



## Emissionsseitige Bestandsaufnahme für das Rheineinzugsgebiet 2010

Internationale  
Kommission zum  
Schutz des Rheins

Commission  
Internationale  
pour la Protection  
du Rhin

Internationale  
Commissie ter  
Bescherming  
van de Rijn

Bericht Nr. 233



## **Impressum**

### **Herausgeberin:**

Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR)  
Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, D 56068 Koblenz  
Postfach 20 02 53, D 56002 Koblenz  
Telefon +49-(0)261-94252-0, Fax +49-(0)261-94252-52  
E-mail: sekretariat@iksr.de  
[www.iksr.org](http://www.iksr.org)

© IKSR-CIPR-ICBR 2016  
ISBN-Nr.: 978-3-946755-00-5

## Inhalt

1.	Einleitung	2
2.	IFGE Rhein: Geografie, Bevölkerung, Nutzung und Wasserwirtschaft	2
2.1.	Geografie, Bevölkerung und Nutzung	2
2.2.	Wasserwirtschaft	6
2.2.1.	Kommunale Einleitungen	6
2.2.2.	Industrielle Einleitungen	8
2.2.3.	Diffuse Einträge	8
3.	Methodik	9
3.1.	Auswahl der Stoffe	9
3.2.	Schema der Eintragspfade zur Bestimmung der Belastung der Oberflächengewässer	10
3.3.	Vorgehensweise und gewählte Verfahren zur Quantifizierung der Emissionen aus den Eintragspfaden	11
4.	Ergebnisse	12
4.1.	Verfügbarkeit quantitativer Daten	12
4.2.	Gesamt-N und Schwermetalle	14
4.2.1.	Integrale Übersicht	33
4.2.2.	Kommunale und industrielle Punktquellen	35
4.2.3.	Diffuse Quellen	37
4.3.	Pestizide	38
4.3.1.	Zulassung, Anwendung, Anwendungszeitraum und Dosierung	38
4.3.2.	Geschätzter Einsatz und geschätzte Emissionen	40
4.4.	Weitere Stoffe	41
4.5.	Plausibilitätskontrolle	45
5.	Diskussion und Schlussfolgerungen	47
	Anlagen	49

## 1. Einleitung

Der Rhein ist einer der am intensivsten genutzten Flüsse Europas in den Bereichen industrielle Produktion, Kühlung thermischer Kraftwerke, Energieerzeugung, Landwirtschaft, Fischerei, Schifffahrt, Freizeit und Erholung; die Trinkwasserwerke versorgen etwa 30 Millionen Menschen und die Industrie mit Trinkwasser. Vor allem die Nutzung des Rheinwassers durch Haushalte, Industriebetriebe, die Landwirtschaft und die Schifffahrt führt zu physikalisch-chemischen Gewässerbelastungen. Diese Gewässerbelastungen haben negative Effekte auf die ökologische und chemische Qualität des Rheins und sind deshalb zu verringern. Um solch eine Verringerung zu erreichen, sind Maßnahmen erforderlich, die sich wiederum an einer Bestandsaufnahme der Eintragspfade und -mengen der Stoffe orientieren.

Die letzte Bestandsaufnahme der Emissionen prioritärer Stoffe in den Rhein, die auch den Vergleich mit den Emissionen 1985, 1992 und 1996<sup>1</sup> beinhaltet, war für das Jahr 2000 erstellt worden und bildete den Abschlussbericht des „Aktionsprogramms Rhein“ (APR) für die Emissionen prioritärer Stoffe<sup>2</sup>. Die Daten der IKSR-Bestandsaufnahme für das Jahr 2000 wurden für den Bericht der internationalen Flussgebietseinheit (IFGE) Rhein vom 18.03.2005 an die Europäische Kommission<sup>3</sup> über die Bestandsaufnahme nach Artikel 5 der Richtlinie 2000/60/EG (Wasserrahmenrichtlinie - WRRL) verwendet. Auf diesen Bericht wird im 1. Bewirtschaftungsplan (BWP) Rhein, Teil A, verwiesen<sup>4</sup>.

Für das Programm „Rhein 2020“ und den 2. BWP Rhein 2016-2021, Teil A, sind die in der IFGE Rhein zu betrachtenden relevanten Stoffe festgelegt (siehe auch Kapitel 3). Für diese ist die vorliegende emissionsseitige Bestandsaufnahme durchgeführt worden, die sich auf **das Jahr 2010** bezieht.

Im Vergleich zu den vorhergehenden Bestandsaufnahmen weist diese zwei wichtige Änderungen auf:

- (1) Das Rheineinzugsgebiet (REG) ist jetzt als internationale Flussgebietseinheit nach WRRL definiert und nicht nach der Begriffsbestimmung und dem Geltungsbereich gemäß neuem Rheinübereinkommen (1999);
- (2) Das Schema der Eintragspfade, das bis zum Jahr 2000 in der IKSR verwendet wurde, ist durch das auf EU-Ebene erstellte Schema<sup>5</sup> ersetzt worden, wobei beide Schemata überwiegend gleich sind.

## 2. IFGE Rhein: Geografie, Bevölkerung, Nutzung und Wasserwirtschaft

### 2.1. Geografie, Bevölkerung und Nutzung

Der 1.233 km lange Rhein verbindet die Alpen mit der Nordsee. Er fließt durch sechs Staaten und sein Einzugsgebiet von rund 200.000 km<sup>2</sup> einschließlich Wattenmeer und Küstengewässer teilen sich neun Staaten (s. Tabelle 1, Abbildung 1 und Karte 1, die auch

---

<sup>1</sup> IKSR-Fachbericht 134

<sup>2</sup> Bei den prioritären Stoffen des 1987 beschlossenen Aktionsprogramms Rhein der IKSR handelt es sich um andere Stoffe als die, die in der seit 2000 gültigen Liste der prioritären und prioritär gefährlichen Stoffe nach Wasserrahmenrichtlinie festgelegt worden sind.

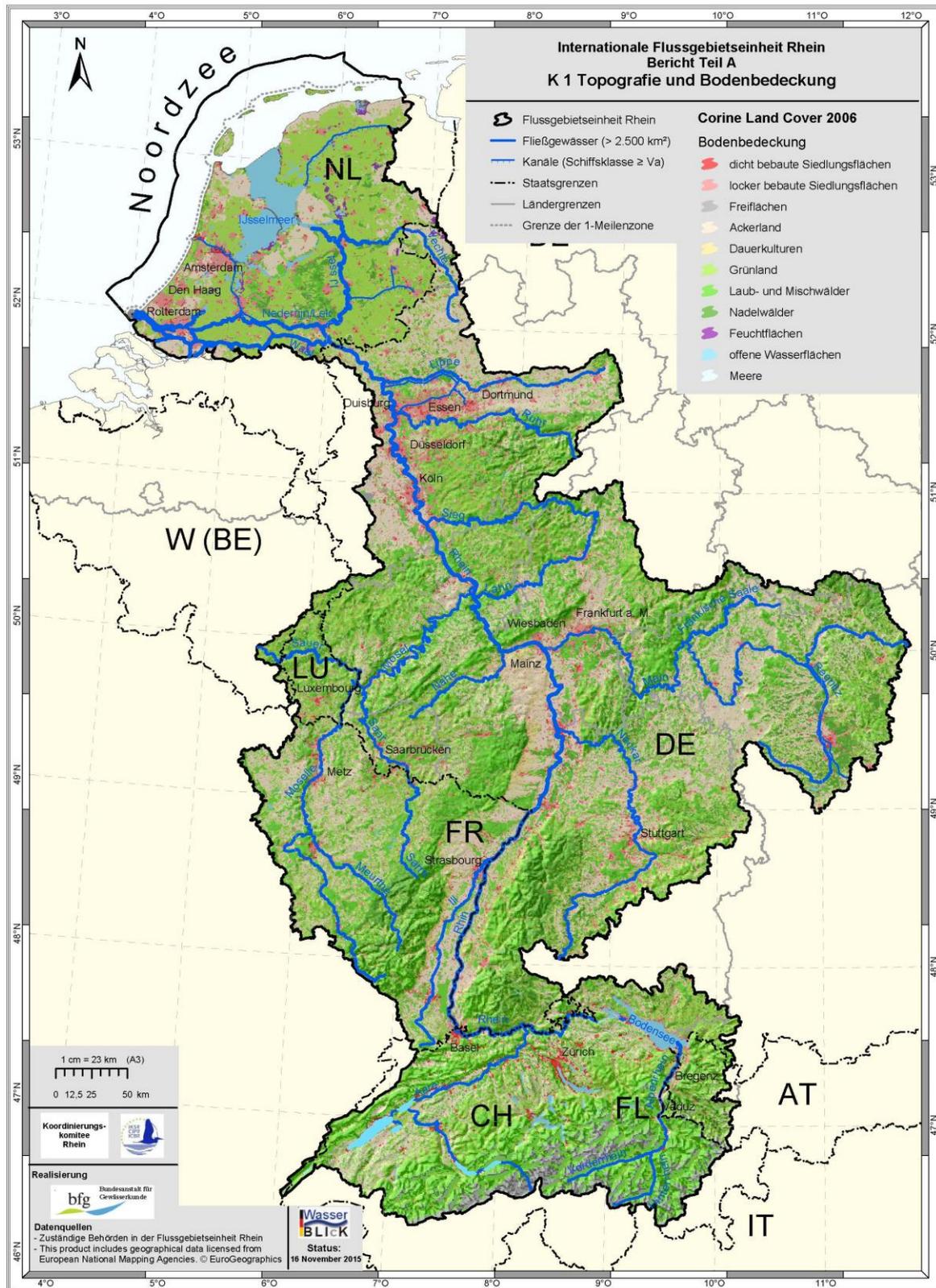
<sup>3</sup> „Bestandsaufnahme WRRL, Teil A“ vom 18.3.2005

<sup>4</sup> International koordinierter Bewirtschaftungsplan für die internationale Flussgebietseinheit Rhein, Teil A, 2009-2015

<sup>5</sup> Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), 2012, Technical Guidance on the Preparation of an Inventory of Emissions, Discharges and Losses of Priority and Priority Hazardous Substances, Guidance Document No. 28

das Basisgewässernetz des Rheins (Einzugsgebiet > 2.500 km<sup>2</sup>), das sog. Gewässernetz Teil A, darstellt).

Die Karte 1 zeigt die Landnutzung nach Corine Land Cover 2006.



Im Rheineinzugsgebiet wohnen etwa 60 Mio. Einwohner (s. Tabelle 1 und Abbildung 2). Die mittlere Bevölkerungsdichte beläuft sich auf etwa 300 Einwohner/km<sup>2</sup>, jedoch verteilt die Bevölkerung sich nicht gleichmäßig auf die verschiedenen Staaten. Die geringste Bevölkerungsdichte liegt im Bereich des österreichischen Teils der IFGE Rhein mit rund 160 Einwohner/km<sup>2</sup>, die höchste im deutschen Bundesland Nordrhein-Westfalen mit 515 Einwohner/km<sup>2</sup> vor. In der Einleitung wurde bereits darauf hingewiesen, dass die zugrundegelegte Rheineinzugsgebietsgröße gegenüber der emissionsseitigen Bestandsaufnahme 2000 vergrößert wurde, da auch das Einzugsgebiet des Bodensees, das Wattenmeer (mit Inseln) und die Küstengewässer (12 Meilen) berücksichtigt werden. Dies führt dazu, dass sich das Gebiet von gut 160.000 km<sup>2</sup> auf knapp 200.000 km<sup>2</sup> vergrößert hat und die Anzahl Einwohner von etwa 50 Mio. auf rund 60 Mio. gestiegen ist (einschließlich der demographischen Entwicklung).

Im Rheineinzugsgebiet (ohne Berücksichtigung des Wattenmeers und der Küstengewässer) wird die Hälfte der Fläche landwirtschaftlich genutzt. Wichtige Bereiche sind u. a. Viehzucht, Garten-, Acker- und Weinbau. Etwa ein Drittel entfällt auf Wald und naturnahe Gebiete; knapp 10% sind bebaut und etwa 5% sind Wasserflächen. Darunter fallen der Bodensee und das IJsselmeer (vgl. Abbildung 3).

Wichtige Industrieregionen direkt am Rhein sind die sechs Metropolregionen Basel, Straßburg, Rhein-Neckar, Frankfurt/Rhein-Main, Rhein-Ruhr und Rotterdam-Europoort mit vielfältiger chemischer Industrie, Zellstoffverarbeitung, Metallindustrie, Fahrzeugbau, Petrochemie, Raffinerien etc..

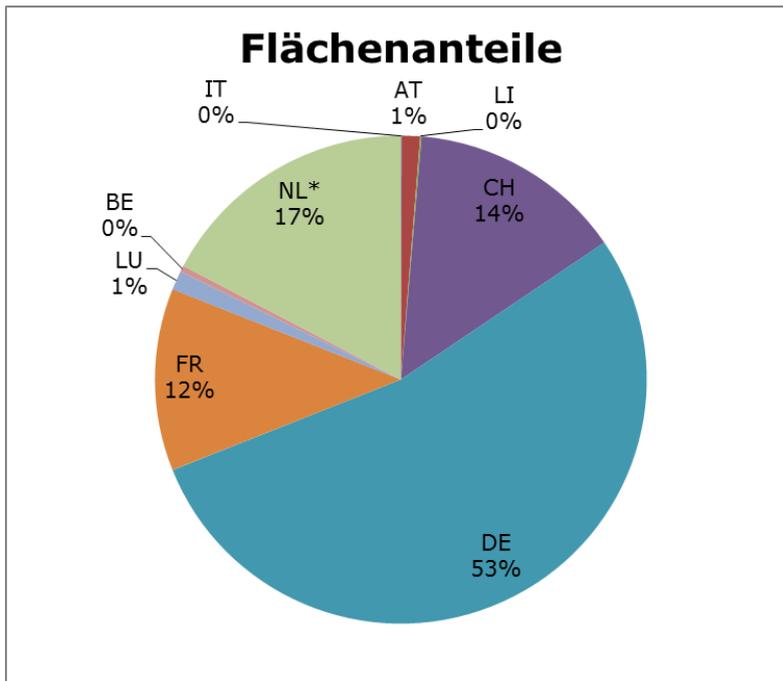
Zudem ist der Rhein eine der wichtigsten internationalen Schifffahrtsstraßen der Erde und die bedeutendste Wasserstraße Europas.

**Tabelle 1:** Flächen- und Einwohneranteile (gerundet) der Staaten in der IFGE Rhein 2010

Land	Flächenanteil		Einwohneranteil	
	km <sup>2</sup>	%		%
IT	100	<1	0	0
AT	2.370	1	370.000	1
LI	200	<1	36.000	<1
CH	27.930	14	6.342.000	11
DE	105.420	53	36.568.000	61
FR	23.830	12	3.851.000	6
LU	2.520	1	497.000	1
BE*	800	<1	43.000	<1
NL**	34.100	17	12.200.000	20
<i>IFGE Rhein</i>	<i>197.270</i>	<i>100</i>	<i>59.907.000</i>	<i>100</i>

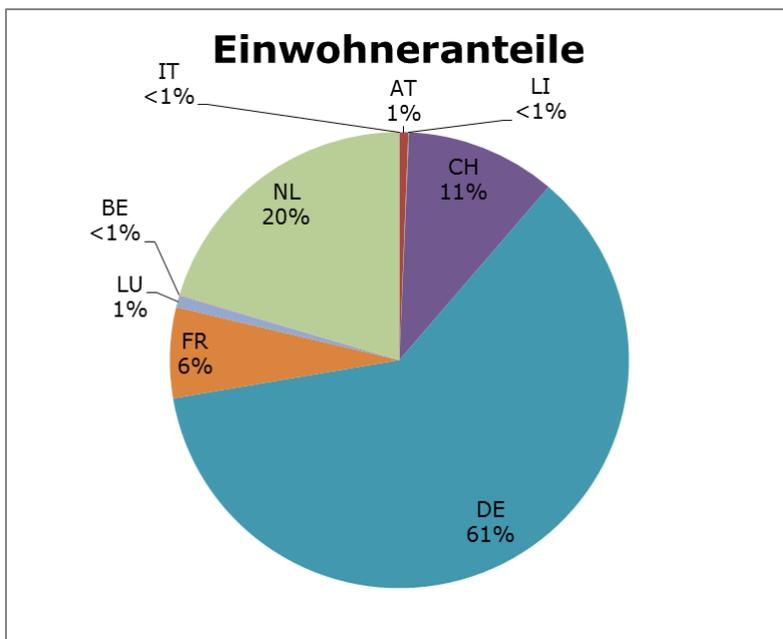
\* Wallonien (nachfolgend steht BE generell für Wallonien)

\*\* inklusive *Küstengewässer* (12 Meilen), Wattenmeer und -inseln

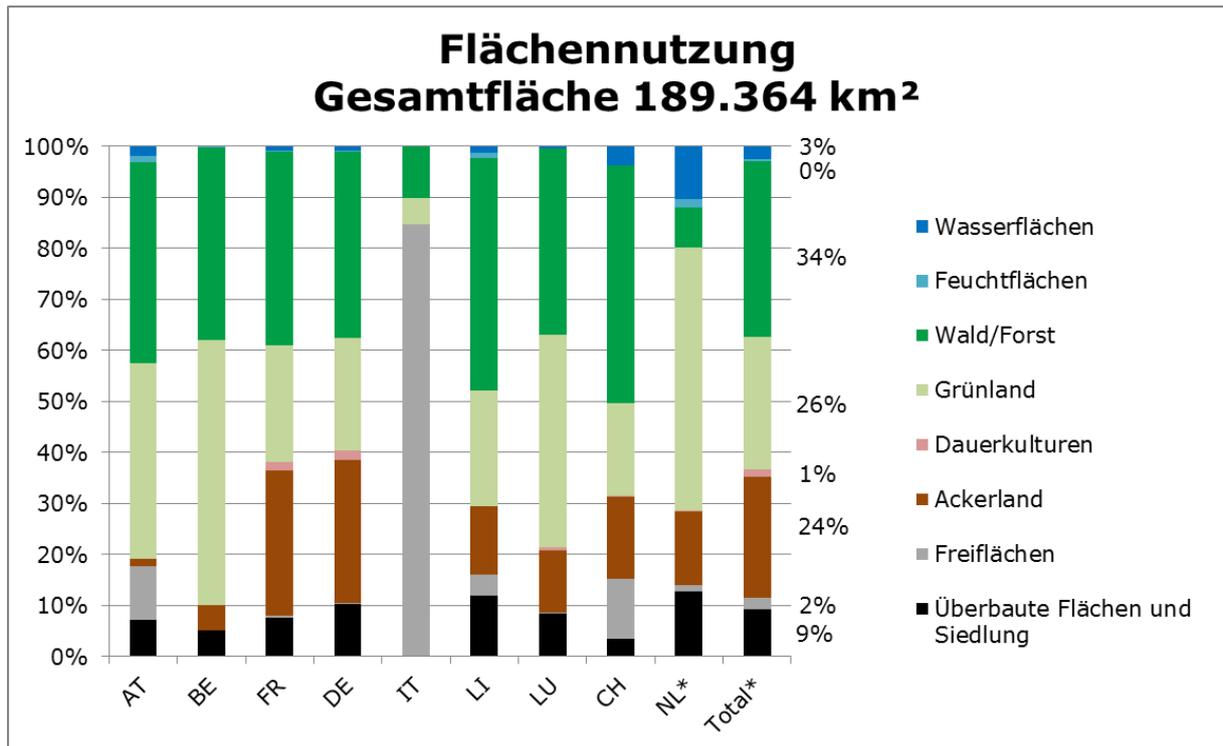


\* inklusiv Küstengewässer (12 Meilen), Wattenmeer und -inseln

**Abbildung 1:** Flächenanteile der Staaten in der IFGE Rhein 2010



**Abbildung 2:** Einwohneranteile der Staaten in der IFGE Rhein 2010



\* Gesamtfläche für NL und Total ohne Wattenmeer und Küstengewässer. Die Oberfläche des Wattenmeers und der Küstengewässer bis zur 12-Meilezone beträgt 8.710 km<sup>2</sup>, was eine Differenz zwischen Tabelle 1 und Abbildung 3 von rund 800 km<sup>2</sup> ergibt (0,4% der Gesamtfläche).

**Abbildung 3:** Flächennutzung der Staaten in der IFGE Rhein 2010 nach Corine Land Cover 2006

## 2.2. Wasserwirtschaft

### 2.2.1. Kommunale Einleitungen

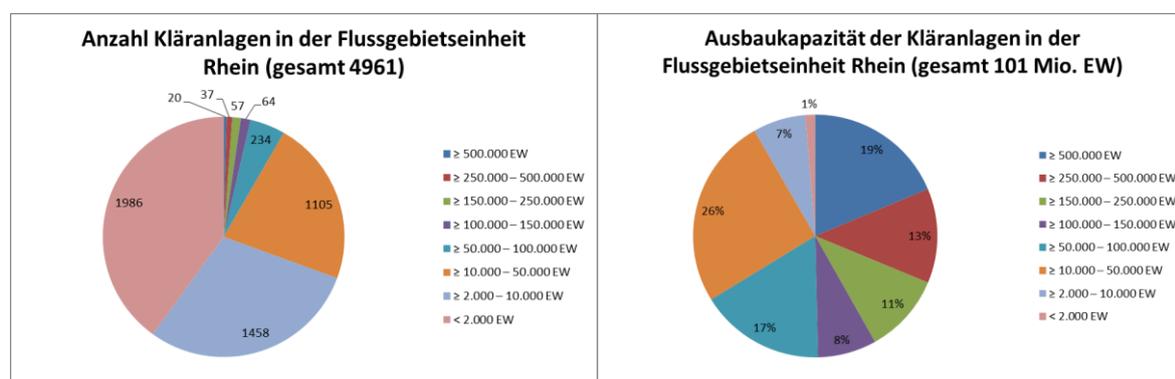
Im Jahr 2010 wurde das Abwasser aus Haushalten und der an die Kanalisation angeschlossenen Betriebe (die so genannten indirekten industriellen Einleitungen) in rund 5.000 Kläranlagen (KA) in der IFGE Rhein aufbereitet. Der Anschlussgrad an KA betrug 96%.

Im vergangenen Jahrzehnt (2000-2010) ist die gesamte Klärkapazität kommunaler Abwässer im Rheineinzugsgebiet mit einer Ausbaugröße von knapp über 100 Mio. EW annähernd unverändert geblieben (vgl. Tabelle 2 sowie Abbildung 4, Stand 2009-2011). 178 KA verfügen über eine Ausbaugröße > 100.000 EW. Damit stellen sie zwar nur 4 % der insgesamt rund 5000 KA in der IFGE Rhein dar, aber vertreten knapp die Hälfte der gesamten Klärkapazität.

