



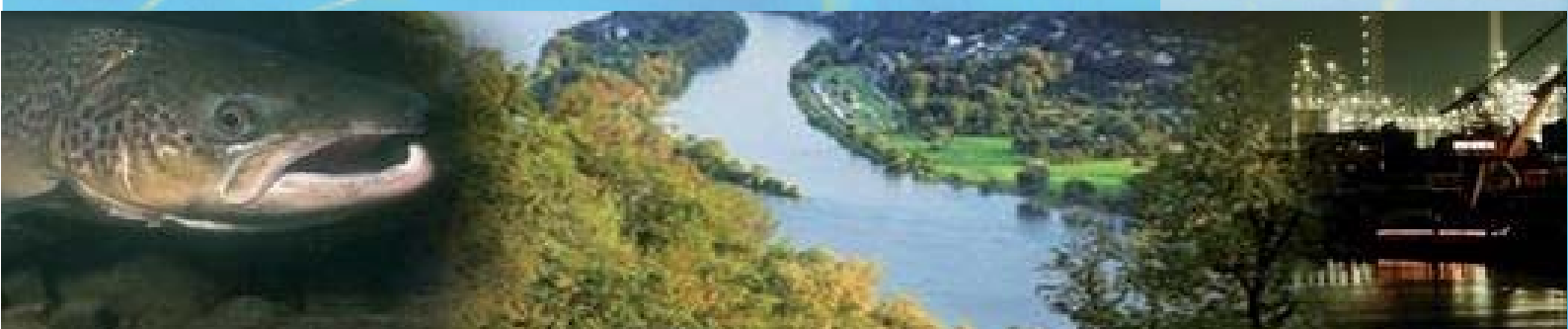
# Auswertungsbericht Industriechemikalien

Internationale  
Kommission zum  
Schutz des Rheins

Commission  
Internationale  
pour la Protection  
du Rhin

Internationale  
Commissie ter  
Bescherming  
van de Rijn

*Bericht Nr. 202*



## **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 2012  
ISBN-Nr.: 3-941994-28-X

# Auswertungsbericht Industriechemikalien

## 1. Einleitung

Industriechemikalien sind Stoffe, die als Bestandteile, Hilfs- oder Zusatzmittel in industriellen Fertigungsprozessen eingesetzt werden. Bei den hier betrachteten Industriechemikalien handelt es sich um organische Verbindungen nicht natürlichen Ursprungs, z.B. Lösungsmittel, Tenside, Flammschutzmittel, Klebstoffe und Farbstoffe. Mit dem Abwasser dieser Prozesse können sie direkt oder indirekt über eine Abwasserreinigungsanlage in Oberflächengewässer gelangen. Andererseits können sie aber auch Inhaltsstoffe von Produkten sein und im Lauf des Produktlebens oder bei der Verwertung/Entsorgung freigesetzt werden und so in die Gewässer gelangen.

Die OECD führt in ihrer Liste der HPV-Chemikalien (HPV: *high production volume*, Stoffe von denen mehr als 1.000 Tonnen pro Jahr in Umlauf gebracht werden) über 4.500 Substanzen auf<sup>1</sup>, von denen ein großer Teil zu den Industriechemikalien zählt.

Aufgrund der hohen Produktionsvolumina dieser Stoffe und der Vielzahl der Produktions- bzw. Einsatzorte überrascht es nicht, dass einzelne Stoffe in Oberflächengewässern nachgewiesen werden können. Neben den, für den jeweiligen Einsatzzweck gewünschten Eigenschaften zeigen zahlreiche Industriechemikalien in der Umwelt auch unerwünschte Einwirkungen auf empfindliche Wasserlebewesen. Dabei sind bei einigen Stoffen insbesondere die hormonaktiven Eigenschaften bereits im niedrigen Konzentrationsbereich von weniger als 1 µg/l von Bedeutung. Einige der Stoffe können auch die Ressourcen für die Trinkwassergewinnung beeinträchtigen. Aus der Vielzahl der Stoffe wurden aus der Rheinstoffliste die drei Stoffe Diglyme (Bis(2-methoxyethyl)ether), Bisphenol A und Nonylphenol, sowie die beiden Stoffgruppen Flammschutzmittel (Phosphorsäureester) und Perfluorierte Tenside als Indikatorstoffe ausgewählt. Die folgenden Informationen stützen sich auf drei separat publizierte Stoffdatenblätter zu den Industriechemikalien: phosphororganische Flammschutzmittel, Perfluorierte Tenside (PFT) und Diglyme, Bisphenol A und Nonylphenol (NP).

## 2. Problemanalyse

**Diglyme** ist ein Lösungsmittel mit weitem Einsatzspektrum in industriellen Anwendungen: organische Synthese, Azeotropdestillationsmittel, Zusatz in Brems- und Hydraulikflüssigkeiten sowie in Dispersionsfarben, für die Herstellung von Polyurethanlacken, Textilfarben und als Lösungsmittel in der Halbleiterindustrie.

Die höchsten gemessenen Konzentrationen in Oberflächengewässern des Rheineinzugsgebiets finden sich im Unterlauf des Hauptstroms. Die wenigen Messdaten in den Nebenflüssen des Oberlaufs des Hauptstroms zeigen gar keine Belastungen an. Hingegen sind die Nebenflüsse im Rheindelta offenbar vom Hauptstrom beeinflusst und weisen erhöhte Diglyme-Konzentrationen auf. Aufgrund emissionsreduzierender Maßnahmen bei einer ausschlaggebenden industriellen Einleitung im Jahr 2006 konnte die Belastung im oberen Abschnitt des Oberrheins im Laufe der Jahre reduziert werden.

Der für Diglyme maßgebliche Zielwert der IAWR in Oberflächengewässern, der der Trinkwassergewinnung dient, liegt bei 1.0 µg/l<sup>2</sup>. Einzelne Ereignisse bei Betrieben führen zu zeitlich begrenzten Spitzenbelastungen, bei denen dieser Wert überschritten wird.

---

<sup>1</sup> OECD Environment, Health and Safety Publications, Series on Testing and Assessment, No. 112, Paris 2009

<sup>2</sup> IAWR, IAWD, RIWA: „Donau-, Maas- und Rhein-Memorandum 2008“, Köln, Wien und Werkendam, 2008

**Bisphenol A** (BPA) ist ein chemischer Ausgangsstoff, der unter anderem für die Kunststoffherstellung aus Polykarbonat u. A. für Flaschen und die Innenbeschichtung von Konserven und Getränkedosen verwendet wird. Außerdem wird Bisphenol A in Epoxidharzen und in Dichtungs- und Verpackungsmaterial, als Antioxidans in Weichmachern und als aktiver Bestandteil in Thermopapieren eingesetzt.

Für Bisphenol A wird bislang eine hormonelle Wirkung bei Tieren und Menschen angenommen<sup>3</sup>, die aufgrund neuerer Studien derzeit weiter überprüft wird<sup>4</sup>.

Bisphenol A ist an organischer Substanz adsorbierbar und unter aeroben Bedingungen gut abbaubar. Im Vergleich zu den Zuflüssen sind die Konzentrationen im Hauptstrom des Rheins daher geringer (<0,03 µg/l). Die Einleitungen von gereinigtem Abwasser aus industriellen und kommunalen Kläranlagen belasten vor allem die kleineren Oberflächengewässer des Rheineinzugsgebietes und überschreiten hier teilweise den Zielwert der IAWR von 0,1 µg/l, der für naturfremde organische Stoffe mit Wirkungen auf biologische Systeme gilt. Der chronische PNEC - Wert für BPA liegt bei 1,6 µg/l<sup>5</sup>. Es wird darauf hingewiesen, dass für das Rheineinzugsgebiet nur von wenigen Messstellen Messdaten vorhanden waren.

**Nonylphenol** wurde hauptsächlich für die Herstellung von nichtionischen Tensiden, den Nonylphenoethoxylaten (NPEO) verwendet. Seit 2005 ist die Anwendung von Nonylphenol und NPEO haltigen Produkten in der EU und in der Schweiz stark eingeschränkt (Richtlinie 2003/53/EC<sup>6</sup>, ChemRRV<sup>7</sup>). Nonylphenol und NPEO dürfen seither in der gewerblichen Reinigung und der Metallverarbeitung nur noch in überwachten geschlossenen Systemen, bei denen die Reinigungsflüssigkeit rezykliert oder verbrannt wird und in der Textil- und Lederverarbeitung nur noch für Behandlungen, bei denen kein NPE in das Abwasser gelangt, verwendet werden.

Nonylphenol wird in der Abwasserreinigung und in der Umwelt durch mikrobiellen Abbau von Nonylphenoethoxylaten gebildet. Nonylphenol ist hormonell wirksam und reproduktionstoxisch<sup>8</sup> und als prioritär gefährlicher Stoff nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie eingestuft. Die Jahresdurchschnitts-Umweltqualitätsnorm (JD-UQN) für Oberflächengewässer beträgt 0.3 µg/l. Messwerte oberhalb der JD-UQN werden nur in regionalen Oberflächengewässern des Rheineinzugsgebiets beobachtet.

Aus der Gruppe der häufig als **Flammschutzmittel** eingesetzten Phosphorsäureester wurden die Stoffe Tris(2-chlorethyl)phosphat (**TCEP**), Tris(2-chlorisopropyl)phosphat (**TCPP**), Tris(dichlorpropyl)phosphat (**TDCP**), Tri-n-butylphosphat (**TnBP**), Tri-isobutylphosphat (**TiBP**) und Tris(butoxyethyl)phosphat (**TBEP**) als Leitsubstanzen ausgewählt. Sie werden als Weichmacher mit flammhemmender Wirkung in polyurethanhaltigen Erzeugnissen (z.B in der Bau-, Textil-, Papier-, Möbel-, Automobilindustrie), Klebstoffen, Lacken, Farben und Beschichtungsmitteln eingesetzt.

---

<sup>3</sup> BfR. 2005: [www.bfr.bund.de/cm/343/eine\\_neue\\_studie\\_zur\\_oestrogenen\\_wirkung\\_von\\_bisphenol\\_a.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/343/eine_neue_studie_zur_oestrogenen_wirkung_von_bisphenol_a.pdf)

<sup>4</sup> EFSA 2010 <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1829.htm>

<sup>5</sup> EU RA Bisphenol A (2008). European Union Risk Assessment Report: Bisphenol A, Environment Addendum of April 2008

<sup>6</sup> Richtlinie 2003/53/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2003 zur 26. Änderung der Richtlinie 76/769/EWG des Rates über Beschränkungen des Inverkehrbringens und der Verwendung gewisser gefährlicher Stoffe und Zubereitungen (Nonylphenol, Nonylphenoethoxylat und Zement)

<sup>7</sup> Verordnung zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (ChemRRV) vom 18. Mai 2005 (Stand 1. August 2011, SR 814.81)

<sup>8</sup> Wilfried Bursch, „(Öko)toxikologische Bewertung von Daten zur Festlegung von Umweltqualitätsnormen zur Umsetzung der Richtlinie 76/464/EWG und der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) 2000/60/EG in Österreich“, Gutachten. Teil 1, im Auftrag des Bundesministeriums für Land-, Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien *sowie*

<sup>8</sup> [www.oekotoxzentrum.ch/expertenservice/qualitaetskriterien/vorschlaege/index](http://www.oekotoxzentrum.ch/expertenservice/qualitaetskriterien/vorschlaege/index), zuletzt eingesehen am 09.08.2012

Einige Verbindungen (z.B. TCEP, TBP) stehen in Verdacht, beim Menschen Krebs zu erzeugen<sup>9</sup>.

Für die Substanzen TCEP, TCPP liegt ein Zielwert der IAWR von 0,1 µg/l vor, der im Hauptstrom Rhein überschritten wird. Auch in einigen Nebenflüssen des Rheins werden für TCPP Überschreitungen des IAWR-Wertes festgestellt. Bei Untersuchungen von Uferinfiltrat in Deutschland wurden für die Substanzen TCPP und TBEP ebenfalls Werte über dem IAWR-Wert festgestellt. Eine Überschreitung von PNEC-Werten wurde nicht festgestellt. Für diese Stoffgruppe existieren noch keine rechtlich verbindlichen UQN.

Bei den **perfluorierten Tensiden** (PFT) handelt es sich um Chemikalien, die in vielen Bereichen Anwendung finden, z.B. in Antihaft-Beschichtungen für Pfannen, als Regenschutz bei Bekleidung, in Feuerlöschschäumen oder zur Papierveredlung<sup>10</sup>. Die Verwendung von Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) wurde EU-weit eingeschränkt<sup>11 12</sup>. Jedoch nimmt die Verwendung von anderen Verbindungen aus der Gruppe der per- und polyfluorierten Tenside zu. 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<sup>13</sup> weltweit beschränkt.

EU-weit wie auch international laufen Anstrengungen PFOA und PFOS in der Produktion zu ersetzen<sup>1415</sup>.

Der Vorschlag der EU-Kommission (s. PFOS EQS Dossier 2011) für eine allgemeine Umweltqualitätsnorm (JD- UQN-V) für PFOS basiert auf der Umweltqualitätsnorm zum Schutz der menschlichen Gesundheit via Fischkonsum und beträgt für die Wasserphase 0,00065 µg/l<sup>16</sup>. Die entlang des Rheins und in Nebenflüssen des Rheins gemessenen mittleren Konzentrationen überschreiten diesen JD-UQN-V in vielen Fällen um ein vielfaches. Der IAWR-Wert beträgt für die Stoffe PFOA und PFOS je Einzelstoff 0,1 µg/l. Dieser Wert wird in den meisten Fällen im Rhein und seinen Nebenflüssen nicht überschritten. Ausnahmen bilden einzelne für PFOS gemessene Maximalwerte. PFOS kann auch im Grundwasser oder im mit Flusswasser angereicherten Grundwasser beobachtet werden, wobei einzelne Werte den IAWR-Wert erreichen oder überschreiten.

### 3. Analyse der Eintragspfade

**Diglyme** gelangt hauptsächlich aus industriellen Fertigungs- und Reinigungsprozessen über das Abwasser in die Oberflächengewässer. Die beobachteten Überschreitungen des Zielwerts der IAWR im Rhein sind vermutlich auf unzureichende Reinigung des industriellen Abwassers an Produktions- bzw. Verarbeitungsbetriebsstandorten

---

<sup>9</sup> Umweltbundesamt Wien: Fact Sheet Trisphosphate; [http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/gesundheit/fact\\_sheets/Fact\\_Sheet\\_Trisphosphate.pdf](http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/gesundheit/fact_sheets/Fact_Sheet_Trisphosphate.pdf)

<sup>10</sup> Umweltbundesamt Deutschland: Per- und Polyfluorierte Chemikalien. [http://reach-info.de/kritische\\_eigenschaften.htm#PFCs](http://reach-info.de/kritische_eigenschaften.htm#PFCs)

<sup>11</sup> Amtsblatt der Europäischen Union (2010): VERORDNUNG (EU) Nr. 757/2010 DER KOMMISSION VOM 24. August 2010.

<sup>12</sup> Amtsblatt der Europäischen Union (2010): VERORDNUNG (EU) Nr. 757/2010 DER KOMMISSION VOM 24. August 2010.

<sup>13</sup> Die Stockholmer Konvention (Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants) ist eine Übereinkunft über völkerrechtlich bindende Verbots- und Beschränkungsmaßnahmen für bestimmte langlebige organische Schadstoffe (engl. persistent organic pollutants, POPs). Die Konvention trat am 17. Mai 2004 in Kraft und ist inzwischen von 152 Staaten unterzeichnet worden. Website des Abkommens: [www.pops.int](http://www.pops.int)

<sup>14</sup> EPA 2010: <http://www.epa.gov/opptintr/pfoa/pubs/stewardship/index.html>

<sup>15</sup> 3M: [http://www.3m-pressnet.de/3m/opencms/newsdata/industrie/Dyneon\\_ADONA\\_Emulgatorx.html](http://www.3m-pressnet.de/3m/opencms/newsdata/industrie/Dyneon_ADONA_Emulgatorx.html)

<sup>16</sup> PFOS EQS Dossier 17.01.2011; WG-E (03/2011, drafted)

zurückzuführen. Der Einsatz von Diglyme ist in industriellen Anwendungen bisher nicht beschränkt, so dass Emissionen in den Abwasserpfad möglich sind. Hingegen ist der Einsatz als Emulgator in Kosmetikprodukten in der EU seit 2004 eingeschränkt<sup>17</sup>.

Zu Emissionen aus dem Einsatz Diglyme-haltiger Produkte und den daraus resultierenden Diglyme-Konzentrationen liegen keine Daten vor.

Gemäß EU-Risk-Assessment<sup>18</sup> gelangt **Bisphenol A** größtenteils über Einleitungen aus industriellen und kommunalen Kläranlagen in die Gewässer. Dafür verantwortlich ist vor allem der Gebrauch von Bisphenol A-haltigen Produkten. Im Weiteren wird Bisphenol A auch bei seiner Herstellung, sowie aus Produktionsbetrieben von Epoxidharzen und Thermopapier- und bei der Weiterverarbeitung von Kunststoffen über Abwässer direkt in die Gewässer eingetragen.

Wesentlich sind hier Anwendungen von Bisphenol A bei denen es nicht zu einer Polymerisation kommt. Hierbei sind eine bedeutende Anwendung Thermopapiere und das Einbringen dieser Thermopapiere in das Papierrecycling. Bisphenol A-haltiges recyceltes Papier gelangt z. B. als Toilettenpapier in das Abwasser.<sup>19 20</sup>

Weitere Quellen sind Deponiesickerwässer sowie Rohrleitungen mit Epoxidaukleidung und Dichtungsmitteln. In Messkampagnen aus Deutschland und der Schweiz wurden in industriellen Direkteinleitungen und kommunalem Abwasser Bisphenol A-Konzentrationen über 0,1 µg/l gefunden.

Nach der Einführung der nationalen gesetzlichen Beschränkungen im Rheineinzugsgebiet zum Umgang mit **Nonylphenol** und Nonylphenoethoxylaten (NPEOs) gingen die Emissionen in den Wasserpfad stark zurück. Die Einleitung in das Oberflächengewässer erfolgt hauptsächlich über Abwassereinleitungen, und hierbei überwiegend aus dem Waschwasser von Importtextilien, die mit Nonylphenoethoxylaten behandelt sind<sup>21,22</sup>.

Diffuse Einträge in Oberflächengewässer sind auch durch die Ausbringung von Nonylphenol-haltigen Klärschlämmen und durch Sickerwasser von Deponien möglich.

**Flammschutzmittel** werden hauptsächlich mit dem gereinigten Abwasser aus kommunalen Kläranlagen in die Oberflächengewässer eingetragen. Für die Einträge von TnBP sind hingegen größtenteils Direkteinleitungen aus Industrie- und Deponiekläranlagen verantwortlich. Da es sich teilweise um flüchtige Substanzen handelt, werden sie auch über den Luftpfad und das Niederschlagswasser verbreitet.

Wichtige Einträge von **PFT** erfolgen über die Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen. Diese sind vor allem auf industrielle und gewerbliche Indirekt Einleiter zurückzuführen.

<sup>17</sup> Anhang 2 der Änderungsrichtlinie 2004/93/EEC zur Anpassung der Anhänge II und III der Richtlinie 76/768/EEC des Rates an den technischen Fortschritt, Brüssel, 2004

<sup>18</sup> EUR 20843 EN, European Union Risk Assessment Report, Volume 37: „4,4'-isopropylidenediphenol (bisphenol-A)“, Luxemburg, 2003 und EUR 24588 EN, European Union Risk Assessment Report, Environment Addendum of April 2008, „4,4'-isopropylidenediphenol (Bisphenol-A)“, Luxemburg, 2010

<sup>19</sup> Gehring, M.J.; Vogel, D.; Bilitewski, B., 2009 „Belastung von Recycling-Toilettenpapier aus verschiedenen Ländern mit 2,4,7,9-Tetramethyl-5-decin-4,7-diol (TMDD) und den endokrin aktiven Stoffen Bisphenol A, 4-tert-Octylphenol, technischem 4-Nonylphenol und Pentachlorphenol“ 4. Dresdner Tagung Endokrin aktive Stoffe in Abwasser, Klärschlamm und Abfällen. Beiträge zu Abfallwirtschaft und Altlasten, Schriftenreihe des Institutes für Abfallwirtschaft und Altlasten der TU Dresden, Bd. 61, Pirna: Forum für Abfallwirtschaft und Altlasten, 91-106.

<sup>20</sup> EUR 20843 EN, European Union Risk Assessment Report, Volume 37: „4,4'-isopropylidenediphenol (bisphenol-A)“, Luxemburg, 2003 und EUR 24588 EN, European Union Risk Assessment Report, Environment Addendum of April 2008, „4,4'-isopropylidenediphenol (Bisphenol-A)“, Luxemburg, 2010

<sup>21</sup> Hillenbrand, T.; Marscheider-Weidemann, F.; Strauch, M.; Heitmann, K.; Schaffrin, D., 2007, „Emissionsminderung für prioritäre und prioritäre gefährliche Stoffe der Wasserrahmenrichtlinie. Datenblatt Nonylphenol.“ Umweltbundesamt, Dessau

<sup>22</sup> The Swedish Society for Nature Conservation (Naturskyddsforeningen) 2008, T-Shirts with a murky past, Stockholm

Zudem gibt es Direkteinleitungen aus Industrieanlagen sowie aus Deponien<sup>23</sup>. Weitere weniger wichtige Anteile werden über das Grundwasser, den Oberflächenabfluss und Mischwasserüberläufen in die Gewässer eingetragen. Aufgrund der schlechten Abbaubarkeit und Sorptivität ist eine Verbreitung auch durch die Ausbringung und Lagerung von kontaminierten Klärschlämmen möglich.

#### 4. Mögliche Maßnahmen

Um die Einträge von Industriechemikalien in Oberflächengewässer zu verringern, können je nach Stoff unterschiedliche Maßnahmen getroffen werden. Hierzu gehören:

- Maßnahmen an der Quelle (Stoffverbote, Nutzungseinschränkungen, Verhindern von Emissionen durch z.B. Einsatz von Ersatzstoffen)
- Information der Öffentlichkeit
- Dezentrale Maßnahmen (Behandlung von Abwasserteilströmen)
- Zentrale Maßnahmen bei Kläranlagen
- Anpassung von Messprogrammen
- Anpassung von Bewertungssystemen

##### Maßnahmen an der Quelle

Für schlecht abbaubare Substanzen ist im Einzelfall zu prüfen, ob die Einsatzmenge dieser Stoffe in (ab)wasserrelevanten Prozessen (Reinigen, Spülen) merklich verringert werden kann, bzw. diese Substanzen durch weniger problematische ersetzt werden können. Ebenso können Produktions- und Verarbeitungsprozesse dahingehend angepasst werden, dass möglichst wenig problematische Stoffe ins Abwasser gelangen.

Insbesondere sind zu nennen:

- Überprüfung und Einschränkung der Verwendung von Diglyme, insbesondere in Verbraucherprodukten (Lacke, Farben, etc.), bei denen nicht auszuschließen ist, dass sie ins Abwasser gelangen,
- Regelmäßige Überprüfung und Einschränkung der Verwendung von Bisphenol A in Verpackungsmaterialien (Polykarbonate, Epoxyharze, PVC) und in Thermopapier, auf Basis der neuesten Erkenntnisse
- Überprüfung und Einschränkung der Verwendung der hier betrachteten Flammschutzmittel in Verbraucherprodukten (Erzeugnisse aus Polyurethan wie Textilien, Möbel; Lacke, Farbe).

Als Ersatzstoffe für PFT/PFOS in der Galvanik, in Löschschaumprodukten, sonstigen PFT-/PFOS-Anwendungen sind nach Möglichkeit fluorfreie Produkte einzusetzen bzw. zu entwickeln oder weiterzuentwickeln, damit nicht der Verbrauch anderer Per- oder Polyfluorverbindungen mit ähnlichen Eigenschaften ansteigt. Als Alternative zu fluorfreien Ersatzstoffen sind Standards zur Vermeidung des Eintrags an der Quelle (z.B. geschlossene Systeme, Kreislaufführung, Teilstrombehandlung, thermische Entsorgung, etc.) möglich.

Anstelle von Einzelstoffregulierungen (wie derzeit für PFOS) sollten Zulassung, Einsatz und Anwendung für die gesamte Stoffgruppe der PFT oder der per- und polyfluorierten Chemikalien insgesamt in Betracht gezogen werden.

Das Beispiel des eingeschränkten Umgangs mit Nonylphenoethoxylaten in Europa zeigt, dass beim Vorhandensein technologisch gleichwertiger Alternativprodukte die Umweltbelastung durch eine problematische Substanz stark verringert werden kann.

