

TEXTE

84/2017

Nationaler Durchführungsplan der Bundesrepublik Deutschland zum Stockholmer Übereinkommen

TEXTE 84/2017

Nationaler Durchführungsplan der Bundesrepublik Deutschland zum Stockholmer Übereinkommen

von


Fachgebiet IV 1.1 Internationales Chemikalienmanagement

Caren Rauert unter Mithilfe zahlreicher Kolleginnen und Kollegen des
Umweltbundesamtes und aus den Behörden der Bundesländer

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

Durchführung der Studie:

Fachgebiet IV 1.1 Internationales Chemikalienmanagement
Caren Rauert unter Mithilfe zahlreicher Kolleginnen und Kollegen des
Umweltbundesamtes und aus den Behörden der Bundesländer

Abschlussdatum:

Juli 2017

Redaktion:

Fachgebiet IV 1.1 Internationales Chemikalienmanagement
Caren Rauert

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4359

Dessau-Roßlau, September 2017

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	9
Abkürzungsverzeichnis	10
1 Einführung	15
1.1 Der nationale Durchführungsplan	15
2 Rechtlicher Rahmen.....	15
2.1 Internationale Regelungen	15
<i>Das Stockholmer Übereinkommen</i>	16
2.2 Europäische Regelungen zu Chemikalien	18
2.2.1 POPs	18
2.2.2 Allgemeines europäisches Chemikalienrecht	20
2.2.3 Europäische Regelungen zu Pflanzenschutzmitteln.....	22
2.2.4 Europäische Regelungen zu Bioziden.....	23
2.2.5 Import/Export Regelungen	23
2.3 Nationale chemikalienrechtliche Regelungen	24
2.3.1 Zuständigkeiten rechtlicher Aufgaben für Chemikalien.....	24
2.4 Anlagenrechtliche Regelungen	25
2.4.1 Europäische anlagenrechtliche Regelungen	25
2.4.2 Nationale anlagenrechtliche Regelungen	26
2.5 Wasserrechtliche Regelungen	27
2.5.1 Europäische wasserrechtliche Regelungen.....	27
2.5.2 Nationale wasserrechtliche Regelungen.....	29
2.6 Bodenschutzrechtliche Regelungen	29
2.6.1 Europäische bodenschutzrechtliche Regelungen	29
2.6.2 Nationale bodenschutzrechtliche Regelungen	30
2.7 Abfallrechtliche Regelungen	31
2.7.1 Internationale Regelungen.....	31
2.7.2 Europäische abfallrechtliche Regelungen	33
2.7.3 Nationale abfallrechtliche Regelungen	33
2.8 Regelungen im Lebensmittel- und Futtermittelrecht.....	34
2.8.1 Europäische Regelungen.....	34
2.8.2 Nationale Regelungen	36
2.9 Umsetzung von umweltbezogenen Anforderungen durch Gremien	37

3	Maßnahmen zur Verhinderung von Freisetzungen aus beabsichtigter Produktion und Verwendung (Artikel 3).....	38
3.1	Stoffe der Anlage A des Stockholmer Übereinkommens	38
3.1.1	Pflanzenschutzmittel.....	38
3.1.2	Biozid-Produkte.....	39
3.1.3	Polychlorierte Biphenyle (PCB)	39
3.1.4	Hexabrombiphenyl (HBB).....	39
3.1.5	Polybromierte Diphenylether (PBDE)	40
3.2	Stoffe der Anlage B des Stockholmer Übereinkommens	42
3.2.1	Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT).....	42
3.2.2	Perfluoroktansulfonsäure PFOS	42
4	Maßnahmen zum Register spezifischer Ausnahmegenehmigungen (Artikel 4).....	44
5	Maßnahmen zur Verringerung oder Verhinderung von Freisetzungen von Stoffen der Anlage C (Artikel 5)	44
5.1	Artikel 5 a Erarbeitung eines nationalen Aktionsplans.....	44
5.2	Artikel 5b-e: Förderung und Anordnung der Anwendung von Maßnahmen und besten verfügbaren Techniken zur Freisetzungsverringerung und Quellenbeseitigung.....	45
	<i>Anordnung von Maßnahmen</i>	45
	<i>Ergriffene Förderungsmaßnahmen (Artikel 5 e des Stockholmer Übereinkommens)</i>	45
6	Maßnahmen zur Verringerung oder Verhinderung von Freisetzungen aus Lagerbeständen und Abfällen (Artikel 6).....	46
6.1	POP-Lagerbestände	46
6.2	POPs in Altprodukten und Erzeugnissen	47
6.2.1	PBDE in Altprodukten und Erzeugnissen.....	47
6.2.2	Verwendung von PFOS.....	55
6.2.3	DDT in Altprodukten und Alterzeugnissen.....	56
6.2.4	HBCD in Altprodukten und Alterzeugnissen	56
6.3	POP-haltige Abfälle	60
6.3.1	PCDD/PCDF-haltige Abfälle	60
6.3.2	PCB-haltige Abfälle.....	60
6.3.3	Entsorgung POP-haltiger Abfälle auf Deponien	63
6.3.4	Verwertung POP-haltiger Abfälle im Bergversatz	63
6.3.5	Bioabfälle.....	64
6.3.6	Klärschlamm	64
6.3.7	Altlasten/schädliche Bodenverunreinigungen.....	66
7	Maßnahmen zur Informationen, Bewusstseinsbildung, Aufklärung (Artikel 10)	66

7.1	Schadstofffreisetzungs- und Verbringungsregister (Thruide ehemals PRTR).....	66
7.2	Dioxin-Datenbank des Bundes und der Länder	67
7.3	Daten zur Umwelt.....	69
7.4	Kleinfeuerungsanlagen	69
8	Maßnahmen zur Forschung, Entwicklung und Überwachung (Artikel 11).....	69
8.1	Forschung.....	70
8.1.1	Aktivitäten des Bundes.....	70
8.1.2	Aktivitäten der Länder.....	72
8.2	Monitoringaktivitäten des Bundes	72
8.2.1	Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit (ehemals Umwelt-Survey genannt)	72
8.2.2	Dioxin-Datenbank des Bundes und der Länder.....	73
8.2.3	Umweltprobenbank	74
8.2.4	"Fourth WHO-coordinated survey of human milk for persistent organic pollutants"	75
8.2.5	Umweltmonitoringaktivitäten im Kontext europäischer Regelwerke	75
	<i>Bodenzustandserhebung im Wald – Hintergrundbelastung mit persistenten organischen Stoffen</i>	75
	<i>MONARPOP</i>	76
	<i>EMEP</i>	77
	<i>Wasserüberwachung</i>	77
8.3	Monitoringaktivitäten der Länder	78
8.4	Überwachung.....	78
8.4.1	Aktivitäten des Bundes und der Länder	78
9	Quellenverzeichnis.....	80
10	Anhang:.....	95

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Bestand an Personenkraftwagen in Deutschland 2008, 2012 und 2016, 50
Abbildung 2:	Abschätzung des HBCD Verbrauchs in den relevanten Anwendungen in Deutschland von 1988 bis 2016 (in Tonnen) 57
Abbildung 3:	Abschätzung des künftigen jährlichen Anfalls von HBCD in EPS und XPS Abfällen aus dem Baubereich von 2014 bis 2064 (in Tonnen) 58
Abbildung 4:	Inländische Inputmengen PCB-haltiger Abfälle in deutsche Entsorgungsanlagen. 61
Abbildung 5:	Entsorgungswege von Klärschlamm im Zeitverlauf, Stand 2015. 65
Abbildung 6:	Probenahmegebiete der Umweltprobenbank 74
Abbildung 7:	Probenahmepunkte der BZE II – Zusatzprogramm Organika 76

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Liste der POPs gemäß Stockholmer Übereinkommen.....	17
Tabelle 2:	Grenzwerte für POP nach der Klärschlammverordnung	31
Tabelle 3:	Seit 1. Januar 2012 europaweit geltende Auslösewerte und Höchstgehalte ²² für Dioxine und dioxinähnliche PCB (dl-PCB) in ausgewählten Lebensmittelgruppen	35
Tabelle 4:	Zusammensetzung von C-PentaBDE (UBA 2011a)	40
Tabelle 5:	Zusammensetzung von C-OctaBDE-Gemisches im Zeitverlauf (UBA 2011a)	41
Tabelle 6:	PFOS-Verbindungen wie in Anhang B des Stockholmer Übereinkommens angegeben	42
Tabelle 7:	Überblick der wichtigsten ehemaligen Anwendungsbereiche und Produkte von C-PentaBDE	47
Tabelle 8:	Überblick über die wichtigsten Anwendungsbereiche und Produkte von C-OctaBDE.....	48
Tabelle 9:	Anteil der Fahrzeuge des Fahrzeugbestandes mit Erstzulassung seit 2000	49
Tabelle 10:	Durchschnittlicher Fahrzeugbestand in Deutschland 2008,2012 und 2016,	50
Tabelle 11:	Ergebnisse der chemischen Analyse auf Flammschutzmittel der NMRF (fett gedruckte Werte liegen über dem RoHS-Grenzwert)	52
Tabelle 12:	Ergebnisse der chemischen Analyse auf Flammschutzmittel großer Kunststoffteile	53
Tabelle 13:	Relevanz möglicher Vorkommen von HBCD.....	58
Tabelle 14:	Länderspezifische Orientierungswerte.....	64
Tabelle 15:	Forschungs- und Monitoringprojekte zu POPs in den Ländern.....	95
Tabelle 16:	Monitoringprojekte zu POPs in den Ländern	99
Tabelle 17:	Informationsportale für die Öffentlichkeit.....	106

Abkürzungsverzeichnis

AbfKlärV	Klärschlammverordnung
AbfVerbrG	Gesetz zur Ausführung der Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Juni 2006 über die Verbringung von Abfällen 1) und des Basler Übereinkommens vom 22. März 1989 über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung 2) (Abfallverbringungsgesetz)
ABS	Acrylnitril-Butadien-Styrol
Abs.	Absatz
ACEA	Association des Constructeurs Européens d'Automobiles
AltholzV	Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (Altholzverordnung)
AltöIV	Altölverordnung
AOX	Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (X in der organischen Chemie allgemein als Abkürzung für ein beliebiges Halogen)
ARGE	Arbeitsgemeinschaft
Art.	Artikel
BAMBI	Bayerisches Muttermilchmonitoring
BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
BBodSchG	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz)
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BDF	Bodendauerbeobachtungsflächen
BfC	Bundesstelle für Chemikalien
BImSchG	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz)
BioAbfV	Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (Bioabfallverordnung)
BLAC	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Chemikaliensicherheit
BLMP	Bund/Länder-Messprogramm
BMUB	Bundeministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
BStMUGV	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
BVT	Beste Verfügbare Technik
ChemBiozidMeldeV	Verordnung über die Meldung von Biozid-Produkten nach dem Chemikaliengesetz (Biozid-Meldeverordnung)

ChemBiozidZulV	Verordnung über die Zulassung von Biozid-Produkten und sonstige chemikalienrechtliche Verfahren zu Biozid-Produkten und Biozid-Wirkstoffen (Biozid-Zulassungsverordnung)
ChemG	Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz)
ChemSanktionsV	Verordnung zur Sanktionsbewehrung gemeinschafts- oder unionsrechtlicher Verordnungen auf dem Gebiet der Chemikaliensicherheit (Chemikalien-Sanktionsverordnung)
ChemStrOWiV	Verordnung zur Durchsetzung gemeinschaftsrechtlicher Verordnungen über Stoffe und Zubereitungen (Chemikalien Straf- und Bußgeldverordnung)
ChemVerbotsV	Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (Chemikalien-Verbotsverordnung)
CLP	Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures, Verordnung (EG) 1272/2008 zur Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen
CLRTAP	Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (deutsch: Übereinkommen über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverschmutzung)
CMR	Cancerogen Mutagen Reproduktionstoxisch
COMBINE	Cooperative Monitoring in the Baltic Marine Environment
COP	Conference of the Parties (Vertragsstaatenkonferenzen)
Dann	Designated National Authority - benannte nationale Behörde
DDT	Dichlordiphenyltrichlorethan
DepV	Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung)
dl-PCB	Dioxinähnliche-PCB (engl.: dioxin-like)
EAG	Elektronikaltgeräte
ECHA	Europäische Chemikalienagentur
EG	Europäische Gemeinschaft
ElektroG	Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (Elektro- und Elektronikgerätegesetz)
EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme (Europäisches Monitoring und Bewertungsprogramm)
E-PRTR-VO	Europäische PRTR-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 166/2006)
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
EU	Europäische Union
FGG	Flussgebietsgemeinschaft
FuttMV	Futtermittelverordnung
GADSL	Global Automotive Declarable Substance List
GG	Grundgesetz
GHS	Globally Harmonised System (deutsch: globalisiertes, harmonisiertes System)

GefStoffV	Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung)
GEMS/Food	Global Environment Monitoring System - Food Contamination Monitoring and Assessment Programme
GrwV	Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung)
HBB	Hexabrombiphenyl
HBCDD	Hexabromcyclododekan
HCB	Hexachlorbenzol
HCBD	Hexachlorbutadien
HCH	Hexachlorcyclohexan
HELCOM	Helsinki Commission
HeptaBDE	Heptabromdiphenylether
HexaBDE	Hexabromdiphenylether
HIPS	High Impact Polystyrene (hochschlagzähes Polystyrol)
IE	Industrieemissionen
IKSE	Internationale Kommission zum Schutz der Elbe
IMDS	International Material Data System
ITEq	Internationale Toxizitätsäquivalente
IVU	Integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung
i.V.m.	in Verbindung mit
JAMP	Joint Assessment and Monitoring Programm
JKI	Julius Kühn-Institut
KmV	Verordnung zur Begrenzung von Kontaminanten in Lebensmitteln (Kontaminanten-Verordnung – KmV)
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
LABO	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz
LAGA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall
LAI	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LFGB	Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch (Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch)
MONARPOP	Monitoring Network in the Alpine Region for Persistent Organic Pollutants
MUDAB	Meeresumwelt Datenbank
NachwV	Verordnung über die Nachweisführung bei der Entsorgung von Abfällen
NGO	Nichtregierungsorganisation
OCS	Octachlorstyrol

OctaBDE	Octabromdiphenylether
OSPAR	Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordost-Atlantiks
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PBB	Polybromierte Biphenyle
PBDE	Polybromierte Diphenylether
PBT	Stoffe mit persistenten, bioakkumulierenden und toxischen Eigenschaften
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PCB6	6 PCB-Kongeneren nach Ballschmiter: Nr. 28: 2,4,4'-Trichlorbiphenyl, Nr. 52: 2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl, Nr. 101: 2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl, Nr. 138: 2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl, Nr. 153: 2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl, Nr. 180: 2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl
PCBAbfallV	Verordnung über die Entsorgung polychlorierter Biphenyle, polychlorierter Terphenyle und halogener Monomethyldiphenylmethane (Artikel 1 der Verordnung über die Entsorgung polychlorierter Biphenyle, polychlorierter Terphenyle sowie halogener Monomethyldiphenylmethane und zur Änderung chemikalienrechtlicher Vorschriften) (PCB/PCT-Abfallverordnung)
PCDD/F	Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane
PCN	Polychlorierte Naphthaline
PCP	Pentachlorphenol
PCT	Polychlorierte Terphenyle
PeCB	Pentachlorbenzol
PentaBDE	Pentabromdiphenylether
pers. Komm.	persönliche Kommunikation/Mitteilung
PFC	Polyfluorierte Chemikalien
PfISchG	Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz)
PFOA	Perfluoroktansäure
PFOS	Perfluoroktansulfonsäure
PFOSF	Perfluoroktansulfonylfluorid
PFT	Perfluorierte Tenside
PIC	Prior Informed Consent, Rotterdamer Übereinkommen
POP	Persistent Organic Pollutant
PRTR	Pollutant Release and Transfer Register (Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister)
PU	Polyurethan
RAC	Risk Assessment Committee
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
RL	Richtlinie

RoHS	Restriction of the use of certain hazardous substances, Richtlinie 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten
SAICM	Strategic Approach to International Chemicals Management
SchadRegProtAG	Gesetz zur Ausführung des Protokolls über Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister vom 21. Mai 2003 sowie zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 166/2006
SCCP	Kurzkettige Chlorparaffine (short-chained chlorinated paraffins)
SEAC	Socio Economic Analysis Committee
SH	Schleswig-Holstein
SVHC	Substance of Very High Concern
TA	Technische Anleitung
TEQ	Toxizitätsäquivalent
TetraBDE	Tetrabromdiphenylether
TM	Trockenmasse
TMAP	Trilateral Monitoring and Assessment Programm
TS	Trockensubstanz
UBA	Umweltbundesamt
UDK	Umweltdatenkatalog
UFOPLAN	Umweltforschungsplan des Bundesumweltministeriums (BMU)
UMK	Umweltministerkonferenz
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UNEP	United Nations Environment Programme
UPB	Umweltprobenbank des Umweltbundesamtes
UPE	Ungesättigte Polyester
VersatzV	Verordnung über den Versatz von Abfällen unter Tage (Versatzverordnung)
VO	Verordnung
vPvB	sehr persistente und sehr bioakkumulierende Stoffe (engl. very persistent and very bioaccumulative)
WEEE	Waste Electrical and Electronic Equipment
WHG	Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz)
WHO	World Health Organization (Weltgesundheitsorganisation)
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
ZSE	Zentrales System Emissionen

1 Einführung

Persistente organische Schadstoffe (engl. *Persistent Organic Pollutants* oder **POPs**) sind chemische Substanzen, die nach ihrer Freisetzung lange in der Umwelt verbleiben, über Nahrungsketten, insbesondere im Fettgewebe, stark akkumulieren und so schließlich Konzentrationen erreichen, welche schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt haben. POPs haben darüber hinaus das Potential zum weiträumigen Transport und können sich über Luft- und Meeresströmungen weltweit verbreiten. Sie stellen somit nicht nur lokale oder regionale Risiken für die Umwelt und die menschliche Gesundheit dar, sondern belasten auch emissionsferne Regionen der Erde. Besonders gefährdet erscheinen arktische Regionen und Gebirge, in die POPs durch Luftströmungen eingetragen werden und sich durch Kondensation ablagern.

Durch die Umsetzung des Stockholmer Übereinkommens (Secretariat of the Stockholm Convention 2009) zu POPs verpflichten sich die Vertragsparteien, die Freisetzung solcher Stoffe in die Umwelt durch geeignete Maßnahmen zu unterbinden oder zumindest so weit wie mit vertretbarem Aufwand technisch möglich, zu reduzieren.

1.1 Der nationale Durchführungsplan

Die Erstellung eines spezifischen, nationalen Umsetzungsplans ist Teil der Verpflichtungen der Vertragsparteien des Übereinkommens. Art.7 Abs. 1(a) des Vertrags legt fest, dass jede Vertragspartei für sich einen nationalen Durchführungsplan aufstellt und diesen innerhalb von zwei Jahren nach Inkrafttreten des Übereinkommens der Konferenz der Vertragsparteien übermittelt (Art.7 Abs. 1(b)). Der Plan ist in regelmäßigen, von der Konferenz der Vertragsparteien festzulegenden Abständen zu überprüfen und weiter zu entwickeln (Art.7 Abs. 1(c)).

Auf den zweijährlich stattfindenden Vertragsstaatenkonferenzen wurden in den vergangenen Jahren weitere Stoffe in das Stockholmer Übereinkommen aufgenommen:

- ▶ Im Mai 2011 das Pflanzenschutzmittel technisches Endosulfan mit seinen Isomeren in Anhang A
- ▶ Im Mai 2013 das Flammenschutzmittel Hexabromcyclododekan (HBCDD) in Anhang A und
- ▶ Im Mai 2015 Hexachlorbutadien (HCBd) und Pentachlorphenol (PCP) mit seinen Salzen und Estern in Anhang A sowie polychlorierte Naphthalene (PCN), inklusive di-, tri-, tetra-, penta-, hexa- hepta- and octa-CNs in Anhang A und C

Die Bundesrepublik Deutschland ist nicht nur Vertragspartei des Stockholmer Übereinkommens, sondern auch des POP-Protokolls der Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP, deutsch: Übereinkommen über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverschmutzung – UNECE 2011a). Weiterhin gelten verschiedene gemeinschaftsrechtliche Regelungen zu POPs. All diese Verpflichtungen sind in dem vorliegenden Durchführungsplan dargelegt.

2 Rechtlicher Rahmen

2.1 Internationale Regelungen

Die Grundzüge zum Umgang mit Chemikalien auf internationaler Ebene wurden 2006 im Rahmen des *Strategic Approach to International Chemicals Management* (SAICM¹, deutsch: Strategischer Ansatz für ein Internationales Chemikalienmanagement) festgelegt. Ziel dieses Ansatzes ist es, globale Regelungen für das Management von Chemikalien zu erarbeiten. Dabei stehen die Organisationen *United Nations*

¹ <http://www.saicm.org/>

Environment Programme (UNEP², deutsch: Umweltprogramm der Vereinten Nationen) und die *World Health Organization* (WHO³, deutsch: Weltgesundheitsorganisation) federführend im Vordergrund. Ein erstes Ergebnis dieses Prozesses ist das sogenannte *Globally Harmonised System* (GHS, deutsch: globalisiertes, harmonisiertes System – UNECE 2011b) zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien. Ein weiteres wichtiges Abkommen im Zusammenhang mit POPs ist das POPs-Protokoll aus dem Jahre 1998 der CLRTAP.

Weitere internationale Abkommen von Relevanz sind das Rotterdamer Übereinkommen (Rotterdam Convention Secretariat 2008) von 1998 (in Kraft seit 2004) über einen geregelten Im- und Export gefährlicher Chemikalien und Pestizide, sowie das Basler Übereinkommen über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung von 1989. Die Bundesrepublik Deutschland sowie die Europäische Union sind bei allen diesen Abkommen Vertragsparteien und verpflichten sich damit, deren Regelungen umzusetzen. Dies geschieht zum einen in Form von europäischen Verordnungen mit unmittelbarer Wirkung in den Mitgliedsstaaten der EU, zum anderen in Form europäischer Richtlinien, die einer weiteren nationalen Umsetzung bedürfen.

Das Stockholmer Übereinkommen

Das Stockholmer Übereinkommen hat zum Ziel, gemäß dem Vorsorgeprinzip die menschliche Gesundheit und die Umwelt vor POPs zu schützen. Dazu ist für die verschiedenen Stoffe eine unterschiedliche Regelungstiefe festgeschrieben. Entsprechend ihrer Regelungstiefe sind die Stoffe drei Anlagen (vgl. Tabelle 1, S. 19f) des Stockholmer Übereinkommens zugeordnet⁴:

- ▶ Anlage A
Stoffe, die in dieser Anlage aufgeführt werden, sollen vollständig von den Märkten der jeweiligen Vertragspartner eliminiert werden. Folgende Maßnahmen sollen zur Eliminierung der Stoffe beitragen: Verbot von Produktion und Verwendung, Verbot des Imports der Stoffe als solche oder in Gemischen und als Bestandteil von Erzeugnissen.
- ▶ Anlage B
Die Herstellung und Verwendung von Stoffen der Anlage B werden entsprechend der Vorgaben im Anhang beschränkt. Hier liegt kein generelles Verbot vor, sondern es wird eine spezifische Regelung für jede Verwendung getroffen. Darüber hinaus können ggf. Ausnahmen für die Verwendung dieser Stoffe bestehen.
- ▶ Anlage C
Stoffe dieser Anlage werden nicht beabsichtigt hergestellt, sondern ihre Entstehung in chemischen Prozessen ist nicht oder nur schwer zu vermeiden. Sie werden entweder aus diesen Prozessen in die Umwelt freigesetzt oder sind anschließend in den Produkten als Verunreinigungen enthalten. Dazu zählen auch Prozesse, in denen Stoffe als nicht isolierte Zwischenprodukte hergestellt werden. Für diese Stoffe gilt die Maßgabe, eine Freisetzung so weit wie möglich zu minimieren und, wenn technisch möglich, ganz zu vermeiden.

Zudem wird in dem Übereinkommen festgelegt, wie mit Beständen der Stoffe als solchen, in Gemischen oder in Erzeugnissen⁵ umzugehen ist. Es wird dargelegt, dass Regelungen zum Transport und

² <http://www.unep.org/>

³ <http://www.who.int/en/>

⁴ Eine Übersicht über die Stoffe und Hintergrundinformationen zu ihren Einsatzfeldern ist im Internetauftritt des Stockholm Convention Secretariat zu finden.

⁵ Die europäische Umsetzung des Stockholmer Übereinkommens benutzt hier in der deutschen Übersetzung den Begriff „Artikel“. Aus Gründen der Harmonisierung der Begrifflichkeiten mit dem europäischen Chemikaliengesetz, vor allem der REACH- und CLP-Verordnung, soll in diesem Bericht auf Begriffe und Definitionen dieser Regelwerke zurückgegriffen

zur Abfallbehandlung der Stoffe getroffen werden sollen. Außerdem wird eine Berichtspflicht für die jeweiligen Vertragspartner festgeschrieben.

Tabelle 1: Liste der POPs gemäß Stockholmer Übereinkommen

Name	CAS-Nummer	C-Nummer	Anlage des Stockholmer Übereinkommens
Aldrin	309-00-2	206-215-8	A
Chlordan	57-74-9	200-349-0	A
Chlordecon	143-50-0	205-601-3	A
Dieldrin	60-57-1	200-484-5	A
Endrin	72-20-8	200-775-7	A
Heptachlor	76-44-8	200-962-3	A
Hexabrombiphenyl(HBB)	36355-01-8	252-994-2	A
Hexabromdiphenylether (Hexa-BDE) und Heptabromdiphenylether (Hepta-BDE); als Hauptkomponenten des kommerziellen (C)6-OctaBDE	68631-49-2 446255-22-7	207122-15-4 207122-16-5	A
Hexabromcyclododekan (HBCDD) (1,2,5,6,9,10-hexabromcyclododekan und seine Hauptdiastereoisomere: alpha-hexabromcyclododekan; beta-hexabromcyclododekan; und gamma-hexabromcyclododekan)	25637-99-4 (3194-55-6, 134237-50-6 134237-51-7 134237-52-8)		A
Hexachlorbenzol (HCB)	118-74-1	204-273-9	A, C
Hexachlorbutadien	87-68-3		A
α -Hexachlorcyclohexan (α -HCH)	319-84-6	206-270-8	A
β -Hexachlorcyclohexan (β -HCH)	319-85-7	206-271-3	A
γ -Hexachlorcyclohexan (γ -HCH, Lindan)	58-89-9	200-401-2	A
Pentachlorbenzol (PeCB)	608-93-5	210-172-0	A, C
Pentachlorphenol (PCP) und seine Salze und Ester	87-86-5 131-52-2 27735-64-4 3772-94-9 1825-21-4		A

werden. Von daher wird hier der Begriff „Erzeugnis“ anstelle von „Artikel“ verwendet. Die Definition beider Begriffe ist inhaltlich gleich.

6 Das c steht für engl. commercial.

Name	CAS-Nummer	C-Nummer	Anlage des Stockholmer Übereinkommens
Polychlorierte Naphthaline (PCN), inklusive di-, tri-, tetra-, penta-, hexa- hepta- and octa- CNs			A, C
Technisches Endosulfan	115-29-7	204-079-4	A
Tetrabromdiphenylether (Tetra-BDE) und Pentabromdiphenylether (PentaBDE); Hauptkomponenten des kommerziellen c-PentaBDE	40088-47-9 32534-81-9	254-787-2 251-084-2	A
Perfluoroktansulfonsäure (PFOS), seine Salze und Perfluoroktansulfonylfluorid (PFOSF)	PFOS: 1763-23-1 Sufonylfluorid: 307-35-7	PFOS: 217-179-8 Sufonylfluorid: 206-200-6	B
Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT)	50-29-3	200-024-3	B
Toxaphen	8001-35-2	232-283-3	A
Mirex	2385-85-5	219-196-6	A
polychlorierte Biphenyle (PCB)	div.	div.	A, C
polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD)	div.	div.	C
polychlorierte Dibenzofurane (PCDF)	div.	div.	C

2.2 Europäische Regelungen zu Chemikalien

2.2.1 POPs

Die EU hat sich als Vertragspartner des Stockholmer Übereinkommens zur Umsetzung der Vorgaben dieses Regelwerks verpflichtet. Die Umsetzung erfolgt im Rahmen der Verordnung (EG) Nr. 850/2004 (im Folgenden POP-Verordnung genannt) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über persistente organische Schadstoffe und zur Änderung der Richtlinie (RL) 79/117/EWG.

Bei der fünften Vertragsstaatenkonferenz (engl. *Conference of the Parties* – COP 5) wurde Endosulfan als neuer POP aufgenommen. Die erforderliche Anpassung der Verordnung geschah mit folgender Änderungsverordnung:

- ▶ Verordnung (EU) Nr. 519/2012 der Kommission vom 19. Juni 2012 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 850/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates über persistente organische Schadstoffe hinsichtlich des Anhangs I

Bei der sechsten Vertragsstaatenkonferenz (COP 6) wurde Hexabromcyclododekan (HBCDD) als neuer POP aufgenommen. Die erforderliche Anpassung der Verordnung geschah mit folgenden Änderungsverordnungen:

- ▶ Verordnung (EU) Nr. 2016/293 der Kommission vom 01. März 2016 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 850/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates über persistente organische Schadstoffe hinsichtlich des Anhangs I
- ▶ Verordnung (EU) Nr. 2016/460 der Kommission vom 30. März 2016 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 850/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates über persistente organische Schadstoffe hinsichtlich der Anhänge IV und V

Sowohl die Verpflichtungen des Stockholmer Übereinkommens, als auch des POPs-Protokolls⁷ der CLR-TAP sind in der EU durch die POP-Verordnung in unmittelbar geltendes Recht umgesetzt. Die POP-Verordnung konkretisiert die internationalen Abkommen zudem z. B. dahingehend, dass hier konkrete Grenzwerte für Verunreinigungen der POPs in neu auf den Markt gebrachten Stoffen, Gemischen oder Erzeugnissen festgelegt werden.

Artikel 3 der POP-Verordnung regelt ein grundsätzliches Verbot der Herstellung, des Inverkehrbringens und der Verwendung von Stoffen als solchen, in Gemischen oder in Erzeugnissen⁸, die im Anhang I dieser Verordnung enthalten sind. Hiervon ausgenommen sind nach Artikel 4 Abs. 1 lediglich geringe Mengen (*laboratory scale*) der Stoffe zu Forschungszwecken und unbeabsichtigt entstandene Spurenverunreinigungen (*unintentional trace contaminants*). Der Anhang I enthält die Stoffe gemäß Anlage A und B des Stockholmer Übereinkommens. Zum Teil werden genauere Bedingungen für das Vorhandensein von Stoffen in Erzeugnissen und Anforderungen an das Recycling von Stoffen, bzw. Gemischen formuliert.

Artikel 13 der POP-Verordnung verpflichtet die Mitgliedstaaten der EU Sanktionen zu Verstößen gegen das Verbot der Herstellung, Verwendung und des Inverkehrbringens der Stoffe des Anhang I zu erlassen. In Deutschland sind diese Sanktionen im Chemikaliengesetz und in der Chemikalien-Sanktionsverordnung umgesetzt.

Für die Stoffe Tetra-, Penta-, Hexa- und HeptaBDE gilt eine Höchstgrenze von 0,001 Gew. % (10 mg/kg) als Bestandteil in Stoffen (z. B. als Verunreinigung), in Gemischen oder Erzeugnissen oder flammgeschützten Bestandteilen von Erzeugnissen. Ein Grenzwert von 0,1 Gew. % gilt, wenn das Gemisch oder das Erzeugnis (bzw. der Erzeugnisbestandteil) ganz oder zum Teil aus wiederverwendeten Materialien besteht. Eine weitere Abweichung ist erlaubt, wenn die Erzeugnisse unter den Regelungsbereich der RL 2002/95/EG (Restriction of the use of certain hazardous substances – RoHS⁹) fallen. Darüber hinaus erlaubt die POP-Verordnung die Weiternutzung von Erzeugnissen, die bereits vor dem 25. August 2010 auf dem Markt waren.

Mit der Aufnahme von PFOS in das Stockholmer Übereinkommen und in die POP-Verordnung wurde erstmalig ein Stoff aufgenommen, für den momentan noch Verwendungen bestehen, in denen dieser kurzfristig nicht substituierbar ist. Entsprechend wurden für die Verwendung dieses Stoffes zahlreiche Ausnahmen vorgesehen und entsprechende Rahmenbedingungen in der POP-Verordnung formuliert.

⁷ Aus diesem Grund enthält die POP Verordnung weitere Stoffe wie die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK), die nicht im Stockholmer Übereinkommen geregelt sind.

⁸ Das Vorhandensein eines Stoffs wird dabei nicht als Verwendung eines Stoffs betrachtet. Aus diesem Grund definiert das Chemikalienrecht weitergehende Grenzwerte für die Marktfähigkeit von Erzeugnissen die z. B. importiert werden oder einen Stoff als Verunreinigung enthalten können.

⁹ Ein RoHS konformes Bauteil darf bis zu 0,1 Gew.-% Polybromierte Biphenyle enthalten.

Das Handels- und Verwendungsverbot von HBCD wird in der Europäischen Union (EU) im Anhang I der POP-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 850/2004 über persistente organische Schadstoffe) umgesetzt. Seit dem 22. März 2016 dürfen Produkte (Stoffe, Gemische und Erzeugnisse) mit einem Gehalt von mehr als 100 mg/kg HBCD in der EU nicht mehr hergestellt oder in Verkehr gebracht werden. Für Restbestände an Dämmstoffen galt abweichend, dass diese noch bis zum 22. Juni 2016 verkauft und verbaut werden durften.

Weiterhin dürfen Dämmstoffe aus EPS mit HBCD über dieses Datum hinaus in der EU hergestellt und in Gebäuden verwendet werden, sofern der Hersteller über eine Zulassung unter der Europäischen Chemikalienverordnung REACH verfügt. Gleiches gilt für HBCD-haltige Dämmstoffe, die von außerhalb der EU importiert werden. Die Ausnahme für das Inverkehrbringen und Verwenden von Dämmstoffen aus EPS mit HBCD endet voraussichtlich am 21. Februar 2018 (6 Monate nach Ende des Überprüfungszeitraums der aktuell erteilten Zulassungen). Es sind jedoch bereits jetzt ausreichend EPS-Dämmstoffe ohne HBCD erhältlich, so dass auf die Verwendung HBCD-haltiger Produkte verzichtet werden sollte (UBA 2016).

Bei der 7. Vertragsstaatenkonferenz (COP 7) wurden drei weitere Stoffe in das Stockholmer Übereinkommen aufgenommen: polychlorierte Naphthaline (PCN), Pentachlorphenol, seine Salze und Ester (PCP) und Hexachlorbutadien (HCBd). PCN und HCBd waren bereits über das POPs-Protokoll der CLRTAP in der Verordnung enthalten, die Aufnahme von PCP steht noch aus, allerdings hat PCP keine Zulassung als Biozid in Europa und wird daher ohnehin nicht mehr verwendet.

Neben dem in der Bundesrepublik Deutschland bestehenden allgemeinen chemikalienrechtlichen Sanktionssystem¹⁰ können mit der Chemikalien-Sanktionsverordnung (ChemSanktionsV) Verstöße u.a. gegen die POP-Verordnung unmittelbar als Straftat verfolgt oder als Ordnungswidrigkeit mit Geldbuße geahndet werden.