Mehr als 3.400 KA, d. h. mehr als zwei Drittel aller KA im Rheineinzugsgebiet, verfügen über eine relativ kleine Ausbaugröße < 10.000 EW und vertreten damit nur etwa 8% der gesamten Klärkapazität.

**Tabelle 2:** Anzahl KA und gesamte Ausbaugröße pro Kläranlagenkategorie in Teil A- und Teil B-Gewässern der IFGE Rhein. Teil A mit Gewässern > 2.500 km<sup>2</sup> (Karte 1), Teil B: alle übrigen Gewässer, Stand: 2010

Kläranlagenkategorie (EW)	Anzahl KA pro Kategorie in Teil A-Gewässer	Anzahl KA pro Kategorie in Teil B-Gewässer	% der Gesamtanzahl in der IFGE Rhein	Ausbaugröße pro Kategorie (Mio. EW) in Teil A-Gewässer	Ausbaugröße pro Kategorie (Mio. EW) in Teil B-Gewässer	% der gesamten Ausbaugröße in der IFGE Rhein
≥ 500.000	12	8	0,4	10,6	8,2	18,7
≥ 250.000 – 500.000	26	11	0,7	8,4	4,3	12,6
≥ 150.000 – 250.000	23	34	1,1	4,5	6,2	10,6
≥ 100.000 – 150.000	28	36	1,3	3,2	4,6	7,8
≥ 50.000 – 100.000	90	144	4,7	6,7	10,0	16,6
≥ 10.000 – 50.000	291	814	22,3	7,6	18,0	25,5
≥ 2.000 – 10.000	260	1198	29,4	1,3	5,7	7,0
< 2.000	280	1706	40,0	0,2	1,1	1,3
<b>Summe</b>	<b>1010</b>	<b>3951</b>	<b>100</b>	<b>42,5</b>	<b>58,1</b>	<b>100</b>



**Abbildung 4:** Anzahl KA und Prozentsatz der gesamten Ausbaugröße pro Kläranlagenkategorie in der IFGE Rhein, Stand: 2010

#### Legende:

EW=Einwohnergleichwert

Aus Tabelle 2 geht hervor, dass die KA mit größeren Ausbaugrößen gleichmäßig auf Teil A- Gewässer (Teileinzugsgebietsgröße > 2.500 km<sup>2</sup>) und Teil B-Gewässer (alle übrigen Gewässer) verteilt sind. Die meisten KA mit niedriger Ausbaugröße leiten in erster Linie in die kleineren Teil B-Gewässer ein (vgl. Karte 1).

Die Kommunalabwasserrichtlinie<sup>6</sup> schreibt u.a. je nach Entwässerungsgebiet und Randbedingungen Fristen vor, bis zu denen die 2. und 3. Reinigungsstufe realisiert sein

<sup>6</sup> Richtlinie 91/271/EWG vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser

müssen und das kommunale Abwasser bestimmte Einleitungskonzentrationen und Abbauleistungen einzuhalten hat. Dabei haben die Staaten die laut dieser Richtlinie für empfindliche Gebiete geltenden Verpflichtungen für das Rheineinzugsgebiet festgelegt. Diese Richtlinie wird mittlerweile in der IFGE Rhein von den EU-Mitgliedstaaten Österreich, Deutschland, Frankreich und den Niederlanden vollständig eingehalten.

### 2.2.2. Industrielle Einleitungen

In der IFGE Rhein gibt es rund 1000 industrielle Direkteinleiter. Für industrielle Einleitungen gilt die Industrieemissionsrichtlinie<sup>7</sup>, welche Regelungen zur Genehmigung, zum Betrieb, zur Überwachung und zur Stilllegung von Industrieanlagen in der Europäischen Union enthält.

Weitere Bestimmungen zu gefährlichen Stoffen finden sich in Artikel 10 WRRL und der Umweltqualitätsnormrichtlinie<sup>8</sup>.

### 2.2.3. Diffuse Einträge

Neben den Punktquellen sind diffuse Quellen wie die Landwirtschaft oder Binnenschifffahrt wesentliche Eintragspfade, die zur Belastung der Gewässer und des Grundwassers beitragen. Die Bestandsaufnahme im Jahr 2000 zeigte, dass bei den diffusen Quellen die Schwermetall-, Stickstoff- und Phosphor- sowie Pflanzenschutzmittelemissionen von Bedeutung sind.

#### Landwirtschaft

Zur Minderung der Nitratemissionen aus der Landwirtschaft ist die Nitratrichtlinie<sup>9</sup> in Kraft getreten.

Hinsichtlich der Regeln für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln in der EU gilt die Verordnung 1107/2009/EG<sup>10</sup>. Ebenfalls wurde im Jahr 2009 die Richtlinie 2009/128/EG über einen Aktionsrahmen der Gemeinschaft für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden verabschiedet und in den EU Mitgliedstaaten wurden entsprechende nationale Aktionspläne zur Minderung der Risiken durch den Pflanzenschutzmitteleinsatz umgesetzt oder befinden sich in Umsetzung.

#### Schifffahrt

Zur Begrenzung der Emissionen aus der Schifffahrt ist am 1. November 2009 das Binnenschifffahrts-Abfallübereinkommen (CDNI)<sup>11</sup> in Kraft getreten. In diesem Vertrag werden Sammlung, Abgabe und Annahme von öl- und fetthaltigen Schiffsbetriebsabfällen (Teil A), Ladungsresten (Teil B) und sonstigen Schiffsbetriebsabfällen und Abfall der Passagier- und Hotelschiffe (Teil C) geregelt.

---

<sup>7</sup> Richtlinie 2010/75/EU vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (engl. Industrial Emissions Directive (IED)), ersetzt die IVU-Richtlinie aus dem Jahr 1996 (1996/61/EG, kodifiziert in Richtlinie 2008/1/EG)

<sup>8</sup> Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik, geändert durch Richtlinie 2013/39/EU in Bezug auf prioritäre Stoffe

<sup>9</sup> Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen

<sup>10</sup> Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 vom 21. Oktober 2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln, ersetzt die europäische Harmonisierungsrichtlinie 91/414/EWG

<sup>11</sup> <http://www.cdni-iwt.org/de/>

### 3. Methodik

#### 3.1. Auswahl der Stoffe

Grundlage für die Auswahl der zu inventarisierenden Stoffe für das Jahr 2010 ist die Rheinstoffliste 2011<sup>12</sup>. Zusätzlich sind für diese Auswahl auch die Stoffe der Bilanz 2000-2005 des Programms Rhein 2020, der WRRL-Bestandsaufnahme 2005 und des Bewirtschaftungsplans 2009-2015 auf Teil A-Ebene berücksichtigt worden.

Die Mitgliedstaaten haben für diese Stoffe die emissionsseitige Relevanz angegeben, wobei z.B. Erkenntnisse aus Messkampagnen an kommunalen Kläranlagen, aus der Berichterstattung zur Gewässerschutzrichtlinie<sup>13</sup> oder aus den Meldungen gemäß E-PRTR-Verordnung<sup>14</sup> herangezogen worden sind.

Zusätzlich zu den Emissionsdaten sind z.B. auch die Überschreitung der Umweltqualitätsnormen oder Zielvorgaben dieser Stoffe (Immissionsansatz) und die Trinkwasserrelevanz usw. mitbetrachtet worden.

Wenn mehr als zwei Staaten einen Stoff der Auswahlliste als emissionsseitig relevant angesehen haben, wurde der Stoff in das Inventar für die Bestandsaufnahme der Emissionen aufgenommen. Das Ergebnis ist Tabelle 3 zu entnehmen.

Die zu diesen Stoffen gesammelten Informationen setzten sich aus drei Teilen zusammen (die Symbole in Klammern verweisen auf Anlage I):

- 1) quantitativ für Punktquellen (p) und für Punkt- und diffuse Quellen (pd), u. a. N-Gesamt und Schwermetalle
- 2) qualitativ nur für diffuse Quellen (d), meist Pflanzenschutzmittel;
- 3) spezifisch beschreibend in Bezug auf Emissionen aus bestehenden IKSR-Berichten (i), insbesondere Arzneimittel und eine Reihe von Industriechemikalien.

**Tabelle 3:** Übersicht über die inventarisierten Stoffe

<b>Metalle</b>	<b>Pflanzenschutzmittel/Biozide</b>
Arsen (pd)	Glyphosat (d)
Cadmium (pd)	Bentazon (d)
Chrom (pd)	Chlortoluron (d)
Kupfer (pd)	Diuron (pd)
Quecksilber (pd)	Lindan (gamma-HCH) (d)
Nickel (pd)	Isoproturon (pd)
Blei (pd)	Mecoprop (d)
Zink (pd)	Tributylzinnverbindungen (d)
<b>Industriechemikalien</b>	<b>PAK:</b>
DEHP (p)	Benzo(g,h,i)perylen, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Indeno(1,2,3-cd)pyren (pd)
Bromierte Diphenylether (p)	
Diglyme (p)	
Nonylphenol (pd)	
Octylphenol (pd)	Anthrazen (pd)
EDTA (i)	Fluoranthen (pd)
MTBE/ETBE (i)	
PCB (i)	

<sup>12</sup> IKSR-Fachbericht Nr. 189

<sup>13</sup> Richtlinie 2006/11/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Februar 2006 betreffend die Verschmutzung infolge der Ableitung bestimmter gefährlicher Stoffe in die Gewässer der Gemeinschaft

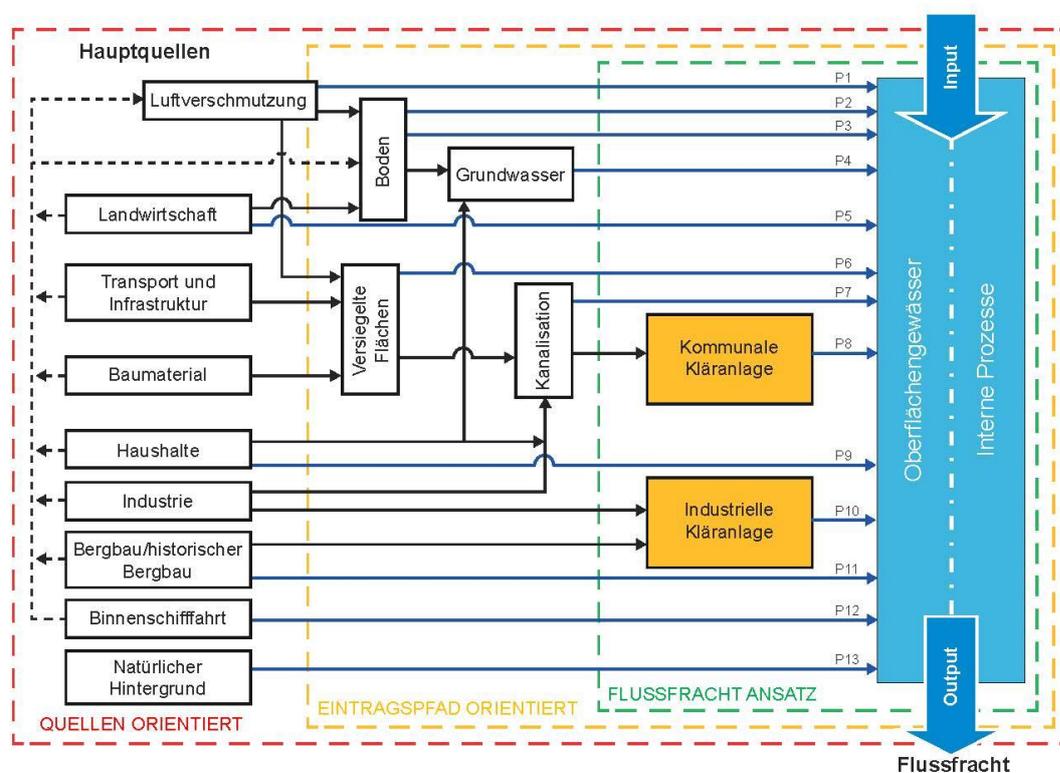
<sup>14</sup> Verordnung (EG) Nr. 166/2006 der EU über die Schaffung eines Europäischen Schadstofffreisetzung- und -verbringungsregisters vom 18.01.2006

PFT (i)	<b>Sonstige</b>
	Chlorid (pd)
<b>Arzneimittel</b>	Gesamtstickstoff (pd)
Carbamazepin (i)	Ammonium-N (pd)
Diclofenac (i)	
Iopamidol (i)	

### 3.2. Schema der Eintragspfade zur Bestimmung der Belastung der Oberflächengewässer

Es wurde das im Rahmen des CIS (Common Implementation Strategy)-Prozesses der EU erstellte Schema der Eintragspfade für die Bestandsaufnahme 2010 verwendet (s. Abbildung 5)<sup>15</sup>. Dieses EU-Schema ersetzt das IKSR-Schema der Eintragspfade, das für die Bestandsaufnahme der Emissionen für das Jahr 2000 die Basis bildete. Das EU-Schema ist größtenteils identisch mit dem IKSR-Schema. Auf die Unterschiede zwischen beiden Schemata wird in Anlage II eingegangen.

Es wird zwischen punktuellen und diffusen Einleitungen unterschieden. Kommunale Einleitungen (Emissionen aus KA gemäß Kommunalabwasserrichtlinie<sup>6</sup>) und (direkte) industrielle Einleitungen (Eintragspfade 8 und 10) sind Punktquellen. Die übrigen Emissionen stammen aus diffusen Quellen. Der Eintragspfad Nr. 9 (behandelte und unbehandelte Einleitungen aus Haushalten) wird von Deutschland nicht zu den diffusen, sondern Punktquellen gezählt. In der IFGE handelt es sich bei Eintragspfad Nr. 9 im Allgemeinen um aufbereitetes Abwasser.



<sup>15</sup> Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), 2012, Technical Guidance on the Preparation of an Inventory of Emissions, Discharges and Losses of Priority and Priority Hazardous Substances, Guidance Document No. 28

<b>Emissionspfad- Nummer</b>	<b>Eintragspfad</b>
P1	Atmosphärische Deposition, direkt in Oberflächengewässer
P2	Erosion
P3	Oberflächenabfluss von nicht versiegelten Flächen
P4	Zwischenabfluss, Drainageabfluss und Grundwässer
P5	Direkte Einleitungen und Driften aus der Landwirtschaft
P6	Oberflächenabfluss von versiegelten Flächen
P7	Regenüberläufe, kombinierte Mischwasserzuläufe und nicht ans Netz angeschlossene Abwasserrohre
P8	Behandeltes kommunales Abwasser
P9	Behandelte und unbehandelte Einleitungen aus Haushalten
P10	Behandeltes Industrieabwasser
P11	Direkte Einleitungen aus aufgelassenen Bergwerken
P12	Direkte Einleitungen aus der Schifffahrt
P13	Natürliche Hintergrundbelastung

**Abbildung 5:** Schema der Eintragspfade nach EU<sup>8</sup>

### 3.3. Vorgehensweise und gewählte Verfahren zur Quantifizierung der Emissionen aus den Eintragspfaden

#### Behandeltes kommunales Abwasser

Für Gesamtstickstoff und/oder Gesamtposphor liegen Messdaten für KA ab 10.000 EW, falls sie in empfindliche Gebiete einleiten, vor, da hierfür die Kommunalabwasserrichtlinie<sup>6</sup> in Anhang I eine regelmäßige Überwachung einer der beiden o.g. Parameter fordert.

Darüber hinaus beinhaltet die EU-Datenbank (E-PRTR, zuvor EPER) Daten für verschiedene Stoffe. Diese Daten werden für KA > 100.000 EGW gemeldet, wenn ein bestimmter Schwellenwert, der sogenannte „reporting threshold“, gemäß der E-PRTR-Verordnung überschritten wird. Bei dieser Methode wird jedoch eine größere Zahl kleiner Einleitungen ausgeblendet, die in der Summe durchaus eine signifikante stoffliche Belastung darstellen können. Daher wurde für diese Berichterstattung beschlossen, so verfügbar, auch Einleitungen unter den Schwellenwerten aufzunehmen.

Für die Einträge aus kommunal behandeltem Abwasser sind z.B. für Deutschland für die Nährstoffe N und P sowie die Schwermetalle modellierte Daten aus MoRE<sup>16</sup> genommen worden.

#### Behandeltes Industrieabwasser

Die EU-Datenbank enthält Daten für verschiedene Stoffe und große Industriebetriebe, wobei es für industrielle Tätigkeiten eine Auswahl von Aktivitäten und anschließend noch einen Schwellenwert für den Umfang der Industrie und einen weiteren Schwellenwert pro Stoff gibt. Für die vorliegende Bestandsaufnahme sind für direkte industrielle Einleitungen auch Daten unter den Schwellenwerten, falls vorhanden, berücksichtigt worden (siehe auch Anlage III). Anstelle der E-PRTR-Daten sind z.B. für Deutschland für die Nährstoffe N und P sowie die Schwermetalle modellierte Daten aus MoRE<sup>16</sup> genommen worden.

#### Diffuse Stoffeinträge

Die Bestimmung der Einleitungen für z.B. *Nährstoffe*, bestimmte *Metalle* oder *prioritäre Pflanzenschutzmittel* über diffuse Eintragspfade beruht auf unterschiedlichen Methoden.

<sup>16</sup> MoRe = Modeling of Regionalized Emissions

Es kann sich um Messungen, Modellberechnungen<sup>17</sup>, Bestimmung über Emissionsfaktoren oder andere handeln. Die Schätzmethode der Mitgliedstaaten können sich untereinander unterscheiden, wodurch die Emissionen der Mitgliedstaaten im Bestandsjahr 2010 möglicherweise nicht gut miteinander vergleichbar sind. Auch die Methoden können sich im Laufe der Zeit in den Mitgliedstaaten verändern, wodurch die Emissionen aus 2010 in gewissen Bereichen nicht gut mit den Daten aus früheren Emissionsinventaren vergleichbar sind, obwohl das EU-Schema überwiegend vergleichbar mit dem bis zum Jahr 2000 verwendeten IKSR-Schema ist. Dies trifft vor allem auf die deutschen Angaben der diffusen Einträge aus 2000 und 2010 zu, die nicht miteinander verglichen werden können. In Deutschland hat sich die Modellierung der diffusen Eintragspfade im Jahr 2010 zum Jahr 2000 völlig geändert. In Anlage III werden die Methoden der Modellierung beschrieben.

Für Frankreich liegen für diffuse Quellen aus nicht städtischen Bereichen nur Angaben zu Gesamtstickstoff vor. Für die übrigen Stoffe sind nur Angaben zum Oberflächenabfluss aus Siedlungsbereichen bei Niederschlägen als „pseudo-diffuse“ Quelle verfügbar.

Die Emissionen aus der *Schifffahrt* in den Niederlanden werden für verschiedene Emissionsquellen wie beispielsweise Anoden in der Binnenschifffahrt und Schleusentore, Fett von Schraubenwellen, imprägniertes Holz im Wasserbau und Haushaltsabfälle als Produkt einer emissionserläuternden Variable und eines Emissionsfaktors berechnet. Für Zinkanoden in der Binnenschifffahrt sind das die Anzahl Binnenschiffe in den Niederlanden und die Zinkemission pro aktivem Binnenschiff. Umfassendere Informationen sind in den Datenblättern unter [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl) auf Niederländisch und Englisch verfügbar.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Verfügbarkeit quantitativer Daten

Die Verfügbarkeit von quantitativen Daten für Punktquellen (p) oder für Punktquellen und diffuse Quellen (pd) für die Bestandsaufnahme 2010 ist der Tabelle 4 zu entnehmen. Daraus ergibt sich, dass für eine weitere Ausarbeitung nur für Gesamtstickstoff und die Metalle ausreichend Informationen vorliegen, wobei in der Regel das Kriterium angewandt wurde, dass Daten aus 4 größeren Mitgliedstaaten vorliegen sollten. Nähere Ausführungen hierzu sind in Kapitel 4.2 zu finden.

---

<sup>17</sup> Für CH das Modell Modiffus (Nährstoffe), für DE Moneris oder MoRE, für FR Pegase und für NL Stone.

**Tabelle 4:** Übersichtstabelle der Quantifizierung der pro Stoff durch die Staaten eingereichten punktuellen Einleitungen und diffusen Einträge.

Stoff	Staaten in der IFGE Rhein							
	AT	LI	CH*	DE	FR	LU	BE	NL
<b>Gesamtstickstoff</b> (pd)								
Ammonium-Stickstoff (pd)								
<b>Arsen</b> (pd)								
<b>Blei</b> (pd)								
<b>Cadmium</b> (pd)								
<b>Chrom</b> (pd)								
<b>Kupfer</b> (pd)								
<b>Nickel</b> (pd)								
<b>Quecksilber</b> (pd)								
<b>Zink</b> (pd)								
∑ PAK (pd)								
Anthrazen (pd)								
Fluoranthen (pd)								
AMPA (d)								
Bromierte Diphenylether (p)								
Bentazon (d)								
Chlortoluron (d)								
Diglyme (p)								
Diuron (pd)								
DEHP (p)								
Glyphosat (d)								
EDTA								
Isoproturon (pd)								
Nonylphenol (pd)								
Octylphenol (pd)								
Lindan (d)								
Mecoprop (d)								
TBT (d)								
Chlorid (pd)								

**Legende:**

 Eingereichte Daten der Mitgliedsstaaten  
**Fett gedruckt** Es liegen ausreichend Daten für eine tieferegehende Analyse vor  
 \* Einträge unterhalb der großen Alpenrandseen

## 4.2. Gesamt-N und Schwermetalle

In den Tabellen 5 bis 13 und den Abbildungen 6 bis 14 werden die Einträge pro Eintragspfad wiedergegeben. Für die Quantifizierung von Eintragspfad 13 (Natürliche Hintergrundbelastung) wird verwiesen nach Kapitel 4.5. Für Gesamtstickstoff ist die Hintergrundbelastung in anderen Eintragspfaden, vor allem P3 und P4, enthalten und wird nicht gesondert aufgeführt.