Nonylphenol ist jedoch im Ablauf von Kläranlagen immer noch nachweisbar und stammt großenteils aus mit NPEO behandelten Textilien. Durch eine Einschränkung oder ein

---

<sup>23</sup> Die Angaben basieren auf Daten des LANUV aus dem nordrhein-westfälischen Rheineinzugsgebiet im Zeitraum 2007-2010.

Verbot der Einfuhr von mit NPEOs behandelten Textilien könnte diese Emissionsquelle weiter reduziert werden. Ein solches Verbot muss jedoch möglichst EU-weit verankert werden. Eine weitergehende Einschränkung der Verwendung, sowie eine Kennzeichnungspflicht für NP/NPEO-haltige Produkte könnten den Eintrag in die Gewässer weiter reduzieren.

Der Eintrag dieser Stoffe in die Umwelt kann verringert werden, wenn Klärschlämme insbesondere aus Kläranlagen mit hohem Anteil industrieller Abwässer, nicht in die Umwelt ausgebracht, sondern der Verbrennung zugeführt werden.

### **Information der Öffentlichkeit**

Bei Produkten, die die erwähnten Industriechemikalien enthalten bzw. bei der Entsorgung freisetzen können, ist ein fachgerechter Umgang eine wichtige Maßnahme. Gut lesbare Produktbeschriftungen wie z.B. „nicht in das Abwasser gelangen lassen“ und Entsorgungshinweise können hierzu beitragen. Durch Aufklärung und Information der Bevölkerung über die Umweltverträglichkeit von Produkten kann im Idealfall eine Änderung des Konsumverhaltens erreicht werden. Eine Information z.B. über die NPEO-haltigen Textilien kann zu einem vermehrten Kauf von Textilien mit Ökolabel führen. Dies würde zu einer Reduktion der Einträge von Nonylphenol ins Abwasser und in die Gewässer beitragen.

### **Dezentrale Maßnahmen (Behandlung von Abwasserteilströmen)**

In industriellen Anwendungen lassen sich die einzelnen Abwasserströme einfacher auf die spezifischen Verunreinigungen behandeln als das Mischabwasser in einer kommunalen Kläranlage. Emissionen von schlecht abbaubaren Stoffen, die aus Industriebetrieben über betriebseigene oder kommunale Kläranlagen in Oberflächengewässer gelangen, sollten im Regelfall vor Ort minimiert werden.

- Für Produktionsstandorte würde das bedeuten, eine dort vorhandene Kläranlage auf die spezifischen Verunreinigungen hin zu optimieren (z.B. zur Entfernung von PFT: Anwendung von sorptiven Verfahren oder Ionenaustauscher Harze).
- In Anwendungsbetrieben (z.B. Galvanikbetrieben) sind dezentrale Anlagen zur Abwasser- bzw. Teilstrombehandlung oder eine getrennte Entsorgung eine effektive Maßnahme, sofern die Emissionen der problematischen Stoffe nicht (an der Quelle) durch Maßnahmen im Produktionsprozess verhindert werden können. Dies kann über spezifische Anforderungen an die Einleitung von Abwasser aus Fertigungs- und Verarbeitungsprozessen gesteuert werden.

Die verfügbaren Maßnahmen sollten als BAT (best available techniques) definiert werden und als verbindliche Standards vorgegeben werden. Vor Ableitung des Prozessabwassers sollte Bisphenol A in diesem durch geeignete Maßnahmen reduziert werden. Für Diglyme wäre neben den Prozessabwasserströmen auch das Abwasser der Abluftwäscher in solche Maßnahmen mit einzubeziehen. Bei Betrieben, die PFT-haltige Produkte verwenden, produzieren, weiterverarbeiten oder entsorgen, kommen als Maßnahmen zur Minderung des Eintrags in das Abwasser bei Galvanikbetrieben beispielsweise geregelte Dosierung, Kreislaufführung, Direktverdampfer und als (Rest-/Teil-)Abwasserbehandlungsmaßnahme auch Aktivkohle oder Ionenaustauscher in Betracht.

### **Zentrale Maßnahmen bei Kläranlagen**

In kommunalen Kläranlagen mit einem hohen Anteil industrieller Abwässer (aus mehreren Betrieben) kann die Reinigungsleistung hinsichtlich der Industriechemikalien erhöht werden. Dies kann durch den Einbau einer zusätzlichen Reinigungsstufe erreicht werden. Für die hier betrachteten Industriechemikalien bieten sich nach dem Stand der



Technik und je nach Stoffgruppe Behandlungsverfahren wie die Ozonung, Aktivkohlebehandlung oder teilweise Membranverfahren an<sup>24,25,26</sup>.

Zentrale Maßnahmen bei kommunalen Kläranlagen reduzieren die restliche Stofffracht die nach der Durchführung gezielter dezentraler Maßnahmen bei Industrie- und Gewerbebetrieben zusammen mit der Fracht aus dem kommunalen Bereich noch im Abwasser verbleibt. Sie sind insbesondere für die hier betrachteten Flammschutzmittel, Bisphenol A und Nonylphenol von Bedeutung, da diese hauptsächlich aus Verbraucherprodukten ins häusliche Abwasser gelangen.

Durch den Ausbau von Kläranlagen können der Schutz der Trinkwassergewinnung und der ökologische/chemische Zustand der Gewässer verbessert werden. Der Ausbau der Kläranlagen kann durch das Formulieren emissionsseitiger Anforderungen durch die Rheinanliegerstaaten gesteuert werden.

### **Anpassung von Messprogrammen**

Für Diglyme lagen bislang keine Messdaten zu den Quellen und Emissionspfade über Kläranlagen vor. Die Messprogramme sollten um diesen Indikatorstoff bzw. die Gruppe der schwer abbaubaren Glykolether erweitert werden.

Es ist nicht in allen Rheinanliegerstaaten grundsätzlich verboten, landwirtschaftliche Nutzflächen mit Klärschlamm aus Kläranlagen zu düngen. In Staaten, in denen Klärschlamm in der Landwirtschaft ausgebracht wird, ist zu empfehlen, die Gehalte leicht adsorbierender Stoffe (z. B. Nonylphenol, Bisphenol A, PFT) im Klärschlamm zu überwachen.

### **Anpassung von Bewertungssystemen**

Sofern dies noch nicht der Fall ist, sollten bei der Ableitung von Umweltqualitätsnormen (nach den Regeln der Wasserrahmenrichtlinie) die hormonellen Wirkungen bestimmter Industriechemikalien (z.B. Bisphenol A, Nonylphenol) berücksichtigt werden.

## **5. Fazit**

Zusammenfassung der effizientesten Maßnahmen, die weiter ausgearbeitet und geprüft werden sollen:

**Maßnahmen an der Quelle:** zur Senkung der Emissionen der Industriechemikalien z.B. über Importverbote für Produkte mit problematischen Inhaltsstoffen (z.B. NPOE-haltige Textilien), über Anwendungseinschränkungen oder Ersatz durch umweltverträglichere Stoffe.

**Information der Öffentlichkeit:** Eine Angabe der Inhaltsstoffe am Produkt, insbesondere zur Gewässerrelevanz, kann zu einer Verringerung der Verwendung und Verminderung der Gewässerbelastung führen.

**Dezentrale Maßnahmen:** Minimierung von Stoffeinträgen über die Optimierung abwasserrelevanter Prozesse sowie Einsatz weitergehender Verfahren in der Abwasserreinigung. Definition, Veröffentlichung und Umsetzung von BAT (best available

---

<sup>24</sup> Abegglen C., Siegrist H. 2012: Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser. Verfahren zur weitergehenden Elimination auf Kläranlagen. Bundesamt für Umwelt, Bern, Umwelt-Wissen Nr. 1214: 210S.

<sup>25</sup> TU Dortmund, 2008: Abschlussbericht an das MUNLV NRW. Untersuchungen zum Eintrag und zur Elimination von gefährlichen Stoffen in kommunalen Kläranlagen – Phase 3.

<sup>26</sup> TU Dortmund, 2005: Abschlussbericht an das MUNLV NRW. Einsatz und Wirkungsweise oxidativer Verfahren zur Nachbehandlung von Abwasser aus kommunalen Kläranlagen, Teil 2a. Versuche zur Elimination relevanter Spurenschadstoffe.

techniques) und deren verbindliche Festlegung in der nationalen oder EU-Gesetzgebung<sup>27</sup>.

### **Zentrale Maßnahmen**

Zentrale Maßnahmen auf kommunalen Kläranlagen können die notwendigen Maßnahmen an der Quelle bei den Produktionsprozessen und dezentrale Maßnahmen bei Industrie- und Gewerbebetrieben nicht ersetzen. Sie können jedoch die restlichen Industriechemikalien, die im vorbehandelten Abwasser aus Industrie und Gewerbe verbleiben, zusammen mit der aus dem häuslichen Bereich eingebrachten Fracht, sowie anderen Mikroverunreinigungen aus dem kommunalen Bereich reduzieren. Die Erfahrungen von Anlagen, auf denen weitergehende Reinigungsverfahren zur Entfernung von Mikroverunreinigungen (zum Beispiel Ozonung, Aktivkohle) eingesetzt werden, sollen zusammengetragen und ausgewertet werden, um für zukünftige Entscheidungen nutzbar zu sein.

**Anpassung von Messprogrammen:** Periodische Untersuchung der Industriechemikalien im Ablauf von Kläranlagen und im Oberflächengewässer und der gut adsorbierbaren Industriechemikalien im Klärschlamm.

**Anpassung von Bewertungssystemen:** Berücksichtigung der hormonellen Wirkung bestimmter Industriechemikalien bei der Herleitung von Umweltqualitätsnormen.

Umweltqualitätsnormen sind entsprechend der Vorgaben der Europäischen Kommission<sup>28</sup> abzuleiten. Berücksichtigung der möglichen summarischen Wirkung von Stoffen / Stoffgruppen mit ähnlichem Wirkungsspektrum (z. B. endokrine Wirkung) in Ergänzung zu der Einzelstoff-Regulierung, -Überwachung und -Bewertung.

---

<sup>27</sup> Im Rahmen der europäischen "Richtlinie über Industrieemissionen" (IED), die medienübergreifend Vorgaben für die Genehmigung und Überwachung von Industrieanlagen macht, sind zur Ausgestaltung des produktionsintegrierten Umweltschutzes Emissionsgrenzwerte entsprechend den besten verfügbaren Techniken (BVT; englisch: BAT) festzulegen. Die BVT werden in den umfangreichen so genannten BREF-Dokumenten (Best Available Technique Referenz Documents) branchenbezogen konkretisiert und vom Joint Research Centre veröffentlicht (<http://eippcb.jrc.es/reference/>). Die in den BVT-Schlussfolgerungen festgelegten Emissionsbandbreiten sind verbindlich einzuhalten.

<sup>28</sup> Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC); Guidance Document No. 27 "Technical Guidance For Deriving Environmental Quality Standards"



Internationale Kommission zum Schutz des Rheins  
Commission Internationale pour la Protection du Rhin  
Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn

**MIKRO-Stoffdatenblatt**  
**Industriechemikalien**  
Flammschutzmittel

## Flammschutzmittel

### 1. Allgemeine Stoffdaten

**Tabelle 1:** Allgemeine Stoffdaten

Stoffname	CAS Nr.	Handelsname (Beispiele)	Verwendung	Quellenna chweis
Tris(2-chlorethyl)phosphat ( <b>TCEP</b> )	115-96-8		Flammschutzmittel, Weichmacher; hauptsächlich in PU-Schaumstoffen, Klebstoffen, Lacken, Farben, Beschichtungsmitteln. (wird wegen krebserzeugender Wirkung nicht mehr eingesetzt)	(1), (6)
Tris(2-chlorpropyl)phosphat ( <b>TCPP</b> )	13674-84-5	Fyrol PCF (AKZO NOBEL, 1995) Antiblaze TMCP (ALBRIGHT & WILSON, 1998) Levargard (BAYER, 1999) TCPP (CLARIANT, 1999)	Vgl. TCEP, aufgrund Anwendung in PU- Schaumstoffen bspw. auch in Matratzen u. Polstermöbeln ( <i>ebenfalls Verdacht auf krebserzeugende Wirkung</i> )	(2), (6), (8)
Tris(dichlorpropyl)phosphat ( <b>TDCP</b> )	13674-87-8		Vorwiegend als Weichmacher mit flammhemmenden Eigenschaften in Polyurethanen (Textil-, Bau, Möbelindustrie, Automobilindustrie); wird nur in Spezialanwendungen eingesetzt ( <i>gilt als krebserzeugend</i> )	(6)
Tri-n-butylphosphat ( <b>TnBP</b> )	126-73-8		Wird als Lackbestandteil und als Weichmacher eingesetzt; lt. (1) in Hydraulikflüssigkeiten; als Entschäumer in der Betonherstellung; Textil- u. Papierindustrie; ( <i>gilt als neurotoxisch</i> )	(3), (6)

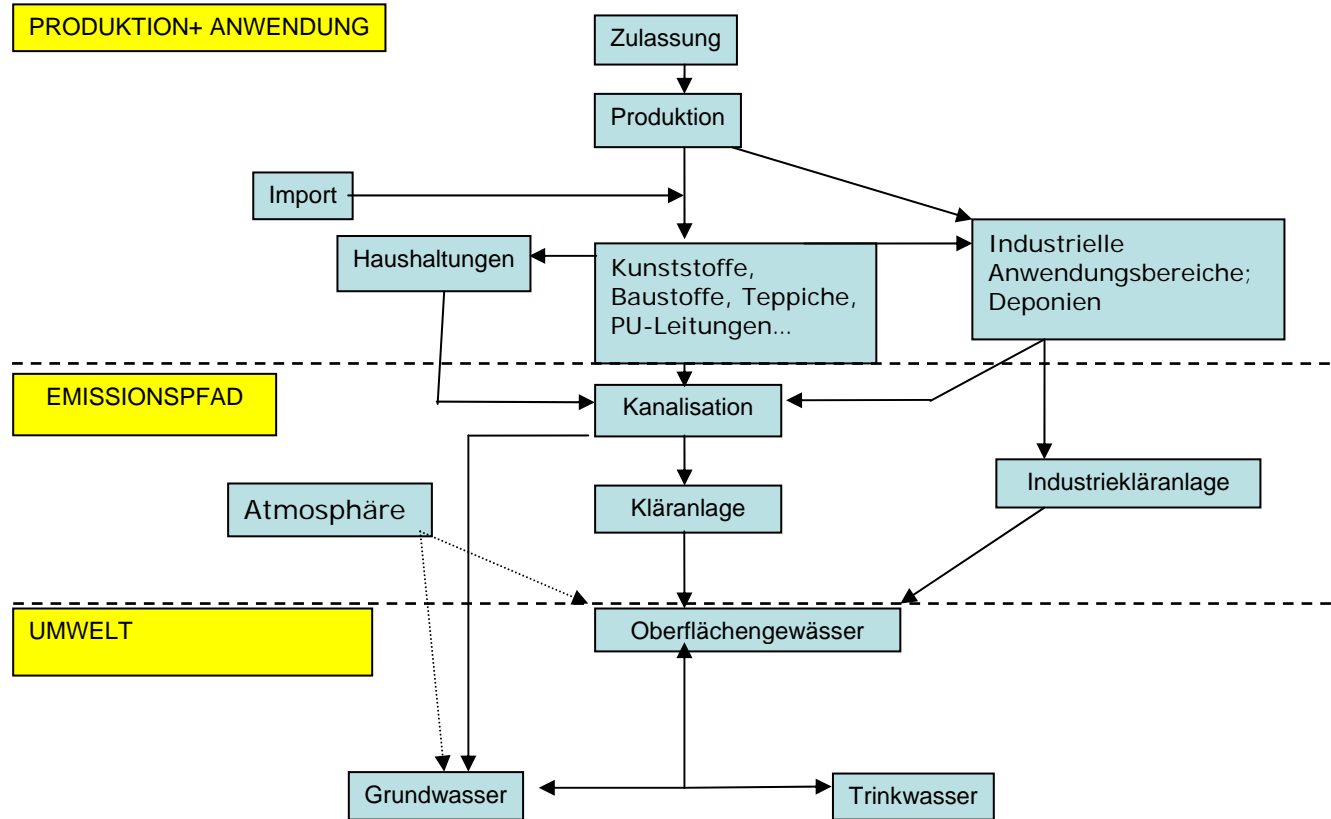
Stoffname	CAS Nr.	Handelsname (Beispiele)	Verwendung	Quellenna chweis
Tri-iso-butylphosphat ( <b>TiBP</b> )	126-71-6		Wird als Hilfsmittel bei der Papier- und Textilherstellung verwendet; Schmiermittel, Weichmacher; zur Regulierung der Porenweite eingesetzt	(5), (6)
Triphenylphosphat (TPP)	115-86-6		als Weichmacher in plastischen Massen und als Lackbestandteil; Anwendung in elektronischen Geräten (Gehäuse);	(3)
Tris(butoxyethyl)phosphat ( <b>TBEP</b> )	78-51-3		Als Weichmacher in Bodenpflegemitteln, Kunststoffen und Gummi; als Zusatz in Schaumstoffen	(4)
Triphenylphosphinoxid (TPPO)	791-28-6		entsteht als Nebenprodukt in Reaktionen, in denen Triphenylphosphan oder Derivate zum Einsatz kommen. (z.B. Wittig-Reaktion / Knüpfung von C-C-Bindungen)	
Ethylhexyldiphenylphosphat (EHDPP)	1241-94-7			
Tris(ethylhexyl)phosphat (TEHP)	78-42-2	99 %-ig (SIGMA-ALDRICH, 1999, ALBRIGHT & WILSON, 1989, BAYER AG, 1999)		(8)
Tricresylphosphat (TCP)	1330-78-5 (Isomerengemisch); 78-30-8 (o-o-TCP); 563-04-2 m-m-m-TCP); 78-32-0 (p-p-p-TCP)	Tritolyl phosphate (SIGMA-ALDRICH, 1999) Lindol (AKZO NOBEL, 1996) Disflamoll TKP (BAYER AG, 1999)		(8)

**Fett: als Leitsubstanzen ausgewählte Stoffe**

- (1) BUA (1988): Beratergremium für umweltrelevante Altstoffe: Tris(2-chlorethyl)-phosphat, BUA-Stoffbericht 20, VCH Weinheim
- (2) UBA (2001): Texte des Umweltbundesamtes 25-27/2001
- (3) MUNLV (2004): Einträge und Quellen von phosphororganischen Flammschutzmitteln in Oberflächen- und Abwässern, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW, Düsseldorf.
- (4) WHO (2000): IPCS Environmental Health Criteria 218: Flame Retardants
- (5) BG Chemie: Toxikologische Bewertung Nr. 112 – Triisobutylphosphat – Ausgabe 11/00 (2000) ([http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/907/907-triisobutylphosphat.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/907/907-triisobutylphosphat.pdf?__blob=publicationFile))
- (6) Püttmann W. (2011): Trinkwasserrelevanz von chlorierten Organophosphaten (Flammschutzmittel). UBA-Fachgespräch Dessau, 19.01.2011. Folienpräsentation.
- (7) Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- (8) Forschungsbericht 204 08 542 (alt) / 297 44 542 (neu): Erarbeitung von Bewertungsgrundlagen zur Substitution umweltrelevanter Flammschutzmittel. Auftragnehmer: Öko-Recherche Büro für Umweltforschung und -beratung GmbH, Frankfurt/M. Band I: Ergebnisse und zusammenfassende Übersicht im Auftrag des Umweltbundesamtes. UBA-Forschungsbericht, Dezember 2000.

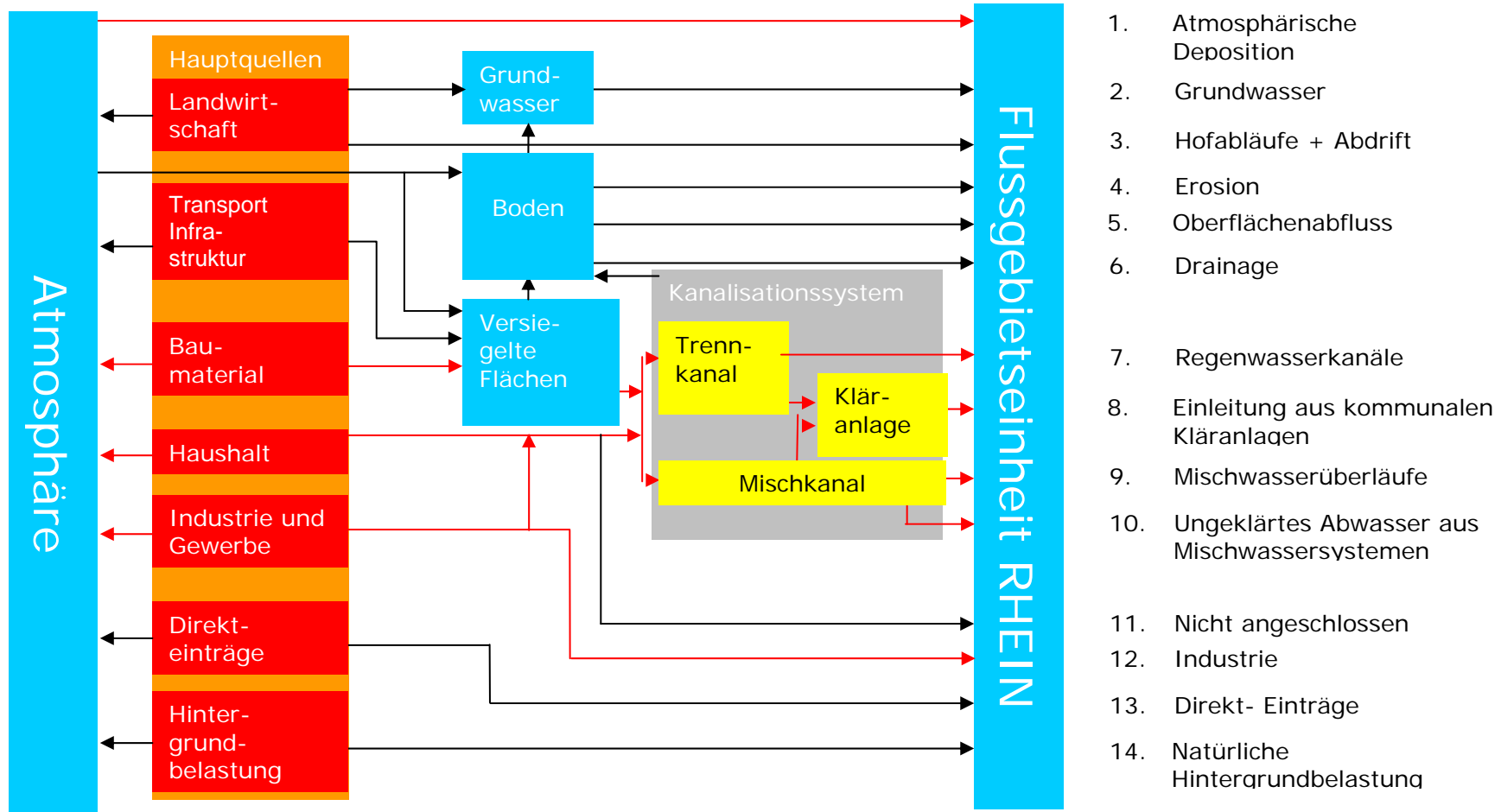
## 2. Grundschemata zur Stoffflussanalyse

**Diagramm 2.1:** Stoffflussanalyse (das Grundschemata kann je nach Stoffgruppe bzw. Stoff variiert werden.)



### 3. Emission (Produktion und Anwendung)

**Diagramm 3.1:** Diagramm der Eintragspfade (Die wichtigsten Eintragspfade sind rot markiert)





**Tabelle 3.1:** Im Rheineinzugsgebiet produzierte Mengen

Stoffname	A	CH	D	F	L	NL	Summe	EU	EU, davon im RheinEZG	Quellennachweis
<b>Produzierte Mengen (in t/Jahr)</b>										
TCPP								36.038 t im Jahr 2000	?	[2]
TDCP								<10.000 t im Jahr 2000	0	[3]
<b>Anzahl produzierende Betriebe oder Betriebe, die diese Stoffe importiert haben</b>										
TCEP			3			1		5	4	[1]
TCPP			2			1		6	3	[1]
TDCP								2	0	[1]
TnBP			2			1		6	3	[1]
TiBP								2	2	[1]
TPP			2					4	2	[1]
TBEP			2			1		7	3	[1]
TPPO			2					2	2	[1]
EHDPP			1					2	1	[1]
TEHP			2					2	2	[1]
TCP								k.A.		[1]

[1] ESIS: European chemical Substances Information System. <http://esis.jrc.ec.europa.eu> (Stand: Februar 2000)