2.2.2 Allgemeines europäisches Chemikalienrecht

Den allgemeinen Rahmen für chemische Stoffe in der EU bilden die Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, genannt REACH-Verordnung und Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 zur Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, genannt CLP¹¹-Verordnung, als Umsetzung des GHS auf europäischer Ebene.

REACH ist eine Abkürzung für *Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*, also Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien. Bei der Registrierung von Stoffen handelt es sich um ein Anmeldeverfahren. Alle Stoffe mit einer Herstellungs- oder Importmenge von mindestens einer Tonne pro Jahr müssen bei der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) registriert werden. Die Registrierung beinhaltet die Übermittlung verschiedener Daten, z.B. physikochemische Daten, Daten zu Wirkungen im Menschen und in der Umwelt. Der Umfang des Datensatzes ist abhängig vom Mengenband. Hochtonnagige Stoffe müssen einen umfangreicheren Datensatz liefern als niedrigtonnagige Stoffe. Um unnötige Tierversuche zu vermeiden, reichen die Registranten Testvor-

¹⁰ Erlass behördlicher Anordnungen zur Beseitigung festgestellter oder zur Verhütung künftiger Verstöße gegen chemikalienrechtliche EG-Verordnungen nach § 23 Abs. 1 in Verbindung mit § 21 Abs. 2 Satz 1 des Chemikaliengesetzes (ChemG) und Verhängung von Sanktionen nach § 26 Abs. 1 Nr. 10 (Ahndung mit Geldbuße) und § 27d ChemG (Einzziehung von Gegenständen) bei Zuwiderhandlung gegen eine vollziehbare behördliche Anordnung.

¹¹ Von Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, engl. Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures – CLP.

schläge für Studien ein, zu denen ihnen keine Daten vorliegen. Für Stoffe, die vor September 1981 bereits auf dem EU-Markt waren (sogenannte Altstoffe), gibt es, gestaffelt nach Mengenbändern und einer entsprechenden Vorregistrierung, Übergangsfristen bis zum 01. Juni 2018.

Ein weiteres Verfahren der REACH-Verordnung ist die Evaluierung von Registrierungs dossiers sowie die Bewertung von Stoffen. Dabei obliegt es der ECHA, die Registrierungs dossiers bezüglich der Erfüllung der formalen Anforderungen an Vollständigkeit und Richtigkeit sowie ggf. eingereicherter Testvorschläge durch die Registranten zu prüfen. Die Stoffevaluation, bei der alle Informationen zu einem einzelnen Stoff bezüglich ihrer Qualität untersucht und Schlüsse zum weiteren Risikomanagement abgeleitet werden, liegt im Aufgabenbereich der Mitgliedsstaaten. Unter Umständen endet die Bewertung mit der Identifizierung als "besonders besorgniserregender Stoff" (engl.: *Substance of Very High Concern – SVHC*).

Der dritte namensgebende Prozess der REACH-Verordnung ist die Zulassung: Stoffe, von denen eine besondere Gefahr für die menschliche Gesundheit oder die Umwelt ausgeht und die durch ein formales Verfahren in den Anhang XIV zulassungspflichtiger Stoffe von REACH aufgenommen wurden, müssen, bevor sie in der EU angewendet werden dürfen, zuvor zugelassen werden. In einem Zulassungsantrag muss der Antragssteller die Beherrschung des Risikos bei dieser konkreten Anwendung mithilfe eines Stoffsicherheitsberichts darlegen. Ist dies nicht für alle Risiken möglich, hat er weiterhin die Möglichkeit im Rahmen einer sozioökonomischen Analyse die Angemessenheit der Verwendung des Stoffs zu begründen. Nur in Fällen, bei denen dieses gelingt, kann eine Zulassung erteilt werden. Anderenfalls ist eine Verwendung über einen bestimmten Zeitpunkt hinaus nicht möglich.

Als besonders besorgniserregende Stoffe (SVHC) können identifiziert werden:

- ▶ krebserregende, mutagene und/oder fortpflanzungsgefährdende Stoffe (engl. *carcinogenic, mutagenic, toxic to reproduction – CMR Stoffe*);
- ▶ Stoffe mit persistenten, bioakkumulierenden und toxischen Eigenschaften (engl.: *persistent, bioaccumulative, toxic – PBT*) oder mit sehr persistenten und sehr bioakkumulierenden Eigenschaften (engl.: *very persistent, very bioaccumulative – vPvB*);
- ▶ Stoffe anderer Gruppen, die Grund zu ähnlicher Besorgnis geben (z. B. hormonell wirksame oder sensibilisierende Stoffe).

Stoffe der Anlagen A – C des Stockholmer Übereinkommens werden im Rahmen der Zulassung von REACH nicht behandelt, sondern unterliegen der POP-Verordnung. Gleichwohl erfolgt im Rahmen der Registrierung unter REACH eine Überprüfung der Persistenz-, Bioakkumulations- und Toxizitätseigenschaften¹² der Stoffe. Die Kriterien für die Bewertung solcher Stoffe sind in REACH Anhang XIII zu finden¹³.

Darüber hinaus regelt REACH das Verfahren zur Beschränkung von Stoffen und hat somit die RL 76/769/EWG (Beschränkungsrichtlinie) zum 1. Juni 2009 aufgehoben (gem. Artikel 139). Die bestehenden Beschränkungen wurden in den Anhang XVII der REACH-Verordnung übernommen (Artikel 137 Abs. 3). Für den Bereich der POPs wurden die Beschränkungen für PFOS, PentaBDE und OctaBDE in den Anhang XVII von REACH übernommen. Mit ihrer Aufnahme in das Stockholmer Übereinkommen und einer anschließenden Aufnahme in die POP-Verordnung durch Verordnung (EU) Nr. 207/2011 wurden

12 Nach REACH können Stoffe, die u.a. ein persistentes, bioakkumulierendes und toxisches oder ein sehr persistentes und sehr bioakkumulierendes Umweltverhalten haben, als besonders besorgniserregend identifiziert werden. Das Ferntransportverhalten wird in REACH nicht untersucht und ist kein Kriterium für die besondere Besorgnis (anders als bei POPs).

13 Letzte Änderung durch Verordnung (EU) Nr. 252/2011 vom 15. März 2011.

die Beschränkungen für PFOS und PentaBDE wieder aus dem Anhang XVII gelöscht, um Doppelregulierungen in der EU zu vermeiden. Gegenwärtig befinden sich OctaBDE und die Polybromierten Biphenyle (PBB) sowohl im Anhang XVII von REACH als auch in der POP-Verordnung.

Außerdem beschreibt REACH Anforderungen an die Kommunikation in der Lieferkette zu Stoffen und Gemischen und zu besonders besorgniserregenden Stoffen in Erzeugnissen. Informationen über gefährliche Eigenschaften¹⁴ von Stoffen und Gemischen und Anweisungen zum sicheren Umgang mit diesen, erhalten Verwender von Chemikalien mit dem Sicherheitsdatenblatt gemäß Artikel 31 der REACH-Verordnung. Für Stoffe oder Gemische, die nicht die Kriterien als gefährlich erfüllen, werden Informationen nach Artikel 32 der REACH-Verordnung geliefert. REACH setzt für Informationen nach Artikel 32 kein Format fest. Aufbau und Inhalt der Sicherheitsdatenblätter wird im Anhang II der REACH festgelegt und wurde durch Verordnung (EU) Nr. 453/2010 der Kommission vom 20. Mai 2010 aktualisiert. Dieser Teil von REACH setzt somit RL 91/155/EWG außer Kraft (seit 1. Juni 2007).

Eng mit der REACH-Verordnung verwoben ist die CLP-Verordnung. In ihr werden Regeln zur Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung gefährlicher Stoffe und Gemische festgelegt. Im Bereich der Stoffe hat die CLP-VO die RL 67/548/EWG (Stoffrichtlinie) zum 1. Dezember 2010 als verpflichtende Regulierung abgelöst, im Bereich der Gemische die RL 1999/45/EG (Zubereitungsrichtlinie) zum 1. Juni 2015.

Die Europäische Chemikalienagentur (ECHA) wurde im Rahmen der REACH-Einführung neu gegründet. Neben der Wahrnehmung der REACH-Aufgaben nimmt sie auch Aufgaben nach der CLP-, Biozid- und PIC-Verordnung wahr. Der Vollzug von Verstößen gegen diese Verordnungen obliegt den Mitgliedsstaaten.

2.2.3 Europäische Regelungen zu Pflanzenschutzmitteln¹⁵

Die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln ist EU-weit einheitlich in der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln und zur Aufhebung der Richtlinien 79/117/EWG und 91/414/EWG des Rates (sog. EU-Pflanzenschutzmittelverordnung) festgelegt. Unterschieden werden das Verfahren für die Wirkstoffprüfung auf EU-Ebene sowie das Verfahren für die Zulassung der formulierten Pflanzenschutzmittel auf Ebene der Mitgliedsstaaten.

Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln werden auf EU-Ebene geprüft. Die Europäische Kommission entscheidet mit den Mitgliedstaaten, ob ein Wirkstoff genehmigt wird. Eine Aufnahme des Stoffes in die Positivliste ist eine der Voraussetzungen für die Zulassungsfähigkeit von Pflanzenschutzmitteln mit dem jeweiligen Wirkstoff. Wirkstoffe, die Eigenschaften wie CMR, eine für das Hormonsystem schädliche Wirkung sowie PBT-Eigenschaften aufweisen, dürfen nicht in den Anhang der Verordnung aufgenommen werden (Anhang II Abschnitt 3). Ebenso dürfen keine Stoffe in den Anhang aufgenommen werden, die als POP eingestuft sind.

Zu einem Antrag zur Aufnahme eines Wirkstoffes in den Anhang der Verordnung gehört ein umfangreiches Dossier mit Daten und Tests (Artikel 7, 8). Erforderlich sind Unterlagen zu den physikalischen und chemischen Eigenschaften, zur Analytik sowie für die Bereiche Wirksamkeit, Toxikologie, Rückstands-

¹⁴ Gefährlich ist ein Stoff oder ein Gemisch dann, wenn eines der Kriterien der Verordnung (EG) 1272/2008 erfüllt ist.

¹⁵ Die Aufstellung berücksichtigt lediglich solche Regelungen, die einen Bezug zu Stoffen des Stockholmer Übereinkommens haben in ihrer jeweils aktuell gültigen Fassung.

verhalten, Umweltverhalten und Umweltauswirkungen (Ökotoxikologie). Die Studien müssen nach vorgegebenen Prüfrichtlinien von zertifizierten Versuchseinrichtungen durchgeführt werden. Dieses Dossier wird einem *peer review* Verfahren unterzogen und die eingereichten Studien kritisch geprüft.

Die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln muss in den Mitgliedsstaaten beantragt werden, in denen eine Vermarktung vorgesehen ist (Artikel 33). Auch für den Zulassungsantrag ist ein umfangreiches Dossier zu erstellen, das durch die zuständigen Behörden der Mitgliedsstaaten geprüft und beschieden wird.

Keiner der in den Anlagen A – C des Stockholmer Übereinkommens enthaltenen Stoffe ist für eine Anwendung in Pflanzenschutzmitteln zugelassen.

2.2.4 Europäische Regelungen zu Bioziden

Regelungen zum Umgang mit Bioziden sind in der Verordnung (EU) Nr. 528/2012 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 22. Mai 2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten festgelegt.

Im Rahmen eines EU-einheitlichen Verfahrens wird darüber entschieden, ob ein Biozid-Wirkstoff in die Liste der auf Unionsebene zulässigen Wirkstoffe aufgenommen wird. Die Genehmigung des Biozid-Wirkstoffs ist eine Voraussetzung für die Zulassung von Biozid-Produkten. Damit besteht ein zweistufiges Verfahren der Wirkstoffbewertung (in der Verantwortlichkeit der EU) und formulierten Produktzulassung (in der Verantwortlichkeit der Mitgliedsstaaten). Keiner der in den Anlagen A – C des Stockholmer Übereinkommens enthaltenen Stoffe ist im EU-Verfahren zur Wirkstoffprüfung von Bioziden gemeldet. Daher ist eine Zulassung von Biozid-Produkten, die POPs enthalten, in Deutschland nicht zulässig.

Analog der Vorgaben der EU-Pflanzenschutzmittelverordnung werden Stoffe mit besonders besorgniserregenden Eigenschaften grundsätzlich nicht genehmigt (Ausschlusskriterien gemäß Artikel 5); allerdings sind unter besonderen Voraussetzungen Ausnahmen möglich, jedoch nicht für Wirkstoffe, die als POP-Stoffe unter die EU-POP-Verordnung fallen. Die Mitgliedsstaaten können im Rahmen der Produktzulassung Anwendungsbedingungen formulieren. Stoffe mit PBT Eigenschaften sollen als Biozidwirkstoffe ersetzt werden; sie werden nur zugelassen, wenn die Rückausnahmen gemäß Art 5 Abs.2 zutreffen, und auch dann nur für 5 Jahre.

2.2.5 Import/Export Regelungen

Genehmigungen zum Im- und Export gefährlicher Chemikalien werden in der Verordnung (EG) Nr. 649/2012 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 4. Juli 2012 über die Aus- und Einfuhr gefährlicher Chemikalien (Umsetzung des Rotterdamer Übereinkommens, *Prior Informed Consent* – PICVO) geregelt. Wird ein gefährlicher Stoff, der in Anhang I der Verordnung gelistet ist, in ein anderes Vertragsland des Rotterdamer Abkommens exportiert, so muss das Exportland den Stoff bei den Behörden im Zielland anmelden. Das Zielland muss der Einfuhr von Stoffen aus Teil 2 von Anhang I der Verordnung auf sein Staatsgebiet ausdrücklich zustimmen. Zu den Stoffen der Anhänge zählen auch POPs (die verschiedenen Verfahren der Verordnung werden geregelt nach den Artikeln 7, 10, 12, 13).

2.3 Nationale chemikalienrechtliche Regelungen

Das nationale Umwelt- und Chemikalienrecht wird weitestgehend von EU-Recht bestimmt: entweder in Form europäischer Verordnungen, aber zum Teil auch durch Richtlinien, die in nationale Gesetze umzusetzen sind. Außerdem erfolgt im Rahmen der nationalen Gesetze und untergesetzlicher Regelungen¹⁶ die Festlegung von Verantwortlichkeiten und als hoheitliche Aufgabe die Regelung des Vollzugs der Vorgaben.

Zentrales Rechtsetzungselement des deutschen Stoffrechts ist das Chemikaliengesetz (ChemG). In ihm werden Regelungen der Biozid-, REACH-, CLP- und PIC-VO umgesetzt oder konkretisiert. Daran angeschlossen sind folgende Verordnungen mit Relevanz für die Regelung von POPs:

- ▶ Gefahrstoffverordnung (GefStoffV): regelt die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung von Gefahrstoffen, ebenso den Umgang und die Verwendung,
- ▶ Chemikalien-Verbotsverordnung (ChemVerbotsV): regelt das Inverkehrbringen von Gefahrstoffen bzw. die Beschränkung des Inverkehrbringens,
- ▶ Biozid-Zulassungsverordnung (ChemBiozidZulV): beschreibt die Zulassung von Biozid-Produkten und sonstige chemikalienrechtliche Verfahren zu Biozid-Produkten und Biozid-Wirkstoffen,
- ▶ Biozid-Meldeverordnung (ChemBiozidMeldeV): besagt, dass alle Biozid-Produkte, die sich in Deutschland auf dem Markt befinden, der Zulassungsstelle gemeldet werden.

Regelungen zur EU-Pflanzenschutzmittelverordnung finden sich im Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz – PflSchG).

2.3.1 Zuständigkeiten rechtlicher Aufgaben für Chemikalien

Bei Bioziden und Pflanzenschutzmitteln werden die zentralen Elemente des einschlägigen Rechts unmittelbar von Bundesoberbehörden vollzogen.

Die Bundesstelle für Chemikalien (BfC) als Fachbereich 5 der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) hat umfangreiche Zuständigkeiten bei der Durchführung der REACH-, Biozid- und CLP-Verordnung. Sie arbeitet hierbei eng mit anderen Bundesbehörden als Bewertungsstellen zusammen:

- ▶ dem Umweltbundesamt (UBA) als Bewertungsstelle Umwelt,
- ▶ dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) als Bewertungsstelle Gesundheit und Verbraucherschutz und
- ▶ dem Fachbereich 4 innerhalb der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) als Bewertungsstelle für Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten.

Die Überwachung der Einhaltung von REACH, Biozid- und Pflanzenschutzrecht obliegt den Ländern. Dabei können die Zuständigkeiten je nach administrativer Organisation des Bundeslandes in der Verantwortung verschiedener Landesbehörden liegen.

¹⁶ z. B. im Rahmen von Verwaltungsvorschriften.

2.4 Anlagenrechtliche Regelungen

2.4.1 Europäische anlagenrechtliche Regelungen

Die Richtlinie über Industrieemissionen (IE-RL) [RL 2010/75/EU](#) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 regelt die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung infolge der im Anhang I genannten industriellen Tätigkeiten. Die IE-RL ist am 6. Januar 2011 in Kraft getreten und wurde vollständig in nationales Recht umgesetzt.

Sie sieht auch Vorschriften zur Vermeidung und, sofern dies nicht möglich ist, zur Verminderung von Emissionen in Luft, Wasser und Boden und zur Abfallvermeidung vor, um ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt zu erreichen. Gemäß Artikel 13 werden für jede in Anhang I genannte Anlagenart Merkblätter erstellt. Diese enthalten Schlussfolgerungen über beste verfügbare Techniken und mit diesen Techniken assoziierte Emissionswerte. Diese BVT-Schlussfolgerungen sind entsprechend den Vorgaben der IE-RL bindend in nationalen Anlagengenehmigungen zu verwenden. In der nationalen Umsetzung der IE-RL ist vorgesehen, dass im untergesetzlichen Regelwerk oder bei Anlagengenehmigungen im Ausnahmefall weniger strenge Emissionsbegrenzungen und Fristen festgelegt werden können, wenn wegen technischer Merkmale der betroffenen Anlagenart die Anwendung der BVT-Schlussfolgerungen und der assoziierten Emissionswerte unverhältnismäßig wäre.

Art. 21 Abs. 3 der IE-RL verlangt die Umsetzung von BVT-Schlussfolgerungen vor Ort einschließlich der Überprüfung von Genehmigungsaufgaben und Einhaltung aktualisierter Auflagen durch die jeweilige Anlage innerhalb von 4 Jahren.

Wasserspezifische Teile von BVT-Schlussfolgerungen werden derzeit durch die [Abwasserverordnung](#) und deren Anhänge umgesetzt. Luftspezifische Teile von BVT-Schlussfolgerungen werden mittels [TA Luft](#) umgesetzt.

Genehmigungen müssen mindestens die Schadstoffe der Liste in Anhang II der Richtlinie, aber auch alle sonstigen von den jeweiligen Anlagen emittierten Schadstoffe enthalten, wenn diese nach Art und Umfang relevant sind.

Die Schadstoffliste des Anhangs II der IE-RL enthält u.a. luftseitig:

- ▶ Polychlordibenzodioxine und -furane
- ▶ Chlor und Chlorverbindungen
- ▶ Fluor und Fluorverbindungen

Wasserseitig enthält der Anhang II der IE-RL u.a.:

- ▶ Halogenorganische Verbindungen und Stoffe, die im wässrigen Milieu halogenorganische Verbindungen bilden
- ▶ Stoffe und Gemische mit nachgewiesenermaßen in wässrigem Milieu oder über wässriges Milieu übertragbaren karzinogenen, mutagenen oder sich möglicherweise auf die Fortpflanzung auswirkenden Eigenschaften
- ▶ Persistente Kohlenwasserstoffe, sowie beständige und bioakkumulierende organische Giftstoffe
- ▶ Biozide und Pflanzenschutzmittel

- ▶ Stoffe des Anhangs X der RL 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.

Damit sind auch Stoffe des Stockholmer Übereinkommens berücksichtigt.

Die Richtlinie 2012/18/EU des Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfällen mit gefährlichen Stoffen enthält Bestimmungen für die Verhütung schwerer Unfälle, die durch bestimmte Industrietätigkeiten verursacht werden könnten, sowie zur Begrenzung der Unfallfolgen für die menschliche Gesundheit und die Umwelt. Anlagen, in denen bestimmte gefährlicher Stoffe oder Gemische ab der im Anhang I der Richtlinie festgelegten Mengen vorhanden sind oder vorhanden sein können, fallen unter die Regelungen dieser Richtlinie. Zu den im Rahmen der Richtlinie zu berücksichtigenden Stoffen gehören u.a. Polychlordibenzofurane und Polychlordibenzodioxine.

Diese Richtlinie wird in Deutschland vor allem durch die 12. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfallverordnung – 12. BImSchV) umgesetzt.

Vergleichbare Regelungen finden sich auch im Übereinkommen über die grenzüberschreitenden Auswirkungen von Industrieunfällen vom 17. März 1992 der Wirtschaftsgemeinschaft der Vereinten Nationen für Europa (UN ECE), die ebenfalls in Deutschland gilt.

2.4.2 Nationale anlagenrechtliche Regelungen

Anlagen, die auf Grund ihrer Beschaffenheit oder ihres Betriebs in besonderem Maße geeignet sind, schädliche Umwelteinwirkungen hervorzurufen oder in anderer Weise die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft zu gefährden, erheblich zu benachteiligen oder erheblich zu belästigen, bedürfen einer Genehmigung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG). Welche Anlagen im Einzelnen genehmigungsbedürftig sind, ist auf Grund des § 4 Abs. 1 Satz 3 in der Verordnung (4. BImSchV), festgelegt worden.

Aufgrund der Ermächtigungen in den §§ 47 und 48 erlässt die Bundesregierung Rechtsverordnungen und Verwaltungsvorschriften zur Durchführung des Gesetzes.

2.4.2.1.1 Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft

Die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft vom 24. Juli 2002 (TA Luft) ist die erste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz. Sie dient dem Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen und der Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, um ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt zu erreichen.

Die TA Luft enthält allgemeine und besondere Anforderungen zur Emissionsbegrenzung. Der allgemeine Emissionswert für die Massenkonzentration von PCDD/F im Abgas darf 0,1 ng/m³ und der Massenstrom 0,25 µg/h nicht überschreiten, es sei denn, im besonderen Teil sind für bestimmte Anlagen Ausnahmen zugelassen. Für andere besonders umweltschädliche Substanzen, wie krebserzeugende, reproduktionstoxische und erbgutverändernde Stoffe, sowie z.B. polybromierte Dibenzodioxine und -furane oder polyhalogenierte Biphenyle, sind die Emissionen unter Beachtung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit soweit wie möglich zu begrenzen (Emissionsminderungsgebotes Nr. 5.2.7 TA Luft).

Zu den nationalen Rechtsverordnungen mit anlagenrechtlichem Bezug zu POPs gehören folgende:

► Erste Verordnung zur Durchführung des BImSchG (1. BImSchV)

Die 1. BImSchV (novelliert im Jahr 2010) regelt die Errichtung und den Betrieb von kleinen und mittleren Feuerungsanlagen. Sie ist eine nationale Verordnung, die nicht auf einer EU-weit gültigen Regelung basiert. Besonders Anlagen für feste Brennstoffe können relevante Mengen an POPs, unter anderem PCDD/F emittieren. Die Verordnung enthält Grenzwerte für PCDD/F für den Einsatz von sogenannten Agrarbrennstoffen (Stroh, Getreide, weitere nachwachsende Rohstoffe), deren Einhaltung auf dem Prüfstand nachzuweisen ist.

► Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des BImSchG (13. BImSchV)

Diese Verordnung gilt für die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb von Feuerungsanlagen einschließlich Gasturbinen- und Gasmotoranlagen sowie Gasturbinen- und Gasmotoranlagen zum Antrieb von Arbeitsmaschinen mit einer Feuerungswärmeleistung von 50 MW oder mehr, unabhängig davon, welche Brennstoffe oder welche Arten von Brennstoffen eingesetzt werden.

Danach gilt bei Einsatz fester Brennstoffe einschließlich Biobrennstoffen und bei Einsatz von flüssigen Brennstoffen (ausgenommen leichtes Heizöl) in Feuerungsanlagen ein Emissionsgrenzwert für PCDD/F von $0,1 \text{ ng TEQ/m}^3$ (WHO-TEF 2005). Die 13. BImSchV wurde am 2. Mai 2013 novelliert. Bestehende Anlagen müssen die Anforderungen der Verordnung ab 1.1.2016 einhalten.

► Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des BImSchG (17. BImSchV)

Diese Verordnung regelt die Anforderungen an die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb von Verbrennungs- oder Mitverbrennungsanlagen für die in § 1 genannten Abfälle und Stoffe. Danach gilt beispielsweise für Verbrennungsanlagen ein Emissionsgrenzwert für PCDD/F von $0,1 \text{ ng TEQ/m}^3$ (WHO-TEF 2005).

Die 17. BImSchV wurde am 2. Mai 2013 novelliert. Bestehende Anlagen müssen die Anforderungen der Verordnung ab 1.1.2016 einhalten.

2.5 Wasserrechtliche Regelungen

2.5.1 Europäische wasserrechtliche Regelungen

Die Wasserrahmenrichtlinie von 2000 (RL 2000/60/EG) (WRRL), zuletzt geändert durch die RL 2014/101/EU setzt den europäischen Rechtsrahmen für den Schutz von Gewässern. Die WRRL verlangt, dass bis Ende 2015 für alle Gewässer (Oberflächen-, Grund- und Küstengewässer) ein guter Zustand erreicht oder erhalten wird. Für die Oberflächengewässer ist ein guter chemischer und ökologischer Zustand, für das Grundwasser ein guter chemischer und mengenmäßiger Zustand zu erreichen oder zu erhalten. Die Mitgliedstaaten sollen dies durch festgelegte Planungs- und Bewirtschaftungsschritte erreichen.

Der gute chemische Zustand für die Oberflächengewässer wird durch Umweltqualitätsnormen für 45 sogenannte prioritäre Stoffe bestimmt. Die Umweltqualitätsnormen ergeben sich aus der Prioritäre Stoffe-Richtlinie von 2008 (RL 2008/105/EG), die zuletzt durch die Richtlinie 2013/39/EU geändert worden ist. Die Umweltqualitätsnormen für „Prioritäre Stoffe“ sollen bis 2021, die mit der RL 2013/39/EU neu aufgenommenen bzw. geänderten Umweltqualitätsnormen bis 2027, eingehalten werden. Für „prioritäre Stoffe“ sind nur Begrenzungen der Freisetzung bis zur Einhaltung der Umweltqualitätsnormen vorgesehen. Die Einleitungen, Emissionen und Verluste „Prioritär gefährliche Stoffe“ sind gemäß Art. 16 Abs. 6 WRRL zu beenden oder schrittweise einzustellen (siehe unten)

Folgende POPs finden sich im Anhang 1 der Prioritäre Stoffe-Richtlinie:

- Hexachlorbenzol (HCB)CB,
- Endosulfan,

- ▶ Hexachlorobutadiene,
- ▶ Pentachlorbenzol (PeCB),
- ▶ Pentachlorphenol (PCP)
- ▶ Cyclodien,
- ▶ Hexachlorhexan (HCH) (Isomerengemisch, einschließlich Lindan),
- ▶ bromierte Diphenylether (wobei nicht alle bromierten Diphenylether POPs sind)
- ▶ DDT
- ▶ Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) (neu)
- ▶ Dioxine (neu)
- ▶ Hexabromcyclododekan (HBCDD) (neu)

Die folgenden POP Kandidaten sind bereits prioritäre gefährliche Stoffe.

- ▶ C10-13-Chloralkane

Nach der Grundwasser-Richtlinie von 2006 (RL 2006/118/EG), zuletzt geändert durch die RL 2014/80/EU wird der gute chemische Grundwasserzustand erstens über Grundwasserqualitätsnormen, die sich aus der genannten Richtlinie (Anhang II) ergeben, und zweitens über Schwellenwerte, die die Mitgliedstaaten für in der Richtlinie aufgeführte Schadstoffe (Anhang II) festlegen müssen, bestimmt.

Als generelle Grundwasserqualitätsnorm nennt Anhang I der Grundwasser-Richtlinie für Wirkstoffe in Pestiziden 0,1 µg/l. Mit dieser Vorgabe sind auch mögliche Belastungen des Grundwassers durch POPs erfasst. Weitere Schwellenwerte für zusätzliche Schadstoffe richten sich nach der Vorbelastung im Einzelfall und sind durch die Mitgliedstaaten festzulegen.

Um in Oberflächengewässern und im Grundwasser einen guten Zustand zu erhalten oder zu erreichen, müssen die Mitgliedstaaten geeignete Maßnahmen ergreifen. Diese Verpflichtung geht über die Vorgaben des Stockholmer Übereinkommens hinaus, da sie auch die Sanierung von mit POPs verunreinigten Gewässern fordert.

Die WRRL und die Grundwasser-Richtlinie enthalten ferner spezielle Vorschriften für den Eintrag von schädlichen Stoffen in Gewässer.

So verpflichtet die WRRL die Kommission Vorschläge vorzulegen, um Einleitungen, Emissionen und Verluste von prioritär gefährlichen Stoffen (Phasing-Out) zu beenden oder schrittweise einzustellen. Die notwendigen Maßnahmen müssen auf EU-Ebene getroffen werden; ergänzend sind die Mitgliedstaaten in der Pflicht, diese Vorgabe der WRRL umzusetzen.

Da die oben genannten POPs auch prioritäre gefährliche Stoffe sind, gilt für sie auch die Phasing-Out-Verpflichtung. Konkrete Maßnahmen zur Umsetzung der Phasing-Out-Verpflichtung haben bislang weder die EU noch die Mitgliedstaaten ergriffen.

Für die genannten POPs wird die Phasing-Out-Verpflichtung faktisch zumindest teilweise durch die EU-POP-Verordnung umgesetzt. Das systematische Monitoring der Gewässer übernimmt hierbei die Erfolgskontrolle und die Aufgabe eines Sicherheitsnetzes.

Nach Art. 6 der Grundwasser-Richtlinie ist darüber hinaus der Eintrag von bestimmten Stoffgruppen in das Grundwasser grundsätzlich verboten. Die Stoffgruppen sind in Anhang 8 der WRRL genannt. Manche Stoffgruppen wie z. B. die organohalogen Verbindungen umfassen POPs.

2.5.2 Nationale wasserrechtliche Regelungen

Die WRRL ist in Deutschland über das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und daran angeschlossene Verordnungen wie z. B. die Grundwasserverordnung (GrwV) von 2010 und die Oberflächengewässerverordnung von 2016 (OGewV) umgesetzt. Die Pflicht, den guten chemischen Zustand zu erreichen, ergibt sich in Deutschland aus den genannten Rechtsakten. Die GrwV und die OGewV sehen die entsprechenden Qualitätsnormen vor. Hier finden sich auch die Vorgaben für die oben genannten POPs. Weil es sich bei den beiden Verordnungen um stoffbezogene Regelungen handelt, können die Länder davon nicht abweichen.

Nutzungen von Gewässern unterliegen einer präventiven staatlichen Kontrolle; d. h. sie bedürfen vor ihrer Durchführung einer staatlichen Zulassung. Das Einbringen oder die Einleitung von Stoffen stellt eine Benutzung im Sinne des § 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG dar, für die eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich ist. Als Benutzungen gelten auch Maßnahmen, die geeignet sind, dauernd oder in einem nicht nur unerheblichen Ausmaß nachteilige Veränderungen der Wasserbeschaffenheit herbeizuführen (§ 9 Abs. 2 Nr. 2 WHG). Benutzungen sind nur zulässig, soweit keine schädlichen Gewässeränderungen zu erwarten sind, die auch nicht durch Nebenbestimmungen zu vermeiden oder auszugleichen sind (§ 12 Abs. 1 Nr. 1 WHG) und Anforderungen nach anderen öffentlich rechtlichen Vorschriften erfüllt sind (§ 12 Abs. 1 Nr. 2 WHG). Beim Einleiten von Abwasser ist mindestens der Stand der Technik der Emissionsvermeidung und -verminderung zu beachten (§ 57 Abs. 1 Nr. 1 WHG).

Zudem steht die Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis im pflichtgemäßen Ermessen der Behörde. So können die Behörden z. B. aus gewässerökologischen Gründen weitergehende Anforderungen im Einzelfall stellen.

2.5.2.1.1 Zuständigkeiten für wasserrechtliche Aufgaben

Die rechtlichen Vorgaben im Bereich Wasserwirtschaft legt der Bund im Wasserhaushaltsgesetz und seinen Rechtsverordnungen fest. Die Länder können diese Bundesvorgaben durch Landesgesetze ergänzen oder davon abweichen, es sei denn, es handelt sich um stoff- oder anlagenbezogene Vorgaben. Den Ländern obliegt der alleinige Vollzug der wasserrechtlichen Vorgaben.

2.6 Bodenschutzrechtliche Regelungen

2.6.1 Europäische bodenschutzrechtliche Regelungen

Der Entwurf der Boden-Rahmenrichtlinie von 2006 ist von der EU Kommission 2014 zurückgenommen worden, nachdem deutlich wurde, dass die Sperrminorität von fünf Staaten, darunter Deutschland, weiter Bestand haben würde.

Die EU-Bodenschutzpolitik ergibt sich daher weiter aus den folgenden rechtlich unverbindlichen Dokumenten:

- ▶ Thematische Strategie für den Bodenschutz von 2006
- ▶ Bericht der Kommission zur Umsetzung der Thematischen Strategie von 2012
- ▶ Bodenschutzbezogene Aussagen des 7. Umweltaktionsprogramms

Einige bodenschutzrelevante Regelungen finden sich in EU-Sekundärrechtsakten, zum Beispiel der Richtlinie über Industrieemissionen von 2010.

2.6.2 Nationale bodenschutzrechtliche Regelungen

In Deutschland existieren ein nationales Gesetz zum Schutz des Bodens und eine zugehörige nationale Verordnung:

- ▶ BBodSchG – Bundes-Bodenschutzgesetz (Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten vom 17. März 1998),
- ▶ BBodSchV – Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999.

Zweck des BBodSchG und der BBodSchV ist es, die Funktionen des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen. Unter Beachtung der bestehenden und künftigen Anforderungen an die Nutzung des Bodens sind Gefahren für den Boden und vom Boden ausgehende Gefahren für den Einzelnen oder die Allgemeinheit abzuwehren.

BBodSchG und BBodSchV regeln vor allem die Standards und die notwendigen Verfahrensschritte bei der Untersuchung und Sanierung von schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten. In diesem Zusammenhang sind zwei Arten von Bodenwerten relevant, die auch POPs einbeziehen.

- ▶ **Prüfwerte**
Werte bei deren Überschreiten unter Berücksichtigung der Bodennutzung eine einzelfallbezogene Prüfung durchzuführen und festzustellen ist, ob eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast vorliegt. In Anhang 2 BBodSchV sind für Aldrin, DDT, HCB, HCH und PCB6 (Summe der sechs Leitkongere) Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden – Mensch und Boden – Grundwasser festgelegt.
- ▶ **Maßnahmenwerte**
Werte für Einwirkungen oder Belastungen, bei deren Überschreiten unter Berücksichtigung der jeweiligen Bodennutzung in der Regel von einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast auszugehen ist und Maßnahmen erforderlich sind. In Anhang 2 BBodSchV sind Maßnahmenwerte für den Wirkungspfad Boden – Mensch für PCDD/F und für Boden - Pflanze für PCB6 festgelegt.

