3853	82,4475
Blei	117,7660	31,2023	0,6122	169,4790
Cadmium	1,1076	1,1087	0,0292	4,7184
Chrom	27,4002	11,5940	0,5509	20,6713
Kupfer	35,0625	32,1514	1,1530	119,2870
Nickel	26,1319	24,0771	2,0364	79,6272
Quecksilber	0,0482	0,1877	0,0180	2,2165
Selen	1,5327	2,2972	0,1160	
Silber	0,1996	1,2823	0,0050	0,6597
Thallium	0,9953	3,0842	0,1299	
Zink	221,8678	209,1454	10,4925	842,7579
1,2,3,4-Tetrachlorbenzol		0,0092		0,0282
1,2,3,5-Tetrachlorbenzol		0,0092		0,0282
1,2,3-Trichlorbenzol		0,0092		0,0355
1,2,4,5-Tetrachlorbenzol		0,0092		0,0422
1,2,4-Trichlorbenzol		0,0092		0,0529
1,2-Dichlorbenzol		0,0092		0,5631
1,3,5-Trichlorbenzol		0,0092		0,0355
1,3-Dichlorbenzol		0,0092		0,2816
1,4-Dichlorbenzol		0,0092		0,5631
2,4 - Dichlorphenol				33,1368
2,4,6-Trichlorphenol				3,3137
2,4'-DDD		0,0098		0,0268
2,4'-DDE		0,0098		0,0268
2,4'-DDT		0,0098		0,0268
4,4'-DDD		0,0098		0,0271
4,4'-DDE		0,0051		0,0182
4,4'-DDT		0,0060		0,0220
Acenaphten				0,0288
Acenaphtylen				0,0001
Aldrin		0,0032		0,0066
alpha-Endosulfan		0,0051		0,0144
alpha-Hexachlorocyclohexan	0,0016	0,0053	0,0002	0,0343
Anilin	0,1607	0,3448	0,0232	
Anthracen				0,0360
AOX		270,2668		
Benzo(a)anthracen				0,1269
Benzo(a)pyren	0,0463	0,0110	0,0175	0,1358
Benzo(b)fluoranthren	0,0841	0,0201	0,0012	0,1624

Stoff*	Gemittelte Frachten 2009-2012 [t/a]			
	Ems (Gandersum)	Weser (Farge)	Hunte (Reithörne)	Elbe (Grauerort)
Benzo(ghi)perylen	0,0497	0,0092	0,0009	0,1254
Benzo(k)fluoranthren	0,0262	0,0154	0,0006	0,0750
beta-Endosulfan		0,0098		0,0282
beta-Hexachlorocyclohexan	0,0016	0,0133	0,0002	0,0485
Bromocyclen		0,0044		0,0154
Bromoxynil	0,0803	0,1724	0,0116	
Chlorbenzol				11,0456
Chlordan, cis-		0,0046		
Chlordan, trans-		0,0051		
Chlorpyrifos		0,0092		0,3554
Chrysen				0,0922
delta-Hexachlorocyclohexan	0,0016	0,0083	0,0002	0,0268
Diazinon	0,0016		0,0002	
Dibenz(a,h)anthracen				0,0303
Dibutylzinn	0,0016	0,0077	0,0002	0,1070
Diclofenac				0,9616
Dieldrin		0,0051		0,0141
Diflufenican	0,0048	0,0103	0,0007	
Endrin		0,0084		0,0282
Endrin - Aldehyd		0,0022		
Endrin - Keton		0,0016		
Epoxiconazol	0,0803	0,1724	0,0116	
epsilon-Hexachlorocyclohexan	0,0016	0,0084	0,0002	0,0316
Fluoranthren				0,3034
Fluoren				0,0340
gamma-Hexachlorocyclohexan	0,0016	0,0054	0,0002	0,0166
Heptachlor		0,0042		
Heptachlorepoxyd, cis		0,0046		
Heptachlorepoxyd, trans-		0,0046		0,0154
Hexachlorbenzol	0,0012	0,0005	0,0001	0,0138
Hexachlorbutadien		0,0018		0,0123
Hexachlorethan		0,0014		0,0028
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0610	0,0124	0,0011	0,1063
Isodrin		0,0051		0,0141
Isoproturon	0,0749	0,3753	0,0159	0,5833
MCPA	0,0161	0,0420	0,0023	0,5523
Methoxychlor		0,0147		
Metolachlor	0,0000	0,0345	0,0023	0,5433
Metribuzin	0,0803	0,1724	0,0116	
Mirex		0,0239		
Monobutylzinn				0,1700

Stoff*	Gemittelte Frachten 2009-2012 [t/a]			
	Ems (Gandersum)	Weser (Farge)	Hunte (Reithörne)	Elbe (Grauerort)
Naphthalin				0,5618
PCB-101		0,0023		
PCB-118		0,0019		
PCB-138		0,0018		
PCB-153		0,0028		
PCB-180		0,0018		
PCB-194		0,0024		
PCB-28		0,0021		
PCB-52		0,0025		
Pentachlorbenzol				0,0182
Pentachlorphenol				1,1046
Phenanthren	0,0753	0,1111	0,0067	0,2197
Picolinafen	0,0032	0,0069	0,0005	
Pirimicarb	0,1607	0,0345	0,0023	
Propiconazol	0,1607	0,3448	0,0232	
Pyrazon (Chloridazon)	0,0161	0,0345	0,0023	
Pyren				0,2098
Tetrabutylzinn-Kation	0,0016	0,0046	0,0002	0,0563
Tributylzinn-Kation	0,0075	0,0096	0,0003	0,1051

* Grau hinterlegt: ausgewählte Stoffe für die weitere Betrachtung (vgl. Kap. 3.2).
Leere Zellen: Es liegen keine Messwerte für eine Frachtberechnung vor.

Für die überwiegende Zahl der Stoffe weist die Elbe die höchsten Frachten auf. Dies begründet sich insbesondere durch die deutlich höheren Abflusswerte der Elbe im Vergleich mit den anderen Flüssen (s. Tab. 8).

Tab. 8: Mittlere Abflüsse der Jahre 2009-2012

Fluss (Messstelle)	Mittlerer Abfluss [m³/s]*			
	2009	2010	2011	2012
Ems (Gandersum)	90,2	120	101,8	99,6
Weser (Farge)	283,5	370,5	291,2	268,4
Hunte (Reithörne)	13,4	17	14,7	14,6
Elbe (Grauerort)	700	1.084,4	916,3	700,4

*Quelle: Schriftliche Mitteilung des NLWKN, Betriebsstelle Brake-Oldenburg vom 09.05.2014.

Die Karten 1, 2, 4 und 5 in Anhang I zeigen eine Gegenüberstellung der Flussfrachten und Direkteinleitungen der Schwermetalle Blei, Cadmium, Nickel und Quecksilber.⁴ Die Einträge über die Flüsse bewegen sich in Bereichen von mehreren Tonnen bis zu über 100 t/a und übersteigen damit die Einträge durch Direkteinleiter um ein Vielfaches. Wie bereits in Tab. 7 deutlich wurde, weist

⁴ In den Karten im Anhang wurden die Flussfrachten „Farge“ und „Reithörne“ als Gesamtfracht der Weser aufsummiert.

die Elbe von den drei großen Zuflüssen die höchsten Schwermetallfrachten auf, gefolgt von der Weser für Cadmium und Quecksilber sowie der Ems für Blei. Die Nickelfrachten sind in Ems und Weser nahezu gleich hoch (s. Karten 1, 2, 4 und 5 in Anhang I). Um den Vergleich der Frachten von Ems, Weser und Elbe untereinander zu verdeutlichen wurden die prozentualen Anteile der einzelnen Schwermetallfrachten an der jeweils maximalen Fracht in den Karten 3 und 6 in Anhang I dargestellt.

Ein Vergleich mit den gemittelten Konzentrationen an den Messstellen Gandersum, Farge, Reithörne und Grauerort zeigt jedoch, dass die Elbe nicht zwangsläufig auch am stärksten durch die Schadstoffe belastet ist. Dies ist nur bei Quecksilber der Fall, bei den Schwermetallen Blei, Cadmium und Nickel weist dagegen die Ems die höchsten Konzentrationen auf (s. Tab. 9). Bei der Beurteilung der Belastung der Flüsse muss allerdings berücksichtigt werden, dass bei den Messungen der Schadstoffkonzentrationen (insbesondere in der unfiltrierten Probe) auch die verschiedenen Schwebstoffgehalte der Flüsse eine Rolle spielen. Bei Stoffen, die aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften überwiegend partikulär gebunden auftreten, steigt die Konzentration mit steigendem Schwebstoffgehalt der Probe. Da sich die Messstellen Gandersum und Grauerort im tidebeeinflussten Bereich befinden, treten hier höhere Schwebstoffgehalte auf, als im Bereich der limnischen Messstellen Farge und Reithörne. Die Ems zeichnet sich durch besonders hohe Trübungsraten aus. Dies kann eine Ursache für die - im Vergleich zu Weser und Hunte - höheren Schadstoffkonzentration sein (vgl. Kap. 2.3).

Tab. 9: Vergleich von mittleren Schwermetall-Frachten und -Konzentrationen in den Flüssen (Maxima jeweils hinterlegt)

Stoff	Einheit	Ems (Gandersum)	Weser (Farge)	Hunte (Reithörne)	Elbe (Grauerort)
Blei	[t/a]	117,77	31,20	0,61	169,48
	[µg/l]	37,37	2,95	1,45	6,62
Cadmium	[t/a]	1,108	1,109	0,029	4,718
	[µg/l]	0,345	0,101	0,060	0,158
Nickel	[t/a]	26,13	24,08	2,04	79,63
	[µg/l]	7,89	2,43	4,02	2,93
Quecksilber	[t/a]	0,048	0,188	0,018	2,217
	[µg/l]	0,015	0,020	0,023	0,088

Um die Relevanz der einzelnen Stoffe in Bezug auf die Einhaltung der Umweltqualitätsnormen (UQN) aufzuzeigen, wurde ein Stoffranking für die einzelnen Flüsse Ems, Weser (inkl. Hunte) und Elbe erstellt. Die gemittelte Fracht eines Stoffes wurde durch die UQN für diesen Stoff im Kompartiment Wasser dividiert. Je höher der Quotient, desto größer das Potenzial, dass die emittierte Stofffracht die Einhaltung der UQN beeinflusst. In der Ems haben demnach die Stofffrachten des Summenparameters aus Benzo(ghi)perylen und Indeno(1,2,3-cd)pyren, von Tributylzinn sowie von Blei eine besondere Relevanz. In der Weser ergeben sich die höchsten Quotienten für Silber, Tributylzinn und der Summe aus Alpha-Endosulfan und Beta-Endosulfan. In der Elbe rangiert schließlich Tributylzinn an erster Stelle, gefolgt vom Summenparameter Benzo(ghi)perylen/Indeno(1,2,3-cd)pyren und der Summe aus Alpha-Endosulfan und Beta-Endosulfan (s. Tab. A-2 in Anhang I).

2.3 Diskussion der Frachtberechnung

Die Berechnung der Frachten beruht auf den Jahresabwasserwerten der Direkteinleiter bzw. den Abflusswerten der Flüsse sowie auf den gemessenen Schadstoffkonzentrationen. Da sich Messungenauigkeiten insbesondere bei großen Abwassermengen schnell potenzieren können, ist eine möglichst präzise Quantifizierung der Schadstoffkonzentrationen Voraussetzung für die annähernd korrekte Frachtberechnung. Insbesondere bei sehr geringen Schadstoffkonzentrationen sind die Messungen im Wasser z. T. mit großen Unsicherheiten verbunden. Beispielsweise wurde im Rahmen des Schwermetall-Monitorings im Rahmen einer Salzeinleitung festgestellt, dass bereits geringe Verunreinigungen bei der Probenahme oder eine fehlerhafte Probenbearbeitung zu falschen Untersuchungsergebnissen führen. In diesem Fall wurden bei der Untersuchung auf Schwermetalle Verunreinigungen durch die metallischen Probenehmer für Seewasser verursacht, die durch Optimierungsmaßnahmen bei der Probenahme vermieden werden konnten (GEOLOGISCHES BÜRO C. SEIDEL 2014).

Bei der Analyse der Schadstoffkonzentrationen in Flüssen, die der Berechnung der Flussfrachten zu Grunde liegen, spielen darüber hinaus die jeweiligen Schwebstoffgehalte eine Rolle. Höhere Schwebstoffgehalte führen beispielsweise bei Stoffen, die überwiegend partikulär gebunden auftreten, zu größeren Schadstoffkonzentrationen. Insbesondere in der Ems müssen die hohen Schwebstoffgehalte im Übergangsbereich limnisch/marin berücksichtigt werden. In Tab. 10 werden die für die Ems berechneten Flussfrachten an der Messstelle Gandersum (Ästuar), den Frachtberechnungen gegenübergestellt, die für die Ems im Rahmen des OSPAR RID Monitorings durchgeführt wurden und die sich auf die weiter flussaufwärts gelegene Messstelle Herbrum (limnischer Bereich) beziehen. Die berechneten Frachten unterscheiden sich auffällig, die Frachten an der Messstelle Gandersum liegen deutlich über den Berechnungen für Herbrum. Dies lässt sich vermutlich auf die höheren Schwebstoffgehalte in Gandersum zurückführen. Darüber hinaus wurden bei der Frachtberechnung Gandersum auch höhere Abflusswerte in die Berechnung einbezogen (s. Tab. 10).

Die Schwebstoff- und Salzgehalte im Bereich der herangezogenen Messstellen müssen dementsprechend bei einem Vergleich der Frachten verschiedener Flüsse berücksichtigt werden.

Tab. 10: Vergleich der hier berechneten Flussfrachten (Messstelle Gandersum) mit Frachtberechnungen im Rahmen des OSPAR RID Monitorings (Messstelle Herbrum)

	Einheit	Frachtberechnungen Ems	
		Gandersum ¹	Herbrum ²
2009			
Mittlerer Jahresabfluss	[m³/s]	90,2	68,0
Cadmium	[t/a]	1,295	0,13
Quecksilber	[t/a]		0,029
Blei	[t/a]	97,918	2,0
2010			
Mittlerer Jahresabfluss	[m³/s]	120,0	91,6
Cadmium	[t/a]	2,756	0,24
Quecksilber	[t/a]		0,028
Blei	[t/a]	190,03	4,4

	Einheit	Frachtberechnungen Ems	
		Gandersum ¹	Herbrum ²
2011			
Mittlerer Jahresabfluss	[m³/s]	101,8	75,0
Cadmium	[t/a]	0,08	0,17
Quecksilber	[t/a]	0,048	0,023
Blei	[t/a]	102,25	2,5
2012			
Mittlerer Jahresabfluss	[m³/s]	99,6	
Cadmium	[t/a]	0,299	0,1
Quecksilber	[t/a]		0,009
Blei	[t/a]	80,86	1,2
Mittelwerte (2009-2012)			
Mittlerer Jahresabfluss	[m³/s]	102,9	78,2
Cadmium	[t/a]	1,1075	0,16
Quecksilber	[t/a]	0,048	0,022
Blei	[t/a]	117,765	2,525

¹ Frachten wurden im Rahmen dieses Projekts durch den NLWKN berechnet (s. Kap. 2.2).

² Frachten aus dem Monitoring gemäß OSPAR RID / PARCOM, zur Verfügung gestellt durch den NLWKN per Mail vom 05.12.2014

Bei den vergleichenden Untersuchungen von Sole und Seewasser kommt hinzu, dass z. T. unterschiedliche BG zu beachten sind. Beispielsweise liegt die BG bei Quecksilber in der Sole etwa 10 mal so hoch wie im Seewasser.

Dies ist bei der Bewertung der in Kap. 2.1 und Kap. 2.2 dargestellten Frachten zu beachten.

Der Vergleich der Direkteinleitungen in den Jahren 2009-2012 zeigt bei einigen Stoffen auffällig große Unterschiede. Beispielsweise war die Einleitung von Eisen in das Übergangsgewässer Ems 2009 extrem hoch. Diese hohe Fracht wurde durch besonders hohe Konzentrationswerte in Verbindung mit hohen Jahresabwasserwerten verursacht (Tab. 1). In anderen Fällen ergeben sich allerdings auch Unterschiede, weil nicht für alle Einleiter kontinuierliche Daten vorliegen. Für eine annähernd korrekte Frachtermittlung sind somit neben einheitlichen Standards für die Probenahmen und Analysen auch eine vollständige und kontinuierliche Datenerhebung durch alle Direkteinleiter notwendig.

Bei den Flussfrachten bestehen teilweise ebenfalls große Unterschiede zwischen den einzelnen Jahren (s. Tab. A-1 in Anhang I). Dies ist im Wesentlichen auf die von Jahr zu Jahr unterschiedlich hohen Abflüsse zurückzuführen.

3. Schadstoffbelastung an der niedersächsischen Küste (Immission)

3.1 Aufgabenstellung

Die aktuelle Belastungssituation an der niedersächsischen Küste sowie Entwicklungstrends der letzten Jahre werden auf Grundlage der vorhandenen Monitoringprogramme für ausgewählte Stoffe dargestellt. Die Auswertung der Daten erfolgte differenziert für die einzelnen Stoffe in den verschiedenen Matrices Wasser, Sediment und Biota.

Im Einzelnen wurden die folgenden Schritte durchgeführt:

- Sammlung und Zusammenstellung der vorhandenen Daten in einem untereinander vergleichbaren Format,
- Auswahl von 13 Stoffen für die detaillierte Auswertung,
- grafische Darstellung und Trendbetrachtung für die einzelnen Stoffe,
- Gegenüberstellung des Ist-Zustandes mit den UQN der WRRL sowie den OSPAR-Richtwerten,
- Bewertung nach dem Ampelfarbensystem (vgl. IFEU & ARSU GMBH 2011) und kartografische Darstellung,
- Vergleich der Stationen entlang der Küste und Darstellung von Belastungsschwerpunkten.

3.2 Stoffauswahl

Die Auswertung der Monitoring-Daten erfolgte für ausgewählte chemisch-ökologisch relevante Stoffe/Stoffgruppen. Bei der Stoffauswahl wurden folgende Kriterien berücksichtigt:

- Eine Bewertung nach WRRL ist möglich, d. h. es liegen UQN für die Matrices Wasser und/oder Sediment und/oder Biota vor.
- Eine Bewertung gemäß der OSPAR Bewertungsmaßstäbe (CEMP) ist möglich, d. h. es liegen Richtwerte für die Matrices Sediment und/oder Biota vor.
- Eine Überwachung im niedersächsischen Küstenmeer ist gegeben (nach Möglichkeit sowohl aktuell als auch regelmäßig in den letzten zehn Jahren).
- Die Stoffe sollen sowohl emissionsseitig als auch immissionsseitig eine Relevanz für die weitere Bewirtschaftung des Küstenmeeres aufweisen. Daher wurde das Ergebnis des Rankings der Flussfrachten berücksichtigt (s. Kap. 2.2 und Tab. A-2).
- Es sind sowohl Stoffe nach Anlage 5 als auch nach Anlage 7 der Oberflächengewässerverordnung (OGewV vom 20.07.2011) zu berücksichtigen (nur in Anlage 5 werden auch UQN für Schwebstoffe bzw. das Sediment angegeben).

In Abstimmung mit dem NLWKN wurden dementsprechend die folgenden Stoffe für die Analyse der Belastungssituation im niedersächsischen Küstenmeer ausgewählt:

- Blei,
- Cadmium,
- Nickel,
- Quecksilber,
- Hexachlorbenzol,
- Pentachlorbenzol,
- Benzo(a)pyren,
- Benzo(ghi)perylene,
- Indeno(1,2,3-cd)pyren,
- Fluoranthen,
- Dibutylzinn-Kation,
- Tributylzinn-Kation und
- Tetraethylzinn.

3.3 Datengrundlage

Die Datenauswertung bezieht sich auf Schadstoffmessungen in der Wasserphase, im Sediment, in Miesmuscheln und in Flundern, die durch den NLWKN durchgeführt werden und in das Bund/Länder-Messprogramm für die Meeresumwelt von Nord- und Ostsee (BLMP) einfließen. Karte 7 in Anhang I zeigt die Lage der Probenahmestellen entlang der niedersächsischen Küste sowie die Wasserkörper gemäß WRRL. Die Probenahmestellen verteilen sich unregelmäßig entlang der Küste, so dass nicht alle Wasserkörper in gleichem Maße durch Messstellen abgedeckt sind. In der Flussgebietseinheit Elbe wurden ausschließlich Messstellen für die Wasserphase ausgewertet, während Probenahmen für Biota und Sediment in diesem Bereich fehlen (vgl. Karte 7 in Anhang I).

Die Rohdaten zu Wasser und Sedimenten wurden durch den NLWKN Betriebsstelle Brake/Oldenburg zur Verfügung gestellt (per Mail vom 09.05.2014 und 14.05.2014). Die Daten zu Miesmuscheln und Flundern wurden – in Absprache mit dem NLWKN – durch das Institut Dr.Nowak, in dem die Probenanalyse durchgeführt wurde, bereitgestellt (per Mail vom 28.04.2014 und 06.05.2014).

3.3.1 Daten zu Schadstoffen im Wasser

Für das Kompartiment Wasser wurden die Messungen des NLWKN für die Jahre 2005-2012 ausgewertet. Im Zeitraum bis 2010 erfolgten die Probenahmen zweimal jährlich, für das Jahr 2012 liegen jeweils vier Messwerte vor. Von den ausgewählten Stoffen werden in der Wasserphase die vier Metalle sowie Hexachlorbenzol und Pentachlorbenzol untersucht (Messung in der unfiltrierten Wasserprobe). Die Auswertung bezieht sich auf folgende 17 Stationen (vgl. Karte 7 in Anhang I):

- Leuchtturm Alte Weser: AuWe_W_1 (O und Ü)⁵,
- Außenweser, Leuchtturm Roter Sand: AuWe_W_2 (O),
- Accumer Ee: Balt_W_1 (O),
- Westerems, Emshörn-Rinne: Bork_W_1 (O und Ü),
- Osterems, zw. Memmert u. Lütje Hörn: Bork_W_2 (O),
- Jadebusen, Leuchtturm Arngast: JaBu_W_2 (O und Ü),
- Jade, Höhe Alte Mellum: Jade_W_1 (O),
- Jade, Höhe Voslapp: Jade_W_2 (O),
- Norderneyer Seegat: Nney_W_1 (O und Ü),
- Elbe, Tonne 1: OSee_W_1 (O),
- Elbe, Höhe Scharhörn: OSee_W_2 (O und Ü),
- Deutsche Bucht, unbem. Feuersch.: OSee_W_3 (O),
- Deutsche Bucht, südl. Helgoland: OSee_W_4 (O; Ü seit 2013),
- Otzumer Balje: Spog_W_1 (O und Ü),
- Harle: Spog_W_2 (O),
- Hoher Weg, Wattfahrwasser: WeMu_W_2 (O) und
- Wurster Watt: WuKu_W_1 (O).

Im Jahr 2011 wurden nur die sechs Messstellen der überblicksweisen Überwachung (Ü) beprobt. Die Untersuchung wurde entsprechend den Kriterien der WRRL durchgeführt, d. h. die prioritären Stoffe wurden zwölf mal und die flussgebietsspezifischen Schadstoffe vier mal beprobt. Soweit Daten zu den ausgewählten Stoffen vorliegen, werden diese in die Ergebnisdarstellung einbezogen (s. Tab. A-3 in Anhang I). Da die Metalle bei der überblicksweisen Überwachung in filtrierter Probe gemessen werden, sind sie nicht mit den Messungen in unfiltrierter Probe (Zeitreihe) vergleichbar. Allerdings gelten die UQN der OGewV (vom 20.07.2011) für die Metalle nur bei Analyse in der filtrierten Probe, so dass sie als Bewertungsmaßstab nur für die Ergebnisse der überblicksweisen Überwachung herangezogen werden können.

3.3.2 Daten zu Schadstoffen im Sediment

In die Auswertung der Schadstoffmessungen im Sediment sind die Daten der durch den NLWKN entnommenen Proben aus den Jahren 1997-2012 eingegangen. In diesem Zeitraum erfolgte die Überwachung der Schadstoffe im Sediment alle drei Jahre im Bereich der folgenden zehn Transekte mit jeweils drei bis vier Messstationen (vgl. Karte 7 in Anhang I):

⁵ O = Operative Überwachung – Ermittlung von Schadstoffkonzentrationen in Wasserproben vier mal pro Jahr.

Ü = Überblicksweise Überwachung – Ermittlung der Schadstoffkonzentrationen in Wasserproben alle sechs Jahre (monatlich oder quartalsweise) (NLWKN 2013).

- Borkum (Stationen A-C),
- Dollart (Stationen A-C),
- Jadebusen (Stationen B-E),
- Hoher Weg (Stationen B-D),
- Leybucht (Stationen A-C),
- Norderney (Stationen A,B, D, E),
- Spiekeroog (Stationen A, C, D),
- Tettens/Weser (Stationen A-C),
- Elisabethengroden (Stationen A-D) und
- Cappel/Neufeld (Stationen B-D).

Bei den Metallen wurden die Ergebnisse der Fraktion < 20 µm verwendet, da in dieser Fraktion durchgängig gemessen wurde und auch die OSPAR-Richtwerte mit den Daten vergleichbar sind.

Die organischen Schadstoffe wurden auf einen TOC-Gehalt (gesamter organischer Kohlenstoff) von 2,5 % normalisiert, damit sie untereinander und mit den OSPAR-Richtwerten vergleichbar sind. Die Methodik richtet sich nach der Vorgehensweise beim Monitoringprogramm von OSPAR (CEMP) (vgl. BAKKER *et al.* 2009a) und wurde entsprechend mit Dr. Joop Bakker, Rijkswaterstaat, abgestimmt.⁶ Bei der Normalisierung spielt es keine Rolle, in welcher Kornfraktion der Schadstoffgehalt gemessen wurde, da davon ausgegangen wird, dass die organischen Schadstoffe überwiegend an der organischen Substanz adsorbiert sind. Die Normalisierung wird nach der folgenden Formel (am Beispiel HCB) durchgeführt:

$$\text{HCB (2,5 \%TOC)} = 2,5 / \% \text{TOC (der Probe)} \times \text{HCB (der Probe)}$$

In den Jahren 1997-2009 erfolgte die Messung in der Gesamtfraktion, dementsprechend wurde auch der TOC-Gehalt der Gesamtfraktion einbezogen. 2012 wurde in der Fraktion <63 µm gemessen, die Normalisierung auf den TOC-Gehalt von 2,5 % erfolgte hier anhand der TOC-Gehalte für die Feinkornfraktion (<60 µm). Bei wenigen Proben aus dem Jahr 2012 liegt nur der TOC-Gehalt für die Gesamtfraktion vor. Hier wurde zunächst der TOC für die Feinkornfraktion anhand der Korngrößenverteilung näherungsweise abgeleitet. Für drei Jahre der Station Nney_S_B liegen keine Angaben zu den TOC-Gehalten der Proben vor, so dass keine Normalisierung durchgeführt werden konnte. Daher wurden die Daten nicht weiter berücksichtigt. Aufgrund der o. a. Formel sind die normalisierten Daten sehr empfindlich hinsichtlich einer korrekten Bestimmung der Messwerte in Proben mit sehr geringen TOC-Gehalten. Wenn der TOC unter 0,5 % liegt werden die normalisierten Daten sehr ungenau bzw. fehlerhaft.⁷ Daher wurden die Proben mit TOC-Gehalten unter 0,5 % nicht in die Auswertung und statistische Analyse einbezogen (betrifft insgesamt zehn Sedimentproben).

⁶ Schriftliche Mitteilung Bakker, Rijkswaterstaat, vom 16.05.2014.

⁷ Schriftliche Mitteilung Bakker, Rijkswaterstaat, vom 16.05.2014.

Messwerte unterhalb der BG gingen mit 0,5 mal BG in die Auswertung ein. Vereinzelt liegen mehrere Messungen pro Jahr und Station vor (Transekt Norderney), in diesen Fällen wurde der Jahresmittelwert gebildet.

3.3.3 Daten zu Schadstoffen in Biota

3.3.3.1 Miesmuscheln

Der NLWKN beprobt einmal jährlich Miesmuscheln auf Schadstoffe. In die Auswertung gingen aus diesem Messprogramm die Daten von 2006-2013 ein. In diesen Jahren wurden alle Proben durch das Labor Dr. Nowak analysiert, sodass eine gute Vergleichbarkeit gegeben ist. Im Rahmen des Monitorings wurden Miesmuschelproben (*Mytilus edulis*) an den folgenden sechs Messstellen entnommen (s. Karte 7 in Anhang I):

- Borkum: Bork_Myt_1,
- Norderney: Nney_Myt_1,
- Spiekeroog: Spog_Myt_1,
- Jade: Jade_Myt_1,
- Jadebusen: JaBu_Myt_1 und
- Wurster Küste/Weser: WuKu_Myt_1.

Es wird einmal jährlich beprobt, wobei die Daten für insgesamt neun *Mytilus*-Größenklassen differenziert erhoben werden (s. Tab. 11). Allerdings werden nicht immer alle neun Größenklassen an allen Messstellen erfasst. Eine Muschelprobe besteht aus einem Pool von 15 Muscheln einer Größenklasse (ARSU GMBH 2012).

Tab. 11: Größenklassen der untersuchten Muscheln⁸

Größenklasse	Länge <i>Mytilus</i>
I	35-38,9 mm
II	39-43,9 mm
III	44-47,9 mm
IV	48-51,4 mm
V	51,5-55 mm
VI	55,1-59 mm
VII	59,1-63 mm
VIII	63,1-67 mm
IX	67,1-71 mm

Von den ausgewählten Stoffen liegen für die Metalle Blei, Cadmium und Quecksilber sowie Hexachlorbenzol Daten für die Jahre 2006-2013 vor. Die Stoffe Benzo(a)pyren, Benzo(ghi)perylene, In-

⁸ Schriftliche Mitteilung Institut Dr. Nowak vom 05.05.2014

deno(1,2,3-cd)pyren und Fluoranthen werden erst seit 2011 untersucht. Alle weiteren betrachteten Stoffe werden nicht in Miesmuscheln analysiert. Die Daten wurden direkt durch das Institut Dr. Nowak, in dem die Probenanalyse durchgeführt wird, bereitgestellt. Das Material wird im Labor zunächst gefriergetrocknet und dann untersucht. Die Werte für Frischgewicht und Fett werden dann aus dem Messwert für das Trockengewicht umgerechnet (Auskunft Institut Dr. Nowak, Telefonat 23.04.2014).

Die Daten wurden einheitlich aufbereitet. Werte unterhalb der BG wurden durch 0,5 mal BG ersetzt.

3.3.3.2 Plattfische

Analog zu den Miesmuscheln beprobt der NLWKN in vier Fanggebieten Fische (Flundern) auf Schadstoffe. Auch hier gingen die Messwerte von 2006-2013 in die Auswertung ein. Für diesen Zeitraum hat ebenfalls das Institut Dr. Nowak die Analytik übernommen. Die Auswertung bezieht sich auf folgende vier Fanggebiete:

- Borkum: Bork_F_1,
- Baltrum: Balt_F_1,
- Jade: Jade_F_1 und
- Weser: AuWe_F_1.

Die Fische werden an den Stationen einmal jährlich durch Schleppnetzfang entnommen. Zielorganismen waren in der Vergangenheit insbesondere Kliesche (*Limanda limanda*), Flunder (*Platichthys flesus*) und Scholle (*Pleuronectes platessa*). Da für Flundern die vollständigsten Daten vorliegen und seit 2011 nur noch Flundern untersucht werden, erfolgte die Datenaufbereitung und Analyse nur für diese Fischart.

Seit 2001 werden die Fische bei der Untersuchung in zwei Längenklassen eingeteilt:

- Klasse 1: 20-24,9 cm
- Klasse 2: > 24,9 cm

Es wurden dieselben Schadstoffe wie bei den Muscheln untersucht. Von den ausgewählten Stoffen liegen für die Metalle Blei, Cadmium und Quecksilber Daten für die Jahre 2006-2013 vor. Die Stoffe Hexachlorbenzol, Benzo(a)pyren, Benzo(ghi)perylen, Indeno(1,2,3-cd)pyren und Fluoranthen werden erst seit 2011 untersucht. Für die Station Weser reichen die Daten nur bis 2012.

Seit 2011 werden Poolproben bestehend aus fünf bis zehn Individuen pro Größenklasse gebildet und untersucht. Für die Jahre 2006-2010 liegen die Messwerte für einzelne Fische vor. Daher wurden zunächst Mittelwerte für die Gruppe 1 und 2 sowie für alle Proben gebildet. Werte unterhalb der BG gehen als 0,5 mal BG in die Mittelwertbildung ein. Außer Quecksilber, das im Muskelfleisch untersucht wird, werden alle Stoffe in der Leber der Fische gemessen.

3.4 Methodik

Für die Ermittlung und Darstellung der aktuellen Belastungssituation an der niedersächsischen Küste erfolgt für die ausgewählten Stoffe eine Trendbetrachtung, die Gegenüberstellung des Ist-Zustandes mit den UQN der WRRL sowie den OSPAR-Richtwerten sowie ein Vergleich der Stationen entlang der Küste.

3.4.1 Bewertungsmaßstäbe: Umweltqualitätsnormen, OSPAR-Richtwerte und Zeitreihen

Zur Bewertung der Schadstoffkonzentrationen werden die Ansätze von WRRL und OSPAR CEMP genutzt, die unterschiedliche Beurteilungswerte beinhalten. Die WRRL unterscheidet prioritäre und flussgebietsspezifische Schadstoffe und sieht eine Bewertung über die Einhaltung von Umweltqualitätsnormen (UQN) vor, die in der OGewV (vom 20.07.2011) festgelegt sind. Die UQN in Anlage 7 der OGewV beziehen sich auf die prioritären und bestimmte andere Schadstoffe und gelten überwiegend für die Wasserphase. Hier wird zwischen einer JD-UQN (Jahresmittelwerte zum Schutz vor Langzeitexposition) und ZHK-UQN (zulässige Höchstkonzentration zum Schutz vor akuten Effekten) unterschieden. Außerdem wird eine Biota-UQN für die Stoffe Quecksilber, Hexachlorbenzol und Hexachlorbutadien angegeben. Anlage 5 enthält UQN für flussgebietsspezifische Schadstoffe. Dabei handelt es sich überwiegend um UQN für die Wasserphase sowie vereinzelt für Schwebstoff oder Sediment, die an Hand der Jahresmittelwerte überprüft werden.

Hinsichtlich der prioritären Stoffe ist die im August 2013 in Kraft getretene Richtlinie 2013/39/EU zu beachten. Sie enthält sowohl eine Erweiterung der Liste der prioritären Stoffe als auch zum Teil neue, strengere UQN für die etablierten Stoffe und ergänzende Biota-UQN. Die strengeren UQN der etablierten prioritären Stoffe werden allerdings erst ab dem 22. Dezember 2015 gültig sein (NLWKN 2014). Im Folgenden sowie in Anhang II werden diese strengeren UQN als „UQN RL 2013“ bzw. „UQN neu“ bezeichnet.

Das Ziel des OSPAR-Abkommens für Schadstoffe im Meer ist die Erreichung von Konzentrationen nahe den Hintergrundwerten für natürlich vorkommende Substanzen und nahe Null für synthetische Substanzen. Als Zwischenziel sollen Konzentrationen erreicht werden, die keine Verschmutzungswirkungen auslösen (BMU 2012b). Zur Bewertung der Schadstoffkonzentrationen wurden zwei Schwellenkonzentrationen (transition points) benannt T0 und T1:

- Der Transition point T1 markiert den Übergang von einem inakzeptablen zu einem akzeptablen Belastungszustand. Als Bewertungskriterien werden „Environmental assessment concentrations (EAC)“ benannt, die Konzentrationen repräsentieren, unterhalb derer nicht mit schädlichen Effekten auf den empfindlichsten Organismus zu rechnen ist.
- Der Transition point T0 stellt den Übergang von einem akzeptablen zum Zielzustand dar. Als Beurteilungswerte werden die Hintergrundkonzentrationen (BC) bzw. Hintergrundbewertungskonzentrationen (Background assessment concentrations (BAC)) herangezogen (BSH 2014).

In den Tabellen 11 bis 13 sind die derzeit gemäß OGewV (vom 20.07.2011) gültigen sowie in der neuen EU-Richtlinie 2013/39/EU festgelegten UQN für die ausgewählten Stoffe dargestellt. Außerdem enthalten die Tabellen die OSPAR-Richtwerte und Angaben, ob für die einzelnen Stoffe Zeitreihen (über mindestens fünf Jahre) für die Kompartimente Wasser, Sediment und Biota vorliegen.

Bei den Schwermetallen sind für alle Kompartimente, in denen mehrjährige Daten vorliegen auch Grenz- oder Richtwerte vorhanden. Für die zu den prioritären Stoffen gehörenden Schwermetalle (Cd, Hg, Ni, Pb) gelten die UQN (Wasser) jedoch nur für Messungen in der filtrierten Probe und können daher nicht auf die in der Gesamtprobe erhobenen Daten angewendet werden.