[2] European Union Risk Assessment Report (2009). TRIS(2-CHLORO-1-METHYLETHYL) PHOSPHATE (TCPP) CAS No: 13674-84-5 EINECS No: 237-158-7 RISK ASSESSMENT. May 2008. Ireland (lead) and United Kingdom. (Stand der Daten: 2007)  
[http://ecb.jrc.ec.europa.eu/DOCUMENTS/Existing-Chemicals/RISK\\_ASSESSMENT/REPORT/tcppreport425.pdf](http://ecb.jrc.ec.europa.eu/DOCUMENTS/Existing-Chemicals/RISK_ASSESSMENT/REPORT/tcppreport425.pdf)  
 (aktuellere Daten ggf. in: <http://www.echa.europa.eu>)

[3] European Union Risk Assessment Report. TRIS[2-CHLORO-1-(CHLOROMETHYL)ETHYL] PHOSPHATE (TDCP), CAS No: 13674-87-8 EINECS No: 237-159-2 SUMMARY RISK ASSESSMENT REPORT. May 2008. Ireland (lead) and United Kingdom.  
[http://esis.jrc.ec.europa.eu/doc/existing-chemicals/risk\\_assessment/SUMMARY/tdcpsum426.pdf](http://esis.jrc.ec.europa.eu/doc/existing-chemicals/risk_assessment/SUMMARY/tdcpsum426.pdf)

**Tabelle 3.2:** Im Rheineinzugsgebiet verwendete Mengen

Stoffname	A	CH	D	F	L	NL	Summe	Quellennachweis
<b>Gesamte national verwendete Mengen (in t/Jahr)</b>								
<b>Flammschutzmittel, insgesamt</b>			<b>87.000-101.000 (1997)</b>				<b>360.000 * (1998)</b>	<b>(1), (2), (3)</b>
Bromierte Verbindungen			10.500 - 13.500 (1997)				50.400 * (1998)	(2), (3)
Chlorierte Verbindungen			4.000 - 5.000 (1997)				25.200 * (1998)	(2), (3)
<b>Organische phosphorbasierte Flammschutzmittel</b>			<b>13.500 - 16.000 (1997)</b>				<b>72.000 * (1998)</b>	<b>(1), (2), (3)</b>
<b>Halogenierte organische Phosphorverbindungen</b>			<b>5.500 - 7.000 (1997)</b>					<b>(3)</b>
TCPP			5.000 - 6.000 (1997)					(3)
TCEP			500 - 1.000 (1997)					(3)
TDCP							10.000 (EU)	(4)
<b>Halogenfreie organische Phosphorverbindungen (u.a. DMMP, DEEP, TEP, TPP, TCP, DPK, RDP)</b>			<b>8.000 - 9.000 (1997)</b>					<b>(3)</b>
<b>anorganische Phosphorverbindungen</b>			<b>59.500-66.500</b>					<b>(3)</b>

Stoffname	A	CH	D	F	L	NL	Summe	Quellennachweis
<b>u. Sonstige Flammschutzmittel</b>			(1997)					
<b>Verwendete Mengen pro Kopf der Bevölkerung im Rheineinzugsgebiet (in kg/Jahr)</b>								

\*Summe für Westeuropa

- (1) Davenport R.E., Fink, U., Ishikawa, Y. (1999): Flame Retardants, SRI International
- (2) Metzger, J.W., Möhle, E. (2001): Flammschutzmittel in Oberflächengewässern, Grundwässern und Abwässern – Eintragungspfade und Gehalte, Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte und Abfallwirtschaft der Universität Stuttgart – Lehrstuhl für Hydrochemie und Hydrobiologie, Förderkennzeichen: BWB 99012, Stuttgart
- (3) Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2000): „Erarbeitung von Bewertungsgrundlagen zur Substitution umweltrelevanter Flammschutzmittel“. Forschungsbericht 204 08 542 (alt) 297 44 542 (neu). Auftragnehmer: Öko-Recherche, Büro für Umweltforschung und –beratung GmbH, Frankfurt/M.
- (4) RIVM (2005): Environmental Risk Limits for several phosphate esters, with possible application as flame retardant. RIVM report 601501024/2005.

**Tabelle 3.3:** Pro Stoff und pro Verwendungsbereich angewandte Mengen (t/Jahr oder in % der in 3.2 angegebenen Mengen)

<b>Phosphororganische Flammschutzmittel</b>							
Rheinanlieger -staat	Kunststoffindu strie	Möbel und Textilien	Innenausstatt ung in Fahrzeugen	Baustoffe (Dämmstoffe, Wasserrohre, Fassaden, Folien, Harze)	Elektrogeräte (Gehäuse)	Summe	Quellen- nachweis
A							
CH							
D	30%						(3)
F							
L							
NL							

(3) Brüggemann Chemical (2004): Technische Informationen Flammschutzmittel Brüggolen®

**Tabelle 3.4.1:** TCP-PP-Messdaten [ $\mu\text{g/l}$ ] für die Eintragspfade (oder prozentuale Anteile der einzelnen Eintragspfade siehe Tabelle 3.5)

Eintragspfad	TCP-PP						
	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
Atmosphärische Deposition (1) / Niederschlagswasser	90	0	0,032	0,403		3,562	(2)
Grundwasser (2)	10	7	<BG	<BG		0,006	(3)
Hofabläufe und Abdrift (3)							
Erosion (4)							
Oberflächenabfluss (5)							
Drainage (6)							
Regenwasserkanäle (7)	42	0	0,016	0,880		5,791	(2)
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	97	0	0,55		3,09	110	LANUV (2007-2010)
Mischwasserüberläufe (9)							
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)							
Nicht angeschlossen (11)							
Direkteinleitungen aus Industrie (12) und Deponiesickerwasser	9	6	<BG		0,31	2,9	LANUV (2007-2010)
Deponiesickerwasser	4 ; 11	k.A. ; 1		k.A. ; 0,191		> 1000 ; 0,343	(1) ; (3)
Direkteinträge (13)							
Natürliche Hintergrundbelastung (14)							

**Legende:** BG = Bestimmungsgrenze

- (1) LUBW (1999): Flammschutzmittel in Oberflächenwässern, Grundwässern und Abwässern - Eintragspfade und Gehalte. Forschungsberichtsblatt Forschungsvorhaben Nr. BWB 99012 (BWBÖ 99007). Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
- (2) Regnery et al., Chemosphere (2010), 78, 958-964. (Auswahl: Untersuchungen Niederschlagsstation u. Regenwasserauffangbecken in Frankfurt am Main). in: Püttmann W. (2011): Trinkwasserrelevanz von chlorierten Organophosphaten (Flammschutzmittel). UBA-Fachgespräch Dessau, 19.01.2011. Folienpräsentation.

- (3) Püttmann W. (2011): Trinkwasserrelevanz von chlorierten Organophosphaten (Flammschutzmittel). UBA-Fachgespräch Dessau, 19.01.2011. Folienpräsentation. Grundwasser-/Sickerwasseruntersuchungen im hessischen Ried. Deponiesickerwasser am Monte Scherbelino (HE)

**Tabelle 3.4.2:** TiBP-Messdaten [ $\mu\text{g/l}$ ] für die Eintragspfade (oder prozentuale Anteile der einzelnen Eintragspfade siehe Tabelle 3.5)

<b>Triisobutylphosphat (TiBP)</b>							
<b>Eintragspfad</b>	<b>Anzahl Messungen (n)</b>	<b>n &lt; BG</b>	<b>Minimum</b>	<b>Median</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
Atmosphärische Deposition (1) / Niederschlagswasser	90	k.A.	<BG	0,106		1,410	(2)
Grundwasser (2)	10	8	<BG	<BG		0,007	(3)
Hofabläufe und Abdrift (3)							
Erosion (4)							
Oberflächenabfluss (5)							
Drainage (6)							
Regenwasserkanäle (7)	42	0	0,002	0,117		1,478	(2)
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	31	13	<BG		1,17	7,5	LANUV (2007-2010)
Mischwasserüberläufe (9)							
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)							
Nicht angeschlossen (11)							
Direkteinleitungen aus Industrie (12) und Deponiesickerwasser	6	5	<BG		0,15	0,74	LANUV (2007-2010)
Deponiesickerwasser	11	0	k.A.	0,092		0,697	(3)
Direkteinträge (13)							
Natürliche Hintergrundbelastung (14)							

**Tabelle 3.4.3:** TnBP-Messdaten [ $\mu\text{g/l}$ ] für die Eintragspfade (oder prozentuale Anteile der einzelnen Eintragspfade siehe Tabelle 3.5)

Eintragspfad	TnBP						
	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
Atmosphärische Deposition (1) / Niederschlagswasser	90	k.A.	<BG	0,108		1,679	(2)
Grundwasser (2)							
Hofabläufe und Abdrift (3)							
Erosion (4)							
Oberflächenabfluss (5)							
Drainage (6)							
Regenwasserkanäle (7)	42	0	0,004	0,057		0,417	(2)
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	28	26	<BG		0,01	0,24	LANUV (2007-2010)
Mischwasserüberläufe (9)							
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)							
Nicht angeschlossen (11)							
Direkteinleitungen aus Industrie (12) und Deponiesickerwasser	476	461	<BG		0,09	6,54	LANUV (2007-2010)
Deponiesickerwasser	11	0	k.A.	0,09		0,213	(3)
Direkteinträge (13)							
Natürliche Hintergrundbelastung (14)							

**Tabelle 3.4.4:** TPP-Messdaten [ $\mu\text{g/l}$ ] für die Eintragspfade (oder prozentuale Anteile der einzelnen Eintragspfade siehe Tabelle 3.5)

Eintragspfad	TPP						Quellennachweis
	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	
Atmosphärische Deposition (1) / Niederschlagswasser							
Grundwasser (2)							
Hofabläufe und Abdrift (3)							
Erosion (4)							
Oberflächenabfluss (5)							
Drainage (6)							
Regenwasserkanäle (7)							
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	17	17	<BG		<BG	<BG	LANUV (2007-2009)
Mischwasserüberläufe (9)							
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)							
Nicht angeschlossen (11)							
Direkteinleitungen aus Industrie (12) und Deponiesickerwasser	5	5	<BG		<BG	<BG	LANUV (2009)
Deponiesickerwasser							
Direkteinträge (13)							
Natürliche Hintergrundbelastung (14)							

**Tabelle 3.4.5:** TCEP-Messdaten [ $\mu\text{g/l}$ ] für die Eintragspfade (oder prozentuale Anteile der einzelnen Eintragspfade siehe Tabelle 3.5)

Eintragspfad	TCEP						
	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
Atmosphärische Deposition (1) / Niederschlagswasser	90	0	0,01	0,071		0,485	(2)
Grundwasser (2)	10	6	<BG	<BG		0,024	(3)
Hofabläufe und Abdrift (3)							
Erosion (4)							
Oberflächenabfluss (5)							
Drainage (6)							
Regenwasserkanäle (7)	42	0	0,033	0,077		0,275	(2)
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	51	5	<BG		0,33	2,5	LANUV (2007-2009)
Mischwasserüberläufe (9)							
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)							
Nicht angeschlossen (11)							
Direkteinleitungen aus Industrie (12) und Deponiesickerwasser	474	474	<BG		<BG	<BG	LANUV (2007-2010)
Deponiesickerwasser	11	1	<BG	0,141		0,318	(3)
Direkteinträge (13)							
Natürliche Hintergrundbelastung (14)							



**Tabelle 3.4.6:** TBEP-Messdaten [ $\mu\text{g/l}$ ] für die Eintragspfade (oder prozentuale Anteile der einzelnen Eintragspfade siehe Tabelle 3.5)

Eintragspfad	TBEP						Quellennachweis
	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	
Atmosphärische Deposition (1) / Niederschlagswasser	90	k.A.	<BG	0,021		0,505	(2)
Grundwasser (2)	10	8	<BG	<BG		<BG	(3)
Hofabläufe und Abdrift (3)							
Erosion (4)							
Oberflächenabfluss (5)							
Drainage (6)							
Regenwasserkanäle (7)	42	k.A.	<BG	0,077		1,616	(2)
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	28	16	<BG		0,5	1,8	LANUV (2007-2010)
Mischwasserüberläufe (9)							
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)							
Nicht angeschlossen (11)							
Direkteinleitungen aus Industrie (12) und Deponiesickerwasser	5	5	<BG		<BG	<BG	LANUV (2009)
Deponiesickerwasser	11	10	<BG	<BG		0,199	(3)
Direkteinträge (13)							
Natürliche Hintergrundbelastung (14)							

**Tabelle 3.4.7:** TDCP-Messdaten [ $\mu\text{g/l}$ ] für die Eintragspfade (oder prozentuale Anteile der einzelnen Eintragspfade siehe Tabelle 3.5)

Eintragspfad	TDCP						Quellennachweis
	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	
Atmosphärische Deposition (1) / Niederschlagswasser	90	k.A.	<BG	0,021		0,505	(2)
Grundwasser (2)							
Hofabläufe und Abdrift (3)							
Erosion (4)							
Oberflächenabfluss (5)							
Drainage (6)							
Regenwasserkanäle (7)	42	k.A.	<BG	0,077		1,616	(2)
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	88	7	<BG		0,16	0,61	LANUV (2007-2010)
Mischwasserüberläufe (9)							
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)							
Nicht angeschlossen (11)							
Direkteinleitungen aus Industrie (12) und Sickerwasser	8	8	<BG		<BG	<BG	LANUV (2009-2010)
Deponiesickerwässer	11	5	<BG	<BG		0,045	(3)
Direkteinträge (13)							
Natürliche Hintergrundbelastung (14)							

**Tabelle 3.5:** Prozentuale Anteile der einzelnen Eintragspfade

<b>Eintragspfad</b>	<b>TCPP</b>	<b>TiBP</b>	<b>TnBP</b>	<b>TPP</b>	<b>TCEP</b>	<b>TBEP</b>	<b>TDCP</b>	<b>Quellennachweis</b>
Atmosphärische Deposition (1) / Niederschlagswasser	??	??	??	??	??	??	??	
Grundwasser (2)								
Hofabläufe und Abdrift (3)								
Erosion (4)								
Oberflächenabfluss (5)								
Drainage (6)								
Regenwasserkanäle (7)	??	??	??	??	??	??	??	
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	97%	55%	27%	<BG	100%	100%	100%	LANUV (2007-2010)
Mischwasserüberläufe (9)								
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)								
Nicht angeschlossen (11)								
Direkteinleitungen aus Industrie- (12) und Deponiekläranlagen	3%	45%	73%	<BG	<BG	<BG	<BG	LANUV (2007-2010)
Direkteinträge (13)	?	?	?	?	?	?	?	
Natürliche Hintergrundbelastung (14)								

#### 4. Immission (gemessene Konzentrationen und Frachten, berechnete Frachten)

##### 4.1 Konzentrationsmessdaten

**Tabelle 4.1.1:** TiBP-Konzentrationsdaten aus dem Rhein und seinen wichtigsten Nebenflüssen (µg/l)

TiBP								
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
<b>Rhein</b>								
WKST Süd/Bad Honnef	640	D	16	4	<0,03	0,042	0,11	LANUV (2008-2009)
Düsseldorf-Flehe	732	D	11	0	0,02	0,094	0,21	LANUV (2008-2009)
WKST Rhein-Nord Kleve-Bimmen	865	D	26	1	<0,03	0,077	0,18	LANUV (2008-2009)
<b>Nebenfluss</b>								
Menden (Sieg)	8,7	D	11	5	<0,03	0,039	0,09	LANUV (2008-2009)
Opladen (Wupper)	5,4	D	12	5	<0,03	0,046	0,18	LANUV (2008-2009)
Eppinghoven (Erft)	5,4	D	10	9	<0,03	0,015	0,08	LANUV (2008-2009)
Emscher-Mündung (Emscher)	0,05	D	11	2	<0,03	0,382	0,78	LANUV (2008-2009)
Wesel (Lippe)	3,7	D	11	1	<0,03	0,060	0,12	LANUV (2008-2009)
Mülheim-Kahlenberg (Ruhr)	14,3	D	11	1	<0,03	0,106	0,26	LANUV (2008-2009)

**Tabelle 4.1.2:** TnBP-Konzentrationsdaten aus dem Rhein und seinen wichtigsten Nebenflüssen (µg/l)

TnBP								
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
<b>Rhein</b>								
Karlsruhe	359	D	26	26	<0,1	<0,1	<0,1	LUBW (2008-2009)
WKST Süd/Bad Honnef	640	D	33	20	<0,02	0,039	0,19	LANUV (2007-2009)
Düsseldorf-Flehe	732	D	29	14	<0,02	0,044	0,19	LANUV (2007-2009)
WKST Rhein-Nord Kleve-Bimmen	865	D	69	32	<0,02	0,050	0,20	LANUV (2007-2009)
Lobith	862	NL	89	87	< 0,100	0,0515	0,1200	RIWA (2001-2009)
<b>Nebenfluss</b>								
Mannheim (Neckar)	3	D	26	25	<0,1	<0,1		LUBW (2008-2009)
Menden (Sieg)	8,7	D	28	20	<0,02	0,037	0,38	LANUV (2007-2009)
Opladen (Wupper)	5,4	D	29	18	<0,02	0,037	0,2	LANUV (2007-2009)
Eppinghoven (Erft)	5,4	D	27	20	<0,02	0,037	0,19	LANUV (2007-2009)
Emscher-Mündung (Emscher)	0,05	D	29	2	<0,02	1,51	9,5	LANUV (2007-2009)
Wesel (Lippe)	3,7	D	29	15	<0,02	0,037	0,19	LANUV (2007-2009)
Mülheim-Kahlenberg (Ruhr)	14,3	D	28	18	<0,02	0,037	0,19	LANUV (2007-2009)
Nieuwegein (Lekkanaal)		NL	78	72	< 0,050	0,0395	0,200	RIWA (2001-2009)
Nieuwersluis (Amsterdam-Rijnkanaal)		NL	57	56	< 0,050	0,0372	0,070	RIWA (2001-2009)
Andijk (IJsselmeer)		NL	51	51	< 0,100	< 0,100	< 0,100	RIWA (2001-2009)

**Legende:** BG = Bestimmungsgrenze

**Tabelle 4.1.3:** TPP-Konzentrationsdaten aus dem Rhein und seinen wichtigsten Nebenflüssen ( $\mu\text{g/l}$ )

TPP								
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
<b>Rhein</b>								
WKST Süd/Bad Honnef	640	D	19	19	<0,05	<0,05	<0,05	LANUV (2007-2009)
Düsseldorf-Flehe	732	D	15	15	<0,05	<0,05	<0,05	LANUV (2007-2009)
WKST Rhein-Nord Kleve-Bimmen	865	D	34	33	<0,05	<0,05	0,05	LANUV (2007-2009)
Lobith	862	NL	90	90	< 0,050	< 0,050	< 0,050	RIWA (2001-2009)
<b>Nebenfluss</b>								
Menden (Sieg)	8,7	D	15	15	<0,05	<0,05	<,05	LANUV (2007-2009)
Opladen (Wupper)	5,4	D	16	15	<0,05	<0,05	0,05	LANUV (2007-2009)
Eppinghoven (Erft)	5,4	D	15	15	<0,05	<0,05	<0,05	LANUV (2007-2009)
Emscher-Mündung (Emscher)	0,05	D	15	11	<0,05	0,067	0,14	LANUV (2007-2009)
Wesel (Lippe)	3,7	D	15	15	<0,05	<0,05	<0,05	LANUV (2007-2009)
Mülheim-Kahlenberg (Ruhr)	14,3	D	14	13	<0,05	<0,05	0,07	LANUV (2007-2009)
Nieuwegein (Lekkanaal)		NL	74	74	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	RIWA (2001-2009)
Nieuwersluis (Amsterdam-Rijnkanaal)		NL	39	39	< 0,050	< 0,050	< 0,050	RIWA (2001-2009)
Andijk (IJsselmeer)		NL	51	51	< 0,050	< 0,050	< 0,050	RIWA (2001-2009)

**Tabelle 4.1.4:** TPPO-Konzentrationsdaten aus dem Rhein und seinen wichtigsten Nebenflüssen ( $\mu\text{g/l}$ )

<b>TPPO</b>								
<b>Name der Messstelle</b>	<b>Km</b>	<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Messungen (n)</b>	<b>n &lt; BG</b>	<b>Minimum</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
<b>Rhein</b>								
Karlsruhe	359	D	26	23	<0,05	<0,05		LUBW (2008-2009)
Lobith	862	NL	16	1	< 0,05	0,2478	0,39	RIWA (2001-2009)
<b>Nebenfluss</b>								
Mannheim (Neckar)	3	D	26	26	<0,05	<0,05		LUBW (2008-2009)
Nieuwegein (Lekkanaal)		NL	831	300	< 0,10	0,1459	0,510	RIWA (2001-2009)
Nieuwersluis (Amsterdam-Rijnkanaal)		NL	64	29	< 0,10	0,0785	0,200	RIWA (2001-2009)
Andijk (IJsselmeer)		NL	31	12	< 0,10	0,1079	0,200	RIWA (2001-2009)

**Tabelle 4.1.5:** TCPP-Konzentrationsdaten aus dem Rhein und seinen wichtigsten Nebenflüssen ( $\mu\text{g/l}$ )

TCPP								
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
<b>Rhein</b>								
Messstation Mainz, Leitung 1	~498	D	39	5	<0,05	0,082	0,17	RLP (2007-2009)
WKST Süd/Bad Honnef	640	D	33	13	<0,10	0,094	0,24	LANUV (2007-2009)
Düsseldorf-Flehe	732	D	29	3	<0,10	0,142	0,29	LANUV (2007-2009)
WKST Rhein-Nord/Kleve-Bimmen	865	D	65	4	<0,10	0,144	0,49	LANUV (2007-2009)
Lobith	862	NL	10	10	< 5,00	< 5,00	< 5,00	RIWA (2001-2009)
<b>Nebenfluss</b>								
Grolsheim (Nahe)		D	39	4	<0,05	0,272	0,870	RLP (2007-2009)
Lahnstein (Lahn)		D	39	1	<0,05	0,190	0,560	RLP (2007-2009)
Palzem (Mosel)		D	39	17	<0,05	0,083	0,310	RLP (2007-2009)
Sauer, Mündung (Sauer)		D	39	11	<0,05	0,134	0,530	RLP (2007-2009)
Kanzem (Saar)		D	39	6	<0,05	0,177	0,480	RLP (2007-2009)
Fankel (Mosel)		D	39	15	<0,05	0,105	0,290	RLP (2007-2009)
Menden (Sieg)	8,7	D	29	2	<0,10	0,192	0,50	LANUV (2007-2009)
Opladen (Wupper)	5,39	D	30	1	<0,10	0,359	2,4	LANUV (2007-2009)
Eppinghoven (Erft)	5,4	D	28	0	0,10	0,188	0,37	LANUV (2007-2009)
Emscher-Mündung (Emscher)	0,05	D	29	0	0,75	1,814	4,6	LANUV (2007-2009)
Wesel (Lippe)	3,7	D	29	1	<0,10	0,427	1,5	LANUV (2007-2009)
Mülheim-Kahlenberg (Ruhr)	14,3	D	29	1	<0,10	0,203	0,56	LANUV (2007-2009)



**Tabelle 4.1.6:** TCEP-Konzentrationsdaten aus dem Rhein und seinen wichtigsten Nebenflüssen ( $\mu\text{g/l}$ )

<b>TCEP</b>								
<b>Name der Messstelle</b>	<b>Km</b>	<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Messungen (n)</b>	<b>n &lt; BG</b>	<b>Minimum</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
<b>Rhein</b>								
WKST Süd/Bad Honnef	640	D	19	17	<0,10	0,067	0,1	LANUV (2007-2009)
Düsseldorf-Flehe	732	D	15	14	<0,10	0,05	0,1	LANUV (2007-2009)
WKST Rhein-Nord/Kleve-Bimmen	865	D	34	31	<0,10	0,067	0,11	LANUV (2007-2009)
<b>Nebenfluss</b>								
Menden (Sieg)	8,7	D	15	8	<0,10	0,083	0,15	LANUV (2007-2009)
Opladen (Wupper)	5,39	D	16	8	<0,10	0,113	0,2	LANUV (2007-2009)
Eppinghoven (Erft)	5,4	D	15	10	<0,10	0,067	0,16	LANUV (2007-2009)
Emscher-Mündung (Emscher)	0,05	D	16	0	0,21	0,406	0,95	LANUV (2007-2009)
Wesel (Lippe)	3,7	D	15	11	<0,10	0,086	0,5	LANUV (2007-2009)
Mülheim-Kahlenberg (Ruhr)	14,3	D	14	10	<0,10	0,05	0,29	LANUV (2007-2009)