Bei Vorliegen von Altlasten bzw. schädlichen Bodenveränderungen verlangt das Bodenschutzrecht zur Gefahrenabwehr die Sanierung von Böden, in denen Überschreitungen der vorgesehenen Maßnahmen- und Prüfwerte für Stoffe, die zugleich POPs sind, bestehen. Insofern geht hier das Bodenschutzrecht über die Vorgaben des Stockholmer Übereinkommens hinaus. Nur wenn Sanierungsmaßnahmen nicht verhältnismäßig sind, können Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen zur Anwendung gelangen.

Daneben verpflichtet das BBodSchG auch zur bodenbezogenen Vorsorge. Die BBodSchV bestimmt Vorsorgewerte, die folgendermaßen definiert sind.

- ▶ **Vorsorgewerte**
Bodenwerte, bei deren Überschreiten unter Berücksichtigung von geogenen¹⁷ oder großflächig siedlungsbedingten Schadstoffgehalten in der Regel davon auszugehen ist, dass die Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung besteht. Vorsorgewerte sind im Anhang 2 BBodSchV für PCB6 und PAKs sowie Dioxine im Boden festgelegt.

¹⁷ d.h. natürliche, von menschlichen Aktivitäten unabhängige Stoffgehalte in Umweltmedien, z. B. Salzgehalt in Gewässern oder Schwermetallgehalte in Böden, im Gegensatz zu anthropogenen Stoffgehalten, also durch menschliche Aktivitäten eingetragene Stoffmengen.

Grundstückseigentümer sowie der Inhaber der tatsächlichen Gewalt über ein Grundstück und derjenige, der Verrichtungen auf einem Grundstück durchführt oder durchführen lässt, die zur Veränderung der Bodenbeschaffenheit führen können, sind verpflichtet, bei bodenbezogenen Tätigkeiten die Vorsorgewerte zu beachten.

Nach der Rechtsprechung müssen die Prüf- und Maßnahmenwerte, die sich aus der BBodSchV ergeben, auch beim Vollzug anderer Gesetze, z. B. dem Bergrecht, berücksichtigt werden.

Die Klärschlammverordnung (AbfKlärV) hat ebenfalls Auswirkungen auf den Bodenschutz. Sie gibt in § 4 Abs. 10 und 11 die in Tabelle 2 angegebenen Grenzwerte für die Stoffgruppen PCDD/F und PCB sowie einen Grenzwert für die Summe halogenorganischer Verbindungen (AOX)¹⁸ vor. Wird einer dieser Grenzwerte überschritten, ist das Aufbringen auf landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzte Flächen verboten.

Tabelle 2: Grenzwerte für POP nach der Klärschlammverordnung

Parameter	Grenzwert
PCB, je Einzelkomponente von 6 PCB6 (errechnet: 6 x 0,2 mg/kg x 5)	0,2 mg/kg TM (6 mg/kg TM)
PCDD/F (TEQ)	100 ng/kg TM
Halogenorganische Verbindungen als AOX	500 mg/kg TM

2.6.2.1.1 Zuständigkeiten für bodenschutzrechtliche Aufgaben

Der Bund hat im Bodenschutz seine Gesetzgebungskompetenz mit dem Erlass des BBodSchG und BBodSchV wahrgenommen. Der Vollzug des BBodSchG und der BBodSchV liegt in der Zuständigkeit der Länder, die auch ergänzende Verfahrensregelungen erlassen können (BMUB 2017). Im Bereich der Klärschlämme können die zuständigen Behörden in den Ländern die Untersuchungspflicht auf weitere Inhaltsstoffe ausdehnen (§ 3 Abs. 5 AbfKlärV).

2.7 Abfallrechtliche Regelungen

2.7.1 Internationale Regelungen

Auf internationaler Ebene ist insbesondere das Basler Übereinkommen für Abfälle relevant, da es ein globales Kontrollsystem für die grenzüberschreitende Verbringung von gefährlichen Abfällen darstellt. Es sieht ein Exportverbot von gefährlichen Abfällen aus OECD-Staaten in Nicht-OECD-Staaten vor, welches völkerrechtlich bisher noch nicht in Kraft getreten ist, da es noch nicht von ausreichend vielen Vertragsstaaten ratifiziert wurde. Von der EU und Deutschland wurde es jedoch bereits umgesetzt (Sander & Schilling 2010).

¹⁸ Der Parameter AOX für die Summe der adsorbierbaren organischen Halogenverbindungen erfasst auch POP, hat aber wegen des breiten Spektrums der erfassten Stoffe nur eine geringe Aussagekraft. Weiterhin umschließt er definitionsgemäß keine Fluorverbindungen (z. B. PFOS).

Im Rahmen des Basler Übereinkommens wurden bislang sieben technische Leitlinien zur umweltverträglichen Entsorgung POPs-haltiger Abfälle erarbeitet. Außerdem sind Schulungsunterlagen vom Sekretariat des Basler Übereinkommens sowie europäischer Anlaufstellen-Leitlinien veröffentlicht worden (Secretariat of the Basel Convention 2015; EC 2011), darunter u.a.

- ▶ Allgemeine technische Leitlinien für die umweltgerechte Behandlung von Abfällen, die POPs enthalten, aus ihnen bestehen oder damit verunreinigt sind (Originaltitel: *Updated general technical guidelines for the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with persistent organic pollutants (POPs)*, Secretariat of the Basel Convention 2015)
- ▶ Technische Leitlinien für die umweltgerechte Behandlung von Abfällen, die Polychlorierte Biphenyle oder Polybromierte Terphenyle oder Polybromierte Biphenyle einschließlich Hexabrombiphenyl enthalten, aus ihnen bestehen oder damit verunreinigt sind (Originaltitel: *Technical guidelines for the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with polychlorinated biphenyls polychlorinated terphenyls or polybrominated biphenyls including hexabromobiphenyl*, Secretariat of the Basel Convention 2015),
- ▶ Technische Leitlinien für die umweltgerechte Behandlung von Abfällen, die Perfluorooctansulfonsäure, seine Salze und Perfluorooctansulfonylfluorid enthalten, aus ihnen bestehen oder damit verunreinigt sind (Originaltitel: *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with perfluorooctane sulfonic acid, its salts and perfluorooctane sulfonyl fluoride*, Secretariat of the Basel Convention 2015),
- ▶ Technische Leitlinien für die umweltgerechte Behandlung von Abfällen, die ungewollt produzierte Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine, Polychlorierte Dibenzofurane, Hexachlorbenzol, Polychlorierte Biphenyle oder Pentachlorbenzol enthalten, aus ihnen bestehen oder damit verunreinigt sind (Originaltitel: *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes containing or contaminated with unintentionally produced polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans, hexachlorobenzene, polychlorinated biphenyls or pentachlorobenzene*, Secretariat of the Basel Convention 2015),
- ▶ Technische Leitlinien für die umweltgerechte Behandlung von Abfällen, die Hexabromcyclododecan enthalten, aus ihnen bestehen oder damit verunreinigt sind (Originaltitel: *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with hexabromocyclododecane*, Secretariat of the Basel Convention 2015),
- ▶ Technische Leitlinien für die umweltgerechte Behandlung von Abfällen, die Hexabromdiphenylether und Heptabromdiphenylether, oder Tetrabromdiphenylether und Pentabromdiphenylether enthalten, aus ihnen bestehen oder damit verunreinigt sind (Originaltitel: *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with hexabromodiphenyl ether and heptabromodiphenyl ether, or tetrabromodiphenyl ether and pentabromodiphenyl ether*, Secretariat of the Basel Convention 2015),
- ▶ Technische Leitlinien für die umweltgerechte Behandlung von Abfällen, die die Pestizide Aldrin, alpha-Hexachlorcyclohexan, beta-Hexachlorcyclohexan, Chlordan, Chlordecon, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Hexachlorbenzol, Lindan, Mirex, Pentachlorbenzol, Perfluorooctansulfonsäure, technisches Endosulfan und seine verwandten Isomere oder Toxaphen oder Hexachlorbenzol als Industriechemikalie enthalten, aus ihnen bestehen oder damit verunreinigt sind (Originaltitel: *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with the pesticides aldrin, alpha hexachlorocyclohexane, beta hexachlorocyclohexane, chlordane, chlordecone, dieldrin, endrin, heptachlor, hexachlorobenzene, lindane,*

mirex, pentachlorobenzene, perfluorooctane sulfonic acid, technical endosulfan and its related isomers or toxaphene or with hexachlorobenzene as an industrial chemical, Secretariat of the Basel Convention 2015),

- ▶ Zerstörungs- und Dekontaminationstechniken für PCBs und andere POP-haltige Abfälle (UNEP k.I.),
- ▶ Anlaufstellen-Leitlinien Nr. 5 zur Einstufung von Holzabfällen in den Einträgen B3050 oder AC170 (Anlaufstellen 2007).

2.7.2 Europäische abfallrechtliche Regelungen

Im Rahmen von POPs und Abfällen sind folgende europarechtlichen Regelungen in ihren jeweils aktuellen Fassungen relevant:

- ▶ Verordnung (EG) Nr. 850/2004 über persistente organische Schadstoffe und zur Änderung der RL 79/117/EWG,
- ▶ RL 96/59/EG über die Beseitigung polychlorierter Biphenyle und polychlorierter Terphenyle (PCB/PCT),
- ▶ RL 2008/98/EG über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien (Abfallrahmenrichtlinie),
- ▶ Verordnung 1357/2014 zur Ersetzung von Anhang III der Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien
- ▶ Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 über die Verbringung von Abfällen (Abfallverbringungsverordnung),
- ▶ RL 1999/31/EG über Abfalldeponien,
- ▶ Entscheidung des Rates vom 19. Dezember 2002 zur Festlegung von Kriterien und Verfahren für die Annahme von Abfällen auf Abfalldeponien (2003/33/EG),
- ▶ Richtlinie 2012/19/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (Neufassung) (engl. Waste of Electrical and Electronic Equipment Directive- WEEE-RL),
- ▶ RL 2011/65/EU zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (Neufassung, RoHS-RL),

In der Verordnung 850/2004 ist festgelegt, dass die oberen Grenzwerte nicht für die untertägige Beseitigung gelten, siehe Fußnote 1 in der Tabelle zu Anhang V, Teil 2:

„Die Höchstwerte gelten ausschließlich für Deponien für gefährliche Abfälle und gelten nicht für permanente unterirdische Speicher für gefährliche Abfälle einschließlich Salzbergwerke.“

Im Übrigen sind in der angeführten Verordnung für viele POPs obere Grenzwerte aufgeführt.

2.7.3 Nationale abfallrechtliche Regelungen

In Deutschland dürfen laut Deponieverordnung POP-haltige Abfälle, d.h. solche, bei denen der untere Grenzwert nach Anhang IV der Verordnung (EG) Nr. 850/2004 überschritten ist, nicht oberirdisch, also nur in Untertagedeponien (die alle im Salzgestein angelegt sind) oder durch Bergversatz im Salzgestein entsorgt werden. Die oberen Grenzwerte spielen deshalb für die Entsorgungspraxis POP-haltiger Abfälle in Deutschland keine Rolle.

Seit dem 11. März 2016 enthält die deutsche Verordnung über das europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnisverordnung - AVV) eine direkte Verbindung zur POP-Verordnung in Form eines dynamischen Verweises (siehe Abfallverzeichnisverordnung Unterpunkt 2.2.3.). Gemäß AVV gelten demnach alle POP-haltigen Abfälle, die den unteren Grenzwert in Anhang IV der EU POP-Verordnung überschreiten, als gefährlich und nachweispflichtig.

Das deutsche Abfallrecht schließt Anforderungen an die Sammlung, die Lagerung, den Transport (auch den grenzüberschreitenden), die Verwertung, die Beseitigung von Abfällen, die Nachweisführung sowie an Abfallbehandlungsanlagen und Entsorgungsbetriebe ein.

Das Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) vom 24. Februar 2012 trat am 1. Juni 2012 in Kraft. Im Gegensatz zum Vorgängergesetz enthält es eine Hierarchie der Abfallbehandlungsmaßnahmen. Für die Entsorgung POP-haltiger Abfälle ist insbesondere von Bedeutung, dass „diejenige Maßnahme Vorrang haben [soll], die den Schutz von Mensch und Umwelt bei der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen unter Berücksichtigung des Vorsorge- und Nachhaltigkeitsprinzips am besten gewährleistet. Für die Betrachtung der Auswirkungen auf Mensch und Umwelt nach Satz 1 ist der gesamte Lebenszyklus des Abfalls zugrunde zu legen“ (§ 6).

Ausführungen zur Entsorgung von POP-haltigen Abfällen sind in Abschnitt 6.3 dieses Durchführungsplans aufgeführt.

2.7.3.1.1 Zuständigkeiten für abfallrechtliche Aufgaben

Für den Vollzug des Abfallrechts sind die Länder zuständig, welche die Aufgaben und landesinternen Zuständigkeiten individuell regeln können. In einigen Ländern existiert eine Andienungs- oder Überlassungspflicht für gefährliche Abfälle¹⁹.

Bezüglich der grenzüberschreitenden Abfallverbringung sind nach § 14 Abs. 1 Abfallverbringungs-gesetz (AbfVerbrG) grundsätzlich Landesbehörden für Maßnahmen und Pflichten im Zusammenhang mit der Verbringung von Abfällen aus dem Bundesgebiet und in das Bundesgebiet zuständig. Diese Länderbehörden sind auf einer Internetseite veröffentlicht (UBA 2017). Für Transite ist nach § 14 Abs. 4 AbfVerbrG das Umweltbundesamt zuständig.

2.8 Regelungen im Lebensmittel- und Futtermittelrecht

2.8.1 Europäische Regelungen

Das Lebensmittel- und Futtermittelrecht wird in der EU durch mehrere Verordnungen geregelt. In der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 wird das grundlegende, allgemeine Lebensmittelrecht formuliert. Außerdem enthält es Regelungen zur Errichtung einer Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit, der EFSA (engl.: European Food Safety Agency). Diese arbeitet im Bereich Risikobewertungen mit den nationalen Behörden, in Deutschland mit dem BVL und dem BfR, zusammen. Die Verordnung schafft eine Grundlage zum Schutz der Gesundheit des Menschen und der Verbraucherinteressen bei Lebensmitteln. Sie legt einheitliche Grundsätze und Zuständigkeiten in Bezug auf die Schaffung eines wissenschaftlichen Fundaments, einer effizienten organisatorischen Struktur und eines Verfahrens zur Stärkung der Entscheidungsfindung in Fragen der Lebensmittel- und Futtermittelsicherheit fest. Die Verordnung gilt für alle Produktions-, Verarbeitungs- und Vertriebsstufen von Lebens- und Futtermitteln.

¹⁹ Weitere Informationen sind unter <http://www.info-ags.de/> zu finden.

Liegt bei einem Lebens- oder Futtermittel der Verdacht vor, dass dieses ein Risiko für die Gesundheit von Mensch oder Tier darstellt, so ist nach Artikel 10 die Öffentlichkeit über die Art des Risikos aufzuklären.

Für die Umsetzung der Forderungen des Stockholmer Übereinkommens ist die Verordnung (EG) Nr. 396/2005 über Höchstgehalte an Pestizidrückständen in oder auf Lebens- und Futtermitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs von großer Bedeutung, da viele POPs als Pestizide eingesetzt wurden. In den Anhängen II und III der Verordnung sind Höchstgehalte für Aldrin, Chlordan, Chlordecon, DDT, Dieldrin, Endosulfan, Endrin, HCB, HCH, Heptachlor und Toxaphen festgelegt.

Außerdem wird in der Verordnung (EWG) 315/93 ein gemeinschaftliches Verfahren zur Kontrolle von Kontaminanten in Lebensmitteln festgelegt. Als Kontaminant gilt jeder Stoff, der einem Lebensmittel nicht absichtlich hinzugefügt wird, jedoch als Rückstand aus den Produktionsprozessen oder infolge einer Verunreinigung durch die Umwelt im Lebensmittel vorhanden ist. Bestimmte Stoffe sind nicht genannt, allerdings wird in Artikel 2 Absatz 3 festgelegt, dass die Kommission für bestimmte Kontaminanten Höchstwerte festlegen kann. Dies hat sie zunächst mit der Verordnung (EG) Nr. 194/97 getan, die am 1. März 2007 durch die dritte Neufassung, Verordnung (EG) Nr. 1881/2006, abgelöst wurde. Hier sind Höchstgehalte für PCDD/F und dioxinähnliche-PCB (dl-PCB) für bestimmte Lebensmittel angegeben. Zum 1. Januar 2012 trat mit Verordnung (EU) Nr. 1259/2011 eine Änderungsverordnung mit neuen Höchstgehalten in Kraft.

Tabelle 3: Seit 1. Januar 2012 europaweit geltende Auslösewerte²⁰ und Höchstgehalte²² für Dioxine und dioxinähnliche PCB (dl-PCB) in ausgewählten Lebensmittelgruppen

Lebensmittel	EU-Auslösewerte (pg WHO-TEQ/g Fett) Kopfzeile		EU-Höchstgehalte (pg WHO-TEQ/g Fett) Kopfzeile	
	Dioxine	dl-PCB	Dioxine	Dioxine + dl-PCB
Geflügel				
Fleisch und Fleischerzeugnisse	1,25	0,75	1,75	3,0
Öle und Fette	–	–	1,75	3,0
Hühnereier und Eiprodukte	1,75	1,75	2,5	5,0
Rind und Schaf				
Fleisch und Fleischerzeugnisse	1,75	1,75	2,5	4,0
Öle und Fette	–	–	2,5	4,0
Milch und Milcherzeugnisse, einschließlich Butterfett	1,75	2,0	2,5	5,5
Schwein				
Fleisch und Fleischerzeugnisse	0,75	0,5	1,0	1,25
Öle und Fette	–	–	1,0	1,25

²⁰ Empfehlung der Europäischen Kommission vom 23. August 2011 zur Reduzierung des Anteils von Dioxinen, Furanen und PCB in Futtermitteln und in Lebensmitteln (2011/516/EU; Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L 218, S. 23-25)

Lebensmittel	EU-Auslösewerte (pg WHO-TEQ/g Fett) Kopfzeile		EU-Höchstgehalte (pg WHO-TEQ/g Fett) Kopfzeile	
	Dioxine	dl-PCB	Dioxine	Dioxine + dl-PCB
Tierische Produkte				
Leber und ihre Verarbeitungserzeugnisse von Geflügel, Rindern, Schafen und Schweinen	–	–	4,5	10,0
Gemischtes tierisches Fett	1,0	0,75	1,5	2,5

Maßeinheit: 1 pg (Pikogramm) = 0,000 000 000 001 Gramm

Die Höchstgehalte werden ergänzt durch freiwillig anzuwendende Auslösewerte für die Stoffgruppe der Dioxine und für die der dioxinähnlichen PCB in verschiedenen Lebensmitteln. Die Auslösewerte liegen unterhalb der Höchstgehalte und dienen als Frühwarnsystem. Sie sollen überdurchschnittlich hohe Belastungen, also Belastungen oberhalb der für den Lebensmittelerzeuger unvermeidbaren so genannten Hintergrundbelastung, finden helfen und zur Verringerung des Gehalts an Dioxinen und PCB in Lebensmitteln beitragen. Sie dienen als Hilfsmittel, lokale Quellen für mögliche Verunreinigungen ausfindig zu machen und diese einzuschränken oder zu beseitigen, bevor eine Höchstgehaltüberschreitung eintritt. Dioxine und dioxinähnliche PCB werden von unterschiedlichen Quellen emittiert. Daher wurden getrennte Auslösewerte für jede Stoffgruppe festgelegt.

Für Futtermittel sind die Höchstgehalte an unerwünschten Stoffen in der RL 2002/32/EG festgelegt. Hier sind Höchstwerte für Aldrin, Chlordan, DDT, Dieldrin, Endosulfan, Endrin, HCB, HCH, Heptachlor, dl-PCB, PCDD/F und Toxaphen auf bestimmten Futtermitteln verankert. Weiterhin sind Aktionsgrenzwerte für PCDD/F und dl-PCB festgelegt, deren Überschreitung eine Untersuchung durch die Mitgliedstaaten auslöst.

2.8.2 Nationale Regelungen

In Deutschland ist das Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch (Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch – LFGB) das Dachgesetz zum deutschen Lebensmittel- und Futtermittelrecht. Es umfasst alle Produktions- und Verarbeitungsstufen entlang der Lebensmittelwertschöpfungskette und gilt außerdem noch für Kosmetika und Bedarfsgegenstände. Nach § 9 Abs. 1 ist es verboten, Lebensmittel in Verkehr zu bringen,

- ▶ wenn in oder auf ihnen Pflanzenschutzmittel, Düngemittel, Bodenbehandlungsmittel, Biozid-Produkte oder deren Umwandlungs- oder Reaktionsprodukte vorhanden sind und die festgesetzten Höchstmengen überschreiten,
- ▶ wenn in oder auf ihnen nicht zugelassene Pflanzenschutzmittel vorhanden sind, oder die bei den Lebensmitteln oder deren Ausgangsstoffen nicht angewendet werden dürfen,
- ▶ die den Anforderungen von Artikel 18 Abs. 1, auch in Verbindung mit Artikel 20 Abs. 1, der Verordnung 396/2005 über Höchstgehalte an Pestizidrückständen nicht entsprechen.

In der Verordnung zur Begrenzung von Kontaminanten in Lebensmitteln (Kontaminantenverordnung – KmV) sind Höchstwerte für PCB auf bestimmten Lebensmitteln angegeben, die nicht überschritten werden dürfen.

Für Futtermittel ist es nach § 17 verboten, sie so herzustellen oder zu behandeln, dass bei ihrer bestimmungsgemäßen und sachgerechten Verfütterung die aus den Tieren gewonnenen Lebensmittel

- ▶ die menschliche Gesundheit beeinträchtigen können,
- ▶ für den Verzehr durch den Menschen ungeeignet sind.

Außerdem ist es nicht erlaubt, Futtermittel so herzustellen oder zu behandeln, dass sie der tierischen Gesundheit schaden, die Qualität der gewonnenen Lebensmittel beeinträchtigen oder den Naturhaushalt durch in tierischen Ausscheidungen vorhandene unerwünschte Stoffe gefährden. Futtermittel dürfen weiter dann nicht in den Verkehr gebracht oder verfüttert werden, wenn sie geeignet sind, die Qualität der gewonnenen Lebensmittel zu beeinträchtigen oder den Naturhaushalt durch in tierischen Ausscheidungen vorhandene unerwünschte Stoffe zu gefährden.

Die europäische Richtlinie 2002/32/EG über unerwünschte Stoffe in der Tierernährung ist mit der Futtermittelverordnung (FuttMV) in nationales Recht umgesetzt worden. Demnach ist es verboten, Futtermittel mit unerwünschten Stoffen in Verkehr zu bringen, zu verfüttern, oder zu Verdünnungszwecken mit anderen Futtermitteln zu mischen, die einen in RL 2002/32/EG angegebenen Höchstgehalt überschreiten (§ 8 FuttMV).

2.8.2.1.1 Zuständigkeiten für lebensmittel- und futtermittelrechtliche Aufgaben

Der Bereich Lebensmittel- und Futtermittelrecht obliegt dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV). Zuständig für die Überwachungsmaßnahmen nach dem LFGB sind die Behörden in den Ländern. Zur Durchführung der Überwachung können die Länder noch weitere Vorschriften erlassen.

Die Lebensmittel- und Futtermittelunternehmer selber sind verpflichtet, vorliegende Untersuchungsergebnisse über Gehalte an Dioxinen/Furanen, dl- und ndl-PCB in und auf Lebens- oder Futtermitteln den zuständigen Behörden mitzuteilen. Diese übermitteln alle ihnen vorliegenden Ergebnisse dann an das BVL.

Die genaue Reichweite der Mitteilungspflichten bzw. wie und in welchem Umfang diese Mitteilung in der Praxis konkret zu erfolgen hat, regelt seit dem 1. Mai 2012 die „Verordnung zu Mitteilungs- und Übermittlungspflichten zu gesundheitlich nicht erwünschten Stoffen (BGBl. 2012 I S. 58)“.

Seit dem 4. August 2011 gilt im Rahmen einer Änderung des Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuches in Deutschland eine generelle Meldepflicht für private Labore, wenn diese Grund zur Annahme haben, dass ein nicht sicheres Lebensmittel oder ein nicht sicheres Futtermittel vorliegt. In diesem Fall müssen die privaten Labore ihre Analyseergebnisse und den Auftraggeber der Analysen unverzüglich an die zuständigen Behörden melden.

2.9 Umsetzung von umweltbezogenen Anforderungen durch Gremien

Die Umweltministerkonferenz (UMK) stimmt übergeordnete umweltrechtliche Fragen zwischen Bund und Ländern in Deutschland ab (UMK 2011). In dem Gremium sind die Umweltministerinnen, -minister, -senatorinnen und -senatoren des Bundes und der Länder mit Stimmrecht vertreten. In der UMK sprechen die Länder ihre Vorgehensweise ab, beziehen Position gegenüber dem Bund und suchen mit der Bundesregierung nach einvernehmlichen Lösungen in Sachfragen. Die Beschlüsse der UMK entfalten keine unmittelbare Rechtswirkung. Die UMK hat in ihrem Zuständigkeitsbereich derzeit acht Bund/Länder-Arbeitsgremien eingerichtet, die verschiedene Umweltthemenfelder abdecken. Im Zusammenhang mit den zuvor dargestellten gesetzlichen Grundlagen und den POPs sind folgende von Belang:

- ▶ Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Chemikaliensicherheit (BLAC),
- ▶ Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO),

- ▶ Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI),
- ▶ Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA),
- ▶ Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA),
- ▶ Bund/Länder-Arbeitsgruppe DIOXINE (Reaktivierung geplant).

Beispielhaft sei hier auf die Arbeiten der LAGA verwiesen, welche die folgenden POP-relevanten Publikationen erarbeitet und Beschlüsse gefasst hat.

- ▶ LAGA-Umlaufbeschluss Nr. 2010/04: Die LAGA empfiehlt den Ländern, als unteren Grenzwert für die vier PBDEs (Tetra-, Penta-, Hexa- und Hepta-BDE) in Anhang IV der Verordnung (EG) Nr. 850/2004 übergangsweise den Wert von 1000 mg/kg als Summenparameter anzuwenden.
- ▶ Beschluss zu TOP 5.4 der 95. LAGA-Sitzung: Die LAGA empfiehlt den Ländern, als unteren Grenzwert für PFOS (Perfluorooctansulfonsäure und ihre Derivate) in Anhang IV der Verordnung (EG) Nr. 850/2004 übergangsweise einen Wert von 10 mg/kg (Recycling) und einen Wert von 50 mg/kg (oberirdische Deponierung) anzuwenden,
- ▶ Bericht an die Amtschefkonferenz: Persistente organische Schadstoffe im abfallrechtlichen Vollzug (LAGA 2010).

3 Maßnahmen zur Verhinderung von Freisetzungen aus beabsichtigter Produktion und Verwendung (Artikel 3)

3.1 Stoffe der Anlage A des Stockholmer Übereinkommens

Einige Substanzen der Anlage A des Stockholmer Übereinkommens Verbindungen sind vornehmlich zum Schutz gegen Insekten, Pilze und Spinnentiere (hier vor allem Milben) eingesetzt worden. Sie waren daher Bestandteile von Pflanzenschutzmittel-Formulierungen, Bioziden zum Schutz von Materialien (z. B. Holz), Hygieneprodukten oder von Tierarzneimitteln (Bekämpfung von Milben, Zecken, Läusen etc.). Ihre Verwendung unterlag in Deutschland bzw. auf europäischer Ebene spezialgesetzlichen Regelungen.

3.1.1 Pflanzenschutzmittel

Bereits mit der RL 79/117/EWG wurden die Mitgliedstaaten verpflichtet, das Inverkehrbringen und die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, die bestimmte Wirkstoffe enthalten, zu verbieten. Von diesem Verbot betroffen waren Aldrin, Chlordan, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, HCB, Toxaphen, HCH und außerdem DDT. Im Weiteren mussten Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln gemäß RL 91/414/EWG (Pflanzenschutzrichtlinie) geprüft und in eine Positivliste aufgenommen worden sein. Keiner der POPs wurde in die Positivliste aufgenommen. Die Verbotsrichtlinie 79/117/EWG wurde durch das Inkrafttreten der POP-Verordnung dahingehend geändert, dass das Verbot der Chlorverbindungen gestrichen wurde und das Verbot der POP-Verordnung angewendet wurde. Mit der Aufnahme neuer POPs und dem Ausschluss von Stoffen mit POP-Eigenschaften zur Nutzung als Wirkstoff in Rahmen der Pflanzenschutzmittelverordnung besteht ein generelles Verbot aller POPs zur Nutzung im Pflanzenschutz. Die RL 79/117/EWG wurde durch die Pflanzenschutzmittel Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 aufgehoben.

Mit Ausnahme von Mirex und Endosulfan waren die genannten Wirkstoffe in der Bundesrepublik Deutschland durch die Verordnung über die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln vom 10. November 1992 (Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung) in ihrer Anwendung seit Jahren verboten. Pflanzenschutzmittel mit Mirex waren in Deutschland jedoch nie zugelassen. Die letzte Zulassung eines Pflanzenschutzmittels mit Endosulfan in Deutschland endete 1994. Ein Antrag auf Aufnahme von Endosulfan

in den Anhang I der Pflanzenschutzrichtlinie scheiterte 2005, woraufhin europaweit Zulassungen von Pflanzenschutzmitteln, die Endosulfan enthielten, widerrufen wurden (Entscheidung 2005/864/EG). Von Deutschland wurde Endosulfan noch bis Ende 2009 exportiert (BVL 2009).

PeCB wurde als Stoff selber nie als Pflanzenschutzmittel verwendet, jedoch als Zwischenprodukt zur Herstellung eines anderen Pflanzenschutzmittels, des Pentachlornitrobenzol (Quintozene) eingesetzt. In Deutschland endeten die letzten Zulassungen von Pflanzenschutzmitteln mit diesem Wirkstoff 1987. Seit 1988 besteht in Deutschland ein generelles Anwendungsverbot von Quintozen in Pflanzenschutzmitteln (Anlage 1 der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung). Seit 1988 ist auch keine Herstellung oder Verwendung von PeCB bekannt. Als Ergebnis der EU-Wirkstoffprüfung für Pflanzenschutzmittel wurde Quintozen nicht in Anhang I der RL 91/414/EWG aufgenommen (Entscheidung der Kommission 2000/816/EG).

3.1.2 Biozid-Produkte

Nach der Biozid-Meldeverordnung (ChemBiozidMeldeV) ist in Deutschland keiner der Stoffe des Stockholmer Übereinkommens als Wirkstoff registriert worden. Somit besteht keine Grundlage für eine fortgeführte legale Verwendung. Es ist daher davon auszugehen, dass sich keine bioziden Produkte mit diesen Wirkstoffen auf dem Markt befinden.

Diese Aussage ist auch für die neueren POPs α - und β -HCH gültig. Als Verunreinigungen sind beide Verbindungen in einem weiteren POP zu finden, dem Lindan. Lindan wurde lediglich als Wirkstoff für die Produktgruppe 3, Biozidprodukte für den veterinärmedizinischen Bereich, notifiziert. Noch bis Ende 2007 war Lindan in Mitteln gegen Kopfläuse (Jacutin-Gel) zugelassen (UBA 2007a). Durch die Identifizierung von Lindan als POP und seine damit verbundene Aufnahme in die POP-Verordnung besteht ein vollständiges Verwendungsverbot von Lindan ohne Ausnahme. Ein anderer Stoff, der zu den neuen POPs zählt und als Insektizid eingesetzt wurde, das Chlordecon, wurde bis 2001 noch als Wirkstoff in einem Produkt zur Bekämpfung der Pharaonenameise gelistet, jedoch 2002 auf Betreiben des UBA mit Verweis auf die Umsetzung des POP-Protokolls (BMU 2004b) verboten.

3.1.3 Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Bis zum Jahr 1982 wurden PCB in der Bundesrepublik in großtechnischem Maßstab hergestellt. Sie wurden als Isolierflüssigkeiten in Transformatoren und Kondensatoren, als Weichmacher in Kunststoffen (Fugendichtungsmassen, Deckenverkleidungen, Kabelummantelungen u. ä.), als Flammschutzmittel in Wandfarben, Lacken, Klebstoffen sowie in Hydraulikölen eingesetzt.

Seit 1978 vollzog sich der Ausstieg aus der Verwendung von PCBs schrittweise, bis im Jahre 2010 die letzten PCB-haltigen Transformatoren außer Betrieb genommen werden mussten. Diese stellten bis zu diesem Zeitpunkt die einzige noch zulässige Ausnahme von einem völligen PCB Verbot dar und mussten im Anschluss an die Nutzung entsorgt werden, wobei eine irreversible Zerstörung oder Beseitigung des PCB ab einem PCB-Gehalt von 50 mg/kg vorgeschrieben ist (Artikel 7 POP-Verordnung in Verbindung mit Anhang IV). In einer Übergangsvorschrift sind hiervon nach § 54 Abs. 2 GefStoffV solche Erzeugnisse bis zur Außerbetriebnahme ausgenommen, die am 29. Juli 1989 in Betrieb waren und in denen PCB-haltige Bauteile eingebaut sind, die weniger als 100 ml PCB-haltige Flüssigkeit enthalten.

3.1.4 Hexabrombiphenyl (HBB)

HBB wurde in den 1970er Jahren als Flammschutzmittel eingesetzt. Die Produktion von hochbromierten Verbindungen in Deutschland wurde 1985 beendet (UNEP 2006). Europaweit ist die Verwendung von HBB in Textilien bereits seit 1983 durch die RL 83/264/EWG beschränkt (als Teil der übergeordneten Stoffgruppe PBB) und wurde in Deutschland im Rahmen der Chemikalien-Verbotsverordnung (ChemVerbotsV) umgesetzt. Ebenfalls im Rahmen einer Regelung zu PBB verbietet seit 2006 die RoHS-RL das Inverkehrbringen von Erzeugnissen mit einem Gehalt von mehr als 0,1 Prozent bezogen

auf das homogene Material (Artikel 4 i. V. m. Anhang). Die PBB wurden schon zuvor nicht mehr in Elektrogeräten verwendet (UBA 2007b). Andere Anwendungen sind nicht bekannt. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass diese Tatsachen gemeinsam mit den rechtlichen Regelungen dazu führen, dass HBB in Deutschland keine Rolle spielt.

3.1.5 Polybromierte Diphenylether (PBDE)

Die Familie der PBDEs besteht insgesamt aus über 200 Verbindungen. Im Kontext dieses Berichts wird mit der Verwendung des Kürzels PBDE auf die vier Kongenerengruppen Bezug genommen, die im Stockholmer Übereinkommen geregelt sind (UNEP 2009a; UNEP 2009b). Diese vier Stoffe sind:

- ▶ TetraBDE²¹
- ▶ PentaBDE²²
- ▶ HexaBDE²³
- ▶ HeptaBDE²⁴

PBDEs waren in der Vergangenheit in unterschiedlichen kommerziellen Gemischen im Einsatz. Die beiden hauptsächlich verwendeten Gemische waren C-PentaBDE, mit den Hauptbestandteilen Tetra- und PentaBDE und den beiden anderen POPs, Hexa- und HeptaBDE in kleineren Anteilen. Das andere Gemisch war das C-OctaBDE, dessen Hauptbestandteile HexaBDE und HeptaBDE darstellen und PentaBDE in kleineren Mengen enthält. Die typische Zusammensetzung des C-PentaBDE zeigt Tab. 4.