Auch für Hexachlorbenzol liegen sowohl Daten als auch Grenzwerte für alle Kompartimente vor, bei Pentachlorbenzol fehlen allerdings Grenzwerte für die Sedimentproben. Für die Stoffe Benzo(a)pyren, Benzo(ghi)perylen, Indeno(1,2,3-cd)pyren und Fluoranthen gibt es langjährige Messungen im Sediment und Untersuchungen in Biota seit 2011, die mit OSPAR-Richtwerten verglichen werden können. Zeitreihen für das Wasser fehlen, die Stoffe werden aber bei der überblicksweisen Überwachung untersucht und mit den UQN verglichen. Bei den Organozinnverbindungen liegen langjährige Untersuchungen nur für das Sediment vor. Für diese Stoffe gibt es keine OSPAR-Richtwerte aber UQN der OGewV für Dibutylzinn-Kation und Tetrabutylzinn. Für Tributylzinn-Kation ist kein Vergleich mit Grenzwerten in der Matrix Sediment möglich.

Tab. 12: Grenz- und Richtwerte der untersuchten Metalle

Stoff	CAS- Nr.	UQN nach OGewV 2011		UQN nach OGewV 2011			OSPAR assessment criteria						Zeitreihe aus Monitoringprogrammen			
Matrix		Wasser [µg/l]	Sediment [mg/kg]	JD Wasser [µg/l]	ZHK Wasser [µg/l]	Biota [µg/kg]	Sediment [mg/kg]	Muschel [mg/kg]	Fisch [mg/kg]				Wasser	Sedi- ment	Muscheln	Fische
Fraktion		filtriert	< 63 µm	filtriert	filtriert	FG	< 20 µm	FG	FG				unfiltriert	< 20 µm	FG	FG
		Anlage 5		Anlage 7 (...) → Änderung nach RL 2013/39/EU			T0	T1	T0	T1	T0	T1				
Blei	7439-92-1			7,2 (1,3)	(14)		38	47	0,26	1,5	0,026	1,5 (Leber)	x	x	x	x
Cadmium	7440-43-9			0,2	< 0,45 (Kl. 1) ⁹ 0,45 (Kl. 2) 0,6 (Kl. 3) 0,9 (Kl. 4) 1,5 (Kl. 5)		0,31	1,2	0,192	1	0,026	1 (Leber)	x	x	x	x
Nickel	7440-02-0			20 (8,6)	(34)		36						x	x		
Quecksilber	7439-97-6			0,05	0,07	20	0,07	0,15	0,018	0,5	0,035	0,5 (Muskel)	x	x	x	x

Spalte OSPAR

FG = Frischgewicht

T1 = Transition Point 1 nach den OSPAR assessment criteria, Werte < T1 stellen eine akzeptable Belastung dar, geringes oder kein Risiko

T0 = Transition Point 0 nach den OSPAR assessment criteria, Werte < T0 zu erreichen, stellt das Ziel der OSPAR Strategie dar

Hinweis zu Muscheln: Die OSPAR Kriterien sind für das Trockengewicht angegeben und wurden hier auf Frischgewicht umgerechnet., unter der Annahme eines Trockengewichtsanteils von 20 % (vgl. BAKKER *et al.* 2009a).

⁹) Bei Cadmium und Cadmiumverbindungen hängt die Umweltqualitätsnorm von der Wasserhärte ab, die in fünf Klassenkategorien abgebildet wird (Klasse 1: < 40 mg CaCO₃/l, Klasse 2: 40 bis < 50 mg CaCO₃/l, Klasse 3: 50 bis < 100 mg CaCO₃/l, Klasse 4: 100 bis < 200 mg CaCO₃/l und Klasse 5: > 200 mg CaCO₃/l). Zur Beurteilung der Jahresdurchschnittskonzentration an Cadmium und Cadmiumverbindungen wird die Umweltqualitätsnorm der Härteklasse verwendet, die sich aus dem fünfzigsten Perzentil der parallel zu den Cadmiumkonzentrationen ermittelten CaCO₃-Konzentrationen ergibt.

Tab. 13: Grenz- und Richtwerte der untersuchten Pestizide und PAK (Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe)

Stoff	CAS- Nr.	UQN nach OGeV 2011		UQN nach OGeV 2011			OSPAR assessment criteria						Zeitreihe aus Monitoringprogrammen			
Matrix		Wasser [µg/l]	Sedi-ment [mg/kg]	JD Wasser [µg/l]	ZHK Wasser [µg/l]	Biota [µg/kg]	Sediment [µg/kg]	Muscheln [µg/kg]	Fische [µg/kg]				Wasser	Sediment	Muscheln	Fische
Fraktion		unfil-triert	< 63 µm	unfiltriert	unfiltriert	FG	2,5 % TOC	FG	FG				unfiltriert	gesamt, 2012 < 63 µm	FG	FG
		Anlage 5		Anlage 7 (...) → Änderung nach RL 2013/39/ EU			T0	T1	T0	T1	T0	T1				
Hexachlorbenzol	118-74-1			0,01	0,05	10		20	0,126		0,09		x	x	x	ab 2011
Pentachlorbenzol ¹⁰	608-93-5			0,0007									x	x		
Benzo(a)pyren	50-32-8			0,05 (1,7x10 ⁻⁴)	0,1 (0,027)	(5)	30	430	0,28	120				x	ab 2011	ab 2011
Benzo(ghi)perylene	191-24-2			Σ 0,002	(8,2 x 10 ⁻⁴)		80	85	0,5	22				x	ab 2011	ab 2011
Indeno(1,2,3-cd)pyren	193-39-5						103	240	0,48					x	ab 2011	ab 2011
Fluoranthren	206-44-0			0,1 (0,0063)	1 (0,12)	(30)	39	600	2,44	22				x	ab 2011	ab 2011

Spalte OSPAR 2,5 % TOC = Daten normalisiert auf 2,5 % Total Organic Carbon; FG = Frischgewicht;
T1 = Transition Point 1 nach den OSPAR assessment criteria, Werte < T1 stellen eine akzeptable Belastung dar, geringes oder kein Risiko
T0 = Transition Point 0 nach den OSPAR assessment criteria, Werte < T0 zu erreichen, stellt das Ziel der OSPAR Strategie dar
Hinweis zu Muscheln: Die OSPAR Kriterien sind für das Trockengewicht angegeben und wurden hier auf Frischgewicht umgerechnet., unter der Annahme eines Trockengewichtsanteils von 20 % (vgl. BAKKER *et al.* 2009b).

¹⁰ Ausgangsprodukt für Pestizide

Tab. 14: Grenz- und Richtwerte der untersuchten Organozinnverbindungen

Stoff	CAS- Nr.	UQN nach OGewV 2011		UQN nach OGewV 2011			OSPAR assessment criteria						Zeitreihe aus Monitoringprogrammen			
Matrix		Wasser ¹¹ [µg/l]	Sediment [mg/kg]	JD Wasser [µg/l]	ZHK Wasser [µg/l]	Biota [µg/kg]	Sediment [µg/kg]	Mu- scheln [µg/kg]		Fische [µg/kg]		Wasser	Sediment	Mu- scheln	Fische	
Fraktion		unfiltriert	< 63 µm	unfiltriert	unfiltriert	FG	2,5 % TOC		FG		FG		unfil- triert	gesamt, 2012 < 63 µm	FG	FG
		Anlage 5		Anlage 7			T0	T1	T0	T1	T0	T1				
Dibutylzinn-Kation	14488-53-0	0,01	0,1											x		
Tetrabutylzinn	1461-25-2	0,001	0,04											x		
Tributylzinn-Kation	36643-28-4			0,0002	0,0015				1	2,4				x		

Spalte OSPAR 2,5 % TOC = Daten normalisiert auf 2,5 % Total Organic Carbon;
FG = Frischgewicht;
T1 = Transition Point 1 nach den OSPAR assessment criteria, Werte < T1 stellen eine akzeptable Belastung dar, geringes oder kein Risiko
T0 = Transition Point 0 nach den OSPAR assessment criteria, Werte < T0 zu erreichen, stellt das Ziel der OSPAR Strategie dar
Hinweis zu Muscheln: Die OSPAR Kriterien sind für das Trockengewicht angegeben und wurden hier auf Frischgewicht umgerechnet., unter der Annahme eines Tro-
ckengewichtsanteils von 20 % (vgl. BAKKER *et al.* 2009b).

¹¹ UQN für die Wasserphase ersatzweise

3.4.2 Erläuterungen zur Trendermittlung

Die Trendermittlung wird entsprechend der Vorgaben der OGeV (vom 20.07.2011) mit dem nicht-parametrischen einseitigen MANN-KENDALL-Trendtest durchgeführt. Dieser Test wird angewandt, da die vorliegenden Daten überwiegend nicht normalverteilt sind.

Die Zeitreihen der Schadstoffkonzentrationen in den Kompartimenten Wasser, Sediment und Biota werden daraufhin untersucht, ob ein Trend (Zunahme oder Abnahme der Konzentration) zu erkennen ist oder ob nur zufällige Schwankungen von Jahr zu Jahr zu beobachten sind. Als Nullhypothese wird angenommen, dass kein Trend vorliegt und alle Schwankungen nur zufällig bedingt sind. Der Test basiert auf einer Prüfgröße, die sich errechnet aus der Differenz der Anzahl der Zahlenwerte in der Stichprobe, bei denen der frühere Wert kleiner ist als der spätere Wert, und der Anzahl der Zahlenwerte in der Stichprobe, bei denen der frühere Wert größer ist als der spätere Wert. Wenn mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % die Nullhypothese widerlegt werden kann, wird der Trend als signifikant angesehen.

Für die Trendermittlung werden folgende Tools benutzt: XLSTAT 2014 sowie einer Statistik Free-ware - dem Excel Template MAKESENS 1.0 (Mann-Kendall Test and Sen's Slope Estimates for the Trend of Annual Data) Version 1.0 Freeware - des Finnish Meteorological Institute 2002. Dieses ist für die Auswertung nicht normalverteilter Daten geeignet.

3.4.3 Erläuterungen zur Bewertung der Monitoring-Daten

Für die Gegenüberstellung der Messwerte mit den UQN und den OSPAR-Richtwerten wurden in einem ersten Schritt Diagramme erstellt (s. Anhang II). Die Daten der einzelnen Stationen werden in Anhang II als Zeitreihe in Linien- oder Balkendiagrammen dargestellt. Den Diagrammen zu den einzelnen Stationen ist jeweils eine Boxplot-Darstellung vorangestellt, die die Daten aller Stationen zusammenfassend zeigt. Die Boxplots geben eine Übersicht der Schwankungsbreite der gemessenen Konzentrationen und bieten einen Überblick der einzelnen Stationen im Vergleich. Zudem enthalten alle Diagramme die relevanten UQN bzw. Richtwerte (s. Kap. 3.4.1).

Für die Analyse der Belastungssituation in Kap. 3.5 wurde die Häufigkeit der Überschreitung von UQN bzw. OSPAR-Richtwerten mit einem Ampelfarbensystem gekennzeichnet:

-  Einhaltung der UQN bzw. des Richtwertes
-  teilweise Überschreitung der UQN bzw. des Richtwertes
-  häufige Überschreitung der UQN bzw. des Richtwertes

- Als Einhaltung gilt eine Überschreitung von weniger als 20 % der Messwerte.
- Als teilweise Überschreitung gilt eine Überschreitung von mehr als 20 % der Messwerte.
- Als häufige Überschreitung gilt eine Überschreitung von mehr als 50 % der Messwerte.

- Bei Sedimenten gilt jede Parallelprobe als eigener Messwert.
- Bei den Miesmuscheln gilt der Mittelwert aus den verschiedenen Größenklassen als Messwert.
- Bei den Flundern gilt der Mittelwert aus den zwei Größenklassen als Messwert.

Diese Einstufung wurde für jede Matrix vorgenommen. Bei mehreren Probestellen pro Matrix innerhalb eines Wasserkörpers wird analog zu den Überwachungsprogrammen gemäß WRRL das "one out - all out-Prinzip" verfolgt, d. h. dass jeweils das schlechteste Ergebnis einer Probestelle das Gesamtergebnis für den Wasserkörper bestimmt.

3.5 Analyse der Schadstoffbelastung

In den folgenden Tabellen (Tab. 15 bis Tab. 17) wird getrennt nach den Flussgebietseinheiten die Bewertung nach dem Ampelfarbensystem für die einzelnen Wasserkörper zusammenfassend dargestellt. Dabei bezieht sich die Bewertung auf den Zeitraum der jeweils zur Verfügung stehenden Zeitreihe.

In den nachfolgenden Kapiteln werden die Ergebnisse für jeden Stoff textlich kurz beschrieben. Dabei werden jeweils für die einzelnen Matrices

- a) die Ergebnisse der Trendbetrachtung dargestellt,
- b) die Bewertung in Bezug auf die UQN und OSPAR-Richtwerte erläutert und
- c) die Stationen anhand der Mittelwerte aller gemessenen Konzentrationen untereinander verglichen, um Belastungsschwerpunkte zu identifizieren.

Die grafischen Darstellungen für die einzelnen Stoffe und die Ergebnisse der Trendanalysen sind ausführlich im Anhangsband (Anhang II) zu diesem Bericht dargestellt. Für die drei Schwermetalle Blei, Cadmium und Quecksilber erfolgt in Karte 8 in Anhang I eine vergleichende Bewertung der Wasserkörper, wobei als relevantes Bewertungskriterium jeweils die UQN bzw. der OSPAR T1-Wert genutzt wird.

Die Ergebnisse der Trendbetrachtung mit dem Mann-Kendall Test sind ausführlich in Tabelle A-4 in Anhang I aufgeführt. Für diejenigen Stoffe, bei denen ein Großteil der Daten unterhalb der BG liegt wurde keine Trendbetrachtung durchgeführt. Außerdem konnten keine Stationen getestet werden, bei denen weniger als fünf Messwerte vorlagen.

Tab. 15: Bewertung der Schadstoffbelastung im Bereich der FGE Ems¹²

Stoff	Matrix	T1.3990.01				N3_3990_01				N4_3100_01				N2_3100_01				N1_3100_01				N0.3900			
		UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1
Blei	Wasser																								
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								
Cadmium	Wasser																								
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								
Nickel	Wasser																								
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								
Queck- silber	Wasser					X	X							X	X			X	X						
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								
Hexachlor- benzol	Wasser																								
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								
Pentachlor- benzol	Wasser																								
	Sediment																								

¹² Erläuterung der Ampelfarben s. Kap. 3.4.3, schraffierte Felder: Bewertungen anhand der OSPAR T0-Werte (Zielzustand, vgl. Kap. 3.4.1)

X = Übernahme der Bewertung der überblicksweisen Überwachung 2011 (grün: UQN eingehalten, rot: UQN überschritten). Die Messwerte der überblicksweisen Überwachung 2011 sind in Anhang I (Tab. A-3) dargestellt.

Stoff	Matrix	T1.3990.01				N3_3990_01				N4_3100_01				N2_3100_01				N1_3100_01				N0.3900			
		UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1
	Muscheln																								
	Fische																								
Benzo(a)-pyren	Wasser					X	X							X	X			X	X						
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								
Benzo(ghi)perylen	Wasser					X								X				X							
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								
Indeno(1,2,3-cd)pyren	Wasser					X								X				X							
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								
Fluoranthren	Wasser																								
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								
Dibutylzinn-Kation	Wasser					X								X				X							
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								
Tri-butylzinn-Kation	Wasser					X	X							X	X			X	X						
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								

Stoff	Matrix	T1.3990.01				N3_3990_01				N4_3100_01				N2_3100_01				N1_3100_01				N0.3900			
		UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1
Tetrabutyl- zinn	Wasser					X								X				X							
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								

Tab. 16: Bewertung der Schadstoffbelastung im Bereich der FGE Weser

Stoff	Matrix	N1_4900_01				N2_4900_01				N3_4900_01				N4_4900_01				N4_4900_02				T1.4000.01			
		UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1
Blei	Wasser																								
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								
Cadmium	Wasser																								
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								
Nickel	Wasser																								
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								
Quecksilber	Wasser					X X				X X															
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								

Stoff	Matrix	N1_4900_01				N2_4900_01				N3_4900_01				N4_4900_01				N4_4900_02				T1.4000.01			
		UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1
Hexachlor- benzol	Wasser																								
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								
Pentachlor- benzol	Wasser																								
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								
Benzo(a)- pyren	Wasser					X	X			X	X														
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								
Benzo(ghi) perylene	Wasser					X				X															
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								
Indeno(1,2,3- cd)pyren	Wasser					X				X															
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								
Fluoranthren	Wasser																								
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								

Stoff	Matrix	N1_4900_01				N2_4900_01				N3_4900_01				N4_4900_01				N4_4900_02				T1.4000.01			
		UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1
Dibutylzinn- Kation	Wasser					X				X															
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								
Tributylzinn- Kation	Wasser					X	X			X	X														
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								
Tetrabutyl- zinn	Wasser					X				X															
	Sediment																								
	Muscheln																								
	Fische																								

Tab. 17: Bewertung der Schadstoffbelastung im Bereich der FGE Elbe

Stoff	Matrix	Küstenmeer N0				N3.5000.04			
		UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1	UQN (JD/ZHK)	UQN RL 2013	T0	T1
Hexachlor- benzol	Wasser								
	Sediment								
	Muscheln								
	Fische								
Pentachlor- benzol	Wasser								
	Sediment								
	Muscheln								
	Fische								

3.5.1 Blei

3.5.1.1 Trendbetrachtung

Der Mann-Kendall Test für die Bleikonzentrationen im Wasser ergab an vier von 17 Stationen einen signifikant abnehmenden Trend für den Zeitraum 2005-2012 (Bork_W_2, Nney_W_1, OSee_W_3 und OSee_W_4: p-value <0,05) (s. Tab. A-4 in Anhang I).

Die Trendanalyse der Sedimentproben der Jahre 1997-2012 zeigt für die Station Nney_S_B einen signifikant abnehmenden Trend und für die Station WeMu_S_C einen signifikant ansteigenden Trend (p-value jeweils <0,05). An allen anderen Stationen wurde kein signifikanter Trend festgestellt. Bei der Trendermittlung des NLWKN im Jahr 2011 ergab sich für die dort ausgewerteten Zeiträume (1982-2009, gestaffelt nach kurzfristiger, mittelfristiger und langfristiger Trendbetrachtung) an keiner Messstation ein ansteigender Trend für Blei (NLWKN 2011).

Die Blei-Konzentrationen in Muscheln und Fischen zeigen keinen signifikanten Trend.

3.5.1.2 Bewertung in Bezug auf UQN/Richtwerte und Belastungsschwerpunkte

Für Blei liegen UQN und Richtwerte für alle Kompartimente vor. Allerdings können die UQN der OGewV für die in diesem Bericht ausgewerteten Daten nicht angewendet werden, da sie für filtrierte Proben gelten und die Metalle an den operativen Messstellen in der unfiltrierten Wasserprobe gemessen werden. Nach Auskunft des NLWKN erfolgte 2008 eine Untersuchung von Blei in der filtrierten Probe, im Rahmen der überblicksweisen Überwachung. Da die UQN hier deutlich unterschritten wurde gilt der Stoff im Wasser als unproblematisch und wird erst wieder bei der überblicksweisen Überwachung für den 3. Bewirtschaftungsplan untersucht.¹³

Die Messwerte im Wasser liegen zwischen < 0,2 und 11 µg/l. An der Station WeMu_W_2 (Wasserkörper N4_4900_01, FGE Weser) wurden im Mittel die höchsten Bleikonzentrationen im Wasser gemessen (s. Abb. 8).

Im Sediment wurden die OSPAR T1-Werte häufig überschritten, was auf eine nicht akzeptable Belastung hinweist. Alle Wasserkörper, in denen sich Sedimentmessstellen befinden, sind dementsprechend in den Tabellen 14 und 15 sowie in Karte 8 in Anhang I rot dargestellt. Im Mittel wurden die höchsten Blei-Konzentrationen im Sediment an der Station Nney_S_E im Wasserkörper N4_3100_01 (FGE Ems) gemessen. In der FGE Weser wurden ähnlich hohe Werte an der Station WuKu_S_D (Cappel/Neufeld) im Wasserkörper T1.4000.01 festgestellt (s. Abb. 9). Hier gab es jedoch zwischen 2009 und 2012 einen deutlichen Rückgang der Bleibelastung (vgl. Zeitreihe in Anhang II).

Die Blei-Konzentration in Muscheln liegt häufig über dem OSPAR T0-Wert, der T1-Wert wird aber sicher eingehalten. Die höchsten Blei-Konzentrationen wurden an der Station Bork_Myt_1 in der FGE Ems im Wasserkörper N4_3100_01 gemessen (s. Abb. 10). Bei den Flundern wird der T0-

¹³ Schriftliche Mitteilung des NLWKN Betriebsstelle Brake-Oldenburg vom 28.08.2014.

Wert im Fanggebiet Jade_F_1 häufig überschritten, im Fanggebiet Bork_F_1 teilweise überschritten und in den anderen Gebieten eingehalten. Der T1-Wert wird überall deutlich unterschritten (s. Karte 8 in Anhang I). Im Mittel wurden die höchsten Blei-Konzentrationen im Fanggebiet Jade_F_1 gemessen (s. Abb. 11).

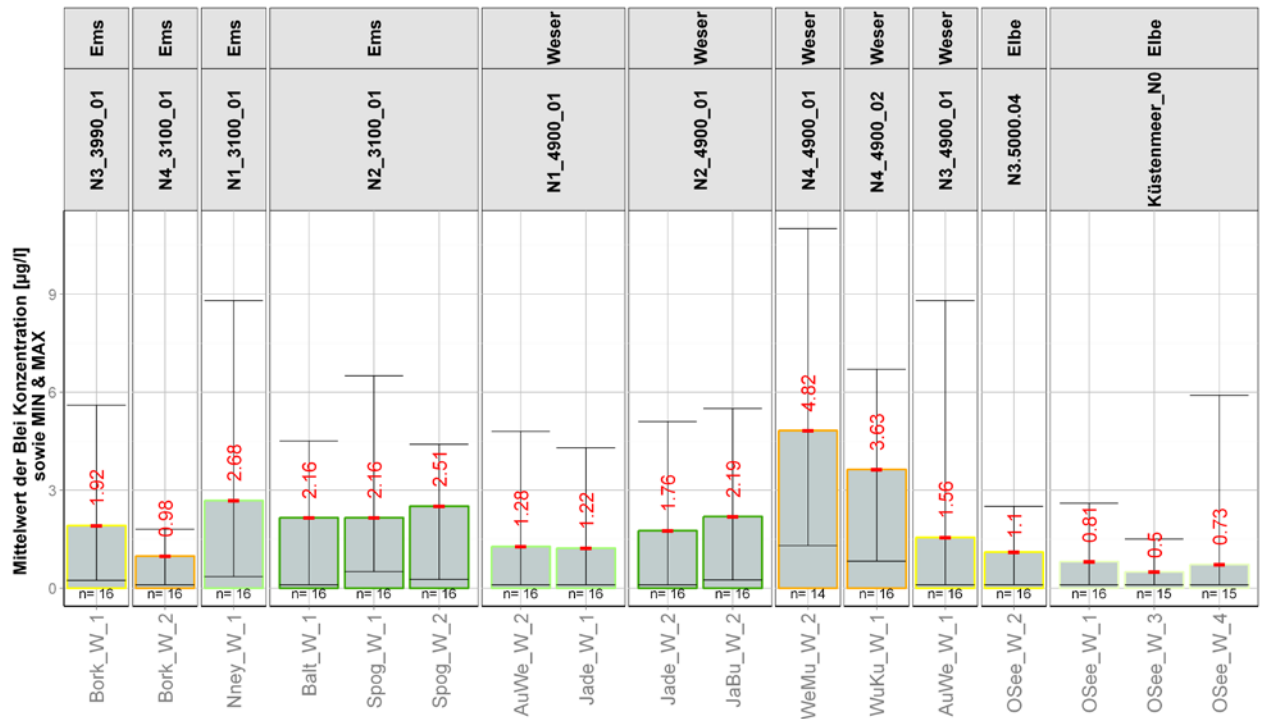


Abb. 8: Mittlere Blei-Konzentrationen im Wasser 2005-2012

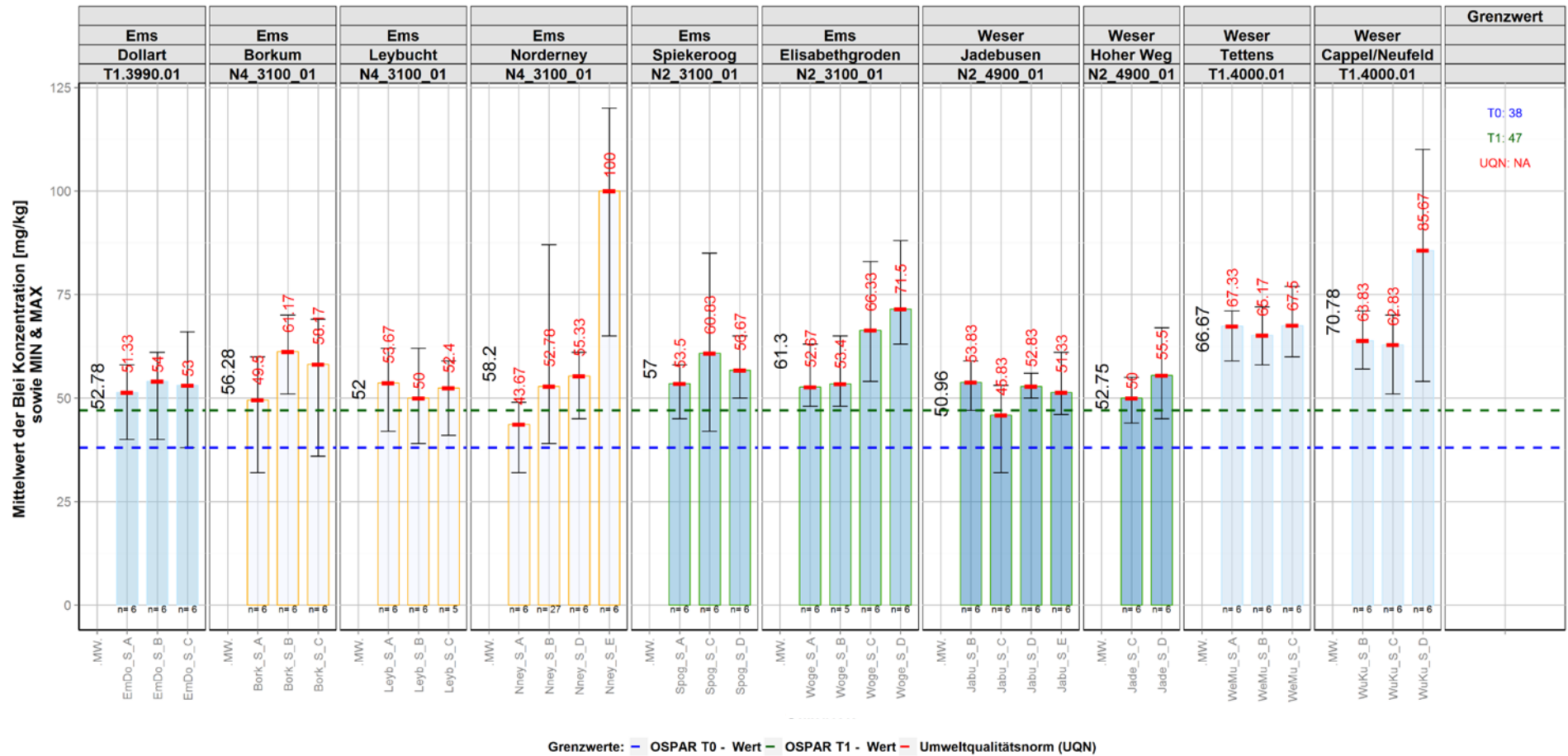


Abb. 9: Mittlere Blei-Konzentrationen im Sediment 1997-2012

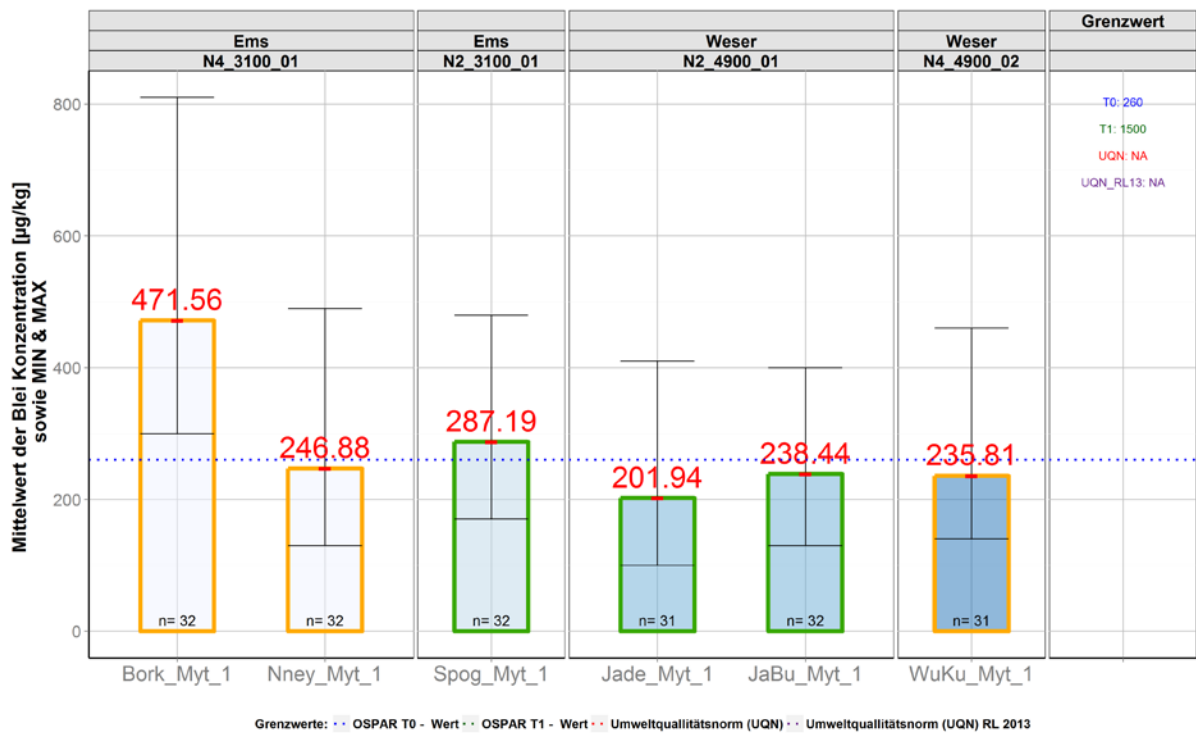


Abb. 10: Mittlere Blei-Konzentrationen in Muscheln 2006-2013

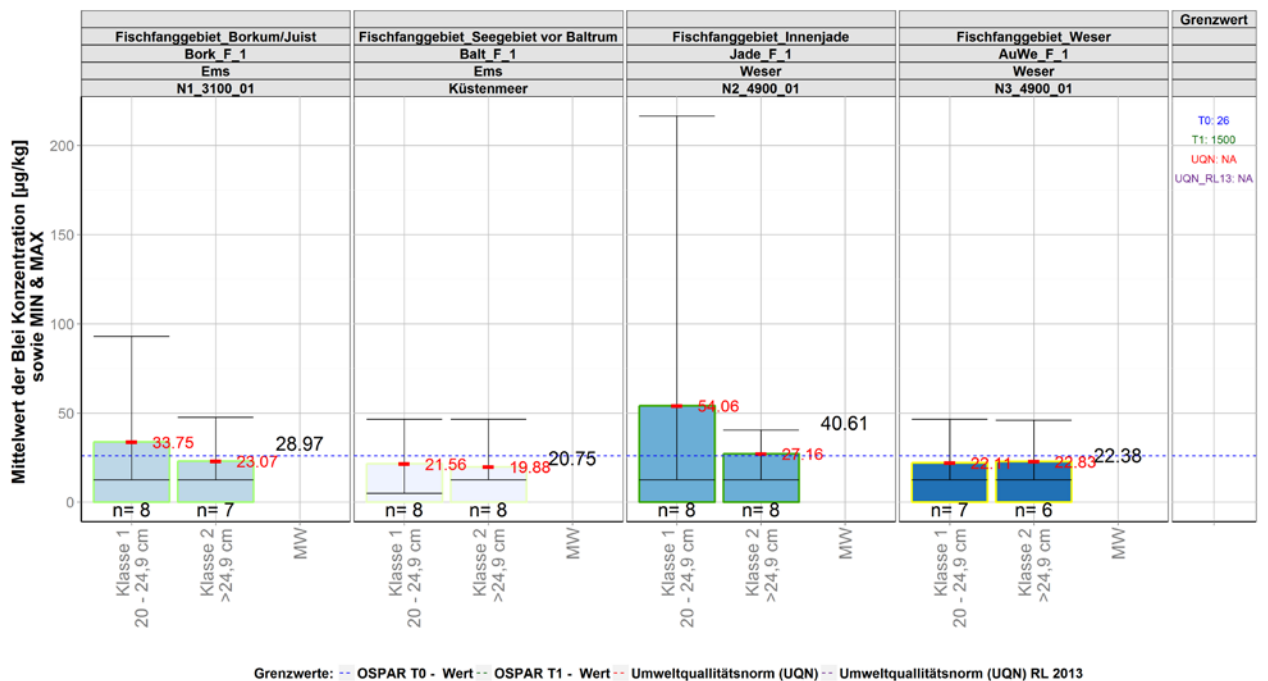


Abb. 11: Mittlere Blei-Konzentrationen in Flundern 2006-2013

3.5.2 Cadmium

3.5.2.1 Trendbetrachtung

Die Trendanalyse der Cadmiumkonzentrationen im Wasser ergab unterschiedliche Tendenzen im Zeitraum 2005-2011. An den Stationen Jade_W_2 und WeMu_W_2 wurde ein signifikant ansteigender Trend festgestellt (p-value <0,05). Dagegen zeigte sich der Trend an der Station OSee_W_3 signifikant fallend (p-value <0,05). An allen anderen Stationen gab es keinen signifikanten Trend (s. Tab. A-4 in Anhang I).

Im Sediment wurde an den Stationen EmDo_S_C, Leyb_S_B, Spog_S_A und WeMu_S_B durch den Mann-Kendall Test ein signifikant abnehmender Trend im Zeitraum 1997-2012 festgestellt (p-value <0,05). An allen anderen Stationen gab es keinen signifikanten Trend.

Bei den Biota-Daten ergab der Mann-Kendall Test an keiner Station einen signifikanten Trend.

3.5.2.2 Bewertung in Bezug auf UQN/Richtwerte und Belastungsschwerpunkte

Für Cadmium liegen UQN und Richtwerte für alle Kompartimente vor. Allerdings können die UQN der OGewV für die in diesem Bericht ausgewerteten Daten nicht angewendet werden, da sie für filtrierte Proben gelten und die Metalle an den operativen Messstellen in der unfiltrierten Wasserprobe gemessen werden. Bei der überblicksweisen Überwachung 2011 ergaben sich bei den Cadmium-Messungen in der filtrierten Probe keine Überschreitungen der UQN an der niedersächsischen Küste (NLWKN 2014).

Die Messwerte im Wasser liegen zwischen < 0,05 und 1,4 µg/l. Im Mittel wurden die höchsten Konzentrationen in der FGE Ems an den Stationen Spog_W_1 (Wasserkörper N2_3100_01) und Bork_W_1 (Wasserkörper N3_3990_01) festgestellt (s. Abb. 12). Ähnlich hohe Konzentrationen wurden in der FGE Weser im Wasserkörper N3_4900_01 (AuWe_W_1) gemessen.

Im Sediment wird der OSPAR T0 Wert häufig überschritten, der T1-Wert wird allerdings an allen Messstellen eingehalten (s. Tab. 15 und Tab. 16). Im Mittel waren die Konzentrationen an den Stationen WeMu_S_C und S_B (Wasserkörper T1.4000.01) sowie Bork_S_B (Wasserkörper N4_3100_01) am höchsten (s. Abb. 13).

Die Cadmium-Konzentration in Muscheln liegt im Bereich der FGE Ems bei fast allen Messungen unter dem OSPAR T0-Wert, in der FGE Weser wird der Richtwert an den Stationen Jadebusen und Wurster Küste häufig überschritten. Hier sind die gemittelten Messwerte im Vergleich mit den anderen Stationen am höchsten (s. Abb. 14). Der T1-Wert wird an allen Stationen sicher eingehalten. Bei den Flundern wird der T0-Wert in allen Fanggebieten häufig überschritten, der T1-Wert wird überall deutlich unterschritten (s. Anhang II). Die Cadmium-Belastung der Flundern ist im Gebiet AuWe_F_1 im Wasserkörper N3_4900_01 deutlich höher als in den anderen Fanggebieten (s. Abb. 15).