**Tabelle 4.1.7:** TBEP-Konzentrationsdaten aus dem Rhein und seinen wichtigsten Nebenflüssen ( $\mu\text{g/l}$ )

<b>TBEP</b>								
<b>Name der Messstelle</b>	<b>Km</b>	<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Messungen (n)</b>	<b>n &lt; BG</b>	<b>Minimum</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
<b>Rhein</b>								
WKST Süd/Bad Honnef	640	D	15	12	<0,08	<0,08	0,18	LANUV (2008-2009)
Düsseldorf-Flehe	732	D	11	10	<0,08	<0,08	0,21	LANUV (2008-2009)
WKST Rhein-Nord/Kleve-Bimmen	865	D	27	19	<0,08	<0,08	0,2	LANUV (2008-2009)
<b>Nebenfluss</b>								
Menden (Sieg)	8,7	D	11	8	<0,08	<0,08	0,14	LANUV (2008-2009)
Opladen (Wupper)	5,39	D	12	9	<0,08	<0,08	0,16	LANUV (2008-2009)
Eppinghoven (Erft)	5,4	D	11	9	<0,08	0,070	0,38	LANUV (2008-2009)
Emscher-Mündung (Emscher)	0,05	D	11	0	0,23	0,781	1,6	LANUV (2008-2009)
Wesel (Lippe)	3,7	D	11	8	<0,08	<0,08	0,19	LANUV (2008-2009)
Mülheim-Kahlenberg (Ruhr)	14,3	D	11	5	<0,08	<0,08	0,15	LANUV (2008-2009)

**Tabelle 4.1.8:** TDCP-Konzentrationsdaten aus dem Rhein und seinen wichtigsten Nebenflüssen ( $\mu\text{g/l}$ )

<b>TDCP</b>								
<b>Name der Messstelle</b>	<b>Km</b>	<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Messungen (n)</b>	<b>n &lt; BG</b>	<b>Minimum</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
<b>Rhein</b>								
WKST Süd/Bad Honnef	640	D	16	0	0,01	0,020	0,04	LANUV (2008-2009)
Düsseldorf-Flehe	732	D	11	0	0,02	0,023	0,03	LANUV (2008-2009)
WKST Rhein-Nord/Kleve-Bimmen	865	D	27	0	0,01	0,024	0,04	LANUV (2008-2009)
<b>Nebenfluss</b>								
Menden (Sieg)	8,7	D	11	0	0,02	0,035	0,05	LANUV (2008-2009)
Opladen (Wupper)	5,39	D	12	0	0,05	0,064	0,09	LANUV (2008-2009)
Eppinghoven (Erft)	5,4	D	11	0	0,02	0,035	0,05	LANUV (2008-2009)
Emscher-Mündung (Emscher)	0,05	D	11	0	0,11	0,178	0,24	LANUV (2008-2009)
Wesel (Lippe)	3,7	D	11	0	0,03	0,052	0,07	LANUV (2008-2009)
Mülheim-Kahlenberg (Ruhr)	14,3	D	11	0	0,03	0,060	0,3	LANUV (2008-2009)

**Tabelle 4.1.9:** Übersicht über Konzentrationsdaten aus sonstigen Oberflächengewässern im Rheineinzugsgebiet (µg/l)

<i>Stoffname</i>							
<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Messungen (n)</b>	<b>n &lt;BG</b>	<b>Minimum</b>	<b>Median</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>

**Legende:** BG = Bestimmungsgrenze

**Tabelle 4.1.10:** TCEP-Konzentrationsdaten für Grund- und Trinkwasser ( $\mu\text{g/l}$ )

<b>TCEP</b>							
<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Messungen</b>	<b>Anzahl &lt; BG</b>	<b>Minimum</b>	<b>Median</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
<b>Grundwasser</b>							
D	10	6	<BG	<BG		0,024	(3)
<b>Uferfiltrat</b>							
D	15	5	<BG	0,007		0,148	(3)
<b>Trinkwasser (Wasserwerk)</b>							
D	98	82	<0,001	<BG	<BG	0,023	(4)

- (3) Püttmann W. (2011): Trinkwasserrelevanz von chlorierten Organophosphaten (Flammschutzmittel). UBA-Fachgespräch Dessau, 19.01.2011. Folienpräsentation. Grundwasser-/Sickerwasser- Uferfiltratuntersuchungen im hessischen Ried.
- (4) AWWR (2006): Trinkwasseruntersuchungen der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr, 2003-2006.

**Tabelle 4.1.11:** TCCP-Konzentrationsdaten für Grund- und Trinkwasser ( $\mu\text{g/l}$ )

<b>TCCP</b>							
<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Messungen</b>	<b>Anzahl &lt; BG</b>	<b>Minimum</b>	<b>Median</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
<b>Grundwasser</b>							
D	10	7	<BG	<BG		0,006	(3)
<b>Uferfiltrat</b>							
D	15	4	<BG	0,038		1,795	(3)
<b>Trinkwasser (Wasserwerk)</b>							
D	98	21	<0,001	<BG	<BG	0,100	(4)

**Tabelle 4.1.12** TDCP-Konzentrationsdaten für Grund- und Trinkwasser (µg/l)

<b>TDCP</b>							
<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Messungen</b>	<b>Anzahl &lt; BG</b>	<b>Minimum</b>	<b>Median</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
<b>Grundwasser</b>							
D							(3)
<b>Uferfiltrat</b>							
D	15	12	<BG	<BG		<BG	(3)
<b>Trinkwasser (Wasserhahn)</b>							

**Tabelle 4.1.13:** TBEP-Konzentrationsdaten für Grund- und Trinkwasser (µg/l)

<b>TBEP</b>							
<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Messungen</b>	<b>Anzahl &lt; BG</b>	<b>Minimum</b>	<b>Median</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
<b>Grundwasser</b>							
D	10	8	<BG	<BG		<BG	(3)
<b>Uferfiltrat</b>							
D	15	9	<BG	<BG		1,813	(3)
<b>Trinkwasser (Wasserhahn)</b>							



**Tabelle 4.1.14:** TiBP-Konzentrationsdaten für Grund- und Trinkwasser (µg/l)

<b>TiBP</b>							
<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Messungen</b>	<b>Anzahl &lt; BG</b>	<b>Minimum</b>	<b>Median</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
<b>Grundwasser</b>							
D	10	8	<BG	<BG		0,007	(3)
<b>Uferfiltrat</b>							
D	15	5	<BG	0,005		0,105	(3)
<b>Trinkwasser (Wasserhahn)</b>							

**Tabelle 4.1.15** TnBP-Konzentrationsdaten für Grund- und Trinkwasser (µg/l)

<b>TnBP</b>							
<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Messungen</b>	<b>Anzahl &lt; BG</b>	<b>Minimum</b>	<b>Median</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
<b>Grundwasser</b>							
<b>Uferfiltrat</b>							
D	15	5	<BG	0,005		0,051	(3)
<b>Trinkwasser (Wasserhahn)</b>							

**Tabelle 4.1.16** TCBP-Konzentrationsdaten für Grund- und Trinkwasser (µg/l)

<b>TCBP</b>							
<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Messungen</b>	<b>Anzahl &lt; BG</b>	<b>Minimum</b>	<b>Median</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
<b>Grundwasser</b>							
<b>Uferfiltrat</b>							
<b>Trinkwasser (Wasserwerk)</b>							
D	98	91	<0,003	<BG	<BG	0,038	(4)

**Legende:** BG = Bestimmungsgrenze

**4.2 Frachten****Tabelle 4.2.1.** Im Rhein gemessene und mit Modellen berechnete Frachten

<b>Gemessene Frachten</b>								
<b>Name der Messstelle</b>	<b>Km</b>	<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Mittelwert aus Tabelle 4.1.1</b>	<b>Mittlerer Abfluss MQ (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Berechnete Frachten (t/a)</b>	<b>Gemessene Frachten (t/a)</b>	<b>Referenzjahr</b>	<b>Quellennachweis</b>
<b>TCPP</b>								
WKST Süd/Bad Honnef	640	D		1832	4,69		2007-2009	LANUV (2007-2009)
Düsseldorf-Flehe	732	D		1847	7,8		2007-2009	LANUV (2007-2009)
WKST Rhein-Nord Kleve-Bimmen	865	D		2163	10,0		2007-2009	LANUV (2007-2009)
<b>Triisobutylphosphat</b>								
WKST Süd/Bad Honnef	640	D		1622	1,95		2008-2009	LANUV (2008-2009)
Düsseldorf-Flehe	732	D		1559	4,33		2008-2009	LANUV (2008-2009)
WKST Rhein-Nord Kleve-Bimmen	865	D		1972,5	4,44		2008-2009	LANUV (2008-2009)
<b>TBP</b>								
WKST Süd/Bad	640	D		1969	2,74		2007-2009	LANUV (2007-2009)

Honnef								
Düsseldorf-Flehe	732	D		1940	3,48		2007-2009	LANUV (2007-2009)
WKST Rhein-Nord Kleve-Bimmen	865	D		2241	4,06		2007-2009	LANUV (2007-2009)
<b>TPP</b>								
WKST Rhein-Nord Kleve-Bimmen	865	D		1887	0,41		2008	LANUV (2008)
<b>TCEP</b>								
WKST Süd/Bad Honnef	640	D		1887	0,72		2007-2009	LANUV (2007-2009)
<b>TBEP</b>								
WKST Süd/Bad Honnef	640	D		1658	1,39		2009	LANUV (2007-2009)
Düsseldorf-Flehe	732	D		1615	1,68		2009	LANUV (2007-2009)
WKST Rhein-Nord Kleve-Bimmen	865	D		2050	2,94		2009	LANUV (2007-2009)

TDCP								
WKST Süd/Bad Honnef	640	D		1622	0,95		2008-2009	LANUV (2007- 2009)
Düsseldorf- Flehe	732	D		1559	1,13		2008-2009	LANUV (2007- 2009)
WKST Rhein-Nord Kleve- Bimmen	865	D		1968,5	1,47		2008-2009	LANUV (2007- 2009)

**Legende:** BG = Bestimmungsgrenze

## 5. Bewertungskriterien (Qualitätskriterien)

**Tabelle 5.1:** Existierende nationale und internationale Qualitätskriterien ( $\mu\text{g/l}$ )

Stoffname	Qualitätskriterien [ $\mu\text{g/l}$ ]										Quellen- nachweis		
	UQN (UQN- V)	UQN- Rhein	IKSR- Ziel- vorgabe	Nationale Werte								Sonstige IAWR- Werte	Sonstige (Trinkwasservor- sorgewerte)
				A	CH	D*	F	L	NL				
TCEP						4,0					1,0	GOW: 1,0; LW <sub>TW</sub> : 22,0; VW: <0,1 bis maximal <1,0	(1), (2)
TCPP											1,0	GOW: 1,0; LW <sub>TW</sub> : 22,0; VW: <0,1 bis maximal <1,0	(1)
TPPO											1,0		
TiBP						11,0							(2)
TBEP													
TPP													
TCP													

**Legende:** UQN = **Umweltqualitätsnormen**  
IAWR = **Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet.**  
UQN-V = **Umweltqualitätsnorm-Vorschlag**  
GOW = **Gesundheitliche Orientierungswerte**  
\* = **Qualitätsziel-Vorschlag des Umweltbundesamtes Berlin**

- (1) Zu GOW: Schreiben des Umweltbundesamtes an das MUNLV NRW (14.03.2008). nicht veröffentlicht.  
Der GOW (gesundheitlicher Orientierungswert) gilt zur Bewertung der Anwesenheit nicht oder nur teilbewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus gesundheitlicher Sicht als *Vorsorgewert* (UBA, 2003). Zusätzlich heißt es in dem Schreiben vom 14.03.2008 zu den Stoffen TCEP und TCPP: „Ein trinkwasserhygienischer Zielwert [hier: VW] wäre, etwa hinsichtlich der Möglichkeit des Entstehens toxikologisch relevanter Transformationsprodukte aus der oxidativen Trinkwasseraufbereitung, unter fallweiser Konkretisierung von § 6(3) TrinkwV 2001 auch unterschiedlich niedriger als dieser GOW vorzugeben (VW <0,1 bis maximal 1,0  $\mu\text{g/l}$ ). Zur Bewertung von

*Summen gleichzeitig ähnlich wirkender Stoffe (similar joint action) steht das Additionsverfahren der TRGS 403 zur Verfügung. Bezugswerte wären jeweils, falls verfügbar, die stoffspezifischen  $LW_{TW}$  (toxikologisch abgeleitete Trinkwasserleitwerte gemäß WHO) ähnlich wirkender Mischungskomponenten.“*

(2) Umweltbundesamt: Stoffdatenblätter (TiBP, TCEP). ETOX-Datenbank:

<http://webetox.uba.de/webETOX/public/basics/stoff/ziel.do;jsessionid=215C64DDF7F2EC51880FA6DB750269B9?stoff=6330>

<http://webetox.uba.de/webETOX/public/basics/stoff/ziel.do?stoff=6327>

**Tabelle 5.2:** Bestandsaufnahme der Toxizitätsdaten

Stoff	NOEC chronisch (µg/L)	NOEC (µg/L)	Spezies	Prüfkriterium	AF	AF chronisch	PNEC chronisch (µg/L)	PNEC (µg/L)	Quellennachweis
TiBP			Kleinkrebse ( <i>daphnia magna</i> )	EC50: 11.000 µg/l	1000			11 µg/l	(1) UBA Stoffdatenblatt TiBP und ETOX-Datenbank
TCEP			Algen ( <i>Scenedesmus subspicatus</i> )	EC10: 200 µg/l ; (Biomasse gemäß DIN 38412)	50			4 µg/l	(1) UBA Stoffdatenblatt TCEP und ETOX-Datenbank
TnBP			<i>Scenedesmus subspicatus</i>	72-hr EC10 (Biomasse): 370 µg/l	10			37 µg/l	(2)
TCPP		13.000	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	NOEC (Wachstum)	50			260 µg/l	(3)
TDCP	500 µg/l		Algen ( <i>Daphnia magna</i> )	Reproduktion (chronisch)		50	10 µg/l		(4)
TCP		0,32	Fisch ( <i>Gasterosteus aculeatus</i> )	NOEC (Wachstum)	10			MPC <sub>dissolved</sub> : 0,032 µg/l	(5)
TPP			<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	Biomasse (Wachstum) EC10: 16 µg/l, EC50: 570 µg/l	100 (Süßwasser), 1000 (Salzwasser)			MPC <sub>dissolved</sub> : 0,16 µg/l	(5)



Stoff	NOEC chronisch (µg/L)	NOEC (µg/L)	Spezies	Prüfkriterium	AF	AF chronisch	PNEC chronisch (µg/L)	PNEC (µg/L)	Quellennachweis
TCPP	Weitere Toxizitätsdaten zu TiBP, TCEP und weiteren FSM: s. RIVM report (2005) [(5); darin Anhang A2].								(5)
TDCP	Überschreitungen von MPC (maximum permissible concentration)-Werten sind aufgrund der in [5] angegebenen Messdaten und ERL's (ecological risk limits) bei den Stoffen <b>TPP</b> (MPC 0,16 µg/l) und <b>TCP</b> (MCP 0,032 µg/l) zu vermuten; die negligible concentrations (NC-Werte) dieser beiden Stoffe liegen bei 0,0016 µg/l (TPP) und 0,00032 µg/l (TCP). Bei den übrigen Stoffen liegen die in [5] angegebenen MPC-Werte im Bereich 11-1600 µg/l, die NC-Werte zwischen 0,11-16,0 µg/l. Überschreitungen von NC-Werten sind aufgrund der Angaben in [5] außerdem für <b>TiBP</b> (NC = 0,11 µg/l) sowie für <b>TBEP</b> (NC=0,13 µg/l) zu vermuten.								
TnBP									
TiBP									
TBEP									
TPP, TCP									

**Legende:** NOEC = **No observed effect concentration**  
 AF = **Assessment factor**  
 PNEC = **Predicted no effect concentration**

(1) UBA Stoffdatenblätter und UQN-Vorschläge, ETOX-Datenbank:

<http://webetox.uba.de/webETOX/public/basics/stoff/ziel.do;jsessionid=215C64DDF7F2EC51880FA6DB750269B9?stoff=6330>

<http://webetox.uba.de/webETOX/public/basics/stoff/ziel.do?stoff=6327>

(2) OECD SIDS (2002): TRIBUTYL PHOSPHATE CAS N°: 126-73-8. <http://www.inchem.org/documents/sids/sids/126-73-8.pdf>

(3) European Union Risk Assessment Report. TRIS(2-CHLORO-1-METHYLETHYL) PHOSPHATE (TCPP) CAS No: 13674-84-5 EINECS No: 237-158-7 RISK ASSESSMENT. May 2008. Ireland (lead) and United Kingdom. [http://ecb.jrc.ec.europa.eu/DOCUMENTS/Existing-Chemicals/RISK\\_ASSESSMENT/REPORT/tcppreport425.pdf](http://ecb.jrc.ec.europa.eu/DOCUMENTS/Existing-Chemicals/RISK_ASSESSMENT/REPORT/tcppreport425.pdf)

(4) European Union Risk Assessment Report. TRIS[2-CHLORO-1-(CHLOROMETHYL)ETHYL]PHOSPHATE (TDCP) CAS No: 13674-87-8 EINECS No: 237-159-2. RISK ASSESSMENT. May 2008. Ireland (lead) and United Kingdom. [http://ecb.jrc.ec.europa.eu/DOCUMENTS/Existing-Chemicals/RISK\\_ASSESSMENT/REPORT/tdcpreport426.pdf](http://ecb.jrc.ec.europa.eu/DOCUMENTS/Existing-Chemicals/RISK_ASSESSMENT/REPORT/tdcpreport426.pdf)

(5) RIVM report 601501024/2005: Environmental Risk Limits for several phosphate esters, with possible applications as flame retardant. <http://rivm.openrepository.com/rivm/bitstream/10029/7383/1/601501024.pdf>

## 6. Strategieansatz (potenzielle Verminderungsmaßnahmen)

**Tabelle 6.1:** Potenzielle Maßnahmen an der Quelle

Maßnahme	Wirkung/Be- wertung der Maßnahme	Betroffene Indikatorsubstanzen	Zeitbedarf (Jahre)			Quellennachweis
			<5	>5 bis <10	>10	
Maßnahmen an der Quelle (Produkt- und Produktionsinterne Maßnahmen) / Vermeidung, Ersatzstoffe	Verringerung der atmosphärischen Einträge; Verringerung der Einträge in die Gewässer / das Abwasser	alle		x		(1)
Abwasserreinigung kommunale Kläranlagen (Belebungsverfahren)	Eliminationsgrad Kläranlage	T CPP: 35%, T CEP: 40%, T DCP: 40%, T iBP: 70%, T nBP: 80%	x			(2)
Zusätzliche Behandlungsstufe Oxidation (z.B. Ozonung)	Zusätzl. Elimination auf Kläranlage (bezogen auf Ablauf KA nach Belebungsverf.)	T CPP: 38%, T CEP: 9%, T DCP: 15%, T iBP: 91%, T nBP: >91%		x		(2)
Zusätzliche Behandlungsstufe Adsorption (z.B. PAK oder GAK)	Zusätzl. Elimination auf Kläranlage (bezogen auf Ablauf KA nach Belebungsverf.)	T CPP: 93%, T CEP: 76%, T DCP: 97%, T iBP: k.A., T nBP: 72%;  T CEP: 66-80%, T CPP: 80- 93%		x		(2)  (3)
Erhöhung des Anschlussgrades an kommunale Kläranlagen				x		
Niederschlags- und Mischwasserbehandlung						

(1) Forschungsbericht 204 08 542 (alt) / 297 44 542 (neu): Erarbeitung von Bewertungsgrundlagen zur Substitution umweltrelevanter Flammschutzmittel. Auftragnehmer: Öko-Recherche Büro für Umweltforschung und -beratung GmbH, Frankfurt/M. Band I: Ergebnisse und zusammenfassende Übersicht im Auftrag des Umweltbundesamtes. UBA-Forschungsbericht, Dezember 2000.

- (2) Abschlussbericht der TU Dortmund an das MUNLV NRW (2008) Projekt-Nr.: IV-9-0421720030. Untersuchungen zum Eintrag und zur Elimination von gefährlichen Stoffen in kommunalen Kläranlagen - Phase 3.
- (3) Umweltministerium Baden-Württemberg

**Tabelle 6.2:** Potenzielle Möglichkeiten zur Reduzierung des Eintrages für die verschiedenen Eintragspfade

Eintragspfad	Anteil am Gesamteintrag	Maßnahme	Wirkung/Beurteilung der Maßnahme	Eliminierte Indikatorsubstanzen	Zeitbedarf (Jahre)			Quellenachweis
					<5	>5 bis <10	> 10	
Atmosphärische Deposition (1)	2	Maßnahmen an der Quelle (Produkt-, Produktions- u. betriebsinterne Maßnahmen)	hoch	alle			x	
Grundwasser (2)								
Hofabläufe und Abdrift (3)								
Erosion (4)								
Oberflächenabfluss (5)								
Drainage (6)								
Regenwasserkanäle (7)	2	Reinigung des Niederschlagswassers	mittel	alle		x		
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	3	zusätzliche Reinigungsstufe	hoch	Alle (außer TnBP)		x		
Mischwasserüberläufe (9)	1-2	Reduzierung der Menge ungeklärter Mischwasserüberläufe	mittel	alle		x		
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)	1-2	s.o.	mittel	alle		x		
Nicht angeschlossen (11)								
Direkteinleitungen aus Industrie (12)	1 (bei TnBP u. TiBP höher)		i.A. gering (bei TnBP u. TiBP höher)	alle		x		
Direkteinträge (13)	1	Siehe	hoch	alle			x	

		Atmosphärische Einträge						
Natürliche Hintergrundbelastung (14)								

**Legende:**

Anteil des Eintragspfades am Gesamteintrag in den Rhein

0 = nicht von Bedeutung

1 = von geringer Bedeutung (Eintrag < 10 %

2 = von mittlerer Bedeutung (Eintrag > 10 %)

3 = von großer Bedeutung (Eintrag > 50%)

**Tabelle 6.3:** Für die allgemeine Strategie der IKSR zu verwendenden Elemente

Maßnahme	Zeitbedarf (Jahre)		
	< 5	> 5 bis < 10	> 10
Maßnahmen an der Quelle (Produkt- und Produktionsinterne Maßnahmen) / Vermeidung, Ersatzstoffe			x
Zusätzliche Behandlungsstufe (Adsorption z.B. PAK oder GAK)		x	
Niederschlags- und Mischwasserbehandlung		x	

## **7. Literaturnachweis**



Internationale Kommission zum Schutz des Rheins  
Commission Internationale pour la Protection du Rhin  
Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn

**MIKRO-Stoffdatenblatt**  
**Industriechemikalien**  
Perfluorierte Tenside



## Perfluorierte Tenside (PFT)

### 1. Allgemeine Stoffdaten

**Tabelle 1:** Allgemeine Stoffdaten

Stoffname	CAS Nr.	Handelsname (Beispiele)	Verwendung	Quellennachweis
Stoffgruppen PFC und PFT			Per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC) finden in vielen Bereichen Anwendung, zum Beispiel in Antihaft-Beschichtungen für Pfannen, als Regenschutz bei Bekleidung, in Feuerlöschschäumen oder zur Papierveredlung. Studien haben gezeigt, dass einige PFC zu perfluorierten Tensiden (PFT; z.B. PFOA und PFOS) abgebaut werden können. Einige PFT werden bzw. wurden in zahlreichen Bereichen auch direkt eingesetzt.	(1)
Perfluorooctansäure (PFOA)	335-67-1		<u>PFOA</u> : wird nicht direkt eingesetzt, ist aber in vielen Produkten herstellungsbedingt als Verunreinigung enthalten und kann aus Vorläufersubstanzen (PFC'S) gebildet werden.	(2)
Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)	1763-23-1		PFOS wird u.a. direkt eingesetzt. Die Verwendung von <u>PFOS</u> (einschließlich deren Salz, Metallsalze, Halogenide, Amide und andere Derivate einschließlich Polymere) wurde gemäß RICHTLINIE 2006/122/EG seit Inkrafttreten erstmals eingeschränkt. Ausgenommen sind a) Fotoresistlacke und Antireflexbeschichtungen für fotolithografische Prozesse, b) fotografische Beschichtungen von Filmen, Papieren und Druckplatten, c) Antischleiermittel für nicht-dekoratives	

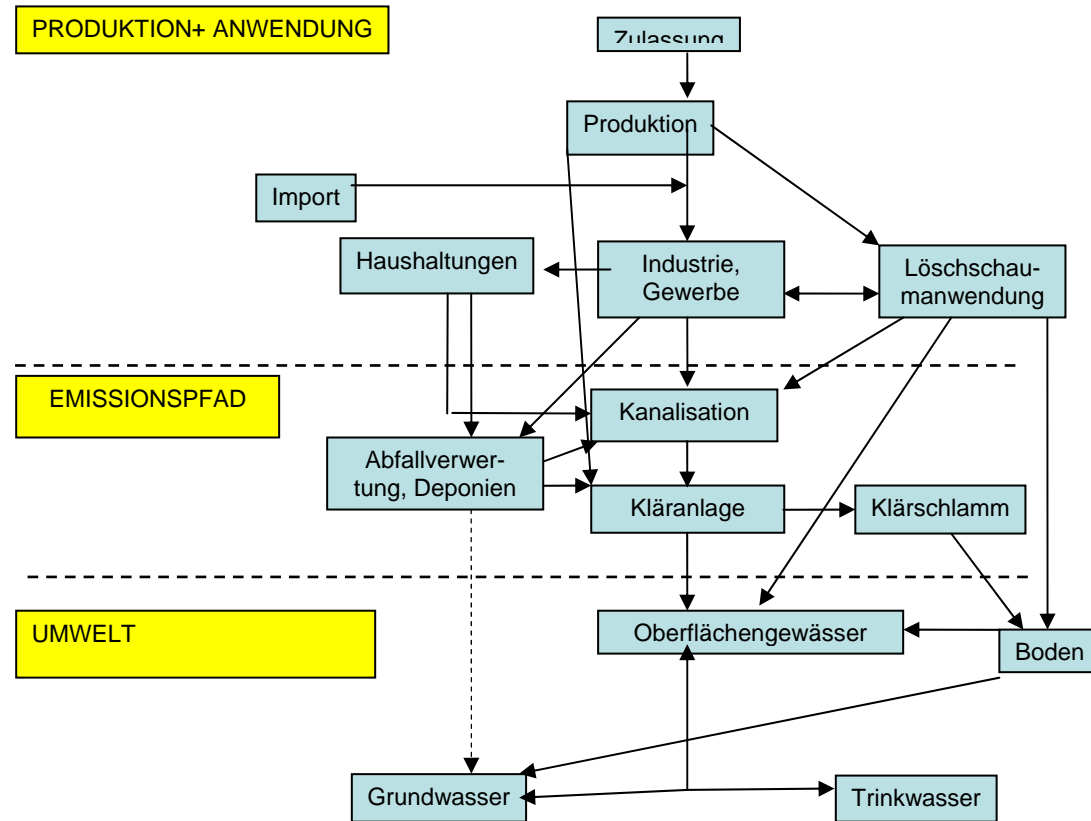
Stoffname	CAS Nr.	Handelsname (Beispiele)	Verwendung	Quellennachweis
			Hartverchromen (Chrom VI) und Netzmittel für überwachte Galvanotechniksysteme, d) Hydraulikflüssigkeiten für die Luft- und Raumfahrt. Seit dem 27.6.11 dürfen nur Feuerlöschschäume verwendet werden, die gemäß der EU Verordnung Nr. 757/2010 vom 24.08.10 höchstens noch 0,001Gew. % PFOS enthalten. Letzteres gilt auch für sonstige Produkte, z.B. Textilien, Papier oder andere beschichtete Werkstoffe. Zusätzlich ist PFOS inzwischen über das Stockholmer Übereinkommen weltweit beschränkt.	
Perfluorbutansäure (PFBA)	375-22-4		s.o.	.
Perfluorpentansäure (PFPA)	2706-90-3		s.o.	
Perfluorhexansäure (PFHxA)	307-24-4		s.o.	
Perfluorheptansäure (PFHpA)	375-85-9		s.o.	
Perfluornonansäure (PFNA)	375-95-1		s.o.	
Perfluordekansäure (PFDA)	335-76-2		s.o.	
Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)	375-73-5		s.o.	
Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)	355-46-4		s.o.	