Tabelle 4: Zusammensetzung von C-PentaBDE (UBA 2011a)

Name	CAS Nummer	Kongener-Bezeichnung**	Typische Konzentration im Gemisch (Gew.-%)*	Mittlere Konzentration (Gew.-%)
TriBDE	49690-94-0	BDE17 BDE28	0–1	0,5
TetraBDE	40088-47-9	BDE47 BDE66	24–38	32,3
PentaBDE	32534-81-9	BDE99 BDE85 BDE100	50–62	58,4
HexaBDE	36483-60-0	BDE138 BDE153 BDE154	4–12	8,3
HeptaBDE	68928-80-3	BDE183	Spuren (<0,5)**	0,5

Datengrundlage: *POPRC (2005), **Bergmann (2007), grau hinterlegte Zeilen beinhalten Informationen zu Stoffen des Stockholmer Übereinkommens

21 Bezeichnet nach SC 4/18 vornehmlich BDE-47, CAS No: 40088-47-9, schließt aber auch andere Kongenere mit ein.

22 Bezeichnet nach SC 4/18 vornehmlich BDE-99, CAS No: 32534-81-9, schließt aber auch andere Kongenere mit ein.

23 Bezeichnet nach SC 4/18 vornehmlich BDE-153, CAS No: 68631-49-2, BDE-154, CAS No: 207122-15-4, schließt aber auch andere Kongenere mit ein.

24 Bezeichnet nach SC 4/18 vornehmlich BDE-175, CAS No:446255-22-7, BDE-183, CAS No: 207122-16-5, schließt aber auch andere Kongenere mit ein.

Die Zusammensetzung von C-OctaBDE variiert stark und hat sich über Jahre hinweg verändert. Tab. 5 gibt eine Übersicht darüber.

Tabelle 5: Zusammensetzung von C-OctaBDE-Gemisches im Zeitverlauf (UBA 2011a)

	bis 1994 (Gew.-%)	Probe von drei Zulieferern, 1997 (Gew.-%)	Freiw. Selbst- ver-pflichtung der Industrie OECD, 2000 (Gew.-%)	Ausgewählte Hersteller 2000 - 2001 (Gew.-%)	Mittlere Kon- zentra-tion (Gew.-%)
PentaBDE	10,5–12,0*	k.A.	1,4–12	< 0,5	4,7%
HexaBDE		5,5	k.A.	< 12	7,4 %
HeptaBDE	43,7 – 44,5	42,3	43 – 58	< 45	44,5 %
OctaBDE	31,3 – 35,3	36,1	26 – 35	< 33	31,6 %
NonaBDE	9,5 – 11,3	13,9	8 – 14	< 10	10,7 %
DecaBDE	0 – 0,7	2,1	0 – 3	< 0,7	1,1 %

Datengrundlage: POPRC (2008), grau hinterlegte Zeilen beinhalten Informationen zu Stoffen des Stockholmer Übereinkommens, (k.A. keine Angabe)

Die Vertragsstaaten des Stockholmer Übereinkommens sind verpflichtet, die Produktion und den Einsatz von PBDEs zu vermeiden. Hiervon ausgenommen ist bis zum Jahr 2030 das Recycling von Altprodukten, die PBDE enthalten sowie die Nutzung und Entsorgung von Produkten aus recycelten Materialien, unter der Bedingung, dass das Recycling und die Entsorgung umweltverträglich erfolgen und dass keine PBDE separat zurückgewonnen werden. Ziel darf also nicht die Rückgewinnung der POPs sein, wohl aber die Rückgewinnung und der Wiedereinsatz POP-haltiger Materialien. Als maximalen Gehalt von Tetra-, Penta-, Hexa- und HeptaBDE legt die POP-Verordnung einen Grenzwert von 0,1 Gew.-% fest, bezogen auf das rezyklathaltige Material eines Erzeugnisses (Anhang I Teil A). Nach Artikel 7 der POP-Verordnung muss ein Abfall so behandelt werden, dass es zu einer Zerstörung oder unumkehrbaren Umwandlung der enthaltenen POP kommt. Der Grenzwert, oberhalb dessen das Zerstörungsgebot gilt, ist in Anhang IV der POP-Verordnung festgelegt. Für den Gesamtgehalt der PBDEs gilt ein unterer POP-Grenzwert von 1000 ppm (1000 mg/kg).

Deutschland hatte bereits vor der Verabschiedung eines EU-weit einheitlichen Grenzwerts, für eine Übergangsphase einen nationalen Grenzwert für den Vollzug durch die Länder von 1000 ppm (1000 mg/kg) für den Gesamtgehalt der PBDEs (inklusive der nicht POP PBDEs) empfohlen (LAGA 2010). Deutschland erfüllte somit bereits vorab die Anforderungen des Stockholmer Übereinkommens und der POP-Verordnung in Bezug auf die Regulierung POP-haltiger Abfallströme hin zu einer endgültigen Beseitigung der POPs.

Ein Vertragspartner des Stockholmer Übereinkommens ist verpflichtet, den Export von PBDE-haltigen Erzeugnissen zu unterbinden, wenn der Gehalt der Stoffe den zugelassenen Grenzwert für das Inverkehrbringen eines Erzeugnisses im Gebiet des Vertragspartners übersteigt. In Europa wird dies durch ein vollständiges Verkehrsverbot der Stoffe als solche, in Gemischen und in Erzeugnissen in der POP-Verordnung geregelt. Lediglich Verunreinigungen sind erlaubt, für Erzeugnisse aus neuen Materialien gilt ein Grenzwert von 10 ppm (10 mg/kg). Für Erzeugnisse, welche Rezyklate enthalten, gilt ein Grenzwert von 0,1 Gew.-% (1000 mg/kg). Die Grenzwerte sind im Anhang I der POP-Verordnung festgelegt und gelten für die einzelnen Stoffe aus der Gruppe jeweils einzeln.

3.2 Stoffe der Anlage B des Stockholmer Übereinkommens

3.2.1 Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT)

Die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Verwendung von DDT sind in Deutschland seit 1972 durch das sog. DDT-Gesetz verboten. Ausnahmen konnten beim BVL für Forschungs- oder Analysezwecke beantragt werden (ChemVerbotsV, Anhang zu § 1, Abschnitt 1). Die Bestimmungen des DDT-Gesetzes wurden 1994 in die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und die ChemVerbotsV übernommen (§ 1 Abs. 1 i.V.m. Abschnitt 1 des Anhangs zur ChemVerbotsV), aus der GefStoffV sind sie im Zuge der Überarbeitung Ende 2010 wieder gestrichen worden. Die Genehmigungspflicht für Forschungs- oder Analysezwecke in der ChemVerbotsV war bereits durch die höherangige EU-Verordnung (EG) Nr. 850/2004 obsolet und wurde mit der Neufassung der ChemVerbotsV vom 20. Januar 2017 gestrichen.

3.2.2 Perfluoroktansulfonsäure PFOS

PFOS gehört zur Stoffgruppe der perfluorierten und polyfluorierten Chemikalien (PFC). Aufgrund der oberflächenaktiven Eigenschaften von PFOS und verwandter Verbindungen wird auch von perfluorierten Tensiden (PFT) gesprochen. PFT wurden seit den 1950er Jahren in unterschiedlichen technischen Prozessen und Produkten zur Oberflächenveredelung und in der Spezialchemie eingesetzt.

Aufgrund seines problematischen Umweltverhaltens entschied das US-amerikanische Unternehmen 3M – der bis dahin weltweit größte PFOS-Hersteller – im Jahr 2000 einen freiwilligen stufenweisen Rückzug aus der Produktion und Nutzung von PFOS bis Ende 2002 (3M 2000). Diese Unternehmensentscheidung bewirkte einen erheblichen Rückgang der Nutzung von PFOS in der EU (RPA 2004). In der EU unterliegt PFOS seit 2006 einem Verbot mit bestimmten Ausnahmen. Im Jahr 2009 wurde PFOS auch in das Stockholmer Übereinkommen und das POP-Protokoll aufgenommen. Tabelle 6 gibt eine Übersicht der chemischen Stoffe, die in den Anhang B des Stockholmer Übereinkommens aufgenommen wurden.

Tabelle 6: PFOS-Verbindungen wie in Anhang B des Stockholmer Übereinkommens angegeben

PFOS-Verbindung	CAS-Nr.
Perfluoroktansulfonsäure	1763-23-1
Perfluoroktansulfonylfluorid	307-35-7
Kaliumsalz	2795-39-3
Diethanolaminsalz	70225-14-8
Ammoniumsalz	29081-56-9
Lithiumsalz	29457-72-5
Tetraethylammoniumsalz	56773-42-3
Didecyldimethylammoniumsalz	251099-16-8

Die Vertragsstaaten sind dazu verpflichtet, Produktion und Einsatz einzuschränken. Dabei sind eine Reihe von akzeptierten Anwendungen und spezifischen Ausnahmen im Anhang des Stockholmer Übereinkommens aufgelistet. Akzeptierte Anwendungen sind Anwendungen, die weiterhin erlaubt sind. Spezifische Ausnahmen müssen von den Vertragspartnern angemeldet werden, wenn sie genutzt werden sollen. Da die EU neben Deutschland auch Vertragspartner des Stockholmer Übereinkommens ist, hat sie diese Pflicht für alle EU-Mitgliedsstaaten bereits wahrgenommen. Daher sind alle spezifischen Ausnahmen in Deutschland ohne separate Meldung zulässig, sofern sie auch in die POP-Verordnung übernommen wurden. Somit bestehen für PFOS folgende Ausnahmen vom Verwendungsverbot:

Akzeptierte Anwendungen:

- ▶ fotografische Beschichtungen,
- ▶ Antireflexionsbeschichtungen für fotolithografische Verfahren und fotografische Beschichtungen bei der Herstellung von Halbleitern,
- ▶ Ätzmittel für Hochfrequenzhalbleiter,
- ▶ Hydraulikflüssigkeit in der Luftfahrt,
- ▶ Verwendung als Netzmittel bei der Hartverchromung (Chrom VI) in geschlossenen Kreislaufsystemen),

Zudem gelten folgende spezifische Ausnahmen:

- ▶ Fotomasken in Halbleitern und Flüssigkristallanzeigenindustrie,
- ▶ Verwendung als Netzmittel für überwachte galvanotechnische Systeme²⁵

Die folgenden akzeptierten Verwendungen und spezifischen Ausnahmen, die zwar in Anhang B des Stockholmer Übereinkommens aufgenommen wurden, wurden nicht in die europäische POP-Verordnung übernommen und sind somit in der EU verboten:

- ▶ bestimmte medizinische Geräte (Ethylen-Tetrafluorethylen-Copolymer-Schichten, in-vitro-diagnostische Geräte und Charge-coupled Device-Farbfilter),
- ▶ Insektenköder für die Kontrolle von Blattschneideameisen.
- ▶ elektronische Teile von einigen Farbdruckern und Farbkopierern,
- ▶ Insektizide für die Kontrolle von roten Feuerameisen und Termiten,
- ▶ chemikalienbasierte Ölförderungsmaßnahmen,
- ▶ Teppiche,
- ▶ Leder,
- ▶ Textilien und Polsterungen,
- ▶ Papier und Verpackungen,
- ▶ Beschichtungen und Beschichtungsadditive,
- ▶ Gummi und Kunststoffe.

Die akzeptierten Anwendungen und spezifischen Ausnahmen wurden 2015 und werden danach alle vier Jahre daraufhin überprüft, ob sie weitergeführt werden.

Aufgrund der Ausnahmeregelungen für bestimmte Verwendungen von PFOS besteht nach wie vor eine Produktion von PFOS. Die Produktionsmengen müssen an die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) gemeldet werden und betragen derzeit 9 t/a, von denen eine Teilmenge exportiert wird.

PFOS, deren Salze, Halogenide, Amide und andere Derivate, einschließlich Polymere, sind seit dem Juni 2008 über die [RL 2006/122/EG](#) (Beschränkungsrichtlinie²⁶) als Stoff, in Gemischen und Erzeugnissen verboten, wobei bereits bestimmte Ausnahmen vorgesehen waren, ähnlich den Ausnahmen der späteren POP-Verordnung. Dieses Verbot, wie auch die Ausnahmeregelungen, gingen im Juni 2009 in REACH, Anhang XVII ein ([Verordnung \(EG\) Nr. 552/2009](#)).

Bei der Änderung der europäischen POP-Verordnung²⁷ wurden die für PFOS im Anhang XVII der REACH-Verordnung vorgesehenen Ausnahmen übernommen und mit wenigen Änderungen in Anhang

25 Seit 26. August 2015 als Verwendung in der EU nicht mehr erlaubt, da die Ausnahme in der POP-VO ausgelaufen ist.

26 Und deren nationale Umsetzung („Elfte Verordnung zur Änderung chemikalienrechtlicher Verordnungen“)

27 Die Änderung wurde durch die Verordnungen (EG) Nr. 756/2010 und Nr. 757/2010 durchgeführt.

I der POP-Verordnung aufgenommen. Die Beschränkungen des Anhang XVII von REACH wurden gestrichen.

In Anhang IV der POP wurde ein unterer POP-Grenzwert für den Gehalt an PFOS im Abfall von 50 mg/kg festgelegt.²⁸

Deutschland hatte für eine Übergangsphase bereits vor der Verabschiedung eines EU-weit einheitlichen Grenzwertes einen nationalen Grenzwert für den Vollzug (als Grenzwert für Anhang IV POP-Verordnung) durch die Länder von 50 mg/kg für den Gehalt an PFOS im Abfall empfohlen (LAGA 2011).

4 Maßnahmen zum Register spezifischer Ausnahmegenehmigungen (Artikel 4)

Artikel 4 des Stockholmer Übereinkommens sieht die Verpflichtung vor, dass Vertragsparteien zeitlich beschränkte Ausnahmen für die Produktion oder eine bestimmte Verwendung von Stoffen der Anlagen A und B anmelden.

Die Bundesrepublik Deutschland hat selbst keine spezifische Ausnahmeregelung für die Produktion oder Verwendung eines Stoffes der Anlagen A und B in ihrer derzeit gültigen Form nach den Bestimmungen des Artikels 4 des Stockholmer Übereinkommens beantragt. Diese Verpflichtung wird für die Mitgliedstaaten der Europäischen Union von der EU als Vertragspartner des Stockholmer Übereinkommens stellvertretend abgedeckt.

5 Maßnahmen zur Verringerung oder Verhinderung von Freisetzungen von Stoffen der Anlage C (Artikel 5)

In Artikel 5 des Übereinkommens werden die Mindestmaßnahmen zur Verringerung oder Verhinderung von Freisetzungen unerwünschter Nebenprodukte vorgegeben, die die Vertragsparteien mit dem Ziel *„der kontinuierlichen Verringerung und – sofern durchführbar – der vollständigen Einstellung“* ergreifen sollen.

Die entsprechenden als unerwünschte Nebenprodukte betrachteten Stoffe werden im Anhang C des Stockholmer Übereinkommens genannt. Derzeit listet dieser Anhang die folgenden Stoffgruppen: PCDD/F, HCB, PCB und PeCB.

5.1 Artikel 5 a Erarbeitung eines nationalen Aktionsplans

Der Artikel 5 a des Stockholmer Übereinkommens verpflichtet die Vertragsstaaten, die Emissionsquellen der oben genannten Schadstoffe zu identifizieren und die jährlichen Gesamtfreisetzungsmengen zu quantifizieren und darüber zu berichten. Auf der Basis der dazu erstellten Emissionsinventare werden nationale Aktionspläne erarbeitet, worin die Maßnahmen zur Vermeidung oder Minderung dieser Stoffe dokumentiert werden.

Neben dem Stockholmer Übereinkommen fordert auch das POPs-Protokoll der CLRTAP sowie die POP-Verordnung im Rahmen der Emissionsberichterstattung die Erstellung von Emissionsinventaren für unbeabsichtigt gebildete POPs. Im Rahmen der genannten Vertragswerke muss die Bundesrepublik Deutschland diese Emissionen berichten.

Die Emissionen für unbeabsichtigt freigesetzte POPs werden vom UBA erhoben und für die Berichterstattung im Zentralen System Emissionen (ZSE) bereitgestellt. Das ZSE ist eine zentrale Datenbank, die

²⁸ Die Änderung wurde durch die Verordnungen (EG) Nr. 1342/2014 durchgeführt.

es ermöglicht, eine Vielzahl nationaler und internationaler Berichtspflichten hinsichtlich atmosphärischer Emissionen zu erfüllen (z. B. für UNFCCC 1992, UNECE, EU, etc.). Die Daten im ZSE werden regelmäßig überprüft und aktualisiert. Ein Gutachten aus dem Jahr 2010 hatte zum Ziel, die Datenlage für das ZSE zu verbessern, jedoch gibt es zu den POPs nur wenige Emissionsdaten. Hier müssten umfangreiche Untersuchungen an den möglichen Quellen durchgeführt werden, um die Datenlage zu verbessern. Jedoch zeigt das Gutachten, dass es in Deutschland im Vergleich zu 1990 keine zunehmenden POP-Emissionen gegeben hat (Rentz et al. 2010). Trotz der Überprüfung und Aktualisierung, sind die POP-Inventare mit hohen Unsicherheiten behaftet und zum Teil lückenhaft.

Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990 für POPs sind auf der Internetseite des UBA zu finden (UBA 2016e).

5.2 Artikel 5b-e: Förderung und Anordnung der Anwendung von Maßnahmen und besten verfügbaren Techniken zur Freisetzungsverringerung und Quellenbeseitigung

Anordnung von Maßnahmen

Anlagen, die auf Grund ihrer Beschaffenheit oder ihres Betriebes besonders schädliche Umwelteinwirkungen verursachen können, unterliegen der Genehmigungspflicht nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG). Materielle Anforderungen legt das untergesetzliche Regelwerk in einschlägigen Durchführungsverordnungen zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSch-Verordnungen) sowie die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft) fest.

Den Bereich der Abwassereinleitungen regelt das Wasserhaushaltsgesetz (WHG). Danach werden behördliche Erlaubnisse und Bewilligungen zur Nutzung von Gewässern erteilt. Das untergesetzliche Regelwerk besteht aus der Abwasserverordnung und deren Anhänge, womit Anforderungen an das Einleiten von Abwasser geregelt werden.

Gemäß der Richtlinie über Industrieemissionen (IE-RL, RL 2010/75/EU) werden Merkblätter zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) mit assoziierten Emissionswerten erarbeitet. Wasserspezifische BVT-Schlussfolgerungen werden derzeit durch die Abwasserverordnung und deren Anhänge umgesetzt. Luftspezifische BVT-Schlussfolgerungen werden mittels TA Luft umgesetzt, wenn damit Emissionswerte assoziiert sind.

Anlage C des Stockholmer Übereinkommens listet eine Reihe von Quellkategorien auf, die technologisch bedingt ein erhöhtes Potenzial zur Bildung/Freisetzung der unerwünschten Nebenprodukte aufweisen.

Aus den vorgenannten Regelwerken ergeben sich für diese Quellkategorien Maßnahmen, mit denen sich grundsätzlich auch die Ziele des Stockholmer Übereinkommens zur Verringerung oder Verhinderung von Freisetzungen unerwünschter Nebenprodukte erreichen lassen. Folgende Artikel werden mittelbar oder unmittelbar tangiert:

- ▶ Anwendung von zweckmäßigen Maßnahmen zur Freisetzungsverringerung und Quellenbeseitigung (Artikel 5b),
- ▶ Substitution von Einsatzmaterialien (Artikel 5c des Stockholmer Übereinkommens),
- ▶ Einsatz von besten verfügbaren Technologien (Artikel 5d des Stockholmer Übereinkommens in Verbindung mit Anlage C, Teil V)

Ergriffene Förderungsmaßnahmen (Artikel 5 e des Stockholmer Übereinkommens)

Die Maßnahmen zur Förderung der Anwendung der besten verfügbaren Technik für bestehende und neue Quellen nach Quellkategorie von Anlage C des Stockholmer Übereinkommens sind in Deutschland ordnungsrechtlicher Art.

Alle Quellen von Anlage C Teil III des Stockholmer Übereinkommens werden durch die in Kapitel 2.6 adressierten Verordnungen erfasst.

Eine besonders relevante Anlagenart für Emissionen an PCDD und PCDF sind die kleinen und mittleren Feuerungsanlagen. Sie bedürfen keiner Genehmigung nach § 4 des BImSchG. Regelungen für diese Anlagenart enthält die Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen, 1.BImSchV zur Durchführung des BImSchG. Diese Verordnung ist deutschlandspezifisch und dient nicht der Umsetzung einer Richtlinie der EU. Zwar enthält sie keine Grenzwerte für Stoffe der Anlage C, allerdings sind darin die Anforderungen an die Qualität der Brennstoffe, die verpflichtende Beratung der Betreiber über zulässige Brennstoffe und zum sachgerechten Umgang mit der Anlage sowie die regelmäßige Überwachung der Emissionen geregelt. Diese Anforderungen zielen auf eine generelle Senkung der Schadstoffemissionen einschließlich der Verminderung der Emissionen an PCDD, PCDF und weiteren POPs.

Die Kontrolle und Einhaltung der Anforderungen erfolgt im Rahmen der Regelüberwachung der Kleinfeuerungsanlagen durch die Schornsteinfeger.

6 Maßnahmen zur Verringerung oder Verhinderung von Freisetzungen aus Lagerbeständen und Abfällen (Artikel 6)

Artikel 6 Absatz 1 verlangt, dass

"Lagerbestände, die aus in Anlage A oder B aufgenommenen Chemikalien bestehen oder diese enthalten, sowie Abfälle, die aus einer in Anlage A, B oder C aufgenommenen Chemikalie bestehen, diese enthalten oder mit dieser verunreinigt sind – darunter auch Produkte und Erzeugnisse, wenn diese zu derartigen Abfällen werden –, so behandelt werden, dass die menschliche Gesundheit und die Umwelt geschützt werden"

Diese Verpflichtung soll insbesondere umgesetzt werden, durch

- ▶ Feststellung von Lagerbeständen von POPs,
- ▶ Feststellung von Erzeugnissen, die POPs enthalten,
- ▶ Umweltgerechte Sammlung, Lagerung, Transport und schließlich Entsorgung.

Zentrale Forderung ist eine Zerstörung oder unumkehrbare Umwandlung von POPs-Anteilen der Abfälle (Art. 6 Abs.1 lit. d ii).

6.1 POP-Lagerbestände

Die POP-Verordnung schreibt in Artikel 5 vor, dass die Mitgliedstaaten bis zum 19. Juli 2005 (zwölf Monate nach Inkrafttreten der Verordnung) Lagerbestände, die aus POPs bestehen oder diese enthalten (> 50 kg) der Kommission melden mussten. An die zuständigen Länderbehörden wurden keine solchen Lagerbestände gemeldet, so dass davon ausgegangen wird, dass in Deutschland keine PCB-Lagerbestände (mehr) bestehen. Untersuchungen haben jedoch ergeben, dass vor allem PCB-haltige Transformatoren vor ihrer Einlagerung untertage nicht wie vorgeschrieben entleert, sondern mit der PCB-haltigen Flüssigkeit deponiert wurden. Außerdem geht aus der Exportstatistik des Umweltstatistikgesetzes für die Jahre 2005 – 2010 hervor, dass insgesamt 23.499 Tonnen PCB-haltiger Transformatoren exportiert wurden. Außerdem sind von 2005 – 2009 PCB-haltige Materialien mit einer Gesamtmasse von 3450 Tonnen zur Dauerlagerung importiert worden (UBA 2017a). Von 2011 bis 2015 wurden insgesamt 7042 Tonnen Transformatoren und Kondensatoren, die PCB enthalten (Abfallschlüsselnummer: 160209) exportiert. (UBA 2017a - grenzüberschreit. Statistik)

6.2 POPs in Altprodukten und Erzeugnissen

6.2.1 PBDE in Altprodukten und Erzeugnissen

PBDE kamen in der Vergangenheit in verschiedenen Produkten als Flammschutzmittel zum Einsatz. Diese Anwendungen sind inzwischen europaweit verboten. Sie wurden jedoch auch in langlebigen Erzeugnissen eingesetzt, die sich zum Teil heute noch in der Benutzung befinden, so dass nach wie vor eine Exposition von Mensch und Umwelt gegenüber PBDE bestehen kann. Zudem besteht die Gefahr, dass bei unsachgemäßer Entsorgung, z. B. unkontrollierter Verbrennung, die Entstehung von Dioxinen und Furanen aufgrund des enthaltenen Broms gefördert werden kann.

Eine Übersicht der bekannten Verwendungen von C-PentaBDE gibt Tabelle 7.

Tabelle 7: Überblick der wichtigsten ehemaligen Anwendungsbereiche und Produkte von C-PentaBDE

Historische Verwendung		Anwendungen	Fertige Produkte (z.B.)	Aktueller Status
Als Flammschutzmittel in Polyurethanschaum (PUR)	Gebräuchlichste Verwendung von C-PentaBDE in der EU (95%): PentaBDE-Konzentrationen: 2-18%	Sitzpolster, Kopfstützen, Armaturen Bretter, etc. Matratzen, Verpackung, Polsterungen	Automobile, Möbelpolsterung, Transport, Klanger Installationen, Verpackungen, Verpackungspolster, Holzimitationen	Alle Verwendungen für den EU-Markt verboten, Erzeugnisse die ausschließlich aus Neumaterialien bestehen mit Verunreinigungen bis zu 10 mg/kg Tetra-, Penta-, Hexa- oder HeptaBDE marktfähig.
In Polyvinylchlorid (PVC)	Geringe Verwendung in der EU (5%): genaue Konzentrationen nicht verfügbar	k.A.	Fußbodenbeläge, Fensterprofile, Rohre, Kabelisolierungen und -ummantelungen	Erzeugnisse in denen Rezyklate eingesetzt sind bis zu einem Gehalt von 1000 mg/kg Tetra-, Penta-, Hexa- oder HeptaBDE marktfähig
In Epoxidharz		Isoliermittel, Faserverbundkunststoff Konstruktionsklebstoff, Korrosionsschutz	Leiterplatten, Boots- und Modellbau, Schiffsinnenwände, elektronische Teile	
In ungesättigten Polyestern (UPE)		Isoliermaterial	Gehäuse, Lacke, Griffe für Töpfe etc.	
Gummi		Isoliermaterial	Förderbänder, Schaumstoffrohre, Isolierungsteile	
Farben/Lacke		Beschichtungen	Marine- und Industrielacke zum Schutz von Containern	
Textilien		Beschichtung und Imprägnierung	Teppiche, Autositze, Möbel, Schutzkleidung	
Hydrauliköle		Bohröle, Hydraulikflüssigkeiten	Offshore-Förderung, Kohlebergbau	

(UBA 2012)

Eine Übersicht der bekannten C-OctaBDE Verwendungen gibt Tabelle 8.

Tabelle 8: Überblick über die wichtigsten Anwendungsbereiche und Produkte von C-OctaBDE

Historische Nutzung	Anwendung	Produkte (z. B.)	Aktueller Status
Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS)	Elektro- und Elektro-geräte	Computer- und Fernseh-hergehäuse sowie alle Arten elektrischer und elektronischer Geräte	An sich ist die Herstel-lung, das Inverkehr-bringen und die Ver-wendung verboten, je-doch sind:
High Impact Polystyrol (HIPS)	Kunststoffgehäuse	Computer- und Fernseh-er sowie alle Arten elektrischer und elekt-ronischer Geräte (Mo-biltelefone)	Erzeugnisse mit Ver-un-reinigungen bis zu 10 mg/kg Tetra-, Penta-, Hexa- oder HeptaBDE marktfähig, Erzeugnisse, in denen Rezyklate eingesetzt sind, bis zu einem Ge-halt von 1000 mg/kg Tetra-, Penta-, Hexa- o-der HeptaBDE markt-fähig
	Spielzeugmaterialien	Plastikspielzeuge	
	Kältebeständige Schicht	Kühlschränke	
Polybutylenterephthalat	Gehäusewerkstoff	Elektronische Geräte	Erzeugnisse im Rahmen der RoHS grundsätzlich bis zu einem Gehalt an PBDE (Summe) von 1000 mg/kg marktfähig Tabellentext Tabellentext Tabellentext
	Fahrzeugindustrie	Steckverbinder	
	Haushalt	Duschbrausekopf oder Bügeleisen	
Polyamidpolymere	Textilien	Möbel	
	Baustoffe	Rohre und Formstücke, Plas-tikfolien	

(UBA 2012)

Die Erzeugnisse, in denen kommerzielle PBDEs in relevanten Mengen eingesetzt wurden und die sich heute zum Teil aufgrund ihrer langen Lebensdauer noch im Markt befinden sind Automobile, Elektro-geräte und (Polster)-Möbel.

Bromierte Flammschutzmittel fanden in der Automobilindustrie in verschiedenen Bereichen Anwendung. Behandelte Polyurethan(PU)-Schäume wurden in Sitzpolstern, Kopfstützen, Armaturenbrettern, Türinnenseiten, Decken, Lenkrad und Lautsprechersystemen eingesetzt. PU-Schäume waren haupt-sächlich mit C-PentaBDE behandelt, welches auch noch in anderen Kunststoffen und in Textilien zur Anwendung kam (BiPRO 2011).

In Deutschland wurden ab 1998 und in der EU ab dem Jahr 2000 für die Automobilindustrie Material- und Stoffdatenbanken eingeführt (*International Material Data System*, IMDS,²⁹ und die Stoffverbotsliste

29 „International Material Data System“: Archiv-, Austausch- und Verwaltungssystem für den Fahrzeugbau. Auf seiner Basis wird ein Materialdatenblatt erstellt, in dem für das betreffende Bauteil alle verwendeten Werkstoffe und anteiligen Stoff-komponenten benannt sind sowie alle erforderlichen Daten erfasst werden, die für das spätere Recycling des Fahrzeug-teils notwendig sind (IMDS 2011).

Global Automotive Declarable Substance List, GADSL³⁰). Dadurch kann zurückverfolgt werden, zu welchem Zeitpunkt diese Stoffe in der europäischen Automobilindustrie nicht mehr verwendet wurden. Ab dem Jahr 2000 sind auf Basis der Daten und weiteren Informationen der Automobilindustrie keine Verwendungen der POP-PBDEs bekannt (ACEA 2010).

Die PBDE-haltigen Materialien aus den entsorgten Altfahrzeugen werden in Deutschland nicht recycelt. Zumeist wird eine Beseitigung (Verbrennung) oder energetische Verwertung der PBDE-haltigen Materialien durchgeführt. Die einzigen bekannten stofflichen Verwertungswege sind der Einsatz bestimmter Fraktionen zum Deponiekörperbau und für den Bergversatz (Niedersachsen 2007, S. 20f).

2010 waren geschätzte 3,4 Tonnen C-PentaBDE sowie 2,6 Tonnen C-OctaBDE im Abfallstrom aus Altfahrzeugen enthalten (UBA 2012).

Mit Blick auf die noch zukünftig anfallenden Mengen kann die Betrachtung des Durchschnittsalters des Fahrzeugbestandes in Deutschland (siehe Tabelle 10) in Verbindung mit den durchschnittlichen Nutzungsdauern bis zur endgültigen Stilllegung (siehe Tabelle 9) Hinweise liefern.

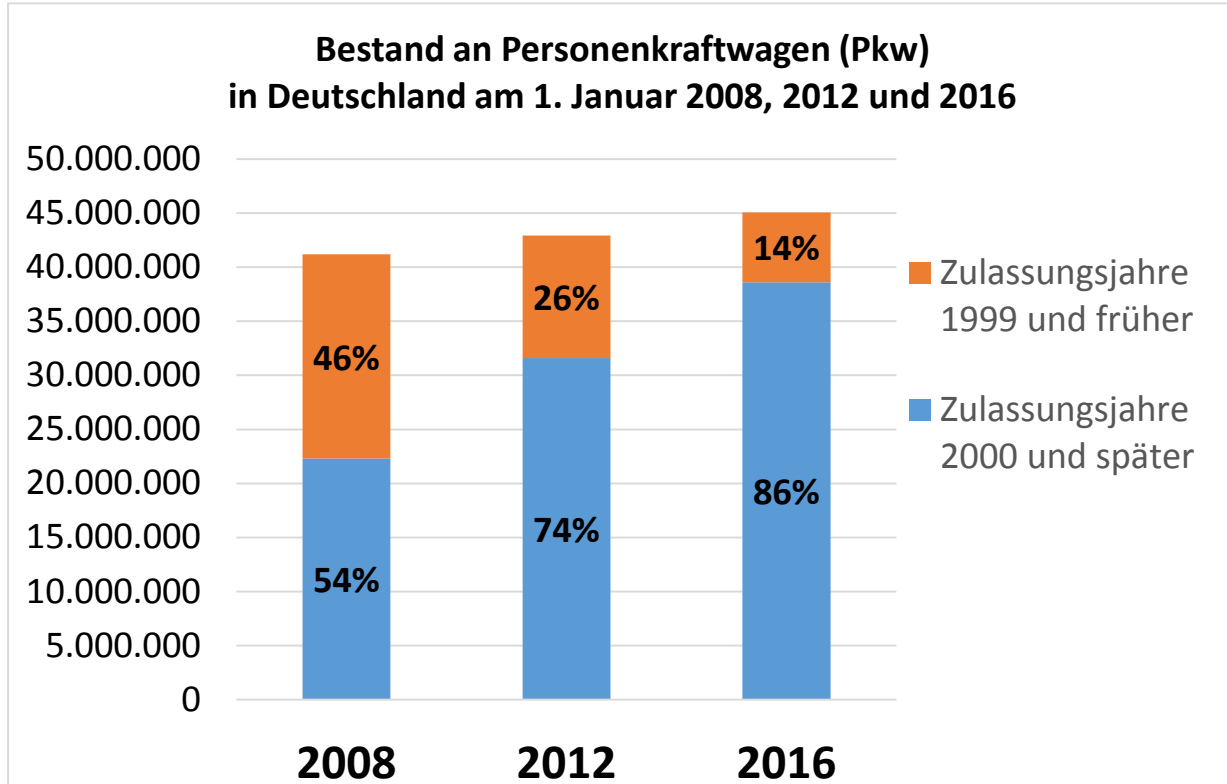
Tabelle 9: Anteil der Fahrzeuge des Fahrzeugbestandes mit Erstzulassung seit 2000

	2008	2012	2016
Zulassungen Pkw 2000 und später	22.321.712	31.613.638	38.619.326
Anteil Zulassung 2000 und später	54%	74%	86%
Zulassungen Pkw 1999 und früher	18.861.759	11.313.961	6.451.825
Anteil Zulassung 1999 und früher	46%	26%	14%
Zulassungen Pkw insgesamt	41.183.594	42.927.647	45.071.209

(Kraftfahrt-Bundesamt (2016))

30 „Global Automotive Declarable Substance List“: Die dem IMDS zu Grunde liegende Liste der weltweit in KFZ ausweispflichtigen Stoffe. GADSL ist ein Instrument zur Kommunikation von Stoffverboten in den Werkstoffen und dient hier gleichzeitig als Basis zur Kontrolle bei der Freigabe des Materialdatenblattes für das jeweilige Bauteil durch den betreffenden Automobilhersteller, <http://www.gadsl.org> (GADSL 2011).