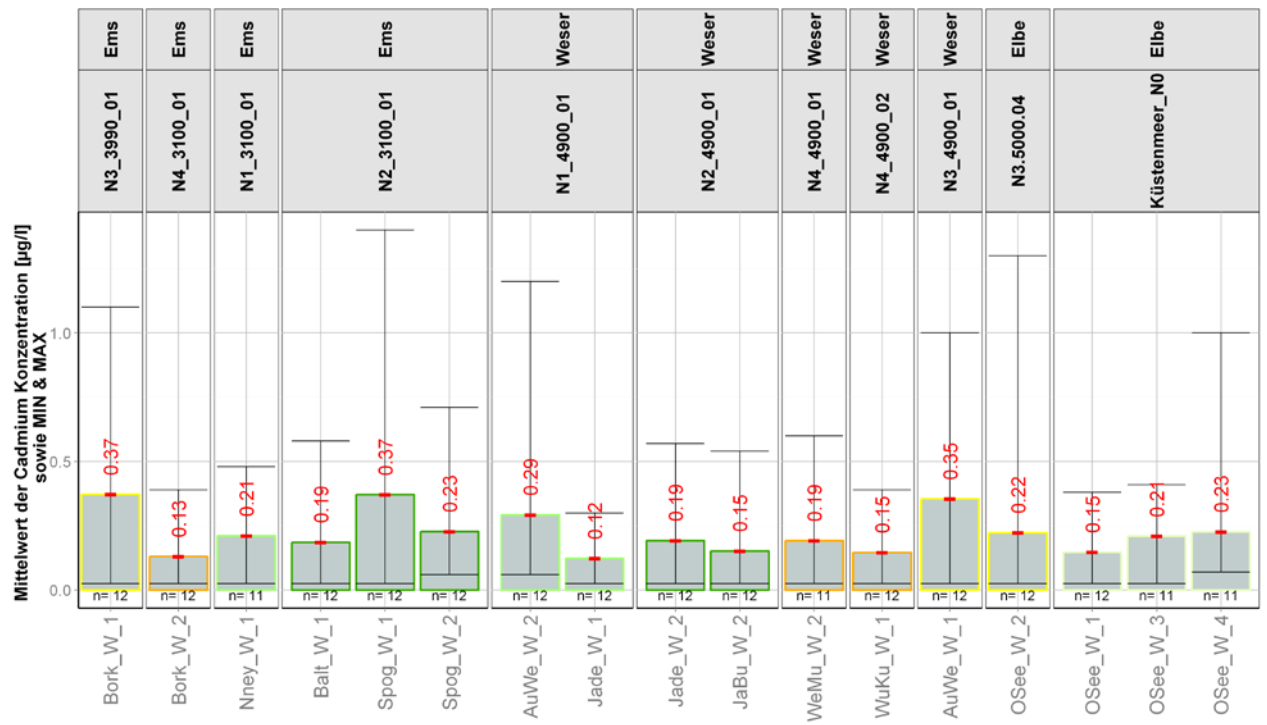


Abb. 12: Mittlere Cadmium-Konzentration im Wasser 2005-2011

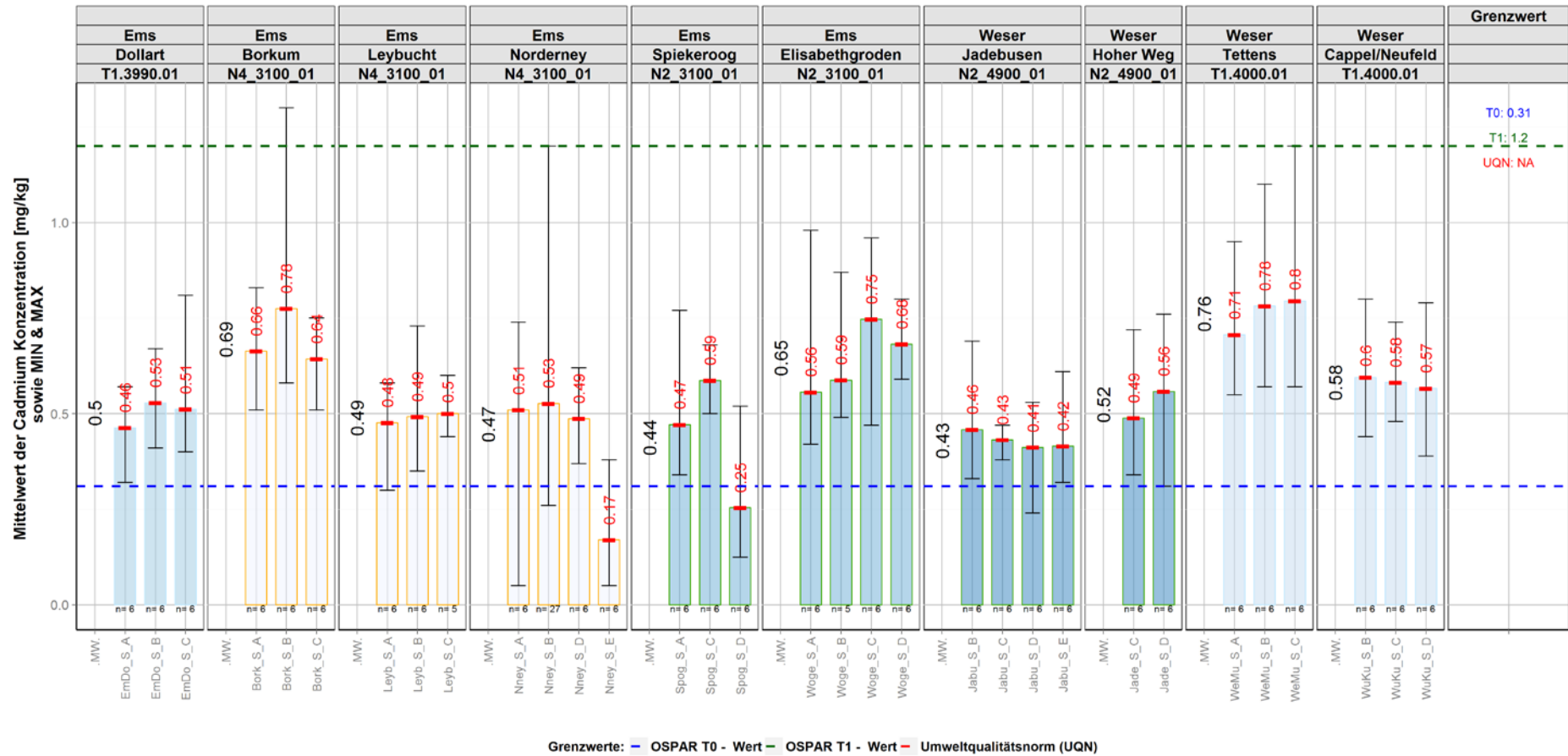


Abb. 13: Mittlere Cadmium-Konzentration im Sediment 1997-2012

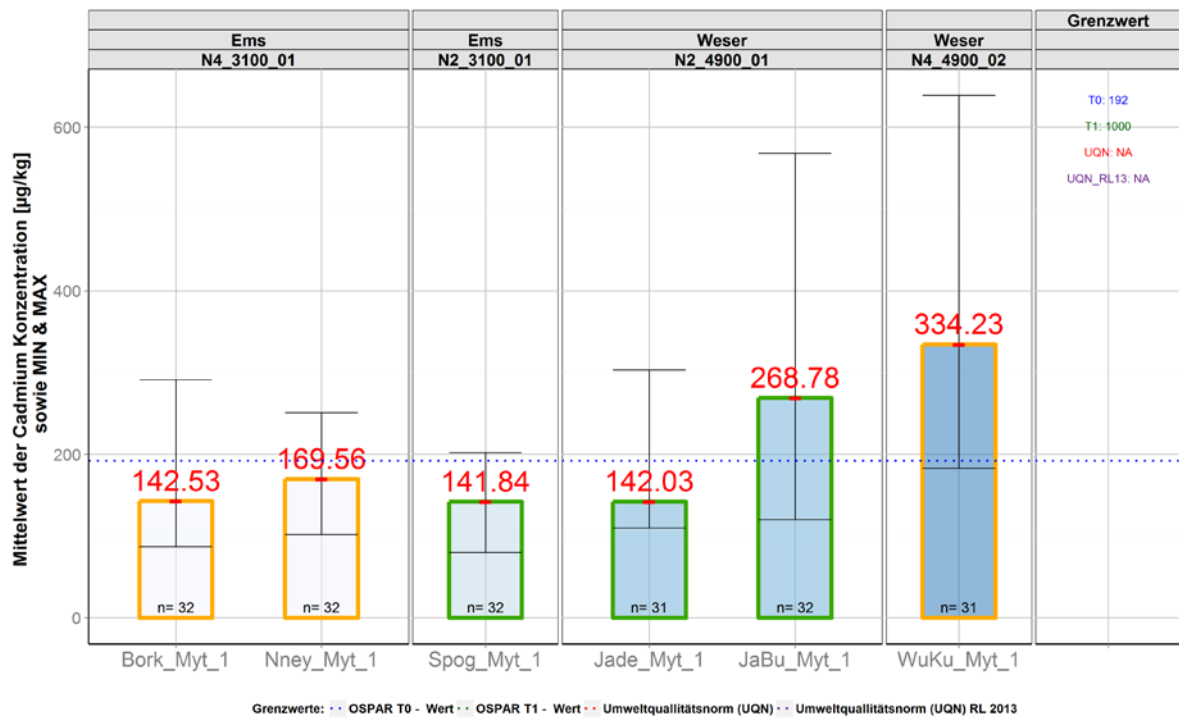


Abb. 14: Mittlere Cadmium-Konzentration in Muscheln 2006-2013

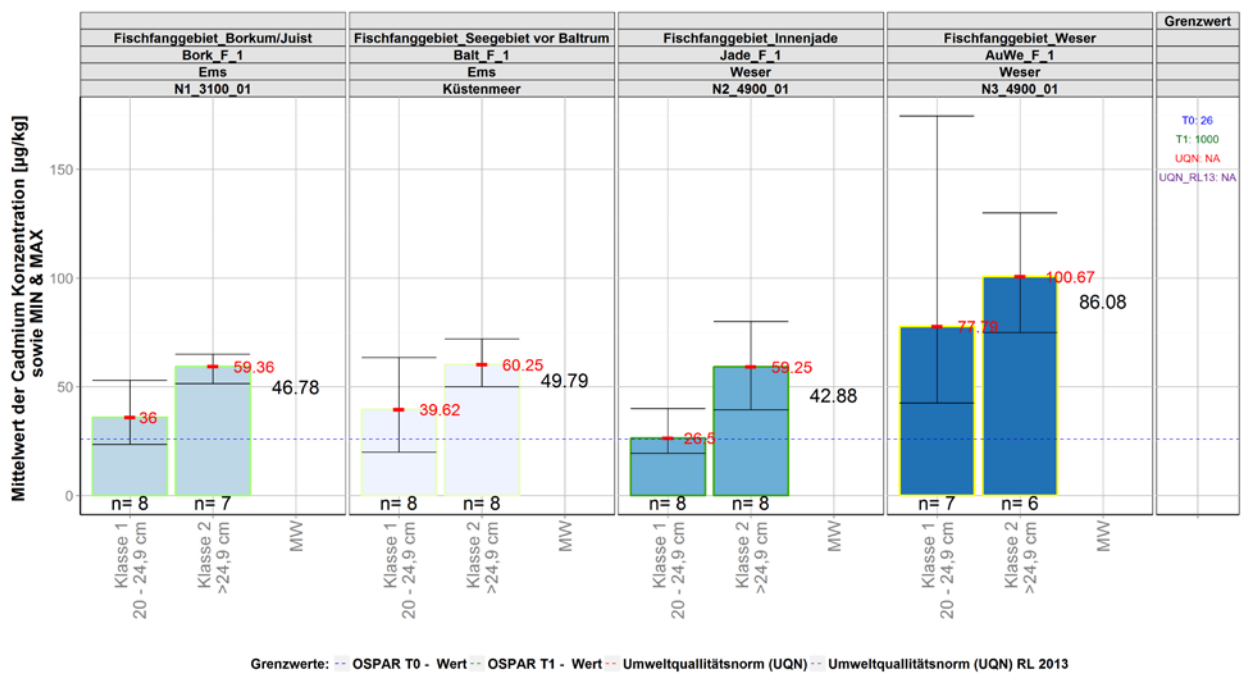


Abb. 15: Mittlere Cadmium-Konzentration in Fischen 2006-2013

3.5.3 Nickel

3.5.3.1 Trendbetrachtung

Der Mann-Kendall Test für die Nickelkonzentrationen im Wasser ergab an zwei von 17 Stationen einen signifikant abnehmenden Trend für den Zeitraum 2005-2012 (Nney_W_1 und WuKu_W_1, p-value <0,05). An allen anderen Stationen war der Trend nicht eindeutig, es gab allerdings mehrere Stationen mit abnehmender Tendenz und einem p-value von <0,1 (s. Tab. A-4 in Anhang I).

Im Sediment wurde an den Stationen WuKu_S_B und EmDo_S_C durch den Mann-Kendall Test ein signifikant abnehmender Trend im Zeitraum 1997-2012 festgestellt (p-value <0,05). An allen anderen Stationen gab es keinen signifikanten Trend.

Für Biota liegen keine Daten vor.

3.5.3.2 Bewertung in Bezug auf UQN/Richtwerte und Belastungsschwerpunkte

Für Nickel liegen eine UQN für die filtrierte Wasserprobe und ein OSPAR-Richtwert für die Sedi-mentbelastung vor. Allerdings kann die UQN der OGewV für die in diesem Bericht ausgewerteten Daten nicht angewendet werden, da die Metalle an den operativen Messstellen in der unfiltrierten Wasserprobe gemessen werden. Nach Auskunft des NLWKN erfolgte 2008 eine Untersuchung von Nickel in der filtrierten Probe, im Rahmen der überblicksweisen Überwachung. Dabei wurde die UQN deutlich unterschritten.¹⁴

Die Messwerte im Wasser liegen zwischen < 0,5 und 14,0 µg/l, ganz überwiegend aber unter 5 µg/l. Obwohl es sich um die Konzentration in der unfiltrierten Probe handelt, wird selbst die UQN für die filtrierte Probe von 20 µg/l deutlich unterschritten. Im Mittel wurden die höchsten Konzentrationen an der Station WeMu_W_2 im Wasserkörper N4_4900_01 gemessen (s. Abb. 16).

Im Sediment befinden sich die Messwerte im Bereich des OSPAR T0-Wertes von 36 mg/kg. In den Wasserkörpern N4_3100_01 und N2_3100_01 in der FGE Ems kommt es teilweise zu einer Überschreitung des Richtwertes, an allen anderen Messstellen wird der T0-Wert knapp eingehalten. Bei den Sediment-Daten sind keine Belastungsschwerpunkte erkennbar.

Für Biota liegen keine Daten vor.

¹⁴ Schriftliche Mitteilung des NLWKN Betriebsstelle Brake-Oldenburg vom 28.08.2014.

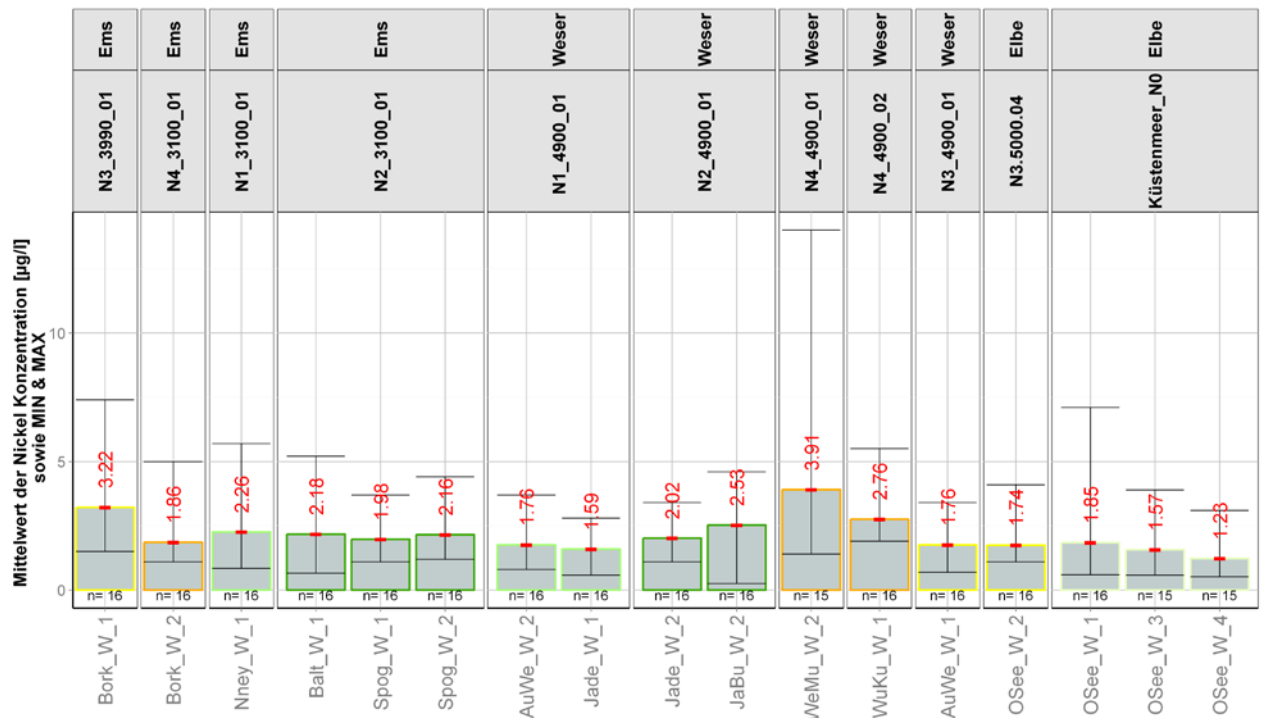


Abb. 16: Mittlere Nickel-Konzentrationen im Wasser 2005-2012

3.5.4 Quecksilber

3.5.4.1 Trendbetrachtung

Der Mann-Kendall Test für Quecksilber in der Wasserphase ergab keinen signifikanten Trend im Zeitraum 2005-2012 (p-value > 0,1) (s. Tab. A-4 in Anhang I).

Die Trendanalyse der Sedimentproben der Jahre 1997-2012 zeigt für die Station WeMu_S_B einen signifikant abnehmenden Trend (p-value < 0,05). An allen anderen Stationen wurde kein Trend festgestellt.

Bei den Muschelproben ist der Trend an den Stationen Nney_Myt_1, Spog_Myt_1 und WuKu_Myt_1 signifikant ansteigend (p-value < 0,05). Bei den Flundern zeigt sich dagegen ein signifikant abnehmender Trend im Fanggebiet Jade (p-value < 0,001). An allen anderen Stationen wurde kein Trend festgestellt.

3.5.4.2 Bewertung in Bezug auf UQN/Richtwerte und Belastungsschwerpunkte

Für Quecksilber liegen UQN und Richtwerte für alle Kompartimente vor. Allerdings können die UQN der OGewV für die in diesem Bericht ausgewerteten Daten nicht angewendet werden, da sie für filtrierte Proben gelten und die Metalle an den operativen Messstellen in der unfiltrierten Wasserprobe gemessen werden.

Die Messwerte im Wasser liegen zwischen $< 0,005$ und $0,06 \mu\text{g/l}$. Abgesehen von einem Messwert werden selbst die UQN, die für die filtrierte Probe gelten ($0,05/0,07 \mu\text{g/l}$), eingehalten. Bei der überblicksweisen Überwachung 2011, bei der an sechs Stationen die gelösten Quecksilbergehalte bestimmt wurden, lagen die Messwerte durchgehend unterhalb der BG von $0,01 \mu\text{g/l}$ (s. Tab. A-3 in Anhang I). Der Vergleich zwischen den Stationen zeigt etwas höhere Quecksilbergehalte an der Messstelle WuKu_W_1 in der FGE Weser im Wasserkörper N4_4900_02 (s. Abb. 17).

Im Sediment wird der OSPAR T1-Wert häufig überschritten, was auf eine nicht akzeptable Belastung hinweist. Alle Wasserkörper, in denen sich Sedimentmessstellen befinden sind dementsprechend in den Tabellen 14 und 15 sowie in Karte 8 in Anhang I rot dargestellt. Im Vergleich der Mittelwerte wurden etwas höhere Quecksilbergehalte in der FGE Ems an der Station Woge_S_C (Wasserkörper N2_3100_01) festgestellt (s. Abb. 18).

Die Quecksilberkonzentration in Muscheln liegt an allen Stationen über dem OSPAR T0-Wert und häufig über der UQN, der T1-Wert wird aber sicher eingehalten. Die höchsten Quecksilberkonzentrationen wurden an der Station Bork_Myt_1 in der FGE Ems im Wasserkörper N4_3100_01 gemessen (s. Abb. 19). Bei den Flundern werden der T0-Wert und die UQN ebenfalls durchgehend überschritten. Der T1-Wert wird überall deutlich unterschritten. Im Mittel wurden etwas höhere Belastungen an der Station Bork_F_1 festgestellt (s. Abb. 20).

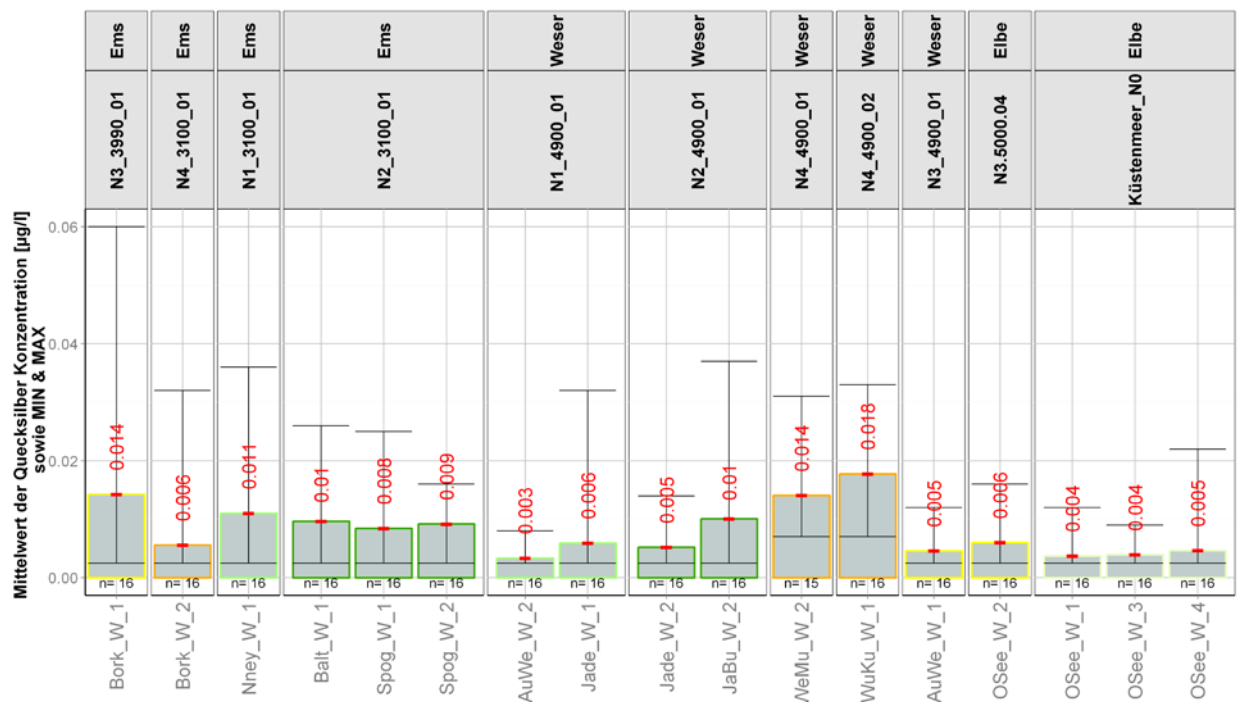


Abb. 17: Mittlere Quecksilber-Konzentrationen im Wasser 2005-2012

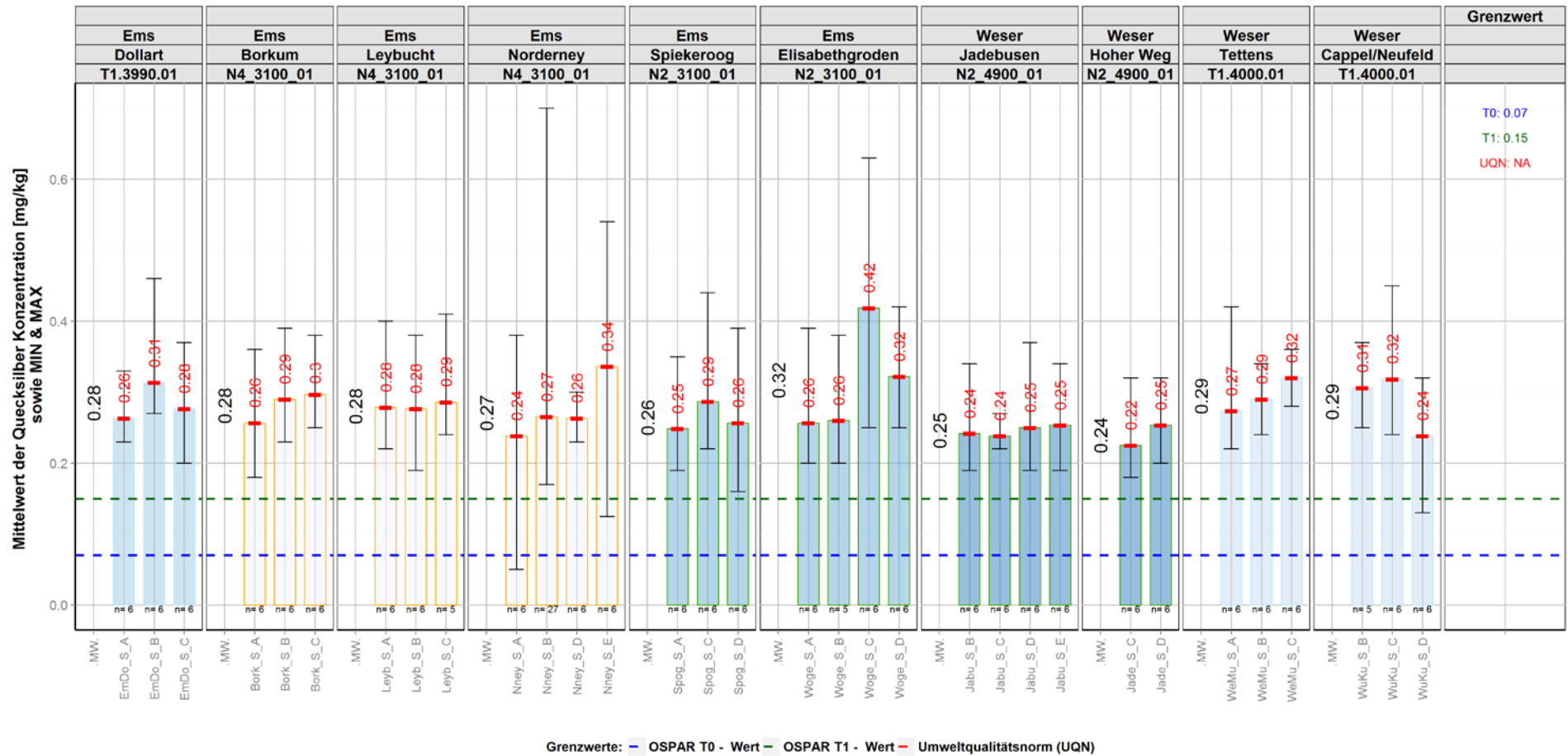


Abb. 18: Mittlere Quecksilber-Konzentrationen im Sediment 1997-2012

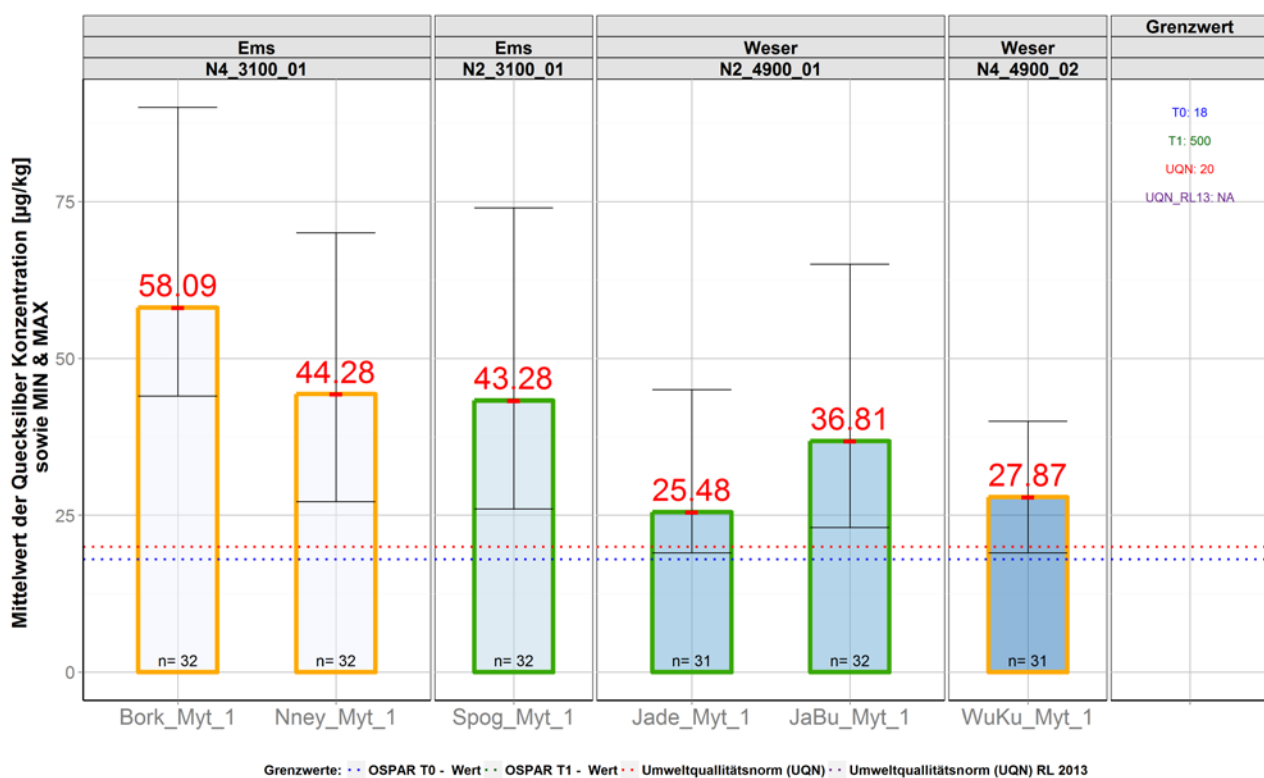


Abb. 19: Mittlere Quecksilber-Konzentrationen in Muscheln 2006-2013

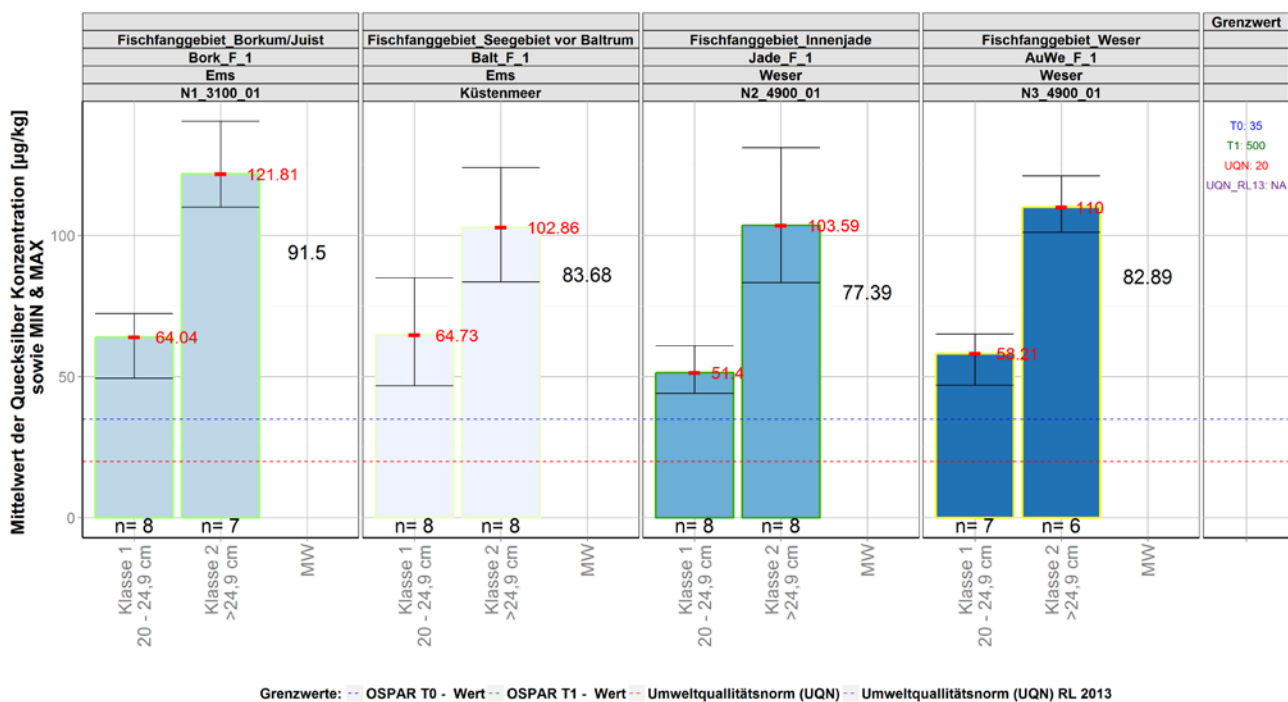


Abb. 20: Mittlere Quecksilber-Konzentrationen in Fludern 2006-2013

3.5.5 Hexachlorbenzol

3.5.5.1 Trendbetrachtung

Die Messwerte im Wasser liegen unter den BG. Daher wurde keine Trendbetrachtung durchgeführt.

Da im Sediment über 50 % der Messwerte unterhalb der BG liegen und sich die Unterschiede im Verlauf der Liniendiagramme vor allem aufgrund der wechselnden BG ergeben, wurde auch hier auf eine Trendbetrachtung verzichtet.

Bei den Muscheln wurde kein signifikanter Trend nachgewiesen. Bei den Flundern wurde keine Trendbetrachtung durchgeführt, da der Stichprobenumfang zu klein war ($n < 5$).

3.5.5.2 Bewertung in Bezug auf UQN/Richtwerte und Belastungsschwerpunkte

Für Hexachlorbenzol liegen UQN und Richtwerte für alle Kompartimente vor.

Im Wasser liegen die Messwerte durchgehend an allen Stationen unterhalb der BG. Die UQN der OGewV werden eingehalten.

Im Sediment liegen über 50 % aller Messwerte unterhalb der BG. Der OSPAR T1-Wert wird sicher eingehalten. Ein T0-Wert liegt für Hexachlorbenzol nicht vor. Unterschiede im Verlauf der Liniendiagramme ergeben sich überwiegend aufgrund von wechselnden BG, Belastungsschwerpunkte sind nicht erkennbar.

Die Konzentration von Hexachlorbenzol in Muscheln liegt überwiegend unterhalb der BG und damit auch unterhalb des OSPAR T0-Wertes. Nur im Jahr 2011 wurden an allen Stationen höhere Konzentrationen festgestellt, die den T0-Wert überschreiten. Die UQN für Biota wird an allen Stationen sicher eingehalten. Es ergeben sich keine Belastungsschwerpunkte. Bei den Flundern liegen nur Messwerte zwischen 2011 und 2013 vor. Diese liegen oberhalb des OSPAR T0-Wertes, die UQN wird eingehalten. Belastungsschwerpunkte sind – auch aufgrund der geringen Datenbasis – nicht zu erkennen.

3.5.6 Pentachlorbenzol

3.5.6.1 Trendbetrachtung

Die Messwerte im Wasser liegen unter den BG. Daher wurde keine Trendbetrachtung durchgeführt.

Da knapp 70 % der Messwerte im Sediment ebenfalls unterhalb der BG liegen und sich die Unterschiede im Verlauf der Liniendiagramme aufgrund der wechselnden BG ergeben, wurde auch hier auf eine Trendbetrachtung verzichtet.

Für Biota liegen keine Daten vor.

3.5.6.2 Bewertung in Bezug auf UQN/Richtwerte und Belastungsschwerpunkte

Für Pentachlorbenzol ist in der OGewV eine JD-UQN im Wasser angegeben. Für die anderen Kompartimente gibt es keine Grenz- oder Richtwerte.

Die Messwerte im Wasser liegen durchgehend unterhalb der BG, damit gilt die UQN gemäß OGewV als eingehalten, obwohl die BG seit 2009 über der UQN liegt (BG: 0,001 bzw. 0,002 µg/l; UQN: 0,0007 µg/l).

Im Sediment liegen knapp 70 % der Messwerte unterhalb der BG. Unterschiede im Verlauf der Liniendiagramme ergeben sich überwiegend aufgrund von wechselnden BG, Belastungsschwerpunkte sind nicht erkennbar.

3.5.7 Benzo(a)pyren

3.5.7.1 Trendbetrachtung

Ausreichende Daten für eine Trendbetrachtung liegen für das Sediment vor. Die Trendanalyse der Sedimentproben der Jahre 1997-2012 zeigt für die Stationen Jade_S_C und Jabu_S_C einen signifikant abnehmenden Trend (p-value < 0,05). An allen anderen Stationen wurde kein signifikanter Trend festgestellt (s. Tab. A-4 in Anhang I).