(1) Umweltbundesamt Deutschland: Per- und Polyfluorierte Chemikalien. [http://www.reach-info.de/kritische\\_eigenschaften.htm#PFCs](http://www.reach-info.de/kritische_eigenschaften.htm#PFCs)

(2) Amtsblatt der Europäischen Union (2006): RICHTLINIE 2006/122/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 12. Dezember 2006.

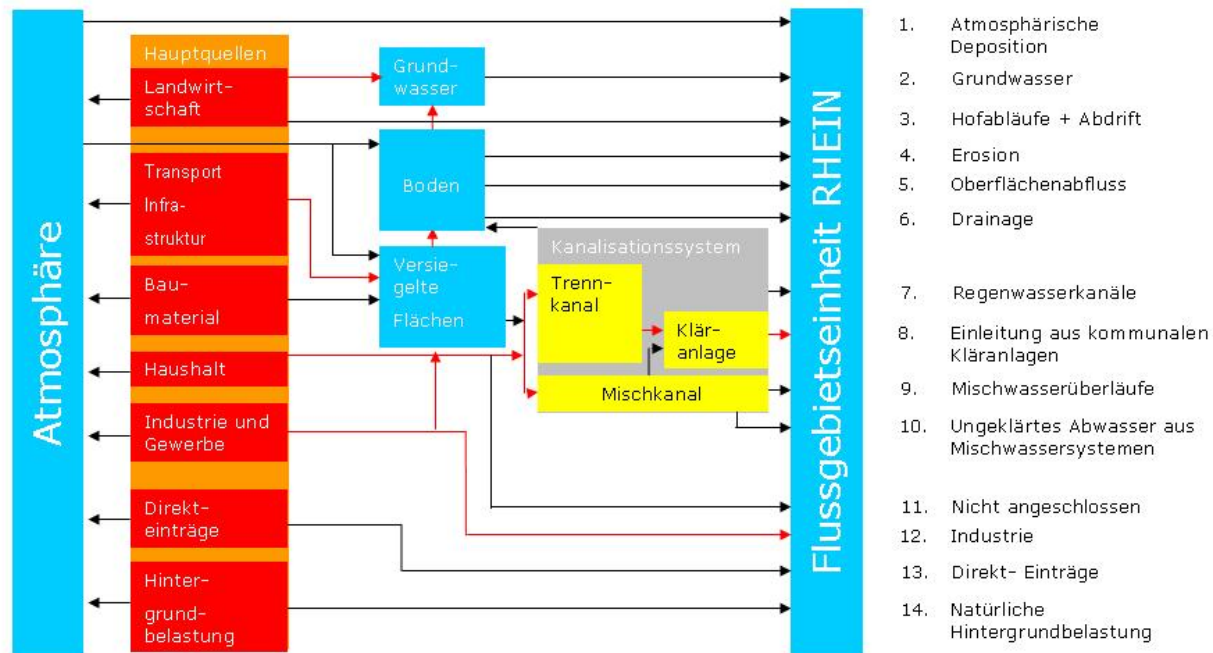
## 2. Grundschemata zur Stoffflussanalyse

**Diagramm 2.1:** Stoffflussanalyse (das Grundschemata kann je nach Stoffgruppe bzw. Stoff variiert werden.)



### 3. Emission (Produktion und Anwendung)

**Diagramm 3.1:** Diagramm der Eintragspfade (*Die wichtigsten Eintragspfade sind rot markieren*)



**Tabelle 3.1:** Im Rheineinzugsgebiet produzierte Mengen

PFOA	A	CH	D	F	L	NL	Summe	Quellennachweis
<b>Produzierte Mengen (in kg/Jahr)</b>								
			Seit 2008: beim einzigen Produzenten Substitution des PFOA durch ein neues Fluortensid (ADONA)				0	3 M [1]
	Stewardship-Programm der EPA: freiwillige Selbstverpflichtung der weltweit größten Hersteller zum vollständigen (produkt- /produktionsbezogenen) Emissionsstopp von PFOA bis 2015							EPA, 2010 [2]
<b>Anzahl der produzierenden Betriebe</b>								
							0	

PFOS	A	CH	D	F	L	NL	Summe	Quellennachweis	
<b>Produzierte Mengen (in kg/Jahr)</b>									
	3 M als weltweit größter Produzent PFOS-haltiger Fluorverbindungen stellte seine PFOS-Produktion im Jahr 2002 komplett ein. Rohstoffe für fluorierte Chemikalien innerhalb der EU nur noch auf Fluortelomerbasis. (Diese sind weitestgehend PFOS-frei, enthalten aber andere PFC oder können zu solchen abgebaut werden.)							0	3 M [3]
<b>Anzahl der produzierenden Betriebe</b>									
							0		

[1] 3 M: [http://www.3m-pressnet.de/3m/opencms/newsdata/industrie/Dyneon\\_ADONA\\_Emulgatorx.html](http://www.3m-pressnet.de/3m/opencms/newsdata/industrie/Dyneon_ADONA_Emulgatorx.html)

[2] EPA, 2010: <http://www.epa.gov/opptintr/pfoa/pubs/stewardship/index.html>

[3] 3 M: [http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en\\_US/PFOS/PFOA/Information/phase-out-technologies/](http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/PFOS/PFOA/Information/phase-out-technologies/)

**Tabelle 3.2:** Im Rheineinzugsgebiet verwendete Mengen

Stoffname	A	CH	D	F	L	NL	Summe	Quellennachweis
<b>Gesamte national verwendete Mengen pro Kopf der Bevölkerung (in kg/Jahr)</b>								
<b>Verwendete Mengen pro Kopf der Bevölkerung im Rheineinzugsgebiet (in kg/Jahr)</b>								

**Tabelle 3.3:** Pro Stoff und pro Verwendungsbereich angewandte Mengen (t /Jahr oder in % der in 3.2 angegebenen Mengen)

PFOS									
Rheinanliegerstaat	Metall (Chrom) Galvanik	Photolithographie (Halbleiter); Fotografie	Feuerlöschschäume	Flugzeugindustrie	Schutzbeschichtungen für Fabrikate (Teppiche, Textilien und Leder)	Papierbehandlung (Fettabweisendes Papier für Lebensmittel, Pappe, usw.)	Beschichtungen (in Farben)	Summe	Quellen-Nachweis
EU	10	0,47; 1,6	0,57	0,73	240*	160*	90*	~500*	Environment Agency, 2004 (keine aktuellere Daten verfügbar)
A									
CH									
D									
F									
L									
NL									

\* Einfache Derivate und polymere Materialien werden als Vorläufer von PFOS angesehen und haben das Potential zur Freisetzung von PFOS in die Umwelt. Obwohl es wenig Informationen über den Abbau dieser Stoffe in der Umwelt gibt, wurden sie offensichtlich in der RAR berücksichtigt (Environment Agency, 2004).

Environment Agency (2004). Environmental Risk Evaluation Report : Perfluorooctanesulphonate (PFOS)

**Tabelle 3.4:** Messdaten für die Eintragspfade (oder prozentuale Anteile der einzelnen Eintragspfade siehe Tabelle 3.5)

Eintragspfad	PFOA (µg/l)						Quellennachweis
	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	
Atmosphärische Deposition (1)							
Grundwasser (2)	398 Messstellen		<0,001		0,1138	8,4	LANUV 2006-2011*
Hofabläufe und Abdrift (3)							
Erosion (4)							
Oberflächenabfluss (5)							
Drainage (6)							
Regenwasserkanäle (7)							
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	10	0	0,011	0,036	0,077	0,320	MicroPoll DB BAFU (2000-2010)
	879 Proben (129 Einleitungsstellen, belastungsorientiert)	542 (62%) der Proben	<BG	<BG	0,028	0,950	LANUV NRW (2007-2010)
Mischwasserüberläufe (9)							
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)							
Nicht angeschlossen (11)							
Direkteinleitungen aus Industrie, Entsorgungsbetrieben u. Deponien (12)	166 Proben (39 Einleitungsstellen, belastungsorientiert)	66 (40%) der Proben	<BG	<BG	0,270	29,0	LANUV NRW (2007-2010)
Direkteinträge (13)							
Natürliche Hintergrundbelastung (14)							

**Legende:** BG = Bestimmungsgrenze (LANUV: 0,01 µg/l)



Eintragspfad	PFOS (µg/l)						
	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
Atmosphärische Deposition (1)							
Grundwasser (2)	392 Messstellen		<0,001		0,458	23,0	LANUV 2006-2011*
Hofabläufe und Abdrift (3)							
Erosion (4)							
Oberflächenabfluss (5)							
Drainage (6)							
Regenwasserkanäle (7)							
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	16	1	0,010	0,038	0,065	0,260	MicroPoll DB BAFU (2000-2010)
	881 Proben (129 Einleitungsstellen, belastungsorientiert)	215 (24%) der Proben	<BG	0,019	0,215	20,0	LANUV NRW (2007-2010)
Mischwasserüberläufe (9)							
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)							
Nicht angeschlossen (11)							
Direkteinleitungen aus Industrie, Entsorgungsbetrieben u. Deponien (12)	166 Proben (39 Einleitungsstellen, belastungsorientiert)	77 (46%) der Proben	<BG	0,010	0,153	1,70	LANUV NRW (2007-2010)
Direkteinträge (13)							
Natürliche Hintergrundbelastung (14)							

**Legende:** BG = Bestimmungsgrenze

Eintragspfad	PFBA (µg/l)						Quellennachweis
	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	
Atmosphärische Deposition (1)							
Grundwasser (2)	518 Proben (142 Messstellen)	264 Proben	<0,002		0,189	8,9	LANUV 2006-2011*
Hofabläufe und Abdrift (3)							
Erosion (4)							
Oberflächenabfluss (5)							
Drainage (6)							
Regenwasserkanäle (7)							
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	646 Proben (67 Einleitungsstellen)	586 (91%) der Proben	<BG	<BG	<BG	0,190	LANUV NRW (2007-2010)
Mischwasserüberläufe (9)							
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)							
Nicht angeschlossen (11)							
Direkteinleitungen aus Industrie, Entsorgungsbetrieben u. Deponien (12)	113 Proben (18 Einleitungsstellen, belastungsorientiert)	32 (28%) der Proben	<BG	<BG	12,5	250,0	LANUV NRW (2007-2010)
Direkteinträge (13)							
Natürliche Hintergrundbelastung (14)							

**Legende:** BG = Bestimmungsgrenze (LANUV: 0,01 µg/l)

Eintragspfad	PFBS (µg/l)						Quellennachweis
	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	
Atmosphärische Deposition (1)							
Grundwasser (2)	596 Proben (219 Messstellen)	208 Proben	<0,002		0,123	4,55	LANUV 2006-2011*
Hofabläufe und Abdrift (3)							
Erosion (4)							
Oberflächenabfluss (5)							
Drainage (6)							
Regenwasserkanäle (7)							
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	647 Proben (92 Einleitungsstellen)	287 (44%) der Proben	<BG	0,01	0,091	12,0	LANUV NRW (2007-2010)
Mischwasserüberläufe (9)							
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)							
Nicht angeschlossen (11)							
Direkteinleitungen aus Industrie, Entsorgungsbetrieben u. Deponien (12)	113 Proben (18 Einleitungsstellen, belastungsorientiert)	23 (20%) der Proben	<BG	0,02	2,72	130,0	LANUV NRW (2007-2010)
Direkteinträge (13)							
Natürliche Hintergrundbelastung (14)							

PFHxA (µg/l)							
Eintragspfad	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
Atmosphärische Deposition (1)							
Grundwasser (2)	731 Proben (234 Messstellen)	178 Proben	<0,001		0,0998	6,0	LANUV 2006-2011*
Hofabläufe und Abdrift (3)							
Erosion (4)							
Oberflächenabfluss (5)							
Drainage (6)							
Regenwasserkanäle (7)							
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	645 Proben (67 Einleitungsstellen)	548 (85%) der Proben	<BG	<BG	0,017	1,2	LANUV NRW (2007-2010)
Mischwasserüberläufe (9)							
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)							
Nicht angeschlossen (11)							
Direkteinleitungen aus Industrie, Entsorgungsbetrieben u. Deponien (12)	107 Proben (18 Einleitungsstellen)	45 (42%) der Proben	<BG	0,018	0,074	1,3	LANUV NRW (2007-2010)
Direkteinträge (13)							
Natürliche Hintergrundbelastung (14)							

Eintragspfad	PFPA (µg/l)						Quellennachweis
	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	
Atmosphärische Deposition (1)							
Grundwasser (2)	546 Proben (143 Messstellen)	177 Proben	<0,002		0,056	1,7	LANUV 2006-2011*
Hofabläufe und Abdrift (3)							
Erosion (4)							
Oberflächenabfluss (5)							
Drainage (6)							
Regenwasserkanäle (7)							
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)							
Mischwasserüberläufe (9)							
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)							
Nicht angeschlossen (11)							
Direkteinleitungen aus Industrie, Entsorgungsbetrieben u. Deponien (12)							
Direkteinträge (13)							
Natürliche Hintergrundbelastung (14)							

Eintragspfad	PFHpA (µg/l)						
	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
Atmosphärische Deposition (1)							
Grundwasser (2)	669 Proben (181 Messstellen)	305 Proben	<0,001		0,086	6,3	LANUV 2006-2011*
Hofabläufe und Abdrift (3)							
Erosion (4)							
Oberflächenabfluss (5)							
Drainage (6)							
Regenwasserkanäle (7)							
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)							
Mischwasserüberläufe (9)							
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)							
Nicht angeschlossen (11)							
Direkteinleitungen aus Industrie, Entsorgungsbetrieben u. Deponien (12)							
Direkteinträge (13)							
Natürliche Hintergrundbelastung (14)							

Eintragspfad	PFNA ( $\mu\text{g/l}$ )						Quellennachweis
	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	
Atmosphärische Deposition (1)							
Grundwasser (2)	673 Proben (180 Messstellen)	667 Proben	<0,001	<0,01		0,19	LANUV 2006-2011*
Hofabläufe und Abdrift (3)							
Erosion (4)							
Oberflächenabfluss (5)							
Drainage (6)							
Regenwasserkanäle (7)							
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)							
Mischwasserüberläufe (9)							
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)							
Nicht angeschlossen (11)							
Direkteinleitungen aus Industrie, Entsorgungsbetrieben u. Deponien (12)							
Direkteinträge (13)							
Natürliche Hintergrundbelastung (14)							

Eintragspfad	PFDA (µg/l)						Quellennachweis
	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	
Atmosphärische Deposition (1)							
Grundwasser (2)	731 Proben (233 Messstellen)	724 Proben	<0,001	<0,01		0,428	LANUV 2006-2011*
Hofabläufe und Abdrift (3)							
Erosion (4)							
Oberflächenabfluss (5)							
Drainage (6)							
Regenwasserkanäle (7)							
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)							
Mischwasserüberläufe (9)							
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)							
Nicht angeschlossen (11)							
Direkteinleitungen aus Industrie, Entsorgungsbetrieben u. Deponien (12)							
Direkteinträge (13)							
Natürliche Hintergrundbelastung (14)							



Eintragspfad	PFHxS (µg/l)						
	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
Atmosphärische Deposition (1)							
Grundwasser (2)	601 Proben (224 Messstellen)	414 Proben	<0,002		0,056	3,5	LANUV 2006-2011*
Hofabläufe und Abdrift (3)							
Erosion (4)							
Oberflächenabfluss (5)							
Drainage (6)							
Regenwasserkanäle (7)							
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)							
Mischwasserüberläufe (9)							
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)							
Nicht angeschlossen (11)							
Direkteinleitungen aus Industrie, Entsorgungsbetrieben u. Deponien (12)							
Direkteinträge (13)							
Natürliche Hintergrundbelastung (14)							

LANUV 2006-2011\*: Im Rahmen unterschiedlicher Untersuchungsprogramme durchgeführte, belastungsorientierte Grundwasseruntersuchungen in NRW im Zeitraum 2006-2011 (Landesgrundwasserdatenbank HygrisC, Stand: 01.09.2011)

**Tabelle 3.5:** Prozentuale Anteile der einzelnen Eintragspfade

<b>Eintragspfad</b>	<b>PFOA</b>	<b>PFOS</b>	<b>PFBA</b>	<b>PFBS</b>	<b>PFHxA</b>	<b>Quellennachweis</b>
Atmosphärische Deposition (1)						
<b>Grundwasser</b> (Herkunft: Bodenverunreinigungen, Löschschaummittel, undichte Kanäle) <b>(2)</b>	x	x	x	x	x	LANUV NRW
Hofabläufe und Abdrift (3)						
Erosion (4)						
<b>Oberflächenabfluss</b> (Herkunft: Bodenverunreinigungen durch illegale Abfallverbringung) <b>(5)</b>	58,6	x	x	x	x	LANUV NRW
<b>Drainage (6)</b>						
Regenwasserkanäle (7)						
<b>Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen</b> (Herkunft: industrielle u. gewerbl. Indirekteinleiter) <b>(8)</b>	28,5	74,4	0,06 %	4,9	76,3	LANUV NRW
<b>Mischwasserüberläufe (9)</b>		x			x	LANUV NRW
<b>Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)</b>		x			x	LANUV NRW
Nicht angeschlossen (11)						
<b>Direkteinleitungen aus Industrie (12)</b>	8,1	15,6	89,9 %	85,1	13,7	LANUV NRW
Direkteinträge (13)						
Natürliche Hintergrundbelastung (14)						

Legende: x = Eintrag vorhanden, aber Anteile nicht quantifizierbar (Schätzwert: ≤10%);

Die Angaben basieren auf Daten des LANUV aus dem nordrheinwestfälischen Rheineinzugsgebiet im Zeitraum 2007-2010.

#### 4. Immission (gemessene Konzentrationen und Frachten, berechnete Frachten)

##### 4.1 Konzentrationsmessdaten

**Tabelle 4.1.1:** Konzentrationsdaten aus dem Rhein und seinen wichtigsten Nebenflüssen (µg/l)

<b>PFOA</b>								
<b>Name der Messstelle</b>	<b>Km</b>	<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Messungen (n)</b>	<b>n &lt; BG</b>	<b>Minimum</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
<b>Rhein</b>								
Basel-Birsfelden	163	CH				<0,002	<0,002	AWBR 2009 (Jahresbericht 2009)
Karlsruhe RDK	359	D				<0,002	0,003	AWBR 2009 (Jahresbericht 2009)
Karlsruhe	359	D	26	1	<0,001	0,002		LUBW 2008-2009
WkSt Süd/Bad Honnef	640	D	32	32	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Düsseldorf-Flehe	732,3	D	17	16	<0,010	<0,010	0,011	LANUV (2008-2010)
WkSt Nord/Kleve-Bimmen	865	D	29	28	<0,010	<0,010	0,012	LANUV (2008-2010)
Lobith	862	NL	22	0	0,002	0,004	0,009	RIWA (2001-2009)
<b>Nebenfluss</b>								
Mannheim (Neckar)	3	D	26	2	<0,001	0,004		LUBW 2008-2009
Emscher-Mündung	0,046	D	10	0	0,018	0,0252	0,035	LANUV (2008-2010)

PFOA								
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
(Emscher)								
Eppinghoven (Erft)	5,4	D	11	11	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Wesel (Lippe)	3,7	D	10	10	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Mülheim-Kahlenberg (Ruhr)	14,3	D	14	0	0,011	0,0156	0,031	LANUV (2008-2010)
Menden (Sieg)	8,7	D	10	10	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Opladen (Wupper)	5,4	D	11	6	<0,010	0,0095	0,024	LANUV (2008-2010)
Nieuwegein (Lekkanaal)		NL	35	18	< 0,005	0,005	0,013	RIWA (2001-2009)
Nieuwersluis (Amsterdam-Rijnkanaal)		NL	22	8	< 0,005	0,007	0,032	RIWA (2001-2009)
Andijk (IJsselmeer)		NL						

**Legende:** BG = Bestimmungsgrenze

PFOS								
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
<b>Rhein</b>								
Weil		CH/D	4	4	0.003	0.004	0.004	Messstation RÜS (2008)
Basel-Birsfelden	163	CH				0,008	0,012	AWBR 2009 (Jahresbericht 2009)
Karlsruhe	359	D				0,011	0,017	AWBR 2009 (Jah-

<b>PFOS</b>								
<b>Name der Messstelle</b>	<b>Km</b>	<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Messungen (n)</b>	<b>n &lt; BG</b>	<b>Minimum</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
RDK								resbericht 2009)
Karlsruhe	359	D	26	0	0,006	0,010		LUBW (2008-2009)
WkSt Süd/Bad Honnef	640	D	32	7	<0,010	0,0115	0,030	LANUV (2008-2010)
Düsseldorf-Flehe	732,3	D	17	4	<0,010	0,0129	0,032	LANUV (2008-2010)
WkSt Nord/Kleve-Bimmen	865	D	29	5	<0,010	0,0096	0,016	LANUV (2008-2010)
Lobith	862	NL	22	0	0,007	0,018	0,110	RIWA (2001-2009)
<b>Nebenfluss</b>								
Mannheim (Neckar)	3	D	26	1	<0,001	0,009		LUBW (2008-2009)
Emscher-Mündung (Emscher)	0,046	D	10	0	0,016	0,0277	0,044	LANUV (2008-2010)
Eppinghoven (Erft)	5,4	D	11	10	<0,010	<0,010	0,016	LANUV (2008-2010)
Wesel (Lippe)	3,7	D	10	2	<0,010	0,0098	0,019	LANUV (2008-2010)
Mülheim-Kahlenberg (Ruhr)	14,3	D	14	0	0,014	0,0331	0,096	LANUV (2008-2010)
Menden (Sieg)	8,7	D	10	8	<0,010	<0,010	0,015	LANUV (2008-2010)
Opladen (Wupper)	5,4	D						LANUV (2008-2010)
Nieuwegein		NL	35	0	0,005	0,010	0,026	RIWA (2001-