Abbildung 1: Bestand an Personenkraftwagen in Deutschland 2008, 2012 und 2016,



(Kraftfahrt-Bundesamt (2016))

Tabelle 10: Durchschnittlicher Fahrzeugbestand in Deutschland 2008, 2012 und 2016,

Jahr (jeweils 1. Januar)	Krafträder	Personenkraftwagen	Kraftomnibusse	Lastkraftwagen	Zugmaschinen	Zum Vergleich: Kraftfahrzeuge insgesamt	Anhänger
2008 ³¹	12,8	8,0	8,7	7,5	27,3	9,1	14,6
2012	14,7	8,5	8,8	7,6	28,7	9,8	16,0
2016	16,6	9,2	8,9	7,8	29,5	10,5	17,3

(Kraftfahrt-Bundesamt (2016))

Es ist zu erkennen, dass am 1. Januar 2016 noch 6,5 Millionen Pkw aus Zulassungsjahren bis 1999 in Deutschland zugelassen waren - diese könnten potenziell POP-BDE enthalten. Dies entsprach einem Anteil von 14 % des gesamten Pkw-Bestandes von 45,1 Millionen Pkw. Vor vier Jahren (2012) lag der Anteil der Pkw, die potenziell POP-BDE enthalten könnten, noch bei 26 %, im Jahr 2008 bei 46 % (18,9 Millionen Pkw). Daraus wird erkennbar, dass das Potenzial an POP-BDE-haltigen Fahrzeugen stark abnimmt.

31 Ab 1. Januar 2008 nur noch angemeldete Fahrzeuge ohne vorübergehende Stilllegungen/Außerbetriebsetzungen.

Im Rahmen des Ufoplan-Vorhabens „Fortschreibung der Methodik zum Quotenmonitoring für Altfahrzeuge“, FKZ 3715 33 305 0, wurden während der durchgeführten Schredderversuche an Altfahrzeugen Proben von Schredderschwerfraktion < 2 mm und von Schredderleichtfraktion genommen und unter anderem auf ihre PBDE-Gehalte untersucht.

Die Veröffentlichung des Abschlussberichts zu dem Projekt, das Ende 2016 endet, ist für 2017 vorgesehen.

C-OctaBDE wurde in Elektro- und Elektronikgeräten hauptsächlich als Flammschutzmittel in Kunststoffgehäusen aus ABS, in einem geringen Umfang in den Gehäuse-Kunststoffen aus HIPS, Polybutylenterephthalat und Polyamidpolymeren verwendet (BiPRO 2011). Aufgrund seiner Beschränkung ist C-OctaBDE nur noch in Altgeräten zu erwarten. Für neu auf den Markt gebrachte Erzeugnisse gilt der Grenzwert der RoHS von 0,1 Gew.-% bezogen auf das flammgeschützte Material.

In Deutschland werden Elektroaltgeräte (EAG) gemäß dem „Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten“ (ElektroG) einer getrennten Erfassung (§10 Abs. 1) und sachgerechten Behandlung (§20 ElektroG) zugeführt. Geräte aus Privathaushalten werden auf den Wertstoffhöfen der öffentlichen Entsorgungsträger (§13 ElektroG) sowie im Handel (§17 ElektroG) gesammelt, Altgeräte aus gewerblichen Quellen werden in der Regel von den Herstellern und Händlern zurückgenommen oder von den Letztbesitzern der Entsorgung zugeführt (§ 19 ElektroG).

Die Kunststoffe aus EAG werden entweder manuell (nur sehr wenige, große Teile) oder mechanisch separiert. Bei der mechanischen Separierung entsteht am Ende des automatischen Sortierprozesses der EAG-Bestandteile eine sog. nicht-metallische Restfraktion (NMRF). Hierin sind i.d.R. die Kunststoffe enthalten, aber auch weitere Stoffe wie Holz, Gummi, Leiterplattenstücke und Kupfergewölle. Diese Fraktion geht teilweise in die weitere Behandlung mit dem Ziel, nicht bromierte Kunststoffe (i.d.R. ABS und PS) von bromierten Kunststoffen zu separieren und einer stofflichen Verwertung zuzuführen. Nicht behandelte NMRF sowie die separierten bromhaltigen Bestandteile der NMRF werden i.d.R. thermisch verwertet. Die Separierung bromierter Kunststoffteile unterscheidet dabei nicht zwischen verschiedenen FSM; so werden auch Kunststoffteile mit erlaubten bromierten FSM separiert und der thermischen Verwertung zugeführt.

Stichprobenuntersuchungen von EAG-Kunststoffen und -kunststofffraktionen zeigen immer wieder positive Analyseergebnisse hinsichtlich verschiedener PBDE (Wolf & Nellesen, noch unveröffentlicht):

- PentaBDE konnte bei Untersuchungen der Gerätekategorien 1 – 4 in Consumerelektronik (ohne CRT- und Flachbildschirme) mit ca. 100 ppm nachgewiesen werden (Wäger 2010). Andere Untersuchungen von Elektrokleingeräten in der Schweiz zeigten einen PentaBDE-Gehalt von durchschnittlichen 34 ppm (Morf 2005).
- OctaBDE konnte bei Untersuchungen in großen Haushaltsgeräten nicht nachgewiesen werden. In Geräten der Kategorie 2, insbesondere in Kleingeräten mit Ausnahme von Staubsaugern, wurde OctaBDE zwischen 100 und 1.000 ppm nachgewiesen. Bei IT- und Consumerelektronik (ohne CRT- und Flachbildschirme) lag die OctaBDE-Konzentration durchschnittlich bei ca. 1.000 ppm. Kunststoffe aus CRT-Fernsehern hatten bei den Untersuchungen eine OctaBDE-Konzentration von 900 ppm, CRT-Monitore von 2.500 ppm. In Flachbildschirmen wurde hingegen kein OctaBDE nachgewiesen. (Wäger 2010)
- Bei der Untersuchung von geschredderten CRT-Fernseher- und -Monitor-Gehäusen wurde OctaBDE in fünf von sieben Proben gefunden. Die Konzentration lag dabei zwischen 3.000 und 14.000 ppm, also deutlich höher als bei den Untersuchungen von Wäger. Die Überprüfung von

geschredderten Kunststoffteilen von gemischten Elektro- und Elektronikaltgeräten zeigte bei fünf von acht Proben OctaBDE-Werte von über 1.000 ppm, maximal 4.500 ppm. Zwei Proben wiesen OctaBDE-Konzentrationen knapp unter 1.000 ppm auf und in einer konnte es nicht nachgewiesen werden. (Schlummer 2007)

- Die beschriebenen Untersuchungen zeigen deutlich, dass PentaBDE in Kunststoffen in Elektro- und Elektronikgeräten in geringerem Maße eingesetzt wird als die beiden Handelsformen Octa- und DecaBDE. Die höchsten Konzentrationen weist DecaBDE auf.
- Die PBDE-Konzentration, die laut RoHS beim Einsatz neuer Elektro- und Elektronikgeräte nicht überschritten werden darf, liegt bei 1.000 ppm. Sie setzt sich zusammen aus den Konzentrationen von Penta-, Octa- und DecaBDE. Werden die einzelnen Konzentrationen der Untersuchungen aufaddiert, zeigt sich, dass die Konzentration an PBDE in fast allen in den zitierten Studien untersuchten Fraktionen oberhalb des RoHS-Grenzwertes liegt. Bis zum 30.06.2008 gab es eine Ausnahme für den Einsatz von DecaBDE in Elektro- und Elektronikgeräten. Deswegen kann davon ausgegangen werden, dass PBDE auch heutzutage noch in Elektro- und Elektronikaltgeräten zu finden sind und dieser Kunststoff entsprechend nicht für ein Recycling zulässig ist.
- Bei CRT-Fernseh- und Monitorgehäusen sind auch die einzelnen Konzentrationen von Octa- und DecaBDE bei den Untersuchungen von Wäger und Schlummer größer als 1.000 ppm. In den Untersuchungen von Elektrokleingeräten von Morf wird der RoHS-Grenzwert bei Addition der Konzentrationen von Octa- und DecaBDE erreicht. Auch bei den Untersuchungen von Elektrokleingeräten von Wäger liegt die kumulierte PBDE-Konzentration über 1.000 ppm. Gleiches gilt für IT-Elektronik.
- Bei den Untersuchungen von Kunststoffen aus gemischten Elektroaltgeräten von Schlummer (2007) liegt die aufaddierte PBDE-Konzentration nur bei einer von acht Proben unterhalb des RoHS-Grenzwertes. Die maximale PBDE-Konzentration, die von Schlummer in Kunststoffen von gemischten Elektroaltgeräten bestimmt wurde, beträgt 7.500 ppm.
- Selbst bei Addition der Konzentrationen der verschiedenen PBDE wird der RoHS-Grenzwert laut der Untersuchungen von Wäger für Kunststoffe aus Staubsaugern, Flachbildschirmen und Druckern nicht erreicht.

Untersuchungen von Elektrokleingeräten in der Schweiz zeigten mit durchschnittlich 530 ppm einen geringeren OctaBDE-Gehalt (Morf 2005).

Tabelle 11: Ergebnisse der chemischen Analyse auf Flammschutzmittel der NMRF (fett gedruckte Werte liegen über dem RoHS-Grenzwert)

Analyse	Probe A	Probe B	Probe C	Probe D
Antimon ^a [ppm]	162	475	551	174
Brom ges. ^b [Masse-%]*	0,4	0,26	0,48	0,11
Chlor ges. ^b [Masse-%]*	1,8	0,95	0,68	1,3
TBBPA ^c [ppm]	2.100	1.700	1.000	1.600
DecaBDE ^c [ppm]	< 50	220	1.200	4.100
NBDE ^c [ppm]	< 50	< 50	< 50	83
OctaBDE ^c [ppm]	< 20	< 20	< 20	< 20

Analyse	Probe A	Probe B	Probe C	Probe D
PBDE 28 ^c [ppm]	< 1	< 1	< 1	< 1
TeBDE ^c [ppm]	< 10	< 10	< 10	< 10
PBDE 47 ^c [ppm]	< 1	< 1	< 1	< 1
PeBDE ^c [ppm]	< 10	< 10	< 10	< 10
PBDE 99 ^c [ppm]	< 1	< 1	< 1	< 1
PBDE 100 ^c [ppm]	< 1	< 1	< 1	< 1
HxBDE ^c [ppm]	< 10	< 10	< 10	< 10
HpBDE ^c [ppm]	< 15	< 15	< 15	< 15
DecaBB ^c [ppm]	< 50	< 50	< 50	< 50
HBCD ^c [ppm]	< 50	< 50	< 50	< 50

a DIN EN ISO 16171

b DIN EN 15408 / DIN EN ISO 10304-1

c DIN EN ISO 22032

* 1 Masse-% = 10.000 ppm

Tabelle 12: Ergebnisse der chemischen Analyse auf Flammschutzmittel großer Kunststoffteile

Analyse	ABS aus Staubsauern ³²	PS aus LCD-Fernseher-Rückwänden ³³	ABS aus LCD-Fernseher-Rückwänden ³⁴
Antimon ^a [ppm]	4,8	391	1.080
Brom ges. ^b [ppm]	110	16.400	4.520
Chlor ges. ^b [ppm]	1.170	652	581
TBBPA ^c [ppm]	57	< 20	10.000
HBCD ^c [ppm]	< 50	110	< 50
DecaBDE ^c [ppm]	< 50	< 50	< 50
NBDE ^c [ppm]	< 50	< 50	< 50
OctaBDE ^c [ppm]	< 20	< 20	< 20
PBDE 28 ^c [ppm]	< 1	< 1	< 1
TeBDE ^c [ppm]	< 10	< 10	< 10
PBDE 47 ^c [ppm]	< 1	< 1	< 1
PeBDE ^c [ppm]	< 10	< 10	< 10
PBDE 99 ^c [ppm]	< 1	< 1	< 1
PBDE 100 ^c [ppm]	< 1	< 1	< 1
HxBDE ^c [ppm]	< 10	< 10	< 10
HpBDE ^c [ppm]	< 15	< 15	< 15

32 Mischprobe aus sechs Teilen

33 Mischprobe aus zwei Teilen

34 Mischprobe aus sechs Teilen

Analyse	ABS aus Staubsaugern ³²	PS aus LCD-Fernseher-Rückwänden ³³	ABS aus LCD-Fernseher-Rückwänden ³⁴
DecaBB ^c [ppm]	< 50	< 50	< 50

a DIN EN ISO 16171

b DIN EN 15408 / DIN EN ISO 10304-1

c DIN EN ISO 22032

Zusammenfassend haben die Literaturrecherche und die chemischen Analysen ergeben:

- PentaBDE, polybromierte BB und HBCD wurden nur in sehr wenigen Proben detektiert und die erkannten Konzentrationen liegen weit unter den Grenzwerten der RoHS-RL.
- DecaBDE hingegen wird in einer deutlich höheren Anzahl der analysierten Proben, auch durch das aktuelle UBA-Gutachten (Wolf & Nellesen, noch unveröffentlicht), im Bereich des RoHS-Grenzwertes von 1.000 ppm oder auch deutlich darüber (bis zu 1.600 ppm (Wäger, 2010) und 4.100 ppm⁷) detektiert. Als durchschnittliche Konzentration in Elektrokleingeräten werden 510 ppm angegeben (Wäger, 2010). In CRT-Gehäusekunststoffen kann die decaBDE-Konzentration über 20.000 ppm betragen (bis zu 21.500 ppm (Schlummer, 2007)).

Berechnungen für das Jahr 2008 ergeben einen durchschnittlichen C-OctaBDE-Gehalt in den Kunststofffraktionen der EAG-Ströme bezogen auf die Gesamtkunststofffraktion von 0,12 Prozent. Auf die anfallenden Abfallmengen von 1400 Tonnen bezogen, ergibt sich für Deutschland durch zwei verschiedene Berechnungswege eine Bandbreite für den möglichen Gehalt an C-OctaBDE von etwa 1,7 bis 35,6 Tonnen C-OctaBDE im Abfallstrom aus Elektro- und Elektronikaltgeräten (UBA 2012).

Die POP Verordnung fordert in Artikel 7 (2), dass Abfälle, die PBDE oberhalb 1000 mg/kg enthalten so behandelt werden, dass die PBDE zerstört oder unumkehrbar umgewandelt werden.

Bromierte und damit PBDE-haltige Kunststoffe werden in Deutschland üblicherweise in thermischen Verwertungs- und Beseitigungsverfahren behandelt. Hierbei werden die PBDE zerstört. Die Deponierung POP-haltiger Abfälle auf oberirdischen Deponien ist gemäß Deponieverordnung (DepV) nicht gestattet (siehe Kapitel 6.3.3 - Entsorgung POP-haltiger Abfälle auf Deponien). Historisch sind Erzeugnisse aus dem Elektrobereich jedoch auch im Deponiebau verwendet worden und entsprechend gegenwärtig dort vorhanden (UBA 2012).

Recyclingverfahren, in denen eine werkstoffliche Nutzung von möglicherweise PBDE-haltigen Kunststofffraktionen (z. B. Leiterplatten, Gehäusekunststoffe) stattfindet, sind nach Informationen der Recyclerbranche nicht bekannt (UBA 2012).

Nach einer aktuellen Studie (BiPRO 2011) wurde ein großer Teil des in der EU verwendeten C-PentaBDE für die Herstellung von PU-Schäumen zur Verwendung in der Polstermöbel- und Matratzenindustrie verwendet. Es kann davon ausgegangen werden, dass ein großer Teil davon in Großbritannien eingesetzt wurde (JRC 2001), da dort höhere Anforderungen bzgl. des Brandschutzes bestehen (BiBRO 2011).

Nach Angaben des Verbands der Polyurethan-Weichschaum-Industrie e.V. (VWI) wurden seit 1995 keine Stoffe aus der Stoffgruppe der PBDE für die Herstellung von PU-Weichschaum verwendet, sofern die Produktion der Matratzen, Polstermöbel und Fahrzeugsitze/-innenausstattungen im Inland erfolgte. Demnach kann davon ausgegangen werden, dass PBDE bei einer künftigen Verwertung oder Beseitigung der Produkte nicht anfallen werden (VWI 2011).

Da der Abfallstrom aus Polstermöbeln und Matratzen ausschließlich thermisch entsorgt wird, kann davon ausgegangen werden, dass kein C-PentaBDE in dem daraus entstehenden Stoffstrom mehr enthalten ist.

6.2.2 Verwendung von PFOS

In der Literatur werden vielfältige Anwendungen von PFOS erwähnt. Dabei ist häufig schwierig zu unterscheiden, ob wirklich PFOS selber zum Einsatz kommt oder eine nahe verwandte Verbindung, die unter Umständen nur Verunreinigungen von PFOS enthält, welche in der Produktion der anderen Substanz verwendet wurde. PFOS wird in den meisten Fällen als Prozesschemikalie verwendet und verbleibt nicht in relevanten Mengen in den Erzeugnissen.

Nach den geltenden Ausnahmeregelungen der POP-Verordnung wird oder wurde PFOS für folgende Verwendungen eingesetzt

- ▶ Oberflächenveredlung
- ▶ Fotoindustrie
- ▶ Brandbekämpfung

Nach Berechnungen einer Studie im Auftrag des Umweltbundesamts wurde die Verbrauchsmenge an PFOS für den Bereich der Oberflächentechnik auf ca. 3600 kg pro Jahr geschätzt (UBA 2012). Seit dem 28. August 2015 ist der Einsatz von PFOS nur noch für das Hartverchromen erlaubt, so dass eine Substitution hin zu polyfluorierten Verbindungen in den Bereichen dekoratives Verchromen, Kunststoffgalvanisierung sowie auch Hartverchromen stattfand. Jedoch findet man im Abwasser der Anlagen, die PFOS eingesetzt haben, immer noch über lange Zeiträume geringe Mengen an PFOS, so dass installierte Behandlungstechniken weiter betrieben werden müssen.

Mögliche Emissionen in die Umwelt entstehen hauptsächlich über den Wasserpfad. Zum einen aus dem Prozess selber oder indirekt über die Entsorgung der Bäder, sofern PFOS überhaupt noch eingesetzt wird und nicht nur noch nach der Umstellung auf ein anderes Netzmittel ausblutet, und deren anschließende Behandlung als Abfall. Behandlungsmaßnahmen von Abwässern (im Prozess oder beim Abfall) konnten zunehmend zur gezielten Verringerung von PFOS beitragen, obwohl es noch keinen Stand der Technik für die Abtrennung von PFOS aus Abwasser im Sinne der AbwV gibt, so dass in Kläranlagen in Deutschland regelmäßig PFOS gemessen wird. Es besteht jedoch die Möglichkeit, anlagenspezifisch PFOS Emissionen zu mindern, z.B. mittels spezifischer Ionenaustauscher.

Ein weiteres Anwendungsgebiet für PFOS war die Fotoindustrie. Nach Angaben von I&P Europe wird derzeit kein PFOS-haltiges Fotomaterial von den Mitgliedsunternehmen von I&P Europe in Deutschland hergestellt (Stand 2011). Zurzeit wird PFOS nur noch bei der Herstellung von Foto-Negativen verwendet. Ursprünglich wurde es jedoch auch zur Herstellung von Fotoplatten und -papier eingesetzt. Hier werden mittlerweile PFOS-freie Chemikalien eingesetzt (I&P Europe 2011).

Der Hauptteil von PFOS in der Fotoindustrie (ca. 80 Prozent) wurde 2010 in Deutschland für Röntgenfilme verwendet (I&P Europe 2011). Durch freiwillige Anstrengungen der Fotoindustrie wurde die Verwendung von PFOS-haltigen Substanzen in den letzten zehn Jahren erheblich reduziert und derzeit (Stand 2011) wird kein PFOS-haltiges Fotomaterial in Deutschland hergestellt (I&P Europe 2011).

Bezüglich der Abfälle aus dem Fotobereich lässt sich unterscheiden zwischen privaten Abfällen und gewerblichen Abfällen. Fotomaterialien, die über den Hausmüll (Abfallschlüsselnummer 20 03 01) entsorgt werden, gehören dadurch zu den Siedlungsabfällen, die thermisch entsorgt werden. Im gewerblichen Bereich werden die Fotomaterialien vor allem wegen des hohen Silberanteils und der Kunststofffraktionen recycelt. Deshalb sind vor allem im medizinischen Bereich vermutlich noch größere Mengen an PFOS-haltigem Material zu finden. Vor allem, da nach §§ 18, 27, 28 und 36 der Röntgenverordnung und Bekanntmachung zum Röntgenpass Röntgenbilder von Personen über 18 Jahren für 10 Jahre nach dem Datum der letzten Untersuchung aufbewahrt werden müssen.

Der genaue Anteil an PFOS in der Umwelt, der aus dem Bereich der Fotomaterialien stammt, lässt sich nicht erfassen (z. B. über Restgehalte im Abwasser). Generell kann jedoch für Deutschland geschlossen

werden, dass die Fotoindustrie unter den gültigen Abfallbewirtschaftungsregeln keine signifikante Quelle für PFOS-Emissionen in die Umwelt darstellt.

PFOS-haltige Schaumlöschmittel wurden bei der Brandbekämpfung eingesetzt, um brennbare Flüssigkeiten und schmelzende Feststoffe zu löschen. PFOS-haltige Schaumlöschmittel, die vor dem 27. Dezember 2006 auf den Markt gebracht wurden, mussten bis zum 27. Juni 2011 aufgebraucht werden. Nach dem 27. Juni 2011 müssen sie nach Artikel 7 der POP-Verordnung als Abfall behandelt und zeitnah entsorgt werden. Die verbliebenen Lagerbestände wurden verbrannt, wobei PFOS thermisch zersetzt wurde und keine Emissionen entstanden (BiPRO 2011).

6.2.3 DDT in Altprodukten und Alterzeugnissen

DDT-Kontaminationen sind insbesondere in baulichen Holzkonstruktionen auf dem Gebiet der ehemaligen DDR zu erwarten, wo DDT³⁵-haltige Mittel bis 1989 in Innenräumen verbreitet eingesetzt wurden (LAGuS 2015).

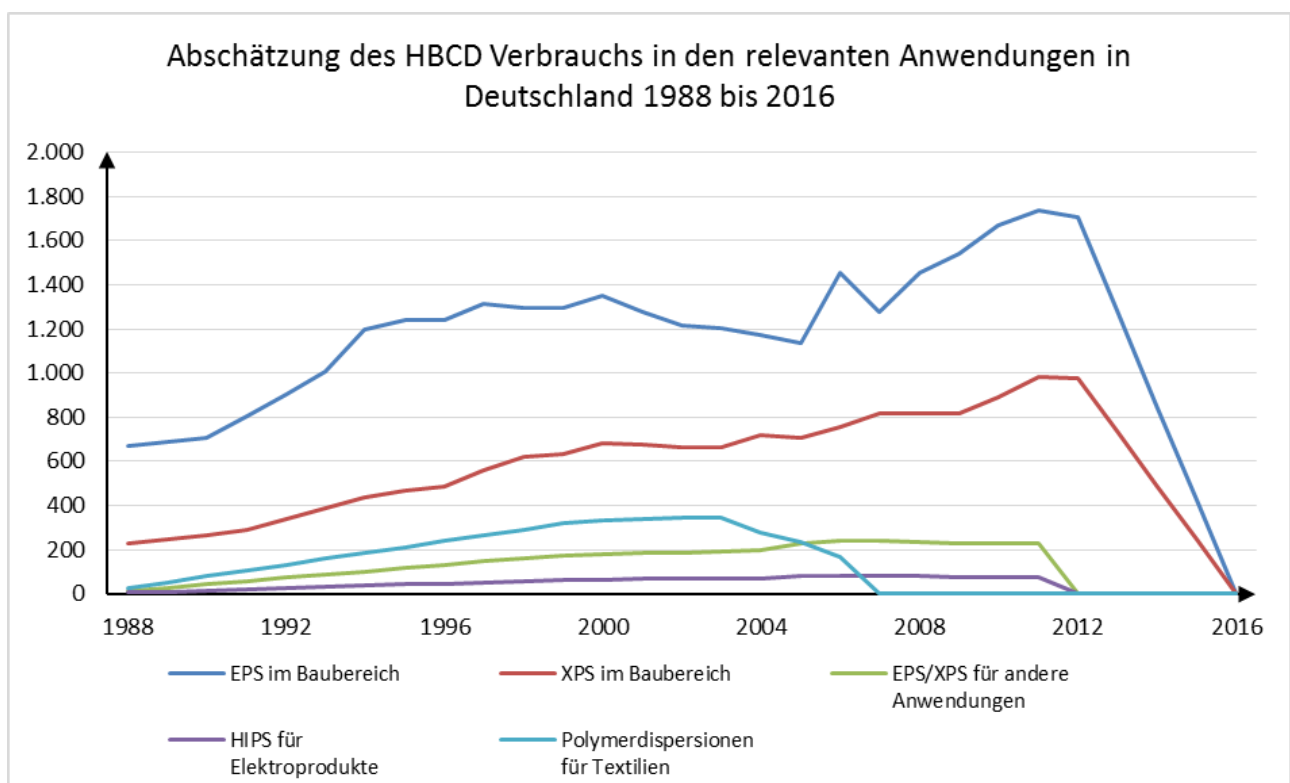
In der Altholzverordnung ist kein gesonderter Grenzwert für DDT festgelegt. Als behandelt identifiziertes Holz wird in Mit- oder Müllverbrennungsanlagen sowie Biomassekraftwerken (mit)verbrannt. Die bei der Verbrennung entstehenden Dioxin- und Furanemissionen müssen im Rahmen des Grenzwertes der 17. BImSchV von 0,1 ng/m³ liegen. Derselbe Grenzwert ist in der momentan noch gültigen RL 2000/76/EG (Anhang II) und der ab 2013 in Kraft tretenden IE-RL (Anhang VI Teil 3) festgesetzt.

6.2.4 HBCD in Altprodukten und Alterzeugnissen

Aufgrund seiner technischen Eigenschaften wurde HBCD hauptsächlich als Flammschutzmittel für Kunststoffe verwendet. Primär wurde HBCD als additives Flammschutzmittel in EPS- (expandiertes Polystyrol) und XPS- (extrudiertes Polystyrol) Hartschaumplatten im Baubereich eingesetzt. Ein weiteres Einsatzgebiet umfasste die Verwendung als Polymerdispersion für Textilien, vor allem für Polstermöbel, Polstersitze im Transportwesen, Vorhänge und Wandbespannungen, Matratzendrell, Heimtextilien und Automobiltextilien (UBA 2015). HBCD wurde außerdem in Gehäusekunststoffen aus „high-impact Polystyrol“ (HIPS) für elektrische und elektronische Geräte wie z.B. Audio- und Videoequipment, Verteilerkästen für elektrische Leitungen im Baubereich und Kühlschrankschrankauskleidungen (Einsatzmenge 1 bis 7%) verwendet (UBA 2015). In Deutschland wurde HBCD insbesondere als additives Flammschutzmittel in Polystyrol im Baubereich eingesetzt. Ab 2013 wurde HBCD auch in dieser Anwendung substituiert und bis August 2015 fast vollständig durch ein alternatives Flammschutzmittel ersetzt. In Deutschland wird HBCD nach aktuellen Informationen derzeit weder im Verpackungsbereich noch im Textilbereich eingesetzt. Es gibt auch keine konkreten Hinweise darauf, dass HBCD noch für HIPS im Elektrobereich verwendet wird. Abbildung 2 zeigt die mengenmäßig höhere Relevanz von HBCD in EPS- und XPS-Anwendungen im Vergleich zu anderen Anwendungen.

35 technisches DDT mit ca. 70 % pp'-DDT, 20 % o,p'-DDT, sowie p,p'-DDE, p,p'-DDD und o,p'-DDD.

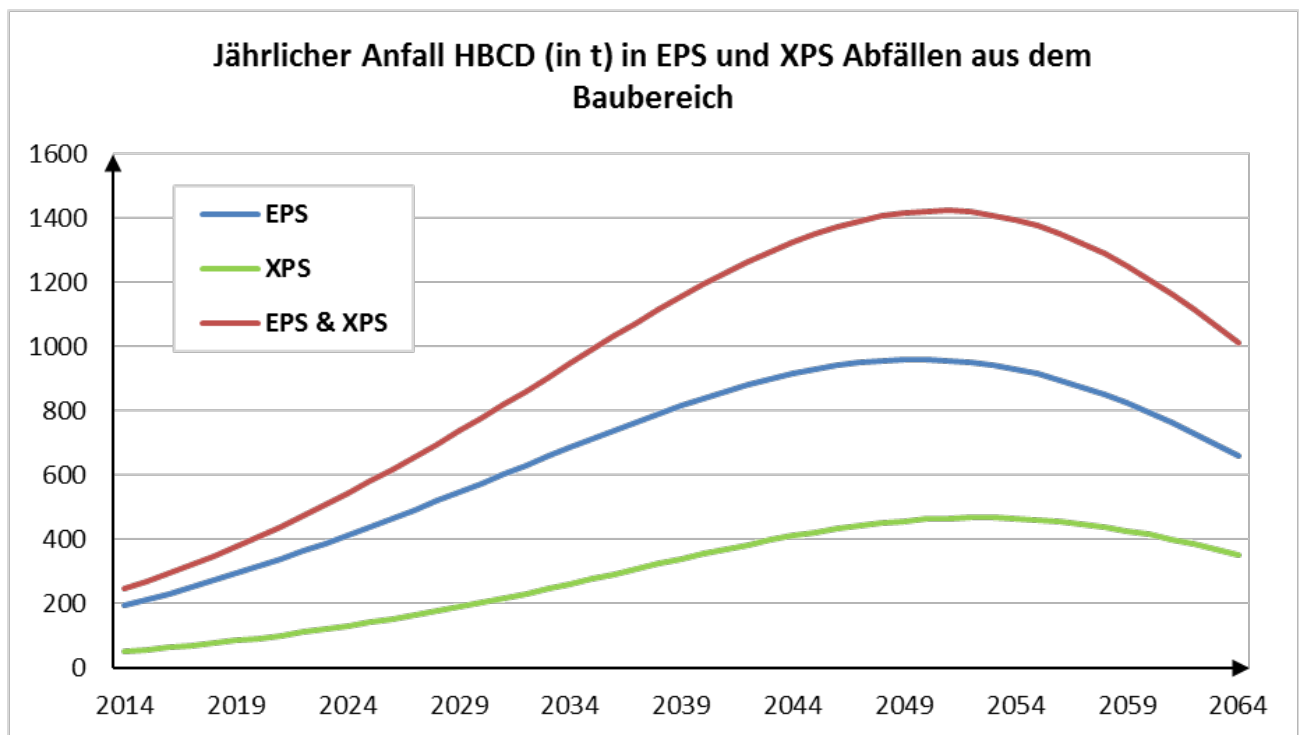
Abbildung 2: Abschätzung des HBCD Verbrauchs in den relevanten Anwendungen in Deutschland von 1988 bis 2016 (in Tonnen)



Quelle: [UBA 2015](#)

Aufgrund der vergleichsweise hohen Verwendungsmengen (insgesamt bis 2015 über 60.000 t) und sehr langen Produktlebenszeiten (50 +/- 25 Jahre) wird geschätzt, dass die überwiegende Menge der Produkte sich noch im Umlauf befindet und zukünftig in die Abfallströme gelangen wird (siehe Abbildung 3) ([UBA 2015](#)).

Abbildung 3: Abschätzung des künftigen jährlichen Anfalls von HBCD in EPS und XPS Abfällen aus dem Baubereich von 2014 bis 2064 (in Tonnen)



Quelle: UBA 2015

Im Textilbereich sind die überwiegenden Mengen an HBCD bereits als Abfall angefallen und nur vergleichsweise geringe Mengen werden künftig in den Abfallstrom gelangen.

HBCD-belastete Polystyrol-Verpackungskunststoffe können insbesondere in Hinblick auf Importe aus dem Elektro- und Elektroniksektor eine Rolle spielen und zur Kontamination von „sauberen“ Polystyrol-Verpackungen durch Recyclingprozesse führen.

Tabelle 13 umfasst eine Einschätzung zur derzeitigen Relevanz der unterschiedlichen Bereiche, in denen HBCD vorkommen kann.

Tabelle 13: Relevanz möglicher Vorkommen von HBCD

Möglicherweise relevantes Vorkommen	Einschätzung der Relevanz
Expandierter Polystyrol Hartschaum (EPS) im Baubereich	Bis 2015 hohe Relevanz in Produkten und künftig aufgrund der hohen Lebensdauer über viele Jahrzehnte in Abfällen (ca. 160 t HBCD/a in 2012; ca. 960 t HBCD/a um 2050)
Extrudierter Polystyrol Hartschaum (XPS) im Baubereich	Bis 2015 hohe Relevanz in Produkten und künftig aufgrund der hohen Lebensdauer über viele Jahrzehnte in Abfällen (ca. 41 t HBCD/a in 2012; ca. 460 t HBCD/a um 2050)

Möglicherweise relevantes Vorkommen	Einschätzung der Relevanz
Einsatz von EPS und XPS außerhalb des Bausektors	Aktuell in Produkten nicht mehr relevant; Auch in Abfällen aufgrund begrenzter Lebensdauer der Produkte (Verwendung überwiegend im Verpackungsbereich) nicht mehr relevant (ca. 0,4 t HBCD/a in 2012) mit weiter abnehmender Relevanz.
High Impact Polystyrol (HIPS)	Aktuell nicht mehr relevant in Produkten; früher Verwendung im Elektrobereich; im Vergleich zu EPS/XPS untergeordnete Relevanz in Abfällen (ca. 70 t/a in 2012 mit weiter abnehmender Relevanz). Importe könnten für Abfälle eine gewisse Rolle spielen
Polymerdispersionen für Textilien	Seit 2007 nicht mehr relevant in Produkten; bis dahin Verwendung im institutionellen Bereich (Versammlungsstätten) und Automobilbereich; aufgrund der Verwendungsmenge in Deutschland und der Lebensdauer untergeordnete Relevanz in Abfällen (ca. 290 t/a in 2012 mit weiter abnehmender Relevanz)
Klärschlamm	Nicht relevant (aktuell ca. 0,1 t/a)
Verbrennungsrückstände Abfallverbrennung	Nicht relevant (aktuell ca. 0,01 t/a)

Quelle: [UBA 2015](#)

Abfallbehandlung

Die POP-Verordnung fordert in Art. 7, Abs. 2, dass Abfälle so beseitigt werden, „dass die darin enthaltenen persistenten organischen Schadstoffe zerstört oder unumkehrbar umgewandelt werden“. Diesem Zerstörungsgebot wird bei Entsorgung HBCD-haltiger Abfälle mittels thermischer Behandlung genüge getan.

EPS und XPS Dämmplatten können in nach dem Stand der Technik ausgerüsteten Müllverbrennungsanlagen bis zu einem Anteil von 2% des Gesamtabfalls in geeigneter Weise zusammen mit anderen Abfällen behandelt werden. Dabei wird das HBCD vollständig zerstört (Zerstörungsrate bei der Verbrennung in MVAn > 99,99%) und das enthaltene Brom als Salz in der Abgasreinigung aufgefangen. ([UBA 2015](#))

Ein werkstoffliches Recycling HBCD-haltiger Dämmstoffe wird in Zukunft nur stattfinden können, wenn der entsprechende, seit dem 22. März 2016 geltende Grenzwert von 100 mg/kg in Anhang I der POP-Verordnung für neu in Verkehr zu bringende Werkstoffe und Erzeugnisse unterschritten wird. Gleiches gilt für Verpackungen, Gehäusekunststoffe oder Textilien, die HBCD enthalten ([UBA FAQ HBCD 2016](#)).