3.5.7.2 Bewertung in Bezug auf UQN/Richtwerte und Belastungsschwerpunkte

Für Benzo(a)pyren liegen UQN und Richtwerte für alle Kompartimente vor. Langjährige Schadstoffmessungen wurden aber nur für Sedimentproben durchgeführt. In Muscheln und Fischen wird Benzo(a)pyren seit 2011 untersucht und für die Wasserphase liegen nur Untersuchungen der überblicksweisen Überwachung 2011 vor.

Bei den Untersuchungen der Wasserphase 2011 wurden die UQN der OGewV eingehalten (s. Tab. A-3 in Anhang I). Die Werte lagen häufig unterhalb der BG. Gemäß der neuen EU-Richtlinie 2013/39/EU sind die zukünftigen UQN wesentlich strenger. Die Messwerte von 2011 halten die neue ZHK-UQN ein, die neue JD-UQN würde allerdings nicht eingehalten. Mit 0,00017 µg/l liegt die neue JD-UQN auch deutlich unterhalb der aktuellen BG von 0,002 µg/l, so dass vor einer Anwendung des Grenzwertes die Analysemethoden zu verbessern wären.

Im Sediment wird der OSPAR T0-Wert zwar häufig überschritten, allerdings bewegen sich die Messwerte im Bereich des T0-Wertes. Der T1-Wert wird an allen Stationen eingehalten. An der Station Nney_S_B wurden zwar zwischen 1997 und 2003 im Vergleich höhere Benzo(a)pyren-Konzentrationen festgestellt, allerdings sind die Messwerte seit 2003 hier wieder deutlich gesunken (s. Anhang II). Im Mittel wurden die höchsten Konzentrationen an der Station Nney_S_E gemessen, allerdings konnten an dieser Station nur zwei Messwerte einbezogen werden, wodurch die Belastbarkeit der Aussage gering ist (s. Abb. 21).

Die Konzentration von Benzo(a)pyren in Muscheln liegt über dem OSPAR-T0-Wert. Der T1-Wert sowie die neue UQN der RL 2013/39/EU werden aber eingehalten. 2011 wurden an der Station WuKu_Myt_1 vergleichsweise hohe Konzentrationen festgestellt, die Messwerte sanken 2012 und 2013 aber wieder auf ein Niveau nahe des OSPAR T0-Wertes. Der Mittelwert aller Messwerte im Zeitraum 2006-2013 ist an dieser Station im Wasserkörper N4_4900_02 am höchsten (s. Abb. 22). Bei den Flundern liegen alle Daten unterhalb der BG, die neue UQN der RL 2013/39/EU wird damit eingehalten.

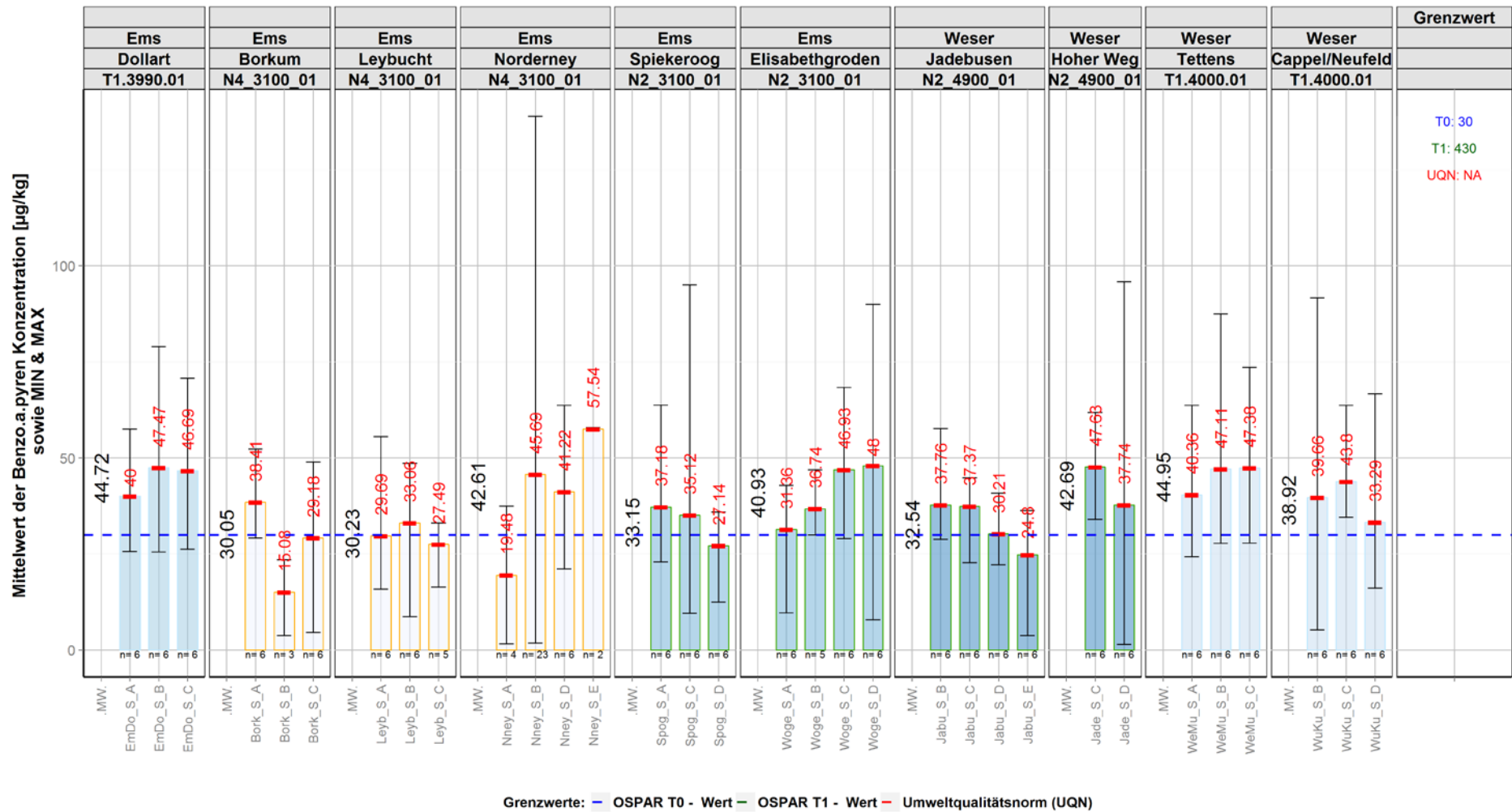


Abb. 21: Mittlere Benzo(a)pyren -Konzentrationen im Sediment 1997-2012 (Daten auf einen TOC-Gehalt von 2,5 % normalisiert)

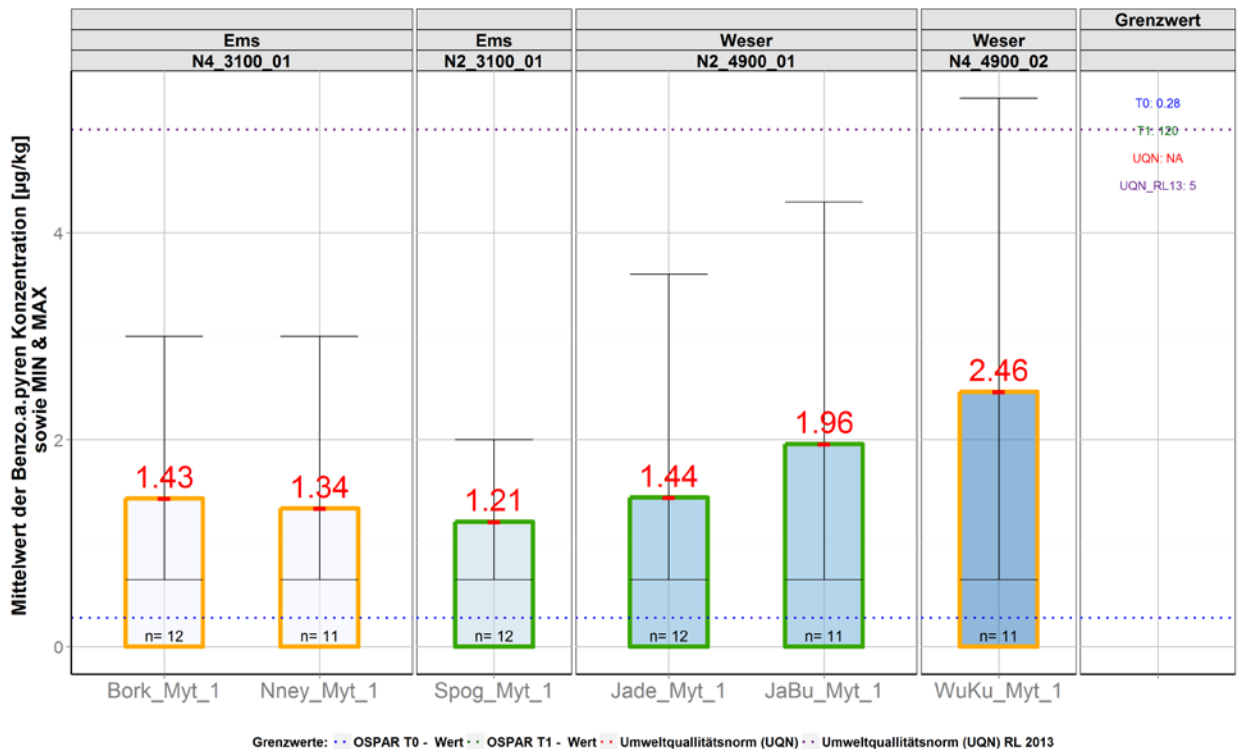


Abb. 22: Mittlere Benzo(a)pyren -Konzentrationen in Muscheln 2006-2013

3.5.8 Benzo(ghi)perylene

3.5.8.1 Trendbetrachtung

Langjährige Daten liegen nur für das Sediment vor. Die Sedimentdaten zeigen überwiegend keine signifikanten Trends, nur an der Station Woge_S_A konnte ein signifikant abnehmender Trend nachgewiesen werden ($p\text{-value} < 0,05$) (s. Tab. A-4 in Anhang I).

3.5.8.2 Bewertung in Bezug auf UQN/Richtwerte und Belastungsschwerpunkte

Für Benzo(ghi)perylene liegen OSPAR-Richtwerte für die Kompartimente Sediment und Muscheln vor. Die UQN der OGewV bezieht sich auf den Summenparameter Benzo(ghi)perylene + Indeno(1,2,3-cd)pyren.

Für das Kompartiment Wasser gibt es keine langjährigen Untersuchungen, Daten für Benzo(ghi)perylene liegen aus der überblicksweisen Überwachung 2011 vor (s. Tab. A-3 in Anhang I). Die Messwerte lagen häufig unterhalb der BG. An den Stationen Bork_W_1 und Nney_W_1 wurden jedoch zum Teil höhere Belastungen festgestellt, so dass die JD-UQN in der Summe mit Indeno(1,2,3-cd)pyren überschritten wurde. Die höchsten Belastungen wurden an der Station Bork_W_1 im Wasserkörper N3_3990_01 in der FGE Ems festgestellt.

Die OSPAR T0- und T1-Werte werden im Sediment an allen Transekten eingehalten. Damit liegen die Konzentrationen nahe der natürlichen Hintergrundbelastung und das Ziel der OSPAR-Strategie ist erreicht.

Bei den Muscheln liegen ca. 75 % der Messwerte unter der BG. Der OSPAR T0-Wert ist niedriger als die halbe BG und kann daher nicht bewertet werden, der T1-Wert wird an allen Stationen eingehalten. 2011 wurden an der Station Wurster Küste erhöhte Konzentrationen festgestellt, die Messwerte sanken bis 2013 aber wieder unter die BG. Die Benzo(ghi)perylen-Konzentration in Fludern liegt nahezu bei allen Messungen unterhalb der BG.

3.5.9 Indeno(1,2,3-cd)pyren

3.5.9.1 Trendbetrachtung

Langjährige Daten liegen nur für das Sediment vor. Die Sedimentdaten zeigen signifikant abnehmende Trends an den Stationen Woge_S_A, Jade_S_C und Jade_S_D. An allen anderen Stationen wurde kein Trend nachgewiesen (s. Tab. A-4 in Anhang I).

3.5.9.2 Bewertung in Bezug auf UQN/Richtwerte und Belastungsschwerpunkte

Für Indeno(1,2,3-cd)pyren liegen OSPAR-Richtwerte für die Kompartimente Sediment und Muscheln vor. Die UQN der OGewV bezieht sich auf den Summenparameter Benzo(ghi)perylen + Indeno(1,2,3-cd)pyren.

Für das Kompartiment Wasser gibt es keine langjährigen Untersuchungen, Daten für Indeno(1,2,3-cd)pyren liegen aus der überblicksweisen Überwachung 2011 vor (s. Tab. A-3 in Anhang I). Die Messwerte lagen häufig unterhalb der BG. An den Stationen Bork_W_1 und Nney_W_1 (FGE Ems) wurden jedoch zum Teil höhere Belastungen festgestellt, so dass die JD-UQN in der Summe mit Benzo(ghi)perylen überschritten wurde (vgl. Kap. 3.5.8.2).

Die OSPAR T0- und T1-Werte werden im Sediment an allen Transekten eingehalten. Damit liegen die Konzentrationen nahe der natürlichen Hintergrundbelastung und das Ziel der OSPAR-Strategie ist erreicht.

Bei den Muscheln liegen die Messwerte fast vollständig unterhalb der BG. Nur an der Station Jadenbusen wurden 2012 etwas höhere Werte festgestellt, die jedoch 2013 wieder unter die BG gesunken waren. Der T0-Wert ist niedriger als die halbe BG und kann daher nicht bewertet werden. Bei den Fludern liegt die Konzentration immer unter der BG, Grenzwerte liegen hier nicht vor.

3.5.10 Fluoranthen

3.5.10.1 Trendbetrachtung

Langjährige Daten liegen nur für das Sediment vor. Die Trendanalyse der Sedimentproben der Jahre 1997-2012 zeigt signifikant abnehmende Trends für die Stationen WuKu_S_C und Jabu_S_C ($p\text{-value} < 0,05$). An allen anderen Stationen wurde kein signifikanter Trend festgestellt (s. Tab. A-4 in Anhang I).

3.5.10.2 Bewertung in Bezug auf UQN/Richtwerte und Belastungsschwerpunkte

Für Fluoranthen liegen OSPAR-Richtwerte für die Kompartimente Sediment und Muscheln vor. Außerdem enthält die OGeV eine UQN für die Wasserphase. 2014 wurden die Chromatogramme der überblicksweisen Wasseruntersuchungen auf Fluoranthen ausgewertet. Dabei wurden für die Küstengewässer keine Überschreitungen der UQN festgestellt (mdl. Mitteilung NLWKN 2014). Monitoringdaten werden auch für das Sediment und Biota erhoben.

Im Sediment wird der OSPAR T0-Wert überschritten, der T1-Wert aber durchgehend eingehalten. Ein deutlicher Belastungsschwerpunkt ist nicht erkennbar. Im Mittel wurden zwar die höchsten Konzentrationen an der Station Nney_S_E gemessen, allerdings konnten an dieser Station nur zwei Messwerte einbezogen werden, wodurch die Belastbarkeit der Aussage gering ist (s. Abb. 23).

Die Konzentration in Muscheln überschreitet den T0-Wert an nahezu allen Stationen. An der Station Spiekeroog wurde der T0-Wert nur 2013 überschritten. Der T1-Wert wird überall sicher eingehalten und auch die neue Biota-UQN der RL 2013/39/EU wird ebenfalls deutlich unterschritten. Auch die Konzentrationen in den Flundern unterschreiten die UQN RL 2013. Belastungsschwerpunkte sind bei den Biota-Daten – auch aufgrund der geringen Datenbasis – nicht erkennbar.

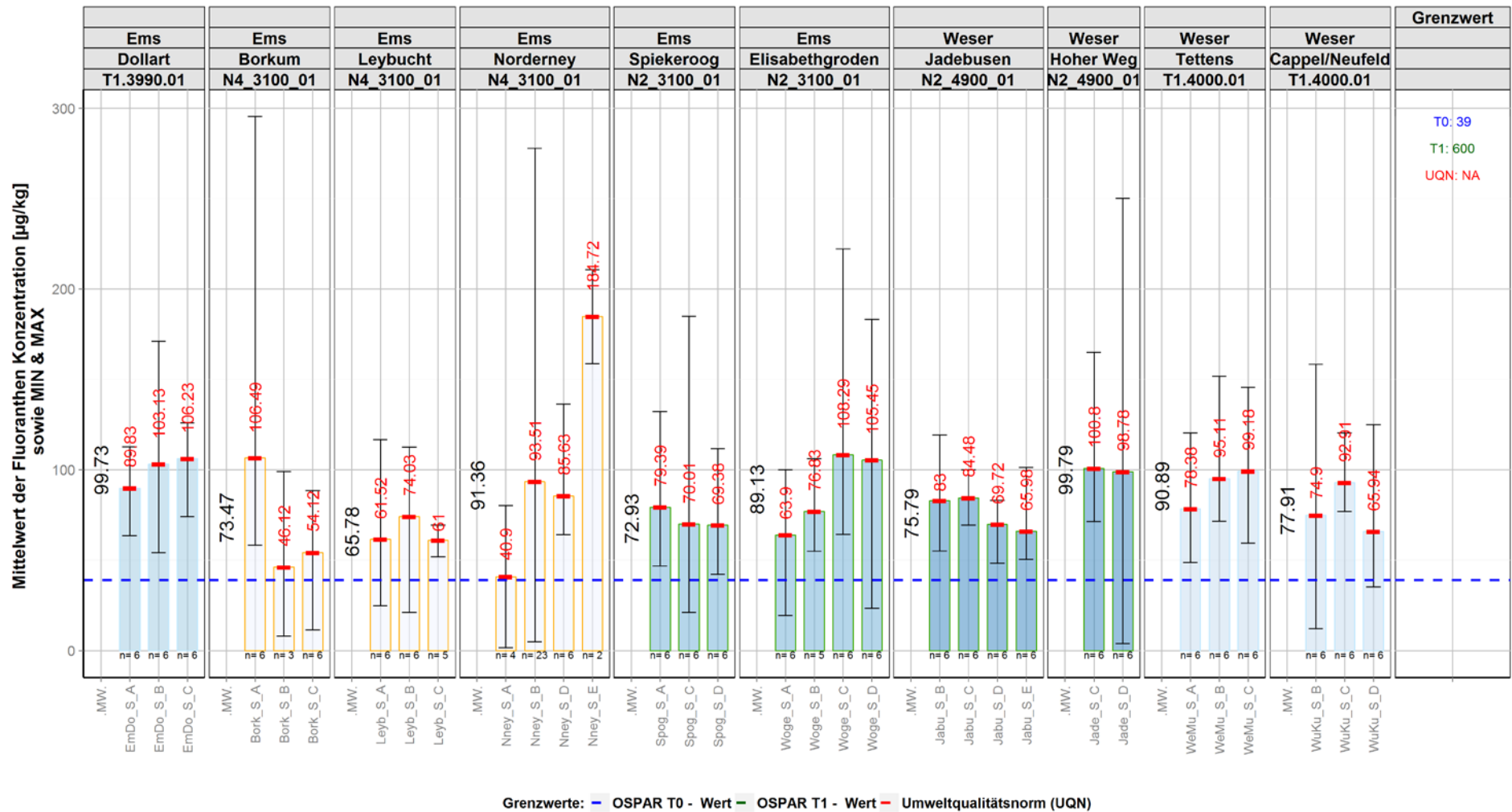


Abb. 23: Mittlere Fluoranthen-Konzentrationen im Sediment 1997-2012 (Daten auf einen TOC-Gehalt von 2,5 % normalisiert)

3.5.11 Dibutylzinn-Kation

3.5.11.1 Trendbetrachtung

Zeitreihen liegen nur für das Sediment vor. Da die Sedimentdaten häufig unterhalb der BG liegen und diese zwischen 1997 und 2012 mehrfach erhöht wurde, wurde auf eine Trendbetrachtung verzichtet.

3.5.11.2 Bewertung in Bezug auf UQN/Richtwerte und Belastungsschwerpunkte

Für Dibutylzinn-Kation weist die OGeV in Anlage 5 Umweltqualitätsnormen im Wasser und im Sediment aus. Langjährige Monitoring-Daten gibt es allerdings nur für das Sediment.

Die Wasserphase wurde 2011 im Rahmen der überblicksweisen Überwachung untersucht. Die Konzentration im Wasser lag 2011 an allen sechs Messstellen unter der BG. Die UQN wurde eingehalten (s. Tab. A-3 in Anhang I).

Im Sediment liegen ca. 48 % der Messwerte unter den BG. Die UQN wird an allen Stationen deutlich unterschritten. Die Konzentration stieg am Transekt Tettens (WeMu_S_A+B) zwischen 2009 und 2012 vergleichsweise stark an, wodurch sich für diese Stationen auch die höchsten Mittelwerte ergeben (s. Abb. 24).

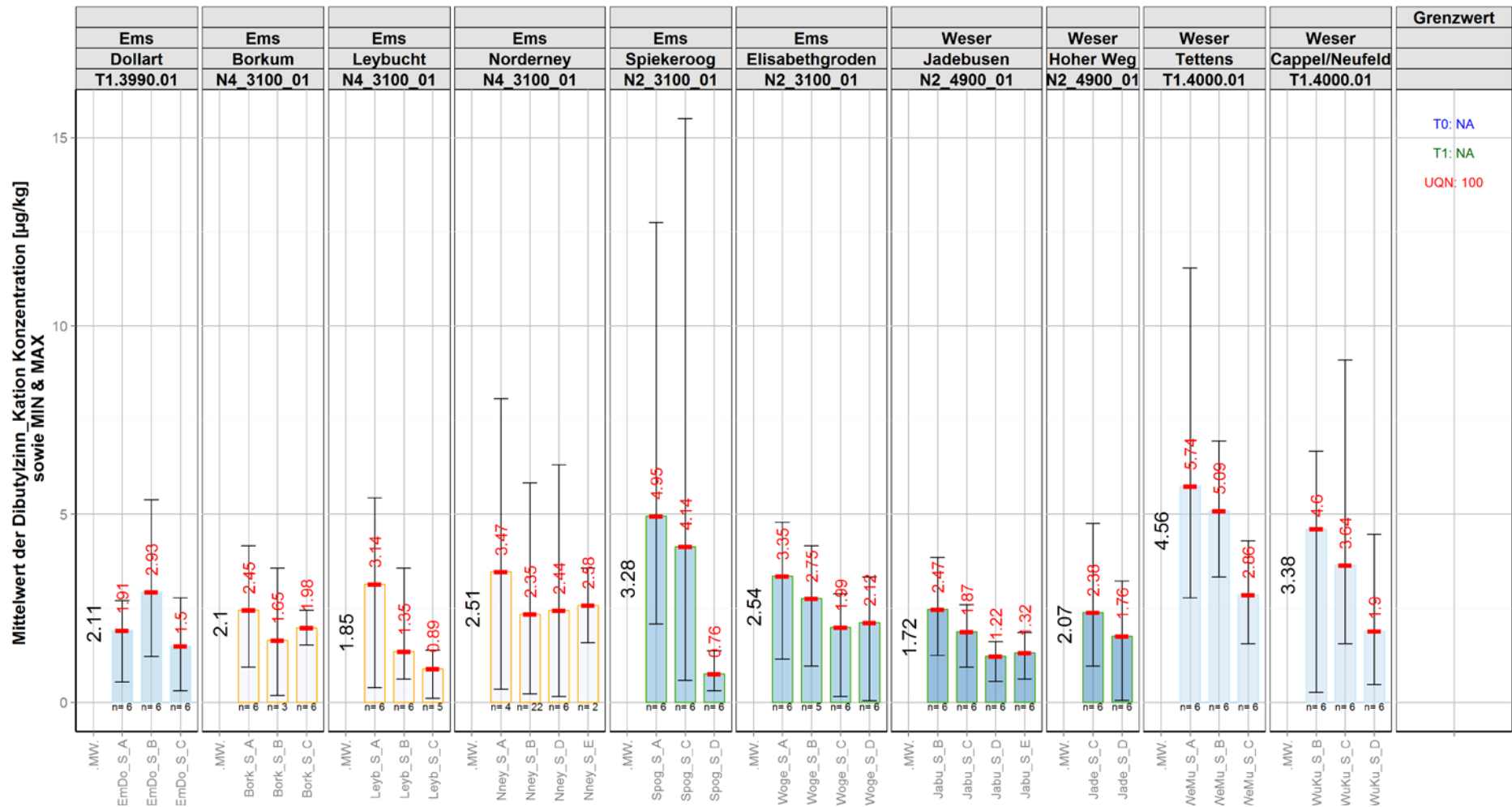


Abb. 24: Mittlere Dibutylzinn-Konzentrationen im Sediment 1997-2012 (Daten auf einen TOC-Gehalt von 2,5 % normalisiert)

3.5.12 Tributylzinn-Kation

3.5.12.1 Trendbetrachtung

Zeitreihen liegen nur für das Sediment vor. Die Trendanalyse der Sedimentproben der Jahre 1997-2012 zeigt für die Station Jabu_S_D einen signifikant abnehmenden Trend, für die Station Spog_S_C dagegen einen signifikant steigenden Trend (p-value jeweils $< 0,05$). An allen anderen Stationen wurde kein Trend festgestellt (s. Tab. A-4 in Anhang I).

3.5.12.2 Bewertung in Bezug auf UQN/Richtwerte und Belastungsschwerpunkte

Für Tributylzinn-Kation weist die OGeV in Anlage 7 Umweltqualitätsnormen für die Wasserphase aus. Außerdem liegen OSPAR-Richtwerte für Muscheln vor. Langjährige Monitoring-Daten gibt es allerdings nur für das Sediment.

Die Wasserphase wurde 2011 im Rahmen der überblicksweisen Überwachung untersucht. Die Konzentration im Wasser lag 2011 häufig unter der BG. Die UQN wurde an allen sechs Stationen eingehalten (s. Tab. A-3 in Anhang I).

Im Sediment liegen ca. 38 % der Messwerte unter den BG. An der Station Tettens (WeMu_S_A+B) wurden im Vergleich aller Stationen die höchsten Schadstoffgehalte gemessen. Außerdem weist die Station Spog_S_A im Mittel erhöhte Konzentrationen auf (s. Abb. 25). Für eine Bewertung der Messergebnisse fehlen allerdings die entsprechenden Grenz- oder Richtwerte für das Sediment.

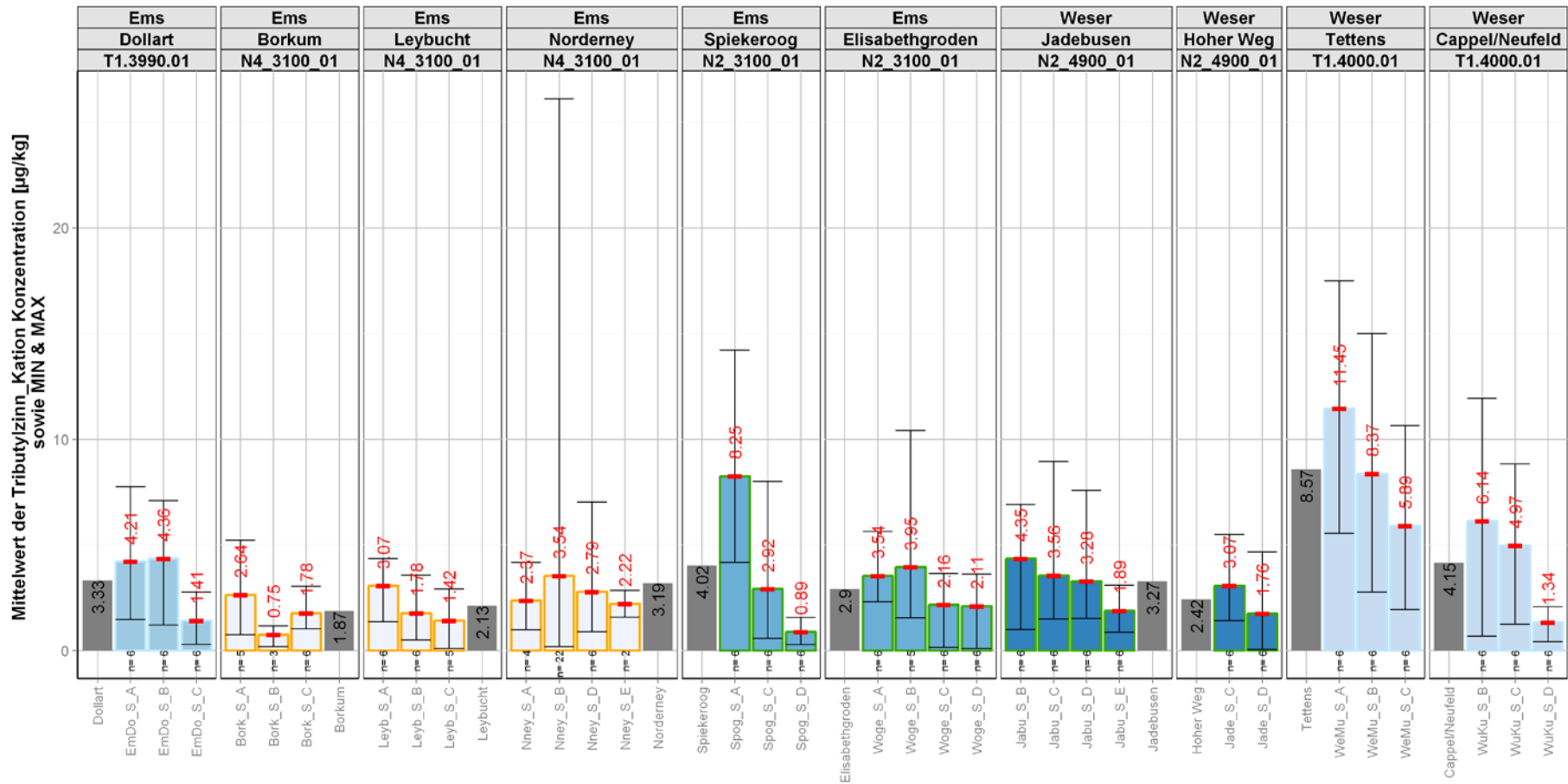


Abb. 25: Mittlere Tributylzinn-Konzentrationen im Sediment 1997-2012 (Daten auf einen TOC-Gehalt von 2,5 % normalisiert)

3.5.13 Tetrabutylzinn

3.5.13.1 Trendbetrachtung

Zeitreihen liegen nur für das Sediment vor. Bei den Sedimentdaten wurde auf eine Trendbetrachtung verzichtet, da nahezu alle Messwerte unterhalb der BG liegen (ca. 97 %).

3.5.13.2 Bewertung in Bezug auf UQN/Richtwerte und Belastungsschwerpunkte

Für Tetrabutylzinn weist die OGeV in Anlage 5 Umweltqualitätsnormen im Wasser und im Sediment aus. Langjährige Monitoring-Daten gibt es allerdings nur für das Sediment.

Die Wasserphase wurde 2011 im Rahmen der überblicksweisen Überwachung untersucht. Die Konzentration im Wasser lag 2011 an allen sechs Messstellen unter der BG. Die UQN wurde eingehalten (s. Tab. A-3 in Anhang I).

Im Sediment liegen nahezu alle Messwerte unter den BG (ca. 97 %). Die UQN wird deutlich unterschritten.

3.6 Zusammenfassende Bewertung der Schadstoffbelastung an der niedersächsischen Küste

Die Bewertung der Schadstoffbelastung über mehrere Jahre anhand des Ampelfarbensystems zeigt für die meisten betrachteten Schadstoffe, dass die wirkungsbasierten Schwellenwerte (UQN und OSPAR T1-Werte) nicht überschritten werden und damit keine schädlichen Effekte auf die Meeresumwelt auftreten.

Ausnahmen stellen allerdings die Stoffe **Blei** und **Quecksilber** dar. In Bezug auf die niedersächsische Küste werden bei Blei und Quecksilber die OSPAR T1-Werte im Sediment häufig überschritten, so dass mit schädlichen Effekten auf empfindliche Organismen zu rechnen ist.

Bei Quecksilber wurde der OSPAR T1-Wert im Sediment an allen Messstellen häufig überschritten. Außerdem wurde die Biota-UQN durchgängig überschritten. Dies gilt allerdings bundesweit an allen WRRL-Messstellen. Als Hauptursache werden die Quecksilberanreicherungen in den Gewässersedimenten sowie Einträge über die Luft durch Emissionen aus der Kohleverbrennung genannt. Es wird derzeit davon ausgegangen, dass trotz erheblicher Minimierungsanstrengungen und selbst bei umfassender Einstellung der Stoffeinträge aufgrund der langen Verweildauer von Quecksilber in der Umwelt und eines möglichen Ferntransportes, die Einhaltung der UQN in Biota überhaupt nur langfristig erreicht werden kann (LAWA-AO 2014).

Bei Benzo(ghi)perylen und Indeno(1,2,3-cd)pyren kam es 2011 an zwei Messtellen im Bereich der FGE Ems im Wasser zu einer Überschreitung der UQN (Bork_W_1 und Nney_W_1). Da sich die Messwerte nur auf das Jahr 2011 beziehen, kann hier allerdings keine Aussage zur langfristigen Belastungssituation getroffen werden. Außerdem sind insbesondere bei der Station Bork_W_1, die sich im Mündungsbereich der Ems befindet, die erhöhten Schwebstoffgehalte im Wasser zu berücksichtigen. Bei Schadstoffen, die überwiegend partikulär gebunden auftreten, führen hohe Trübungsraten zu höheren Schadstoffkonzentrationen in der unfiltrierten Wasserprobe (vgl. Kap. 2.3). Die langjährigen Messungen im Sediment zeigten demgegenüber, dass die OSPAR T0-Werte eingehalten werden. Eine eindeutige Bewertung ist aufgrund dieser Ergebnisse nicht möglich, weitere Untersuchungen in der Wasserphase könnten zeigen, ob die Belastungssituation auch längerfristig anhält.

Als besonders unkritisch können die Stoffe angesehen werden, deren Konzentrationen sich im Bereich der natürlichen Hintergrundbelastung bewegen (OSPAR T0). Dies gilt im Sediment für Nickel. Auch die Stoffe Dibutylzinn-Kation und Tetrabutylzinn sowie Pentachlorbenzol können insgesamt als unkritisch beurteilt werden, da die Messwerte häufig unter den BG liegen und/oder die UQN nicht überschritten werden.

Bei den weiteren untersuchten Stoffen werden in einzelnen Matrizes zwar die OSPAR T0-Werte überschritten, von einem besonderen Gefährdungspotenzial ist jedoch nicht auszugehen, da sowohl die OSPAR T1-Werte als auch die UQN für die Wasserphase hier (soweit vorhanden) eingehalten werden. Die Trendermittlung ergab für die meisten Zeitreihen keinen signifikanten Trend (s. Tab. A-4 in Anhang I). Für Blei zeigten sich im Sediment an mehreren Stationen abnehmende Trends. Auffällig ist hier ein zunehmender Trend an der Station WeMu-S_C in der FGE Weser, einem Bereich in dem der OSPAR T1 Wert bereits deutlich überschritten wird. Bei Cadmium ergab sich in der Wasserphase eher ein zunehmender Trend, wohingegen bei mehreren Sedimentmessstellen sowohl in der FGE Ems als auch in der FGE Weser ein abnehmender Trend verzeichnet werden kann. Auffallend ist ein ansteigender Trend der Quecksilber-Konzentration in Muscheln an drei von sechs Stationen, wobei sowohl die FGE Ems als auch die FGE Weser betroffen sind. Die Nickelkonzentrationen nehmen tendenziell ab. Auch für organische Stoffe wurden, wenn überhaupt, abnehmende Trends festgestellt (Tab. 18).

Tab. 18: Zusammenstellung der signifikanten Trends.

Messstelle	Zeitraum	Kommentar Trend	Mann-Kendall Test (p-value)
Blei			
Wasser			
Bork_W_2	2005-2012	abnehmend, signifikant	< 0,05
Nney_W_1	2005-2012	abnehmend, signifikant	< 0,05
OSee_W_3	2005-2012	abnehmend, signifikant	< 0,05
OSee_W_4	2005-2012	abnehmend, signifikant	< 0,05
Sediment			
Nney_S_B	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
WeMu_S_C	1997 - 2012	ansteigend, signifikant	<0,05
Cadmium			
Wasser			
Jade_W_2	2005-2011	ansteigend, signifikant	< 0,05
OSee_W_3	2005-2011	abnehmend, signifikant	< 0,05

Messstelle	Zeitraum	Kommentar Trend	Mann-Kendall Test (p-value)
Blei			
WeMu_W_2	2005-2011	ansteigend, signifikant	< 0,05
Sediment			
EmDo_S_C	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Leyb_S_B	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Spog_S_A	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
WeMu_S_B	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Nickel			
Wasser			
Nney_W_1	2005-2012	abnehmend, signifikant	< 0,05
WuKu_W_1	2005-2012	abnehmend, signifikant	< 0,05
Sediment			
EmDo_S_C	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Quecksilber			
Sediment			
WeMu_S_B	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Muscheln			
Nney_Myt_1	2006-2013	ansteigend, signifikant	< 0,05
Spog_Myt_1	2006-2013	ansteigend, signifikant	< 0,05
WuKu_Myt_1	2006-2013	ansteigend, signifikant	< 0,05
Fische			
Jade	2006-2013	abnehmend, signifikant	< 0,001
Sediment			
Benzo.a.pyren			
Jade_S_C	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Jabu_S_C	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Benzo.ghi.perylen			
Woge_S_A	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Fluoranthren			
Jabu_S_C	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Indeno.1.2.3.cd.pyren			
Woge_S_A	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Jade_S_C	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Jade_S_D	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Tributylzinn_Kation			
Jabu_S_D	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05

Zusammenfassend ergibt die Analyse der Schadstoffbelastungen ein eher uneinheitliches Bild. Eine Konzentration von Belastungsschwerpunkten im Bereich bestimmter Wasserkörper kann nicht festgestellt werden. Auf der Immissionsseite lassen sich somit keine räumlichen Schwerpunkte erkennen. In der Gesamtschau aller Matrices verteilen sich die Belastungsschwerpunkte bzw. Messstellen mit den höchsten Konzentrationen relativ gleichmäßig entlang der Küste zwischen Borkum und Wurster Küste. Dies gilt (soweit Messstellen vorhanden sind) für alle betrachteten Stoffe.