### Gesamtstickstoff

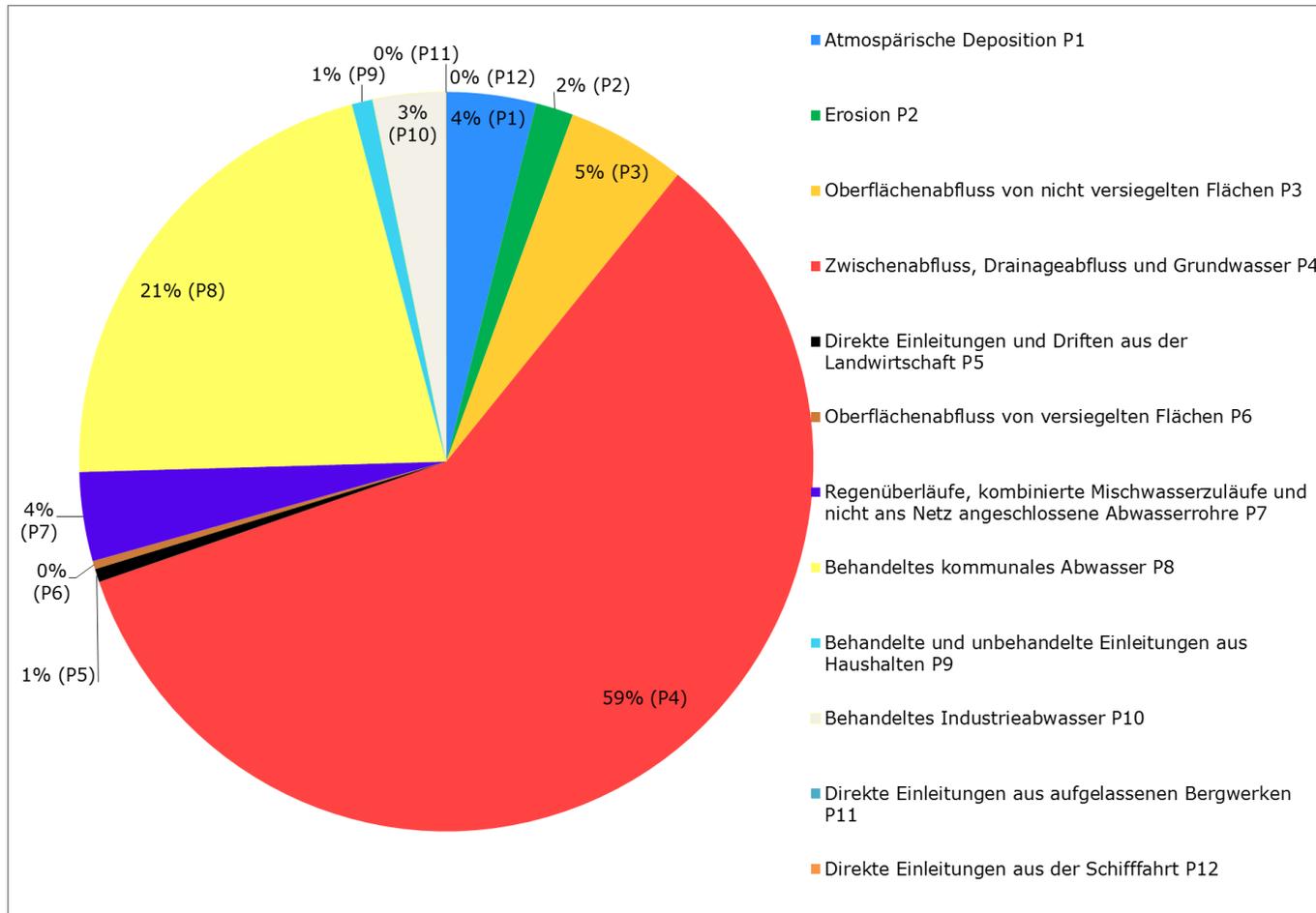
**Tabelle 5:** Übersichtstabelle für Gesamtstickstoff – Gerundete Werte

REG				Eintragspfad und Kurzbeschreibung		IFGE 2010	IFGE 2010							
1985	1992	1996	2000				pro Staat							
				gemäß IKSR	gemäß EU									
				Pfad ( )	Pfad-Nr.	AT	LI	CH	DE	FR	LU	BE	NL	
Eintragsmenge in Tonnen				Eintragsmenge in Tonnen										
		6.070	6.070	(5) P1 Atmosphärische Deposition, direkt in Oberflächengewässer		12.681	59		207	2.842			9.573	
		4.990	4.990	(2) P2 Erosion		5.303	1		506	4.796				
		5.618	5.618	(3) P3 Oberflächenabfluss von nicht versiegelten Flächen		16.896	512		435	11.418	3.200		1.331	
		187.598	187.598	(4) Drainage + (Grundwasser für N+P)	P4 Zwischenabfluss, Drainageabfluss und Grundwässer	189.033	1.484		15.809	137.503		1.618	32.619	
		9.768	9.768	(1) P5 Direkte Einleitungen und Driften aus der Landwirtschaft		1.865		193	0	448			1.224	
					P6 Oberflächenabfluss von versiegelten Flächen	1.141	186		44	911				
		3.034	3.034	(6) Trennkana- lisation	P7 Regenüberläufe, kombinierte Mischwasserzuläufe und nicht ans Netz angeschlossene Abwasserrohre	12.492			1.265	6.869	3.400		958	
		7.315	7.315	(7) Regenüberläufe										
		3.938	3.938	(8) ungeklärt										
	212.701	170.669	107.120	(-) P8 Behandeltes kommunales Abwasser		68.431	534	67	9.358	45.103	1.600	387	125	11.257
		1.507	1.507	(9) P9 Behandelte und unbehandelte Einleitungen aus Haushalten		2.946				501	2.200			245

REG				Eintragspfad und Kurzbeschreibung		IFGE	IFGE							
1985	1992	1996	2000	gemäß IKSR	gemäß EU	2010	2010							
				Pfad ()	Pfad-Nr.		pro Staat							
							AT	LI	CH	DE	FR	LU	BE	NL
Eintragsmenge in Tonnen						Eintragsmenge in Tonnen								
			22.853	(-) P10 Behandeltes Industrieabwasser		10.311	163	0	140	5.642	2.800		5	1.561
					P11: Direkte Einleitungen aus dem Bergbau	0		0		0			0	
				(10) P12 Direkte Einleitungen aus der Schifffahrt		38		0		0			0	38
	212.701	359.811	359.811	<b>Zwischensumme</b>		321.138	2.939	67	27.957	215.585	13.648	387	1.748	58.807
		60.043	60.043	(-) P13 Natürliche Hintergrundbelastung										
	212.701	419.854	419.854*	<b>Summe</b>		321.138**	2.939	67	27.957	215.585	13.648	387	1.748	58.807

**Legende**

REG	Rheineinzugsgebiet	AT	Österreich	FR	Frankreich
IFGE	Flussgebietseinheit Rhein	LI	Liechtenstein	LU	Luxemburg
CH	Schweiz	BE	Belgien		
DE	Deutschland	NL	Niederlande		
leer	Keine Daten vorhanden bzw. eingereicht				
Gelbe Markierung	Pro Staat zusammen erfasste Eintragspfade				
*	Die Emissionen von N-Gesamt oberhalb des Bodensees betragen in 2000 ca. 17 kt (siehe Bestandsaufnahme WRRL, Teil A) <sup>3</sup>				
**	Inklusive ca. 60 kt Hintergrundbelastung				



**Abbildung 6:** Verteilung der Gesamt-Stickstoffeinträge 2010 über die Eintragspfade.

Für Gesamtstickstoff ist Zwischenabfluss, Drainageabfluss und Grundwasser der Haupteintragspfad, gefolgt vom Eintrag durch behandeltes kommunales Abwasser.

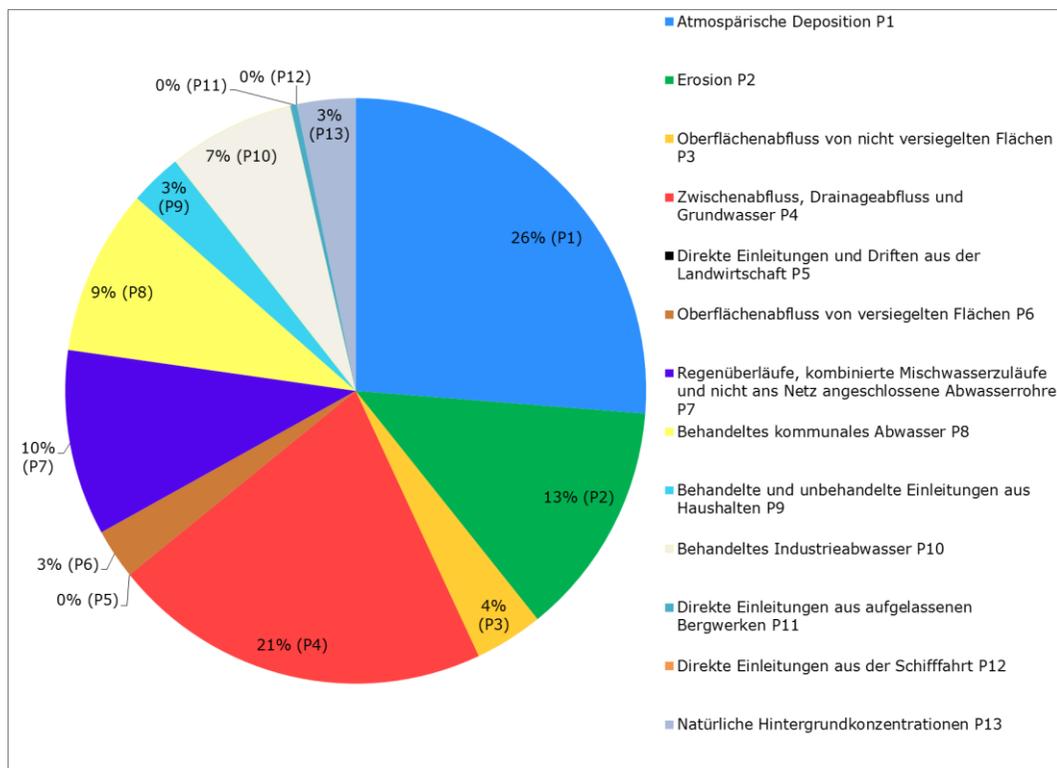
## Quecksilber

**Tabelle 6:** Übersichtstabelle für Quecksilber – Gerundete Werte

REG				Eintragungspfad und Kurzbeschreibung		IFGE 2010	IFGE 2010							
1985	1992	1996	2000				pro Staat							
				gemäß IKSR	gemäß EU									
				Pfad ( )	Pfad-Nr.									
Eintragungsmenge in Tonnen				Eintragungsmenge in Tonnen										
						AT	LI	CH	DE	FR	LU	BE	NL	
		0,12	0,12	(5) P1 Atmosphärische Deposition, direkt in Oberflächengewässer		0,28		0	0,03				0,25	
		0,25	0,26	(2) P2 Erosion		0,14		0,01	0,13					
		0,09	0,05	(3) P3 Oberflächenabfluss von nicht versiegelten Flächen		0,04		0	0,04					
		0,14	0,14	(4) Drainage	P4 Zwischenabfluss, Drainageabfluss und Grundwässer	0,23		0,01	0,22					
		0,02	0,01	(1) P5 Direkte Einleitungen und Driften aus der Landwirtschaft		0		0	0					
					P6 Oberflächenabfluss von versiegelten Flächen	0,03		0,01	0,02					
		0,16	0,16	(6) Trennkanalisation	P7 Regenüberläufe, kombinierte Mischwasserzuläufe und nicht ans Netz angeschlossene Abwasserrohre	0,12		0,02	0,07				0,03	
		0,43	0,44	(7) Regenüberläufe										
		0,03	0,03	(8) ungeklärt										
2,80	1,53	0,94	0,35	(-) P8 Behandeltes kommunales Abwasser		0,10	0	0,03	0,01				0,06	
		0,01	0,01	(9) P9 Behandelte und unbehandelte Einleitungen aus Haushalten		0,03		0,03	0,001				0	
			0,31	(-) P10 Behandeltes Industrieabwasser		0,08	0	0	0,02	0,03	0,01	0	0,02	
					P11: Direkte Einleitungen aus dem Bergbau	0,004		0	0,004					
				(10) P12 Direkte Einleitungen aus der Schifffahrt		0		0	0					
2,80	1,53	2,19	1,88	<b>Zwischensumme</b>		1,05	0	0	0,11	0,55	0,03	0,01	0	0,35
				(-) P13 Natürliche Hintergrundbelastung		0,04								
2,80	1,53	2,19	1,88	<b>Summe</b>		1,09	0	0	0,11	0,55	0,03	0,01	0	0,35

**Legende**

REG	Rheineinzugsgebiet	AT	Österreich	FR	Frankreich
IFGE	Flussgebietseinheit	LI	Liechtenstein	LU	Luxemburg
CH	Schweiz	BE	Belgien		
DE	Deutschland	NL	Niederlande		
leer	Keine Daten vorhanden bzw. eingereicht				



**Abbildung 7:** Verteilung der Quecksilber Einträge 2010 über die Eintragspfade.

Die größten Eintragspfade für Quecksilber sind die atmosphärische Deposition, sowie Zwischenabfluss, Drainageabfluss und Grundwasser. Die atmosphärische Deposition von Quecksilber ist für die Niederlande am höchsten was auch darauf zurückzuführen ist, dass der niederländische Anteil der Wasserflächen an der Depositionsfläche 35 % beträgt, da Wattenmeer und Küstengewässer (12 Meilen) für prioritäre Stoffe mit berücksichtigt werden.

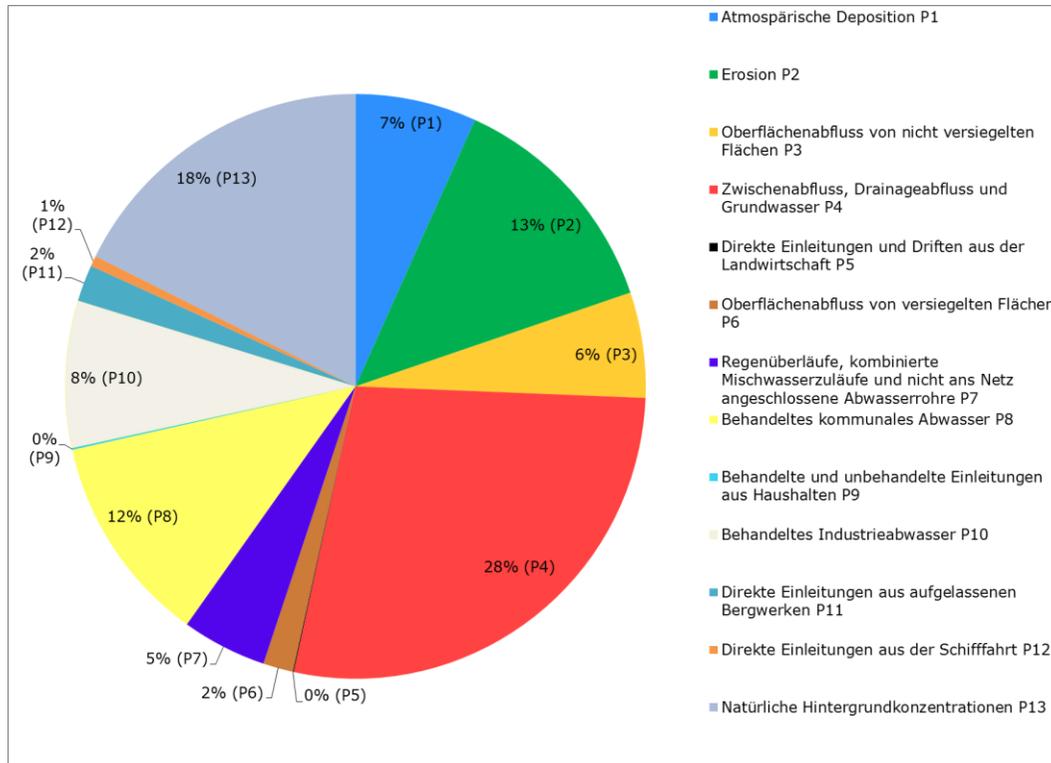
## Cadmium

**Tabelle 7:** Übersichtstabelle für Cadmium – Gerundete Werte

REG				Eintragungspfad und Kurzbeschreibung		IFGE 2010	IFGE 2010						
1985	1992	1996	2000				pro Staat						
				gemäß IKSR	gemäß EU								
				Pfad ( )	Pfad-Nr.								
Eintragungsmenge in Tonnen				Eintragungsmenge in Tonnen									
						AT	LI	CH	DE	FR	LU	BE	NL
		0,77	0,75	(5) P1 Atmosphärische Deposition, direkt in Oberflächengewässer		0,27			0	0,07			0,20
		0,59	0,60	(2) P2 Erosion		0,52			0,01	0,51			
		0,44	0,24	(3) P3 Oberflächenabfluss von nicht versiegelten Flächen		0,23			0	0,23			
		2,64	2,69	(4) Drainage	P4 Zwischenabfluss, Drainageabfluss und Grundwässer	1,10			0,06	0,73			0,31
		0,06	0,04	(1) P5 Direkte Einleitungen und Driften aus der Landwirtschaft		0			0	0			0
					P6 Oberflächenabfluss von versiegelten Flächen	0,07			0,02	0,05			0
		0,70	0,63	(6) Trennkanalisation	P7 Regenüberläufe, kombinierte Mischwasserzuläufe und nicht ans Netz angeschlossene Abwasserrohre	0,19			0,01	0,15			0,03
		1,45	1,27	(7) Regenüberläufe									
		0,12	0,09	(8) ungeklärt									
21,76	4,08	1,80	0,86	(-) P8 Behandeltes kommunales Abwasser		0,46	0		0,02	0,27			0,17
		0,04	0,04	(9) P9 Behandelte und unbehandelte Einleitungen aus Haushalten		0,001			0	0,001			0
			0,81	(-) P10 Behandeltes Industrieabwasser		0,32	0	0	0,02	0,23	0,06	0	0,01
					P11: Direkte Einleitungen aus dem Bergbau	0,08		0		0,08		0	
				(10) P12 Direkte Einleitungen aus der Schifffahrt		0,02		0	0	0		0	0,02
21,76	4,08	8,61	8,02	<b>Zwischensumme</b>		3,26	0	0	0,14	2,32	0,06	0	0,74
				(-) P13 Natürliche Hintergrundbelastung		0,70*							
21,76	4,08	8,61	8,02	<b>Summe</b>		3,96	0	0	0,14	2,32	0,06	0	0,74

**Legende**

REG	Rheineinzugsgebiet	AT	Österreich	FR	Frankreich
IFGE	Flussgebietseinheit	LI	Liechtenstein	LU	Luxemburg
CH	Schweiz	BE	Belgien		
DE	Deutschland	NL	Niederlande		
leer	Keine Daten vorhanden bzw. eingereicht				
Gelbe Markierung	Pro Staat zusammen erfasste Eintragungspfade				
*	Hintergrund-Fracht bei Bimmen/Lobith				



**Abbildung 8:** Verteilung der Cadmium Einträge 2010 über die Eintragspfade.

Für Cadmium ist Zwischenabfluss, Drainageabfluss und Grundwasser der Haupteintragspfad. Zudem sind abgesehen von der natürlichen Hintergrundbelastung auch Erosion und behandeltes kommunales Abwasser wichtige Eintragspfade.

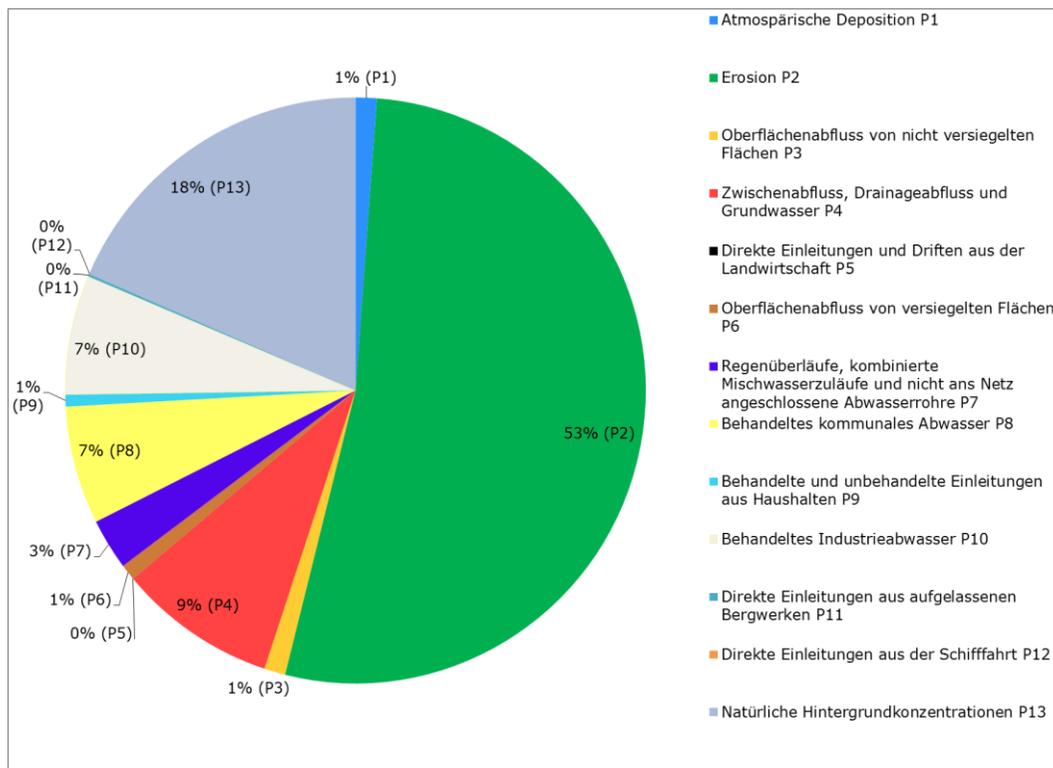
## Chrom

**Tabelle 8:** Übersichtstabelle für Chrom- Gerundete Werte

REG				Eintragspfad und Kurzbeschreibung		IFGE 2010	IFGE 2010							
1985	1992	1996	2000				pro Staat							
				gemäß IKSR	gemäß EU									
				Pfad ( )	Pfad-Nr.	AT   LI   CH   DE   FR   LU   BE   NL								
Eintragsmenge in Tonnen				Eintragsmenge in Tonnen										
		2,01	2,00	(5) P1 Atmosphärische Deposition, direkt in Oberflächengewässer		1,70			0,01	0,94				0,75
		57,26	57,38	(2) P2 Erosion		75,85			1,38	74,47				
		2,91	1,88	(3) P3 Oberflächenabfluss von nicht versiegelten Flächen		1,69			0,11	1,58				
		8,97	9,03	(4) Drainage	P4 Zwischenabfluss, Drainageabfluss und Grundwässer	12,68			0,22	12,46				
		1,90	1,23	(1) P5 Direkte Einleitungen und Driften aus der Landwirtschaft		0,01			0,01	0				
					P6 Oberflächenabfluss von versiegelten Flächen	1,28			0,29	0,97				0,02
		5,45	5,35	(6) Trennkana- lisation	P7 Regenüberläufe, kombinierte Mischwasser-zuläufe und nicht ans Netz angeschlossene Abwasserrohre	4,06			0,13	2,09	1,70			0,14
		10,37	9,99	(7) Regenüberläufe										
		1,22	1,13	(8) ungeklärt										
650,68	106,44	62,86	11,47	(-) P8 Behandeltes kommunales Abwasser		9,37	0,12		0,04	4,58	2,97			1,66
		0,24	0,21	(9) P9 Behandelte und unbehandelte Einleitungen aus Haushalten		0,94			0,02	0,007	0,91			0
			34,97	(-) P10 Behandeltes Industrieabwasser		9,49	0,07	0	0,06	7,97	0,84	0	0,04	0,51
					P11: Direkte Einleitungen aus dem Bergbau	0,20		0		0,2				
				(10) P12 Direkte Einleitungen aus der Schifffahrt		0		0	0	0				
650,68	106,44	153,19	134,64	<b>Zwischensumme</b>		117,29	0,19	0	2,28	105,27	6,42	0	0,04	3,09
				(-) P13 Natürliche Hintergrundbelastung		26,60*								
650,68	106,44	153,19	134,64	<b>Summe</b>		143,89	0,19	0	2,28	105,27	6,42	0	0,04	3,09

**Legende**

REG	Rheineinzugsgebiet	AT	Österreich	FR	Frankreich
IFGE	Flussgebietseinheit	LI	Liechtenstein	LU	Luxemburg
CH	Schweiz	BE	Belgien		
DE	Deutschland	NL	Niederlande		
leer	Keine Daten vorhanden bzw. eingereicht				
Gelbe Markierung	Pro Staat zusammen erfasste Eintragspfade				
*	Hintergrund-Fracht bei Bimmen/Lobith				



**Abbildung 9:** Verteilung der Chrom Einträge 2010 über die Eintragspfade.

Chrom wird hauptsächlich durch Erosion eingetragen.