HBCD-freier Verschnitt von expandiertem Polystyrol (EPS) aus Neubau- oder Sanierungs-Aktivitäten, wie z.B. der Anbringung von Wärmedämmverbundsystemen (WDVS), kann hingegen weiterhin werkstofflich recycelt werden. Der in loser oder gepresster Form gesammelte Verschnitt kann nach Zerkleinerung und Extrusion für die Gewinnung von Polystyrol-„Re-Granulat“ verwendet werden.

Bau-EPS aus dem Rückbau von Gebäuden, muss bislang auch deshalb thermisch verwertet werden, da bautypische Anhaftungen das mechanische Recycling unmöglich machen. Verfahren zur Abreicherung von Schadstoffen in EPS-Polystyrol-Kunststoffen, mit den Ziel Verunreinigungen und HBCD aus dem Material selektiv herauszulösen und auszuschleusen, sind in Erprobung (z.B. das CreaSolv®-Verfahren).

Zur Unterscheidung zwischen HBCD-frei und HBCD-haltig existiert ein Schnelltest auf Basis der Röntgenfluoreszenzanalyse.

6.3 POP-haltige Abfälle

Die Absätze 2 und 4b von Artikel 7 der POP-Verordnung formulieren Anforderungen an die Beseitigung oder Verwertung von

- ▶ Abfällen von denen bekannt ist, dass sie aus POPs bestehen,
- ▶ Abfällen die POPs enthalten oder mit ihnen kontaminiert sind und
- ▶ Abfällen die die unteren Konzentrationsgrenzen in Anhang IV der POP-Verordnung überschreiten.

Zudem finden die Vorschriften des KrWG sowie eine Reihe von speziellen abfallrechtlichen Regelungen Anwendung, die nachfolgend beschrieben werden. Seit September 2016 gelten POP-haltige Abfälle in Deutschland als gefährlicher Abfall gemäß Abfallverzeichnisverordnung. Die neue Einstufung betrifft vor allem Polystyrol-Dämmstoffe, die mit HBCD als Flammschutzmittel ausgerüstet sind (siehe Kap. 6.2.4 – HBCD in Altprodukten und Erzeugnissen). Im Dezember 2016 wurde HBCD für ein Jahr von dieser Bestimmung ausgenommen. Der entsprechende Beschluss des Bundesrats vom 16.12.2016 wurde mit Kabinettsbeschluss am 21.12.2016 bestätigt und tritt unmittelbar in Kraft. Um eine langfristige Lösung zu erreichen, wird das Bundesumweltministerium die Länder zu Gesprächen einladen, in dem die chemikalien-, immissionsschutz- und abfallrechtlichen Fragestellungen erörtert werden sollen.

6.3.1 PCDD/PCDF-haltige Abfälle

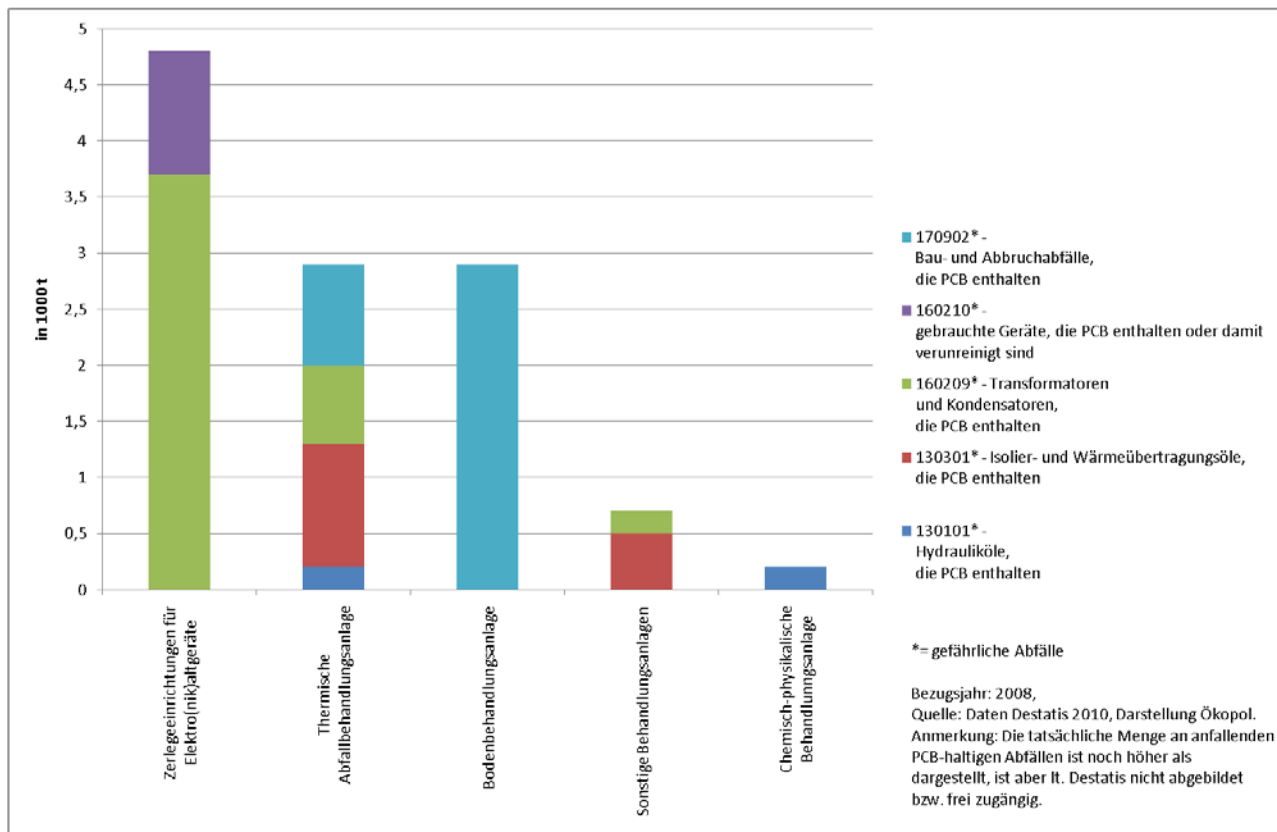
PCDD/F-haltige Abfälle müssen nach Artikel 7 der POP-Verordnung spätestens ab einer Konzentrationsgrenze von 15 µg/kg so beseitigt oder verwertet werden, dass PCDD/F zerstört, oder unumkehrbar umgewandelt werden (Art. 7, Abs. 2 in Verbindung mit Anhang IV). In der Regel werden diese Abfälle der Hochtemperaturverbrennung zugeführt. PCDD/F-haltige Abfälle, die das Ergebnis von thermischen Prozessen sind, z. B. Flugaschen, werden entsprechend Anhang V der POP-VO dauerhaft unterirdisch in einer Untertagedeponie oder als Bergversatz im Salzgestein abgelagert.

6.3.2 PCB-haltige Abfälle

Für PCB-haltige Abfälle gelten neben den Vorgaben der POP-Verordnung spezifische abfallrechtliche Regelungen, wie z. B. die PCB/PCT-Abfallverordnung (PCBAbfallV), welche in § 2 Abs. 3 festlegt, dass, soweit technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar, beim Entstehen von Bauabfällen vor deren Sortierung PCB-haltige Fraktionen zu entfernen und getrennt zu beseitigen sind.

PCB kommt aufgrund der Anwendung nicht separat, sondern als Teil von Geräten und Materialien zur Entsorgung, so dass die Menge des zu entsorgenden PCB-Abfalls erheblich höher ist als die eingesetzte PCB-Menge (UBA 2017b). Das Statistische Bundesamt wies für das Jahr 2008 folgende Inputmengen inländischer PCB-haltiger Abfälle aus, die in deutsche Entsorgungsanlagen gingen (siehe Abbildung 4: Inländische Inputmengen PCB-haltiger Abfälle in deutsche Entsorgungsanlagen.).

Abbildung 4: Inländische Inputmengen PCB-haltiger Abfälle in deutsche Entsorgungsanlagen.



(Daten: Destatis/Cahsun, pers. Komm. 2011)³⁶

Seit 1998 liegen außerdem Abfallstatistiken vor, aus denen hervor geht, welche Arten und Mengen an Abfällen im- und exportiert werden (UBA 2017c).

Im Folgenden werden spezifische Informationen zu verschiedenen PCB-haltigen Abfallströmen gegeben:

PCB-haltiges Altholz

Insbesondere Dämm- und Schallschutzplatten wurden in der Vergangenheit mit PCB-haltigen Mitteln behandelt. Altholz darf nach Anhang II der Altholzverordnung (AltholzV) nur dann für die Herstellung von Holzwerkstoffen aus Hackschnitzeln und Holzspänen eingesetzt werden, wenn die Konzentrationen von PCB < 5 mg/kg betragen. Bei PCB-Mengen bis 50 mg/kg ist unter Berücksichtigung der AltholzV eine Gewinnung von Synthesegas oder die Herstellung von Aktivkohle/Industriekohle möglich. Bei PCB-Gehalten über 50 mg/kg ist das Altholz nach § 1 Abs. 2 der PCBAfallV und § 2 Nummer 4 b und Nummer 5 der AltholzV „PCB-Altholz“ und ist entsprechend der PCBAfallV zu entsorgen.

PCB-haltiges Altöl

³⁶ Die Menge ist noch höher, da das Statistische Bundesamt aus Geheimhaltungsgründen nicht in allen Fällen Mengen angeben kann und weil ein Teil der gefährlichen Abfälle auch im Deponiebau, im unter- und übertägigen Bergbau sowie in Anlagen zur Aufbereitung und Verwertung von Bau- und Abbruchabfällen eingesetzt wird und weil eine Reihe anderer Abfällen unter anderen Schlüsselnummer ebenfalls PCB enthalten können, ohne dass dies explizit im Klartext der Abfallschlüsselnummern vermerkt ist (DESTATIS/Stute, pers comm. 2011).

Die deutsche Altölverordnung (AltölV) bestimmt in § 2, dass der Aufbereitung (also dem erneuten Inverkehrbringen) von Altöl ein Vorrang gegenüber der energetischen Verwertung oder Beseitigung zu geben ist. Jedoch dürfen Altöle nach § 3 nur dann aufbereitet werden, wenn ein Gehalt von 20 mg PCB/kg unterschritten wird, bzw. wenn der Aufbereitungsprozess dazu führt, dass der entsprechende Grenzwert in den entstehenden Produkten unterschritten wird. Nach Artikel 4 Abs. 1 der POP-VO dürfen auch wiederaufbereitete Altöle nur dann PCB enthalten, wenn sie als unbeabsichtigte Spurenverunreinigungen auftreten. Andernfalls ist nach Artikel 7 der POP-Verordnung festgelegt, dass ab einem PCB-Gehalt von 50 mg/kg eine irreversible Beseitigung von PCB-Abfällen zu erfolgen hat. Somit gelten in Deutschland strengere Anforderungen für die Aufbereitung (Recycling, keine PCB-Anreicherung im Wertstoffkreislauf) von Altöl als in der EU vorgeschrieben.

Verbleibende Verwendungen von PCB in geschlossenen Großgeräten

1994 waren noch mehr als 300.000 Tonnen PCB-haltiger Geräte und Flüssigkeiten zu entsorgen. Davon waren 2004 bereits mehr als 99 Prozent entsorgt (BMU 2004c). Bis 2010 wurden noch zwei PCB-haltige Transformatoren mit einer Ausnahmegenehmigung betrieben. Bei der Bestandsaufnahme für die Europäische Kommission sind noch PCB-haltige Transformatoren erfasst worden, die früheren Kontrollen entgangen waren. Dabei handelt es sich um 30 Stück PCB-haltige Transformatoren mit einem Gewicht von insgesamt 35,9 Tonnen. Für diese Geräte sind entsprechende Entsorgungspläne aufgestellt worden. PCB-haltige Transformatoren wurden ab 1983 in Untertagedeponien eingelagert, wobei die Transformatoren vor der Deponierung zum Teil entleert wurden. Etwa 14.000 Tonnen der eingelagerten Geräte wurden in den Jahren 2004 bis 2010 zurückgebaut (MKULNV & MAIS 2011), entleert, dekontaminiert und die Metalle einer Verwertung zugeführt.

Verbleibende Verwendungen von PCB in geschlossenen Kleingeräten/Anwendungen

Kleinkondensatoren wurden bis 2004 in Untertagedeponien eingelagert. Seit 2005 werden PCB-haltige Kleinkondensatoren in Hochtemperaturverbrennungsanlagen entsorgt (UBA/Friedrich pers. Komm. 2011). Die Menge an PCB in noch aktiven Anwendungen wie Dichtungsmassen oder Leuchtstofflampenkondensatoren kann nicht abgeschätzt werden. Hinweise zur ordnungsgemäßen Entsorgung für die Besitzer PCB-haltiger elektrischer Geräte und Bauteile werden z. T. von den Ländern gegeben, wie z. B. in Hamburg (Freie und Hansestadt Hamburg 2002).

Verbleibende Verwendungen von PCB in "offenen" Systemen

Aufgrund ihres breiten Verwendungsspektrums sind PCB noch in verschiedenen Erzeugnissen enthalten. Nach § 1 Abs. 2 der PCBAbfallV sind Gemische oder Erzeugnisse im Sinne des ChemG, die mehr als 50 mg/kg PCB enthalten, zu entsorgen. Eine werkstoffliche Verwertung, also die Herstellung neuer Erzeugnisse, ist nach Artikel 4 Abs. 2 der POP-Verordnung nur dann erlaubt, wenn PCB in den Produkten nur noch als unbeabsichtigte Spurenverunreinigung vorhanden ist. Mehrere Länderbehörden haben Richtlinien zur Sanierung PCB-belasteter Gebäude erarbeitet, z. B. NRW (2017), Bayern (1994) und Baden-Württemberg (2001).

Generell wurden bis Ende 2010 alle PCB-haltigen Abfall-Restbestände beseitigt. Dennoch fielen auch bis 2016 PCB aus unbekanntem Quellen an. Dies betrifft PCB aus elektrischem und elektronischem Equipment mit PCB-haltigen Bauteilen, PCB-haltige Bau- und Abbruchabfälle, Fugendichtungsmassen und PCB-haltige Teile aus Altfahrzeugen. Diese Quellen für PCB-Abfälle lassen sich auch zukünftig nicht ausschließen.

6.3.3 Entsorgung POP-haltiger Abfälle auf Deponien

Die Regelungen des Artikels 7 Absatz 4 der POP-Verordnung, die abweichend vom POP-Zerstörungsgebot des Artikels 2 die Ablagerung POP-haltiger Abfälle auf Deponien ermöglichen, sind mit der Deponieverordnung (DepV) vollständig in deutsches Recht umgesetzt. Hiernach dürfen im Anhang V der POP-Verordnung genannte Abfälle, die die Konzentrationsgrenzen der im Anhang IV derselben Verordnung aufgelisteten Stoffe überschreiten, nicht auf oberirdischen Deponien abgelagert werden (§ 7 Absatz 1 Nummer 7 DepV). Dasselbe gilt für Abfälle mit anderen langlebigen oder bioakkumulierbaren toxischen Stoffen, die bei der Ablagerung auf Deponien eine Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit besorgen lassen.

Die Konzentrationsgrenzen des Anhang IV der POP-Verordnung stellen praktisch die Grenzwerte der Deponieklasse III dar.

Konkrete und wesentlich niedrigere Grenzwerte für BTEX, PCB, MKW und PAK wurden mit der Deponierichtlinie für die Inertstoffdeponien (Deponieklasse 0) festgelegt und in die DepV übernommen (Anhang 3 Nummer 2 Tabelle 2 DepV). Noch strengere Grenzwerte gelten zudem, wenn Abfälle auf Deponien zur Verbesserung der geologischen Barriere oder für die Rekultivierungsschicht verwendet werden.

Für die Klassen I und II (Deponien für nicht gefährliche Abfälle) wenden die Länder individuell dazwischen liegende Grenzwerte an. Auf der Grundlage eines Berichts der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) vom 21.06.2011 empfiehlt die Umweltministerkonferenz die Anwendung vorgeschlagener einheitlicher Grenzwerte.

Nach Artikel 7 Absatz 4 Buchstabe b) POP-Verordnung kann die Behörde auch bei Überschreitung der Anhang-IV-Grenzwerte ein im Anhang V genanntes alternatives Verfahren genehmigen, wenn vom Abfallbesitzer nachgewiesen wird, dass die Dekontamination der Abfälle und die Zerstörung der POPs unter Umweltgesichtspunkten nicht die vorzuziehende Möglichkeit darstellt. Von den in Anhang V der POP-Verordnung genannten Alternativen wird in Deutschland mit der DepV nur die permanente Ablagerung in Untertagedeponien im Salzgestein zugelassen. Der von der zuständigen Behörde genehmigte Nachweis ist dem Betreiber der Untertagedeponie rechtzeitig vor der ersten Anlieferung der Abfälle vorzulegen.

Mit der Ersten Änderungsverordnung zur Deponieverordnung wurde der Verweis auf die POP-Verordnung gleitend gestaltet („in der jeweils geltenden Fassung“), so dass die DepV auch bei Änderungen der Anhänge der POP-Verordnung stets die aktuelle Fassung berücksichtigt.

6.3.4 Verwertung POP-haltiger Abfälle im Bergversatz

In der Versatzverordnung (VersatzV) sind nach § 4 für den Versatz von Abfällen unter Tage Grenzwerte für bestimmte Parameter festgelegt. Diese Grenzwerte sind in Anlage 2 beziffert. PCB ist in dieser Verordnung der einzige POP. Eine Überschreitung der Grenzwerte ist nach § 4 Abs. 2 nur in den folgenden Ausnahmen zulässig:

- ▶ „bei Einhaltung der geogenen Grundgehalte des Gesteins (nicht einschlägig für POP),
- ▶ beim Versatz von „Verbrennungsrückständen aus der Kohleverfeuerung“ in Kohlegestein und im Nebengestein sowie
- ▶ beim Versatz im Salzgestein, wenn ein Langzeitsicherheitsnachweis geführt wurde“ (LAGA 2010).

6.3.5 Bioabfälle

In der Bioabfallverordnung (BioAbfV) und der Düngemittelverordnung (DüMV) ist die bodenbezogene Verwertung von Komposten und Gärresten aus Bioabfällen geregelt. Für die Herstellung von Komposten und Gärresten geeignete Bioabfälle aus Haushalten, Gewerbe und Produktion sind in beiden Verordnungen in einer abschließenden Liste zusammengestellt. Diese umfasst pflanzliche und tierische Abfallstoffe wie Abfälle aus der Lebensmittelverarbeitung, Speiseabfälle, Garten und Parkabfälle etc. Grenzwerte sind in der Bioabfallverordnung nur für Schwermetalle festgelegt, die regelmäßig überwacht werden. In der Düngemittelverordnung sind zusätzlich Grenzwerte für Dioxine und PFT (Summe aus PFOA und PFOS) festgelegt, deren Einhaltung vom Inverkehrbringer garantiert werden muss. Grenzwerte für weitere organische Schadstoffe existieren nicht.

„Die BioAbfV enthält aber die Verpflichtung für den Abfallbehandler, bei den unvermischten Einsatzmaterialien oder den behandelten Bioabfällen Untersuchungen auf weitere Schadstoffe durchführen zu lassen, wenn insbesondere nach Art, Beschaffenheit oder Herkunft der Einsatzmaterialien Anhaltspunkte für erhöhte Gehalte bestehen (§ 4 Abs. 8). Die Verpflichtung zur Untersuchung zusätzlicher Schadstoffe erfasst bei entsprechenden Anhaltspunkten auch POP“ (LAGA 2010).

Die Neufassung der Bioabfallverordnung ist am 1. Mai 2012 in Kraft getreten. Die aktuelle Fassung der Düngemittelverordnung stammt vom 5.12.2012 (DüMV 2012). Die aktuellen Fassungen beider Verordnungen sind unter www.gesetze-im-internet.de zu finden.

6.3.6 Klärschlamm

Die in Kapitel 2.6.2 angegebenen Parameter und Grenzwerte im Klärschlamm können von der zuständigen Behörde auf weitere Inhaltsstoffe ausgedehnt werden (§ 3 Abs. 5 AbfKlärV). Dies schließt POP Schadstoffe ein. Einige Länder haben die Verpflichtung zur Untersuchung zusätzlicher Schadstoffe für die Schadstoffgruppe der perfluorierten Tenside (PFT) in Anspruch genommen und Orientierungswerte für die Untersuchungen festgelegt (siehe Tabelle 14).

Diese Schadstoffe sind bedingt durch ihre breite Anwendung in zahlreichen Industrie- und Konsumprodukten wie z. B. in Reinigungsmitteln und Kosmetikartikeln zu finden. Dadurch sind sie auch in Klärschlämmen aus kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen nachweisbar, die wiederum auf landwirtschaftliche Flächen aufgebracht werden können (LAGA 2010).

Tabelle 14: Länderspezifische Orientierungswerte

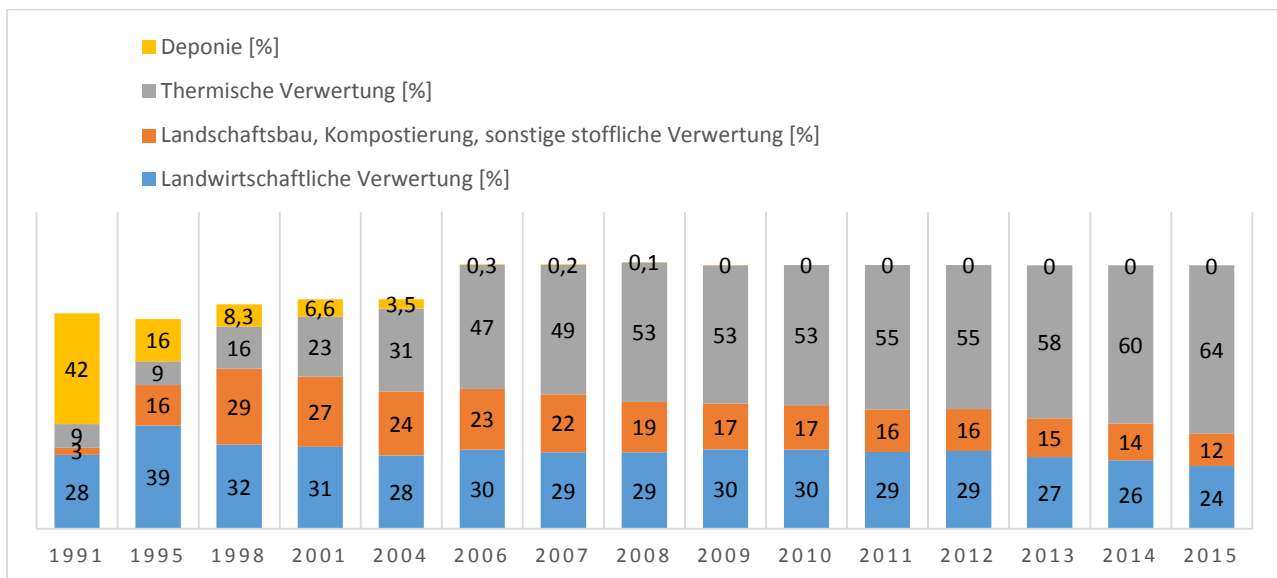
Land	Orientierungswerte für PFT in Klärschlamm zur landwirtschaftlichen Verwertung ($\mu\text{g}/\text{kg TM}$)	Bemerkung
Brandenburg	100	Summe PFOS + PFOA
Berlin	100	
Baden-Württemberg	100	Summe von neun PFT u.a. auch PFOS
Bayern	100	Summe von 11 PFT u.a. auch PFOS, 25% Toleranz
Hessen	100 (Empfehlung)	Summe PFOS + PFOA
Niedersachsen	200 (Empfehlung:100)	Summe PFOS + PFOA
Nordrhein-Westfalen	100	Summe PFOS + PFOA
Rheinland-Pfalz	100	Summe von 10 PFT u.a. auch PFOS

Land	Orientierungswerte für PFT in Klärschlamm zur landwirtschaftlichen Verwertung ($\mu\text{g}/\text{kg TM}$)	Bemerkung
Schleswig-Holstein (SH)	200 (Empfehlung:100 ³⁷)	Summe PFOS + PFOA
Sachsen	100	Summe PFOS + PFOA
Sachsen-Anhalt	100 ³⁸	Summe von PFOS + PFOA, 25% Toleranz
Thüringen	200 (Empfehlung:100)	Summe PFOS + PFOA

(LAGA 2010)

Laut BMU (2008) ist der Gehalt einzelner untersuchter organischer Schadstoffe in kommunalen Klärschlämmen in den letzten Jahren entweder zurückgegangen oder er stagniert. Gleichzeitig ist der Anteil des Klärschlammes, der in der Landwirtschaft, der landbaulichen Verwertung oder zur Kompostierung eingesetzt wurde, leicht rückläufig. 2004 betrug der Anteil noch etwa 52 Prozent, bis 2015 hatte er sich auf 36 Prozent verringert (siehe Abbildung 5).

Abbildung 5: Entsorgungswege von Klärschlamm im Zeitverlauf, Stand 2015.



(nach Wiechmann et al. 2013 und DESTATIS)

Um eine mögliche Akkumulation von Schadstoffen im Boden langfristig auszuschließen wird angestrebt, die Anforderungen an Klärschlämme, die landwirtschaftlich verwertet werden dürfen, weiter zu erhöhen. Nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz können stoffliche Anforderungen zur Verwendung von Klärschlämmen auf landwirtschaftlichen Flächen nur im Abfallrecht geregelt werden, soweit die ordnungsgemäße und schadlose Verwendung von Klärschlämmen nicht schon durch Regelungen des Düngerechts gewährleistet ist (§ 11, Absatz 2, Satz 3, KrWG). Die Düngemittelverordnung enthält bereits jetzt einen Kennzeichnungswert für PFT in Düngemitteln in Höhe von 0,05mg/kg Trockenmasse als Summe

37 Die bislang in SH ermittelten PFT-Gehalte von landwirtschaftlich verwerteten Klärschlämmen lagen alle unterhalb des empfohlenen Wertes von 100 $\mu\text{g}/\text{kg TM}$).

38 Gilt neben der Verwertung auf landwirtschaftlichen und gärtnerischen Nutzflächen auch bei Rekultivierungsmaßnahmen und bei Maßnahmen zur Errichtung von baulichen Anlagen (z. B. Landschaftsbau).

aus PFOA und PFOS sowie einen Grenzwert für das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln in Höhe von 0,1 mg PFT je kg Trockenmasse.

Gleichzeitig zu den oben beschriebenen Entwicklungen stieg der Anteil der thermisch entsorgten oder in der Mitverbrennung verwerteten Klärschlämme von 31 % in 2004 auf 64 % im Jahre 2015 an. Der deutliche Anstieg der thermischen Behandlung von Klärschlämmen ist auf die Vorgaben der Abfallablagereungsverordnung zurückzuführen, wonach die Ablagerung unbehandelter Klärschlämme auf Depo-nien seit 2005 untersagt ist. Die Verbrennung von Klärschlämmen in dafür geeigneten Mono- und Mitverbrennungsanlagen stellt künftig den Hauptweg der Klärschlamm Entsorgung (UBA 2013). Angestrebt wird die Verbrennung in Monoverbrennungsanlagen zu bevorzugen, da die in den entstehenden Klärschlammaschen enthaltenen Wertstoffe (insb. der Phosphor) nur so einer ressourcenschonenden Wiederverwertung zugeführt werden können (BMUB 2016, Seite 72f). Alternativ kann der Phosphor bereits vor der thermischen Behandlung zurück gewonnen werden. Für phosphorarme Klärschlämme soll weiterhin die Mitverbrennung möglich sein.

6.3.7 Altlasten/schädliche Bodenverunreinigungen

Zurzeit sind in Deutschland mehr als 271.000 Flächen als altlastverdächtig erfasst (BMUB 2016). Details zur aktuellen Anzahl der erfassten Flächen sind in den jeweiligen Ländern in den entsprechenden Altlastenkatastern oder beim Umweltbundesamt (LABO 2016a und UBA 2016b) zu finden. Diese geben in der Regel Auskunft über alle bisherigen Nutzungen, deren technologische Ausrichtung und branchentypische Kontaminationen. Bei der Herstellung von Lindan (γ -HCH) fielen große Mengen von α - und β -HCH als „Nebenprodukte“ an, die früher auch in Deutschland oberirdisch abgelagert worden sind. Mit der Aufnahme der Verbindungen als POPs sind diese Deponien als POP-Altlasten anzusehen (UBA/Friedrich pers. Komm. 2011). Vijgen (2006) geht von 390.000 bis 450.000 Tonnen HCH Rückständen in Deutschland aus.

7 Maßnahmen zur Informationen, Bewusstseinsbildung, Aufklärung (Artikel 10)

Die Information, Bewusstseinsbildung und Aufklärung über POP-relevante Themen erfolgt zurzeit durch das Umweltbundesamt und die Länder.

Das Umweltbundesamt informiert die Öffentlichkeit in Printmedien, Presseveröffentlichungen oder über das Internet (UBA 2016c, UBA 2016d, POP-Dioxin-Informationportal 2016) über aktuelle Fälle (UBA 2010d) sowie Einsatzgebiete von POPs und Probleme, die sich durch deren Einsatz ergeben.

7.1 Schadstofffreisetzungs- und Verbringungsregister (Thrude ehemals PRTR)

PRTR steht für *Pollutant Release and Transfer Register* (Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister).

Das PRTR-Deutschland informiert online z. B. über Schadstoffe, die von großen Industriebetrieben in einer Region freigesetzt werden. Es leistet damit einen Beitrag für mehr Transparenz bei Umweltinformationen und soll Unternehmen motivieren, ihre Umwelleistungen zu steigern (Thrude 2016).

Auf Grundlage der Europäischen PRTR-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 166/2006, E-PRTR-VO, Artikel 5) und des deutschen PRTR-Gesetzes (Gesetz zur Ausführung des Protokolls über Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister – SchadRegProtAG, §3) berichten Industriebetriebe in Deutschland an das UBA (§ 5) in elektronischer Form über

- ▶ die Freisetzung von Schadstoffen in Luft, Wasser und Boden,
- ▶ die Verbringung von Abfallmengen,

► die Verbringung von Schadstoffen mit Abwasser, das in externe Kläranlagen eingeleitet wird, wenn bestimmte Emissionsschwellenwerte oder Abfallmengen überschritten werden.

Außerdem enthält PRTR-Deutschland Informationen zu Emissionen aus diffusen Quellen bspw. aus Verkehr und Landwirtschaft.

Die Berichterstattung für das PRTR erfolgt jährlich. Das erste Berichtsjahr war 2007. Die Daten sind 15 Monate nach Ende des jeweiligen Berichtsjahres (d. h. zum 31. März des Folgejahres) an die EU zu berichten und ins nationale Register einzustellen.

Insgesamt sind 91 Schadstoffe laut Anhang II der E-PRTR-VO für Freisetzungen in Luft, Wasser und Boden sowie für Verbringungen von Schadstoffen im Abwasser relevant. Eine Betriebseinrichtung, die eine PRTR-Tätigkeit ausübt, ist berichtspflichtig, wenn sie aus einer bestimmten Branche stammt (z. B. die Chemische Industrie oder die Mineralölindustrie) oder in anderen Branchen bestimmte Tätigkeiten oberhalb eines Kapazitätsschwellenwerts ausübt (vgl. PRTR-Verordnung Anhang I).

Im PRTR werden gefährliche und nicht-gefährliche Abfälle unterschieden. Diese müssen nach Art. 5 Abs. 1 E-PRTR-VO dem PRTR berichtet werden, wenn

- gefährliche Abfälle in Mengen größer 2 Tonnen pro Jahr,
- nicht gefährliche Abfälle in Mengen größer 2.000 Tonnen pro Jahr

außerhalb des Standorts verbracht werden.

Hierbei ist jeweils nach Abfällen zur Verwertung und Beseitigung zu unterscheiden.

Bei der Verbringung von gefährlichen Abfällen ins Ausland ist der Betreiber über die in der Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 genannten Bestimmungen hinaus verpflichtet, den Namen und die Anschrift des verwertenden bzw. beseitigenden Unternehmens und den tatsächlichen Verwertungs- oder Beseitigungsort anzugeben.

Das PRTR enthält Informationen zu allen POPs des Stockholmer Übereinkommens mit Ausnahme von PFOS. Die vollständige Stoffliste zum PRTR ist im Anhang II der PRTR Verordnung festgelegt.

Die Daten fließen ebenfalls in die europäische Datenbank ein (ePRTR 2016). Daneben informieren einzelne Behörden über landesspezifische POP-Daten wie z. B. LANUV NRW (2017).

7.2 Dioxin-Datenbank des Bundes und der Länder

Mit einem Beschluss der 37. UMK im Jahre 1991 wurde die Bund/Länder-Arbeitsgruppe DIOXINE damit beauftragt die Einrichtung einer zentralen Datenbank DIOXINE zu initiieren. In einer Aufbauphase von 1993 bis 1997 entwickelte das UBA ein Konzept für ein medienübergreifendes auf persistente organische Stoffe ausgerichtetes Datenbankmanagementsystem. In Kooperation mit Bundesbehörden und den Ländern (AG DIOXINE) erfolgte seit 1997 der kontinuierliche Ausbau des Datenbestandes für die verschiedenen Umweltkompartimente. Der Lebensmittel- und Futtermittelbereich liegt in der fachlichen Federführung des BVL, der Gesundheitsbereich wird fachlich vom BfR betreut.

Die Datenbank dient als zentrales Instrument zur Dokumentation und Auswertung von Ergebnissen aus Untersuchungsprogrammen zur Dioxinbelastung der Umwelt, von Lebens- und Futtermitteln sowie des Menschen. Darüber hinaus werden Daten zu Abfall, Wertstoffen und Reststoffen, Klärschlamm und weiteren technischen Produkten aufgenommen und ausgewertet. Neben den Programmen und Untersuchungen in Verantwortung von Bundesbehörden und der Länder finden zunehmend Daten aus Forschungs- und Sonderprojekten sowie aus bekannt gewordenen Verunreinigungen in Lebensmitteln Eingang in das Datenbanksystem (Dioxin Datenbank 2016).

Eine 2016 aktualisierte XML-Schnittstelle ermöglicht die Übertragung von Lebensmitteldaten aus der Datenbank des BVL in die Dioxindatenbank des Bundes und der Länder. Eine zusätzlich implementierte Software dient der Pflege von Katalogen auf Basis des BVL-Katalogportals (ADV-Kataloge). Dies ermöglicht eine verbesserte und zeitnähere Aktualisierung der Dioxin-Datenbank und somit zeitnahe Information.

Der Datenbestand in der Dioxin-Datenbank des Bundes und der Länder wird ständig um Kongenerenspezifische Messergebnisse aus Untersuchungen der Technosphäre erweitert. Im Rahmen einer kürzlich abgeschlossenen Evaluation (Quass et al., 2016) wurden dem Datenbestand der Dioxin-Datenbank des Bundes und der Länder für PCDD/F- und für PCB-Quellen aus der Technosphäre mehr als 800 Kongenerenspezifische Datensätze hinzugefügt.