4. Beziehung der Ergebnisse des Monitorings zu Frachten/Einleitungen

Als Grundlage für ein wirksames Schadstoffmanagement ist zunächst zu prüfen, ob sich räumliche Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen des Monitorings und der Emissionsseite, also den Schadstoffeinträgen ergeben. Hierzu wurde zunächst auf Ebene der Flussgebietseinheiten nach Übereinstimmungen zwischen den in Kap. 3.5 identifizierten Belastungsschwerpunkten und den maximalen Einträgen über Flussfrachten oder Direkteinträgen gesucht. Tab. 19 zeigt eine Gegenüberstellung der Stationen mit den jeweiligen maximalen Mittelwerten der gemessenen Schadstoffkonzentrationen und den Zuflüssen bzw. Wasserkörpern mit der jeweils höchsten Schadstofffracht.

Tab. 19: Gegenüberstellung von Belastungsschwerpunkten und Einleitungen

Stoff	Matrix	Belastungsschwerpunkt		Max. Flussfracht (MW 2009-2012)	Max. Direkteinträgen (MW 2009-2012)
		Max. Konzentration (im Mittel)	FGE		
Blei	Wasser	WeMu_W_2	Weser	Elbe	Weser (T1.4000.01)
	Sediment	Nney_S_E	Ems		
	Muscheln	Bork_Myt_1	Ems		
	Fische	Jade_F_1	Weser		
Cadmium	Wasser	Spog_W_1, Bork_W_1	Ems	Elbe	Weser (T1.4000.01)
		AuWe_W_1	Weser		
	Sediment	WeMu_S_C und B	Weser		
		Bork_S_B	Ems		
	Muscheln	WuKu_Myt_1	Weser		
	Fische	AuWe_F_1	Weser		
Nickel	Wasser	WeMu_W_2	Weser	Elbe	Elbe (T1.5000.01)
Quecksilber	Wasser	WuKu_W_1	Weser	Elbe	Weser (T1.4000.01)
	Sediment	Woge_S_C	Ems		
	Muscheln	Bork_Myt_1	Ems		
	Fische	Bork_F_1	Ems		
Hexachlorbenzol	-	-	-	Elbe	Weser (N2_4900_01)
Pentachlorbenzol	-	-	-	Elbe	Weser (N2_4900_01)
Benzo(a)pyren	Muscheln	WuKu_Myt_1	Weser	Elbe	-
Benzo(ghi)perylen	Wasser	Bork_W_1	Ems	Elbe	-
Indeno(1,2,3-cd)pyren	Wasser	Bork_W_1, Nney_W_1	Ems	Elbe	-
Fluoranthren	-	-	-	Elbe	-
Dibutylzinn-Kation	Sediment	WeMu_S_A und B	Weser	Elbe	-
Tributylzinn-Kation	Sediment	WeMu_S_A und B	Weser	Elbe	-
Tetrabutylzinn	-	-	-	Elbe	-

Bei den Schwermetallen befinden sich die maximalen Direkteinleitungen insbesondere an der Weser. Die wesentlich größeren Frachten werden allerdings über die Flüsse eingeleitet, von denen die Elbe aufgrund ihres hohen Abflusses die höchsten Frachten transportiert. Auf der Immissionsseite lassen sich jedoch kaum räumliche Schwerpunkte erkennen. Es fällt auf, dass die maximalen Konzentrationen in den verschiedenen Matrices jeweils räumlich divergieren. Für die besonders relevanten Stoffe Blei und Quecksilber wurde der Zusammenhang zwischen Belastungsschwerpunkten und Einleitungen zusätzlich kartografisch dargestellt. In Karte 9 (Anhang I) werden für Wasser, Sediment und Muscheln jeweils die zwei Stationen mit den höchsten Mittelwerten dargestellt sowie bei den Fischen das Fanggebiet mit der jeweils höchsten gemittelten Konzentration. Die Belastungsschwerpunkte verteilen sich relativ gleichmäßig entlang der Küste zwischen Borkum und Wurster Küste. Im Elbmündungsbereich befinden sich keine Monitoring-Stationen, die in die Auswertung eingegangen sind. Daher können über einen möglichen Zusammenhang zwischen den Frachten der Elbe und Belastungen der Kompartimente Sediment und Biota keine Aussagen getroffen werden.

Die am stärksten belasteten Probenahmestellen im Wasser befinden sich bei Blei und Quecksilber im Bereich der Wesermündung, was auf einen Zusammenhang zu den hohen Direkteinleitungen in diesem Bereich hinweisen könnte. Auf der anderen Seite wurden aber bei den Muscheln die maximalen Konzentrationen im Bereich der FGE Ems festgestellt (s. Karte 9 in Anhang I).

Bei den weiteren betrachteten Schadstoffen liegen überwiegend keine Angaben zu Direkteinleitungen vor, wodurch auch eine Prüfung möglicher Zusammenhänge entfällt. Die größten Flussfrachten werden auch hier über die Elbe transportiert, in deren Mündungsbereich jedoch keine Messstellen ausgewertet wurden.

Zwar zeigt sich auf der Immissionsseite eine Häufung von Belastungsschwerpunkten im Bereich der Wesermündung (50 % der Stationen mit maximalen Konzentrationen). Dennoch ist keine Beziehung zu den Einleitungen ableitbar, da zum Einen die entsprechenden Stoffe teilweise nicht über Direkteinleiter emittiert werden und zum Anderen die höchsten Frachten von der Elbe kommen, hier aber (keine) Messstationen ausgewertet wurden.

Insgesamt wird der Nachweis von Beziehungen zwischen Einleitungen und Belastungen der Wasserkörper auch dadurch erschwert, dass das Spektrum der untersuchten Stoffe im BLMP sehr groß ist und nicht immer mit den emittierten Stoffen übereinstimmt. Außerdem liegen nicht für alle untersuchten Stoffe in den verschiedenen Kompartimenten Beurteilungswerte vor, so dass eine Bewertung der Belastungssituation nicht immer durchgeführt werden kann. In Tab. 20 wurde – als Grundlage für die Auswahl der näher betrachteten Schadstoffe – eine Liste der Stoffe zusammengestellt, die im Wasser, Sediment und in Biota regelmäßig untersucht werden. Außerdem wurde geprüft, für welche der Stoffe Beurteilungswerte vorliegen und welche über Flussfrachten oder Direkteinleiter in das Küstenmeer eingetragen werden (s. Tab. 20). Die Tabelle verdeutlicht die genannten Diskrepanzen zwischen den Einleitungen und der Beurteilung der Belastungssituation.

Tab. 20: Überwachte Stoffe im Wasser, Sediment und in Biota sowie Angaben zu Frachten und Beurteilungswerten
blau hinterlegt: Ausgewählte Stoffe für die nähere Analyse

Stoff	Zeitreihe			Fracht***	OSPAR		UQN	
	Wasser*	Sediment	Biota**		T0	T1	Anlage 5	Anlage 7
Metalle								
Arsen	05 - 12	97-12	86-09	f, d	X		X	
Blei	05 - 12	97-12	86-09	f, d	X	X		X
Cadmium	05 - 12	97-12	86-09	f, d	X	X		X
Chrom	05 - 12	97-12	86-09	f, d	X	X	X	
Kupfer	05 - 12	97-12	86-09	f, d	X	X	X	
Nickel	05 - 12	97-12		f, d	X			X
Quecksilber	05 - 12	97-12	86-09	f, d	X	X		X
Selen				f			X	
Silber				f			X	
Thallium				f, d			X	
Zink	05 - 12	97-12	86-09	f, d	X	X	X	
Schadstoffe								
1,2,3,4-Tetrachlorbenzol	06, 09,10,12	97,00,03,06		d				
1,2,3,5-Tetrachlorbenzol	06, 09,10	97,00,03,06		d				
1,2,3,5-Tetrachlorbenzol + 1,2,4,5-Tetrachlorbenzol	2012							
1,2,3-Trichlorbenzol		97-12						
1,2,4,5-Tetrachlorbenzol	06, 09, 10	97-06					X	
1,2,4-Trichlorbenzol		97-12						
1,2-Dichlorbenzol	06, 09,10,12	97, 00		d			X	
1,3,5-Trichlorbenzol		97-12						
1,3-Dichlorbenzol	06, 09,10,12	97, 00		d			X	
1,4-Dichlorbenzol	06, 09,10,12	97, 00		d			X	
2,3,4,5-Tetrachlorphenol		97-06						
2,3,4,6-Tetrachlorphenol		97-06						
2,3,4-Trichlorphenol		97-06					X	
2,3,5,6- Tetrachlorphenol		97-06						
2,3,5-Trichlorphenol		97-06					X	
2,3,6-Trichlorphenol		97-06					X	
2,3-Dichlorphenol		97-06						
2,4,5-Trichlorphenol		97-06					X	
2,4,6-Trichlorphenol		97-06					X	
2,4+2,5 Dichlorphenol		97, 00						
2,4-DDD	06, 09,10,12	97-12		d				
2,4-DDE	06, 09,10,12	97-12						
2,4-DDT	05 - 12	97-12		d				X
2,4-Methoxychlor	2012							

Stoff	Zeitreihe			Fracht***	OSPAR		UQN	
	Wasser*	Sediment	Biota**		T0	T1	Anlage 5	Anlage 7
2,6-Dichlorphenol		97-06						
3,4,5-Trichlorphenol		97-06					X	
4,4-DDD	06, 09,10,12	97-12	86-09	d				
4,4-DDE	06, 09,10,12	97-12	86-09	d	X	X		
4,4-DDT	05 - 12	97-12	86-09	d				X
4,4-Methoxychlor	2012							
Acenaphthen		97-12						
Acenaphthylen		97-12						
Aldrin	06, 09,10,12	97-12		d				X
alpha-Endosulfan	06, 09,10,12	97-12		d				X
alpha-Hexachlorocyclohexan	05 - 12	97-12	86-09	d, f	X			X
Anthracen		97-12	X		X	X		X
Benzo(a)anthracen		97-12	X		X	X		
Benzo(a)pyren		97-12	X	f	X	X		X
Benzo(b)fluoranthan		97-12	X	f				X
Benzo(ghi)perylene		97-12	X	f	X	X		X
Benzo(k)fluoranthan		97-12	X	f				X
beta-Endosulfan	06, 09,10,12	97-12		d				X
beta-Hexachlorocyclohexan	05 - 12	97-12	86-09	d, f				X
Bromierte Diphenylether		09 oder 12	X					X
Bromocyclen	06, 09,10							
Chlorbenzol	06, 09,10,12						X	
Chlordecon (Kepon)	06, 09	97, 00						
Chlorpyrifos	2012							X
Chrysen		97-12	X		X	X		
cis-Chlordan	06, 09,10,12	97, 00		d			X	
delta-Hexachlorocyclohexan	05 - 12	97,00,09,12	86-09	d, f				X
Dibenzo(a,h)anthracen		97-12						
Dibutylzinn		97-12		f			X	
Dichlobenil	2006							
Dieldrin	06, 09,10,12	97-12		d		X		X
Endosulfansulfat	2006	97-06						X
Endrin	06, 09,10,12	97-12		d				X
Endrin - Aldehyd	06, 09,10	97,00,09,12						
Endrin - Keton	06, 09,10	97,00,09,12						
epsilon-Hexachlorocyclohexan	09,10,12	09, 12		f				X
Fluoranthen		97-12	X	f	X	X	X	
Fluoren		97-12						
gamma-Hexachlorocyclohexan	05 - 12	97-12	86-09	d, f	X	X		X
Heptachlor		97-12		d			X	

Stoff	Zeitreihe			Fracht***	OSPAR		UQN	
	Wasser*	Sediment	Biota**		T0	T1	Anlage 5	Anlage 7
Heptachlorepoxyd, cis-	06, 09,10,12	97-06		d			X	
Heptachlorepoxyd, trans-	06, 09,10,12	97-06		d			X	
Hexachlorbenzol	05 - 12	97-12	86-09	d, f	X	X		X
Hexachlorbutadien	09,10,12	97-12	X	d				X
Hexachlorethan	09,10,12	97, 00		d			X	
Indeno(1,2,3-cd)pyren		97-12	X	f	X	X		X
Isodrin	06, 09,10,12	97-12		d				X
Methoxychlor	06, 09, 10	97, 00		d				
Mirex	06, 09,10,12	97, 00		d				
Monobutylzinn		97-12						
Naphthalin		97-12	X		X	X		X
Octachlorstyrol	05, 06	97-06	86-09					
PCB101	05 - 12	97-12	86-09		X	X	X	
PCB118	05 - 12	97-12	86-09		X	X	X	
PCB138	05 - 12	97-12	86-09		X	X	X	
PCB153	05 - 12	97-12	86-09		X	X	X	
PCB180	05 - 12	97-12	86-09		X	X	X	
PCB194	05 - 12	97-06	86-09					
PCB28	05 - 12	97-12	86-09		X	X	X	
PCB52	05 - 12	97-12	86-09		X	X	X	
Pentachlorbenzol	06, 09,10,12	97-12						X
Pentachlorphenol		97-12						X
Phenanthren		97-12	X	f	X	X	X	
Pyren		97-12	X		X	X		
Tetrabutylzinn		97-12		f			X	
trans-Chlordan	06, 09,10,12						X	
Tributylzinn		97-12		f	X	X		X
Triclohexylzinn		00, 03, 09, 12						
Triphenylzinn		97, 00, 03, 09, 12					X	

* Daten der Jahre 2005-2012 aus der Datenbank Küstenbiologie. Daten der Überblickswisen Überwachungen sind nicht berücksichtigt.

** Angaben aus BIOCONSULT SCHUCHARDT & SCHOLLE GBR (2010), dort erfolgte eine Auswertung von Daten bis 2009.
X = Stoff wird nach NLWKN (2013) aktuell in Plattfischen u. Mytilus untersucht.

*** d = Eintrag durch Direkteinleiter, f = Eintrag über Ems, Weser, oder Elbe. Es handelt sich um die überwachten Stoffe, dabei ist nicht ausgeschlossen, dass die Konzentrationen einiger Stoffe regelmäßig unterhalb der BG liegen können.

5. Eignung der Bewertungsverfahren hinsichtlich MSRL

Gemäß Angebot ist in Bezug auf den Deskriptor Schadstoffe zu prüfen, inwieweit sich die bestehenden Bewertungsverfahren gemäß WRRL und OSPAR CEMP für eine Bewertung des Indikators 8.1 (Schadstoffkonzentrationen) eignen.

Hierzu erfolgt ein Vergleich der Bewertung nach OSPAR mit der Bewertung nach WRRL und es wird die Eignung beider Bewertungsverfahren unter den Gesichtspunkten der MSRL diskutiert. Auf dieser Grundlage wird ein Vorschlag zu einer optimierten Bewertung gemacht.

5.1 Anforderungen aus der MSRL

Aus Anhang I der MSRL ergibt sich für den Deskriptor 8, dass Schadstoffe keine direkten und/oder indirekten schädlichen Effekte auf die marine Umwelt ausüben dürfen. Gemäß Artikel 11 der MSRL erstellen die Mitgliedsstaaten Überwachungsprogramme für die laufende Bewertung des Umweltzustands ihrer Meeresgewässer, die sich auf die Umweltziele und Indikatoren beziehen.

Im Rahmen der Festlegung von Umweltzielen für die deutsche Nordsee (BMU 2012c) wurde das Ziel „Meere ohne Verschmutzung durch Schadstoffe“ zur Erreichung des Guten Umweltzustandes (Good Environmental Status, GES) für den Deskriptor 8 festgelegt. Eine weitere Konkretisierung erfolgt durch das operative Ziel: „Schadstoffkonzentrationen in der Meeresumwelt und die daraus resultierenden Verschmutzungswirkungen sind zu reduzieren und auf einen guten Umweltzustand zurückzuführen.“ Als Indikatoren werden Konzentrationen von Schadstoffen in Wasser, Organismen und Sedimenten benannt (BMU 2012c).

Bei der Anfangsbewertung (BMU 2012b) wurde für den Indikator 8.1 (Schadstoffkonzentrationen) weiterhin folgende Konkretisierung formuliert:

- Kriterien und Indikatoren gemäß KOM-Beschluss 2010/477/EU:
Messung der Konzentration der genannten Schadstoffe in der relevanten Matrix (Biota, Sediment, Wasser) auf eine Weise, die Vergleiche mit den Bewertungen im Rahmen der Richtlinie 2000/60/EG ermöglicht.
- Mögliche Grundlage zur Beschreibung eines guten Zustands:
Betrachtung und Bewertung ausgewählter Schadstoffe in der relevanten Matrix gemäß WRRL in Wasser nach Anhang 1 der Richtlinie 2008/105/EG und in Biota und/oder Sediment nach Art. 3, Abs. 2 und Abs. 3 RL 2008/105/EG und WRRL Anlagen VIII, IX und X.
Bewertungsverfahren von OSPAR JAMP/CEMP und Wattenmeerabkommen.

Bei der Bewertung können somit sowohl die Kriterien gemäß WRRL als auch gemäß OSPAR CEMP Anwendung finden.

Die Monitoringprogramme für die deutschen Meeresgewässer zur Umsetzung von Art. 11 MSRL umfassen bisher den Entwurf eines Rahmenkonzeptes sowie Monitoring-Kennblätter, die Details der Datenerhebung und Bewertung beinhalten. Auch danach soll das Monitoring gemäß MSRL mit

den bestehenden Überwachungsprogrammen kompatibel sein und auf den vorliegenden Bewertungsmethoden beruhen. Die bisherigen Messparameter und Messfrequenzen stellen Mindestanforderungen zur Umsetzung der MSRL in den Küstengewässern dar. Die Anforderungen an Monitoring und Bewertung nach MSRL dürfen nicht hinter bestehenden rechtlichen Vorgaben und ihrer nationalen Umsetzung zurückbleiben. Bei sich überschneidenden rechtlichen Anforderungen geht die strengere Regelung vor (BMU 2013).

Das Monitoring-Kennblatt Schadstoffe (Stand 02.07.2014) enthält folgende Vorgaben zur Bewertung der Schadstoffkonzentrationen:

„Der gute Umweltzustand für den Deskriptor "Schadstoffe" ist erreicht, wenn die Konzentrationen an Schadstoffen in Biota, Sediment und Wasser die gemäß WRRL, der UQN Tochterrichtlinie 2008/105/EG und der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) geltenden Umweltqualitätsnormen, die Ecological Quality Objectives und Umweltqualitätsziele des OSPAR JAMP/CEMP und die ökologischen Ziele und Umweltziele des "Hazardous substances segment" des HELCOM BSAP einhalten. Aufgrund der erheblichen Unsicherheiten und Wissenslücken, welche bei den gegenwärtigen UQNs und EACs (Environmental Assessment Criteria) noch vorhanden sind, sollte das Vorsorgeprinzip als zusätzliches Kriterium zur Bewertung mit herangezogen werden“ (BSH 2014). Die inhaltlichen/fachlichen Monitoring-Anforderungen der WRRL einschließlich der Bewertungsmethoden und UQN sollen somit soweit möglich und zielführend auch für die MSRL angewendet werden. Angelehnt an das WRRL-Monitoring ist auch für die MSRL ein dreigliedriger Aufbau vorgesehen:

- Grundlagenmonitoring (entspricht überblicksweiser Überwachung),
- Umweltziele- und Maßnahmeneffizienzmonitoring (entspricht operativer Überwachung) und
- Investigatives Monitoring (entspricht Überwachung zu Ermittlungszwecken).

Die Unterscheidung zwischen gutem und schlechtem Umweltzustand soll gemäß des Monitoring-Kennblatts neben der Einhaltung der UQN dem zweiten Schwellenwert (größer/kleiner EAC) der OSPAR-Bewertung (T1) entsprechen. Darüber hinaus soll eine Trendanalyse der zeitlichen Entwicklung der Schadstoffbelastung in die Bewertung eingehen (BSH 2014).

Gemäß Artikel 4 MSRL soll der gute Umweltzustand auf regionaler und sub-regionaler Ebene bestimmt werden. Das niedersächsische Küstenmeer zählt zur Meeresregion „Nordostatlantik“ und zur Unterregion „erweiterte Nordsee“. Monitoring und Bewertung für die MSRL sind auf nationaler Ebene so auszurichten, dass sie (sub)regionale Bewertungen ermöglichen. Die Bezugsräume bestehender EU-Richtlinien sollen eingebunden werden, ggf. ist aber eine Zusammenfassung oder kleinräumigere Unterteilung der Bereiche vorzunehmen (BMU 2013).

5.2 Vergleichende Betrachtung der Vorgaben gem. WRRL, OSPAR CEMP und MSRL

In Tab. 21 werden die Ziele der WRRL und des OSPAR-Abkommens denen der MSRL gegenübergestellt. Es wird deutlich, dass sich die grundlegenden Zielsetzungen weitgehend überlagern. Auch die Bezugsräume der Monitoringprogramme gemäß der WRRL und von OSPAR CEMP überschneiden sich mit dem Bezugsraum der MSRL, wobei die Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) bisher nur von OSPAR abgedeckt wird (s. Abb. 26).

Tab. 21: Ziele und Anwendungsbereiche von WRRL, OSPAR CEMP und MSRL

	WRRL	OSPAR CEMP	MSRL
Übergeordnetes Ziel	- Vermeidung einer weiteren Verschlechterung sowie Schutz und Verbesserung des Zustandes der aquatischen Ökosysteme und der direkt von ihnen abhängigen Landökosysteme und Feuchtgebiete im Hinblick auf deren Wasserhaushalt. - Schrittweise Reduktion der Verschmutzung durch prioritäre Stoffe und Einstellung von Einleitungen, Emissionen und Verlusten gefährlicher Stoffe.	- Kontinuierliche Reduktion von Schadstoffemissionen mit dem langfristigen Ziel, in der Meeresumwelt Konzentrationen zu erreichen, die nahe den natürlichen Hintergrundwerten für natürlich vorkommende Substanzen, oder nahe Null für in der Natur nicht vorkommende Substanzen sind.	- Bis zum Jahr 2020 einen guten Zustand der Meeresumwelt erreichen. - Die Meeresumwelt schützen und erhalten, ihre Verschlechterung verhindern oder Meeresökosysteme in Gebieten, in denen sie geschädigt wurden, wiederherstellen. - Einträge in die Meeresumwelt verhindern und verringern, um die Verschmutzung schrittweise zu beseitigen, um sicherzustellen, dass es keine signifikanten Auswirkungen auf oder Gefahren für die Artenvielfalt des Meeres, die Meeresökosysteme, die menschliche Gesundheit und die rechtmäßige Nutzung des Meeres gibt.
Ziele der Überwachung	- Erreichung eines guten Gewässerzustandes.	- s.o.	- Operatives Ziel: Schadstoffkonzentrationen in der Meeresumwelt und die daraus resultierenden Verschmutzungswirkungen sind zu reduzieren und auf einen guten Umweltzustand zurückzuführen.
Anwendungsbereich	- Ökologischer Zustand: Bis eine Seemeile seewärts der Basislinie. - Chemischer Zustand: Bis 12 sm seewärts der Basislinie.	- Nordostatlantik: Innere Gewässer und Küstenmeere der Vertragsparteien, das jenseits des Küstenmeers gelegene und an dieses angrenzende Meer sowie die Hohe See, einschließlich des Bodens und des Untergrunds aller dieser Gewässer.	- Alle Meeresgewässer, d.h. Gewässer seewärts der Basislinie bis zur Grenze der AWZ sowie Küstengewässer im Sinne der Richtlinie 2000/60/EG, sofern bestimmte Aspekte des Umweltzustandes nicht bereits durch die genannte Richtlinie oder andere Rechtsvorschriften der Gemeinschaft abgedeckt sind.

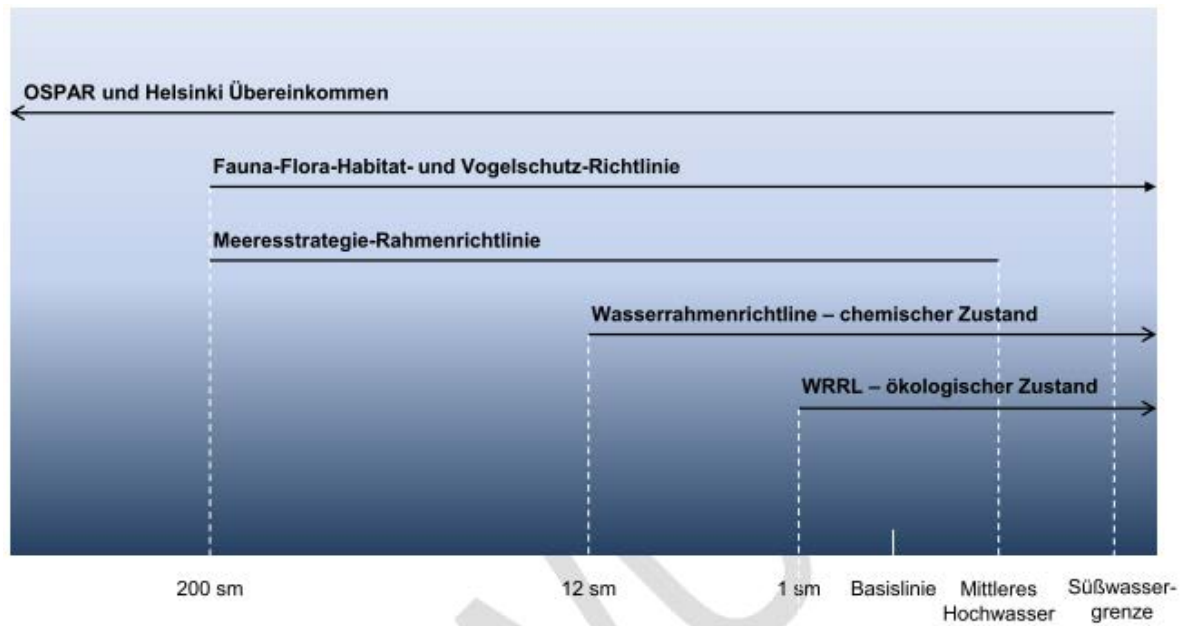


Abb. 26: Geltungsbereiche der verschiedenen Überwachungsprogramme (BMU 2013)

In Bezug auf das Bewertungsverfahren zeigen sich bei den Regelungen nach WRRL und OSPAR CEMP jedoch grundlegendere Unterschiede (vgl. Kap. 3.4.1). Während die UQN vorwiegend für die Wasserphase definiert sind, beziehen sich die OSPAR-Werte ausschließlich auf die Matrices Sediment und Biota. Dementsprechend können sich beide Verfahren bei der Bewertung eines Stoffes ergänzen, wobei für einige Stoffe parallel zwei unterschiedliche Grenzwerte in der gleichen Matrix gelten bzw. zukünftig gelten werden (Quecksilber, Hexachlorbenzol, Benzo(a)pyren¹⁵, Fluoranthen¹⁶) (s. Tab. 12, Tab. 13 und Tab. 14).

In Tab. 22 sind die wesentlichen Merkmale beider Bewertungsverfahren gegenübergestellt.

Tab. 22: Vergleich der Bewertungsverfahren nach WRRL und OSPAR CEMP

	Bewertungsverfahren WRRL	Bewertungsverfahren OSPAR CEMP
Bewertungsmaßstab	Vergleich der gemessenen Schadstoffkonzentrationen mit UQN	Vergleich der gemessenen Schadstoffkonzentrationen mit Hintergrundkonzentration (T0) und Umweltbewertungskriterien (T1)
Beurteilungswerte	- JD-UQN: Schutz vor chronischer Belastung - ZHK-UQN: Schutz vor akuten toxischen Effekten	- Einhaltung T0: Langfristiges Ziel der Erreichung von natürlichen Hintergrundkonzentrationen - Einhaltung T1: Schutz der Organismen vor schädlichen Effekten

¹⁵ Nach neuer EU-Richtlinie 2013/39/EU

¹⁶ Nach neuer EU-Richtlinie 2013/39/EU

	Bewertungsverfahren WRRL	Bewertungsverfahren OSPAR CEMP
Matrix	- UQN gem. Anlage 5 der OGewV: Wasserphase, für einige Schadstoffe auch UQN für Sediment - UQN gem. Anlage 7 der OGewV: Wasserphase, für wenige Schadstoffe auch UQN für Biota	- Sediment, Muscheln und Fische
Bezugsraum	- Wasserkörper - An der niedersächsischen Küste 17 Wasserkörper (Übergangsgewässer, Küstengewässer und Küstenmeer)	- Unterteilung des Meeresgebietes in fünf Regionen - Region II: Nordsee (Schwerpunkt auf Küstenregionen)

Im Rahmen der Analyse und Bewertung der Monitoring-Daten erfolgte in Kap. 3.5 eine Gegenüberstellung der Konzentrationen mit den UQN sowie den OSPAR-Richtwerten. Die Tab. 15 bis Tab. 17 zeigen die Ergebnisse der Bewertungen im Vergleich. Unter Berücksichtigung der UQN ergeben sich Überschreitungen bei den Stoffen Quecksilber (Biota) sowie Benzo(ghi)perylen und Indeno(1,2,3-cd)pyren (Wasser). Bei Anwendung der OSPAR-Richtwerte sind Überschreitungen des wirkungsbasierten T1-Wertes für Blei und Quecksilber (Sediment) festzustellen. Die T0-Werte (deren Einhaltung ein langfristiges Ziel darstellt) werden außerdem durch die Stoffe Cadmium, Benzo(a)pyren, Hexachlorbenzol und Fluoranthen überschritten.

Die Ergebnisse der Bewertungen nach WRRL und OSPAR CEMP stimmen für Quecksilber überein. Bei den Stoffen Blei, Benzo(ghi)perylen und Indeno(1,2,3-cd)pyren sind die Bewertungen jedoch widersprüchlich: Blei stellt sich bei der Bewertung nach OSPAR CEMP als problematisch im Sediment dar, die UQN wurden 2008 aber in der Wasserphase eingehalten (vgl. Kap. 3.5.1). Die beiden anderen Stoffe waren hingegen im Vergleich mit den T1-Werten im Sediment unkritisch, überschritten aber die UQN im Wasser.

Gemäß der neuen UQN-RL (RL 2013/39/EU) gibt es die Möglichkeit, den chemischen Zustand bestimmter Stoffe (u. a. ubiquitärer Stoffe wie Quecksilber, PAK und Tributylzinnverbindungen) gesondert von den übrigen Stoffen in zusätzlichen Karten vorzulegen (§ 8a RL 2013/39/EU). Demnach könnten die Stoffe Quecksilber, Benzo(ghi)perylen und Indeno(1,2,3-cd)pyren, bei denen die UQN überschritten wurden, gesondert dargestellt werden.

5.3 Vorschlag einer Bewertung der Küstengewässer für die MSRL

Unter Berücksichtigung der Anforderungen der MSRL (s. Kap. 5.1) und der Ergebnisse der vergleichenden Betrachtung der Bewertungsverfahren (s. Kap. 5.2) schlagen wir folgende Kriterien für eine Bewertung des guten Umweltzustands (GES) des Deskriptors 8 für die niedersächsische Küste vor:

- Die zweistufige Bewertung (guter Umweltzustand erreicht/nicht erreicht), wie sie sowohl bei der WRRL als auch im OSPAR-Programm angewendet wird, sollte beibehalten werden. Als Grenzwerte werden sowohl die UQN der WRRL als auch die OSPAR-EAC (T1) herangezogen. Liegen für eine Matrix und einen Stoff sowohl UQN als auch EAC vor, so gilt entsprechend dem Vorsorgeprinzip der strengere Grenzwert.
- Es gilt das "one out - all out-Prinzip". Dabei wird jedes Kriterium zunächst einzeln bewertet. Die Gesamtbewertung richtet sich dann nach dem Kriterium mit der schlechtesten Einzelbewertung. Dies gilt auch für die Bewertung verschiedener Matrices. Gemäß dem Vorschlag in § 8a RL 2013/39/EU können ubiquitäre Stoffe gesondert bewertet werden.
- Die Wasserkörper der WRRL stellen auch für die Bewertung gemäß MSRL geeignete Bezugsräume dar. Es ist sinnvoll die räumlichen Bewertungseinheiten in Küstennähe kleiner zu gliedern als im Bereich der AWZ, da an der Küste der größte Einfluss von Stoffeinträgen (insbesondere über die Flüsse) zu erwarten ist. Für eine zusammenfassende Darstellung kann eine Aggregation nach dem "one out - all out-Prinzip" auf die Ebene der Flussgebietseinheiten erfolgen.
- Trend und Fortschritt werden durch regelmäßige Trendanalysen dokumentiert und bei der Bewertung mit angegeben.

Für die 13 näher betrachteten Stoffe sind in Tab. 23 die Beurteilungswerte gemäß WRRL und OSPAR CEMP aufgeführt, die für die Bewertung der Schadstoffkonzentrationen im Rahmen der MSRL vorgeschlagen werden. Anhand dieser Grenzwerte wurde beispielhaft eine Bewertung des GES mit den Monitoring-Daten der Jahre 2011/2012 für die einzelnen Matrices und Stationen durchgeführt (s. Tab. 24). Es zeigt sich, dass der gute Umweltzustand nicht erreicht wird, allerdings nur wenige der hier betrachteten Stoffe dafür verantwortlich sind. Die Beurteilungswerte werden in der Wasserphase durch die Stoffe Benzo(ghi)perylene + Indeno(1,2,3-cd)pyren überschritten. In den Matrices Sediment und Biota treten Überschreitungen insbesondere bei Blei und Quecksilber sowie in einem Fall bei Benzo(ghi)perylene auf.

Zusätzlich wird in Tab. 24 die Bewertung ohne die ubiquitären Stoffe Quecksilber, Benzo(ghi)perylene und Indeno(1,2,3-cd)pyren dargestellt. Ohne Berücksichtigung der ubiquitären Stoffe ergibt sich ein guter Umweltzustand für die Wasserphase und die Schadstoffe in Biota. Im Sediment wird der GES aufgrund der Bleibelastung nicht erreicht.