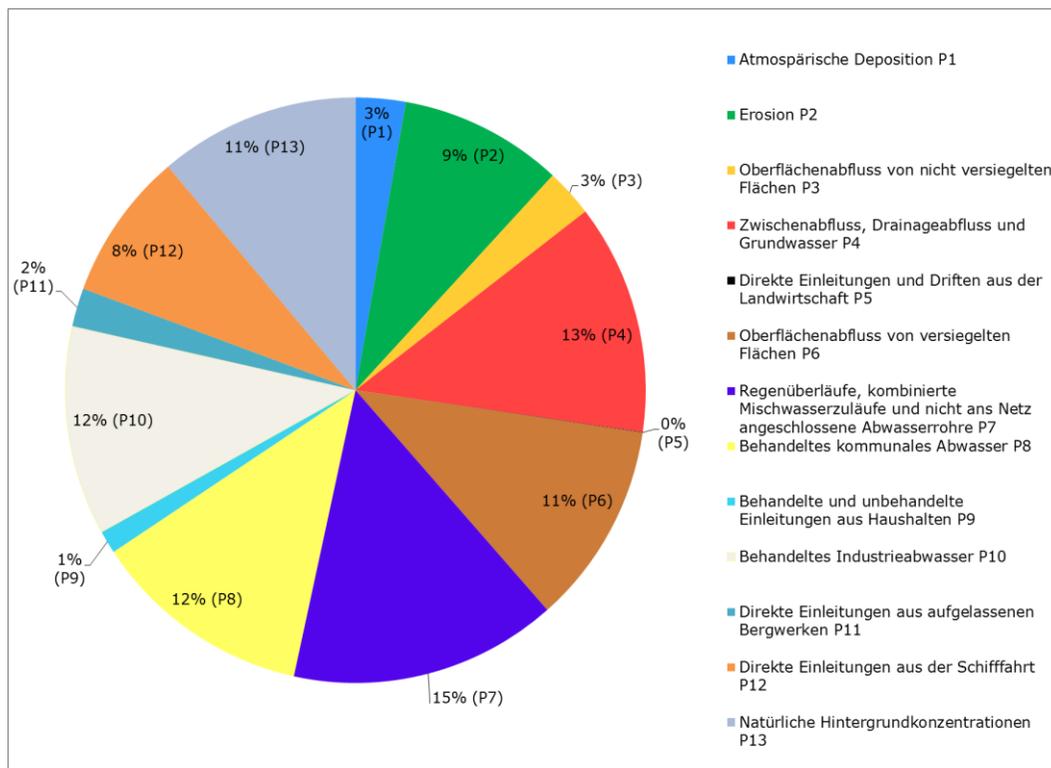
## Kupfer

**Tabelle 9:** Übersichtstabelle für Kupfer – Gerundete Werte

REG				Eintragspfad und Kurzbeschreibung	IFGE	IFGE							
1985	1992	1996	2000		2010	2010							
				gemäß IKSR	gemäß EU	pro Staat							
				Pfad ( )	Pfad-Nr.	AT	LI	CH	DE	FR	LU	BE	NL
Eintragsmenge in Tonnen				Eintragsmenge in Tonnen									
		13,04	11,78	(5) P1 Atmosphärische Deposition, direkt in Oberflächengewässer	10,46			0,15	3,71				6,60
		41,84	42,25	(2) P2 Erosion	34,25			1,83	32,42				
		14,93	12,78	(3) P3 Oberflächenabfluss von nicht versiegelten Flächen	10,00			0,44	9,56				
		23,19	23,52	(4) Drainage P4 Zwischenabfluss, Drainageabfluss und Grundwasser	47,93			2,07	34,37				11,49
		5,36	4,49	(1) P5 Direkte Einleitungen und Driften aus der Landwirtschaft	0,10			0,09	0				0,01
				P6 Oberflächenabfluss von versiegelten Flächen	42,09			2,25	17,91	20,76			1,17
		28,17	29,04	(6) Trennkanalisation	56,02			1,53	41,98				12,52
		61,21	63,03	(7) Regenüberläufe									
		4,85	4,42	(8) ungeklärt									
468,91	149,93	113,96	56,82	(-) P8 Behandeltes kommunales Abwasser	46,15	0,23		4,60	28,01	8,01			5,30
		1,39	1,24	(9) P9 Behandelte und unbehandelte Einleitungen aus Haushalten	4,73			0,24	0,14	4,20			0,15
			48,14	(-) P10 Behandeltes Industrieabwasser	43,53	0,18	0	0,40	27,23	8,90	0,08	0	6,74
				P11: Direkte Einleitungen aus dem Bergbau	7,98		0		7,98				
		19,21	21,09	(10) P12 Direkte Einleitungen aus der Schifffahrt	30,81		0	0	0				30,81
468,91	149,93	327,15	318,60	<b>Zwischensumme</b>	334,04	0,41	0	13,59	203,31	41,87	0,08	0	74,78
				(-) P13 Natürliche Hintergrundbelastung	42,00*								
468,91	149,93	327,15	318,60	<b>Summe</b>	376,04	0,41	0	13,59	203,31	41,87	0,08	0	74,78

**Legende**

REG	Rheineinzugsgebiet	AT	Österreich	FR	Frankreich
IFGE	Flussgebietseinheit	LI	Liechtenstein	LU	Luxemburg
CH	Schweiz	BE	Belgien		
DE	Deutschland	NL	Niederlande		
leer	Keine Daten vorhanden bzw. eingereicht				
Gelbe Markierung	Pro Staat zusammen erfasste Eintragspfade				
*	Hintergrund-Fracht bei Bimmen/Lobith				



**Abbildung 10:** Verteilung der Kupfer Einträge 2010 über die Eintragspfade.

Kupfer hat mehrere bedeutende Quellen, jedoch stellen Regenüberläufe, kombinierte Mischwasserzuläufe und nicht ans Netz angeschlossene Abwasserrohre im Jahr 2010 die größte Quelle dar.

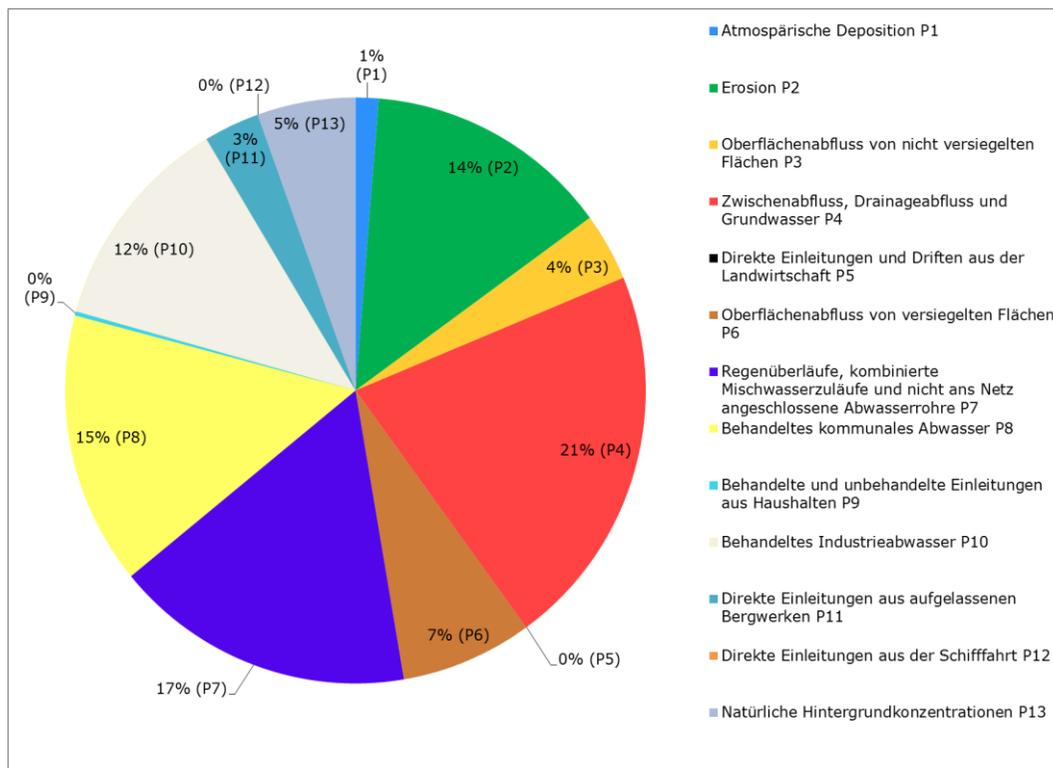
## Nickel

Tabelle 10: Übersichtstabelle für Nickel – Gerundete Werte

REG				Eintragspfad und Kurzbeschreibung		IFGE 2010	IFGE 2010							
1985	1992	1996	2000				pro Staat							
				gemäß IKSR	gemäß EU		AT	LI	CH	DE	FR	LU	BE	NL
Eintragsmenge in Tonnen				Pfad ()		Pfad-Nr.		Eintragsmenge in Tonnen						
		6,05	6,38	(5) P1 Atmosphärische Deposition, direkt in Oberflächengewässer		3,29			0,06	1,17				2,06
		43,47	43,55	(2) P2 Erosion		35,03			2,61	32,42				
		2,57	3,21	(3) P3 Oberflächenabfluss von nicht versiegelten Flächen		9,60			0,04	9,56				
		22,56	22,78	(4) Drainage	P4 Zwischenabfluss, Drainageabfluss und Grundwässer	54,48			1,19	34,36				18,93
		0,97	0,74	(1) P5 Direkte Einleitungen und Driften aus der Landwirtschaft		0,01			0,01	0				0
					P6 Oberflächenabfluss von versiegelten Flächen	18,80			0,87	17,91				0,02
		9,37	8,71	(6) Trennkana- lisation	P7 Regenüberläufe, kombinierte Mischwasserzuläufe und nicht ans Netz angeschlossene Abwasserrohre	42,89			0,66	41,98				0,25
		19,43	17,56	(7) Regenüberläufe										
		1,86	1,55	(8) ungeklärt										
393,87	101,96	62,29	31,98	(-) P8 Behandeltes kommunales Abwasser		38,54	0,22		3,40	28,01	1,66			5,25
		0,65	0,56	(9) P9 Behandelte und unbehandelte Einleitungen aus Haushalten		0,60			0,10	0,14	0,35			0,01
			30,99	(-) P10 Behandeltes Industrieabwasser		30,89	0,21	0	0,25	27,23	1,59	0	0,02	1,59
					P11: Direkte Einleitungen aus dem Bergbau	7,98		0		7,98				
				(10) P12 Direkte Einleitungen aus der Schifffahrt		0		0	0	0				
393,87	101,96	169,23	168,01	<b>Zwischensumme</b>		242,11	0,43	0	9,19	200,76	3,59	0	0,02	28,12
				(-) P13 Natürliche Hintergrundbelastung		14,00*								
393,87	101,96	169,23	168,01	<b>Summe</b>		256,11	0,43	0	9,19	200,76	3,59	0	0,02	28,12

**Legende**

REG	Rheineinzugsgebiet	AT	Österreich	FR	Frankreich
IFGE	Flussgebietseinheit	LI	Liechtenstein	LU	Luxemburg
CH	Schweiz	BE	Belgien		
DE	Deutschland	NL	Niederlande		
leer	Keine Daten vorhanden bzw. eingereicht				
Gelbe Markierung	Pro Staat zusammen erfasste Eintragspfade				
*	Hintergrund-Fracht bei Bimmen/Lobith				



**Abbildung 11:** Verteilung der Nickel Einträge 2010 über die Eintragspfade

Nickel wird im Jahr 2010 durch unterschiedliche Quellen eingetragen, hauptsächlich durch Zwischenabfluss, Drainageabfluss und Grundwasser.

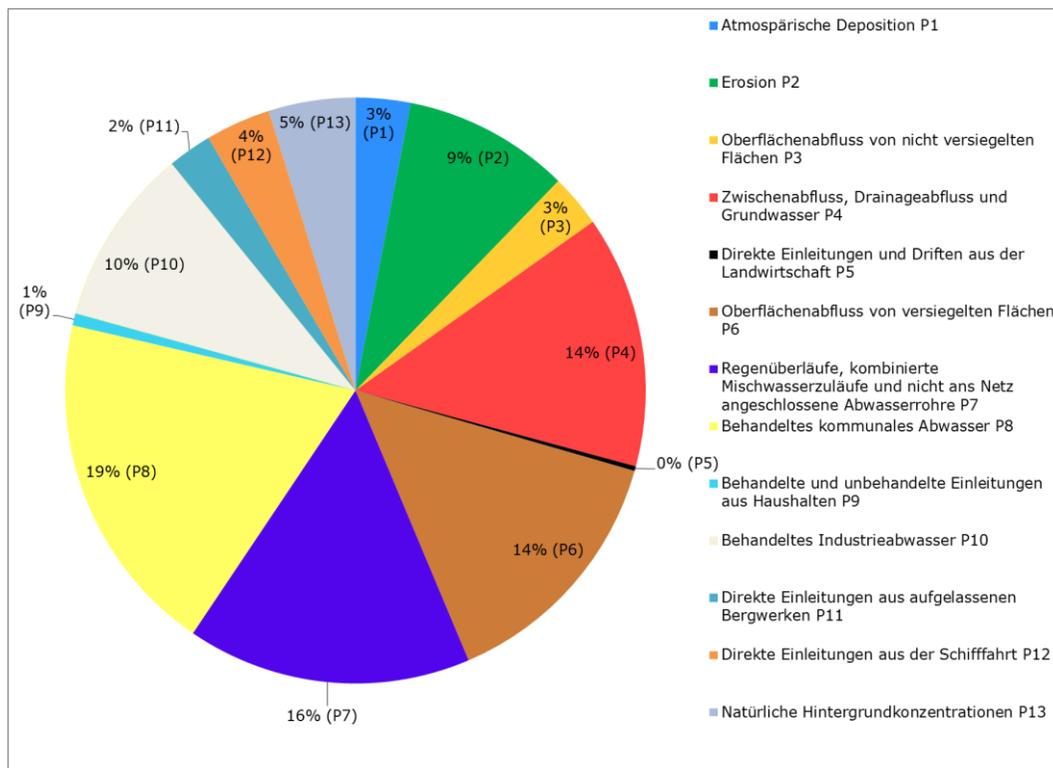
## Zink

**Tabelle 11:** Übersichtstabelle für Zink – Gerundete Werte

REG				Eintragspfad und Kurzbeschreibung		IFGE 2010	IFGE 2010								
1985	1992	1996	2000	gemäß IKSR	gemäß EU		pro Staat								
				Pfad ()	Pfad-Nr.		AT	LI	CH	DE	FR	LU	BE	NL	
Eintragsmenge in Tonnen				Eintragsmenge in Tonnen											
		115,13	112,57	(5) P1 Atmosphärische Deposition, direkt in Oberflächengewässer		44,25			0,84	16,49				26,92	
		176,81	178,85	(2) P2 Erosion		134,11			3,77	130,34					
		58,70	57,89	(3) P3 Oberflächenabfluss von nicht versiegelten Flächen		42,27				42,27					
		270,05	274,42	(4) Drainage	P4 Zwischenabfluss, Drainageabfluss und Grundwässer	201,78			18,80	107,83				75,15	
		21,98	17,79	(1) P5 Direkte Einleitungen und Driften aus der Landwirtschaft		3,73			0,19	0				3,54	
					P6 Oberflächenabfluss von versiegelten Flächen	205,64			1,00	97,04	101,90			5,70	
		156,70	158,64	(6) Trennkanalisation	P7 Regenüberläufe, kombinierte Mischwasser-zuläufe und nicht ans Netz angeschlossene Abwasserrohre	229,21									
		372,30	375,89	(7) Regenüberläufe					4,87	204,02					20,32
		26,49	24,33	(8) ungeklärt											
2.199	811,32	649,83	357,69	(-) P8 Behandeltes kommunales Abwasser		276,85	1,65		22,00	173,70	25,23			54,27	
		6,82	6,09	(9) P9 Behandelte und unbehandelte Einleitungen aus Haushalten		9,73			0,76	0,50	8,27			0,20	
			107,07	(-) P10 Behandeltes Industrieabwasser		142,57	0,30	0	0,43	101,74	34,24	0,15	0,01	5,70	
					P11: Direkte Einleitungen aus dem Bergbau	35,48		0		35,48					
		21,16	16,64	(10) P12 Direkte Einleitungen aus der Schifffahrt		52,44		0	0,00	0				52,44	
2.199	811,32	1.876	1.688	<b>Zwischensumme</b>		1.378	1,95	0	52,66	909,41	169,64	0,15	0,01	244,24	
				(-) P13 Natürliche Hintergrundbelastung		70,00*									
2.199	811,32	1.876	1.688	<b>Summe</b>		1.448	1,95	0	52,66	909,41	169,64	0,15	0,01	244,24	

**Legende**

REG	Rheineinzugsgebiet	AT	Österreich	FR	Frankreich
IFGE	Flussgebietseinheit	LI	Liechtenstein	LU	Luxemburg
CH	Schweiz	BE	Belgien		
DE	Deutschland	NL	Niederlande		
leer	Keine Daten vorhanden bzw. eingereicht				
Gelbe Markierung	Pro Staat zusammen erfasste Eintragspfade				
*	Hintergrund-Fracht bei Bimmen/Lobith				



**Abbildung 12:** Verteilung der Zink Einträge 2010 über die Eintragspfade

Die Hauptquellen von Zink sind behandeltes kommunales Abwasser, sowie Regenüberläufe, kombinierte Mischwasserzuläufe und nicht ans Netz angeschlossene Abwasserrohre.