Insbesondere Quellen der Belastung durch Dioxine und PCB aus der Technosphäre wurden identifiziert und typische Kongenerenmuster verschiedener Schadstofftypen erstellt. Kongenerenprofil-Vergleiche wurden mittels statistischer Verfahren wissenschaftlich bewertet, um den Transfer über verschiedene Pfade in die Umwelt und letztendlich in die Lebensmittelkette besser zu qualifizieren und quantifizieren zu können.

Diese Daten werden einer wissenschaftliche Aufbereitung zugeführt, die dann sinnvoll für weitere wissenschaftliche Auswertungen zur Verfügung stehen können. Die Dioxin-Datenbank des Bundes und der Länder muss um weitere POPs erweitert werden. Hierzu zählen gemischt halogenisierte PCDD/F und PCB und bromierte Flammenschutzmittel inklusive deren Ersatzstoffe. Gerade die PCB und somit deren Ersatzstoffe spielen eine bedeutende Rolle in Brandschutzmitteln.

Neben Dioxinen und PCB werden Daten zu weiteren Umweltschadstoffen (u.a. auch anderen POPs) erfasst. Diese sind:

- ▶ Chlorbenzole
- ▶ Chlorphenole
- ▶ Polychlorierte Biphenyle
- ▶ Organochlorpestizide
- ▶ Polybromierte Diphenylether
- ▶ Perfluoroktanverbindungen
- ▶ Moschusverbindungen
- ▶ Nitromoschusverbindungen
- ▶ Polycyclische Moschusverbindungen
- ▶ Polyhalogenierte Dibenzodioxine/furane
- ▶ Polybromierte Flammschutzmittel
- ▶ Polychlorierte Naphthaline (PCN)

Die Aufgabe der zur Dioxin-Datenbank weiterentwickelten Fachapplikation ist sowohl die Aufnahme und einheitliche Strukturierung der in der Bundesrepublik erhobenen Messdaten aus Untersuchungs-

programmen, die Darstellung zeitlicher und räumlicher Trenderaussagen der Belastungssituation in verschiedenen Kompartimenten als auch die Bereitstellung von Daten und Informationen bei Belastungsereignissen z.B. in Lebensmitteln. Diese Aus- und Bewertungen können letztlich zur Umsetzung umweltpolitischer Maßnahmen (Anpassung gesetzlicher Regelungen), für die Ermittlung eines weiteren Datenbedarfs sowie zur Erfüllung von nationalen und internationalen Verpflichtungen zur Dokumentation des Zustandes der Umwelt herangezogen werden. Drei Berichte zum Zustand der Umwelt mit POPs veröffentlichte das Umweltbundesamt 2002 und 2007. In den darauffolgenden Jahren fanden und finden Auswertungen und Bewertungen der verfügbaren Daten im Rahmen der Daten zur Umwelt (siehe nachfolgendes Kapitel) statt Diese online-Angebote zum Umweltzustand in Deutschland unterliegen einer jährlichen Aktualisierung.

7.3 Daten zur Umwelt

Auf der Internetseite „Daten zur Umwelt – Umweltzustand in Deutschland“, können sich Interessierte über die Ursache von Umweltbelastungen, Veränderungen des Umweltzustandes, Wirkungen auf Mensch und Umwelt und umweltpolitische Ziele, Strategien und Maßnahmen informieren. Zu diesen Themenbereichen liegen aktuelle Tabellen und Grafiken, sowie Hintergrundinformationen zu Datenquellen, Rechtsgrundlagen und umweltpolitischen Qualitäts- und Handlungszielen vor. Außerdem werden Hinweise auf weiterführende Literatur und vertiefende Internetseiten anderer deutscher und internationaler Institutionen gegeben und ebenfalls jährlich nicht anlassbezogen aktualisiert.

Hier werden auch umfassende Informationen zu den POPs, z. B. zu Emissionen, Immission, Belastung der Böden etc. bereitgestellt. Die Beiträge entstehen in Zusammenarbeit mit anderen Bundesbehörden, vor allem dem BMUB und dem Statistischen Bundesamt ([UBA 2015a](#)).

7.4 Kleinf Feuerungsanlagen

Kleinf Feuerungsanlagen sind eine relevante Quelle für POPs. Eine Minderung der Emissionen ist in erster Linie durch die Vermeidung des Einsatzes unzulässiger Brennstoffe (z. B. behandeltes Holz, sonstige Abfälle) möglich. Das UBA sowie viele Länder stellen zum richtigen Umgang mit kleinen Festbrennstofffeuerungen umfangreiches Informationsmaterial zur Verfügung, das Betreiber aufklären und Schornsteinfeger bei ihrer Beratungstätigkeit nach der 1. BImSchV (siehe Kap. 2.4.2) unterstützen soll.

8 Maßnahmen zur Forschung, Entwicklung und Überwachung (Artikel 11)

Artikel 11 des Stockholmer Übereinkommens fordert die Vertragsstaaten auf, im Rahmen ihrer Möglichkeiten auf nationaler und internationaler Ebene geeignete Forschung, Entwicklung und Überwachung in Bezug auf

- ▶ POPs,
- ▶ gegebenenfalls deren Alternativen sowie
- ▶ potentielle persistente organische Schadstoffe

zu fördern oder zu übernehmen.

Neben den Quellen und Freisetzungen in die Umwelt (Abs. 1 lit. a) betrifft dies auch das Vorhandensein, die Konzentrationen und die Entwicklung der Konzentration im Menschen und in der Umwelt (Abs. 1 lit. b) oder die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit (Abs. 1 lit. d).

8.1 Forschung

Im Folgenden werden Forschungsaktivitäten in Deutschland auf verschiedenen Ebenen dargestellt. Dazu zählen Aktivitäten des Bundes, die z. B. im Rahmen des UFOPLANS³⁹ durchgeführt wurden oder werden und Forschungsprojekte der Länder. Eine Abgrenzung zum Monitoring wird dort gesehen, wo das Projekt einen bestimmten Sachverhalt untersuchen soll und nicht einem kontinuierlichen Prüfauftrag folgt.

8.1.1 Aktivitäten des Bundes

Identifizierung von Substanzen mit POP-Eigenschaften

Zur Entwicklung der Kriterien und Identifizierung von Chemikalien mit POP-Eigenschaften werden die existierenden Methoden zur vorausschauenden Abschätzung des Potentials halbflüchtiger organischer Verbindungen zum Langstreckentransport weiter entwickelt. Dies betrifft Instrumente, um Stoffe mit Eigenschaften der Anlage D des Stockholmer Übereinkommens zu identifizieren und diese auf POP-Eigenschaften zu evaluieren.

Hierfür wurden aus Mitteln des Forschungsetats des BMU die Fortentwicklung der POP-Kriterien, hier mit Schwerpunkt bei den PBT-Stoffen und die Identifizierung neuer potentieller POP vorangetrieben. Weiter sollten in Forschungsvorhaben neue Nachweisverfahren für POPs in der Umwelt erprobt werden.

Daneben wurden Forschungsprojekte aufgesetzt, die das Vorhandensein von POPs in der Umwelt und Erzeugnissen zum Gegenstand hatten, um so den Status Quo Deutschlands im Bezug auf (insbesondere) die neuen POPs zu ermitteln.

Zur Ermittlung des Vorkommens von fünf neuen, für die Aufnahme in das Stockholmer Übereinkommen vorgeschlagenen POP-Stoffen (HBCD, HCB, PCP, PCN und SCCP) in Abfällen und Recyclingmaterialien wurde 2012-2015 ein Forschungsvorhaben durchgeführt, in dem auch Grenzwerte für die Zerstörung der POP-Gehalte in Abfällen abgeleitet worden sind. Auf der Grundlage der Daten wurden Vorschläge für die Grenzwerte des Anhangs IV der POP-Verordnung sowie für bestimmte Entsorgungswege abgeleitet, die einerseits eine möglichst weitgehende Ausschleusung von Schadstoffen gewährleisten und andererseits umweltgerechte Recyclingprozesse ermöglichen ([UBA 2015](#)).

Im Umweltforschungsplan (UFOPLAN) des BUMB bildet das Forschungsthema Dioxine und PCB ein Schwerpunkt im umweltpolitischen Bereich „Stoffliche Risiken“. Dieses hat zum Ziel, Risiken von chemischen Stoffen und Zubereitungen durch deren Erkennung und Kontrolle zu verringern. Nationale und internationale wissenschaftliche Einrichtungen und Forschungsinstitute führen Untersuchungen durch, um dem Verbleib dieser Chemikalien in der Nahrungskette und in der Umwelt zu ermitteln.

Das Umweltbundesamt startete in Zusammenarbeit mit dem BMUB u.a. ein Forschungsprojekt, um die pfadbezogene Ursachenaufklärung insbesondere zu Kontaminationspfaden zu Lebensmitteln zu untersuchen. Das Globalvorhaben DIOXIN: Ursachenaufklärung für Quellen und Senken der Dioxinbelastung wurde in die Teilvorhaben 1 „Analyse und Trendabschätzung der Belastung der Umwelt und von Lebensmitteln mit ausgewählten POPs und Erweiterung des Datenbestandes der Dioxin-Datenbank des

³⁹ Das Bundesumweltministerium benötigt für die Umsetzung seiner umweltpolitischen Ziele wissenschaftlich fundierte Entscheidungsgrundlagen und -hilfen. Dazu leistet die Ressortforschung des BMU einen wesentlichen Beitrag. Diese richtet sich an den Prioritäten und Zielsetzungen der Umweltpolitik aus. Der dazu erforderliche, mittelfristige Forschungsbedarf des BMU wird in einem Forschungsrahmen beschrieben. Die sich aus dem Forschungsrahmen ergebenden Forschungsvorhaben werden jährlich im Umweltforschungsplan (UFOPLAN) des BMU niedergelegt.

Bundes und der Länder mit dem Ziel pfadbezogener Ursachenaufklärung“ (FKZ 3712 65 407 1, [Weber et al., 2015](#)) und Teilvorhaben 2 „Zuordnung und Quantifizierung der Dioxineinträge auf dem Luftpfad mittels Betrachtung der emissionsseitigen und immissionsseitigen Kongenerenmuster“ (FKZ 3712 65 407 2, [Quass et al., 2016](#)) gegliedert. In diesen Vorhaben wird insbesondere mit Blick auf den Pfad Umwelt - Lebensmittel die Gesamtproblematik der Belastung der Umwelt durch polychlorierte Dioxine/Furane (PCDD/F) und polychlorierte Biphenyle (PCB) strukturiert dargestellt.

Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Analyse der vordringlichen Problemfelder Luft, Boden, Biota und Belastungen aus/in der Technosphäre. Resultierender Handlungsbedarf wird ermittelt und bereits bestätigte Teilaspekte der Belastungssituation von PCDD/F und PCB in Umwelt und Lebensmitteln werden benannt. Untersuchungsergebnisse zu PCDD/F, PCB sowie weiteren chlororganischen Verbindungen, die im Rahmen von Monitoring- und Überwachungsprogrammen von Bund, Ländern und wissenschaftlichen Einrichtungen sowie durch anlassbezogene Projekte gewonnen wurden, werden zusammengefasst. Quellen und Senken der PCDD/F und PCB sowie mögliche Eintragspfade in die Umwelt werden identifiziert. Eintragspfade in die Lebensmittelkette und die Belastung von Nutztieren stehen dabei im Mittelpunkt.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Analyse und Bewertung der Belastung von Gebäuden mit PCB. In den 1960er und 1970er Jahren wurden beim Bau von Gebäuden und Häusern PCB-haltige Stoffe wie Fugendichtungsmassen, Farben und Beschichtungsstoffe verwendet. Aufgrund der Langlebigkeit (Persistenz) der PCB stellen diese Gebäude möglicherweise immer noch ein Risiko für Umwelt, Mensch und Tier dar.

Im Forschungsbericht des zweiten Teilvorhabens (FKZ 3712 65 407 02, [Quass et al., 2016](#)) werden auch Abschätzungen zu den potentiellen Inventaren von PCB und PCDD/F, die Reichweiten der atmosphärischen Immissionen bzw. der Verweildauer und Remobilisierungspotenziale vorgenommen.

Auch PCB Ersatzstoffe bedürfen einer Dokumentation. Beispielsweise Chlorparaffine oder Tetrachlorbenzen wurden nach dem PCB-Verbot verstärkt eingesetzt. Diesem Schwerpunkt wird durch ein aktuell laufendes Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes Rechnung getragen. Hierzu wurde ein weiteres Forschungsprojekt initiiert: "Evaluierung von Monitoringdaten zu POPs, POP-Kandidaten und Ersatzstoffen zur Aufklärung von Ursachen, Pfaden und Trends der Umweltbelastung“ (FKZ 3715 65 423 0)

Mit dem globalen Vorhaben sollen die bei Bund, Ländern und wissenschaftlichen Institutionen vorhandenen Monitoringdaten zu POPs, deren Ersatzstoffe sowie der POP-Kandidaten aus Programmen und anlassbezogenen Projekten aufbereitet werden. Grundlage sind die aus dem Forschungsvorhaben FKZ: 205 61 435 „Evaluierung von Expositionsdaten zu POPs“ vorliegenden Ergebnisse zum Datenbestand von POPs (Abschluss 5/ 2007) sowie die Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben FKZ 3712 65 407 1, [Weber et al., 2015](#) und FKZ 3712 65 407 2, [Quass et al., 2016](#). Insbesondere POP-Ersatzstoffe stehen dabei im Blickfeld der Datenarbeit.

Ein Team internationaler ExpertInnen unter der Leitung des Umweltbundesamtes erforscht seit dem Jahr 2005 die Belastung entlegener Alpenregionen mit persistenten organischen Schadstoffen (den sogenannten POP) und entwickelte dafür weltweit neue Methoden. Die Ergebnisse ermöglichen erstmals eine Analyse von Herkunftsregionen, saisonalen Unterschieden und langfristigen Trends. Im internationalen Forschungsprojekt MONARPOP (Monitoring Network in the Alpine Region for Persistent Organic Pollutants) wird in internationaler Zusammenarbeit das Vorkommen von POP in den Alpen untersucht. Im Mittelpunkt stehen vor allem Dioxine, Furane und polychlorierte Biphenyle (PCB). Die Messergeb-

nisse aus den Jahren 2005-2013 belegen, dass POPs über weite Strecken in der Luft transportiert werden und die Alpen als Barriere dienen. Die Kälte hochgelegener Alpengebiete verstärkt, Persistenz und die lokale Anreicherung (siehe auch Kapitel 8.2.5).

8.1.2 Aktivitäten der Länder

Einen Überblick über die Forschungs- und Monitoring-Projekte in den einzelnen Ländern gibt Tabelle 15 im Anhang. In Tabelle 17 werden Informationsportale für die Öffentlichkeit genannt. Die dort gelisteten Aktivitäten der Länder sowie Forschungsprojektdaten und Berichte können über das Informationsportal der Dioxin-Datenbank abgerufen werden (siehe Kapitel 7.2).

8.2 Monitoringaktivitäten des Bundes

In diesem Abschnitt werden die Monitoringaktivitäten dargestellt, die neben anderen Stoffen auch das Monitoring von POPs umfassen. Zum einen werden Messprogramme des Bundes genannt, die der Bewertung der Belastung der Umwelt – einschließlich des Menschen – dienen (8.2.1 - 8.2.4), zum anderen werden Messprogramme des Bundes genannt, die der Bewertung der Belastung der Umwelt im engeren Sinne dienen und im Kontext bestimmter gesetzlicher Regelungen stehen.

Das Umweltbundesamt betreibt ein deutschlandweites Luftmessnetz zur Untersuchung der weiträumigen grenzüberschreitenden Luftverunreinigungen im Rahmen internationaler Messprogramme (des Programms EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme)) sowie zur Durchführung von Messungen im ländlichen Hintergrund gemäß EU-Luftqualitätsrichtlinie. Im Rahmen des EMEP berichtet das Umweltbundesamt als nationale Koordinierungsstelle über jährliche Emissionen von ausgewählten POPs, die unbeabsichtigt in verschiedenen Sektoren entstehen und in die Umwelt gelangen. Innerhalb des EMEP-Programms misst das Umweltbundesamt an 5 Stationen u.a. Indikator-PCB und stellt diese Daten dem Programm zur Verfügung (siehe Kapitel 8.2.5). Außerdem verfasst das UBA den Informativ Inventory Report (IIR) und ist für die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei allen relevanten Prozessschritten verantwortlich. Gleichzeitig ist die nationale Koordinierungsstelle die zentrale Anlaufstelle aller beteiligten Institutionen.

8.2.1 Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit (ehemals Umwelt-Survey genannt)

Das Umweltbundesamt untersucht seit 1985 wiederholt in großen Bevölkerungsquerschnittsstudien, mit welchen möglicherweise schädlichen Substanzen und Umwelteinflüssen die Menschen in Deutschland in Berührung kommen. Aktuell werden mit der Deutschen Umweltstudie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen bundesweit Daten zur körperlichen Schadstoffbelastung von Kindern und Jugendlichen sowie zu deren möglicher Exposition in ihrem häuslichen Bereich erhoben. Es nehmen Kinder und Jugendliche im Alter von 3 bis 17 Jahren aus 167 Untersuchungsorten in Deutschland an der Studie teil, sie wurden so ausgewählt, dass sie repräsentativ für die Bevölkerung der genannten Altersgruppe in Deutschland sind.

Im Rahmen des Human-Biomonitorings (HBM) werden Blut- und Urinproben der teilnehmenden Kinder und Jugendlichen untersucht. Zur Charakterisierung des Wohnumfeldes werden u.a. das Trinkwasser, der Hausstaub und die Innenraumluft auf Schadstoffe hin untersucht.

Insbesondere werden Analysen durchgeführt zu

- ▶ endokrinen Disruptoren (Substanzen, die durch Beeinflussung des Hormonsystems die Gesundheit schädigen können) wie einige Flammschutzmittel, Parabene, Phthalate und Bisphenol A,
- ▶ Ersatzstoffen für Phthalate in Kunststoffen und andere Weichmacher,

- ▶ Stoffen, die das Nervensystem schädigen können, wie polychlorierte Biphenyle (PCB), Quecksilber und Pestizide aus der Gruppe der chlorierten zyklischen Kohlenwasserstoffe,
- ▶ Luftverunreinigungen wie Feinstaub, ultrafeine Partikel, Benzothiazole, Naphthalin, Toluol, Formaldehyd und andere flüchtige organische Verbindungen,
- ▶ möglicherweise krebserregenden und krebserfördernden Stoffen wie Blei, Arsen, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), flüchtige organische Verbindungen wie Benzol, Formaldehyd,
- ▶ schwer abbaubaren bzw. lange im Körper verweilenden Stoffen wie polyfluorierte Verbindungen, Cadmium, Blei.

Mit den Teilnehmenden und ihren Eltern werden außerdem standardisierte Interviews geführt, um wesentliche Faktoren, die das Ausmaß der individuellen Schadstoffbelastung beeinflussen, zu ermitteln, wie z.B. Wohnumfeld, Ausstattung der Wohnung, Ernährungsgewohnheiten, Produktanwendungen und umweltrelevante Verhaltensweisen.

Die aktuellen Daten dienen dazu, Referenzwerte abzuleiten, die das Ausmaß der Belastung von Kindern und Jugendlichen mit Umweltschadstoffen in Deutschland zum Zeitpunkt der Untersuchung beschreiben (sog. Hintergrundbelastung). Diese Referenzwerte können als Beurteilungsmaßstab herangezogen werden, wenn es darum geht, festzustellen, ob eine vergleichsweise erhöhte Belastung bei Probanden vorliegt oder nicht. Ggf. sollte dann die Ursache für die erhöhte Belastung geklärt werden. Die Referenzwerte sind rein statistisch definierte Werte, denen per se keine gesundheitliche Bedeutung zukommt. Für eine gesundheitliche Einschätzung von Meßwerten müssen die sog. HBM-Werte herangezogen werden.

8.2.2 Dioxin-Datenbank des Bundes und der Länder

Die Dioxin-Datenbank des Bundes und der Länder ist ein gutes Beispiel für die Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern. Sie ist ein medienübergreifendes Instrument, in dem in Deutschland erhobene Daten aus der Umwelt sowie Lebensmittel- und Humandaten, einschließlich der zu ihrer Bewertung notwendigen Metadaten, dokumentiert sind.

Die Datenbank enthält derzeit Expositionsdaten von etwa 489 kompartiment-spezifischen Messprogrammen mit über 34.000 Kongener-spezifischen Einzelproben für die Umweltkompartimente Boden, Wasser, Luft, Biota (Pflanze, Tier), für Abfall, Wertstoffe, Reststoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, für Haus- und Dachbodenstäube, für Futter- und Lebensmittel sowie Humanproben (Gewebe, Körperflüssigkeiten). Darüber hinaus sind umfangreiche Informationen zu Probenahme, Analytik und Standortbeschreibung enthalten.

Bund und Länderbehörden sind gemeinsam für die Pflege der Datensätze verantwortlich. Grundlage für den Datenaustausch stellt die Verwaltungsvereinbarung zwischen Bund und Ländern über den Datenaustausch im Umweltbereich in der Fassung vom März 1996 dar, mit dem Anhang II.3. „Austausch von Daten zu polyhalogenierten Dibenzodioxinen und Dibenzofuranen sowie weitere chlororganische Stoffe“.

Der Zugang zu diesen Daten und Informationen ist seit 2003 über ein Web-Portal möglich. Diese Applikation vereinfacht den Datenaustausch zwischen den Beteiligten, die Qualitätssicherung durch den Datenlieferanten und den Zugang zu den aggregierten Daten (z.B. Trendauswertung) aber auch der zugrunde liegenden Einzeldaten. Durch ein Rechte- und Rollenkonzept kann der Zugang gesteuert werden. Derzeit haben mehr als 250 Fachnutzer einen Online-Zugang zu dem Datenbanksystem. Sie können damit selbst Abfragen generieren und Auswertungen durchführen. Über ein Online-Erfassungsformular

können Nutzer des Datenbanksystems Metadaten zu Messergebnissen bzw. -programmen übermitteln. Eine Webservice-Schnittstelle erlaubt auch das Herunterladen von qualitätsgesicherten Daten.

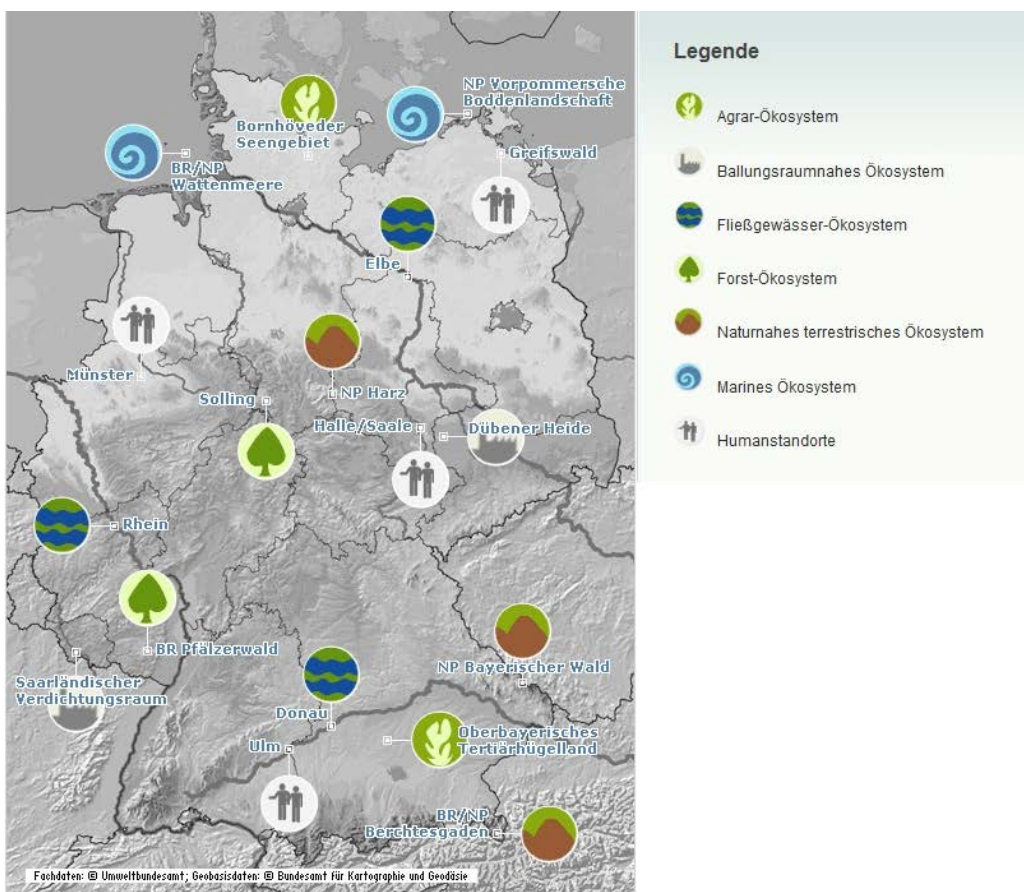
Des Weiteren finden bzw. fanden regelmäßig Fachgespräche mit Vertretern von Bundes- und Länderbehörden, von Laboren sowie von Verbänden der Ökolandbauern statt.

8.2.3 Umweltprobenbank

Seit Anfang der 80er Jahre koordiniert das Umweltbundesamt im Auftrag des BMUB die **Umweltprobenbank** (Umweltprobenbank 2016a) des Bundes. Mit der Sammlung und Langzeitlagerung definierter Umwelt- und Humanproben verfolgt die Umweltprobenbank das Ziel, Verhalten und Verbleib insbesondere langlebiger und sich in der Umwelt anreichernder Stoffe in der Umwelt nachzuvollziehen und die Belastung des Menschen mit diesen Stoffen zu erfassen.

Die Umweltproben umfassen Proben aus terrestrischen, limnischen und marinen Lebensräumen. Daneben werden auch verschiedene Humanproben erfasst (Blutplasma, Vollblut, 24 Stunden Sammelurin,). Dabei werden die Proben wiederkehrend den gleichen Ökosystemen/Populationen entnommen, um so langfristige Trends beschreiben zu können. Abbildung 6 gibt eine Übersicht der einzelnen Probenahmegebiete/Populationen.

Abbildung 6: Probenahmegebiete der Umweltprobenbank



Quelle: Umweltprobenbank, 2016b

Im Monitoringprogramm der Umweltprobenbank werden regelmäßig eine Reihe von Stoffe/Stoffgruppen des Stockholmer Übereinkommens analysiert. Für viele dieser Stoffe liegen 20-30 jährige Zeitreihen in Proben verschiedener Arten und Kompartimente vor. Beispielsweise gibt es für Mäweiern ver-

schiedener Nordseeinseln Ergebnisse für Dioxine/Furane/dl-PCB, Aldrin, Dieldrin, Heptachlor, Oktachlorstyrol (OCS), Pentachlorphenol (PCP), HCB, PCB, DDT, PeCB, HCH, PFOS sowie weitere PFAS, PBDE, HBCDD). In Fischen aus Ost- und Nordsee sowie den Binnengewässern liegen Trends für PBDE, HBCDD, HCB, PFAS (10) sowie Dioxine/Furane, DL-PCBs vor. Ein Teil dieser Verbindungen wird auch in terrestrischen Proben untersucht, beispielsweise in Rehlebern. Die Daten stehen auf der Webseite der Umweltprobenbank zum Download und/oder in Berichtsform zur Verfügung. Neben Studien zur Überprüfung der Wirksamkeit von Stoffbeschränkungen untersucht die Umweltprobenbank die Trends und Niveaus von Ersatzstoffen, die anstelle der regulierten Stoffe vermarktet werden. Aktuelle Beispiele sind kurz- und langkettige PFAS sowie Dechloran Plus und andere Flammschutzmittel.

8.2.4 "Fourth WHO-coordinated survey of human milk for persistent organic pollutants"

Das UBA (FG IV 2.2) koordinierte den deutschen Beitrag zum globalen "Fourth WHO-coordinated survey of human milk for persistent organic pollutants". Aufbauend auf Konzentrationsmessungen von PCDD/F, PCB in Muttermilchproben früherer Erhebungen aus den Jahren 1987 bis 2003 wurden in einer weiteren Kampagne Daten für zeitliche Trendaussagen dieser Stoffe gewonnen (UBA 2008).

Anders als in den früheren Jahren wurde das Untersuchungsprogramm, welches im Auftrag des *Global Environment Monitoring System* - Food Contamination Monitoring and Assessment Programme (GEMS/Food) der WHO durchgeführt wird nicht auf PCDD/F und PCB beschränkt, sondern auf alle Stoffe der Anhänge des Stockholmer Übereinkommens ausgedehnt. Optional sollten darüber hinaus auch PBDE gemessen werden. Der Bericht zu diesem Projekt ist 2007 bei der WHO verfügbar gemacht worden (WHO 2007).

8.2.5 Umweltmonitoringaktivitäten im Kontext europäischer Regelwerke

In Deutschland existieren keine spezifischen Messprogramme die ausschließlich POPs der POP-Verordnung zum Gegenstand haben. Die im Rahmen von Umweltmonitoringaktivitäten gemessenen Stoffe folgen in der Regel den Vorgaben europäischer Regelwerke (z. B. prioritäre Stoffe der WRRL) oder anderer internationaler Messprogramme (HELCOM, OSPAR). Die in den Programmen jeweils gemessenen Stoffe schließen auch einzelne Stoffe der Anhänge des Stockholmer Übereinkommens und/oder des POPs-Protokolls der CLRTAP ein.

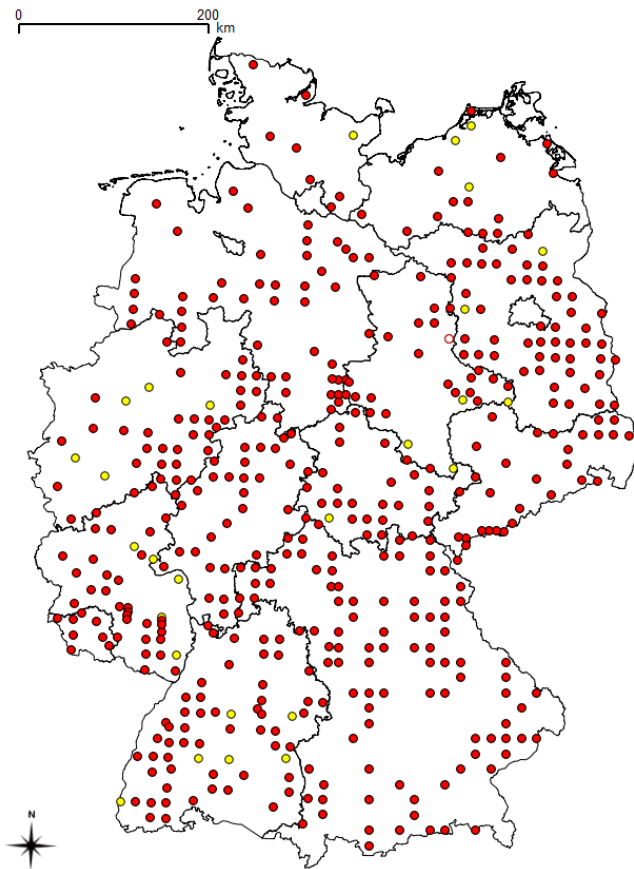
Bodenzustandserhebung im Wald – Hintergrundbelastung mit persistenten organischen Stoffen

Bei Planung der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald hatte die Bund-Länder-Arbeitsgruppe „BZE II“ die Erhebung der persistenten organischen Stoffe (Organika) als notwendig erachtet und in das Konzeptpapier der BZE II aufgenommen (BZE 2007). Ziel der Bund-Länder-Arbeitsgruppe „BZE II“ war dabei, angesichts der Gefährlichkeit und allgemeinen Verbreitung der POPs die Datengrundlage über die Verbreitung und die Belastung der Waldökosysteme zu verbessern. Die Erhebung erfolgte arbeitsteilig zwischen der Forst- und Umweltseite. Die Ermittlung der typischen Gehalte organischer Schadstoffe in Waldböden ist ein eigenständiges Vorhaben der Umweltseite. Die dazu erforderlichen Bodenproben wurden im Rahmen der BZE II von den Ländern gewonnen. Für folgende Stoffe wurden flächenrepräsentativ die Hintergrundgehalte für die Bundesrepublik ermittelt: DDT und Metabolite, HCB, HCH, PCB6, Aldrin/Dieldrin sowie PAK16.

Bei der Erhebung wurde das Stichprobenkonzept der BZE II zugrunde gelegt, wobei aus dem Raster der ca. 2.000 BZE-Probenahmepunkte (8 km x 8 km-Raster) die Punkte des ICP-Forest bzw. des EU-BioSoil-Programmes (16 km x 16 km-Raster, ca. 450 Punkte) ausgewählt werden (BMELV, 2016). Damit ist die Vergleichbarkeit der Ergebnisse auf europäischer Ebene sichergestellt. Zusätzlich wurde eine vereinzelt Verdichtung des Rasters vorgenommen, Der Stichprobenumfang beläuft sich damit auf insgesamt

rund 475 Punkte. Die untersuchten Probennehmehorizonte sind Auflage und die Tiefenstufen 0 – 5 cm und 5 – 10 cm des Oberbodens.

Abbildung 7: Probennahmepunkte der BZE II – Zusatzprogramm Organika



Rot: ICP-Forest bzw. EU-BioSoil-Programm (16kmx16km Netz; ca. 450 Punkte); Grün: Verdichtungspunkte (26 Punkte)

MONARPOP

Das internationale Programm **M**onitoring **N**etwork in the **A**lpine **R**egion for **P**ersistent **O**rganic **P**ollutants (MONARPOP) erhob von Juli 2003 bis Dezember 2007 POPs im Alpenraum. Aufgrund der höheren Niederschläge und tieferen Temperaturen verstärken die Deposition von POPs in dieser Region. Bis zum Start des Projekts ist die Bedeutung der Verschmutzung jedoch kaum erfasst worden. MONARPOP untersuchte die POPs und andere organische Schadstoffe insbesondere in Bezug auf deren:

- ▶ Langstreckenverfrachtung in entlegene alpine Regionen,
- ▶ vorrangige Quellgebiete
- ▶ Belastungsausmaß im Alpenraum, einschließlich regionaler Unterschiede,
- ▶ Änderung mit der Seehöhe,
- ▶ in Bergwäldern des Alpenraums gespeicherte Vorräte,
- ▶ mögliche biologische Wirkungen der gemessenen Belastungen.

Außerdem sollten Entscheidungsträger mit Informationen versorgt werden und so ein Instrument zur Erfolgskontrolle für das Stockholmer Übereinkommen zu etablieren ([Monarpop 2017](#)). Fast alle analysierten POPs wurden auch in den Umweltproben gefunden. Besonders erstaunlich ist, dass sowohl Mirex, was nie in Zentraleuropa zum Einsatz gekommen ist, als auch DDT, das schon in den 1970er Jahren

verboten wurde, in Proben gefunden wurden, die auf eine aktuelle Verschmutzung hindeuten. Zum Beispiel wurden sie in der Luft, Ablagerungen oder in Nadelproben gefunden ([Monarpop 2009](#)).