Tab. 23: Beurteilungswerte zur Einstufung des guten Umweltzustands gemäß MSRL

Stoff	Wasser ¹	Sediment	Muscheln	Fische
	µg/l	µg/kg	µg/kg FG	µg/kg FG
Blei	7,2 JD	47.000 ²	1.500 ²	1.500 ²
Cadmium	0,2 JD / 0,45-1,5 ZHK	1.200 ²	1.000 ²	1.000 ²
Nickel	20 JD			
Quecksilber	0,05 JD / 0,07 ZHK	150 ²	20 ¹	20 ¹
Hexachlorbenzol	0,01 JD / 0,05 ZHK	20 ²	10 ¹	10 ¹
Pentachlorbenzol	0,0007 JD			
Benzo(a)pyren	0,05 JD / 0,1 ZHK	430 ²	120 ²	
Benzo(ghi)perylene	0,002 JD	85 ²	22 ²	
Indeno(1,2,3-cd)pyren		240 ²		
Fluoranthren	0,1 JD / 1 ZHK	600 ²	22 ²	
Dibutylzinn-Kation	0,01 JD	100 ¹		
Tetrabutylzinn	0,001 JD	40 ¹		
Tributylzinn-Kation	0,0002 JD / 0,0015 ZHK		2,4 ²	

¹ UQN der OGWV

² OSPAR T1

Tab. 24: Bewertung des guten Umweltzustands an den einzelnen Monitoring-Stationen im Jahr 2011/2012
blau: GES erreicht; rot: GES nicht erreicht

Station	Wasserkörper	Einhaltung der Beurteilungswerte	Überschreitung der Beurteilungswerte	Bewertung des GES (ohne ubiquitäre Stoffe)	Bewertung des GES (alle Stoffe)
Wasserphase					
Nney_W_1	N1_3100_01	HCb, QCB, Hg, BaP, Organozinnverbindungen	Bghi + Ind		
Balt_W_1	N2_3100_01	HCb, QCB			
Spog_W_1	N2_3100_01	HCb, QCB, Hg, BaP, Bghi + Ind, Organozinnverbindungen			
Spog_W_2	N2_3100_01	HCb, QCB			
Bork_W_1	N3_3990_01	HCb, QCB, Hg, BaP, Organozinnverbindungen	Bghi + Ind		
Bork_W_2	N4_3100_01	HCb, QCB			
AuWe_W_2	N1_4900_01	HCb, QCB			
Jade_W_1	N1_4900_01	HCb, QCB			
Jade_W_2	N2_4900_01	HCb, QCB			
JaBu_W_2	N2_4900_01	HCb, QCB, Hg, BaP, Bghi + Ind, Organozinnverbindungen			
AuWe_W_1	N3_4900_01	HCb, QCB, Hg, BaP, Bghi + Ind, Organozinnverbindungen			
WeMu_W_2	N4_4900_01	HCb, QCB			
WuKu_W_1	N4_4900_02	HCb, QCB			
OSee_W_1	N0_5000_01	HCb, QCB			
OSee_W_3	N0_5000_01	HCb, QCB			
OSee_W_4	N0_5000_01	HCb, QCB			
OSee_W_2	N3.5000.04	HCb, QCB, Hg, BaP, Bghi + Ind, Organozinnverbindungen			

Station	Wasserkörper	Einhaltung der Beurteilungswerte	Überschreitung der Beurteilungswerte	Bewertung des GES (ohne ubiquitäre Stoffe)	Bewertung des GES (alle Stoffe)
Sediment					
EmDo_S_A	T1.3990.02	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
EmDo_S_B	T1.3990.03	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
EmDo_S_C	T1.3990.04	Pb, Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Hg		
Bork_S_A	N4_3100_02	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
Bork_S_B	N4_3100_03	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
Bork_S_C	N4_3100_04	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
Leyb_S_A	N4_3100_06	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
Leyb_S_B	N4_3100_07	Pb, Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Hg		
Leyb_S_C	N4_3100_08	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
Nney_S_A	N4_3100_10	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
Nney_S_B	N4_3100_11	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
Nney_S_D	N4_3100_12	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
Nney_S_E	N4_3100_13	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
Spog_S_A	N2_3100_06	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
Spog_S_C	N2_3100_07	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
Spog_S_D	N2_3100_08	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
Woge_S_A	N2_3100_01	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
Woge_S_B	N2_3100_02	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
Woge_S_C	N2_3100_03	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
Woge_S_D	N2_3100_04	Cd, HCB, BaP, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg, Bghi		
Jabu_S_B	N2_4900_04	Pb, Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Hg		
Jabu_S_C	N2_4900_05	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
Jabu_S_D	N2_4900_06	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
Jabu_S_E	N2_4900_07	Pb, Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Hg		
Jade_S_C	N2_4900_01	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
Jade_S_D	N2_4900_02	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
WeMu_S_A	T1.4000.05	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
WeMu_S_B	T1.4000.06	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
WeMu_S_C	T1.4000.07	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		

Station	Wasserkörper	Einhaltung der Beurteilungswerte	Überschreitung der Beurteilungswerte	Bewertung des GES (ohne ubiquitäre Stoffe)	Bewertung des GES (alle Stoffe)
WuKu_S_B	T1.4000.01	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
WuKu_S_C	T1.4000.02	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
WuKu_S_D	T1.4000.03	Cd, HCB, BaP, Bghi, InP, Fluo, Dibutylzinn, Tetrabutylzinn	Pb, Hg		
Muscheln					
Bork_Myt_1	N4_3100_01	Pb, Cd, HCB, BaP, Bghi, Fluo	Hg		
Nney_Myt_1	N4_3100_01	Pb, Cd, HCB, BaP, Bghi, Fluo	Hg		
Spog_Myt_1	N2_3100_01	Pb, Cd, HCB, BaP, Bghi, Fluo	Hg		
Jade_Myt_1	N2_4900_01	Pb, Cd, HCB, BaP, Bghi, Fluo	Hg		
JaBu_Myt_1	N2_4900_01	Pb, Cd, HCB, BaP, Bghi, Fluo	Hg		
WuKu_Myt_1	N4_4900_02	Pb, Cd, HCB, BaP, Bghi, Fluo	Hg		
Fische					
Bork_F_1	N1_3100_01	Pb, Cd, HCB	Hg		
Balt_F_1	Küstenmeer	Pb, Cd, HCB	Hg		
Jade_F_1	N2_4900_01	Pb, Cd, HCB	Hg		
AuWe_F_1	N3_4900_01	Pb, Cd, HCB	Hg		

6. Handlungsoptionen für ein küstenweites Schadstoffmonitoring für die MSRL

Auf Grundlage der Erkenntnisse und Darstellungen im Rahmen dieser Studie werden Vorschläge hinsichtlich der zukünftigen Überwachung gemacht, die eine küstenweite Bewirtschaftung unter den Gesichtspunkten der MSRL im Fokus hat.

„Zur Erreichung des guten Umweltzustandes müssen die Einleitungen von Schadstoffen auf ein Maß zurückgeführt werden, dass keine Schädigung von Organismen stattfindet, ihre Reproduktion nicht behindert wird und sie fertile Nachkommen erzeugen“ (BMU 2012b). Dementsprechend sind die Schadstoffkonzentrationen im Meer in der für den jeweiligen Stoff relevanten Umweltmatrix zu erfassen. Beispielsweise sollten Stoffe, die zur Anreicherung neigen, auch in Sedimenten und/oder Biota gemessen werden (BMU 2012b). Die Ergebnisse der Auswertung und Beurteilung der Monitoring-Daten zu den 13 ausgewählten Stoffen zeigen, dass nicht immer alle relevanten Kompartimente (Wasser, Sediment und Biota) untersucht werden und zum Teil keine Umweltqualitätsnormen zur Beurteilung möglicher Effekte vorliegen:

- Die Schwermetalle werden bereits seit vielen Jahren in den verschiedenen Kompartimenten untersucht, so dass lange Zeitreihen für die Trendbetrachtung vorliegen. Da sich die Schwermetalle in Gewässern bevorzugt an Feststoff-Teilchen anlagern, liegen sie größtenteils an Schwebstoffe gebunden vor. Darüber hinaus neigen sie zur Bioakkumulation. Aus diesen Gründen ist die Untersuchung und Beurteilung dieser Stoffe in den Kompartimenten Sediment und Biota besonders wichtig. Eine isolierte Beurteilung anhand der UQN, die für Messwerte in der filtrierten Wasserprobe gelten, ist aufgrund der spezifischen Stoffeigenschaften nicht zu empfehlen.
- Für Nickel fehlen zwar toxikologisch basierte Bewertungskriterien für Sediment und Biota. Der Stoff ist aber aufgrund der vorhandenen Daten als unproblematisch einzustufen, weshalb ein Ausbau der bisherigen Überwachung nicht notwendig erscheint.
- Pentachlorbenzol kann aufgrund seiner relativ geringen Abbaubarkeit und seines Akkumulationsverhaltens vornehmlich in Sedimenten enthalten sein (NLWKN 2012). Obwohl der Stoff im Rahmen des BLMP im Wasser und Sediment untersucht wird, liegt aber nur eine UQN für die Wasserphase vor. Eine Beurteilung der Konzentrationen im Sediment ist ohne ein geeignetes Bewertungskriterium nicht möglich. Aufgrund der spezifischen Stoffeigenschaften wird die Ableitung einer UQN für das Sediment empfohlen.
- Der Stoff Indeno(1,2,3-cd)pyren wird seit 2011 in Muscheln und Fischen untersucht, da ein T1-Wert nicht definiert wurde fehlen aber geeignete Beurteilungswerte für die Bewertung des GES im Rahmen der MSRL. Die Belastungen im Sediment liegen zwar nahe der natürlichen Hintergrundwerte, da die UQN für die Wasserphase (Summenparameter mit Benzo(ghi)perylene) aber an zwei Messstellen an der Küste überschritten wird, sollte zusätzlich eine Bewertung der Biota-Belastung erfolgen. Die UQN wird in Niedersachsen an insgesamt 23 % der Messstellen überschritten (NLWKN 2014), wodurch die Relevanz des Stoffes deutlich wird.

- Tributylzinnverbindungen weisen eine sehr hohe Ökotoxizität auf. Sie sind stark toxisch, bioakkumulierend, endokrin wirksam und wirken als Biozide in der Hemmung der oxidativen Phosphorylierung. Zudem findet eine Akkumulation an Schwebstoffen und Sedimenten statt (NLWKN 2012). Tributylzinn-Kation wird zwar regelmäßig im Sediment untersucht, ein Beurteilungswert zur Bewertung des GES liegt aber nicht vor. Zur Beurteilung des GES sollte daher neben der Bewertung der Wasserphase ein Grenzwert für das Sediment abgeleitet werden. Alternativ könnte ein Monitoring in Muscheln erfolgen, da hier eine Bewertung nach OSPAR-Kriterien möglich wäre. Bei den Untersuchungen im Rahmen der WRRL 2010/2011 wurde an 44 von insgesamt 140 untersuchten Messstellen in Niedersachsen eine Überschreitung der UQN für Tributylzinn festgestellt (NLWKN 2014). Dies verdeutlicht die Relevanz des Stoffes auch für die Küste, denn viele Messstellen befinden sich in Fließgewässern, die letztlich in die Nordsee entwässern.
- Für die Stoffe Dibutylzinn-Kation und Tetrabutylzinn liegen UQN für die Wasserphase und das Sediment vor. Da es sich bei den Stoffen aber um flussgebietsspezifische Schadstoffe gemäß WRRL handelt, gelten die UQN nur für die 1 Seemeilen-Zone und wurden ursprünglich für den Binnenlandbereich abgeleitet. Daher ist eine Überprüfung und ggf. Weiterentwicklung für eine Anwendung im Geltungsbereich der MSRL zu empfehlen (vgl. BMU 2012b).

Die analytischen Bestimmungsgrenzen für einige Stoffe müssen verbessert werden. Insbesondere die UQN der neuen Richtlinie 2013/39/EU sind so streng, dass eine Überwachung aus analytischen Gründen in vielen Fällen kaum möglich ist. Aber auch in der aktuell geltenden OGewV gibt es Stoffe, bei denen die UQN z. T. deutlich unter den Bestimmungsgrenzen liegt (z. B. Pentachlorbenzol). Die OGewV enthält für solche Fälle eine Ausnahmeregel, nach der die UQN als eingehalten gilt, wenn die BG über der UQN und der Messwert unter der BG liegt (Anlage 8 OGewV). Die Richtlinie 2013/39/EU (deren strengere UQN ab dem 22.12.2015 gültig sein werden) enthält eine solche Ausnahmeregel nicht mehr (NLWKN 2014). Stattdessen ist in § 3b geregelt, dass im Fall von Messwerten unter der BG und einer BG, die gleichzeitig über der UQN liegt, das Ergebnis für den gemessenen Stoff für die Zwecke der Bewertung des chemischen Gesamtzustands des betreffenden Wasserkörpers nicht berücksichtigt wird. Vor dem Hintergrund, dass erste orientierende Untersuchungen 2011 gezeigt haben, dass dieser Fall bei vielen der neu hinzukommenden prioritären Stoffe eintritt (STEFFEN & GIRBIG 2012), ist eine Verbesserung der Analysemethoden dringend geboten, um überhaupt eine Bewertung der prioritären Stoffe zu ermöglichen.

Dies gilt insbesondere für Benzo(a)pyren. Hier liegen Monitoring-Daten für alle Kompartimente vor und die Beurteilungswerte werden aktuell nicht überschritten. Allerdings wird die neue UQN gemäß der RL 2013/39/EU mit 0,00017 µg/l Wasser deutlich unterhalb der aktuellen BG von 0,002 µg/l liegen. Die Analysemethoden müssten daher zunächst verbessert werden, um eine Anwendung des neuen Grenzwertes zu ermöglichen.

Ein weiterer Stoff, der über die Flüsse eingetragen wird, und bei den Untersuchungen ggf. verstärkt berücksichtigt werden sollte ist Silber. Silber weist bei allen drei Flüssen einen hohen Quotienten aus Flussfracht und UQN auf (s. Tab. A-2 in Anhang I), außerdem wurde die UQN bei der überblicksweisen Überwachung an zwei Messstellen im Bereich von Flüssen überschritten (NLWKN 2014). Zwar ist auch der Summenparameter aus Alpha- und Beta-Endosulfan im Ranking von Weser und Elbe weit oben, die Daten zeigen jedoch, dass dieses Ergebnis ausschließlich auf die – im

Vergleich zur UQN – hohen Bestimmungsgrenzen zurückzuführen ist. Die Messwerte an den Stationen Farge und Grauerort lagen durchgängig unterhalb der Bestimmungsgrenzen.

Literatur

- ARSU GMBH (2012): Umsetzung der MSRL Kenntnisstand der Datengrundlage in Niedersachsen Deskriptor „Schadstoffe“ (D8). im Auftrag des Niedersächsischen Landesbetriebs für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Betriebsstelle Brake-Oldenburg, 72.
- BAKKER, J., G. LÜERBEN, H. MARENCIC & K. JUNG (2009a): Hazardous Substances, Thematic Report No. 5 In: MARENCIC, H. & J. D. VLAS: Wadden Sea Quality Status Report 2009, Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshaven, Germany, 55 Seiten.
- BAKKER, J., G. LÜERBEN, H. MARENCIC & K. JUNG (2009b): QSR 2009: Thematic Report No. 5 Hazardous Substances. In: MARENCIC, H. & J. D. VLAS: Wadden Sea Quality Status Report 2009, Wilhelmshaven.
- BIOCONSULT SCHUCHARDT & SCHOLLE GBR (2010): Entwicklung von Schadstoffbelastungen in Miesmuscheln und Plattfischen. Langzeitmessungen an der niedersächsischen Küste. Im Auftrag des NLWKN Brake/Oldenburg. 142 S.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2012a): Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. RICHTLINIE 2008/56/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie). Anfangsbewertung der deutschen Nordsee nach Artikel 8 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie, Bonn.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2012b): Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. RICHTLINIE 2008/56/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie). Beschreibung eines guten Umweltzustands für die deutsche Nordsee. Bonn, 67 Seiten.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2012c): Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. RICHTLINIE 2008/56/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie). Festlegung von Umweltzielen für die deutsche Nordsee nach Artikel 10 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. Bonn, 48 Seiten.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2013): Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. Entwurf Überwachungsprogramme gemäß § 45 f Abs. 1 WHG zur Umsetzung von Art. 11 MSRL Teil A – Rahmenkonzept. Stand 14.10.2013.
- BSH (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie) (2014): Monitoring-Kennblatt Schadstoffe Stand: 2014-07-02.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (2010): Beschluss der Kommission vom 1. September 2010 über Kriterien und methodische Standards zur Feststellung des guten Umweltzustands von Meeresgewässern. 2010/477/EU.
- GEOLOGISCHES BÜRO C. SEIDEL (2014): IVG Kavernenbetriebsführungsgesellschaft mbH Kavernenanlage Etzel. Optimierung des Schwermetall-Monitorings "Soleeinleitung in die Jade 2012". Zusammenfassender Bericht vom 12.02.2014 (Bericht Nr. 12-263-2). 25 S.
- IFEU & ARSU GMBH (2011): Vertiefende Erarbeitung von Grundlagen zur Erstellung eines Wärme- und Schadstofflastplans für den Wasserkörper „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“. Im Auftrag des Niedersächsischen Landesbetriebs für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Betriebsstelle Brake / Oldenburg, 94.
- LAWA-AO (Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, ständiger Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“) (2014): Textbaustein Sachstandsdarstellung und Begründung der flächenhaften Überschreitung der Umweltqualitätsnorm für Quecksilber (PDB WRRL-2.1.5). 8 S.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (2003): Ermittlung von Stoff-Frachten in Fließgewässern. Probenahmestrategien und Berechnungsverfahren.

- NLWKN (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz) (2011): Ermittlung von Schwermetall-Trends in niedersächsischen Küstengewässern entsprechend der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Küstengewässer und Ästuar, 101 S.
- NLWKN (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz) (2012): Wasserrahmenrichtlinie Band 4. Leitfaden Maßnahmenplanung Oberflächengewässer. Teil C Chemie (Prioritäre Stoffe).
- NLWKN (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz) (2013): Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen, Gütemessnetz Übergangs- und Küstengewässer - 2013. Küstengewässer und Ästuar, 50 S.
- NLWKN (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz) (2014): Schadstoffmonitoring niedersächsischer Oberflächengewässer entsprechend der EG-WRRL Ergebnisse der Bestandsaufnahme 2010 - 2013. 28 S.
- OSPAR (2010): Quality Status Report 2010. OSPAR Commission, London, 176 Seiten.
- STEFFEN, D. & A.-K. GIRBIG (2012): Vorschlag der Europäischen Kommission zu neuen prioritären Stoffen. Wasser und Abfall 10: 37-42.

Rechtliche Grundlagen

- Gesetz zur Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie sowie zur Änderung des Bundeswasserstraßengesetzes und des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes vom 6. Oktober 2011
- Oberflächengewässerverordnung - Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV) vom 20. Juli 2011
- Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik - Wasser-Rahmen-Richtlinie (WRRL)
- Richtlinie 2008/56/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 2008 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt - "Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie" (MSRL)
- Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG
- Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik
- Wasserhaushaltsgesetz - Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (WHG) vom 31. Juli 2009, zuletzt geändert am 07.08.2013

Anhang I

Tab. A-1:	Schadstofffrachten der Flüsse 2009–2012
Tab. A-2:	Ranking der Schadstofffrachten von Ems, Weser und Elbe
Tab. A-3:	Ergebnisse der überblicksweisen Überwachung (Wasser) 2011
Tab. A-4:	Trendanalyse – Ergebnisse des Mann-Kendall Tests
Karte 1:	Bleieinträge durch Direkteinleiter und Flussfrachten
Karte 2:	Nickeleinträge durch Direkteinleiter und Flussfrachten
Karte 3:	Flussfrachten Blei und Nickel
Karte 4:	Cadmiumeinträge durch Direkteinleiter und Flussfrachten
Karte 5:	Quecksilbereinträge durch Direkteinleiter und Flussfrachten
Karte 6:	Flussfrachten Cadmium und Quecksilber
Karte 7:	Probenahmestellen im niedersächsischen Küstenmeer
Karte 8:	Bewertung der Schwermetallbelastung in den Wasserkörpern
Karte 9:	Stationen mit maximalen Schwermetallkonzentrationen sowie max. Frachten aus Flüssen und Direkteinleitungen

Tab. A-1: Schadstofffrachten der Flüsse 2009-2012

	Weser (Farge) [t/a]					Hunte (Reithörne) [t/a]					Ems (Gandersum) [t/a]					Elbe (Grauerort) [t/a]				
Stoff	2009	2010	2011	2012	MW	2009	2010	2011	2012	MW	2009	2010	2011	2012	MW	2009	2010	2011	2012	MW
Arsen	7,155	9,090	8,286	8,304	8,209	0,322	0,421	0,457	0,341	0,385							83,396	78,341	85,605	82,447
Blei	30,301	29,803	39,885	24,820	31,202	0,529	0,958	0,349		0,612	97,918	190,03	102,25	80,86	117,77		138,69	182,42	187,33	169,48
Cadmium	1,036	1,267	1,305	0,827	1,109	0,042	0,033	0,017	0,025	0,029	1,295	2,756	0,080	0,299	1,108		3,451	5,061	5,643	4,718
Chrom	16,853	9,342	10,477	9,704	11,594	0,616	0,662	0,464	0,461	0,551	15,620	39,479	31,311	23,19	27,400		20,573		20,770	20,671
Kupfer	32,413	32,595	34,952	28,646	32,151	1,179	1,391	1,294	0,749	1,153	22,601	47,026	42,789	27,83	35,063		126,49	116,74	114,63	119,29
Nickel	25,269	25,971	24,599	20,470	24,077	1,758	2,265	1,896	2,226	2,036	15,750	35,472	31,523	21,78	26,132		84,236	89,353	65,292	79,627
Quecksilber	0,103	0,405	0,141	0,101	0,188	0,006	0,025	0,010	0,031	0,018			0,048		0,048		1,796	2,171	2,682	2,217
Selen			2,297		2,297			0,116		0,116			1,533		1,533					
Silber			1,282		1,282			0,005		0,005			0,200		0,200			0,496	0,824	0,660
Thallium			3,084		3,084			0,130		0,130			0,995		0,995					
Zink	202,72	230,73	231,41	171,73	209,2	10,558	11,021	12,34	8,047	10,49	200,9	205,90	242,97	237,7	221,87		753,73	776,29	998,26	842,76
1,2,3,4-Tetrachlorbenzol			0,009		0,009											0,022	0,034			0,028
1,2,3,5-Tetrachlorbenzol			0,009		0,009											0,022	0,034			0,028
1,2,3-Trichlorbenzol			0,009		0,009											0,033	0,051	0,036	0,022	0,036
1,2,4,5-Tetrachlorbenzol			0,009		0,009											0,033	0,051			0,042
1,2,4-Trichlorbenzol			0,009		0,009											0,055	0,086	0,049	0,022	0,053
1,2-Dichlorbenzol			0,009		0,009											0,442	0,684			0,563
1,3,5-Trichlorbenzol			0,009		0,009											0,033	0,051	0,036	0,022	0,036
1,3-Dichlorbenzol			0,009		0,009											0,221	0,342			0,282
1,4-Dichlorbenzol			0,009		0,009											0,442	0,684			0,563
2,4 - Dichlorphenol																33,14				33,137

	Weser (Farge) [t/a]					Hunte (Reithörne) [t/a]					Ems (Gandersum) [t/a]					Elbe (Grauerort) [t/a]				
Stoff	2009	2010	2011	2012	MW	2009	2010	2011	2012	MW	2009	2010	2011	2012	MW	2009	2010	2011	2012	MW
2,4,6-Trichlorphenol																3,314				3,314
2,4'-DDD	0,008	0,012	0,009		0,010											0,022	0,034	0,029	0,022	0,027
2,4'-DDE	0,008	0,012	0,009		0,010											0,022	0,034	0,029	0,022	0,027
2,4'-DDT	0,008	0,012	0,009		0,010											0,022	0,034	0,029	0,022	0,027
4,4'-DDD	0,008	0,012	0,009		0,010											0,022	0,034	0,029	0,023	0,027
4,4'-DDE	0,004	0,006	0,005		0,005											0,011	0,017	0,022	0,022	0,018
4,4'-DDT	0,005	0,007	0,006		0,006											0,011	0,017	0,022	0,038	0,022
Acenaphten																0,022	0,035			0,029
Acenaphtylen																0,0001	0,0002			0,0001
Aldrin	0,003	0,004	0,004		0,003											0,007				0,007
alpha-Endosulfan	0,004	0,006	0,005		0,005											0,011	0,018			0,014
alpha-Hexachlorocyclohexan	0,003	0,005	0,005	0,008	0,005			0,0002		0,0002			0,002		0,002	0,020	0,024	0,070	0,023	0,034
Anilin				0,345	0,345			0,023		0,023			0,161		0,161					
Anthracen																0,022	0,035	0,064	0,022	0,036
AOX	227,7	347,35	258,99	247,03	270,27															
Benzo(a)anthracen																0,073	0,094	0,229	0,112	0,127
Benzo(a)pyren			0,011		0,011			17,48		17,48			0,046		0,046	0,084	0,092	0,197	0,170	0,136
Benzo(b)fluoranthen			0,020		0,020			1,187		1,187			0,084		0,084	0,113	0,126	0,257	0,154	0,162
Benzo(ghi)perylene			0,009		0,009			0,911		0,911			0,050		0,050	0,092	0,094	0,176	0,141	0,125
Benzo(k)fluoranthen			0,015		0,015			0,613		0,613			0,026		0,026	0,050	0,057	0,121	0,073	0,075
beta-Endosulfan	0,008	0,012	0,009		0,010											0,022	0,034			0,028
beta-Hexachlorocyclohexan	0,017	0,023	0,005	0,008	0,013			0,0002		0,0002			0,002		0,002	0,044	0,072	0,053	0,025	0,048

	Weser (Farge) [t/a]					Hunte (Reithörne) [t/a]					Ems (Gandersum) [t/a]					Elbe (Grauerort) [t/a]				
Stoff	2009	2010	2011	2012	MW	2009	2010	2011	2012	MW	2009	2010	2011	2012	MW	2009	2010	2011	2012	MW
Bromocyclen	0,004	0,005	0,004		0,004												0,015			0,015
Bromoxynil				0,172	0,172			0,012		0,012			0,080		0,080					
Chlorbenzol																11,05				11,046
Chlordan, cis-	0,004	0,005	0,005		0,005															
Chlordan, trans-	0,004	0,006	0,005		0,005															
Chlorpyrifos			0,009		0,009												0,428	0,361	0,277	0,355
Chrysen																0,084	0,101			0,092
delta-Hexachlorocyclohexan	0,008	0,012	0,005	0,008	0,008			0,0002		0,0002			0,002		0,002	0,022	0,034	0,029	0,022	0,027
Diazinon								0,0002		0,0002			0,002		0,002					
Di-benz(a,h)anthracen																0,026	0,034			0,030
Dibutylzinn			0,008		0,008			0,0002		0,0002			0,002		0,002	0,074	0,140			0,107
Diclofenac																0,962				0,962
Dieldrin	0,004	0,006	0,005		0,005											0,011	0,017			0,014
Diflufenican				0,010	0,010			0,001		0,001			0,005		0,005					
Endrin	0,004	0,012	0,009		0,008											0,022	0,034			0,028
Endrin - Aldehyd	0,003	0,002	0,001		0,002															
Endrin - Keton	0,004	0,001	0,0005		0,002															
Epoxiconazol				0,172	0,172			0,012		0,012			0,080		0,080					
epsilon-Hexachlorocyclohexan	0,009	0,012	0,005	0,008	0,008			0,0002		0,0002			0,002		0,002		0,034	0,029		0,032
Fluoranthen																0,237	0,292	0,351	0,334	0,303
Fluoren																0,022	0,046			0,034
gamma-Hexachlorocyclohexan	0,003	0,005	0,005	0,008	0,005			0,0002		0,0002			0,002		0,002	0,010	0,014	0,021	0,022	0,017

	Weser (Farge) [t/a]					Hunte (Reithörne) [t/a]					Ems (Gandersum) [t/a]					Elbe (Grauerort) [t/a]				
Stoff	2009	2010	2011	2012	MW	2009	2010	2011	2012	MW	2009	2010	2011	2012	MW	2009	2010	2011	2012	MW
Heptachlor	0,003	0,005	0,004		0,004															
Heptachlorepoxyd, cis	0,004	0,005	0,005		0,005															
Heptachlorepoxyd, trans-	0,004	0,005	0,005		0,005												0,015			0,015
Hexachlorbenzol			0,0005		0,0005			0,0001		0,0001			0,001		0,001	0,010	0,029	0,010	0,006	0,014
Hexachlorbutadien	0,001	0,002	0,002		0,002											0,003	0,006	0,018	0,022	0,012
Hexachlorethan	0,001	0,001	0,002		0,001											0,002	0,003			0,003
Indeno(1,2,3-cd)pyren			0,012		0,012			1,110		1,110			0,061		0,061	0,070	0,075	0,152	0,129	0,106
Isodrin	0,004	0,006	0,005		0,005											0,011	0,017			0,014
Isoproturon				0,375	0,375			0,016		0,016			0,075		0,075	0,583				0,583
MCPA				0,042	0,042			0,002		0,002			0,016		0,016	0,552				0,552
Methoxychlor	0,013	0,018	0,014		0,015															
Metolachlor				0,034	0,034			0,002		0,002			0,000		0,000	0,543				0,543
Metribuzin				0,172	0,172			0,012		0,012			0,080		0,080					
Mirex	0,051	0,012	0,009		0,024															
Monobutylzinn																0,090	0,250			0,170
Naphthalin																0,150	0,325	1,448	0,324	0,562
PCB-101	0,002	0,002	0,004	0,001	0,002															
PCB-118	0,001	0,001	0,004	0,001	0,002															
PCB-138	0,001	0,001	0,004	0,001	0,002															
PCB-153	0,004	0,002	0,004	0,001	0,003															
PCB-180	0,001	0,001	0,004	0,001	0,002															
PCB-194			0,004	0,001	0,002															
PCB-28	0,001	0,002	0,004	0,001	0,002															
PCB-52	0,002	0,002	0,005	0,001	0,002															
Pentachlorbenzol																0,011	0,017	0,022	0,022	0,018

	Weser (Farge) [t/a]					Hunte (Reithörne) [t/a]					Ems (Gandersum) [t/a]					Elbe (Grauerort) [t/a]				
Stoff	2009	2010	2011	2012	MW	2009	2010	2011	2012	MW	2009	2010	2011	2012	MW	2009	2010	2011	2012	MW
Pentachlorphenol																1,105				1,105
Phenanthren			0,111		0,111			6,682		6,682			0,075		0,075	0,136	0,303			0,220
Picolinafen				0,007	0,007			0,0005		0,0005			0,003		0,003					
Pirimicarb				0,034	0,034			0,002		0,002			0,161		0,161					
Propiconazol				0,345	0,345			0,023		0,023			0,161		0,161					
Pyrazon (Chloridazon)				0,034	0,034			0,002		0,002			0,016		0,016					
Pyren																0,198	0,222			0,210
Tetrabutylzinn-Kation			0,005		0,005			0,0002		0,0002			0,002		0,002	0,044	0,068			0,056
Tributylzinn-Kation			0,010		0,010			0,0003		0,0003			0,008		0,008	0,073	0,092	0,082	0,173	0,105

Tab. A-2: Ranking der Schadstofffrachten von Ems, Weser und Elbe

Stoff	Rang	Quotient Wasser
Ems		
Summe Benzo(g,h,i)perylen, Indeno(1,2,3-cd)pyren	1	55,35220368
Tributylzinn-Kation	2	37,66317914
Blei	3	16,35638437
Silber	4	9,977732876
Cadmium	5	5,537847986
Thallium	6	4,976363675
Summe HCH	7	4,017075042
Summe Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren	8	3,677388225
Pirimicarb	9	1,785366685
Tetrabutylzinn-Kation	10	1,606830017
Nickel	11	1,306592699
Quecksilber	12	0,96409801
Benzo(a)pyren	13	0,926756073
Diflufenican	14	0,535610006
Selen	15	0,510908579
Weser		
Silber	1	64,36160277
Tributylzinn-Kation	2	49,64892916
Summe Alpha-Endosulfan, Beta-Endosulfan	3	29,72220201
Summe HCH	4	20,96504293
Thallium	5	16,07085318
Summe Benzo(g,h,i)perylen, Indeno(1,2,3-cd)pyren	6	11,80520312
Cadmium	7	5,689312401
PCB-153	8	5,559793616
PCB-52	9	4,980743549
Tetrabutylzinn-Kation	10	4,826424337
PCB-101	11	4,682681315
Blei	12	4,418689272
PCB-28	13	4,240413447
Quecksilber	14	4,112771058
PCB-118	15	3,800847864
Elbe		
Tributylzinn-Kation	1	525,714
Summe Benzo(g,h,i)perylen, Indeno(1,2,3-cd)pyren	2	115,880
Summe Alpha-Endosulfan, Beta-Endosulfan	3	85,075
Summe HCH	4	71,003
Tetrabutylzinn-Kation	5	56,314
Quecksilber	6	44,331
Silber	7	32,987

Stoff	Rang	Quotient Wasser
Pentachlorbenzol	8	25,929
Cadmium	9	23,592
Blei	10	23,539
Chlorpyrifos	11	11,846
Chlorbenzol	12	11,046
Dibutylzinn	13	10,696
Summe Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren	14	7,915
Summe Aldrin, Dieldrin, Endrin, Isodrin	15	5,963

Tab. A-3: Ergebnisse der überblicksweisen Überwachung (Wasser) 2011 für ausgewählte Stoffe

Stoff		UQN	Bork_W_1		Nney_W_1		Spog_W_1		JaBu_W_2		AuWe_W_1		OSee_W_2	
		JD / ZHK	Mittelwert	Maximum	Mittelwert	Maximum	Mittelwert	Maximum	Mittelwert	Maximum	Mittelwert	Maximum	Mittelwert	Maximum
Hexachlorbenzol	µg/l	0,0004 / 0,05	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,002	<0,0001	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002	0,0002	0,0006
Quecksilber, gelöst	µg/l	0,05 / 0,07	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo(a)pyren	µg/l	0,05 / 0,1	0,004	0,011	0,002	0,004	<0,002	0,006	<0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Benzo(ghi)perylene	µg/l		0,003	0,011	<0,002	0,004	<0,002	0,006	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l		0,005	0,021	0,003	0,008	<0,002	0,004	<0,002	0,004	<0,002	0,002	<0,002	0,003
Benzo(ghi)perylene + Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	0,002 /	0,007	0,032	0,003	0,012	0,002	0,01	0,001	0,004	0,0002	0,002	0,0003	0,003
Tributylzinn-Kation	µg/l	0,0002 / 0,0015	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002
Dibutylzinn-Kation	µg/l	0,01	<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001	
Tetrabutylzinn-Kation	µg/l	0,001	<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001	

Tab. A-4: Trendanalyse – Ergebnisse des Mann-Kendall Tests

Stoff	Messstelle	Zeitraum	Kommentar Trend	Mann-Kendall Test (p-value)
Wasser				
Blei	AuWe_W_1	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Blei	AuWe_W_2	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Balt_W_1	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Bork_W_1	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Bork_W_2	2005-2012	abnehmend, signifikant	< 0,05
Blei	JaBu_W_2	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Jade_W_1	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Jade_W_2	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Nney_W_1	2005-2012	abnehmend, signifikant	< 0,05
Blei	OSee_W_1	2005-2012	kein Trend (Tendenz abnehmend)	< 0,1
Blei	OSee_W_2	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Blei	OSee_W_3	2005-2012	abnehmend, signifikant	< 0,05
Blei	OSee_W_4	2005-2012	abnehmend, signifikant	< 0,05
Blei	Spog_W_1	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Spog_W_2	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Blei	WeMu_W_2	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Blei	WuKu_W_1	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	AuWe_W_1	2005-2011	kein Trend	> 0,1
Cadmium	AuWe_W_2	2005-2011	kein Trend (Tendenz zunehmend)	< 0,1
Cadmium	Balt_W_1	2005-2011	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Bork_W_1	2005-2011	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Bork_W_2	2005-2011	kein Trend	> 0,1
Cadmium	JaBu_W_2	2005-2011	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Jade_W_1	2005-2011	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Jade_W_2	2005-2011	ansteigend, signifikant	< 0,05
Cadmium	Nney_W_1	2005-2011	kein Trend	> 0,1
Cadmium	OSee_W_1	2005-2011	kein Trend	> 0,1
Cadmium	OSee_W_2	2005-2011	kein Trend	> 0,1
Cadmium	OSee_W_3	2005-2011	abnehmend, signifikant	< 0,05
Cadmium	OSee_W_4	2005-2011	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Spog_W_1	2005-2011	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Spog_W_2	2005-2011	kein Trend	> 0,1
Cadmium	WeMu_W_2	2005-2011	ansteigend, signifikant	< 0,05
Cadmium	WuKu_W_1	2005-2011	kein Trend	> 0,1
Nickel	AuWe_W_1	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	AuWe_W_2	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Balt_W_1	2005-2012	kein Trend (Tendenz abnehmend)	< 0,1
Nickel	Bork_W_1	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Bork_W_2	2005-2012	kein Trend (Tendenz abnehmend)	< 0,1
Nickel	JaBu_W_2	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Jade_W_1	2005-2012	kein Trend (Tendenz abnehmend)	< 0,1
Nickel	Jade_W_2	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Nney_W_1	2005-2012	abnehmend, signifikant	< 0,05
Nickel	OSee_W_1	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	OSee_W_2	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	OSee_W_3	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	OSee_W_4	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Spog_W_1	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Spog_W_2	2005-2012	kein Trend (Tendenz abnehmend)	< 0,1
Nickel	WeMu_W_2	2005-2012	kein Trend (Tendenz abnehmend)	< 0,1
Nickel	WuKu_W_1	2005-2012	abnehmend, signifikant	< 0,05

Stoff	Messstelle	Zeitraum	Kommentar Trend	Mann-Kendall Test (p-value)
Quecksilber	AuWe_W_1	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	AuWe_W_2	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Balt_W_1	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Bork_W_1	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Bork_W_2	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	JaBu_W_2	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Jade_W_1	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Jade_W_2	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Nney_W_1	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	OSee_W_1	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	OSee_W_2	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	OSee_W_3	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	OSee_W_4	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Spog_W_1	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Spog_W_2	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	WeMu_W_2	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	WuKu_W_1	2005-2012	kein Trend	> 0,1
Sediment				
Benzo.a.pyren	Bork_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	Bork_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	Bork_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	WuKu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	WuKu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	WuKu_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	EmDo_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	EmDo_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	EmDo_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	Woge_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	Woge_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	Woge_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	Woge_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	Jade_S_C	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Benzo.a.pyren	Jade_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	Jabu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	Jabu_S_C	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Benzo.a.pyren	Jabu_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	Jabu_S_E	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	Leyb_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	Leyb_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	Leyb_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	Nney_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	Nney_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	Spog_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	Spog_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	WeMu_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	WeMu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.a.pyren	WeMu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	Bork_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	Bork_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	Bork_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	WuKu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	WuKu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	WuKu_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	EmDo_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1