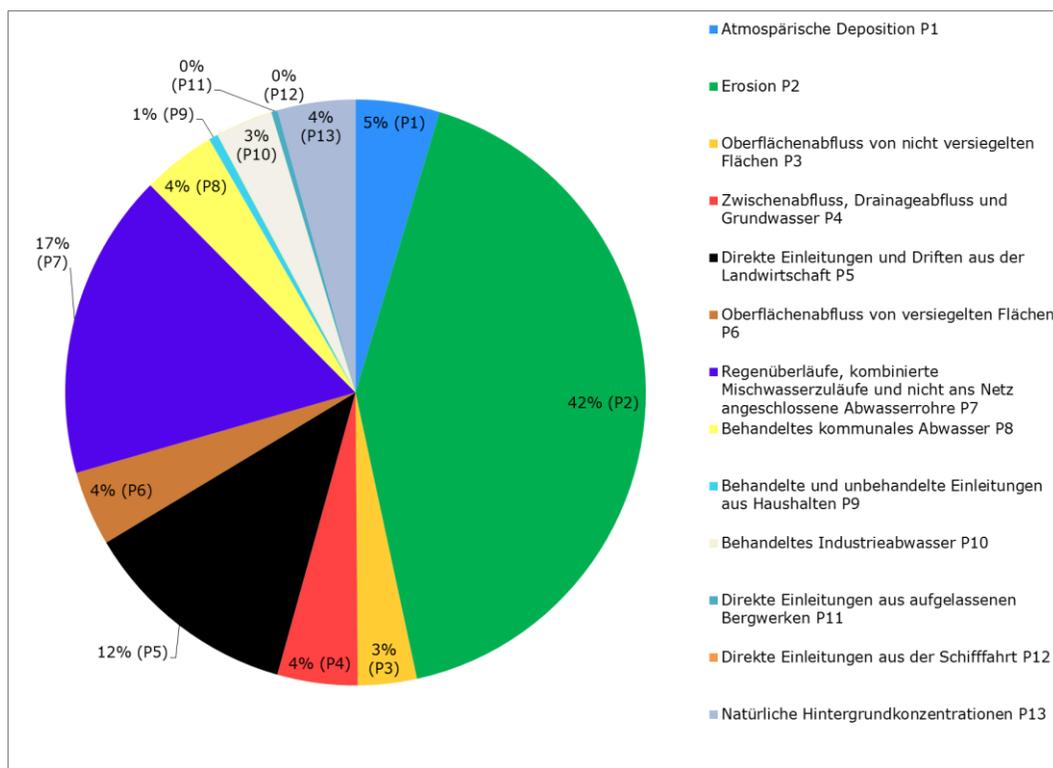
## Blei

Tabelle 12: Übersichtstabelle für Blei – Gerundete Werte

REG				Eintragspfad und Kurzbeschreibung	IFGE	IFGE								
1985	1992	1996	2000		2010	2010								
						pro Staat								
				gemäß IKSR	gemäß EU		AT	LI	CH	DE	FR	LU	BE	NL
				Pfad ( )	Pfad-Nr.									
Eintragsmenge in Tonnen				Eintragsmenge in Tonnen										
		17,85	16,49	(5) P1 Atmosphärische Deposition, direkt in Oberflächengewässer	7,04			0,17	2,11					4,76
		40,22	40,34	(2) P2 Erosion	62,94			2,10	60,84					
		7,37	4,35	(3) P3 Oberflächenabfluss von nicht versiegelten Flächen	4,92				4,92					
		18,95	19,28	(4) Drainage P4 Zwischenabfluss, Drainageabfluss und Grundwässer	6,71			1,70	3,52					1,49
		1,28	0,95	(1) P5 Direkte Einleitungen und Driften aus der Landwirtschaft	18,16			0,01	0					18,15
				P6 Oberflächenabfluss von versiegelten Flächen	6,22			1,50	4,62					0,10
		21,51	17,36	(6) Trennkana- lisation	25,42			1,30	9,63	10,19				4,30
		48,02	37,10	(7) Regenüberläu- fe		P7 Regenüberläufe, kombinierte Mischwasser-zuläufe und nicht ans Netz angeschlossene Abwasserrohre								
		3,78	2,89	(8) ungeklärt										
303,14	90,00	65,18	23,83	(-) P8 Behandeltes kommunales Abwasser	6,14	0,04		0,45	1,12	1,95				2,58
		1,33	1,13	(9) P9 Behandelte und unbehandelte Einleitungen aus Haushalten	0,77			0,20	0,03	0,54				
			19,27	(-) P10 Behandeltes Industrieabwasser	4,81	0,02	0	0,30	2,95	0,70	0,13	0	0,71	
				P11: Direkte Einleitungen aus dem Bergbau	0,52		0		0,52					
		12,87	9,00	(10) P12 Direkte Einleitungen aus der Schifffahrt	0		0	0	0					
303,14	90,00	238,37	191,99	<b>Zwischensumme</b>	143,65	0,06	0	7,73	90,26	13,38	0,13	0	32,09	
				(-) P13 Natürliche Hintergrundbelastung	6,51*									
303,14	90,00	238,36	191,99	<b>Summe</b>	150,16	0,06	0	7,73	90,26	13,38	0,13	0	32,09	

**Legende**

REG	Rheineinzugsgebiet	AT	Österreich	FR	Frankreich
IFGE	Flussgebietseinheit	LI	Liechtenstein	LU	Luxemburg
CH	Schweiz	BE	Belgien		
DE	Deutschland	NL	Niederlande		
leer	Keine Daten vorhanden bzw. eingereicht				
Gelbe Markierung	Pro Staat zusammen erfasste Eintragspfade				
*	Hintergrund-Fracht bei Bimmen/Lobith				



**Abbildung 13:** Verteilung der Blei Einträge 2010 über die Eintragspfade

Blei wird hauptsächlich durch Erosion, sowie durch Regenüberläufe, kombinierte Mischwasserzuläufe und nicht ans Netz angeschlossene Abwasserrohre eingetragen.

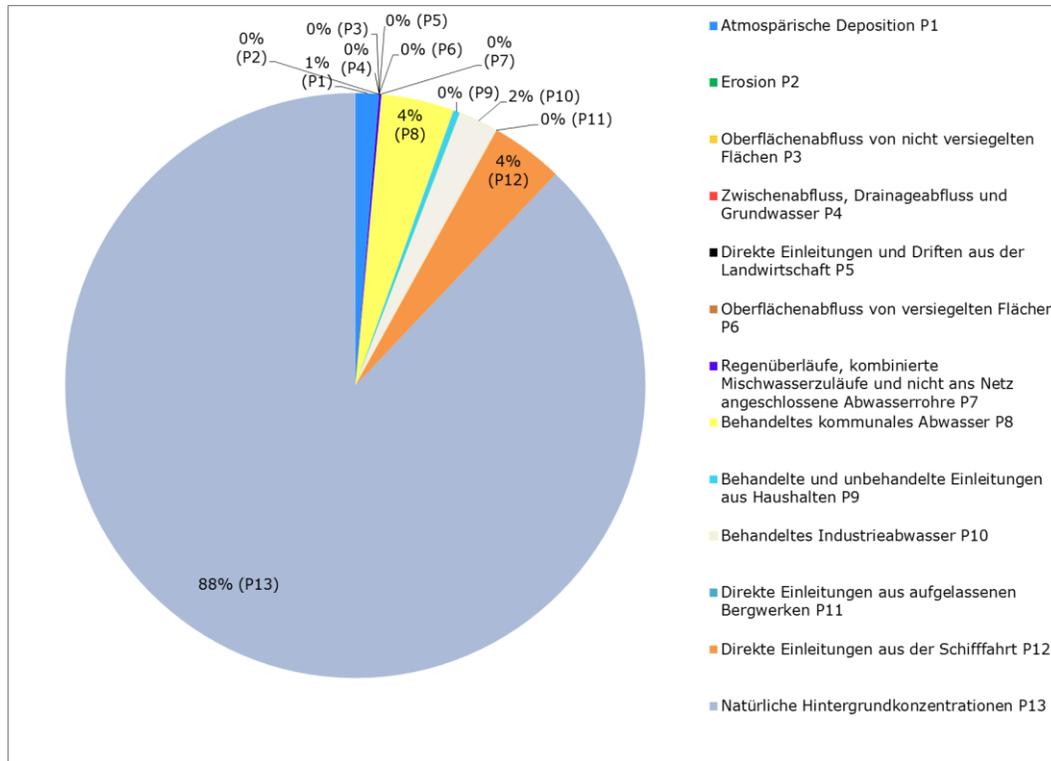
## Arsen

**Tabelle 13:** Übersichtstabelle für Arsen – Gerundete Werte

REG				Eintragungspfad und Kurzbeschreibung		IFGE	IFGE								
1985	1992	1996	2000	gemäß IKSR	gemäß EU	2010	2010								
				Pfad ()	Pfad-Nr.		pro Staat								
Eintragungsmenge in Tonnen				Eintragungsmenge in Tonnen											
				(5) P1 Atmosphärische Deposition, direkt in Oberflächengewässer		1,04									1,04
				(2) P2 Erosion		0									
				(3) P3 Oberflächenabfluss von nicht versiegelten Flächen		0									
				(4) Drainage	P4 Zwischenabfluss, Drainageabfluss und Grundwässer	0									
				(1) P5 Direkte Einleitungen und Driften aus der Landwirtschaft		0									
					P6 Oberflächenabfluss von versiegelten Flächen	0									0
				(6) Trennkanalisation	P7 Regenüberläufe, kombinierte Mischwasserzuläufe und nicht ans Netz angeschlossene Abwasserrohre	0,11									
				(7) Regenüberläufe											
				(8) ungeklärt											
	20,74	16,91	1,77	(-) P8 Behandeltes kommunales Abwasser		3,24	0,06				1,27				1,91
				(9) P9 Behandelte und unbehandelte Einleitungen aus Haushalten		0,29					0,29				0
			9,21	(-) P10 Behandeltes Industrieabwasser		1,77	0	0		1,25	0,27	0	0	0,25	
					P11: Direkte Einleitungen aus dem Bergbau	0		0							
				(10) P12 Direkte Einleitungen aus der Schifffahrt		3,22		0						3,22	
	20,74	16,91	10,98	<b>Zwischensumme</b>		9,67	0,06	0	0	1,25	1,83	0	0	6,53	
				(-) P13 Natürliche Hintergrundbelastung		70,00*									
	20,74	16,91	10,98	<b>Summe</b>		79,67	0,06	0	0	1,25	1,83	0	0	6,53	

**Legende**

REG	Rheineinzugsgebiet	AT	Österreich	FR	Frankreich
IFGE	Flussgebietseinheit	LI	Liechtenstein	LU	Luxemburg
CH	Schweiz	BE	Belgien		
DE	Deutschland	NL	Niederlande		
leer	Keine Daten vorhanden bzw. eingereicht				
*	Hintergrund-Fracht bei Bimmen/Lobith				



**Abbildung 14:** Verteilung der Arsen Einträge 2010 über die Eintragspfade

Hauptquelle für Arsen ist die natürliche Hintergrundbelastung, welche hier auf einer Frachtberechnung für Bimmen/Lobith beruht.

#### 4.2.1. Integrale Übersicht

Ein Vergleich der gesamten Einträge im Jahr 2010 mit den gesamten Einträgen in 2000 ist in Tabelle 14 dargestellt. Aus dieser Tabelle sowie aus den Tabellen 5 bis 13 geht hervor, dass die Emission für die meisten Stoffe reduziert werden konnten, mit Ausnahme von Kupfer und Nickel. Die Emissionen von Stickstoff, Cadmium und Zink haben Dank der Reduzierung von Punktquellen und diffuse Quellen abgenommen. Die Reduktion von Quecksilber, Chrom und Blei ist der Reduzierung von Punktquellen zuzuschreiben, bei Arsen der Reduzierung der industriellen Einleitungen.

Die Zunahme von Kupfer und Nickel ist vor allem durch die diffusen Einträge verursacht, wie beispielsweise Regenüberläufe, kombinierte Mischwasserzuläufe und nicht ans Netz angeschlossene Abwasserrohre sowie Zwischenabfluss, Drainageabfluss und Grundwässer. Auch die neu inventarisierten Eintragspfade Oberflächenabfluss von versiegelten Flächen und Einleitungen aus aufgelassenen Bergwerken tragen zur Zunahme der Emissionen bei. Bei Kupfer spielen auch die Einleitungen aus der Schifffahrt eine Rolle, bei Nickel die kommunalen Abwässer.

**Tabelle 14:** Gesamteinträge 2000 und 2010 in t (Gesamt-N in kt) (gerundet und ohne Hintergrundbelastung mit Ausnahme von Gesamt-N)

Emission / Stoff	Gesamt-N	Hg	Cd	Cr	Cu	Ni	Zn	Pb	As
2000	360+ 60=420	1,9	8,0	135	319	168	1.688	192	11
2010	321	1,1	3,3	117	334	242	1.378	144	10

Tabelle 15 enthält einen zusammenfassenden Überblick über die prozentualen Anteile der Eintragspfade an der Gesamtemission für Stickstoff und die Metalle. Allgemein ist daraus ersichtlich, dass bei den diffusen Einträgen von Gesamt-N und Schwermetallen vor allem Erosion (P2) und Zwischenabfluss, Drainageabfluss und Grundwasser (P4), sowie auch Regenüberläufe, kombinierte Mischwasserzuläufe und nicht ans Netz angeschlossene Abwasserrohre (P7), zu den wichtigsten Eintragspfaden gehören. Insbesondere die Einleitungen von Gesamtstickstoff, Kupfer, Cadmium und Zink aus Punktquellen (P8 und P10) stellen allerdings nach wie vor einen beträchtlichen Anteil der Einträge dar. Zugleich ist zu bedenken, dass, wenn die Eintragspfade aus städtischen Bereichen zusammengefasst (grob gesagt die Eintragspfade 6-10) und den Einträgen aus nicht-städtischen Bereichen (Eintragspfade 2-5, 11 und 12) gegenübergestellt werden, sich ein differenzierteres Bild ergeben kann. Beispielsweise liegen die Quecksilbereinträge aus städtischen Bereichen (0,35 t) in der gleichen Größenordnung wie die aus nicht-städtischen Bereichen (0,41 t). Je größer der Anteil der natürlichen Hintergrundbelastung, desto geringer ist der Anteil der anthropogen verursachten Emissionen. Beispielsweise für Arsen dominiert die Hintergrundbelastung deutlich die Emissionen. Dabei ist zu beachten, dass für Gesamtstickstoff die Hintergrundbelastung in den anderen Eintragspfaden enthalten ist.

**Tabelle 15:** Übersicht über die Eintragspfade und deren prozentualen Anteilen an der Gesamtemission für Stickstoff und die Metalle (vgl. Tabellen 5 bis 13 und Abbildungen 6 bis 14), grün < 10%, gelb 10-25%, rot > 25%

Eintragspfade	Atmosphärische Deposition, direkt in Oberflächengewässer	Erosion	Oberflächenabfluss von nicht versiegelten Flächen	Zwischenabfluss, Drainageabfluss und Grundwasser	Direkte Einleitungen und Driften aus der Landwirtschaft	Oberflächenabfluss von versiegelten Flächen	Regenüberläufe, kombinierte Mischwasserzuläufe und nicht ans Netz angeschlossene Abwasserrohre	Behandeltes kommunales Abwasser	Behandelte und unbehandelte Einleitungen aus Haushalten	Behandeltes Industrieabwasser	Direkte Einleitungen aus aufgelassenen Bergwerken	Direkte Einleitungen aus der Schifffahrt	Natürliche Hintergrundbelastung
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
Gesamt-N	4	2	5	59	1	0	4	21	1	3	0	0	0
Hg	26	13	4	21	0	3	10	9	3	7	0	0	3
Cd	7	13	6	28	0	2	5	12	0	8	2	1	18
Cr	1	53	1	9	0	1	3	7	1	7	0	0	18
Cu	3	9	3	13	0	11	15	12	1	12	2	8	11
Ni	1	14	4	21	0	7	17	15	0	12	3	0	5
Zn	3	9	3	14	0	14	16	19	1	10	2	4	5
Pb	5	42	3	4	12	4	17	4	1	3	0	0	4
As	1	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0	4	88

#### 4.2.2. Kommunale und industrielle Punktquellen

Die Daten der Einträge aus Punktquellen für Gesamtstickstoff und Schwermetalle sind zusammengefasst Tabelle 16 zu entnehmen.

**Tabelle 16:** Übersicht über Einträge aus Punktquellen (gerundete Werte)

t/a	1985 Summe	1992* Summe	1996* Summe	2000* Summe	2010 Summe	2000 KA	2010 KA	2000 Industrie	2010 Industrie
Gesamt-N	-	212.701	170.669	129.973	78.742	107.120	68.431	22.853	10.311
Hg	2,8	1,53	0,94	0,66	0,18	0,35	0,10	0,31	0,08
Cd	21,76	4,08	1,8	1,67	0,78	0,86	0,46	0,81	0,32
Cr	651	106	63	46	18,86	11	9,37	35	9,49
Cu	469	150	114	105	89,68	57	46,15	48	43,53
Ni	394	102	62	63	69,43	32	38,54	31	30,89
Zn	2.199	811	650	465	419,42	358	276,85	107	142,57
Pb	303	90	65	43	10,95	24	6,14	19	4,81
As	-	21	17	11	5,01	2	3,24	9	1,77

\* In den Jahren 1992, 1996 und 2000 waren alle Einträge mit einem „<“ angegeben, weil alle Angaben aus der Schweiz mit „<“ erfolgt sind.

Die Daten für die Referenzjahre 1985, 1992, 1996 und 2000 stammen aus dem IKSR-Bericht 134. Die Emissionen von AT, LI, BE und LU, sowie der Gebiete des Wattenmeers, Watteninseln und Küstengewässern sind dabei nicht erfasst worden - im Gegensatz zu 2010.

Tabelle 16 zeigt, dass im Zeitraum 2000-2010 die Emissionen der aufgeführten Stoffe - mit Ausnahme von Nickel - aus Punktquellen teilweise deutlich reduziert werden konnten, obwohl das Eintragsgebiet größer als in den Jahren bis 2000 ist.

Die Emissionen aus **KA** zeigen ein differenziertes Bild: Eine deutliche Abnahme ist wahrzunehmen bei Gesamt-N, Quecksilber, Cadmium, und Blei. Eine Zunahme ist zu beobachten bei Nickel und Arsen. Es wird darauf hingewiesen, dass die KA-Daten aus 2010 insbesondere für Quecksilber, Cadmium und Nickel weniger vollständig sind, als die Daten aus 2000, so dass die Abnahme überschätzt wird.

Die im Jahr 2010 von den KA eingeleiteten Frachten sind unterschiedlicher Herkunft. Zugrunde liegende Quellen sind nicht nur Abwasser aus Haushalten (u. a. Verbrauchsprodukte) und indirekte industrielle Einleitungen. Auch Korrosion von Baumaterialien, atmosphärische Deposition und Straßenverkehr gehören dazu, wobei die Verschmutzung den KA bei Regen über die Kanalisation zugeführt wird.

Die Emissionen der aufgeführten Stoffe aus **industriellen** Punktquellen sind im Allgemeinen noch deutlicher reduziert worden. Ausnahme ist hier die Zunahme der Einleitung von Zink. Bis zur Bestandsaufnahme 2000 sind die Einleitungen der Schwermetalle den Haupteinleitern zugeordnet worden. Darauf wurde in diesem Bericht aufgrund der deutlichen Abnahme verzichtet.

**Tabelle 17:** Übersicht über Einleitungen aus Punktquellen mit und ohne E-PRTR reporting threshold (rt)

Einleitungen 2010 (t)	IFGE Rhein (ohne rt) gerundet			IFGE Rhein E-PRTR gerundet			rt (kg/a)
	Summe	KA	Industrie	Summe	KA	Industrie	
Gesamt-N	78.742	68.431	10.311	42.038	35.035	7.003	50.000
Hg	0,18	0,10	0,08	0,15	0,08	0,07	1
Cd	0,78	0,46	0,32	0,54	0,23	0,31	5
Cr	18,87	9,37	9,50	11	2	9	50
Cu	89,69	46,16	43,53	51	24	27	50
Ni	69,44	38,54	30,89	24	16	8	20
Zn	419,40	276,84	142,56	245	142	103	100
Pb	10,96	6,14	4,82	8	4	4	20
As	5,02	3,24	1,78	3	1	2	5

Die Tabelle 17 zeigt, dass erhebliche Unterschiede in den Einleitungen mit und ohne Anwendung der E-PRTR Schwellenwerte bestehen. Das bedeutet, dass die Einleitungen unter den Schwellenwerten für gewisse Stoffe noch einen erheblichen Teil der Gesamtbelastung ausmachen können. Die geringsten Unterschiede sind bei Quecksilber, Cadmium und Blei zu sehen; die größten Abweichungen sind bei Chrom und Zink zu beobachten. Ein Grund, weswegen die Frachten sowohl für KA insgesamt als auch für Industriebetriebe bei den E-PRTR niedriger sind als die von den Mitgliedstaaten gelieferten Daten ist, dass das E-PRTR folgende drei Einschränkungen beinhalten:

- 1) Nicht alle Wirtschaftszweige, in denen Einleitungen vorkommen sind im E-PRTR aufgenommen. Es ist also möglich, dass ein Land Emissionsdaten für zusätzliche Wirtschaftszweige gemeldet hat;
- 2) Für die ausgewählten Aktivitäten werden Schwellenwerte für den Umfang einer Aktivität sowohl für KA (nur solche mit einer Ausbaugröße über 100.000 EGW müssen gemeldet werden), als auch für die anderen Wirtschaftszweige verwendet. Somit kann ein Land für kleinere Betriebe in den ausgewählten Wirtschaftszweigen oder für kleinere KA (< 100.000 EGW) noch zusätzliche Emissionen melden;
- 3) Der Schwellenwert pro Stoff, wie auch in Tabelle 17 aufgeführt. Somit können die Staaten auch Emissionen unter diesen Schwellenwerten liefern.

#### 4.2.3. Diffuse Quellen

Die Einträge aus diffusen Quellen für Gesamtstickstoff und Schwermetalle (Eintragungspfade 1 bis 12, außer Eintragungspfade 8 und 10) sind zusammengefasst Tabelle 18 zu entnehmen.

**Tabelle 18:** Übersicht über Einträge aus diffusen Quellen (gerundete Werte, ohne Hintergrundbelastungen, mit Ausnahme von Gesamt-N in 2010)

	<b>1996</b>	<b>2000</b>	<b>2010</b>
<b>t/a</b>	<b>Summe</b>	<b>Summe</b>	<b>Summe</b>
Gesamt-N	229.838	229.838	242.847
Hg	1,25	1,22	0,87
Cd	6,82	6,35	2,48
Cr	90,33	88,21	98,41
Cu	193,98	192,54	244,35
Ni	106,94	105,04	172,68
Zn	1.204,99	1.206,47	958,64
Pb	160,30	139,88	132,69
As			4,65

Die Daten für die Referenzjahre 1996 und 2000 stammen aus dem IKSR-Bericht 134. Die Emissionen von AT, LI, BE und LU, sowie der Gebiete des Wattenmeers, Watteninseln und Küstengewässern sind dabei nicht erfasst worden - im Gegensatz zu 2010.

Im Vergleich zu Tabelle 16 ist für alle Stoffe festzustellen, dass die Einträge aus diffusen Quellen größer sind als die aus Punktquellen. Außerdem fällt auf, dass die Einträge von Chrom, Kupfer und Nickel aus diffusen Quellen teilweise stark angestiegen sind. Die Einträge von Quecksilber, Cadmium, Zink und Blei haben unterschiedlich stark abgenommen. Eine weitere detaillierte Auswertung und Analyse ist problematisch. Dies liegt einerseits daran, dass einige Staaten die Stoffdaten und/oder Beiträge unterschiedlicher Eintragungspfade nicht geliefert haben und andererseits daran, dass die Schätzmethode für bestimmte diffuse Quellen geändert wurden und sich daher wesentlich höhere oder niedrigere Einträge ergeben können. Zudem darf nicht vergessen werden, dass das betrachtete Emissionsgebiet in 2010 um 25 % größer ist, als das Emissionsgebiet in 2000.

### 4.3. Pestizide

Es wurden folgende acht Wirkstoffe in Pestiziden (= Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte) inventarisiert: Glyphosat, Bentazon, Chlortoluron, Diuron, Lindan, Isoproturon, Mecoprop/Mecoprop-P, TBT.

Für Bentazon, Diuron, Isoproturon, Lindan und TBT liegen Angaben aus früheren Bestandsaufnahmen vor, die übrigen drei Pflanzenschutzmittelwirkstoffe sind nicht inventarisiert worden.

Anlage IV enthält umfangreiche Informationen zu Zulassung, Anwendung, Anwendungszeitraum und Dosierung sowie zu der geschätzten Anwendungsmenge und der geschätzten Emissionen in Gewässer.