PFOS								
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
(Lekkanaal)								2009)
Nieuwersluis (Amsterdam-Rijnkanaal)		NL	22	1	< 0,005	0,012	0,026	RIWA (2001-2009)
Andijk (IJsselmeer)		NL						

PFBA								
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
<b>Rhein</b>								
Karlsruhe	359	D	21	17	<0,001	<0,001		LUBW (2008-2009)
WkSt Süd/Bad Honnef	640	D	32	32	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Düsseldorf-Flehe	732,3	D	17	4	<0,010	0,0728	0,230	LANUV (2008-2010)
WkSt Nord/Kleve-Bimmen	865	D	29	9	<0,010	0,0527	0,240	LANUV (2008-2010)
<b>Nebenfluss</b>								
Mannheim (Neckar)	3	D	20	12	<0,001	0,001		LUBW (2008-2009)
Emscher-Mündung	0,046	D	10	5	<0,010	0,0069	0,016	LANUV (2008-2010)

PFBA								
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
(Emscher)								
Eppinghoven (Erft)	5,4	D	11	11	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Wesel (Lippe)	3,7	D	10	7	<0,010	<0,010	0,010	LANUV (2008-2010)
Mülheim-Kahlenberg (Ruhr)	14,3	D	14	7	<0,010	0,0098	0,022	LANUV (2008-2010)
Menden (Sieg)	8,7	D	10	10	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Opladen (Wupper)	5,4	D	11	11	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)

PFBS								
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
<b>Rhein</b>								
Basel-Birsfelden	163	CH				<0,002	<0,002	AWBR 2009 (Jahresbericht 2009)
Karlsruhe RDK	359	D				<0,002	0,003	AWBR 2009 (Jahresbericht 2009)
Karlsruhe	359	D	26	3	<0,001	0,004		LUBW (2008-2009)
WkSt Süd/Bad Honnef	640	D	32	30	<0,010	<0,010	0,028	LANUV (2008-2010)
Düsseldorf-Flehe	732,3	D	17	1	<0,010	0,0418	0,104	LANUV (2008-2010)
WkSt Nord/Kleve-Bimmen	865	D	29	2	<0,010	0,0315	0,110	LANUV (2008-2010)

PFBS								
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
Nebenfluss								
Mannheim (Neckar)	3	D	26	7	<0,001	0,001		LUBW (2008-2009)
Emscher-Mündung (Emscher)	0,046	D	10	1	<0,010	0,0151	0,037	LANUV (2008-2010)
Eppinghoven (Erft)	5,4	D	11	10	<0,010	<0,010	0,045	LANUV (2008-2010)
Wesel (Lippe)	3,7	D	10	9	<0,010	<0,010	0,010	LANUV (2008-2010)
Mülheim-Kahlenberg (Ruhr)	14,3	D	14	1	<0,010	0,0259	0,062	LANUV (2008-2010)
Menden (Sieg)	8,7	D	10	9	<0,010	<0,010	0,034	LANUV (2008-2010)
Opladen (Wupper)	5,4	D	11	8	<0,010	<0,010	0,014	LANUV (2008-2010)

PFPA								
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
Rhein								
Karlsruhe	359	D	21	16	<0,001	<0,001		LUBW (2008-2009)
WkSt	640	D	32	32	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-



<b>PFFA</b>								
<b>Name der Messstelle</b>	<b>Km</b>	<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Messungen (n)</b>	<b>n &lt; BG</b>	<b>Minimum</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
Süd/Bad Honnef								2010)
Düsseldorf-Flehe	732,3	D	17	17	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
WkSt Nord/Kleve-Bimmen	865	D	29	29	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
<b>Nebenfluss</b>								
Mannheim (Neckar)	3	D	20	14	<0,001	0,001		LUBW (2008-2009)
Emscher-Mündung (Emscher)	0,046	D	10	6	<0,010	<0,010	0,022	LANUV (2008-2010)
Eppinghoven (Erft)	5,4	D	11	11	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Wesel (Lippe)	3,7	D	10	8	<0,010	<0,010	0,010	LANUV (2008-2010)
Mülheim-Kahlenberg (Ruhr)	14,3	D	14	12	<0,010	<0,010	0,017	LANUV (2008-2010)
Menden (Sieg)	8,7	D	10	10	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Opladen (Wupper)	5,4	D	11	11	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)

<b>PFHxA</b>								
<b>Name der Messstelle</b>	<b>Km</b>	<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Messungen (n)</b>	<b>n &lt; BG</b>	<b>Minimum</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
<b>Rhein</b>								
Basel-Birsfelden	163	CH				<0,001	<0,001	AWBR 2009 (Jahresbericht 2009)
Karlsruhe RDK	359	D				<0,002	0,002	AWBR 2009 (Jahresbericht 2009)
Karlsruhe	359	D	26	11	<0,001	0,001		LUBW (2008-2009)
WkSt Süd/Bad Honnef	640	D	32	32	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Düsseldorf-Flehe	732,3	D	17	17	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
WkSt Nord/Kleve-Bimmen	865	D	29	29	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Lobith	862	NL	21	21	< 0,001	< 0,001	< 0,001	RIWA (2001-2009)
<b>Nebenfluss</b>								
Mannheim (Neckar)	3	D	26	15	<0,001	0,001		LUBW (2008-2009)
Emscher-Mündung (Emscher)	0,046	D	10	2	<0,010	0,0147	0,035	LANUV (2008-2010)
Eppinghoven (Erft)	5,4	D	11	11	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Wesel (Lippe)	3,7	D	10	2	<0,010	0,0132	0,020	LANUV (2008-2010)
Mülheim-Kahlenberg	14,3	D	14	9	<0,010	<0,010	0,019	LANUV (2008-2010)

PFHxA								
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
(Ruhr)								
Menden (Sieg)	8,7	D	10	10	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Opladen (Wupper)	5,4	D	11	11	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)

PFHxS								
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
<b>Rhein</b>								
Basel-Birsfelden	163	CH				<0,002	<0,002	AWBR 2009 (Jahresbericht 2009)
Karlsruhe RDK	359	D				<0,002	0,003	AWBR 2009 (Jahresbericht 2009)
Karlsruhe	359	D	26	1	<0,001	0,002		LUBW (2008-2009)
WkSt Süd/Bad Honnef	640	D	32	32	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Düsseldorf-Flehe	732,3	D	17	17	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
WkSt Nord/Kleve-Bimmen	865	D	29	29	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
<b>Nebenfluss</b>								
Mannheim (Neckar)	3	D	26	8	<0,001	0,001		LUBW (2008-2009)
Emscher-	0,046	D	10	8	<0,010	<0,010	0,016	LANUV (2008-

PFHxS								
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
Mündung (Emscher)								2010)
Eppinghoven (Erft)	5,4	D	11	11	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Wesel (Lippe)	3,7	D	10	10	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Mülheim-Kahlenberg (Ruhr)	14,3	D	14	14	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Menden (Sieg)	8,7	D	10	10	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Opladen (Wupper)	5,4	D	11	11	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)

PFHpA								
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
<b>Rhein</b>								
Basel-Birsfelden	163	CH				<0,001	<0,001	AWBR 2009 (Jahresbericht 2009)
Karlsruhe RDK	359	D				<0,001	0,002	AWBR 2009 (Jahresbericht 2009)
Karlsruhe	3	D	26	21	<0,001	<0,001		LUBW (2008-2009)
WkSt Süd/Bad Honnef	640	D	32	32	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Düsseldorf-Flehe	732,3	D	17	17	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
WkSt	865	D	29	29	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-

<b>PFHpA</b>								
<b>Name der Messstelle</b>	<b>Km</b>	<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Messungen (n)</b>	<b>n &lt; BG</b>	<b>Minimum</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
Nord/Kleve-Bimmen								2010)
Lobith	862	NL	22	9	< 0,001	0,0013	0,0020	RIWA (2001-2009)
<b>Nebenfluss</b>								
Mannheim (Neckar)	3	D	26	13	<0,001	0,001		LUBW (2008-2009)
Emscher-Mündung (Emscher)	0,046	D	10	9	<0,010	<0,010	0,010	LANUV (2008-2010)
Eppinghoven (Erft)	5,4	D	11	11	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Wesel (Lippe)	3,7	D	10	10	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Mülheim-Kahlenberg (Ruhr)	14,3	D	14	14	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Menden (Sieg)	8,7	D	10	10	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Opladen (Wupper)	5,4	D	11	11	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)

<b>PFDA</b>								
<b>Name der Messstelle</b>	<b>Km</b>	<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Messungen (n)</b>	<b>n &lt; BG</b>	<b>Minimum</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
<b>Rhein</b>								
Basel-Birsfelden	163	CH				<0,001	<0,001	AWBR 2009 (Jahresbericht 2009)
Karlsruhe RDK	359	D				<0,001	<0,001	AWBR 2009 (Jahresbericht 2009)
Karlsruhe	359	D	26	25	<0,001	<0,001		LUBW (2008-2009)
WkSt Süd/Bad Honnef	640	D	32	32	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Düsseldorf-Flehe	732,3	D	17	17	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
WkSt Nord/Kleve-Bimmen	865	D	29	29	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Lobith	862	NL	22	18	< 0,001	0,0007	0,002	RIWA (2001-2009)
<b>Nebenfluss</b>								
Mannheim (Neckar)	3	D	26	17	<0,001	<0,001		LUBW (2008-2009)
Emscher-Mündung (Emscher)	0,046	D	10	10	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Eppinghoven (Erft)	5,4	D	11	11	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Wesel (Lippe)	3,7	D	10	10	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Mülheim-Kahlenberg	14,3	D	14	14	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)

PFDA								
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
(Ruhr)								
Menden (Sieg)	8,7	D	10	10	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Opladen (Wupper)	5,4	D	11	11	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)

PFNA								
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
<b>Rhein</b>								
Basel-Birsfelden	163	CH				<0,001	<0,001	AWBR 2009 (Jahresbericht 2009)
Karlsruhe RDK	359	D				<0,001	<0,001	AWBR 2009 (Jahresbericht 2009)
Karlsruhe	359	D	26	26	<0,001	<0,001		LUBW (2008-2009)
WkSt Süd/Bad Honnef	640	D	32	32	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Düsseldorf-Flehe	732,3	D	17	17	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
WkSt Nord/Kleve-Bimmen	865	D	29	29	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Lobith	862	NL	22	22	< 0,001	< 0,001	< 0,001	RIWA (2001-2009)
<b>Nebenfluss</b>								

PFNA								
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
Mannheim (Neckar)	3	D	26	26	<0,001	<0,001		LUBW (2008-2009)
Emscher-Mündung (Emscher)	0,046	D	10	10	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Eppinghoven (Erft)	5,4	D	11	11	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Wesel (Lippe)	3,7	D	10	10	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Mülheim-Kahlenberg (Ruhr)	14,3	D	14	14	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Menden (Sieg)	8,7	D	10	10	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)
Opladen (Wupper)	5,4	D	11	11	<0,010	<0,010	<0,010	LANUV (2008-2010)



**Tabelle 4.1.2:** Übersicht über Konzentrationsdaten aus sonstigen Oberflächengewässern im Rheineinzugsgebiet ( $\mu\text{g/l}$ )

<b>PFOS</b>							
<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Messungen (n)</b>	<b>n &lt; BG</b>	<b>Minimum</b>	<b>Median</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
CH	3	0	0,008	0,030	0,045	0,097	MicroPoll DB BAFU (2009)

<b>PFOA</b>							
<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Messungen (n)</b>	<b>n &lt; BG</b>	<b>Minimum</b>	<b>Median</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>

**Legende:** BG = Bestimmungsgrenze

**Tabelle 4.1.3** Konzentrationsdaten für Grund- und Trinkwasser ( $\mu\text{g/l}$ )

<b>PFOS</b>							
<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Messungen</b>	<b>Anzahl &lt; BG</b>	<b>Minimum (1/2 BG)</b>	<b>Median</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
<b>Grundwasser</b>							
CH	49 Messstellen	32	0.0005	0.0005	0.0056	0.123	Nationale Grundwasserbeobachtung NAQUA, Bundesamt für Umwelt BAFU (2007/ 2008)

PFOS							
Rheinanliegerstaat	Anzahl Mes- sungen	Anzahl < BG	Minimum (1/2 BG)	Median	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
<b>Trinkwasser Wasserwerksproben (aus Uferfiltrat, angereichertem Grundwasser)</b>							
D	692	256	0,005	0,015		0,100	PFT-Meldungen 26 Ruhrwasserwerke 2008-2009, LA- NUV-Datenbank
D	111	111	0,005		<0,010	<0,010	PFT-Meldungen Wasserwerk Möh- nebogen 2008- 2009, LANUV- Datenbank
<b>Trinkwasser (Wasserhahn)</b>							

**Legende:** BG = Bestimmungsgrenze

<b>PFOA</b>							
<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Mes- sungen</b>	<b>Anzahl &lt; BG</b>	<b>Minimum (1/2 BG)</b>	<b>Median</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
<b>Grundwasser</b>							
CH	49 Messstellen	35	0.0005	0.0005	0.0023	0.0157	Nationale Grund- wasserbeobach- tung NAQUA, Bundesamt für Umwelt BAFU (2007/2008)
<b>Trinkwasser Wasserwerksproben (aus Uferfiltrat, angereichertem Grundwasser)</b>							
D	692	50	0,005	0,023		0,083	PFT-Meldungen 26 Ruhrwasserwerke 2008-2009, LA- NUV-Datenbank
D	113	83	0,005		<0,010	0,068	PFT-Meldungen Wasserwerk Möh- nebogen 2008- 2009, LANUV- Datenbank
<b>Trinkwasser (Wasserhahn)</b>							

<b>PFBA</b>							
<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Mes- sungen</b>	<b>Anzahl &lt; BG</b>	<b>Minimum (1/2 BG)</b>	<b>Median</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
<b>Grundwasser</b>							
<b>Trinkwasser Wasserwerksproben (aus Uferfiltrat, angereichertem Grundwasser)</b>							
D	184	39	0,005	0,019		0,066	PFT-Meldungen 26 Ruhrwasserwerke 2008-2009, LA- NUV-Datenbank
D	70	6	0,005		0,073	0,220	PFT-Meldungen Wasserwerk Möh- nebogen 2008- 2009, LANUV- Datenbank
<b>Trinkwasser (Wasserhahn)</b>							

<b>PFBS</b>							
<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Anzahl Mes- sungen</b>	<b>Anzahl &lt; BG</b>	<b>Minimum (1/2 BG)</b>	<b>Median</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Maximum</b>	<b>Quellennachweis</b>
<b>Grundwasser</b>							
<b>Trinkwasser Wasserwerksproben (aus Uferfiltrat, angereichertem Grundwasser)</b>							
D	184	94	0,005	<0,010		0,065	PFT-Meldungen 26 Ruhrwasserwerke 2008-2009, LA- NUV-Datenbank
D	70	68	0,005		<0,010	0,011	PFT-Meldungen Wasserwerk Möh- nebogen 2008- 2009, LANUV- Datenbank
<b>Trinkwasser (Wasserhahn)</b>							

**Legende:** BG = Bestimmungsgrenze

## 4.2 Frachten

**Tabelle 4.2.1.** Im Rhein gemessene und mit Modellen berechnete Frachten

<b>Gemessene bzw. berechnete Frachten</b>								
<b>Name der Messstelle</b>	<b>Km</b>	<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Mittelwert aus Tabelle 4.1.1</b>	<b>Mittlerer Abfluss MQ (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Berechnete Frachten (kg/a)</b>	<b>Gemessene Frachten (kg/a)</b>	<b>Referenzjahr</b>	<b>Quellennachweis</b>
<b>PFBA</b>								
Düsseldorf-Flehe	732	D		1816	3834		2008-2010	LANUV (2008-2010)
WkSt Nord/Kleve-Bimmen	865	D		2232	3042		2008-2010	LANUV (2008-2010)
<b>PFBS</b>								
Karlsruhe	359	D	0,004	1160	157,3		2008-2009	LUBW
WkSt Süd/Bad Honnef	640	D		2042	364,7		2008	LANUV (2008-2010)
Düsseldorf-Flehe	732	D		1816	2112		2008-2010	LANUV (2008-2010)
WkSt Nord/Kleve-Bimmen	865	D		2232	1923		2008-2010	LANUV (2008-2010)
<b>PFHxA</b>								
Karlsruhe	359	D	0,001	1160	41,4		2008-2009	LUBW
<b>PFHxS</b>								
Karlsruhe	359	D	0,002	1160	61,5		2008-2009	LUBW
<b>PFOA</b>								
Karlsruhe	359	D	0,002	1160	76,75		2008-2009	LUBW

<b>Gemessene bzw. berechnete Frachten</b>								
<b>Name der Messstelle</b>	<b>Km</b>	<b>Rheinanliegerstaat</b>	<b>Mittelwert aus Tabelle 4.1.1</b>	<b>Mittlerer Abfluss MQ (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Berechnete Frachten (kg/a)</b>	<b>Gemessene Frachten (kg/a)</b>	<b>Referenzjahr</b>	<b>Quellennachweis</b>
<b>PFOS</b>								
Karlsruhe	359	D	0,010	1160	367,5		2008-2009	LUBW
WkSt Süd/Bad Honnef	640	D		1952	593,2		2008-2010	LANUV (2008-2010)
Düsseldorf-Flehe	732	D		1816	589,8		2008-2010	LANUV (2008-2010)
WkSt Nord/Kleve-Bimmen	865	D		2232	666,1		2008-2010	LANUV (2008-2010)
<b>Stoffname</b>								

Frachtabschätzungen für weitere Perfluorierte Tenside (PFT) waren nicht möglich, da bei diesen die Konzentrationen überwiegend unter der analytischen Bestimmungsgrenze lagen.

## 5. Bewertungskriterien (Qualitätskriterien)

**Tabelle 5.1:** Existierende nationale und internationale Qualitätskriterien ( $\mu\text{g/l}$ )

Stoffname	Qualitätskriterien										Quellennachweis	
	UQN-V	UQN-Rhein	IKSR-Zielvorgabe	Nationale Werte						Sonstige IAWR-Werte		Schutzgut Trinkwasser
				A	CH	D	F	L	NL			
<b>Vorschlag für allg. Umweltqualitätsnorm gemäß EQS Dossier (PFOS):</b>												
PFOS	9,1 $\mu\text{g/kg}$ in Biota, umgerechnet auf die Wasserphase: 0,00064 $\mu\text{g/l}$										0,1 $\mu\text{g/l}$	PFOS EQS Dossier 17.01.2011; WG-E (03/2011, drafted)
<b>Vorschlag für spezielle Umweltqualitätsnormen gemäß EQS Dossier:</b>												
	0,230 $\mu\text{g/l}$ (QS <sub>freshwater, eco</sub> )											PFOS EQS Dossier 17.01.2011; WG-E (drafted)
	0,00064 $\mu\text{g/l}$ (QS <sub>biota, hh</sub> ) Wasserkonzentration											
	9,1 $\mu\text{g/kg}$ (QS <sub>biota hh</sub> ) Konzentration in Biota											
	0,002 $\mu\text{g/l}$ (QS <sub>sec.pols.</sub> )											



Stoffname	Qualitätskriterien										Quellennachweis		
	UQN-V	UQN-Rhein	IKSR-Zielvorgabe	Nationale Werte						Sonstige IAWR-Werte		Schutzgut Trinkwasser	
<b>PFOA und PFOS</b>											0,1 µg/l (je Einzelstoff)	0,3 µg/l (LW)	Trinkwasserkommission 2006
<b>Summe von PFOA, PFOS und ggf. weiteren PFT</b>											0,1 µg/l (je Einzelstoff)	0,1 µg/l (allg. Vorsorgewert)	Trinkwasserkommission 2006

**Legende:** UQN = **U**mwelt**q**ualitäts**n**ormen  
IAWR = **I**nternationale **A**rbeitsgemeinschaft der **W**asserwerke im **R**heineinzugsgebiet.  
UQN-V = **U**mwelt**q**ualitäts**n**orm-**V**orschlag  
GOW = **G**esundheitliche **O**rientierung**w**erte  
LW = Trinkwasser**l**eit**w**ert

QS Qualitätsnorm ; Spezielle Qualitätsnormen gemäß EQS-Dossier der Working Group E:

QS<sub>freshwater, eco</sub>: ökotoxikologisch abgeleitete Qualitätsnorm für Süßwasserlebewesen,

QS<sub>biota hh</sub>: Qualitätsnorm für das Schutzgut menschliche Gesundheit via Fischkonsum (wird sowohl als Biotakonzentration angegeben als auch umgerechnet als Konzentration im Gewässer),

QS<sub>sec.pois</sub>: Qualitätsnorm für das Schutzgut Prädatoren (secondary poisoning)

#### Literatur:

Trinkwasserkommission 2006: Stellungnahme der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) beim Umweltbundesamt vom 21.06.06 überarbeitet am 13.7.06

<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/pft-im-trinkwasser.pdf>

**Tabelle 5.2:** Bestandsaufnahme der Toxizitätsdaten

Stoff	NOEC chronisch (µg/L)	NOEC akut (µg/L)	Spezies	Endpunkt	AF akut	AF chro- nisch	PNEC chronisch (µg/L)	PNEC akut (µg/L)	Quellennachweis
PFOS	<i>Siehe Literaturangaben</i>								<i>(s.u.)</i>

**Legende:** NOEC = **N**o **o**bserved **e**ffect **c**oncentration  
 AF = **A**ssessment **f**actor  
 PNEC = **P**redicted **n**o **e**ffect **c**oncentration

### Literaturangaben:

Environmental Quality Standards data Sheets. EU-Working Group E (03/2011). PFOS EQS Dossier 17.01.2011; (drafted)

RIVM (2010) : Moermond CTA, Verbruggen EMJ, Smit CE. 2010. Environmental risk limits for PFOS. A proposal for alter quality standards conform the Water Framework Directive. RIVM Report 601714013/2010. – Bilthoven, Niederlande.