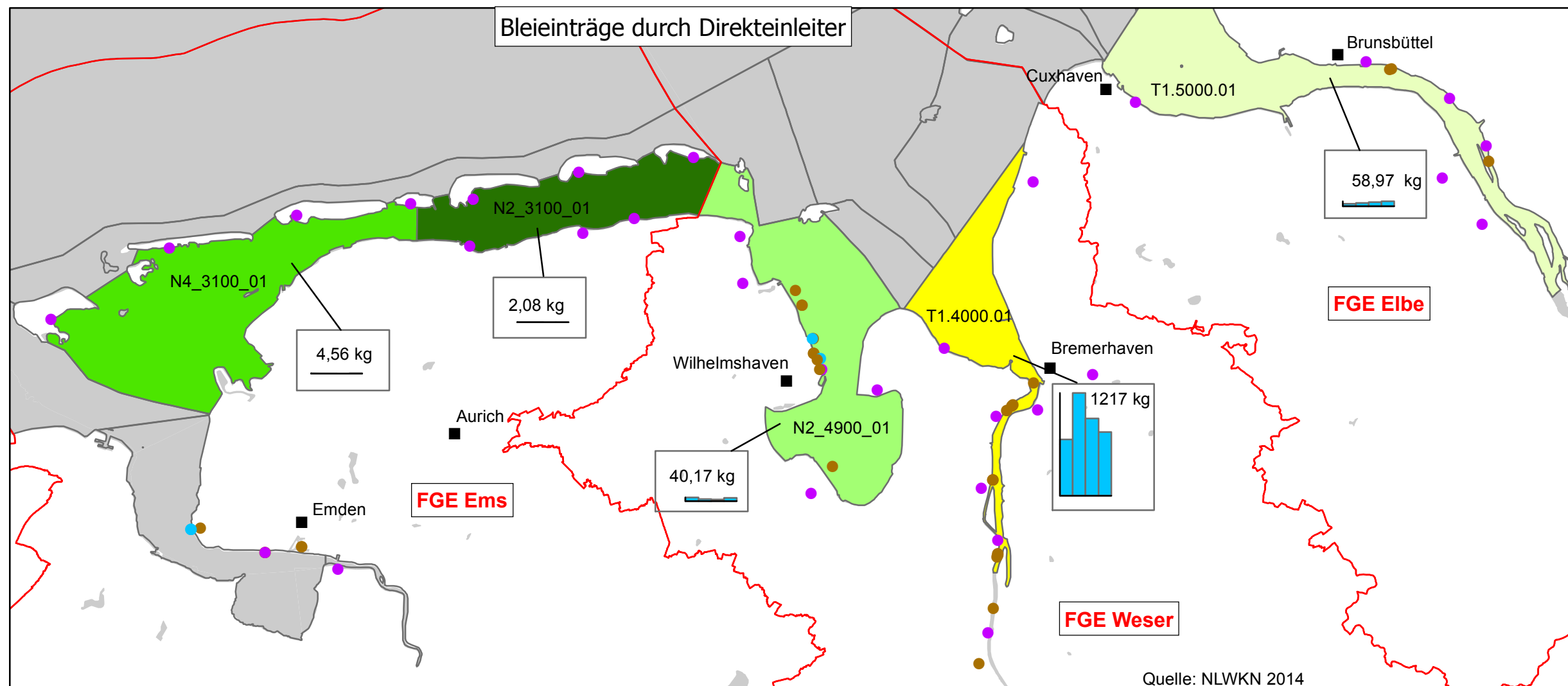
Stoff	Messstelle	Zeitraum	Kommentar Trend	Mann-Kendall Test (p-value)
Benzo.ghi.perylen	EmDo_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	EmDo_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	Woge_S_A	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Benzo.ghi.perylen	Woge_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	Woge_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	Woge_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	Jade_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	Jade_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	Jabu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	Jabu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	Jabu_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	Jabu_S_E	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	Leyb_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	Leyb_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	Leyb_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	Nney_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	Nney_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	Spog_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	Spog_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	WeMu_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	WeMu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Benzo.ghi.perylen	WeMu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Bork_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Bork_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Bork_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	WuKu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	WuKu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	WuKu_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	EmDo_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	EmDo_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	EmDo_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Woge_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Woge_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Woge_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Woge_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Jade_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Jade_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Jabu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Jabu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Jabu_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Jabu_S_E	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Leyb_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Leyb_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Leyb_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Nney_S_B	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Blei	Nney_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Spog_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	Spog_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	WeMu_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	WeMu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Blei	WeMu_S_C	1997 - 2012	ansteigend, signifikant	<0,05
Cadmium	Bork_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Bork_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Bork_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	WuKu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1

Stoff	Messstelle	Zeitraum	Kommentar Trend	Mann-Kendall Test (p-value)
Cadmium	WuKu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	WuKu_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	EmDo_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	EmDo_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	EmDo_S_C	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Cadmium	Woge_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Woge_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Woge_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Woge_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Jade_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Jade_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Jabu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Jabu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Jabu_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Jabu_S_E	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Leyb_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Leyb_S_B	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Cadmium	Leyb_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Nney_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Nney_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Spog_S_A	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Cadmium	Spog_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	WeMu_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	WeMu_S_B	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Cadmium	WeMu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	Bork_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	Bork_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	Bork_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	WuKu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	WuKu_S_C	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Fluoranthren	WuKu_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	EmDo_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	EmDo_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	EmDo_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	Woge_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	Woge_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	Woge_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	Woge_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	Jade_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	Jade_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	Jabu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	Jabu_S_C	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Fluoranthren	Jabu_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	Jabu_S_E	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	Leyb_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	Leyb_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	Leyb_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	Nney_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	Nney_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	Spog_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	Spog_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	WeMu_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	WeMu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Fluoranthren	WeMu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	Bork_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1

Stoff	Messstelle	Zeitraum	Kommentar Trend	Mann-Kendall Test (p-value)
Indeno.1.2.3.cd.pyren	Bork_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	Bork_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	WuKu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	WuKu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	WuKu_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	EmDo_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	EmDo_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	EmDo_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	Woge_S_A	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Indeno.1.2.3.cd.pyren	Woge_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	Woge_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	Woge_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	Jade_S_C	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Indeno.1.2.3.cd.pyren	Jade_S_D	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Indeno.1.2.3.cd.pyren	Jabu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	Jabu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	Jabu_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	Jabu_S_E	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	Leyb_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	Leyb_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	Leyb_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	Nney_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	Nney_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	Spog_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	Spog_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	WeMu_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	WeMu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Indeno.1.2.3.cd.pyren	WeMu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Bork_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Bork_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Bork_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	WuKu_S_B	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Nickel	WuKu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	WuKu_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	EmDo_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	EmDo_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	EmDo_S_C	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Nickel	Woge_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Woge_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Woge_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Woge_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Jade_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Jade_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Jabu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Jabu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Jabu_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Jabu_S_E	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Leyb_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Leyb_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Leyb_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Nney_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Nney_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Spog_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	Spog_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	WeMu_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1

Stoff	Messstelle	Zeitraum	Kommentar Trend	Mann-Kendall Test (p-value)
Nickel	WeMu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Nickel	WeMu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Bork_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Bork_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Bork_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	WuKu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	WuKu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	WuKu_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	EmDo_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	EmDo_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	EmDo_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Woge_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Woge_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Woge_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Woge_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Jade_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Jade_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Jabu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Jabu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Jabu_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Jabu_S_E	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Leyb_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Leyb_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Leyb_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Nney_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Nney_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Spog_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Spog_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	WeMu_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	WeMu_S_B	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Quecksilber	WeMu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	Bork_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	Bork_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	Bork_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	WuKu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	WuKu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	WuKu_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	EmDo_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	EmDo_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	EmDo_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	Woge_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	Woge_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	Woge_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	Woge_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	Jade_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	Jade_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	Jabu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	Jabu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	Jabu_S_D	1997 - 2012	abnehmend, signifikant	<0,05
Tributylzinn_Kation	Jabu_S_E	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	Leyb_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	Leyb_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	Leyb_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	Nney_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	Nney_S_D	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1

Stoff	Messstelle	Zeitraum	Kommentar Trend	Mann-Kendall Test (p-value)
Tributylzinn_Kation	Spog_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	Spog_S_C	1997 - 2012	ansteigend, signifikant	<0,05
Tributylzinn_Kation	WeMu_S_A	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	WeMu_S_B	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Tributylzinn_Kation	WeMu_S_C	1997 - 2012	kein Trend	> 0,1
Muscheln				
Blei	Bork_Myt_1	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Blei	JaBu_Myt_1	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Blei	Jade_Myt_1	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Blei	Nney_Myt_1	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Blei	Spog_Myt_1	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Blei	WuKu_Myt_1	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Bork_Myt_1	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Cadmium	JaBu_Myt_1	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Jade_Myt_1	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Nney_Myt_1	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Spog_Myt_1	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Cadmium	WuKu_Myt_1	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Hexachlorbenzol	Bork_Myt_1	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Hexachlorbenzol	JaBu_Myt_1	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Hexachlorbenzol	Jade_Myt_1	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Hexachlorbenzol	Nney_Myt_1	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Hexachlorbenzol	Spog_Myt_1	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Hexachlorbenzol	WuKu_Myt_1	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Bork_Myt_1	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	JaBu_Myt_1	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Jade_Myt_1	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Nney_Myt_1	2006-2013	ansteigend, signifikant	< 0,05
Quecksilber	Spog_Myt_1	2006-2013	ansteigend, signifikant	< 0,05
Quecksilber	WuKu_Myt_1	2006-2013	ansteigend, signifikant	< 0,05
Fische				
Blei	Baltrum/Langeoog	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Blei	Borkum	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Blei	Jade	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Blei	Weser	2006-2012	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Baltrum/Langeoog	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Borkum	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Jade	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Cadmium	Weser	2006-2012	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Baltrum/Langeoog	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Borkum	2006-2013	kein Trend	> 0,1
Quecksilber	Jade	2006-2013	abnehmend, signifikant	< 0,001
Quecksilber	Weser	2006-2012	kein Trend	> 0,1



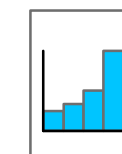
Legende

Direkteinleiter

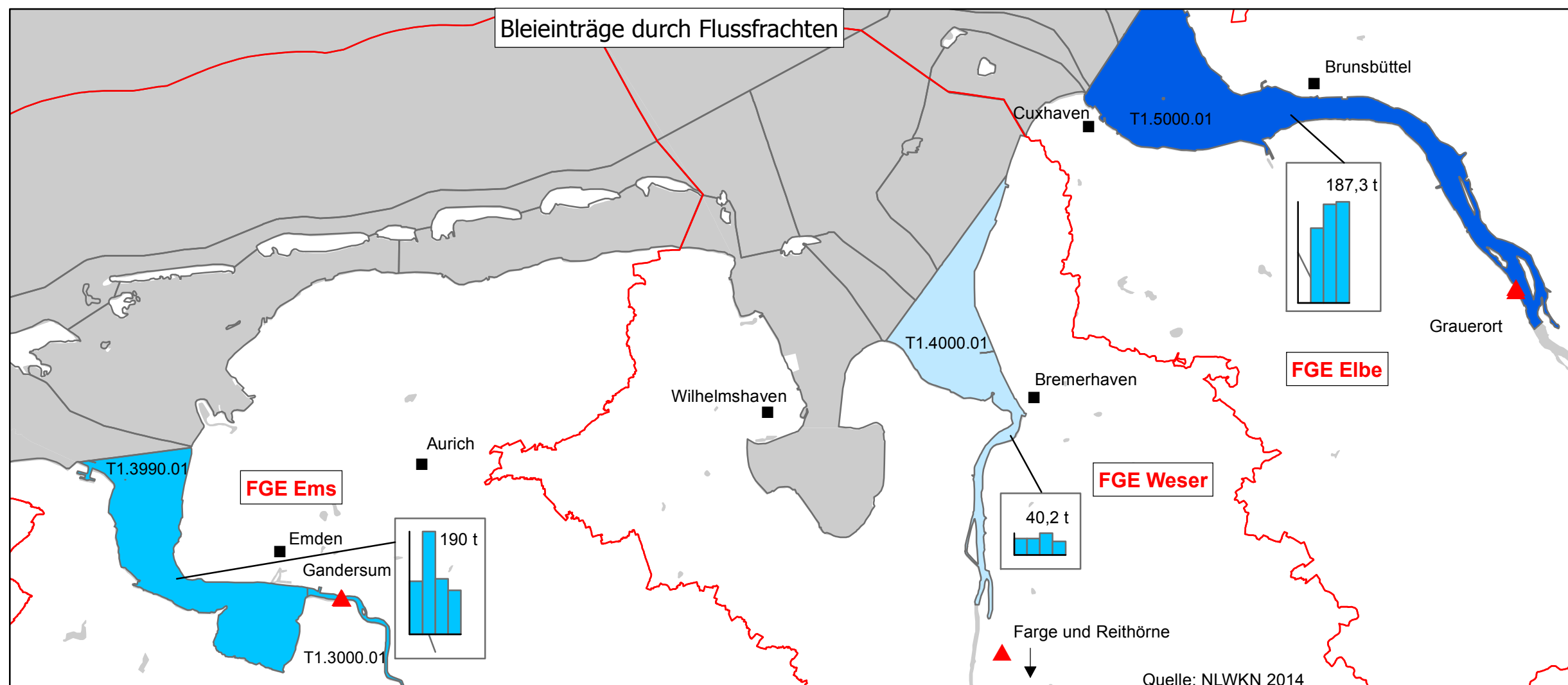
- Industrielle Einleiter
- Kommunale Kläranlage
- Soleeinleitung

Bleieinträge in die Wasserkörper durch Direkteinleiter (gemittelte Fracht 2009-2012)

- 889 kg/a
- 45 kg/a
- 30 kg/a
- 5 kg/a
- 2 kg/a



Frachten 2009 - 2012
(Angabe der jeweils max. Jahresfracht in kg bzw. t)



Bleieinträge durch Flussfrachten (Mittelwert 2009-2012)

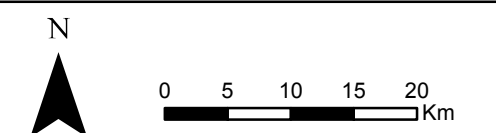
- 169.479 kg/a
- 117.766 kg/a
- 31.815 kg/a

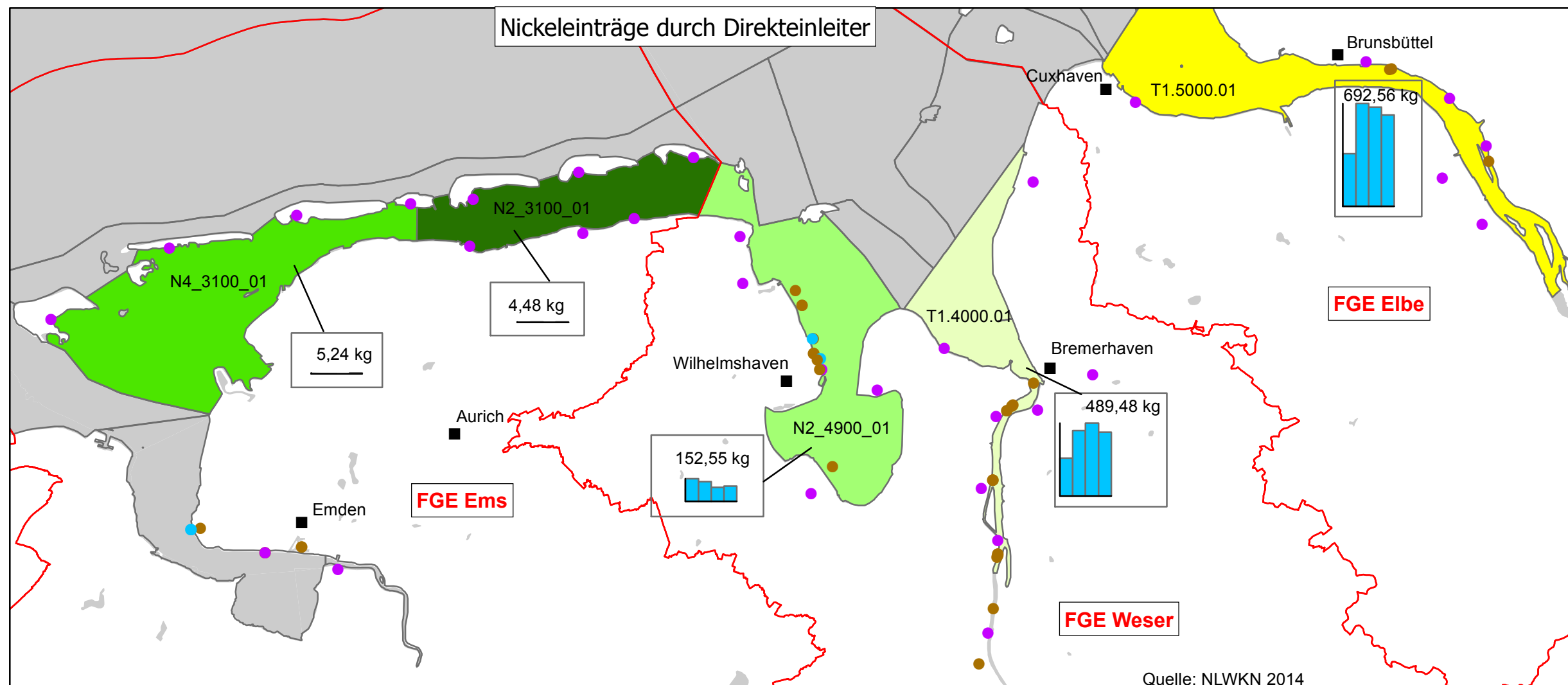
- Messpunkt zur Bestimmung der Flussfrachten

- Grenzen der Flussgebietseinheiten
- Wasserkörper nach WRRL

Karte 1: Bleieinträge durch Direkteinleiter und Flussfrachten

Maßstab 1: 600.000 Stand: Oktober 2014





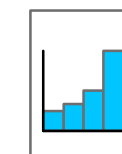
Legende

Direkteinleiter

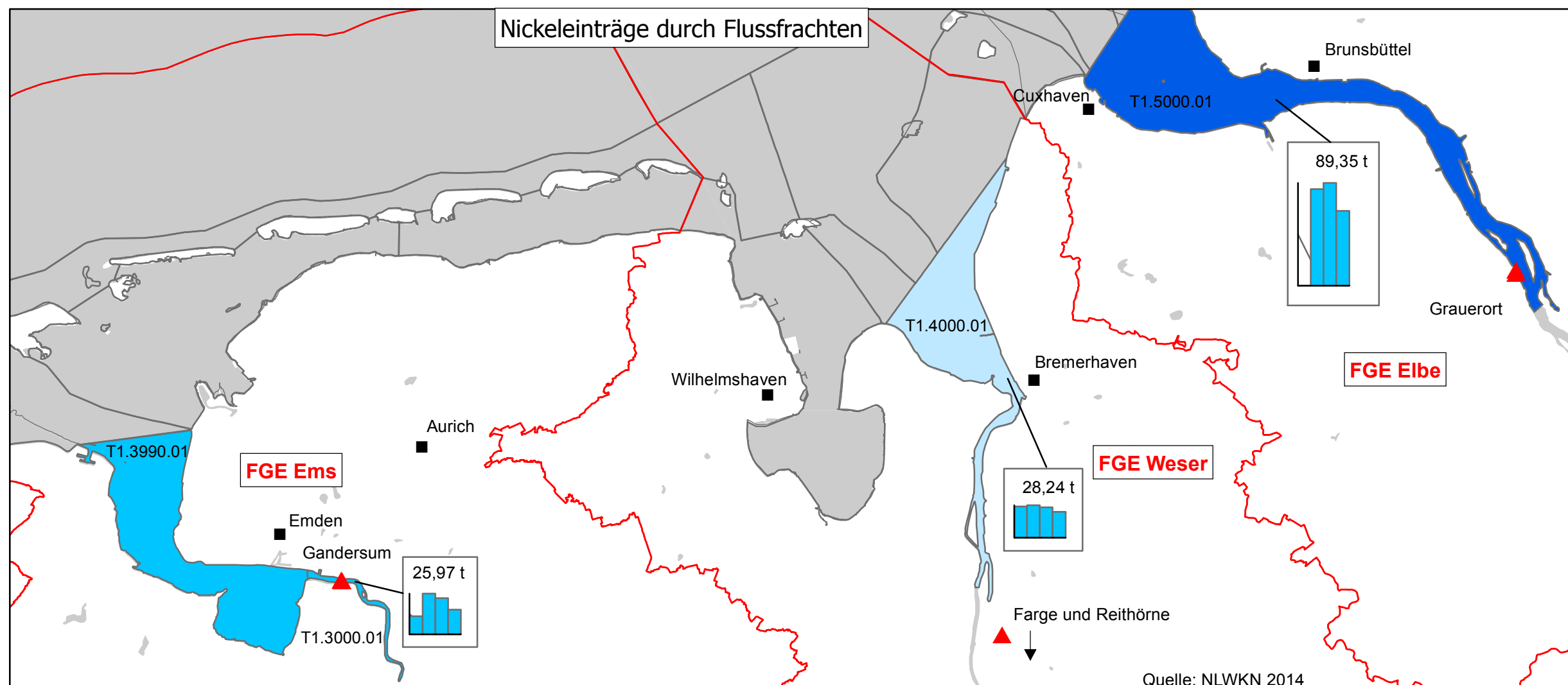
- Industrielle Einleiter
- Kommunale Kläranlage
- Soleeinleitung

Nickeleinträge in die Wasserkörper durch Direkteinleiter (gemittelte Fracht 2009-2012)

- 583 kg/a
- 403 kg/a
- 120 kg/a
- 5 kg/a
- 4 kg/a



Frachten 2009 - 2012
(Angabe der jeweils max. Jahresfracht in kg bzw. t)



Nickeleinträge durch Flussfrachten (Mittelwert 2009-2012)

- 79.627 kg/a
- 26.132 kg/a
- 26.114 kg/a



Messpunkt zur Bestimmung der Flussfrachten



Grenzen der Flussgebietseinheiten



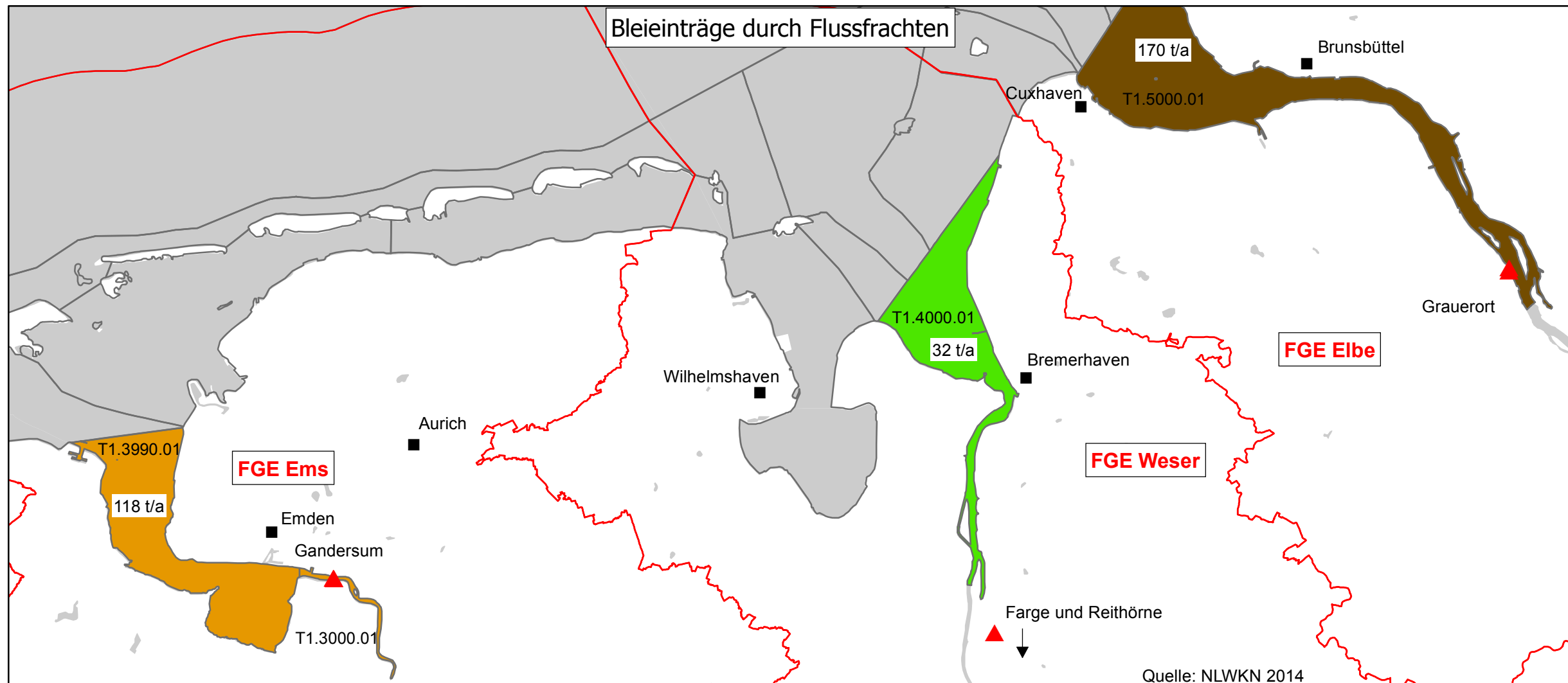
Wasserkörper nach WRRL

Karte 2: Nickeleinträge durch Direkteinleiter und Flussfrachten

Maßstab 1: 600.000 Stand: Oktober 2014



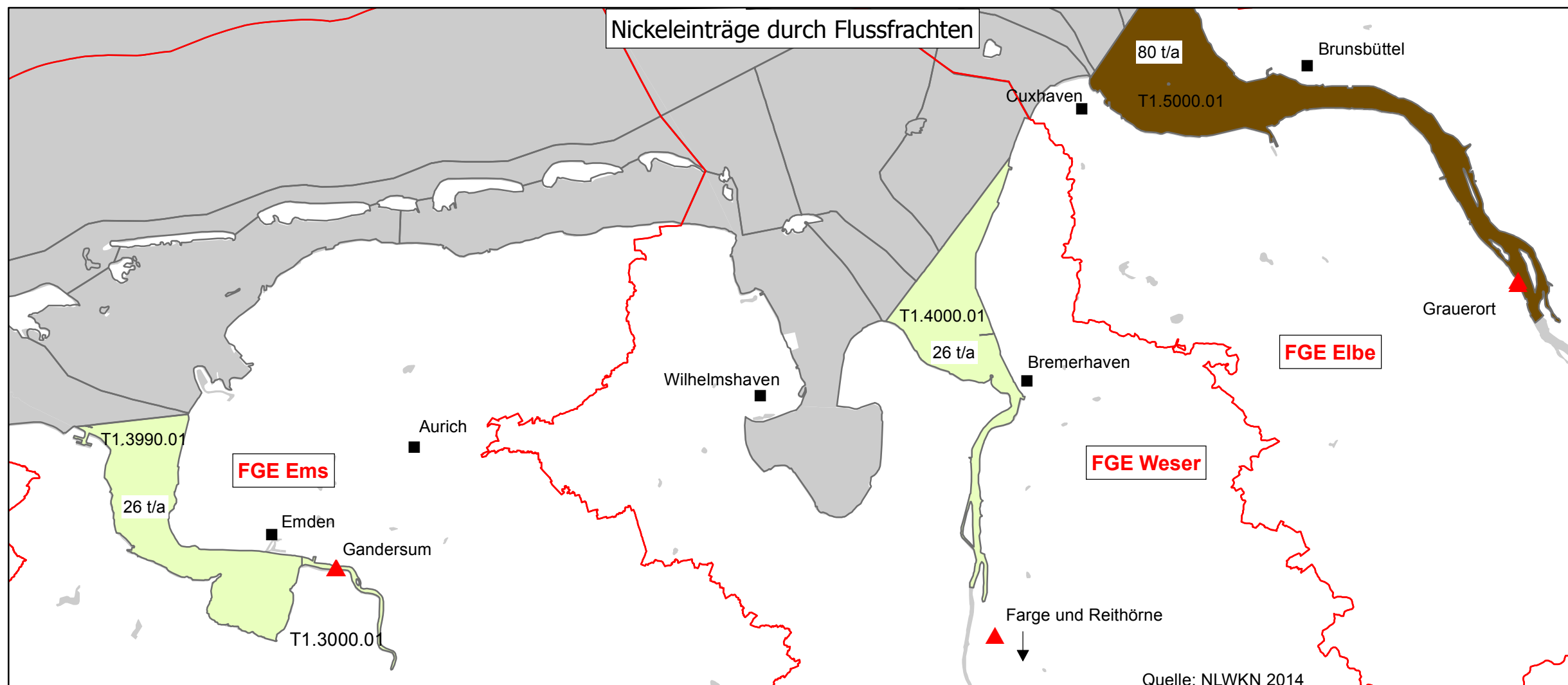
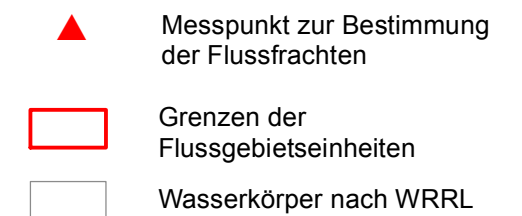
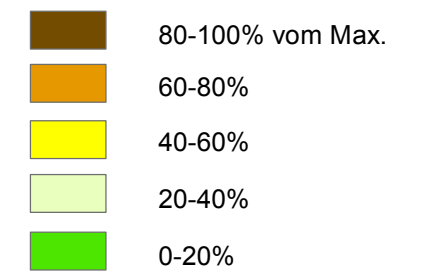
0 5 10 15 20 Km



Legende

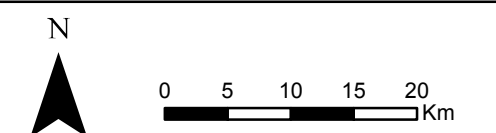
Flussfrachten

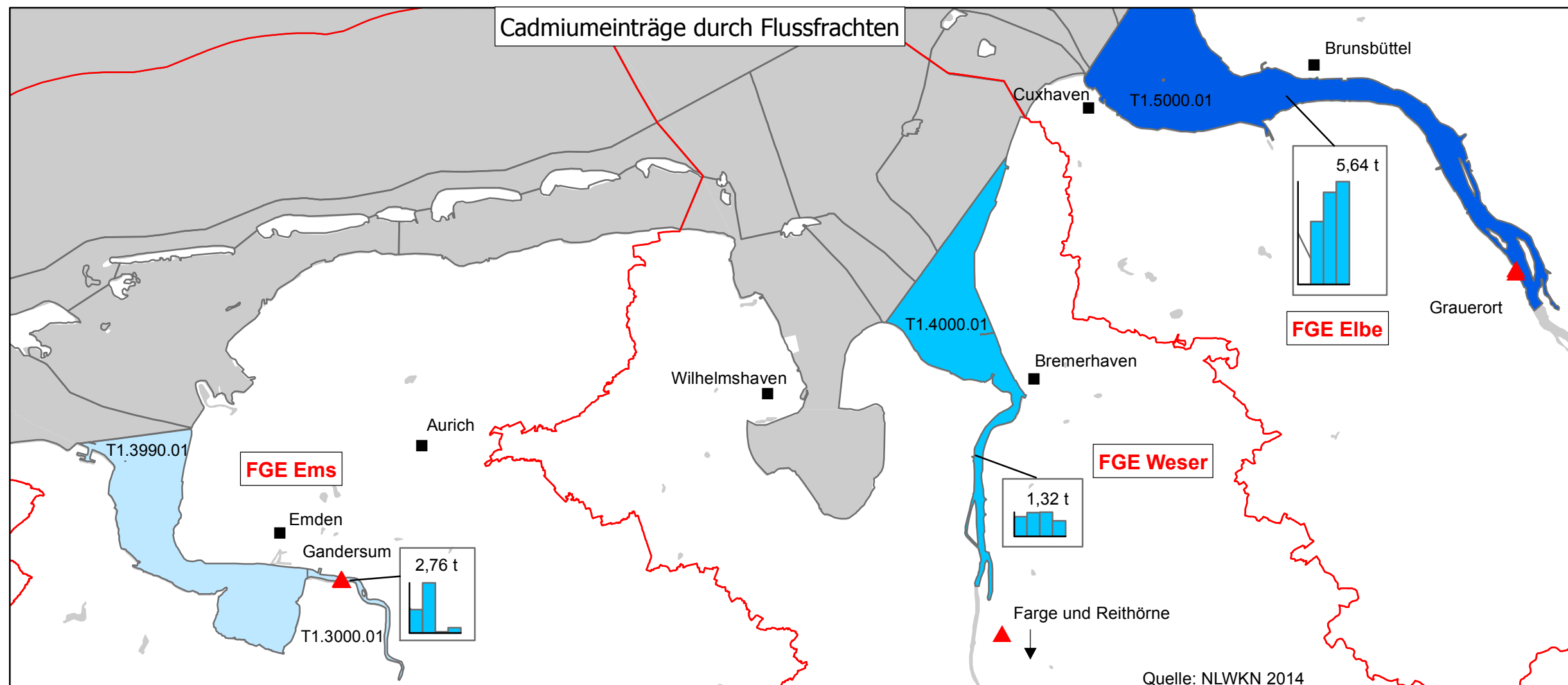
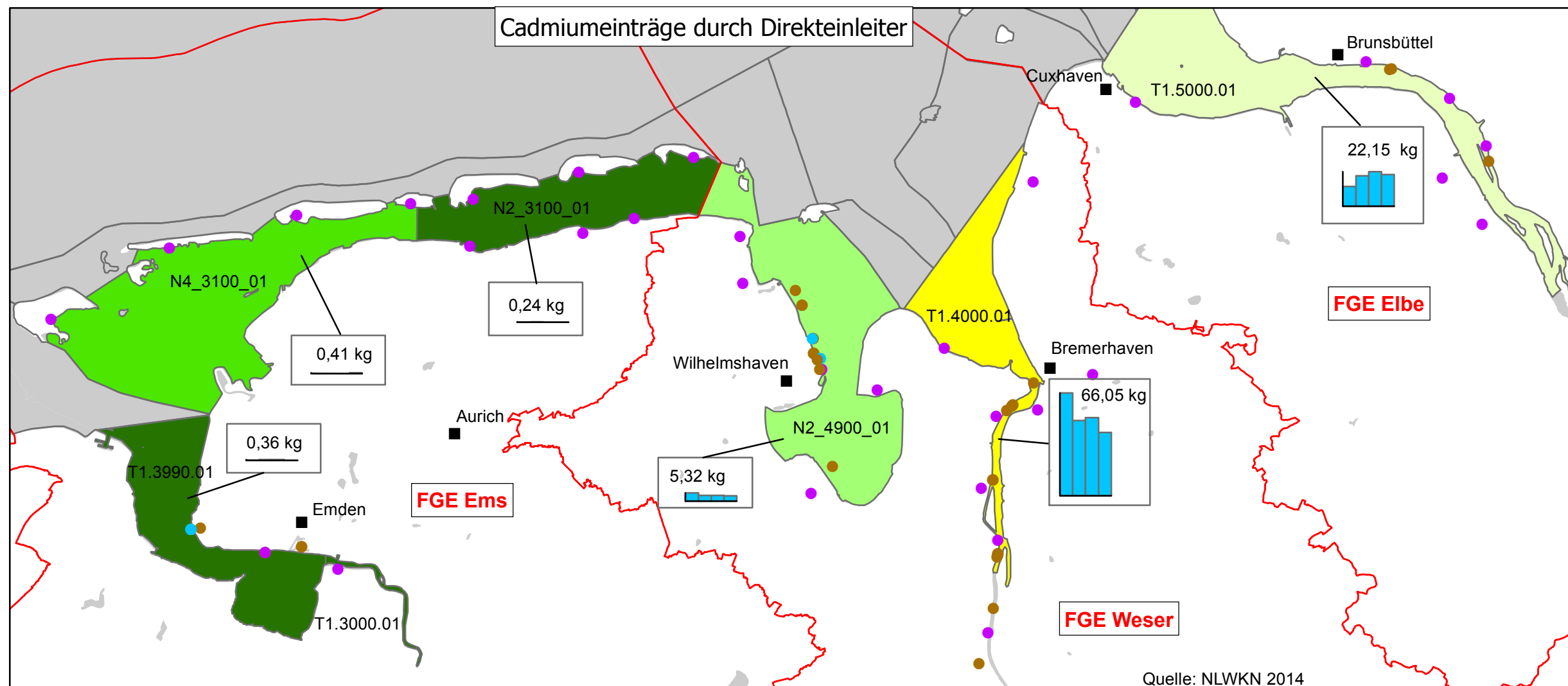
Anteil der maximalen Blei-/Nickel-Fracht
(MW 2009-2012)



Karte 3: Flussfrachten Blei und Nickel

Maßstab 1: 600.000 Stand: Oktober 2014





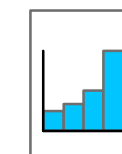
Legende

Direkteinleiter

- Industrielle Einleiter
- Kommunale Kläranlage
- Soleeinleitung

Cadmiumeinträge in die Wasserkörper durch Direkteinleiter (gemittelte Fracht 2009-2012)