#### 4.3.1. Zulassung, Anwendung, Anwendungszeitraum und Dosierung

Bei Bentazon, Chlortoluron, Diuron, Glyphosat, Isoproturon und Mecoprop handelt es sich um Herbizide, bei allen anderen nachfolgend genannten Pestiziden um Insektizide. Die Anwendung von Herbiziden auf versiegelten Flächen ist inzwischen in einigen Mitgliedstaaten verboten.

Glyphosat: Es ist in allen Mitgliedstaaten zugelassen und wird vielseitig sowohl in landwirtschaftlichen als auch in nicht landwirtschaftlichen Bereichen angewandt. Es wird in erster Linie vom Frühjahr bis einschließlich Herbst in einer Dosierung von 0,72 bis zu 3,6 kg/ha angewandt.

Bentazon ist in allen Mitgliedstaaten zugelassen. Es wird unter anderem im Mais- und Kartoffelanbau und hauptsächlich im Frühjahr in einer Dosierung von 0,3 bis 1,9 kg/ha angewandt.

Chlortoluron ist in allen Mitgliedstaaten – mit Ausnahme der Niederlande und Luxemburg – als Pflanzenschutzmittelwirkstoff zugelassen. Es wird genau wie Isoproturon zur Behandlung von Wintergetreide, im Herbst und/oder Frühjahr angewandt. Die Dosierung schwankt zwischen 0,4 bis 3 kg/ha. In Deutschland (seit 2011) und den Niederlanden findet es als Biozid keine Anwendung.

Diuron: Pflanzenschutzmittel mit diesem Wirkstoff sind in Österreich, Deutschland, Frankreich, Luxemburg und den Niederlanden nicht zugelassen. Der Stoff wird in der Schweiz in Obstgärten, Weinbergen und als Biozid in Fassaden angewandt. In Deutschland, Luxemburg und den Niederlanden wird es als Biozid für besondere Anwendungen eingesetzt.

Lindan ist in keinem Staat zugelassen.

Isoproturon ist in allen Mitgliedstaaten zugelassen und wird im Herbst und/oder Frühjahr in vielen Staaten im Anbau von Wintergetreide angewandt. Die zulässige Dosierung schwankt zwischen 0,75 bis 1,5 kg/ha. In der Schweiz ist Isoproturon zudem als Biozid zugelassen.

Sowohl Mecoprop als auch Mecoprop-P sind in der EU bis 2017 als Pflanzenschutzmittelwirkstoffe zugelassen, wobei sich in Deutschland, der Schweiz und den Niederlanden die Zulassung auf Pflanzenschutzmittel mit Mecoprop-P beschränkt. Pflanzenschutzmittel mit diesen Wirkstoffen werden hauptsächlich in der Wachstumszeit (Frühjahr) angewandt. Die Dosierung schwankt zwischen 0,13 bis 1,8 kg/ha. Sie werden genau wie Glyphosat zusätzlich in verschiedenen Bereichen, wie z.B. Fassadenanstrich und Flachdachschutz eingesetzt.

TBT, welches als Antifouling-Wirkstoff angewendet wurde, ist mittlerweile vollständig verboten.

**Tabelle 19:** Zulassungssituation und Dosierung der sieben Pflanzenschutzmittelwirkstoffe (ohne Biozidzulassung)

Pestizide		Zulassungssituation								Dosierung Wirkstoff*
Wirkstoff	Wirkungstyp	AT	LI	CH	DE	FR	LU	BE	NL	kg/ha
Glyphosat	Herbizid									0,72 – 3,6
Bentazon	Herbizid									0,3 – 1,9
Chlortoluron	Herbizid									0,4 – 3
Diuron	Herbizid									2
Lindan	Insektizid									0
Isoproturon	Herbizid									0,75 – 1,5
Mecoprop (bzw. Mecoprop-P)	Herbizid			**	**			***	**	0,13 – 1,8

#### Legende

= nicht zugelassen

= zugelassen

\* = Spannweite auf der Grundlage der Angaben der Mitgliedstaaten

\*\* = die Zulassung beschränkt sich auf Mecoprop-P

\*\*\* = Mecoprop wurde 2001 durch Mecoprop-P ersetzt.

Für Lichtenstein liegen keine Angaben vor.

### 4.3.2. Geschätzter Einsatz und geschätzte Emissionen

Tabelle 20 enthält zur Information eine zusammenfassende Übersicht über den geschätzten Einsatz und die geschätzten Emissionen in Gewässer. Dazu haben insbesondere CH, DE (nur geschätzter Einsatz), FR und NL Daten geliefert. Die geschätzten Emissionen in Gewässer basieren in erster Linie auf Emissionsfaktoren. Hierbei handelt es sich um die Betrachtung der Emission von Wirkstoffen aus der Pestizidanwendung auf die behandelte Fläche. D.h. je nach Pestizid und dessen Anwendung werden dabei unterschiedliche Emissionsfaktoren bestimmt, die auf die jeweilige gesamte behandelte Fläche angewandt werden.

**Tabelle 20:** Geschätzter Einsatz und geschätzte Emissionen in die Gewässer

	Geschätzter Einsatz		Geschätzte Emissionen in die Gewässer			
	2000	2010*	1985**	1995**	2000**	2010*
Pestizide	(t/a)	(t/a)	(kg/a)***			
	REG	IFGE Rhein	REG			IFGE Rhein
Glyphosat	-	>2.244	-	-	-	2.000 – 6.400
Bentazon	-	472 – 151	2510-11050 <sup>a</sup>	1560-6150	-	750 – 850
Chlortoluron	-	>110 – >315	-	-	-	200 – 1000
Diuron	50 – 100	5 – 10	101-500 <sup>b</sup>	10-50 <sup>b</sup>	10-50 <sup>b</sup>	1.000 – 1.050
Lindan		0	-	481 <sup>c</sup>	219	
Isoproturon	-	>1.020 – >1.165				700 – 1.600
Mecoprop	-	>110 – >349	-	-	-	100 – 200
TBT	< 5	0		5510-11050	5010-10050	0

#### Legende:

- \* oder Durchschnittswert 2008-2010
- \*\* geschätzten Emissionszahlen aus diffusen Quellen
- \*\*\* gerundet
- a 1988 in CH, D und 1989 in FR
- b nur Daten aus D
- c Daten für 1996
- nicht inventarisiert
- Leer keine Angabe

Aufgrund des Anwendungsverbots für TBT bewegte sich die geschätzte Emission gegen Null. Auch Lindan ist zwischenzeitlich verboten. Obgleich Eintragsdaten fehlen, wird der Stoff im Rheinwasser nicht mehr ermittelt. Chlortoluron, Diuron und Isoproturon sind (zum Teil) noch zugelassen und weisen laut Berichten über saisonale Herbizidbelastungen<sup>18</sup> und die Entwicklung und Bewertung der Rheinwasserqualität 2009-2012<sup>19</sup> Überschreitungen der EU-Norm nach der Richtlinie 98/83/EG auf. Darüber hinaus überschreitet insbesondere Isoproturon die UQN in der Anwendungszeit, was beispielweise 2014 in den Niederlanden zur teilweisen Einschränkung der Rohwasserentnahme für Trinkwasser über einen langen Zeitraum von 32 Tagen führte.

<sup>18</sup> IKSR 2014: Saisonal auftretende Belastungen des Rheins mit Herbiziden - Isoproturonwelle 2011, IKSR-Fachbericht Nr. 211

<sup>19</sup> IKSR 2015: Die Entwicklung und Bewertung der Rheinwasserqualität 2009 – 2012, IKSR-Fachbericht Nr. 220

#### 4.4. Weitere Stoffe

##### EDTA<sup>20</sup>

Im Durchschnitt wurden im Zeitraum 2005 bis 2009 im Rheineinzugsgebiet ca. 11.000 Tonnen EDTA pro Jahr abgesetzt. Es ist davon auszugehen, dass die größten Mengen in Gewerbe und Industrien zum Einsatz kommen. Daneben werden Produkte mit Komplexbildnern auch in Haushalten eingesetzt. Genaue Zahlen zu der Verteilung der Einsatzmengen liegen nicht vor. EDTA kommt in folgenden Bereichen zum Einsatz: (i) Foto-Industrie, (ii) Textilindustrie und (iii) Sonstige. Unter die letztgenannte, weitaus größte Kategorie fallen der Einsatz in der Holzverarbeitung/Papierindustrie, Metallverarbeitung und Galvanotechnik, Reinigungsmitteln, Kosmetikartikeln, Arzneimitteln, Lebensmittelzusatzstoffen, die Wasserversorgung bzw. Abwasserbehandlung und die Mikronährstoffe.

Untersuchungen der Einleitungen auf Komplexbildner in Nordrhein Westfalen (NRW) von 2007 bis 2010 ergaben, dass das Verhältnis der Frachten aus kommunalen KA zu industriellen Direktinleitungen 4:6 betrug. Einzelne Emittenten aus Industrie und Gewerbe können eine hohe Relevanz haben und der Eintrag in KA kann regional bzw. lokal sehr unterschiedlich sein.

Eine Abnahme der EDTA-Emissionen um 44 % für das deutsche Rheineinzugsgebiet konnte im Rahmen der deutschen „Erklärung zur Reduktion der Gewässerbelastung durch EDTA“ von 1991 bis 2002 erreicht werden. EDTA wird seit Jahren zunehmend durch andere Komplexbildner substituiert (z.B. DTPA, NTA, Phosphonate etc.). Seit 2004 konnte z.B. die EDTA-Emission eines Großbetriebes der chemischen Industrie durch den Einsatz einer UV-Oxidationsanlage nochmals um mehr als 50 % gesenkt werden.

##### Carbamazepin und Diclofenac (Arzneimittel)<sup>21</sup>

Humanarzneimittel sind ein unverzichtbarer Bestandteil des heutigen Lebens. Sie bestehen aus biologisch aktiven Substanzen, die entweder durch unsachgemäße Entsorgung über die Toiletten oder nach ihrer Anwendung als schwer abbaubare Ausgangssubstanzen oder als Umwandlungsprodukte via Urin und Fäkalien ausgeschieden werden und so in das kommunale Abwasser gelangen. Pro Einwohner wurden in den Staaten des Rheineinzugsgebietes jährlich rund 500-1.000 mg Carbamazepin (Antiepileptikum, welches unter anderem auch als Schmerzmittel und bei Psychosen angewendet wird) und rund 200 – 900 mg Diclofenac (Schmerzmittel und Entzündungshemmer) verwendet. Die gesamte national verwendete Menge liegt je Staat und Schätzmethode zwischen rund 4 bis 90 t Carbamazepin oder Diclofenac.

Arzneimittel gelangen meist unmittelbar nach ihrer Anwendung über das Abwasser aus Haushaltungen und Betrieben in das kommunale Abwasser. Das Ausmaß der Elimination in heutigen KA variiert je nach Substanz. Im Auslauf kommunaler KA wird ständig ein breites Spektrum an Humanarzneimittelwirkstoffen in Konzentrationen deutlich über 1 µg/l nachgewiesen. Demzufolge können die kommunalen KA für alle Humanarzneimittel sowie deren Umwandlungsprodukte als Haupteintragspfad in die Oberflächengewässer identifiziert werden.

Für einzelne Wirkstoffe können gewisse Emissionsquellen, wie zum Beispiel Krankenhäuser (z.B. einige Antibiotika, Röntgenkontrastmittel) oder Arzneimittel- Produktionsbetriebe (Produktion von Aktivsubstanzen) von Bedeutung sein.

##### Iopamidol (Röntgenkontrastmittel)<sup>22</sup>

Nach der Anwendung als Röntgenkontrastmittel (RKM) werden sie weitgehend unverändert ausgeschieden und können daher ins Abwasser gelangen. Insgesamt gelangen RKM meist unmittelbar nach ihrer Anwendung über das Abwasser aus Kliniken, Röntgenpraxen und Haushaltungen in das kommunale Abwasser. Das Ausmaß der Eliminierung (Entfernung) in der heutigen KA mittels biologischer Behandlung ist durchgehend gering (~8%) bzw. von Stoff zu Stoff unterschiedlich.

<sup>20</sup> IKSR 2012: Auswertungsbericht Komplexbildner, IKSR-Fachbericht Nr. 196

<sup>21</sup> IKSR 2010: Auswertungsbericht Humanarzneimittel, IKSR-Fachbericht Nr. 182

<sup>22</sup> IKSR 2011: Auswertungsbericht Röntgenkontrastmittel, IKSR-Fachbericht Nr. 187

Einträge durch industrielle Direkteinleitungen (Produktionsbetriebe) sind für die verschiedenen Substanzen und je nach Abwasserbehandlungsmaßnahmen der Betriebe unterschiedlich. Insgesamt wird aktuell von einem Anteil unter 10% ausgegangen. Demzufolge können die kommunalen KA als Haupteintragspfad in die Oberflächengewässer identifiziert werden (für Iopamidol zu 90 %). In der Schweiz (2000) und in Deutschland (2001) wurden gut 4 t bzw. etwa 43 t verkauft, wobei fast die Gesamtmenge an Krankenhäuser abgegeben wurde.

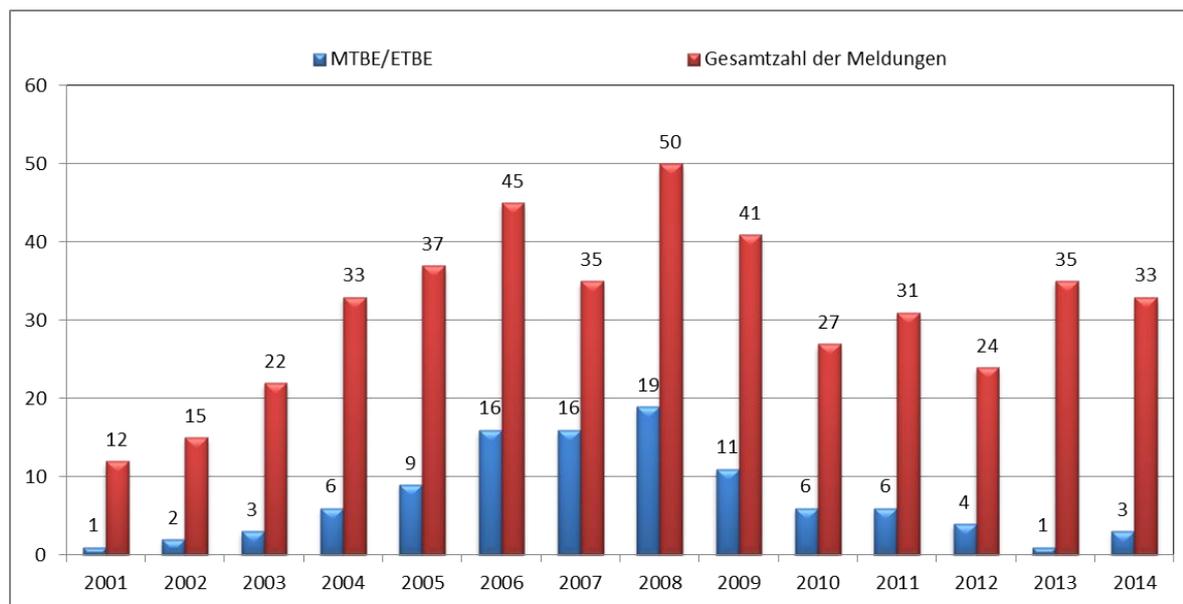
#### MTBE/ETBE

MTBE/ETBE sind Benzinkomponenten mit hohem Oktangehalt, die als Antiklopfmittel beigemischt werden. MTBE/ETBE ersetzen das zuvor eingesetzte Blei, das bei der Benzinverbrennung zu hohen Luftbelastungen führte. Darüber hinaus verbessern MTBE/ETBE die Qualität des Treibstoffs Benzin für die Motoren.

Im Rahmen des Warn- und Alarmplans wurden MTBE/ETBE das erste Mal in 2001 wegen der Überschreitung des Orientierungswertes von  $3\mu\text{g/l}$  gemeldet. Die Anzahl der Meldungen nahm bis 2005 kontinuierlich zu, um dann 2006 sprunghaft anzusteigen. Die meisten Meldungen (19) wurden in 2008 verzeichnet. Anschließend ist die Anzahl der Meldungen in 2013 wieder auf das Niveau von 2001 (1) gesunken um 2014 wieder auf 3 anzusteigen (davon 1 Warnung).

Umfangreiche Recherchen haben gezeigt, dass diese MTBE/ETBE-Belastungen durch kurzzeitige Einleitungen aus der Binnenschifffahrt in Mengen zwischen einigen hundert Kilo bis einigen Tonnen verursacht werden.

Der Beitrag einzelner Faktoren zur derzeitigen Entwicklung schifffahrtsbedingter Verunreinigungen des Rheins mit MTBE-/ETBE lässt sich mit der heutigen Datenlage über Transporte und Schiffsbewegungen nicht eindeutig klären<sup>23</sup>. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist der Rückgang der schifffahrtsbedingten MTBE/ETBE-Emissionen in den Rhein im Zusammenhang mit der verbesserten Zusammenarbeit der betroffenen Parteien und dem zunehmenden Bewusstsein im richtigen Umgang mit den Produkten zu sehen. Siehe auch Rhein-Minister Kommuniqué<sup>24</sup>.



**Abbildung 15:** Entwicklung der MTBE/ETBE-Meldungen und der gesamten WAP-Meldungen von 2001 bis 2014.

<sup>23</sup> IKSr 2011: Warn- und Alarmplan Rhein - Meldungen 2010, IKSr-Fachbericht Nr. 191

<sup>24</sup> 15. Rhein-Ministerkonferenz Ministerkommuniqué 28. Oktober 2013, Basel

### PCB (Polychlorierte Biphenyle)

Die heute in der Umwelt weltweit verbreiteten PCB stammen in erster Linie aus früheren Anwendungen in Kondensatoren und mit Hydrauliköl arbeitenden Maschinen und werden aufgrund von Remobilisierungsprozessen immer wieder neu zwischen den einzelnen Umweltkompartimenten verteilt. Der Transport erfolgt überwiegend über die Atmosphäre. Ein Großteil der PCBs in der Atmosphäre stammt von der Verflüchtigung aus Böden, die zusammen mit den Sedimenten der Gewässer auch die Hauptsenke für PCBs, Dioxine und Furane ist.

Die PCB reichern sich in Schwebstoffen/Sedimenten und in der Nahrungskette an, sind in der Umwelt langlebig und werden vom Menschen hauptsächlich über Nahrungsmittel aufgenommen.

2004 ist die Stockholmer Konvention über langlebige organische Schadstoffe in Kraft getreten. Die Konvention beinhaltet ein weltweites Verbot für Produktion und Handel von (u.a.) PCBs und Dioxinen. Darüber hinaus sind die Vertragsparteien dazu verpflichtet, ein nationales Umsetzungsprogramm zu erarbeiten. Bis Ende 2010 mussten in den EU-Mitgliedstaaten alle PCB-haltigen Apparaturen, die mehr als 5 dm<sup>3</sup> PCB enthalten, beseitigt sein (Richtlinie 96/59/EG, 16. September 1996). In einigen Staaten im Rheineinzugsgebiet ist die Produktion und Verwendung von PCB schon sehr viel länger verboten (beispielsweise NL: seit 1985, CH: seit 1986, FR: seit 1987, DE: seit 1989).

Unfallbedingt kann PCB beispielsweise bei der Entsorgung von Transformatoren freigesetzt werden. So gelangten zum Beispiel in Frankreich am 20. oder 21. Februar 2011 etwa 450 Liter PCB nach der illegalen Entleerung eines Transformators auf einem Parkplatz in die Kanalisation von Mülhausen im Elsass<sup>25</sup>.

Aus früherer Produktion und Einleitungen gibt es immer noch mit PCB belastete Sedimente. Die meisten der 22 im Sedimentmanagementplan Rhein<sup>26</sup> aufgeführten Risikogebiete weisen hohe PCB-Gehalte auf. Dreizehn Risikogebiete liegen in den Niederlanden und sind alle mit hohen PCB-Gehalten belastet. Zwischenzeitlich wurden 10 Standorte saniert, wobei die größte Sanierung Ketelmeer-West betraf<sup>27</sup>. Hier wurden etwa 2 Mio. m<sup>3</sup> verunreinigte Sedimente ausgebaggert und in der Baggergutdeponie IJsselooq entsorgt.

In den Stauhaltungen Duisburg/Ruhr und Eddersheim/Main sind zwei Risikobereiche stark mit PCB verunreinigt, jedoch ist das Sedimentvolumen im Vergleich zu den flussabwärts liegenden niederländischen Risikogebieten kleiner. Die Sedimente sind auch teilweise so verfestigt (konsolidiert), dass sie durch kleine und mittlere Hochwasserereignisse nicht remobilisiert werden<sup>26</sup>.

Bei den Standorten Ruhrwehr Duisburg/Ruhr, Hafen Duisburg-Hüttenheim, Außenhafen Duisburg und der Hafeneinfahrt Neuss erfolgten 2011/2012 neuere Untersuchungen zur Überprüfung der bisherigen Ergebnisse; die Auswertung ist noch nicht abgeschlossen.<sup>27</sup>

In 2015 wurden zudem Ausbaggerungen für PCB verunreinigtes Sediment aus dem Klingnauer Stausee (an der deutsch-schweizerischen Grenze) von der Schweiz in Koordination mit der IKSR umgesetzt.

### HCB (Hexachlorbenzol)

Genau wie für PCB sind keine regulären HCB-Einleitungen mehr bekannt. Zahlreiche Untersuchungen der letzten Jahre legen nahe, dass sich die HCB-Belastung vom Ort der ursprünglichen Einleitungen bei Rheinfeldern (aus der ehemaligen PCP- und Chlorsilan Produktion) über viele Jahre über die Staustufenkette des Oberrheins verteilt hat.

<sup>25</sup> IKSR 2012: Warn- und Alarmplan Rhein - Meldungen 2011, IKSR-Fachbericht Nr. 197

<sup>26</sup> IKSR 2009: Sedimentmanagementplan Rhein – Zusammenfassung, IKSR-Fachbericht Nr. 175

<sup>27</sup> IKSR 2014: Umsetzung des Sedimentmanagementplans Rhein, IKSR-Fachbericht Nr. 212

Im Jahr 2009 stellte sich die Situation folgendermaßen dar<sup>26</sup>, dass die großen Stauhaltungen Iffezheim und Gamsheim sowie die Stauhaltung Gerstheim und teilweise Strasbourg relativ niedrige HCB-Belastungen aufweisen (130-150 µg/kg HCB im Mittel), trotzdem aber die Kriterien in den Empfehlungen der IKSR zur Baggergutumlagerung nicht eingehalten werden können. Diese Empfehlungen erfordern klare Absprachen, wenn sie mit der Zielstellung der Sanierung verknüpft werden.