LAWA-Expertenkreis „Stoffe“ (2010): Stoffdatenblatt PFOS. Erstellt von AL-Luhnstedt;  
[http://www.laenderfinanzierungsprogramm.de/cms/WaBoAb\\_prod/WaBoAb/Vorhaben/LAWA/Vorhaben\\_des\\_Ausschusses\\_Oberflaechege\\_waesser\\_und\\_Kuestengewaesser\\_\(AO\)/O\\_5.07/L28\\_db\\_PFOS\\_Datenblatt\\_UQN-Vorschlag\\_1003158708448628300909157.pdf](http://www.laenderfinanzierungsprogramm.de/cms/WaBoAb_prod/WaBoAb/Vorhaben/LAWA/Vorhaben_des_Ausschusses_Oberflaechege_waesser_und_Kuestengewaesser_(AO)/O_5.07/L28_db_PFOS_Datenblatt_UQN-Vorschlag_1003158708448628300909157.pdf)

## 6. Strategieansatz (potenzielle Verminderungsmaßnahmen)

**Tabelle 6.1:** Potenzielle Maßnahmen an der Quelle

Maßnahme	Wirkung/Be- wertung der Maßnahme	Betroffene Indika- torsubstanzen	Zeitbedarf (Jahre)			Quellennachweis
			<5	>5 bis <10	>10	
Zentrale/dezentrale Minde- rungs- oder Abwasserreini- gungsmaßnahmen bei relevan- ten PFT-einleitenden Betrieben (aus den Bereichen: Galvanik, Textil-, Papierindustrie, Ent- sorgungsbetriebe, Deponien)	3	Diverse PFC (v.a. PFOS)	x			LANUV NRW, MKULNV NRW (Erfahrungsbe- richte)
Einsatz von fluorbasierten (PFOS-)Ersatzstoffen (als Netzmittel in der Galvanik, in Löschschaumprodukten, sons- tigen PFT-/PFOS- Anwendungen)	0-1	Abnahme von PFOS, Zunahme anderer Per- oder Polyfluorverbin- dungen (PFC)	x			
Einsatz von fluorfreien Ersatz- stoffen (als Netzmittel in der Galvanik, in Löschschaumpro- dukten, sonstigen PFT-/PFOS- Anwendungen)	3	Diverse PFC (v.a. PFOS u. PFOA)		x	x	
Information der Öffentlichkeit bezüglich PFT-haltiger Ver- braucherprodukte und der be- troffenen Fachkreise (Feuer- wehren; Industrieverbände und Industrieunternehmen: Oberflächentechnik, Textil- u. Papierindustrie, Foto- /Filmrecycling, Entsorgungsbe- triebe)	2	Diverse PFC	x			

Maßnahme	Wirkung/Be- wertung der Maßnahme	Betroffene Indika- torsubstanzen	Zeitbedarf (Jahre)			Quellennachweis
			<5	>5 bis <10	>10	
Regulierungen bei Zulassung, Einsatz und Anwendung für die gesamte Stoffgruppe der Per- und Polyfluorierten Chemikalien (PFC) (anstelle von Einzelstoffregelungen wie derzeit für PFOS)	1-3 (je nach Umfang der Regulierung und Ausnahmeregelungen)	Diverse PFC		x		
Eindeutige chem. Produktkennzeichnung für PFC-haltige Verbindungen in allen Anwendungsbereichen	2	Diverse PFC		x		
Einsatz PFC-haltiger Löschschaummittel nur zur unmittelbaren Gefahrenabwehr (nicht zu Übungszwecken); nur bei Bränden, bei denen keine Alternative zu diesen Löschmitteln besteht; unschädliche Entsorgung und Behandlung des Löschwassers (auch bei Anwendung sog. „PFOS-freier“ AFFF-Produkte gemäß Definition nach 2006/122/EG)	1	Diverse PFC (v.a. PFOS)	x			

**Tabelle 6.2:** Potenzielle Möglichkeiten zur Reduzierung des Eintrages für die verschiedenen Eintragspfade

Eintragspfad	Anteil am Gesamteintrag	Maßnahme	Wirkung/Bewertung der Maßnahme	Eliminierte Indikatortsubstanzen	Zeitbedarf (Jahre)			Quellenachweis
					< 5	>5 bis <10	> 10	
Atmosphärische Deposition (1)								
Grundwasser (2)	1	Sanierungsmaßnahmen bei lokalen Grundwasserschäden (z.B. Feuerwehrrübungsplätze, Brandflächen, Altlasten u. Altstandorte)	gering	Diverse PFC (v.a. PFOS)		x		Erfahrungsberichte LANUV NRW, MKULNV NRW, Stadt Düsseldorf
Hofabläufe und Abdrift (3)								
Erosion (4)								
Oberflächenabfluss (5)								
Drainage (6)	1	Sickerwasserbehandlung bei PFT-belasteten Böden (z.B. nach Ausbringung PFT-haltiger Schlämme)	gering (Spezialfall Ruhr: Mittel – hoch)	Diverse PFC (v.a. PFOA, PFOS)	x			LANUV NRW
Regenwasserkanäle (7)								
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	2-3	<b>a) Zentrale Maßnahmen für Kläranlagen</b> z.B. Aktivkohle (nur wirksam bei PFOA, PFOS u. länger-kettigen PFT); Ozonung: keine Wirkung	gering bis mittel	v.a. PFOS, PFOA (schlechte Elimination z.B. für PFBS)		x		LANUV NRW
Unterpunkt zu Eintragspfad (8)	3	<b>b) Maßnahmen bei Indirekteinleitern</b> (z.B. Galvanikbetriebe, Textil-/Papierindustrie,	hoch					

Eintragungspfad	Anteil am Gesamteintrag	Maßnahme	Wirkung/Bewertung der Maßnahme	Eliminierte Indikatortsubstanzen	Zeitbedarf (Jahre)			Quellenachweis
					< 5	>5 bis <10	> 10	
		Entsorgungsbetriebe)  Diverse betriebsinterne Maßnahmen zur Minderung des PFC-Einsatzes (z.B. Dosierung, Ersatzstoffe) und zur Vermeidung von PFC-Einträgen in das Abwasser (z.B. Kreislaufführung, getrennte Entsorgung/Teilstrombehandlung mit A-Kohle, Anionen- Austauschharze, Elektrolyse)						
					x			
Mischwasserüberläufe (9)			gering					
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)	1		hoch			x		
Nicht angeschlossen (11)								
Direkteinleitungen aus Industrie (Herstellungsbetriebe) (12)	3	Siehe Maßnahmen bei Indirekteinleitern (Unterpunkt zu Pfad 8)z.B. Aktivkohle, Ionenaustauscherharz, u.s.w.)	hoch	v.a. PFBA, PFBS	x			LANUV NRW
Direkteinträge (13)								
Natürliche Hintergrundbelastung (14)								

**Legende:**

Anteil des Eintragungspfad am Gesamteintrag in den Rhein

0 = nicht von Bedeutung

1 = von geringer Bedeutung (Eintrag &lt; 10 %)

2 = von mittlerer Bedeutung (Eintrag &gt; 10 %)

3 = von großer Bedeutung (Eintrag &gt; 50%)

**Tabelle 6.3:** Für die allgemeine Strategie der IKSR zu verwendenden Elemente

Maßnahme	Zeitbedarf (Jahre)		
	< 5	> 5 bis < 10	> 10
Minderungs- oder Abwasserreinigungsmaßnahmen bei PFT-emittierenden Betrieben (Indirekteinleiter, industrielle Direkteinleiter)	x		
Einsatz von (möglichst) fluorfreien Ersatzstoffen als Netzmittel in der Galvanik, in Löschschaumprodukten, sonstigen PFT-/PFOS-Anwendungen		x	x
Information der Öffentlichkeit bezüglich PFT-haltiger Verbraucherprodukte und der betroffenen Fachkreise (Feuerwehren; Industrieverbände und Industrieunternehmen: Oberflächentechnik, Textil- u. Papierindustrie, Foto-/Filmrecycling, Entsorgungsbetriebe)	x		
Regulierungen bei Zulassung, Einsatz und Anwendung für die gesamte Stoffgruppe der Per- und Polyfluorierten Chemikalien (PFC) (anstelle von Einzelstoffregelungen wie derzeit für PFOS)		x	
Eindeutige chem. Produktkennzeichnung für PFC-haltige Verbindungen in allen Anwendungsbereichen		x	
Einsatz PFC-haltiger Löschschaummittel nur zur unmittelbaren Gefahrenabwehr (nicht zu Übungszwecken); nur bei Bränden, bei denen keine Alternative zu diesen Löschmitteln besteht; unschädliche Entsorgung und Behandlung des Löschwassers (auch bei Anwendung sog. „PFOS-freier“ AFFF-Produkte gemäß Definition nach	x		

Maßnahme	Zeitbedarf (Jahre)		
	< 5	> 5 bis < 10	> 10
2006/122/EG)			
Zentrale Maßnahmen auf Kläranlagen (Einsatz von Aktivkohle)	x		
Sanierungsmaßnahmen bei lokalen Grundwasserschäden (z.B. Feuerwehr- übungsplätze, Brandflächen, Altlasten u. Altstandorte) oder Bodenbelastungen		x	

## 7. Literaturnachweis

- Micropoll Datenbank BAFU (Jahr der Datenerhebung). Datenbank des Bundesamts für Umwelt (Schweiz) mit Monitoringdaten aus der ganzen Schweiz.
- RÜS (Jahr der Datenerhebung). Daten der Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein.





Internationale Kommission zum Schutz des Rheins  
Commission Internationale pour la Protection du Rhin  
Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn

**Stoffdatenblatt**  
**Industriechemikalien**

- Diglyme, Bisphenol A, Nonylphenol -

## Industriechemikalien

### - Bisphenol A, Diglyme, Nonylphenol -

#### 1. Allgemeine Stoffdaten

**Tabelle 1:** Allgemeine Stoffdaten

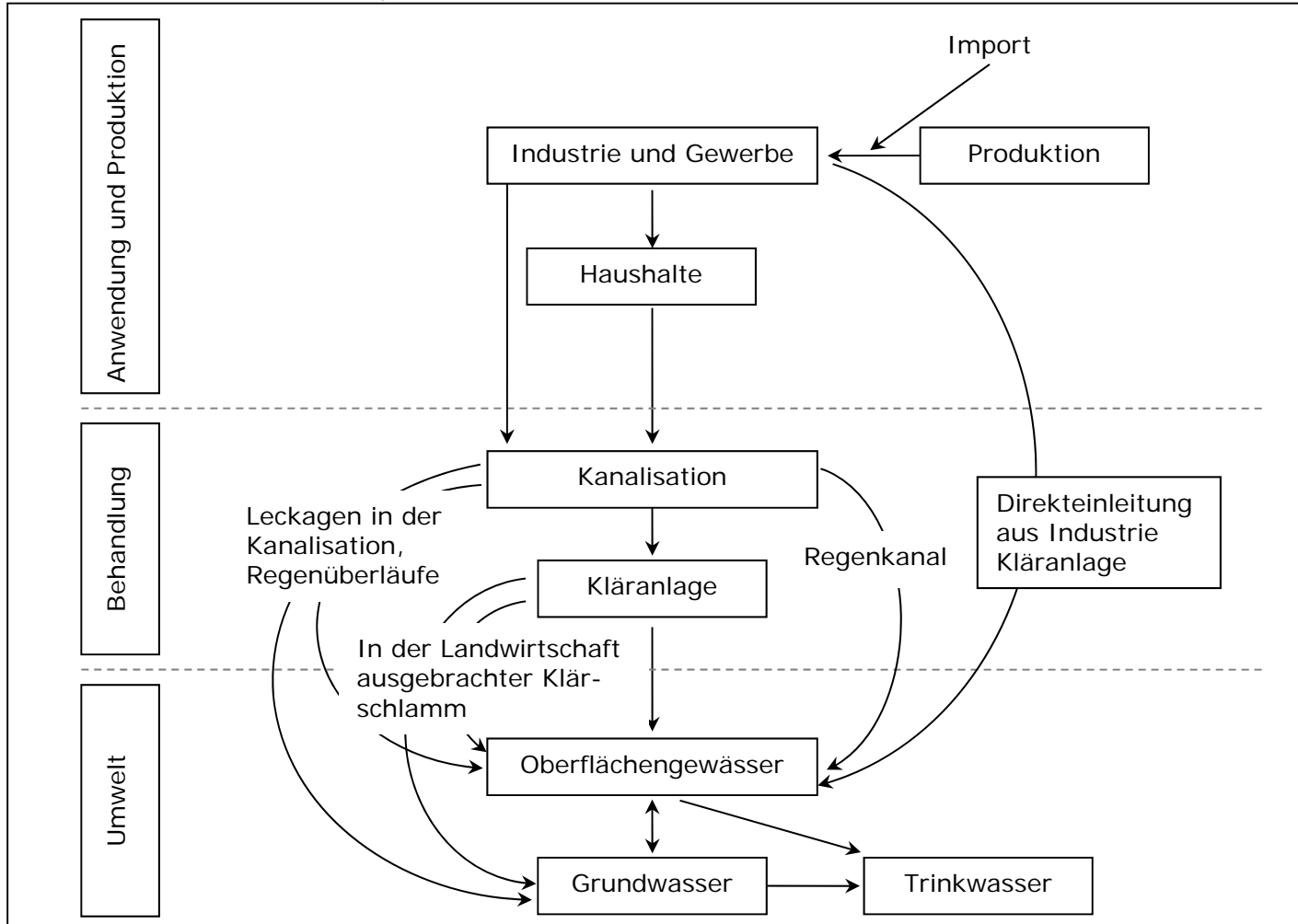
Stoffname	CAS Nr.	Synonyme	Einordnung WRRL	Verwendung	Quellennachweis
Diglyme	111-96-6	Diethylenglykol-dimethylether		Lösungsmittel	<a href="http://www.commonchemistry.com">www.commonchemistry.com</a>
Nonylphenol	25154-52-3	NP Phenol Isononylphenol Para-Nonylphenol	prioritär gefährlich	Phenolharze, Synthese von Nonylpheno- lethoxylaten, Emulsionspolymerisation, Verwendung in Bauchemie, Importtextilien Die Produktion ist stark rückläufig, da der Einsatz von Nonylphenol und insbesondere von Nonylphenoethoxylat-haltigen Reini- gungsmitteln in Europa stark eingeschränkt ist: im Januar 2005 trat die Richtlinie 2003/53/EC <sup>1</sup> in Kraft, die die Anwendung von Nonylphenol- und NPEO-haltigen Pro- dukten stark einschränkt. In der Schweiz wurde der Einsatz von NPEO-haltigen Haus- haltsreinigern mit der Stoffverordnung 1986 verboten und mit Inkrafttreten der ChemRRV <sup>2</sup> 2005 wurde der Einsatz von Nonylphenol und NPEOs ebenso wie in der EU stark eingeschränkt.	Umweltbundesamt (2006b)
Bisphenol A	80-05-7	BPA		Herstellung von Polykarbonaten und von Epoxidharzen, Zusatzstoff in PVC, Zusatz- stoff in Thermopapiert	Umweltbundesamt (2010) EU RA Bisphenol A (2003, 08)

<sup>1</sup> Richtlinie 2003/53/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2003 zur 26. Änderung der Richtlinie 76/769/EWG des Rates über Beschränkungen des Inverkehrbringens und der Verwendung gewisser gefährlicher Stoffe und Zubereitungen (Nonylphenol, Nonylphenoethoxylat und Zement)

<sup>2</sup> Verordnung zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (ChemRRV) vom 18. Mai 2005 (Stand am 1. August 2011, SR 814.81)

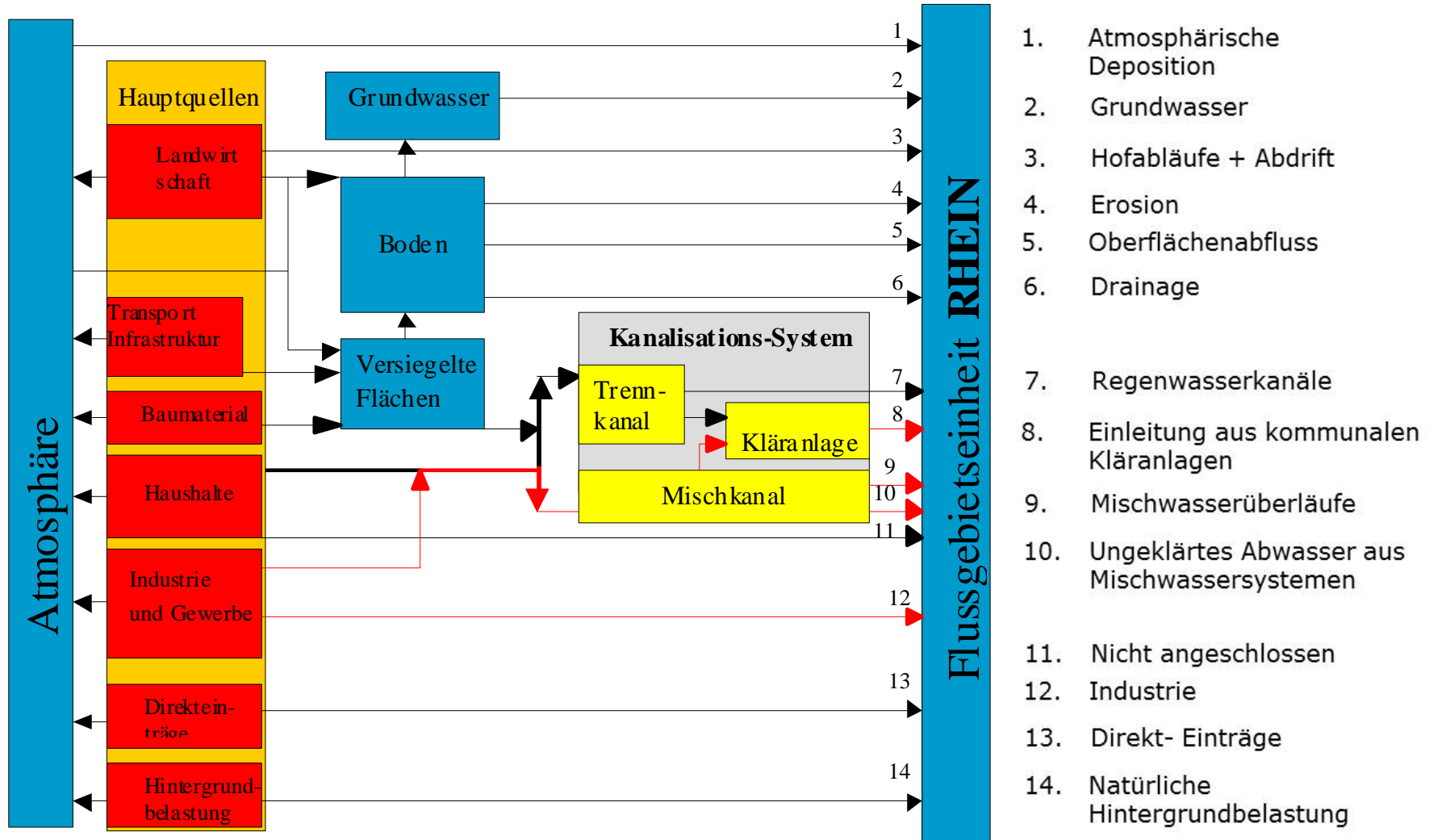
## 2. Grundschemata zur Stoffflussanalyse

**Diagramm 2.1:** Stoffflussanalyse für Industriechemikalien



### 3. Emission (Produktion und Anwendung)

**Diagramm 3.1:** Diagramm der Eintragspfade (Die wichtigsten Eintragspfade sind rot markiert)



**Tabelle 3.1.1:** Größere Industrie/Betriebe im Rheineinzugsgebiet, die laut E-PRTR (European Pollutant Release and Transfer Register) den Schadstoff „Nonylphenol und Nonylphenoethoxylate (NP/NPEs)“ freisetzen.

Rhein-anlie-gerstaat	Industrie/Betrieb			Tätigkeit <sup>3</sup>	Quellennachweis
	Anzahl	NACE* -code	Name		
A	0				<a href="http://prtr.ec.europa.eu">prtr.ec.europa.eu</a> (Daten von 2008, letzte Aktualisierung 2010)
LI	0				
CH	1		Chemische Fabrik Schärer und Schläpfer AG, Rothrist	4. (a)	
FR	1		STEP - STRASBOURG, Wantzenau	5. (f)	
LU	0				
DE	10		AllessaChemie GmbH, Werksteil Cassella, Frankfurt am Main	4. (a)	
			AZV Mariatal, Ravensburg	5. (f)	
			Chemtura Vinyl Additives GmbH, Lampertheim	4. (a)	
			Düsseldorf Süd, Düsseldorf	5. (f)	
			Hauptklärwerk Stuttgart Mühlhausen	5. (f)	
			Kläranlage Hanau, Maintal	5. (f)	
			Kläranlage Niederrad; Frankfurt am Main	5. (f)	
			Klärwerk Plieningen, Ostfildern	5. (f)	
Sasol Germany GmbH, Marl	4. (a)				
Stadtentwässerung Frankfurt am Main – Sindlingen, Frankfurt am Main	5. (f)				
BE	0				
NL	1		TANTEX Chemicals BV, Ede	4. (a)	

\* **NACE:** Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne

<sup>3</sup> Tätigkeiten nach Anhang 1, Verordnung (EG) Nr. 166/2006:

4. Chemische Industrie
  - (a) Chemieanlagen zur Herstellung von organischen Grundchemikalien wie i) – xi)
5. Abfall- und Abwasserbewirtschaftung
  - (f) Kommunale Abwasserbehandlungsanlagen

**Tabelle 3.2:** Nationale Produktionsmenge von Industriechemikalien

Stoffname	AU	CH	DE	FR	LU	NL	EU	Summe	Quellennachweis
<b>Gesamte national produzierte Mengen (in t/Jahr)</b>									
Diglyme									
Bisphenol A			840.000 <sup>4</sup>				1.150.000 <sup>5</sup>		Umweltbundesamt (2010)
Nonylphenol			19.000 <sup>6</sup>				73.500 <sup>7</sup>		Umweltbundesamt (2006b) EU-RA Nonylphenol (2002)
<b>Produzierte Mengen pro Kopf der Bevölkerung (in mg/E/Jahr)</b>									
Diglyme									
Bisphenol A									
Nonylphenol									

**Tabelle 3.3:** Nationale Verbrauchszahlen für Industriechemikalien

Stoffname	AU	CH	DE	FR	LU	NL <sup>6)</sup>	Summe	Quellennachweis
<b>Gesamte national verwendete Mengen (in t/Jahr)</b>								
Diglyme								
Bisphenol A								
Nonylphenol			9.000					Umweltbundesamt (2006b)
<b>Verwendete Mengen pro Kopf der Bevölkerung (in mg/E/Jahr)</b>								
Diglyme								
Bisphenol A								
Nonylphenol								

<sup>4</sup> Im Jahr 2005/06

<sup>5</sup> EU 15 im Jahr 2005/06

<sup>6</sup> im Jahr 2005

<sup>7</sup> im Jahr 1997

**Tabelle 3.4:** Pro Stoff und pro Verwendungsbereich angewandte Mengen (in % der in 3.2 angegebenen Mengen)

Rhein-anlie-gerstaat	Verwen-dungsbereich 1	Verwendungs-bereich 2	Verwen-dungsbereich 3	Verwendungsbe-reich 4	Verwen-dungsbe-reich 5	Summe	Quellen-nachweis
<b>Diglyme</b>							
AU							
CH							
DE							
FR							
LU							
NL							
<b>Bisphenol A</b>							
AU							
CH							
DE							
NL							
<b>Nonylphenol</b>							
AU							
CH							
DE							
FR							
LU							
NL							

**Tabelle 3.5:** Messdaten für die Eintragspfade (oder prozentuale Anteile der einzelnen Eintragspfade siehe Tabelle 3.6)

Eintragspfad	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
<b>Diglyme (µg/l)</b>								
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)								
Mischwasserüberläufe (9)								
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)								
Nicht angeschlossen (11)								
Direkteinleitungen aus Industrie (12)								
<b>Bisphenol A (µg/l)</b>								
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	CH	57	14	0,008	0,121	1,06	1,952	MicroPoll DB BAFU (2004-2010) LINOS DB, NRW (2010)
	DE	16	0	0,02	0,05	0,09	0,27	
Mischwasserüberläufe (9)								
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)								
Nicht angeschlossen (11)								
Direkteinleitungen aus Industrie (12)	DE	10	4	<0,01	0,03	0,48	4,03	LINOS DB, NRW (2010)
<b>Nonylphenol (µg/l)</b>								
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	CH	25	2	0,046	0,43	1,06	5,02	MicroPoll DB BAFU (2005-2010) LINOS DB, NRW (2010)
	DE	14	1	< 0,05	0,20	0,30	0,86	
Mischwasserüberläufe (9)								
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)								
Nicht angeschlossen (11)								
Direkteinleitungen aus Industrie (12)		10	3	<0,05	0,14	0,24	0,77	LINOS DB, NRW (2010)

**Legende:** BG = Bestimmungsgrenze



**Tabelle 3.6:** Prozentuale Anteile der einzelnen Eintragspfade

<b>Eintragspfad</b>	<b>Diglyme<sup>8</sup></b>	<b>Bisphenol A<sup>9</sup></b>	<b>Nonylphenol<sup>10</sup></b>	<b>Quellennachweis</b>
Atmosphärische Deposition (1)	<2%	<4,5%	<0.25%	s. Fussnoten
Grundwasser (2)				
Hofabläufe und Abdrift (3)				
Erosion (4)				
Oberflächenabfluss (5)				
Drainage (6)				
Regenwasserkanäle (7)				
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)		bis zu 85%	bis zu 100%	s. Fussnoten
Mischwasserüberläufe (9)				
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)		bis zu 5%	bis zu 5%	s. Fussnoten
Nicht angeschlossen (11)				
Direkteinleitungen aus Industrie (12)	>90%	bis zu 11%		s. Fussnoten
Direkteinträge (13)				
Natürliche Hintergrundbelastung (14)	0%	0%	0%	s. Fussnoten

<sup>8</sup> Angaben gemäß WHO CICAD 41, nur Verluste bei der Herstellung, 2002

<sup>9</sup> Angaben gemäß EU Risk Assessment Report, regionales Szenario, 2003

<sup>10</sup> Angaben gemäß EU Risk Assessment Report, regional

#### 4. Immission (gemessene Konzentrationen und Frachten, berechnete Frachten)

##### 4.1 Konzentrationsmessdaten

**Tabelle 4.1.1.1:** Konzentrationsdaten von Diglyme, Bisphenol A und Nonylphenol aus dem Rhein und einzelnen Nebenflüssen

Messtelle	Km	Rhein-an-lieger-staat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Mini-mum <sup>11</sup>	Medi-an <sup>12</sup>	Mittel-wert <sup>13</sup>	Maximum	Quellennachweis
<b>Diglyme (µg/l)</b>									
<b>Hauptstrom</b>									
Weil am Rhein	171	CH/D	387	125	<0,03	0,15	0,29	2,91	Messtation RÜS (2007)
Weil am Rhein	171	CH/D	418	189	<0,05	0,07	0,22	1,43	Messtation RÜS (2008)
Weil am Rhein	171	CH/D	34	21	<0,05	<0,05	0,17	0,98	Messtation RÜS (2009)
Weil am Rhein	171	CH/D	366	242	<0,05	<0,05	0,05	0,71	Messtation RÜS (2010)
Weil am Rhein	171	CH/D	334	208	<0,05	<0,05	0,11	0,69	Messtation RÜS (2011)
Mainz	499	DE	175	120	<0,10	<0,10	0,10	0,32	LUWG Rheinland-Pfalz (2008-2010)
Bad Honnef	640	DE	27	21	<0,30	<0,30		4,42	LANUV NRW (2008-2010)
Düsseldorf-Flehe	732	DE	23	19	<0,30	<0,30		3,11	LANUV NRW (2008-2010)
Lobith	862	NL	686	5	<0,2		2,74	12,0	RIWA (2005-2006)
Lobith	862	NL	848	357	<0,2		0,87	8,37	RIWA (2007-

<sup>11</sup> Wenn Werte unter der Bestimmungsgrenze gemessen wurden, ist das Minimum als <BG angegeben

<sup>12</sup> Wenn das 50. Perzentil auf einen Wert unter der Bestimmungsgrenze fällt, wird der Median als <BG angegeben

<sup>13</sup> Bei der Berechnung des Mittelwertes wurden die Werte unter der Bestimmungsgrenze als ½ BG angenommen. Wenn nur Werte unter der Bestimmungsgrenze gemessen wurden, wird der Mittelwert als <BG angegeben.