- 51,4 kg/a
- 18,8 kg/a
- 4,0 kg/a
- 0,4 kg/a
- 0,2 kg/a



Frachten 2009 - 2012
(Angabe der jeweils max. Jahresfracht in kg bzw. t)

Cadmiumeinträge durch Flussfrachten (Mittelwert 2009-2012)

- 4.718 kg/a
- 1.138 kg/a
- 1.108 kg/a



Messpunkt zur Bestimmung der Flussfrachten



Grenzen der Flussgebietseinheiten



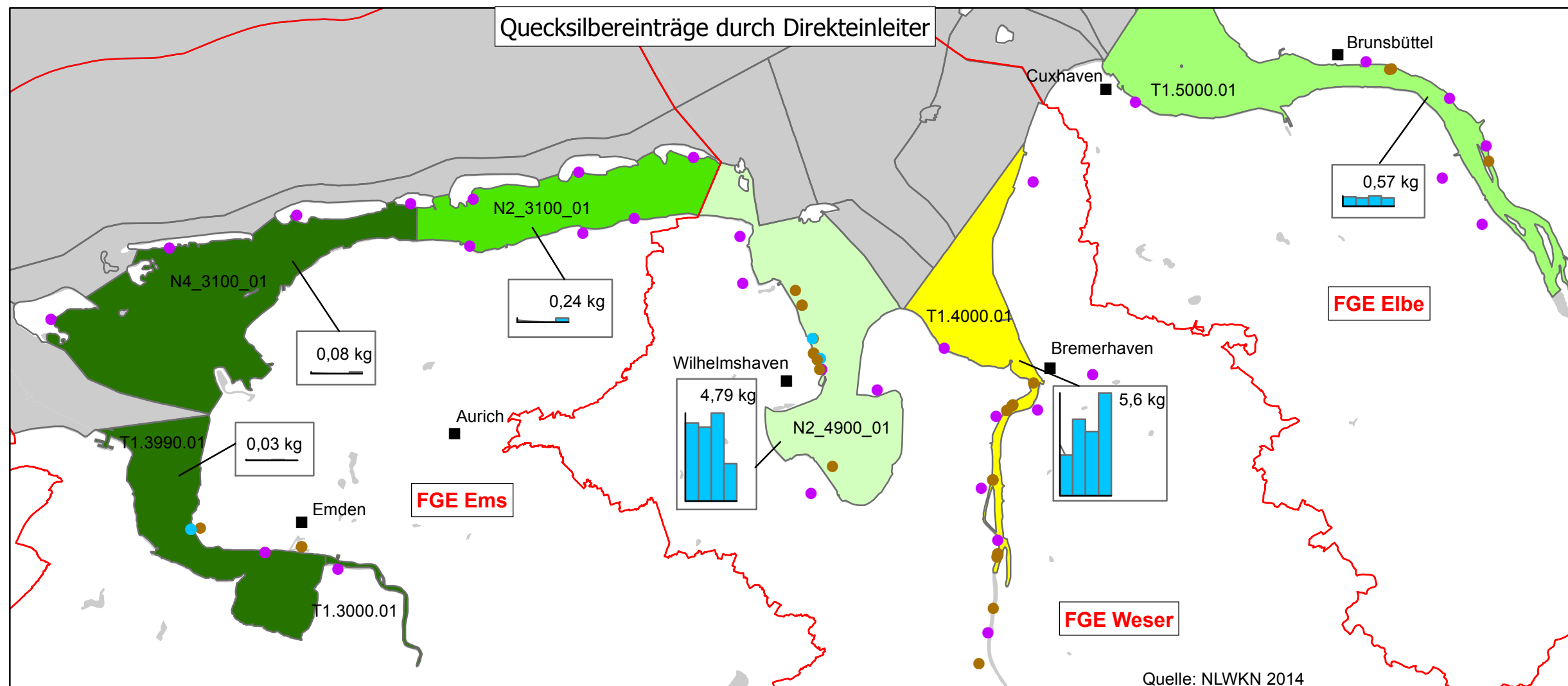
Wasserkörper nach WRRL

Karte 4: Cadmiumeinträge durch Direkteinleiter und Flussfrachten

Maßstab 1: 600.000 Stand: Oktober 2014



0 5 10 15 20 Km



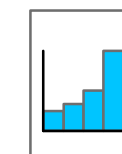
Legende

Direkteinleiter

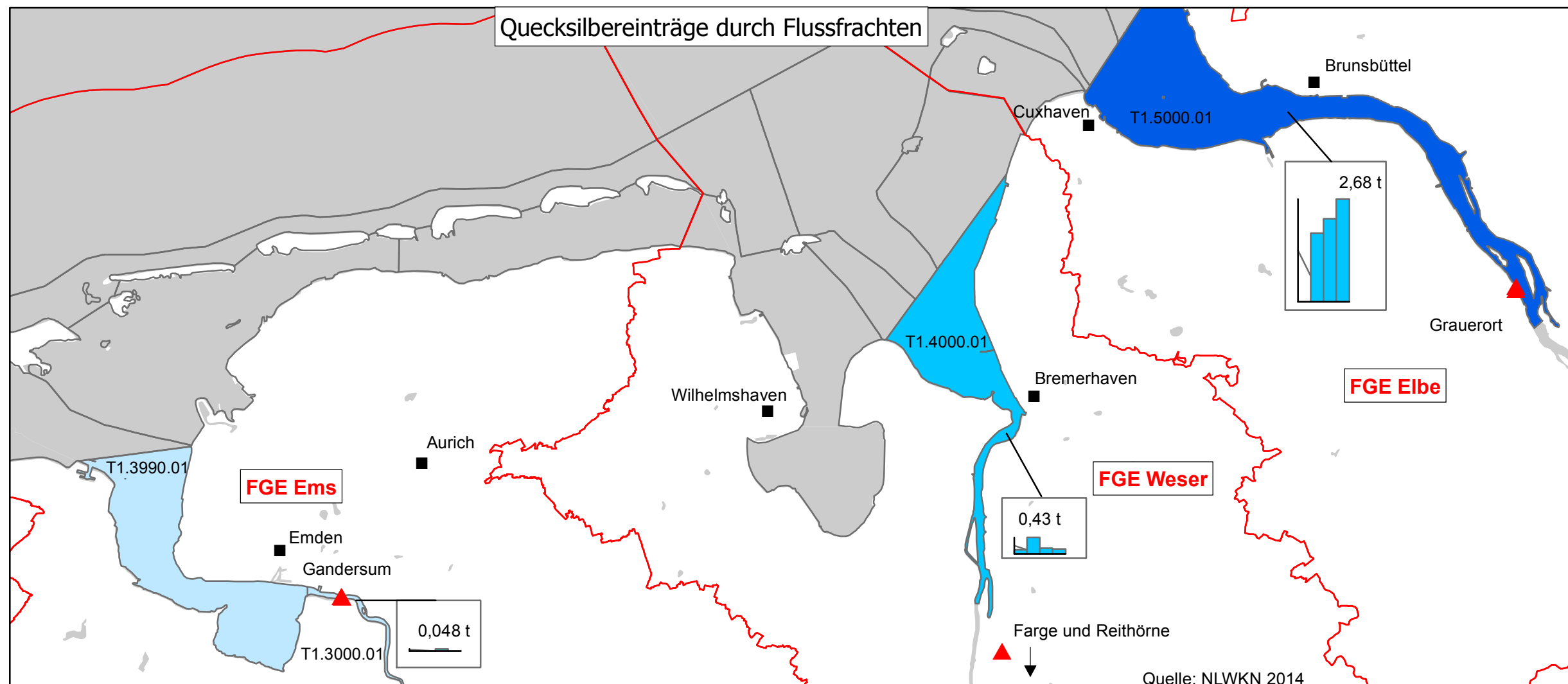
- Industrielle Einleiter
- Kommunale Kläranlage
- Soleeinleitung

Quecksilbereinträge in die Wasserkörper durch Direkteinleiter (gemittelte Fracht 2009-2012)

- 3,86 kg/a
- 3,77 kg/a
- 0,5 kg/a
- 0,14 kg/a
- 0,03 / 0,08 kg/a



Frachten 2009 - 2012
(Angabe der jeweils max. Jahresfracht in kg bzw. t)



Quecksilbereinträge durch Flussfrachten (Mittelwert 2009-2012)

- 2.217 kg/a
- 206 kg/a
- 48 kg/a

▲ Messpunkt zur Bestimmung der Flussfrachten

□ Grenzen der Flussgebietseinheiten

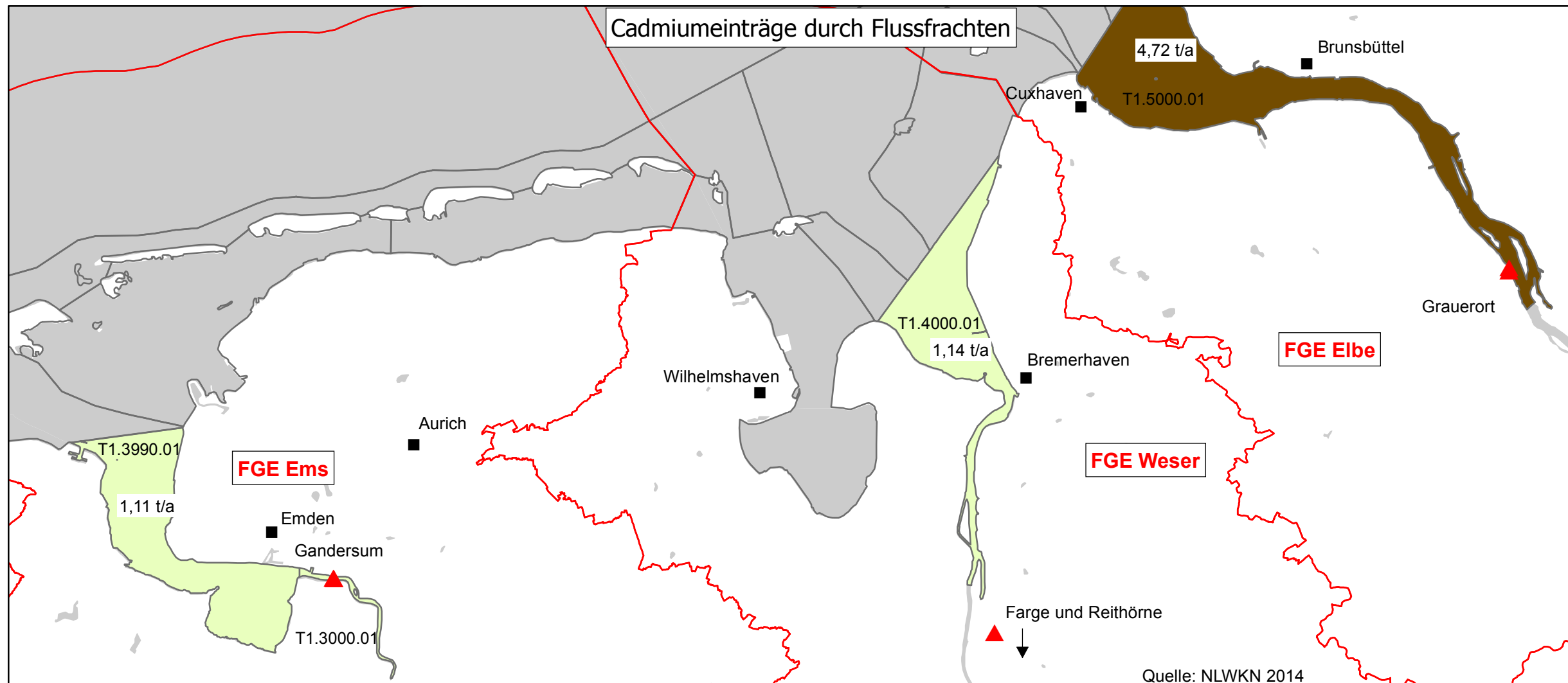
□ Wasserkörper nach WRRL

Karte 5: Quecksilbereinträge durch Direkteinleiter und Flussfrachten

Maßstab 1: 600.000 Stand: Oktober 2014



0 5 10 15 20 Km



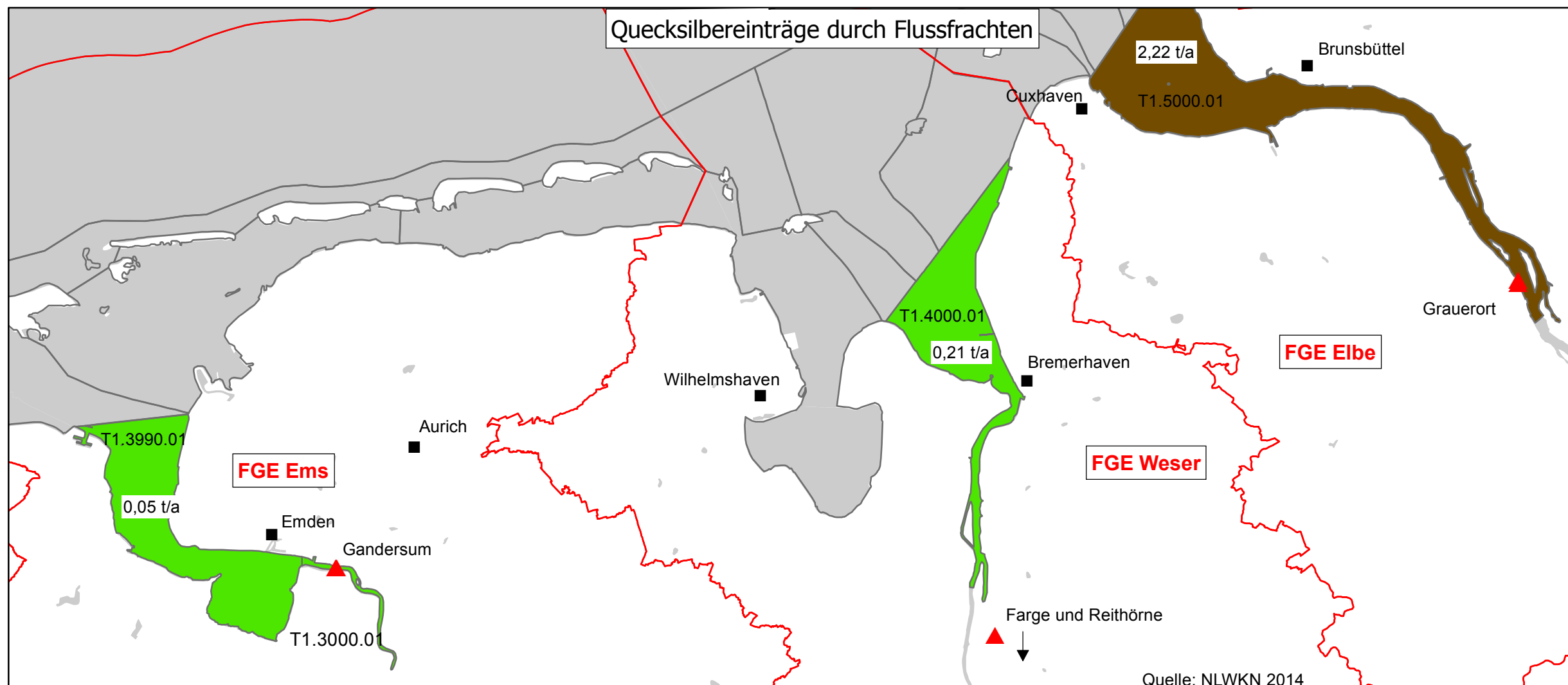
Legende

Flussfrachten

Anteil der maximalen Blei-/Nickel-Fracht
(MW 2009-2012)

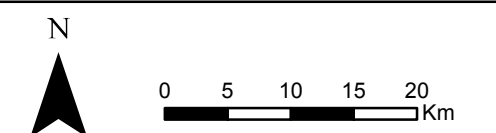
- 80-100% vom Max.
- 60-80%
- 40-60%
- 20-40%
- 0-20%

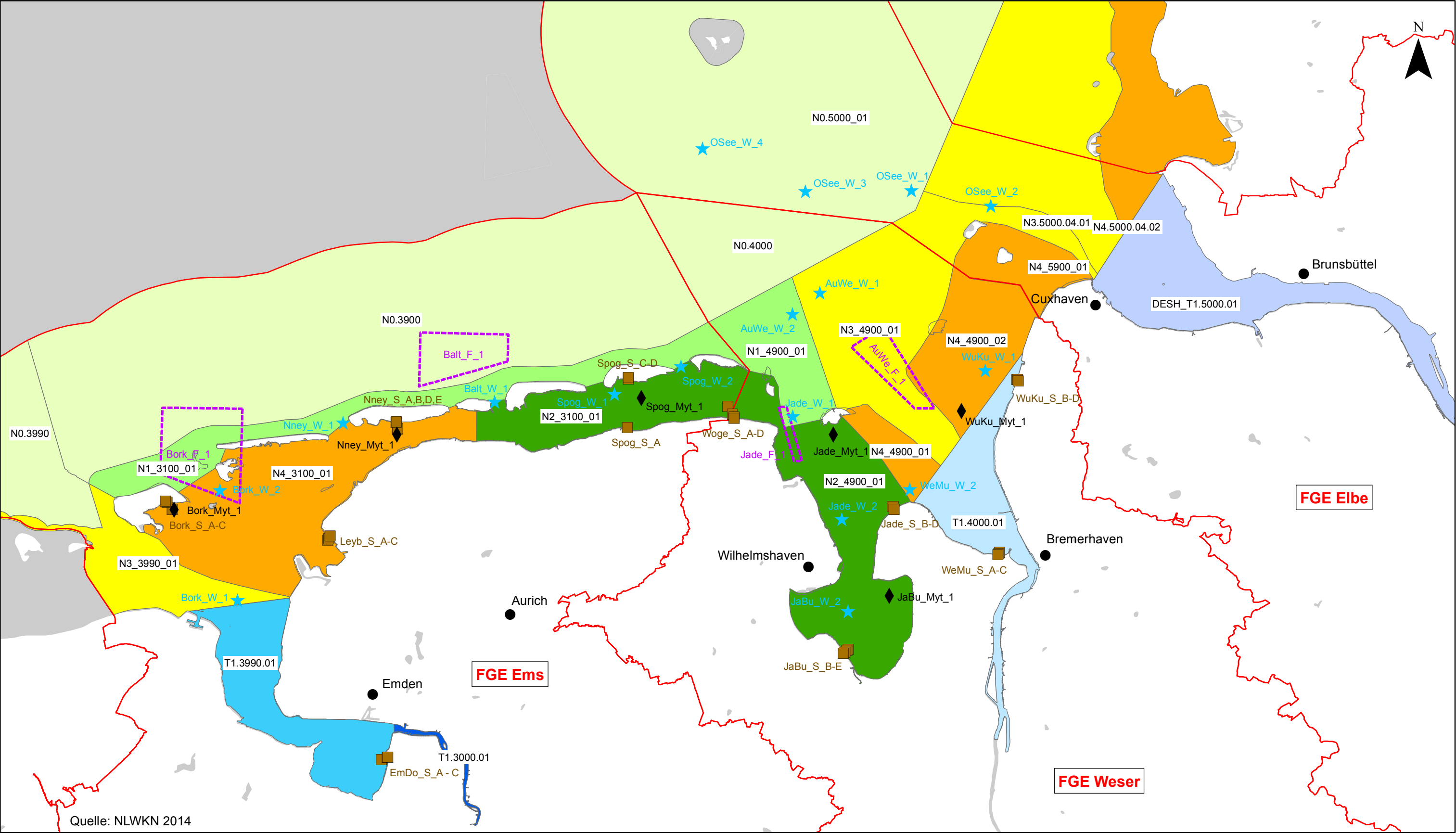
- Messpunkt zur Bestimmung
der Flussfrachten
- Grenzen der
Flussgebietseinheiten
- Wasserkörper nach WRRL



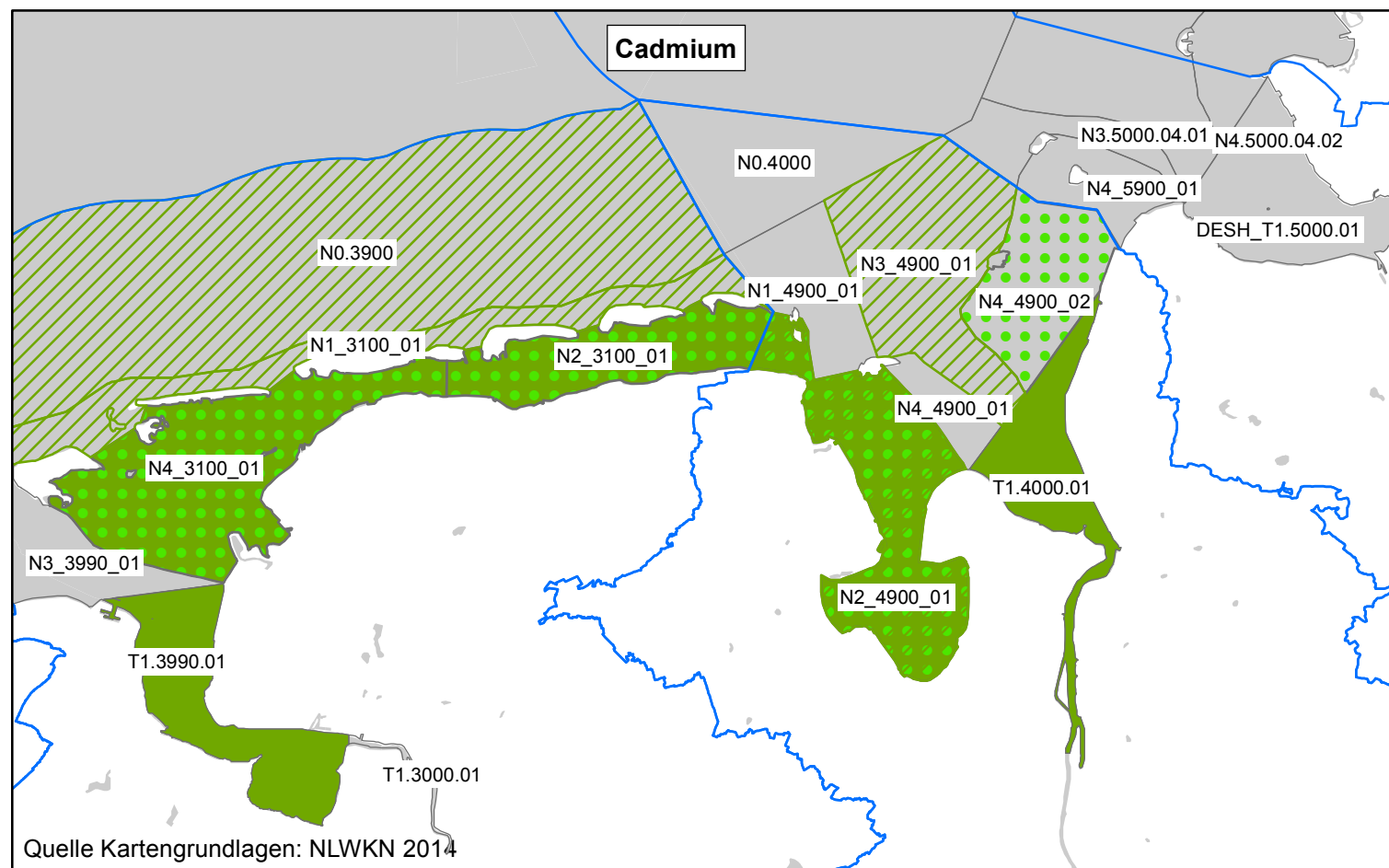
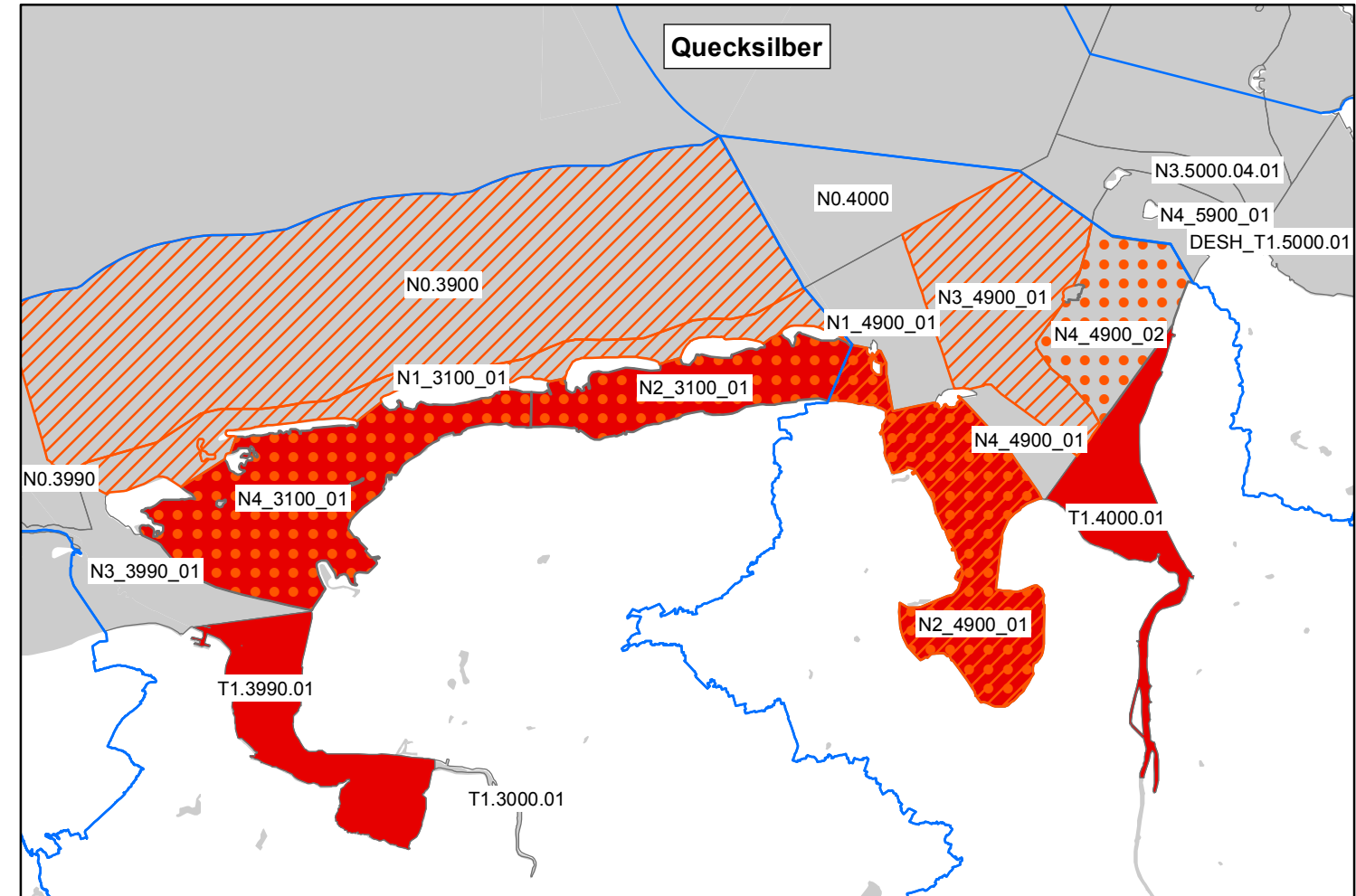
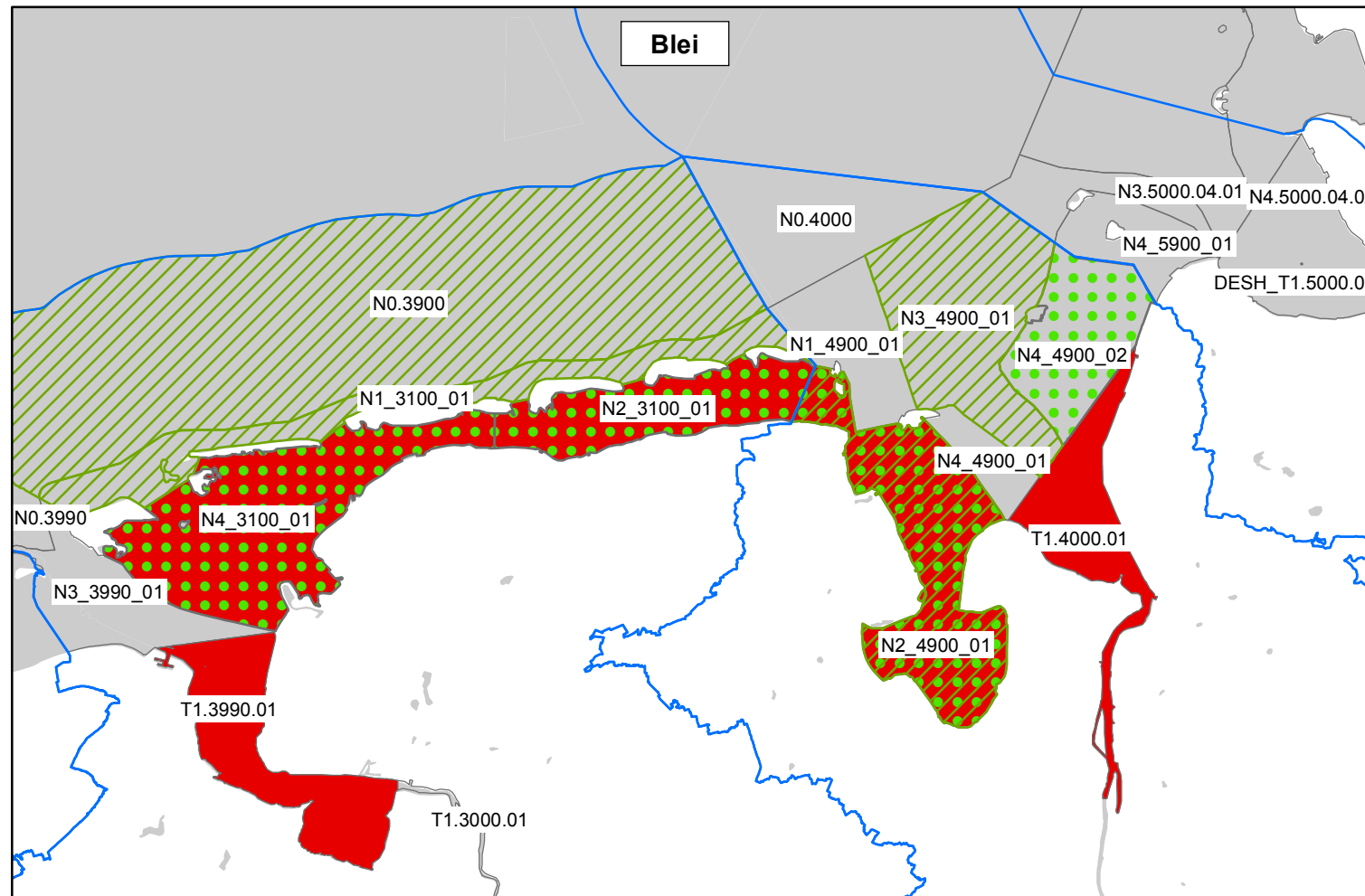
Karte 6: Flussfrachten Cadmium und
Quecksilber

Maßstab 1: 600.000 Stand: Oktober 2014





Legende	Küstengewässer nach WRRL	Übergangsgewässer nach WRRL	Karte 7: Probenahmestellen im niedersächsischen Küstenmeer
Probenahmestellen BLMP	- Küstenmeer (N0) - euhelines offenes Küstengewässer (N1) - euhelines Wattenmeer (N2) - polyhalines offenes Küstengewässer (N3) - polyhalines Wattenmeer (N4)	- Elbe - Weser - Ems (Leer bis Dollart) - Ems-Ästuar - Grenzen der Flussgebietseinheiten	Maßstab 1: 500.000 Stand: Oktober 2014
- Probenahme Wasser - Probenahme Sediment - Probenahme Miesmuscheln - Fanggebiete Flundern			0 5 10 15 20 Km



Legende

Bewertung

- Einhaltung der UQN bzw. des Richtwertes
- häufige Überschreitung der UQN bzw. des Richtwertes

- Grenzen der Flussgebietseinheiten
- Wasserkörper

Beurteilungswerte

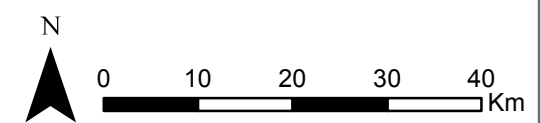
Blei: OSPAR T1 für Sediment und Biota
Cadmium: OSPAR T1 für Sediment und Biota
Quecksilber: OSPAR T1 für Sediment, UQN für Biota

Kompartiment

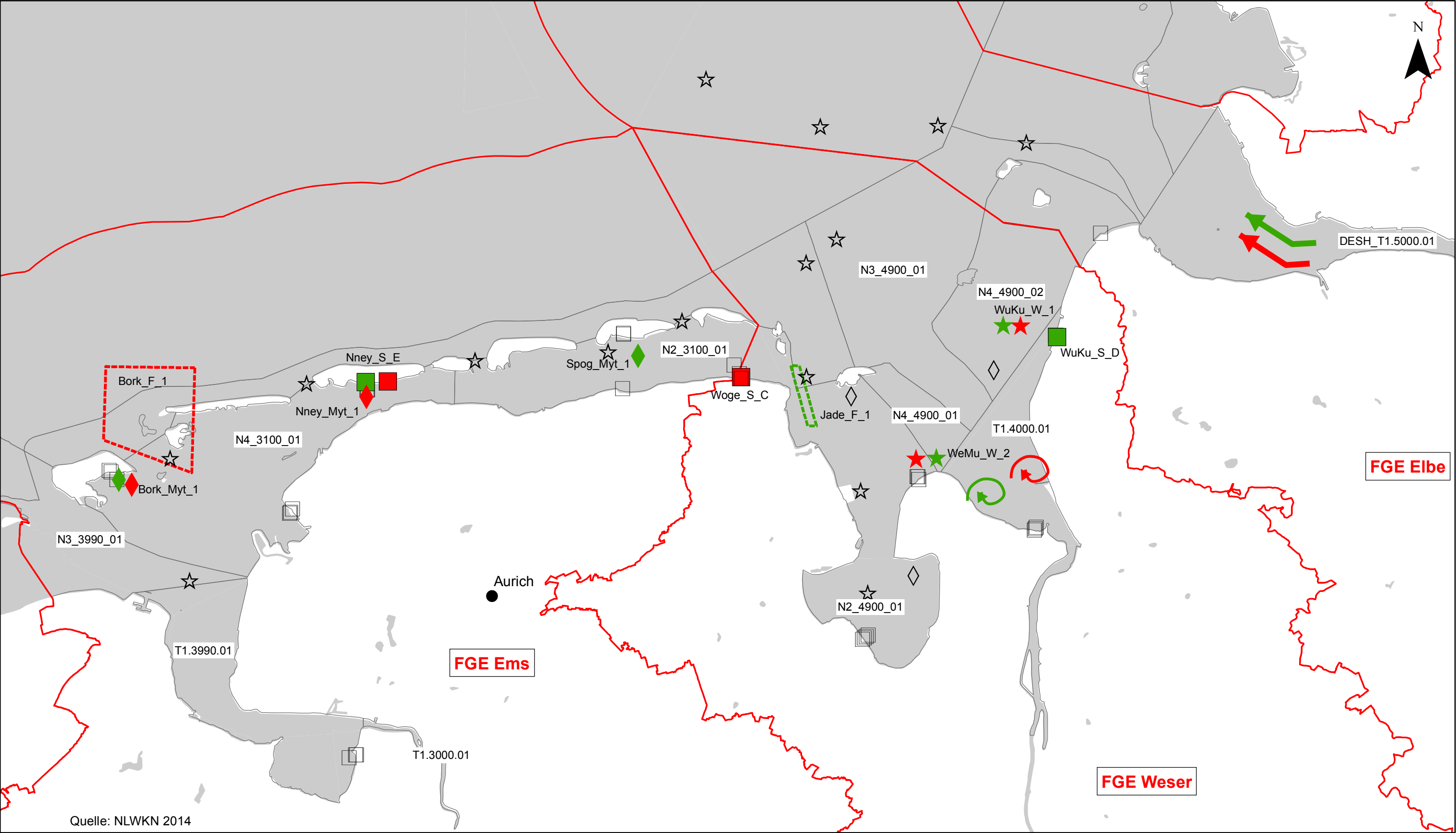
- Sediment
- Muscheln
- Fische

Karte 8: Bewertung der Schwermetallbelastung in den Wasserkörpern

Maßstab 1: 800.000 Stand: Oktober 2014



Quelle Kartengrundlagen: NLWKN 2014



Legende			Karte 9: Stationen mit maximalen Schwermetallkonzentrationen sowie max. Frachten aus Flüssen und Direkteinleitungen	
Schwermetall	Matrix Schadstoffkonzentration	Frachten		
Blei	Wasser	maximale Flussfracht	Grenzen der Wasserkörper	Maßstab 1: 450.000 Stand: Oktober 2014
Quecksilber	Sediment	maximale Fracht durch Direkteinleiter	Grenzen der Flussgebietseinheiten	
	Miesmuscheln			
	Flundern			
			0 5 10 15 20 Km	