Eine eingehende Untersuchung mit dem Ziel der Sanierung würde nach heutigem Wissensstand für Sedimentationsbereiche in den Stauhaltungen Marckolsheim und Rhinau, wo in Teilbereichen hoch belastete und durch Hochwasser remobilisierbare Sedimente lagern, vorgeschlagen. Durch die Sanierung der beiden Stauhaltungen können nach vorläufigen Schätzungen mehrere 100 kg HCB entfernt werden.

#### PFT (perfluorierte Tenside)<sup>28</sup>

Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) ist eine bekannte Gruppe der PFT und wird in verschiedenen Anwendungsgebieten genutzt. In der EU liegt der für 2004 geschätzte Verbrauch bei ca. 500 t/a. Die Verwendung von Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) wurde EU-weit durch die Richtlinie 2006/122/EG eingeschränkt. Bestimmte Anwendungen sind aktuell von diesen Einschränkungen ausgenommen, z.B. Anwendungen im Bereich der Fotografie, Fotolithografie, Papierherstellung oder der Galvanik. Zusätzlich ist PFOS inzwischen über die Stockholmer Konvention weltweit beschränkt. EU-weit wie auch international laufen Anstrengungen, PFOS (und PFOA) in der Produktion zu ersetzen. Die Verwendung von anderen Verbindungen aus der Gruppe der per- und polyfluorierten Tenside nimmt jedoch zu. Für ausführlichere Informationen wird auf folgenden Link verwiesen:

<http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/fachberichte/fabe34/fabe34start.htm>

---

<sup>28</sup> IKSR 2013: Auswertungsbericht Industriechemikalien, IKSR-Fachbericht Nr. 202

#### 4.5. Plausibilitätskontrolle

Für Gesamtstickstoff und Schwermetalle, für die ein quantifiziertes Emissionsinventar durchgeführt wurde (siehe Kapitel 4.2), erfolgte eine Plausibilitätskontrolle.

##### Vorgehensweise

Für die Plausibilitätskontrolle wurden die Emissionen von AT, LI, CH, DE, FR, LU und BE zuzüglich der Hintergrundfrachten mit den Frachten bei Bimmen-Lobith (DE-NL Grenze) verglichen. Bimmen-Lobith eignet sich vor allem infolge seiner hohen Messdatendichte sehr gut zur Plausibilitätskontrolle. Außerdem teilt sich der Rhein flussabwärts von der Deutsch-Niederländischen Grenze in drei Arme auf, die bis weit ins Binnenland durch die Tide beeinflusst sind. Infolge des Tideeinflusses lassen sich Frachten nur sehr schwer schätzen, so dass ein Vergleich der Frachten mit den oberhalb eingeleiteten Emissionen nicht möglich ist.

##### Bemerkung

Bei Verwendung von Frachtangaben für Trendaussagen, für die Überprüfung von Reduktionsquoten und für den Vergleich mit den Emissionen aus Punktuellen und diffusen Quellen oberhalb der jeweiligen Messstation sollte beachtet werden, dass:

- Frachten stark vom Abfluss abhängen und daher für Trendaussagen nur Frachten aus Jahren mit vergleichbaren Abflusssituationen herangezogen werden dürfen;
- eine jährliche Konzentration von 1 µg/l im Rhein bei Bimmen/Lobith bezogen auf den langjährigen mittleren Abfluss bei Bimmen einer Fracht von ca. 70 t entspricht;
- bei den Schwermetallen sowohl die anthropogenen als auch die geogenen Anteile mit erfasst werden;
- Hochwasserwellen auch mit schwer löslichen Schadstoffen (wie z. B. Schwermetalle) belastete Sedimente aufwirbeln, weitertransportieren und somit die Frachten einiger Stoffe wesentlich beeinflussen können.

Als geogene Hintergrundkonzentrationen wurden für Cadmium und Blei die Median Werte für Wasser gelöst aus dem „Geochemical Atlas of Europe“<sup>29</sup>, für Arsen und Chrom die Werte aus dem Bericht<sup>30</sup> „Ableitung von Umweltqualitätsnormen für die Rhein-relevanten Stoffe“ und für Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink die durch ein Expertenurteil festgelegten Werte genommen. Das Expertenurteil beruht dabei auf den über einen längeren Zeitraum niedrigsten, verlässlich gemessenen Konzentrationen im Rhein.

<sup>29</sup> <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/index.php>

<sup>30</sup> IKSR 2009: Ableitung von Umweltqualitätsnormen für die Rhein-relevanten Stoffe, IKSR-Fachbericht 164.

**Tabelle 21:** Vergleich der Emissionen mit den Frachten bei Bimmen-Lobith

Stoff	Emissionen (IFGE Rhein, P1-P12) (t)	NL-Emissionen (t)	Emissionen ohne NL (t)	Hintergrund		Emissionen IFGE ohne NL mit Hintergrundfrachten (t)	Frachten 2010 Bi/Lo (t)	Prozentuale Abweichung Emissionen
				Frachten Bi/Lo (P13) (t) (4)	Konzentrationen (µg/l)			
	(1)	(2)	(3=2-1)			(5=3+4)	(6)	
Gesamtstickstoff	321.138*	58.807	262.331			262.331	216.000	21%
Quecksilber	1,08	0,35	0,72	0,04	0,0005	0,76	0,79	-4%
Cadmium	3,26	0,74	2,52	0,70	0,01	3,22	3,15	2%
Chrom	117,28	3,09	114,19	26,60	0,38	140,79	124	14%
Kupfer	334,04	74,78	259,26	42,00	0,6	301,26	252	20%
Nickel	242,12	28,12	214,00	14,00	0,2	228,00	171	33%
Zink	1.378,04	244,23	1.133,81	70,00	1	1.203,81	1.074	12%
Blei	143,65	32,09	111,56	6,51	0,093	118,07	122	-3%
Arsen	9,67	6,53	3,14	70,00	1	73,14	73,8	-1%

**Legende**

t	Tonnen
Bi/Lo	Internationale Messstation Bimmen/Lobith
*	Inklusive ca. 60 kt Hintergrundbelastung

Ergebnisse der Plausibilitätskontrolle

Da Stoffe sich an Schwebstoffen/Sedimenten adsorbieren und sedimentieren oder wie bei Stickstoff durch Gewässer interne Prozesse umgewandelt und/oder zersetzt werden, müssten die Emissionen theoretisch höher als die durch den Rhein transportierten Frachten sein.

Die oben genannten Prozesse sowie Unsicherheiten beim Modellieren bzw. Erfassen der Emissionen führen zu Abweichungen beim Vergleich der Emissionen mit den ermittelten Frachten

Für Nickel (33%) liegen die Emissionen inklusive der Hintergrundfrachten bis Bimmen/Lobith deutlich über den geschätzten Frachten bei Bimmen/Lobith.

Die Emissionen inklusive Hintergrundfrachten von Gesamtstickstoff, Quecksilber, Cadmium, Chrom, Kupfer, Zink und Blei sind mit den Frachten bei Bimmen-Lobith vergleichbar (innerhalb einer Abweichung von ca. ± 20%), wobei für Quecksilber und Blei die erfassten Emissionen zu niedrig erscheinen.

Da die Hintergrundfrachten von Arsen um eine Größenordnung höher als die Emissionen sind, ist eine Plausibilitätskontrolle nicht sinnvoll.

Gesamtbewertung

Für fast alle hier im Detail betrachteten Stoffe sind die IFGE-Emissionen ohne die Niederlande aber inklusive der Hintergrundfrachten mit den Frachten bei Bimmen-Lobith vergleichbar. Lediglich für Nickel sind die Emissionen deutlich höher als die Frachten. Die Plausibilitätskontrolle zeigt daher, dass alle relevanten Emissionen erfasst wurden und realistisch bzw. etwas zu hoch angegeben werden.

## 5. Diskussion und Schlussfolgerungen

Das Emissionsinventar hat gezeigt, dass sich die Verfügbarkeit von quantitativen Daten für Punktquellen und diffusen Quellen auf Gesamt-N und die Metalle beschränkt (vgl. Kapitel 4.1). Um mehr Erkenntnisse über die Emissionen vieler anderen Stoffen in der IFGE Rhein zu bekommen sollten die Datengrundlagen in vielen Mitgliedstaaten weiter ausgebaut werden.

Anders als in früheren emissionsseitigen Bestandsaufnahmen, die hauptsächlich Belastungen aus Punktquellen als Ausgangspunkt genommen haben, wurden in der Bestandsaufnahme aus 2010 die Eintragspfade integral betrachtet. Die industriellen und kommunalen Punktquellen sind bereits Ende des 20. Jhd. deutlich zurückgegangen.

Die Entwicklung der Gesamtemissionen von Gesamt-N und der Metalle (siehe Kapitel 4.2) zeigt, dass die Emissionen für die meisten Stoffe reduziert werden konnten. Emissionsabnahmen sind hauptsächlich auf die Reduzierung von Punktquellen zurückzuführen (vgl. Tabelle 16). Für Kupfer und Nickel können keine verlässlichen Aussagen zur Entwicklung gemacht werden, da die Änderungen, auch bedingt durch die Änderung der Modellberechnungen, im Bereich der Ungenauigkeit liegen.

Die diffusen Stoffeinträge nehmen durch die weitere Abnahme der Punktquellen bei den Gesamtemissionen in Wasser einen größeren prozentualen Anteil ein und sind demzufolge bei der heutigen Gewässerverunreinigung in den Vordergrund getreten. Wichtige diffuse Eintragspfade für die hier betrachteten Stoffe waren vor allem Zwischenabfluss, Drainageabfluss und Grundwasser, Erosion sowie Regenüberläufe, kombinierte Mischwasserzuläufe und nicht ans Netz angeschlossene Abwasserrohre (vgl. Tabelle 15).

Bei einer weiteren Analyse in Bezug auf mögliche Maßnahmen bezüglich der Reduzierung der Emissionen in die Gewässer müssen jedoch nicht nur die Eintragspfade betrachtet werden, sondern auch die zugrundeliegenden Quellen.

Die obenstehenden Beobachtungen sind ein relativer Vergleich der Emissionen verschiedener Stoffe untereinander. Bei einer genaueren Analyse der Emissionen muss berücksichtigt werden, dass sich im Vergleich zum Inventar aus dem Jahr 2000 das Einzugsgebiet um 25% vergrößert hat, die Bevölkerung um 20% gewachsen ist, Staaten Beiträge unterschiedlicher Eintragspfade nicht geliefert haben und sich die Schätzungsmethoden in den verschiedenen Staaten geändert und/oder weiter entwickelt haben.

Die Plausibilitätsüberprüfung zeigt, dass die IFGE-Emissionen (ohne die Niederlande aber inklusive der Hintergrundfrachten) von Gesamtstickstoff, Quecksilber, Cadmium, Chrom, Kupfer, Zink und Blei mit den Frachten bei Bimmen-Lobith vergleichbar sind (Abweichung  $\pm 20\%$ ). Für Nickel liegen die Emissionsangaben höher als die berechneten Frachten, wobei der Unterschied noch im Bereich der Ungenauigkeit liegt und u.a. in den geänderten Modellberechnungen begründet ist.

Bei den betrachteten acht Pflanzenschutzmitteln (Kapitel 4.3) fehlen quantifizierte Emissionsdaten. Aussagen zur Entwicklung der Pflanzenschutzmitteleinträge seit der Bestandsaufnahme 2000 gestalten sich aufgrund fehlender Daten und einer wechselnden Priorisierung bei der Auswahl der zu betrachtenden Pflanzenschutzmitteln schwierig. Der Einsatz von Lindan und TBT ist inzwischen flächendeckend verboten. Auch Diuron ist in fast allen Mitgliedstaaten nicht mehr als Pflanzenschutzmittel zugelassen, jedoch darf es in einigen Mitgliedstaaten als Biozid eingesetzt werden. Seit einigen Jahren steht insbesondere Isoproturon im Rheineinzugsgebiet im Fokus, da mehrere Isoproturonwellen über den Warn- und Alarmplan gemeldet wurden. Die Möglichkeiten zur Reduzierung der Belastung aus diffusen Quellen werden derzeit in einer

Expertengruppe der IKSR am Beispiel der Pflanzenschutzmittel und deren Eintragspfaden in die Gewässer erarbeitet. Ein Fachbericht zu diesem Thema wird voraussichtlich 2016 veröffentlicht.

Den Pflanzenschutzmitteln ist weiterhin Aufmerksamkeit zu widmen, vor allem wird eine genauere Modellierung von Emissionen von Pflanzenschutzmitteln im Rheineinzugsgebiet empfohlen.

Aufgrund neuer Kenntnisse treten zudem immer mehr Mikroverunreinigungen (Arzneimittel, Röntgenkontrastmittel, EDTA, etc.), wie in Kapitel 4.4 ausgeführt, in das Blickfeld des Gewässerschutzes im Rheineinzugsgebiet.

**Anlagen**

- I: Übersicht über die inventarisierten Stoffe
- II: Vergleich der EU-Emissionsgrafik und der IKSR-Emissionsgrafik
- III: Nationale Schätzmethoden
- IV: Übersicht über Pflanzenschutzmittel

**Anlage I: Übersicht über inventarisierte Stoffe**

Stoff	CAS. Nr.	Programm Rhein 2020, Bilanz 2000-2005	WRRL-Bestands-aufnahme 2005	WRRL Bewirtschaftungsplan 2009	Rheinstoffliste 2011	1985	1990 (88)	1992	1996	2000	2010
Chlorid	n.r.		X	X							pd
Ammonium-N	14798-03-9	X	X	X	X	pd		p	pd	pd	pd
Gesamtstickstoff	n.r.	X	X	X				p	pd	pd	pd
Gesamtphosphor	n.r.	X				pd		p	pd	pd	
<b>Metalle und Arsen</b>											
Arsen	7440-38-2	X	X	X	X			p	p	p	pd
Blei	7439-92-1	X	X	X	X	pd		p	pd	pd	pd
Cadmium	7440-43-43-9	X	X	X	X	pd		p	pd	pd	pd
Chrom	7440-47-3	X	X	X	X	pd		p	pd	pd	pd
Kupfer	7440-50-8	X	X	X	X	pd		p	pd	pd	pd
Nickel	7440-02-0	X	X	X	X	pd		p	pd	pd	pd
Quecksilber	7439-97-6	X	X	X	X	pd		p	pd	pd	pd
Zink	7440-66-6	X	X	X	X	pd		p	pd	pd	pd
<b>Industrie-chemikalien</b>											
Chloraniline	n.r.					pd		p	p		
4-Chloranilin	106-47-8	X	X	X						p	
2-Chlortoluen	95-49-8	X					pd	p	p		
4-Chlortoluen	106-43-4	X					pd	p	p		
Diethylhexylphthalat (DEHP)	117-81-7		X	X	X						p
Bromierte Diphenylether	32534-81-9		X	X	X						p
Diglyme	111-96-6				X						p
3,4-Dichloranilin	95-76-1	X								p	
ETBE	637-92-3				X						i
Hexachlorbenzol	118-74-1	X	X	X	X	pd		p	p		i
Hexachlorbutadien	87-68-3	X	X	X		pd		p	p		
MTBE	1634-04-4				X						i
Chlornitrobenzene						pd		p	p		
Nonylphenole / 4-(para)-n-Nonylphenol	104-40-5		X	X	X						pd
Octylphenol	140-66-9		X	X	X						pd
PCB	n.r.	X	X	X	X	pd		p	p		i
Pentachlorphenol	87-86-5	X	X	X		pd		p	p		
PFT	n.r.				X						i
Trichlorbenzole	n.r.					pd		p	p		
<b>Leichtflüchtige Kohlenwasserstoffe</b>											
Benzol	71-43-2	X	X	X		pd		p	p		
Dioxine	n.r.							p	p		

Stoff	CAS. Nr.	Programm Rhein 2020, Bilanz 2000-2005	WRRL-Bestands-aufnahme 2005	WRRL Bewirtschaftungsplan 2009	Rheinstoffliste 2011	1985	1990 (88)	1992	1996	2000	2010
1,2-Dichlorethan	84852-15-3	X	X	X		pd		p	pd		
1,1,1-Trichlorethan	71-55-6					pd		p	pd		
Tetrachlormethan (Tetrachlorkohlenstoff)	56-23-5	X	X			pd		p	p		
Trichlorethen (Trichlorethylen)	79-01-6	X	X			pd		p	pd		
Tetrachlorethen (Tetrachlorethylen)	127-18-4	X	X			pd		p	pd		
Trichlormethan	67-66-3	X	X			pd		p	pd		
<b>Pharmaka</b>											
Carbamazepin	298-46-4				X						i
Diclofenac	15307-86-5				X						i
<b>Röntgenkontrast- mittel</b>											
Iopamidol	62883-00-5				X						i
<b>Pflanzenschutzmittel</b>											
Atrazin	1912-24-9	X	X	X				p	pd	pd	
AMPA	1066-51-9				X						d
Azinphos-ethyl	2642-71-9	X						p	pd		
Azinphos-methyl	86-50-0	X					pd	p	pd	pd	
Bentazon	25057-89-0	X	X	X	X		pd	p	pd		d
Chlortoluron	15545-48-9		X	X	X						d
DDT insgesamt	n.r.	X						p	p		
Diuron	330-54-1	X	X	X	X					pd	pd
Dichlorvos	62-73-7	X	X	X			pd	p	pd		
Drine Summe	n.r.		X	X		pd		p	p		
Endosulfan	115-29-7	X	X			pd		p	pd	pd	
Glyphosat	1071-83-6				X						d
Fenitrothion	122-14-5	X		X				p	pd	pd	
Fenthion	55-38-9	X	X	X				p	pd	pd	
HCH	608-73-1		X	X				p			
Gamma-HCH (Lindan)	58-89-9	X	X	X	X				d	pd	d
Isoproturon	34123-59-6	X	X	X	X					pd	pd
Malathion	121-75-5	X						p	pd	pd	
Mecoprop	93-65-2	X	X	X	X						d
Parathion-ethyl	56-38-2	X				pd		p	pd	pd	
Parathion-methyl	298-00-0	X					pd	p	pd	pd	
Simazin	122-34-9	X	X	X			pd	p	p	pd	
Trifluralin	1582-09-8	X	X	X				p	p	pd	
<b>Synthetische Komplexbildner</b>											
EDTA	60-00-04				X						i
<b>Zinnorganika</b>											
Zinnorganika	n.r.						pd	p		p	

Stoff	CAS. Nr.	Programm Rhein 2020, Bilanz 2000-2005	WRRL-Bestands-aufnahme 2005	WRRL Bewirtschaftungsplan 2009	Rheinstoffliste 2011	1985	1990 (88)	1992	1996	2000	2010
Tributylzinn-Kation	36643-28-4	X	<b>X</b>	<b>X</b>	X					d	d
<b>Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)</b>		X									
PAK(Summe aus Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(ghi)perylen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Benzo(a)pyren )	n.r.	<b>X</b>	X		X					p	pd
Anthrazen	120-12-7		X	X	X						pd
Benzo(b)fluoranthen	205-99-2			X							
Benzo(a)pyren	207-08-9	<b>X</b>		X						p	
Benzo(g,h,i)perylen	191-24-2		<b>X</b>	<b>X</b>							
Fluoranthen	206-44-0		X	X	X						pd
Indeno(1,2,3cd)pyren	193-39-5		<b>X</b>	<b>X</b>							
<b>Summenparameter</b>											
AOX	n.r.	<b>X</b>				pd		p	pd	pd	

**Legende:**

**X fett:** Problematische Stoffe auf Teil A-Ebene und/oder im Rahmen der Bilanz 2000-2005 des Programms Rhein 2020

p = Punktquelle

d = diffuse Quelle

i = Info aus IKS-R-Dokumenten

n.r. = nicht relevant

**Anlage II: Vergleich des EU-Emissionsschemas mit dem IKSR-Emissionsschema (siehe IKSR-Fachbericht 134)**

Guidance Schema		IKSR Schema 2000	Analyse der Unterschiede	
Eintragspfade				
Nr.	Name	Name	Identisch	
P1	Atmosphärische Deposition, direkt in Oberflächengewässer	Atmosphärische Deposition (5)	Ja	
P2	Erosion	Erosion (2)	Ja	
P3	Oberflächenabfluss von nicht versiegelten Flächen	Oberflächenabfluss (3)	Ja	
P4	Zwischenabfluss, Drainageabfluss und Grundwässer	Drainage + (Grundwasser für N +P) (4)	Nein	Im Guidance Dokument sind Zwischenabfluss, Drainageabfluss und Grundwasser ein Eintragspfad
P5	Direkte Einleitungen und Driften aus der Landwirtschaft	Hofabläufe und Abdrift (1)	Ja	
P6	Oberflächenabfluss von versiegelten Flächen	-		Ist im IKSR-Schema indirekt berücksichtigt und trägt bei zu 6 (Trennkanalisation), 7 (Regenüberläufe) und 8 (ungeklärt). Als direkter Eintragspfad (P6) wurde dies von der IKSR im Schema 2000 nicht berücksichtigt.
P7	Regenüberläufe <sup>31</sup> , kombinierte Mischwasserzuläufe und nicht ans Netz angeschlossene Abwasserrohre	Trennkanalisation (6)	Nein	Im Guidance Dokument sind Regenwasser- (Trennkanalisation im IKSR-Schema) sowie Mischwasserüberläufe (Regenüberläufe im IKSR-Schema) und die nicht an die Kläranlage angeschlossene Kanalisation (ungeklärt im IKSR-Schema) ein Eintragspfad.
P7	Regenüberläufe, kombinierte Mischwasserzuläufe und nicht ans Netz angeschlossene Abwasserrohre	Regenüberläufe (7) (aus Mischwasserkanal)	Nein	Idem
P7	Regenüberläufe, kombinierte Mischwasserzuläufe und nicht ans Netz angeschlossene Abwasserrohre	ungeklärt (8)	Nein	Idem
P8	Behandeltes kommunales Abwasser	Kommunale Kläranlagen (-)	Ja	
P9	Behandelte und unbehandelte Einleitungen aus Haushalten	Nicht angeschlossene Haushalte (9)	Ja	
P10	Behandeltes Industrieabwasser	Industrie (-)	Ja	
P11	Direkte Einleitungen aus aufgelassenen	-		Dieser Eintragspfad wurde von der IKSR im Schema 2000 nicht

<sup>31</sup> In Deutschland werden Regenüberläufe zu P6 gerechnet

Guidance Schema		IKSR Schema 2000	Analyse der Unterschiede	
<b>Eintragspfade</b>				
	Bergwerken			berücksichtigt.
P12	Direkte Einleitungen aus der Schifffahrt	Direkte Einträge (Schifffahrt) (10)	Ja	
P13	Natürliche Hintergrundbelastung	Natürliche Hintergrundbelastung (-)	Ja	

## **Anlage III: Nationale Schätzmethode**

### **Schweizerische Schätzmethode**

Mit dem Modell MODIFFUS (Modell zur Schätzung diffuser Einträge in die Gewässer), liegt ein empirisch-statistischer Modellansatz vor, der Emissionsschätzungen diffuser Eintragspfade ermöglicht. Grundlage für die Modellierung diffuser Stoffeinträge ist die Landnutzung.