Messstelle	Km	Rheinan- lieger- staat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Mini- mum <sup>11</sup>	Medi- an <sup>12</sup>	Mittel- wert <sup>13</sup>	Maximum	Quellennachweis
									2011)
<b>Nebenflüsse, Kanäle, Seen</b>									
Neckar (Mannheim)		DE					0,15		LUBW (2009/2010)
Ruhr (Mühlheim- Kahlenberg)	14,3	DE	19	19	<0,30 <sup>14</sup>	<0,35 <sup>14</sup>	<0,35	<0,35	LANUV NRW (2008-2010)
Lippe (Wesel)	3,7	DE	16	16	<0,3	<0,35	<0,35	<0,35	LANUV NRW (2008-2010)
IJsselmeer (Andijk)		NL	64	44	<0,25		0,25	0,85	RIWA (2007- 2011)
Lekkanaal (Nieu- wegein)		NL	65	39	<0,25		0,33	2,58	RIWA (2007- 2011)
Amsterdam- Rijnkanaal (Nieu- wersluis)		NL	65	37	<0,25		0,29	2,10	RIWA (2007- 2011)
<b>Bisphenol A (µg/l)</b>									
<b>Hauptstrom</b>									
Weil	171	CH/DE	26	26	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	Messtation RÜS (2010-2011)
Karlsruhe		DE					0,0325		LUBW (2008)
Karlsruhe		DE					0,0269		LUBW (2009/2010)
Mainz	499	DE	13	4	<0,005	0,008	0,009	0,025	LUWG Rheinland- Pfalz (2009)
<b>Nebenflüsse, Kanäle, Seen</b>									
Thur		CH	9	3	<0,005	0,005	0,005	0,015	MicroPollDB (2004, 2005, 2007)
Glatt, ZH		CH	6	1	<0,005	0,008	0,011	0,022	MicroPollDB (2004, 2006)
Neckar (Mannheim)		DE					0,055		LUBW (2008)
Neckar (Mannheim)		DE					0,027		LUBW

Messstelle	Km	Rheinan- lieger- staat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Mini- mum <sup>11</sup>	Medi- an <sup>12</sup>	Mittel- wert <sup>13</sup>	Maximum	Quellennachweis
									(2009/2010)
Lahn (Lahnstein)		DE	13	0	0,011	0,026	0,192	0,900	LUWG Rheinland- Pfalz (2009)
Mosel (Fankel)		DE	13	0	0,005	0,012	0,019	0,093	LUWG Rheinland- Pfalz (2009)
Lekkanaal (Nieuwegein)		NL	31	1	< 0,005		0,03	0,16	RIWA (2005- 2007)
Amsterdam- Rijnkanaal (Nieu- wersluis)		NL	13	0	0,016		0,029	0,047	RIWA (2006)

**Legende:** BG = Bestimmungsgrenze

**Tabelle 4.1.1.2:** Konzentrationsdaten von Nonylphenol aus dem Rhein und einzelnen Nebenflüssen

Messstelle	Km	Rhein an-lieger-staat	Anzahl Mes-sungen (n)	n < BG	Mini-mum <sup>14</sup>	Medi-an <sup>15</sup>	Mittel-wert <sup>16</sup>	Maxi-mum	Quellennachweis
<b>Nonylphenol (µg/l)</b>									
<b>Hauptstrom</b>									
Weil am Rhein	171	CH/DE	73	73	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	Messtation RÜS (2009-2011)
Lauterbourg/Karlsruhe	349,4	DE/FR	13	13	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	IKSR Gewässergütedatenbank (2007)
Karlsruhe		DE					0,003		LUBW (2006-2010)
Koblenz	590,3	DE	13	1	<0,05	0,22	0,19		IKSR Gewässergütedatenbank (2007)
Koblenz	590,3	DE	13	3	<0,05	0,10	0,10		IKSR Gewässergütedatenbank (2006)
Koblenz	590,3	DE	12	12	<0,05	<0,05	<0,05		IKSR Gewässergütedatenbank (2005)
Bad Honnef	640	DE	12	12	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	LANUV NRW (2006, 2007)
Düsseldorf-Flehe	732	DE	13	10	<0,05	<0,05	0,025	0,28	LANUV NRW (2007)
Bimmen	865,0	DE	7	7	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	IKSR Gewässergütedatenbank (2007)
Bimmen	865,0	DE	4	4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	IKSR Gewässergütedatenbank (2006)
Lobith	862,3	NL	12	12	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	IKSR Gewässergütedatenbank (2007)
Lobith	862,3	NL	12	12	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	IKSR Gewässergütedatenbank (2006)

<sup>14</sup> Wenn Werte unter der Bestimmungsgrenze gemessen wurden, ist das Minimum als <BG angegeben

<sup>15</sup> Wenn das 50. Perzentil auf einen Wert unter der Bestimmungsgrenze fällt, wird der Median als <BG angegeben

<sup>16</sup> Bei der Berechnung des Mittelwertes wurden die Werte unter der Bestimmungsgrenze als ½ BG angenommen. Wenn nur Werte unter der Bestimmungsgrenze gemessen wurden, wird der Mittelwert als <BG angegeben.

Lobith	862,3	NL	13	13	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	IKSR Gewässergütedatenbank (2005)
Kampen	994,5	NL	11	9	< 0,1	<0,01	0,1		IKSR Gewässergütedatenbank (2007)
Maassluis	1017,5	NL	10	10	< 0,1	<0,1	< 0,1		IKSR Gewässergütedatenbank (2007)
Maassluis	1017,5	NL	13	13	< 0,01	<0,01	< 0,01		IKSR Gewässergütedatenbank (2006)
Maassluis	1017,5	NL	13	13	< 0,01	<0,01	< 0,01		IKSR Gewässergütedatenbank (2005)
<b>Nebenflüsse, Kanäle Meere,</b>									
Neckar (Deizisau)		DE					0,003		LUBW (2006-2010)
Neckar (Mannheim)		DE					0,003		LUBW (2006-2010)
Mosel (Koblenz)	2,0	DE	13	5	< 0,05	0,05	0,09		IKSR Gewässergütedatenbank (2007)
Mosel (Koblenz)	2,0	DE	13	7	< 0,05	<0,05	< 0,05		IKSR Gewässergütedatenbank (2006)
Mosel (Koblenz)	2,0	DE	11	11	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	IKSR Gewässergütedatenbank (2005)
Ruhr (Mühlheim-Kahlenberg)	14,3	DE	12	8	<0,05	<0,05	0,025	0,16	LANUV NRW (2007)
Lippe (Wesel)	3,7	DE	11	8	<0,05	<0,05	0,025	0,07	LANUV NRW (2006-2007)
Glatt, ZH		CH	3	0	0,190	0,229	0,221	0,243	MicroPollIDB (2006)

**Legende:** BG = Bestimmungsgrenze

**Tabelle 4.1.2:** Übersicht über Konzentrationsdaten aus sonstigen Oberflächengewässern im Einzugsgebiet des Rheins

Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum <sup>17</sup>	Median <sup>18</sup>	Mittelwert <sup>19</sup>	Maximum	Quellennachweis
<b>Diglyme (µg/l)</b>							
CH	60	60	-	-	-	-	Micropoll DB Bafu (2007)
DE	89	89	<0,350	<0,350	<0,350	<0,350	LANUV NRW (2008, 2009)
DE	18	18	<0,300	<0,300	<0,300	<0,300	LANUV NRW (2010)
<b>Bisphenol A (µg/l)</b>							
CH	79	10	<0,005	0,018	0,475	11,118 <sup>20</sup>	Micropoll DB Bafu (2004-2009)
DE	39	16	<0,005	0,007	0,011	0,036	LUWG Rheinland-Pfalz (2009)
<b>Nonylphenol (µg/l)</b>							
CH	43	7	<0,013	0,170	0,189	1,337 <sup>21</sup>	Micropoll DB Bafu (2005-2008)
DE	95	60	<0,05	<sup>22</sup>	0,081	0,380	LANUV NRW (2007-2010)

**Legende:** BG = Bestimmungsgrenze

<sup>17</sup> Wenn Werte unter der Bestimmungsgrenze gemessen wurden, ist das Minimum als <BG angegeben

<sup>18</sup> Wenn das 50. Perzentil auf einen Wert unter der Bestimmungsgrenze fällt, wird der Median als <BG angegeben

<sup>19</sup> Bei der Berechnung des Mittelwertes wurden die Werte unter der Bestimmungsgrenze als ½ BG angenommen. Wenn nur Werte unter der Bestimmungsgrenze gemessen wurden, wird der Mittelwert als <BG angegeben.

<sup>20</sup> Messung im Furtbach (ZH) am 18.06.2007. Während der Messkampagne 2007-2008 wurden im Furtbach generell erhöhte Konzentrationen gemessen: Anzahl Messungen = 15 (alle 15 >BG); Minimum = 0,015; Median = 1,083; Mittelwert = 2,405; Maximum = 11,118

<sup>21</sup> Messung im Furtbach (ZH) am 16.08.2008. Während der Messkampagne 2007-2008 wurden im Furtbach generell erhöhte Konzentrationen gemessen: Anzahl Messungen = 15 (alle 15 >BG); Minimum = 0,174; Median = 0,642; Mittelwert = 0,736; Maximum = 1,337

<sup>22</sup> Mit den zur Verfügung gestellten Daten konnte kein Median berechnet werden

**Tabelle 4.1.3** Konzentrationsdaten für Grund- und Trinkwasser

Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n < BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
<b>Diglyme (µg/l)</b>							
<b>Grundwasser</b>							
<b>Trinkwasser (Uferfiltrat)</b>							
<b>Trinkwasser (Wasserhahn)</b>							
<b>Bisphenol A (µg/l)</b>							
<b>Grundwasser</b>							
<b>Trinkwasser (Uferfiltrat)</b>							
<b>Trinkwasser (Wasserhahn)</b>							
<b>Nonylphenol (µg/l)</b>							
<b>Grundwasser</b>							
<b>Trinkwasser (Uferfiltrat)</b>							
<b>Trinkwasser (Wasserhahn)</b>							

**Legende:** BG = Bestimmungsgrenze



## 4.2 Frachten

**Tabelle 4.2.1:** Im Rhein gemessene und mit Modellen berechnete Frachten (kg/Jahr)

<b>Gemessene und berechnete Frachten (kg/Jahr)</b>							
<b>Messstelle</b>	<b>Km</b>	<b>Rhein-an-liegerstaat</b>	<b>Median aus Tabelle 4.1.1 in µg/l</b>	<b>Mittlerer Abfluss MQ (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Gemessene Fracht (kg/a)</b>	<b>Berechnete Fracht (kg/a)</b>	<b>Quellennachweis</b>
<b>Diglyme</b>							
Weil am Rhein		CH/DE	0,16	1025 <sup>23</sup>	5172		RÜS (2007-2009)
Bad Honnef		DE	0,125 <sup>24</sup>	1996	7868		LANUV NRW (2008/09)
Düsseldorf-Flehe		DE	0,125 <sup>24</sup>	2097	8266		LANUV NRW (2007)
Lobith							
<b>Bisphenol A</b>							
Weil am Rhein			0,005	1025	161		RÜS (2010/11)
Mainz			0,008	1500	378		LUWG Rheinland-Pfalz (2009)
Lobith							
<b>Nonylphenol</b>							
Weil am Rhein		CH/DE	0,005	1025	161		RÜS (2010/11)
Bad Honnef		DE	0,025 <sup>24</sup>	2100	1655		LANUV NRW (2006/07)
Düsseldorf-Flehe		DE	0,025 <sup>24</sup>	2021	1593		LANUV NRW (2008-2009)
Lobith		NL	0,05 <sup>24</sup>				IKSR Gewässergütedatenbank (2007)

**Legende:** BG = Bestimmungsgrenze

<sup>23</sup> Messstelle Rhein – Basel, Rheinhalle, BAFU, Datenabfrage März 2011: <http://www.hydrodaten.admin.ch/d/2289.htm>

<sup>24</sup> Da der Median den Wert <BG hat, wird hier mit ½ BG gerechnet

## 5. Bewertungskriterien (Qualitätskriterien)

**Tabelle 5.1:** Existierende nationale und internationale Qualitätskriterien

Stoffname	Qualitätskriterien ( $\mu\text{g/L}$ )										Quellen- nachweis	
	JD-UQN (Binnenober- flächen- gewässer)	JD-UQN (Sonstige Oberflächen- gewässer)	Nationale Werte (JD-UQN/ZHK-UQN)						ZHK-UQN (Binnen- ober- flächen- gewässer)	ZHK-UQN (Sonstige Ober- flächen- gewässer)		IAWR Emp- fehlung
			AU <sup>25</sup>	CH	DE	FR	LU	NL				
Diglyme											1,0	
Bisphenol A											0,1	
Nonylphenol	0,3	0,3							2,0	2,0	0,1	EU-Richtlinie 2008/105/EG

**Legende:** JD-UQN = **J**ahres **D**urchschnitt-**U**mwelt**q**ualitäts**n**orm  
 ZHK-UQN = **Z**ulässige **H**öchst**k**onzentration-**U**mwelt**q**ualitäts**n**orm  
 IAWR = **I**nternationale **A**rbeitsgemeinschaft der **W**asserwerke im **R**heineinzugsgebiet.

**Tabelle 5.2:** Bestandsaufnahme der Toxizitätsdaten

Stoff	NOEC chronisch ( $\mu\text{g/L}$ )	NOEC akut ( $\mu\text{g/L}$ )	Spezies	Endpunkt	AF akut	AF chro- nisch	PNEC chronisch ( $\mu\text{g/L}$ )	PNEC akut ( $\mu\text{g/L}$ )	Quellennachweis
Diglyme			Goldorfe	LC <sub>50</sub> >2'000 mg/L			6'400		ECHA ecotoxicolo- gical information
Bisphenol A	16					10	1,6		EU RA Bisphenol A (2008)

<sup>25</sup> Für Bisphenol A existiert in Österreich ein Immissionsgrenzwert für Einleitungen in Oberflächengewässer. Dieser beträgt 1,6  $\mu\text{g/L}$  (QZV Chemie OG (BGBl. II 2006/96))

Stoff	NOEC chronisch (µg/L)	NOEC akut (µg/L)	Spezies	Endpunkt	AF akut	AF chro- nisch	PNEC chronisch (µg/L)	PNEC akut (µg/L)	Quellennachweis
Nonylphenol	0,13		fish On- corhynchus mykiss			10	0,013		Lahnsteiner et al. 2005
Nonylphenol			freshwater algae Scene- desmus subspicatus	72h EC <sub>10(Biomass)</sub>		10	0,33		EU RA Nonylphenol (2002)

**Legende:** NOEC = **N**o **o**bserved **e**ffect **c**oncentration  
 AF = **A**ssessment **f**actor  
 PNEC = **P**redicted **n**o **e**ffect **c**oncentration

## 6. Strategieansatz (potenzielle Verminderungsmaßnahmen)

**Tabelle 6.1:** Potenzielle Maßnahmen an der Quelle

Maßnahme	Wirkung/Be- wertung der Maßnahme	Betroffene Indikatorsub- stanzen	Zeitbedarf			Quellennachweis
			< 5 Jahre	>5 bis <10 Jahre	>10 Jah- re	
Regenwasserbewirtschaftung: Entsiegelung, Be- handlung, Versickerung von Niederschlagswasser	Niedrig	BPA		x		Umweltbundesamt (2006a)
Maßnahmen in betrieblichen Prozessen und bei Ab- wasserteilströmen	Hoch	NP, BPA, Diglyme		x		Umweltbundesamt (2006a,b) MUNLV NRW 2008
Einschränkung der Verwendung des Klärschlammes in der Landwirtschaft	Niedrig	NP		x		Umweltbundesamt (2006a)
Verminderung der Emissionen aus Produkten	Hoch	BPA, Diglyme		x		Umweltbundesamt (2006a)
Weitergehende Beschränkung der Verwendung	Hoch	NP, BPA, Diglyme		x		Umweltbundesamt (2006a,b)
Freiwillige Substitution von gefährlichen Stoffen	Hoch	BPA, Diglyme		x		Umweltbundesamt (2006a)
Vorgaben für die Verbrennung und Deponierung von Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten	Niedrig	NP, BPA		x		Umweltbundesamt (2006a)

**Tabelle 6.2:** Potenzielle Möglichkeiten zur Reduzierung des Eintrages für die verschiedenen Eintragspfade

Eintragspfad	Anteil am Gesamteintrag	Maßnahme	Wirkung/Beurteilung der Maßnahme	Eliminierte Indikatormaterialien	Zeitbedarf (Jahre)			Quellenachweis
					<5	5-10	>10	
Atmosphärische Deposition (1)	1	Verminderung der Emissionen aus Produkten	gering	Diglyme, Bisphenol A		x		
Grundwasser (2)								
Hofabläufe und Abdrift (3)	0	Freiwillige Substitution von gefährlichen Stoffen	gering	Nonylphenol		x		
Erosion (4)	0	Freiwillige Substitution von gefährlichen Stoffen	gering	Nonylphenol		x		
Oberflächenabfluss (5)	0	Freiwillige Substitution von gefährlichen Stoffen	gering	Nonylphenol		x		
Drainage (6)	0	Freiwillige Substitution von gefährlichen Stoffen	gering	Nonylphenol		x		
Regenwasserkanäle (7)	0	Verminderung der Emissionen aus Produkten	gering	Bisphenol A		x		
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	3	Weitergehende Behandlung	hoch <sup>26</sup>	Bisphenol A		x		
	3		hoch <sup>26</sup>	Nonylphenol				
	1		gering	Diglyme				

<sup>26</sup> Verschiedene Studien aus Deutschland und der Schweiz zeigen, dass mit einer weitergehenden Stufe auf kommunalen Kläranlagen die Eliminierungsleistung von Bisphenol A auf 90-98% und von Nonylphenol auf 55-96% erhöht werden kann (MUNLV NRW 2008, MUNLV NRW 2005, Abegglen et al. 2012)

Eintragspfad	Anteil am Gesamteintrag	Maßnahme	Wirkung/Bewertung der Maßnahme	Eliminierte Indikatorsubstanzen	Zeitbedarf (Jahre)			Quellenachweis
					<5	5-10	>10	
Unterpunkt zu Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	3 3 1	Maßnahmen bei industriellen Indirekteinleitern	mittel	Bisphenol A				
			gering	Nonylphenol				
			hoch	Dyglime				
Mischwasserüberläufe (9)	0		gering	Bisphenol A, Diglyme				
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)	1							
Nicht angeschlossene Haushalte (11)	0							
Direkteinleitungen aus Industrie (12)	1 1 3	Optimierung von Prozessen im Betrieb / Maßnahmen in betrieblichen Kläranlagen	mittel	Bisphenol A		x		
			gering	Nonylphenol				
			hoch	Diglyme				
Direkte diffuse Einträge (13)	1	Verminderung der Emissionen aus Produkten	hoch	Bisphenol A		x		
Natürliche Hintergrundbelastung (14)	0							

**Legende:**

Anteil des Eintragspfades am Gesamteintrag in den Rhein

0 = nicht von Bedeutung

1 = von geringer Bedeutung (Eintrag < 10 %)

2 = von mittlerer Bedeutung (Eintrag 10 - 50 %)

3 = von großer Bedeutung (Eintrag > 50 %)

**Tabelle 6.3:** Für die allgemeine Strategie der IKSR zu verwendenden Elemente

Maßnahme	Zeitbedarf		
	< 5 Jahre	> 5 bis < 10 Jahre	> 10 Jahre

## Literaturnachweis

- Abegglen C., Siegrist H. 2012: Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser. Verfahren zur weitergehenden Elimination auf Kläranlagen. Bundesamt für Umwelt, Bern, Umwelt-Wissen Nr. 1214: 210S.  
<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01661/index.html?lang=de>
- EU-RA Nonylphenol (2002). European Union Risk Assessment Report: 4-nonylphenol (branched) and nonylphenol, final report, 2002, Rapporteur: United Kingdom
- EU RA Bisphenol A (2003). European Union Risk Assessment Report: Bisphenol A, final report, 2003
- EU RA Bisphenol A (2008). European Union Risk Assessment Report: Bisphenol A, Environment Addendum of April 2008
- Europäisches Parlament, Rat (2008). Richtlinie 2008/105/EG. Anhang I, Umweltqualitätsnormen für prioritäre Stoffe und bestimmte andere Schadstoffe.
- EFRA (The European Flame Retardants Association). Flame retardants for a changing society. Pdf download unter:  
<http://datas.holocron.be/efra/flameretardants/index.html>
- Lahnsteiner F, Berger B, Grubinger F, Weismann T(2005): The effect of 4-nonylphenol on semen quality, viability of gametes, fertilization success, and embryo and larvae survival in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquatic Toxicology* 71: 297–306.
- LANUV NRW (Jahr der Datenerhebung). Messdaten des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen.
- MUNLV NRW 2008: Abschlussbericht der TU Dortmund an das MUNLV NRW (2008). Projekt-Nr.: IV-9-0421720030. Untersuchungen zum Eintrag und zur Elimination von gefährlichen Stoffen in kommunalen Kläranlagen - Phase 3.  
<http://www.lanuv.nrw.de/wasser/abwasser/forschung/pdf/Abschlussbericht%20-%20Stand%20-%2020080327.pdf>

- MUNLV NRW 2005: Abschlussbericht der TU Dortmund an das MUNLV NRW (2005). Projekt-Nr.: IV-9-042 1B1 0010. Einsatz und Wirkungsweise oxidativer Verfahren zur Nachbehandlung von Abwasser aus kommunalen Kläranlagen, Teil 2a. Versuche zur Elimination relevanter Spurenschadstoffe.  
[http://www.lanuv.nrw.de/wasser/abwasser/forschung/pdf/Abschlussbericht\\_oxidativerTeil2a.pdf](http://www.lanuv.nrw.de/wasser/abwasser/forschung/pdf/Abschlussbericht_oxidativerTeil2a.pdf)
- LINOS DB, LANUV NRW (2010). Industriechemikalien-Monitoring 2010. Diesen Daten liegt eine überblicksweise Auswahl unterschiedlicher Kläranlagen zugrunde, wobei grosse Kläranlagen mit hohem Industrieanteil (chemische Industrie, Textilindustrie, Depo-nien/Verwertungsbetriebe) besonders berücksichtigt wurden.
- LUWG Rheinland-Pfalz (2009). Messdaten des Landesamtes für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht. Stichproben.
- LUWG Rheinland-Pfalz (2008-2010). Messdaten des Landesamtes für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht. 14-Tage-Mischproben.
- Micropoll Datenbank BAFU (Jahr der Datenerhebung). Datenbank des Bundesamts für Umwelt (Schweiz) mit Monitoringdaten aus der ganzen Schweiz.
- RIWA (2005-2011). Jahresberichte über die Jahre 2005 bis 2011.
- RÜS (Jahr der Datenerhebung). Daten der Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein.
- Tremp J., BAFU, telefonische Auskunft vom 30. April 2011
- Umweltbundesamt (2006a). Prioritäre Stoffe der Wasserrahmenrichtlinie. Datenblatt Nr. 5: Bromierte Diphenylether. Download unter: <http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/stoffhaushalt/pbde.pdf>
- Umweltbundesamt (2006b). Prioritäre Stoffe der Wasserrahmenrichtlinie. Datenblatt Nr. 24: Nonylphenol. Download unter: <http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/stoffhaushalt/nonylphenol.pdf>
- Umweltbundesamt (2010). Bisphenol A: Massenchemikalie mit unerwünschten Nebenwirkungen.
- WGE(13)-11-05.1a (2011). Availability of standard methods for the monitoring of existing priority substances subject to review and new candidate priority substances. Draft. European Commission.