Das bestehende statistisch-empirische Stoffflussmodell wurde auf Grund des neuesten Wissenstandes aktualisiert und weiterentwickelt. Dadurch haben sich viele methodische Veränderungen ergeben, so dass die Vergleichbarkeit mit früheren Berechnungen nur eingeschränkt möglich ist. Die Ergebnisse repräsentieren den Stand des Jahres 2010. Zur Kennzeichnung der Anpassungen im Modell wurde die neue Modellversion MODIFFUS 3.0 benannt.

Als Grundlage jeder Modellierung dienen die verschiedenen Grundlagendaten und die Bestimmung der Wasserflüsse. Daher wurde für jede Rasterzelle der potenzielle Abfluss (Niederschlag minus Nutzungsspezifischer Verdunstung) ermittelt. Darauf wurden die verschiedenen Wasserflüsse (Oberflächenabfluss, Drainage- und Grundwasserabfluss) für die einzelnen Landnutzungskategorien (z.B. Ackerland, Gartenbau, Wald, etc.) berechnet. Die Berechnung der Stofffrachten erfolgte anschließend durch Multiplikation der Wasserflüsse mit den entsprechenden nutzungs- und gebietsspezifischen Stoffkonzentrationen. Die Daten der amtlichen Statistiken liegen mit unterschiedlichem räumlichem Bezug vor. Für diese Untersuchung wurde das Hektarraster als Berechnungsgrundlage gewählt. Dieses Raster wird als Grundlage von der Arealstatistik abgeleitet. Alle Eingangsdaten werden auf dieses Hektarraster aggregiert oder disaggregiert.

Bei der Übertragung und Verwendung von Literaturdaten ist mit Unsicherheiten und Fehlern zu rechnen, da die an einem Standort oder in einem Einzugsgebiet zu einem bestimmten Zeitpunkt gemessenen Daten streng genommen nur für diesen Standort Gültigkeit haben. Entsprechend mussten relativ viele Annahmen getroffen werden, und es wurden viele Werte auf Grund von Analogieschlüssen festgelegt, so dass eine exakte Quantifizierung und eine statistische Fehlerrechnung unmöglich sind. Somit handelt es sich um eine Schätzung der Stoffeinträge in die Gewässer, die Größenordnungen von verschiedenen Belastungsquellen in unterschiedlichen Gebieten zeigen soll. Es muss mit einem statistischen Fehler von schätzungsweise  $\pm 20\%$  für langjährige Durchschnittswerte gerechnet werden. Da langjährige Durchschnittswerte verwendet wurden, bleiben bestimmte Einzelereignisse wie z.B. extreme Starkniederschläge mit hoher Bodenerosion, Murgängen oder Überschwemmungen oder Unfälle, die für eine Gewässer katastrophale Folgen haben können, unberücksichtigt. Lokale, kleinräumige Besonderheiten (z.B. Deponien, kleine Moore usw.) wurden nicht erfasst. Die berechneten Stoffeinträge dürfen daher als durchschnittlicher Summenwert für ein Einzugsgebiet oder eine administrative Einheit ab ca. 50 km<sup>2</sup> Fläche, nicht aber für einzelne Gemeinden, Parzellen oder Rasterzellen angesehen werden. Die Ergebnisse lassen sich für beliebige Einheiten aggregieren.

### **Literaturverzeichnis**

Hürdler J., Prasuhn V, Spiess E. 2015. Abschätzung diffuser Stickstoff- und Phosphoreinträge in die Gewässer der Schweiz, MODIFFUS 3.0. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Agroscope, Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften INH, Zürich. 117 S.

Hürdler J., Spiess E., Prasuhn V. 2015. Diffuse Nährstoffeinträge in die Gewässer. Schweizweite Modellierung diffuser Stickstoff- und Phosphoreinträge. Aqua und Gas 9, 66-78.

### Deutsche Schätzmethode

Zur Aufstellung eines Emissionsinventars wurde das Modellinstrument MoRE (= Modeling of Regionalized Emissions) (Fuchs et al. 2012) zur Modellierung von Stoffeinträgen in die Gewässer entwickelt.

Die Eintragsmodellierung mit MoRE erfolgt über die Methode der Regionalisierten Pfadanalyse (RPA) (European Commission, 2012). Die RPA weist unterschiedliche Eintragspfade von Stoffen in die Gewässer aus und unterscheidet übergeordnet zwischen punktförmigen Eintragspfaden und Eintragspfaden, die stark von diffusen Quellen geprägt sind. Im MoRE sind die folgenden Eintragspfade implementiert: kommunale Kläranlagen, industrielle Direkteinleiter und Einträge aus historischem Bergbau als Pfade mit punktförmigen Quellen sowie folgende Eintragspfade mit diffusen Quellen: Kanalisationssysteme, Oberflächenabfluss, Erosion, Grundwasser, Dränagen, direkte atmosphärische Depositionen auf die Gewässeroberfläche sowie Binnenschifffahrt. Zusätzlich zu der Modellierung von Einträgen in die Gewässer wird eine Abschätzung der Gewässerfracht auf Basis der Gesamteinträge und einer stoffabhängigen Retention vorgenommen.

Der RPA-Ansatz benötigt allgemeine und stoffspezifische Eingangsdaten und lässt eine nach Eintragspfaden differenzierte und zusätzlich räumlich differenzierte Aussage zu Stoffeinträgen in die Oberflächengewässer zu. MoRE modelliert auf Basis von Einzeljahren. Die Ergebnisse können für die Einzeljahre oder für definierte Bilanzzeiträume ausgegeben werden. Für den Zeitraum 1983-2011 können die Nährstoffe (Stickstoff (N) und Phosphor (P)) sowie die Schwermetalle Cadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Nickel, Blei und Zink abgebildet werden, für den Zeitraum 2003-2011 die PAK als Summenparameter ( $\Sigma$  EPA-PAK16). Darüber hinaus sind weitere organische Schadstoffe nur für bestimmte Jahre oder Einzugsgebiete in MoRE eingebunden. Für diese zusätzlichen Schadstoffe werden je nach Stoff und Datenverfügbarkeit verschiedene Eintragspfade modelliert.

Die räumliche Auflösung in MoRE ist hierarchisch aufgebaut. Es können verschiedene räumliche Aggregationsebenen, wie Flussgebietseinheiten nach WRRL abgebildet werden. Basis und kleinste räumliche Modelleinheit sind die Analysegebiete (AU), die eine mittlere Größe von 130 km<sup>2</sup> für Deutschland aufweisen. Die Ausweisung der AUs beruht sowohl auf einer gebietshydrologischen als auch administrativen Abgrenzung (Fuchs et al. 2010). Analog zu den Eingangsdaten und Ansätzen kann die räumliche Modellierungsgrundlage an die Anforderungen der Nutzer angepasst werden.

Das Flussgebietsmanagementsystem MoRE basiert auf einer open source Datenbank, einem generischen Rechenkern und zwei Benutzeroberflächen. Die Modellierung erfolgt über einen generischen Rechenkern, der über die Benutzeroberfläche angesteuert wird und eine dynamische Verbindung zur Datenbank hat. Die Ergebnisse der Modellierung können entweder als Tabelle ausgegeben und in einem GIS-Browser in Kartenform sowie in Form von Diagrammen visualisiert werden.

### Literaturverzeichnis

Behrendt, Horst; Huber, Peter; Kornmilch, Matthias; Opitz, Dieter; Schmoll, Oliver; Scholz, Gaby; Uebe, Roger (1999): Nährstoffbilanzierung der Flußgebiete Deutschlands. Unter Mitarbeit von W. Pagenkopf, Martin Bach und Ulrike Schweikart. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB). Berlin (UBA-Texte, 75/99).

European Commission (2012): Technical guidance on the preparation of an inventory of emissions, discharges and losses of priority and priority hazardous substances. Brussels: European Commission (Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC)). Online verfügbar unter <http://www.emissieregistratie.nl/ERPUBLIEK/documenten/Water/WFD%20guidance%20on%20emission%20inventories.pdf>.

Fuchs, Stephan; Scherer, Ulrike; Wander, Ramona; Behrendt, Horst; Venohr, Markus; Opitz, Dieter et al. (2010): Berechnung von Stoffeinträgen in die Fließgewässer Deutschlands mit dem Modell MONERIS. Nährstoffe, Schwermetalle und Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe. 1. Aufl. 1 Band. Dessau-Roßlau (UBA-Texte, 45/10).

Online verfügbar unter

<http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4017.pdf>.  
Fuchs, Stephan; Wander, Ramona; Rogozina, Tatyana; Hilgert, Stephan; Scherer, Ulrike (2012): Methodische Optimierung von Modellansätzen zur Schadstoffbilanzierung in Flussgebietseinheiten zur Förderung der Umsetzungsstrategie zur Wasserrahmenrichtlinie. Endbericht für das Vorhaben FZK: 370 822 202/01. nicht veröffentlicht.

Hillenbrand, Thomas; Tettenborn, Felix; Menger-Krug, Eve; Marscheider-Weidemann, Frank; Fuchs, Stephan; Toshovski, Snezhina et al. (2014): Maßnahmen zur Verminderung des Eintrages von Mikroschadstoffen in die Gewässer. 85/2014. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Dessau-Roßlau (UBA Texte). Online verfügbar unter <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/massnahmen-zur-verminderung-des-eintrages-von>.

Wursthorn, Sibylle; Poganietz, Witold-Roger; Bodle, Ralph; Homann, Gesa; Heidmann, Frank; Thom, Andreas et al. (2013): Datenvalidierung/Methodenentwicklung zur verbesserten Erfassung und Darstellung der Emissionssituation im PRTR. Forschungsvorhaben des Umweltbundesamt. Förderkennzeichen: FKZ 37 10 91 244. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS). Karlsruhe.

## Niederländische Schätzmethode

### Emissionsregister

Die von der niederländischen Delegation gelieferten Emissionsangaben für den gesamten SEMI-Emissionsbericht stammen aus der Datenbank des Niederländischen Emissionsregisters ([www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)). Zahlreiche Experten aus unterschiedlichen Instituten liefern jährlich Emissionsdaten von etwa 350 Schadstoffen in die Luft, den Boden und das Wasser, die in der Datenbank gespeichert und über die öffentliche Website bereitgestellt werden. Diese Datenbank enthält Emissionsdaten für die Jahre 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2012 und 2013 (im Januar 2015 validiert) und vorläufige Emissionsdaten für 2014 (im August 2015 validiert).

Zweck des Emissionsregisters ist die jährliche Ermittlung eines Datensatzes eindeutiger Emissionsdaten, über den Konsens besteht und der folgenden Kriterien entspricht: Aktualität, Richtigkeit, Vollständigkeit, Transparenz, Vergleichbarkeit, Konsistenz und Exaktheit. Mit der Speicherung dieser Daten in einer zentralen Datenbank für Emissionsdaten in den Niederlanden soll auf effiziente und wirksame Weise der nationalen und internationalen Berichterstattungspflicht bezüglich Emissionsdaten nachgekommen werden können.

Auf der Website können die Emissionen auf unterschiedliche Art und Weise ausgewählt werden: als Karte, Grafik oder Datenbank für den eigenen Gebrauch. Die Datenbank beinhaltet sowohl Emissionen einzelner registrierter Punktquellen, wie auch die aus diffusen Quellen. Die Erhebung und Bearbeitung der Daten zu nationalen Zahlenangaben/Angaben pro Emissionsquelle erfolgt nach zuvor vereinbarten Methoden. Die Berechnungsmethoden werden pro Emissionsquelle oder Gruppe von Emissionsquellen in Factsheets (auf Niederländisch und Englisch) beschrieben, die auf der Website verfügbar sind. In der Datenbank werden die Emissionsangaben über die Niederlande auch räumlich verteilt.

Das Niederländische Emissionsregister arbeitet in einem Jahreszyklus, das heißt, dass jedes Jahr die Daten eines weiteren Jahres in die Datenbank eingegeben werden. Dabei werden beispielsweise im Falle einer Anpassung der Schätzmethode auch die Emissionsdaten vergangener Jahre überarbeitet.

### Bemerkungen zu den Emissionsdaten aus 2010

Die eingereichten Daten basieren auf dem Jahr 2010 aus dem Datensatz ER 1990-2012 (mit Ausnahme der Daten für Gesamt-N und Gesamt-P).

Die Informationen basieren auf den Emissionen im niederländischen Teil des Rheineinzugsgebiet (Rijn-Noord, Rijn-West, Rijn-Midden und Rijn-Oost) einschließlich der Küsten- und Übergangsgewässer, die im Rahmen der WRRL berücksichtigt werden.

Für einige der angefragten Stoffe sind im E-PRTR oder Emissionsregister keine Daten vorhanden (Ammonium-N, Octylphenole, bromierte Diphenylether, Diglyme, EDTA).

Für die Stoffe Glyphosat, Diuron und Isoproturon werden die verfügbaren Frachten aus einer begrenzten Anzahl Punktquellen angegeben.

### Emissionen aus Punktquellen

Unter die Emissionen aus Punktquellen fallen sowohl die Kläranlagen (Eintragspfad P8), als auch industrielle Emissionen (Eintragspfad P10). Angaben zu den Emissionen aus der Industrie werden von den Unternehmen direkt über einen elektronischen Umweltjahresbericht geliefert und von befugter Stelle validiert. Die Kläranlagendaten werden von den für die jeweilige Kläranlage zuständigen Akteuren der Wasserwirtschaft eingereicht. Für die Daten aus den Kläranlagen werden sowohl Messdaten, als auch geschätzte Emissionen genutzt.

**Emissionen aus diffusen Quellen**

Die diffusen Emissionen aus etwa 60 unterschiedlichen diffusen Quellen, die im Emissionsregister zur Verfügung stehen, werden den Eintragungspfaden P1 bis P13 einschließlich zugewiesen.

Die Eintragungspfade P2 und P11 sind für die Niederlande nur eingeschränkt von Bedeutung und werden daher im Rahmen des Emissionsregisters nicht quantifiziert.

Die Eintragungspfade P3, P4 und P13 werden für einige Stoffe (Zn, Pb, Ni, Cu und Cd) durch Modellberechnungen gemeinsam quantifiziert und können daher nicht in einzelne Eintragungspfade aufgeteilt werden. Diese Emissionen werden insgesamt dem Eintragungspfad 4 zugeschrieben.

Für Gesamt-N und Gesamt-P beruhen die Berechnungen für P3 und P4 auf Modellberechnungen mit dem Modell STONE für durchschnittliche Wetterjahre. Um mit den im BWP gemeldeten Trends übereinzustimmen, wurden Daten aus dem Jahr 2010 aus dem letzten Datensatz ER 1990-2013 genommen. Die Modellberechnungen schließen die natürlichen Hintergrundkonzentrationen ein, die daher nicht getrennt zu melden sind.

Die Emissionsfrachten der angegebenen Pflanzenschutzmittel wurden mit dem NMI-Modell auf der Grundlage der Zahlenangaben zu Einsatz und Emissionsfaktoren berechnet.

**Anlage IV: Übersicht über Pflanzenschutzmittel: Zulassung, Anwendung, Anwendungszeitraum und Dosierung sowie geschätzte Anwendungsmenge und der geschätzte Emissionen in Gewässer.**

Stoff	Zulassung: ja (bis wann) nein (seit wann)								Anwendung: 1) welcher Anbau 2) welcher Zeitraum 3) zulässige Dosierung (Wirkstoff/ha)							
	AT	LI	CH	DE	FR	LU	BE	NL	AT	LI	CH	DE	FR	LU	BE	NL
Glyphosat	Ja		Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja (2022)	1) praktisch überall, landwirtschaftlich (z.B. Getreide) und nicht-landwirtschaftlich (Wiesen, Gärten) 2) Frühjahr bis Herbst 3) bei Getreide 1,8kg/ha		1) Fast überall, oft auch für städtisches Grün 2) März - Oktober 3) max 1 kg/ha	1) Fast überall 2) Frühjahr bis Herbst 3) 1,8 bis 3,6 kg/ha	1) Unkraut-vernichtung fast überall 2) Frühjahr bis Herbst 3) 1,1 bis 2,2 kg/ha, max. 1,5 bis 2,88 kg/ha/Jahr		3) 0,72 bis 3,6 kg/ha	Für fast alle Anwendungen von Unkrautvernichtungsmitteln
Bentazon	Ja		Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja (2017)	1) Sojabohne, Mais 2) Frühjahr 3) 0,96 kg/ha		1) Meistens Leguminosen (sonst Getreide, Kartoffeln, usw.) 2) April - Juni 3) max 1,9 kg/ha	1) Mais; Leguminosen; Kräuter; Getreide; Gräser 3) 0,75 kg/ha; 0,960 kg/ha; 1 kg/ha	1) Winter- und Sommergetreide, Gemüse, Kräuter, Soja, Erbsen, usw. 2) Herbst und Frühjahr 3) 1,4 bis 1,6 kg/ha		3) 0,3 bis 0,96 kg/ha	1) Kartoffeln, Mais, Zwiebeln, Hülsenfrüchte
Chlortoluron	Ja		Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein (2000)	1) Wintergetreide 2) Frühjahr 3) 2,1 kg/ha		1) Klee, Gerste 2) Hauptsächlich September- Oktober 3) 0,4 kg/ha	1) Wintergetreide 2) Herbst oder Frühjahr 3) 0,5 bis 2 kg/ha	1) Wintergetreide 2) Herbst und Frühjahr 3) 1,5 bis 1,8 kg/ha		3) 1,5 bis 3 kg/ha	Nicht erlaubt
Diuron	Nein (2007)		Nein	Nein (2007)	Nein (2008)	Nein	Nein	Nein (Landwirtschaft, 1999) Ja (Biozid, 2022)			1) Obstgärten, Weinberge; städtische Fassaden 2) April - Juni; ganzes Jahr 3) 2 kg/ha	-	1) nur für besondere Anwendungen		-	1) Nur für wenige Anwendungen erlaubt
Gamma HCH (Lindan)	Nein (1997)		Nein (2006)	Nein (1997)	Nein	Nein	Nein	Nein (2007)				-	-		-	Nicht erlaubt
Iso-proturon	Ja			Ja	Ja	Ja	Ja	Ja (2024)	1) Getreide 2) Frühjahr oder Herbst 3) 1,5 kg/ha		1) Weizen, Gerste 2) September - Oktober und Februar - März 3) 0,75 kg/ha	1) Wintergetreide; Ziergehölze 2) Herbst- oder Frühjahr; vor dem Austrieb 3) 1 bis 1,5 kg/ha; 1,5 kg/ha	1) Wintergetreide 2) Herbst und Frühjahr 3) 0,8 bis 1,2 kg/ha		3) 0,8 bis 1,5 kg/ha	1) Wintergetreide
Mecoprop	Verkauf nein (2013) Aufbrauchfrist ja (2015)		Ja	Ja		Ja		Ja (2023)	1) Getreide, Gärten 2) Frühjahr (Getreide), während der Vegetationsperiode (Gärten) 3) 1,2 kg/ha		Mecoprop-P 1) Getreide, städtisches Grün (städtische Dächer) 2) April- Mai (städtisches Grün) Mai- Oktober (städtische Dächer ganzes Jahr) 3) 0,13 kg/ha	Mecoprop-P 1) Getreide, Wiesen und Weiden, Rasen 2) Frühjahr/Sommer 3) bis 1,8 kg/ha	1) Winter- und Sommergetreide, Grünflächen 2) Frühjahr, Herbst 3) 0,8 kg/ha			Mecoprop-P 1) Grasland, Körner, Grassamen)
TBT	Nein		Nein	Nein (1988)		Nein	Nein	Nein (2003)	Nein			-	-		-	Nicht erlaubt

Stoff	Geschätzter Einsatz (in Tonnen/Jahr) (in 2010 oder Durchschnittswert 2008-2010)							Geschätzte Emissionen in die Gewässer (in kg/Jahr) (in 2010 oder Durchschnittswert 2008-2010). Quantitative Bestimmung der Emissionen auf der Grundlage von 1) Messungen 2) Modellberechnungen 3) Emissionsfaktoren und/oder 4) anderer Herangehensweise oder qualitative Bestimmung mit Hilfe der Klasseneinteilung gemäß emissionsseitiger Bestandsaufnahme über das Jahr 2000 (IKSR-Bericht Nr. 134) in kg/Jahr								
	AT	LI	CH	DE	FR	LU	BE	NL	AT	LI	CH	DE	FR	LU	BE	NL
Glyphosat			> 200	>1000	244			800			3) <u>101</u> -500		1.001 - 5.000			3) 942,5
Bentazon	0		1-5	25-100	6,3			40			3) 10- <u>50</u>		<u>51</u> - 100			3) 688,2
Chlortoluron			10-20	100-250	45			0			3) <u>101</u> -500		101 - <u>500</u>			
Diuron	0		5-10 (nur landwirtschaftlicher Anteil)	-	-			0			3) 10- <u>50</u> (+ 800 für Gebäudefassaden)		-			3) 194,6
Gamma HCH (Lindan)	0			-				0					-			
Isoproturon			20-50	>1000	54,9			60			3) <u>101</u> -500		<u>501</u> - 1000			3) 125,9
Mecoprop			10-20 (nur landwirtschaftliche und städtische Nutzung)	100-250	9,1			Mecoprop-P 70			3) 51- <u>100</u> (Bitumen Emissionen wurden nicht berücksichtigt)		51 - <u>100</u>			
TBT	0			-	-			0					-			3) 0

Leere Zellen = Keine Angaben bzw. keine Daten verfügbar

X-Y = Falls unterstrichen liegen die Emissionen eher in der Nähe des unterstrichenen Zahlenwertes