EMEP

Bei der europäischen Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen gibt es das Europäische Monitoring und Bewertungsprogramm (*European Monitoring and Evaluation Programme* - [EMEP 2016](#)). EMEP liefert Informationen über Emissionen, Konzentrationen, Depositionen und den weiträumigen grenzüberschreitenden Transport von Luftverunreinigungen und erstellt Emissionsszenarien. Auf der Basis der von den Staaten zur Verfügung gestellten Emissionsdaten sowie meteorologischen Daten modelliert EMEP Transport und Transformation von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre sowie Konzentrationen und Depositionen von Luftverunreinigungen. EMEP ermittelt auch den grenzüberschreitenden Transport der Schadstoffe als Schadstoffimport- und Exportbilanzen. Im Rahmen von EMEP erbringt das UBA den deutschen Beitrag zu einem europaweiten Luftmessnetz, welches Messdaten zum Ferntransport von Luftverunreinigungen bereitstellt. Zum Messprogramm gehörten schon in den 1990er Jahren auch POPs. Die Messungen für den deutschen Anteil an dem Projekt führt das UBA an fünf Stationen des Luftmessnetzes (Küsten-, Flachland- und Mittelgebirgsstationen) durch ([UBA 2017d](#)). Zu den im UBA-Luftmessnetz bestimmten POPs gehören PAKs, Organochlorpestizide (z. B. g-HCH) und PCBs.

Wasserüberwachung

In Umsetzung der WRRL werden nach [OGewV 2016](#) (Anlage 6 und 8) Untersuchungen auf die sogenannten prioritäre Stoffe, sonstige Schadstoffe sowie flussgebietspezifische Schadstoffe durchgeführt. Darunter sind viele POPs. Die Untersuchungen erfolgen in der Wasser- und/oder Schwebstoffphase und/oder Biota. Teilweise werden die Überwachungsprogramme durch Effektmonitoring mit Biomarkern ergänzt.

Des Weiteren werden auch im Rahmen der abgestimmten Messprogramme der internationalen Flussgebietskommissionen für Donau, Elbe, Oder und Rhein spezifische Stoffe untersucht. Die Auswahl der Stoffe wird von Kommissionen aus Vertretern der Anrainerstaaten festgelegt und die Ergebnisse veröffentlicht. Die Messprogramme werden laufend angepasst und orientieren sich zunehmend an den Stoffen der WRRL. So dokumentiert beispielsweise ein im Auftrag der Hamburger Behörde für Umwelt und Energie erstellter Bericht Stoffeigenschaften, die Herstellung und Verwendung sowie rechtliche Regelungen polychlorierter Biphenyle im Elbe-Einzugsgebiet. Darüber hinaus wird genauer auf ihre räumliche Verteilung sowie deren zeitliche Entwicklung eingegangen sowie wesentliche Schadstoffquellregionen und -typen benannt ([ELSA 2016](#)).

Ein Bericht im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern präsentiert die Ergebnisse des 2015 durchgeführten Schadstoffmonitorings an Fischen aus ausgewählten Fließ-, Stand- und Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns. Außerdem wurden für den Zeitraum der bislang erfolgten Monitoring-Untersuchungen (2013 – 2015) die Messergebnisse der EU-regulierten prioritären Schadstoffe mit den entsprechenden Biota-UQN verglichen ([Lung 2016](#)).

Das Bund/Länder-Messprogramm für die Meeresumwelt von Nord- und Ostsee (BLMP) arbeitet mit anderen inner- und zwischenstaatlichen Einrichtungen und Programmen wie z. B. den Flussmessprogrammen

- ▶ ARGE Elbe ([FGG Elbe 2017](#)),
- ▶ ARGE Weser ([FGG Weser 2017](#))

- ▶ und dem Trilateralen Wattenmeer-Monitoring- und Assessment-Programm (TMAP) mit Sitzen in Tönning und Wilhelmshaven ([Nationalpark Wattenmeer 2011](#))

zusammen.

Im Projekt "Untersuchungen zur Akkumulation verschiedener persistenter Schadstoffe in terrestrischen Wildtieren" führte das bayrische Landesamt für Umwelt ([LfU 2016](#)) ein Forschungsprojekt zur Belastung von bayrischen Wildtieren mit verschiedenen polybromierten Flammschutzmitteln, polychlorierten Biphenylen (PCB), polyfluorierten Tensiden (PFT), polychlorierten Dibenzo-p-Dioxinen und Dibenzofuranen (PCDD/F), verschiedenen endokrin wirksamen Substanzen und Schwermetallen durch. Der nun vorliegende Abschlussbericht stellt die Ergebnisse vor. Es wurden Proben aus Lebern und teilweise Fleisch von verschiedenen Wildtieren aus fünf unterschiedlich stark belasteten Waldgebieten in Bayern untersucht. Für die Stoffgruppen PCB und PCDD/F wurde in allen untersuchten Spezies erhöhte Gehalte in den Leberproben gefunden. Im Gegensatz dazu wurden für die meisten auf endokrin wirksamen Substanzen analysierten Proben Werte unterhalb der jeweiligen Bestimmungs- bzw. Nachweisgrenze gemessen. Auch für niederfluorierte Flammschutzmittel wurden vergleichsweise niedrige Gehalte in den Leberproben gefunden.

8.3 Monitoringaktivitäten der Länder

Auch von Länderbehörden der Bundesrepublik Deutschland werden im Rahmen ihrer Vollzugstätigkeiten Untersuchungsprogramme durchgeführt, die der Beobachtung des Umweltzustandes dienen. Die Ergebnisse der Untersuchungsprogramme werden als Grundlage für die Konzeption und Gestaltung regionaler Maßnahmen gebraucht und verwendet.

Um die Verpflichtungen nach der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) zu erfüllen, werden von den Ländern Untersuchungsprogramme zur Belastung der Oberflächengewässer mit Mikroschadstoffen durchgeführt, zu denen u.a. POPs gehören. Hierbei werden die Konzentrationen in der Wasserphase und z.T. in Biota erfasst. In einigen Ländern reicht das Untersuchungsprogramm über die Verpflichtungen der WRRL hinaus. Dies betrifft das Spektrum der untersuchten Stoffe sowie die Durchführung von Sediment- und Schwebstoffuntersuchungen. Zudem wurde in den letzten Jahren in einigen Ländern das Vorkommen von PFOS (BW, RP, TH) und des POP-Kandidaten PFOA (RP, BW) im Grundwasser ermittelt.

In fast allen Ländern wurde das Bodendauerbeobachtungsprogramm fortgesetzt, in dessen Rahmen auch POPs untersucht werden. Hintergrundwerte u.a. für POPs wurden ermittelt, wobei die Auswahl der untersuchten Substanzen von Land zu Land variierte.

Weiterhin werden von einzelnen Ländern spezifische Monitoringprogramme zur Umweltbelastung durch POPs betrieben. Beispielsweise hat Baden-Württemberg ein langjähriges Programm zur Untersuchung von Wanderfalkeneiern im Rahmen der medienübergreifenden Umweltbeobachtung aufgelegt. Nach derzeitigem Stand wurden bislang alle bis 2013 gelisteten POPs berücksichtigt. Wanderfalkeneier haben sich als guter Bioindikator für das gemäß Stockholm-Konvention benötigte POP-Monitoring erwiesen. Es ist beabsichtigt, das Programm künftig fort zu setzen.

8.4 Überwachung

Überwachungsaktivitäten beinhalten in Abgrenzung zum Monitoring den Vollzug gesetzlicher Bestimmungen. Dabei kann es auch zu Überschneidungen mit dem Monitoring kommen. Die Monitoring- bzw. Überwachungsaktivitäten der Länder sind im Anhang in Tabelle 15 gelistet.

8.4.1 Aktivitäten des Bundes und der Länder

Die zuständigen Ressorts des Bundes und der Länder Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein arbeiten seit 1997 bei der Überwachung der Meeresumwelt von

Nord- und Ostsee im Rahmen des Bund/Länder-Messprogramms für die Meeresumwelt von Nord- und Ostsee (BLMP) zusammen.

Zur Unterstützung der Umsetzung der EU Meeresstrategie-Richtlinie (2008/56/EG) wurde das BLMP mit Wirkung zum 30. März 2012 durch das Verwaltungsabkommen Meeresschutz der Ländern und des Bundes und den Bund/Länder-Ausschuss für Nord- und Ostsee (BLANO) abgelöst (VerwAbk Meeresschutz, 2012). Die bisherige Kooperation bei der Überwachung der Meeresumwelt wird unter Berücksichtigung der vorhandenen Kompetenzverteilung zwischen Bund und Küstenländern und den zusätzlichen Anforderungen der MSRL fortgeführt. Für die gemeinsame Überwachung und Bewertung der Meeresumwelt von Nord- und Ostsee durch Bund und Küstenländer im Rahmen des Verwaltungsabkommens Meeresschutz wird das Kürzel „BLMP“ als „Bund/Länder Messprogramm“ weiterhin genutzt.

Die Zusammenarbeit hat das Ziel einer effizienten und vollständigen Erfüllung der nationalen, europäischen und internationalen Verpflichtungen. Eine Zusammenarbeit von Bund und Küstenländern zum Zwecke des Meeresschutzes erfolgt insbesondere

- ▶ „bei der Umsetzung und Durchführung der EU-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie;
- ▶ zur gemeinsamen Überwachung und Bewertung der Meeresumwelt von Nord- und Ostsee;
- ▶ im Rahmen des Übereinkommens über den Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebiets (Hel-sinki-Übereinkommen);
- ▶ im Rahmen des Übereinkommens zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks (OSPAR-Übereinkommen);
- ▶ bei der Koordination des Meeresschutzes mit der Trilateralen Regierungskooperation zum Schutz des Wattenmeeres;
- ▶ bei der Einbeziehung relevanter EU-Richtlinien soweit bei der Umsetzung der MSRL sinnvoll und notwendig (u.a. Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG) und Vogelschutzrichtlinie (VRL)) sowie
 - ▶ bei der Ableitung von Anforderungen des Meeresschutzes in Verbindung mit den Zielen der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL).“ (VerwAbk Meeresschutz, 2012)

Bund und Länder arbeiten zusammen, *„um die Erfüllung nationaler, europäischer und internationaler Verpflichtungen zu koordinieren und zu verbessern, Synergien zu schaffen, die Qualität der Daten sicherzustellen, die Überwachungsprogramme zur Untersuchung des Zustandes von Nord- und Ostsee abzustimmen und zu harmonisieren, die Untersuchungsergebnisse zu dokumentieren, die Bewertung des Zustands der nationalen Küsten- und Meeresgewässer gemeinsam durchzuführen und sich durch gegenseitige Unterrichtung über alle für den Umweltzustand von Nord- und Ostsee bedeutsamen Erkenntnisse zu informieren. Die Vorhaltung der Daten und Informationen und ihre Bereitstellung zur Erfüllung nationaler, europäischer und internationaler Verpflichtungen obliegen dem Bund. Die Unterzeichner [des Verwaltungsabkommens] gewährleisten die effektive und zeitgerechte Bereitstellung von erforderlichen qualitätsgesicherten Daten, Informationen und Dokumenten zur Erfüllung der vereinbarten Zwecke.“* „Durch Koordination und Abstimmung der einzelnen Aufgaben soll sichergestellt werden, dass kohärente Meeresstrategien gemeinsam von Bund und Ländern entwickelt werden.“ (VerwAbk Meeresschutz, 2012). Die Bund/Länder Partner gewähren sich für die nach dem Verwaltungsabkommen entstehenden Kosten gegenseitig alle Befreiungen und Ermäßigungen, die ihnen ihre Vorschriften ermöglichen.

Der Bund vertritt die deutschen Interessen in den vorgenannten internationalen Übereinkommen und übernimmt im Außenverhältnis zu den Nachbarstaaten die Abstimmung und Koordinierung in den Meeresregionen. Der Bund sorgt für die Koordination der Überwachungsprogramme, für die Zusammenstellung, Darstellung und Meldung der Ergebnisse an die internationalen Kommissionen.

Die Daten aus den verschiedenen Überwachungsprogrammen werden u.a. in der Meeresumwelt Datenbank (MUDAB)(UBA 2011f) gesammelt. Die MUDAB wird von der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) im Auftrag des Umweltbundesamtes betrieben.

Im Rahmen der umfangreichen Messprogramme des BMLP und der Nachfolgekooperation werden auch organische Spurenstoffe in Wasser, Sediment und Biota von Nord- und Ostsee untersucht. Eine Übersicht über die einzelnen rechtlichen Quellen, (inkl. WRRL) in denen Stoffe verzeichnet sind, die gemessen werden, ist im BLMP Monitoring-Handbuch, Kennblatt Schadstoffe, zu finden (<http://mhb.meereschutz.info/de/kennblaetter/neue-kennblaetter/details/pid/28.html>, MHB, 2015). Das Monitoring-Handbuch befindet sich in Überarbeitung, um den Anforderungen der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie an ein Überwachungsprogramm nachzukommen. Dies fordert neben der Überwachung der Meeresumwelt auch Datenerhebungen für Belastungs- und Maßnahmen-bezogene Indikatoren.

9 Quellenverzeichnis

3M (2000): Weppner, William A. Phase-out Plan for PFOS-Based Products. 3M. St. Paul, MN. July 7, 2000

ABFALLVERBRINGUNGSGESETZ, Gesetz zur Ausführung der Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Juni 2006 über die Verbringung von Abfällen und des Basler Übereinkommens vom 22. März 1989 über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung (Abfallverbringungsgesetz – AbfVerbrG) vom 19. Juli 2007 (BGBl. I S. 1462), das zuletzt durch Artikel 626 Absatz 1 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist, http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/abfverbrg_2007/gesamt.pdf

ABFALLVERZEICHNISVERORDNUNG, Abfallverzeichnis-Verordnung vom 10. Dezember 2001 (BGBl. I S. 3379), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. März 2016 (BGBl. I S. 382) geändert worden ist, <https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/avv/gesamt.pdf>

ABWASSERVERORDNUNG, Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasser-verordnung – AbwV) Ausfertigungsdatum: 31.03.1997, in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Juni 2004 (BGBl. I S. 1108, 2625), die zuletzt durch Artikel 20 des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585) geändert worden ist, <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/abwv/gesamt.pdf>

ACEA (2010): Persönliche Mitteilung der ACEA - European Automobile Manufacturers Association, 2010

ALTHOLZVERORDNUNG, Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (Altholzverordnung – AltholzV) vom 15. August 2002 (BGBl. I S. 3302), die durch Artikel 6 der Verordnung vom 2. Dezember 2016 (BGBl. I S. 2770) geändert worden ist, <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/altholz/gesamt.pdf>

ALTÖLVERORDNUNG (AltöIV), Ausfertigungsdatum: 27.10.1987, in der Fassung der Bekanntmachung vom 16. April 2002 (BGBl. I S. 1368), die durch Artikel 2 der Verordnung vom 20. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2298) geändert worden ist, http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/alt_lv/gesamt.pdf

Anlaufstellen (2007) - Anlaufstellen Basler Übereinkommen: Anlaufstellen-Leitlinien Nr. 5 zur Einstufung von Holzabfällen in den Einträgen B3050 oder AC170, http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/anlaufstellen_leitlinien_5.pdf

ARGE BLMP Nord- und Ostsee (2010a): Arbeitsgemeinschaft Bund/Länder-Messprogramm (ARGE BLMP) für die Meeresumwelt von Nord- und Ostsee, Internetauftritt, (Stand 08.06.2010), <http://www.blmp-online.de/Seiten/Infos.html>

Baden Württemberg (2001): Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCB-Richtlinie) – Fassung September 1994, http://www.gaa.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16493/6_1.pdf

Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal (1989) <http://www.basel.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/1275/Default.aspx>

BAuA (2011): Internetauftritt, (Stand 15.05.2009) <http://www.baua.de/de/Chemikaliengesetz-Biozidverfahren/Export-Importverordnung/Besondere-Verfahren.html>

Bayerisches Immissionsschutzgesetz (BayImSchG): Bayerisches Immissionsschutzgesetz (BayImSchG) in der in der Bayerischen Rechtssammlung (BayRS 2129-1-1-U) veröffentlichten bereinigten Fassung, das zuletzt durch Gesetz vom 2. August 2016 (GVBl. S. 248) geändert worden ist, [http://www.gesetze-bayern.de/\(X\(1\)S\(qsbmtqpkliymrboy0jkzvmj\)\)/Content/Document/BayImSchG?AspxAutoDetectCookieSupport=1](http://www.gesetze-bayern.de/(X(1)S(qsbmtqpkliymrboy0jkzvmj))/Content/Document/BayImSchG?AspxAutoDetectCookieSupport=1)

Bayrisches Landesamt für Umwelt (LfU 2016)"Untersuchungen zur Akkumulation verschiedener persistenter Schadstoffe in terrestrischen Wildtieren",[http://www.bestellen.bayern.de/application/applstarter?APPL=STMUG&DIR=stmug&AC-TIONxSETVAL\(artdtl.htm,APGxNODENR:283761,AARTxNR:lfu_all_00136,USERxBODYURL:artdtl.htm,KATA-LOG:StMUG,AKATxNAME:StMUG,ALLE:x\)=X](http://www.bestellen.bayern.de/application/applstarter?APPL=STMUG&DIR=stmug&AC-TIONxSETVAL(artdtl.htm,APGxNODENR:283761,AARTxNR:lfu_all_00136,USERxBODYURL:artdtl.htm,KATA-LOG:StMUG,AKATxNAME:StMUG,ALLE:x)=X)

Bayern (1994): Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCB-Richtlinie), http://www.bgbau-medien.de/html/bau/pcb_rl.pdf

Bergmann, Meike (2007): Bestimmung polybromierter Diphenylether in Kunststoffen und Untersuchungen zum Emissionsverhalten. BAM-Dissertationsreihe, Band 20. Bremerhaven <https://opus4.kobv.de/opus4-bam/frontdoor/index/index/docId/138>
<http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:b43-1382>

Bericht der Kommission zur Umsetzung der Thematischen Strategie von 2012 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52012DC0046&from=EN>

BIOABFALLVERORDNUNG, Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (Bioabfallverordnung – BioAbfV) Bioabfallverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 4. April 2013 (BGBl. I S. 658), die zuletzt durch Artikel 5 der Verordnung vom 5. Dezember 2013 (BGBl. I S. 4043) geändert worden ist, <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bioabfv/gesamt.pdf>

BIOZID-MELDEVERORDNUNG, Verordnung über die Meldung von Biozid-Produkten nach dem Chemikaliengesetz (Biozid-Meldeverordnung – ChemBiozidMeldeV) vom 14. Juni 2011 (BGBl. I S. 1085), http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/chembiozidmeldev_2011/gesamt.pdf

BIOZID-ZULASSUNGSVERORDNUNG, Verordnung über die Zulassung von Biozid-Produkten und sonstige chemikalienrechtliche Verfahren zu Biozid-Produkten und Biozid-Wirkstoffen (Biozid-Zulassungsverordnung – ChemBiozidZulV) vom 4. Juli 2002 (BGBl. I S. 2514), die durch Artikel 15 des Gesetzes vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 1970) geändert worden ist, <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/chembiozidzulv/gesamt.pdf>

BIOZIDVERORDNUNG (2012) Verordnung (EU) Nr. 528/2012 des europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Mai 2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02012R0528-20140425&qid=1491213939278&from=EN>

BiPRO (2011): Study on waste related issues of newly listed POPs and candidate POPs, Consortium ESWI Expert Team to Support Waste Implementation European Commission, Service request under the framework contract No ENV.G.4/FRA/2007/0066, 25 March 2011(Update 13 April 2011), http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/POP_Waste_2011.pdf

BLMP 2012 - www.blmp-online.de/Seiten/Monitoringhandbuch.htm

BMELV, 2016: http://www.bmel.de/DE/Wald-Fischerei/Waelder/_texte/Bodenzustandserhebung.html

BMUB (2016): Deutsches Ressourcenschutzprogramm II, Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. <http://www.bmub.bund.de/themen/wirtschaftsprodukte-ressourcen-tourismus/ressourceneffizienz/deutsches-ressourceneffizienzprogramm/progress-ii/>

BMUB (2017): Download gesetzlicher Regelungen zum Bodenschutz: <http://www.bmub.bund.de/themen/wasser-abfall-boden/bodenschutz-und-altlasten/downloads/> (getestet 23.01.2017)

BMU (2004b): Bericht der Bundesregierung zur Umsetzung des Protokolls zu dem Übereinkommen von 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung betreffend persistente organische Schadstoffe, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt (UBA),

BMU (2004c): Pressemitteilung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 16.06.2004: PCB-Ausstieg in Deutschland fast abgeschlossen, <http://www.bmub.bund.de/pressemitteilung/pcb-ausstieg-in-deutschland-fast-abgeschlossen/>

Breidenbach, H. (2011): Persönliche Mitteilung von Dipl. Ing. Herbert Breidenbach, ZVO, 2011.

BUNDES-BODENSCHUTZ- UND ALTLASTENVERORDNUNG (BBodSchV) vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), die zuletzt durch Artikel 16 des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585) geändert worden ist, <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbodschv/gesamt.pdf>

BUNDES-BODENSCHUTZGESETZ, Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG) vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 9. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3214) geändert worden ist, <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbodschg/gesamt.pdf>

BUNDES-IMMISSIONSSCHUTZGESETZ, Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG), Ausfertigungsdatum: 15.03.1974, in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 20. Juli 2011 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist, <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimschg/gesamt.pdf>

BVL (2009): Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland – Ergebnisse der Meldung gemäß §19 Pflanzenschutzgesetz für das Jahr 2009, Juni 2010: http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/meld_par_19_2009.pdf;jsessionid=B51DFF6D05E498FBAB811179C0DA8887.1_cid103?_blob=publicationFile&v=2

BZE (2007): Bund-Länder-Arbeitsgruppe „BZE II“, Zielsetzung und Konzeption der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II-Konzeptpapier), http://bfh-web.fh-eberswalde.de/bze/upload/BZEII_Konzept/0701_BZE-Konzeptpapier_v2korr.pdf

CHEM (2006): Overview of Existing Information on PFOS Production, Use, Emissions and Pathways to the Environment and Cost/Benefits with alternatives/substitutes. 2006-01-25.

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2004): CHEM - News XIII "aktuelle stoffpolitische Schwerpunkte der Abteilung für stoffbezogenen Umweltschutz - Chemiepolitik.

CHEMIKALIENGESETZ, Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz – ChemG), Ausfertigungsdatum 16.09.1980, in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. Juli 2008 (BGBl. I S. 1146), das zuletzt durch Artikel 6 des Gesetzes vom 6. Februar 2012 (BGBl. I S. 148) geändert worden ist, <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/chemg/gesamt.pdf>

CHEMSANKTIONSV, Verordnung zur Sanktionsbewehrung gemeinschafts- oder unionsrechtlicher Verordnungen auf dem Gebiet der Chemikaliensicherheit (Chemikalien-Sanktionsverordnung - ChemSanktionsV) <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/chemsanktionsv/gesamt.pdf>

Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens und die Abgabe bestimmter Stoffe, Gemische und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (Chemikalien-Verbotsverordnung – ChemVerbotsV), Ausfertigungsdatum 20.01.2017, (BGBl. I S. 794), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 20. November 2017 (BGBl. I S. 94) geändert worden ist, <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/chemverbotsv/gesamt.pdf>

DDT-Gesetz (1972): Gesetz über den Verkehr mit DDT (DDT-Gesetz) vom 7. August 1972 [https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/text.xav?SID=&start=%2F%2F*\[%40node_id%3D%27208351%27\]&skin=&tf=xaver.component.Text_0&hlf=xaver.component.Hitlist_0#bgbl172082.pdf](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/text.xav?SID=&start=%2F%2F*[%40node_id%3D%27208351%27]&skin=&tf=xaver.component.Text_0&hlf=xaver.component.Hitlist_0#bgbl172082.pdf)

DEPONIEVERORDNUNG, Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 4. März 2016 (BGBl. I S. 382) geändert worden ist die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 17. Oktober 2011 (BGBl. I S. 2066) geändert worden ist, http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/depv_2009/gesamt.pdf

DESTATIS/Cahsun (2011): Information von Nadine Cahsun, Statistisches Bundesamt, Email vom 11.08.2011 bzgl der Sonderauswertung Input/Output gefährliche Abfälle nach EAV-Schlüssel und Anlagenart basierend auf der jährlichen Erhebung des Statistischen

Bundesamtes, Fachserie 19 Reihe 1, Umwelt Abfallentsorgung 2008, Er-schienen am 13. Juli 2010, Tabelle 19.1 ergänzt am 15. September 2010, Artikelnummer 2190100087004, Wiesbaden 2010.

DESTATIS/Stute pers. Komm. (2011): Information von Christiane Stute, Statistisches Bundesamt, Email vom 04.03.2011.

Dioxin Datenbank (2016): Übersicht zu Mess- und Beobachtungsprogrammen des Bundes, der Länder und anderer Einrichtungen, <http://www.dioxindb.de/>

DREIZEHNTE VERORDNUNG zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Großfeuerungs- und Gasturbinenanlagen) (13. BImSchV) vom 20.07.2004 (BGBl. I S. 1717, 2847), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 27. Januar 2009 (BGBl. I S. 129) geändert worden ist, https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_13_2013/

Düngemittelverordnung: Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung - DüMV) vom 5. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2482), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 27. Mai 2015 (BGBl. I S. 886) geändert worden ist" http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/d_mv_2012/gesamt.pdf

EC (2011): European Commission – Environment: Waste Shipments: Correspondents' Guidelines and other guidance documents, <http://ec.europa.eu/environment/waste/shipments/guidance.htm>

ELEKTRO- UND ELEKTRONIKGERÄTEGESETZ, Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (Elektro- und Elektronikgerätegesetz – ElektroG) vom 20. Oktober 2015 (BGBl. I S. 1739), das zuletzt durch Artikel 3 der Verordnung vom 20. Oktober 2015 (BGBl. I S. 1739) geändert worden ist, https://www.gesetze-im-internet.de/elektrog_2015/

ELSA (2016): PCB in der Elbe – Eigenschaften, Vorkommen und Trends sowie Ursachen und Folgen der erhöhten Freisetzung im Jahr 2015. Behörde für Umwelt und Energie, Projekt Schadstoffsanierung Elbsedimente, Hamburg, S. 78 http://elsa-elbe.de/assets/download/fachstudien/ELSA_PCB_Bericht_2016.pdf

EMEP (2016): Internetauftritt, (Stand 29.08.2016): <http://www.emep.int/>

EMEP (2001): EMEP Manual for Sampling and Analysis (Version November 2001), <http://www.nilu.no/projects/ccc/manual/index.html>

ENTSCHEIDUNG DER KOMMISSION vom 27. Dezember 2000 über die Nichtaufnahme von Quintozen in Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG des Rates und die Aufhebung der Zulassungen für Pflanzenschutzmittel mit diesem Wirkstoff (2000/816/EG) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000D0816&qid=1485760804731&from=EN>

ENTSCHEIDUNG DES RATES vom 19. Dezember 2002 zur Festlegung von Kriterien und Verfahren für die Annahme von Abfällen auf Abfalldeponien gemäß Artikel 16 und Anhang II der Richtlinie 1999/31/EG (ABl. L 11 vom 16.1.2003, S. 27 – 49), <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02003D0033-20021220&from=EN>

ENTSCHEIDUNG DER KOMMISSION vom 2. Dezember 2005 über die Nichtaufnahme von Endosulfan in Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG des Rates und die Aufhebung der Zulassungen für Pflanzenschutzmittel mit diesem Wirkstoff (ABl. L 317 vom 3.12.2005, S. 25 – 28) (2005/864/EG), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:317:0025:0028:DE:PDF>

ePRTR (2016): European Pollutant Release and Transfer Register, <http://prtr.ec.europa.eu/#/home>

ERSTE VERORDNUNG zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1. BImSchV) vom 26. Januar 2010 (BGBl. I S. 38), http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimschv_1_2010/gesamt.pdf

FGG Elbe (2017): Flussgebietsgemeinschaft Elbe (FGG Elbe), Internetauftritt, <http://www.fgg-elbe.de/fgg-elbe.html>

FGG Weser (2017): Flussgebietsgemeinschaft Weser (FGG Weser), Internetauftritt, <http://www.fgg-weser.de/>

Freie und Hansestadt Hamburg (2002): Behörde für Umwelt und Gesundheit: PCB, Die Entsorgung PCB-haltiger elektrischer Geräte und Bauteile, Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Gesundheit (BUG), Amt für Immissionsschutz und Betriebe, Referat E 33, (Stand August 2002) <http://www.hamburg.de/contentblob/135744/data/merkblatt-pcb.pdf>

FUTTERMITTELVORORDNUNG (FuttMV), Ausfertigungsdatum 08.04.1981, in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Mai 2007 (BGBl. I S. 770), die zuletzt durch Artikel 2 Absatz 86 des Gesetzes vom 22. Dezember 2011 (BGBl. I S. 3044) geändert worden ist, http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/futtmv_1981/gesamt.pdf

GADSL (2011): Global Automotive Declarable Substance List, (Stand 2010-2011) <http://www.gadsl.org/>

GEFAHRSTOFFVERORDNUNG, Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – Gef–StoffV), vom 26. November 2010 (BGBl. I S. 1643, 1644), die durch Artikel 2 des Gesetzes vom 28. Juli 2011 (BGBl. I S. 1622) geändert worden ist, http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/gefstoffv_2010/gesamt.pdf

Gesetz zur Ausführung des Protokolls über Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister vom 21. Mai 2003 sowie zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 166/2006 vom 6. Juni 2007 (BGBl. I S. 1002) (SchadRegProtAG) <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/schadregprotag/gesamt.pdf>

Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 100-1, veröffentlichten bereinigten Fassung, das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Juli 2010 (BGBl. I S. 944) geändert worden ist, <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/gg/gesamt.pdf>

GRUNDWASSERVERORDNUNG, Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung – GrwV) vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513), http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/grwv_2010/gesamt.pdf

Helsinki-Übereinkommen <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=URISERV:l28059&from=DE>

IKSD (2016): Internetauftritt, <http://www.icpdr.org/>,

IKSE (2016): Internetauftritt, <http://www.ikse-mkol.org/>

IKSO (2016): Internetauftritt, <http://www.mkoo.pl/index.php>

IKSR (2016): Internetauftritt, <http://www.iksr.org/>

IMDS (2016): International Material Data System: Archiv-, Austausch- und Verwaltungssystem für den Fahrzeugbau, <http://www.mdssystem.com/imdsnt/startpage/index.jsp>

INFEKTIONSSCHUTZGESETZ, Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz – IfSG) vom 20. Juli 2000 (BGBl. I S. 1045), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 28. Juli 2011 (BGBl. I S. 1622) geändert worden ist, <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/ifsg/gesamt.pdf>

I&P Europe (2011): Persönliche Mitteilung von Markus Sude, Direktor I&P Europe; März 2011.

JRC (2001): Joint Research Center - European Union Risk Assessment Report: Diphenyl Ether, Pentabromo Derivate (Pentabromodiphenyl ether), 1st Priority List, Volume 5, Office of Official Publications of the European Communities Luxembourg, 2001.

KLÄRSCHLAMMVERORDNUNG (AbfKlärV) vom 15. April 1992 (BGBl. I S. 912), die zuletzt durch Artikel 9 der Verordnung vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1504) geändert worden ist, http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/abfkl_rv_1992/gesamt.pdf

KOM (2006): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen - Thematische Strategie für den Bodenschutz [SEC(2006)620] [SEC(2006)1165] / KOM/2006/0231, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52006DC0231:EN:NOT>

KONTAMINANTENVERORDNUNG, Verordnung zur Begrenzung von Kontaminanten in Lebensmitteln (Kontaminanten-Verordnung – KmV), vom 19. März 2010 (BGBl. I S. 287), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 09. August 2012 (BGBl. I S. 1710 f.) geändert worden ist, <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/kmv/gesamt.pdf>

Kraftfahrt-Bundesamt (2016): Fahrzeugzulassungen (FZ). Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Fahrzeugalter. 1. Januar 2016. FZ 15. Wiesbaden. Seite 7, www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2016/fz15_2016_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=2

Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG, 2012): Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/krwg/gesamt.pdf>

LABO (2016): Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) Internetauftritt, <http://www.labo-deutschland.de/Startseite.html>

LABO (2016a): Bericht des ALA über „Bundesweite Kennzahlen zur Altlastenstatistik, (Stand 16.01.2017), https://www.labo-deutschland.de/documents/Anlage_6-3-1_Altlastenstatistik_2016-1.pdf

LAGA (2010) Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall - Jahresbericht der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 2010, http://www.laga-online.de/servlet/is/23875/LAGA_JaBer_2010.pdf?command=downloadContent&file-name=LAGA_JaBer_2010.pdf

LAGA (2011) Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall - Jahresbericht der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 2011, http://www.laga-online.de/servlet/is/23875/LAGA_JaBer_2011.pdf?command=downloadContent&file-name=LAGA_JaBer_2011.pdf

LAGuS (2015): Landesamt für Gesundheit und Soziales Mecklenburg-Vorpommern - Informationsblatt Hylotox 59, DDT und Lindan in Innenräumen, (Stand 07.2015), <http://www.lagus.mv-regierung.de/serviceassistent/download?id=136061>

LANUV NRW (2017): Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz - Emmissionskataster Luft, <https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft/emissionen/emissionskataster-luft/>

Lanxess (2010): Persönliche Mitteilung von Dr. Wolfgang Podesta, Lanxess Deutschland GmbH, 2010.

LEBENSMITTEL- und FUTTERMITTELGESETZBUCH, Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch (Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch – LFGB) Ausfertigungsdatum: 01.09.2005, in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2011 (BGBl. I S.1770), das durch Artikel 2 Absatz 17 des Gesetzes vom 22. Dezember 2011 (BGBl. I S. 3044) geändert worden ist, <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/lfgb/gesamt.pdf>

LfU (2016): Untersuchungen zur Akkumulation verschiedener persistenter Schadstoffe in terrestrischen Wildtieren, Bayerisches Landesamt für Umwelt, http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00136.htm

LRTAP (2006): Exploration of Management Options for PFOS. Proposal submitted by Sweden for the fifth meeting of the LRTAP Task Force on Persistence Organic Pollutants, Tallinn, 29 May-1 June 2006 and revised 15 June 2006.

LUNG (Hrsg.) (2016): Trendmonitoring von Schadstoffen in Fischen aus Gewässern Mecklenburg-Vorpommerns, Monitoring 2015, Zusammenfassung 2013 - 2015. - Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH (IfaÖ), Neu Broderstorf, Bericht zur Gewässergüte im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG), Güstrow, Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern 2016, Heft 3, 35 S. http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/bzg_trendmonitoring_fische_mv_2015.pdf

MHB 2015 – BLMP-Monitoringhandbuch - <http://www.meeresschutz.info/monitoringhandbuch.html>

MKULNV und MAIS (2011): Ministerium für Arbeit, Integration und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen und Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen: Der Fall ENVIO /PCB in Dortmund Fachaufsichtliche Gesamtbewertung (07.04.2011) <https://www.mais.nrw/pressemitteilung/envio-minister-schneider-und-minister-remmel-kuendigen-weitere-konsequenzen-aus-dem>

MONARPOP (2009): MONARPOP Technical Report, revised edition July 2009, http://www.monarpop.at/downloads/MONARPOP_Technical_Report.pdf

MONARPOP on the fly (2017): http://www.monarpop.at/on_the_fly/MONARPOP_en.php

Morf, L. S.; Tremp, J.; Gloor, R.; Huber, Y.; Stengele, M.; Zennegg, M. (2005): Brominated Flame Retardants in Waste Electrical and Electronic Equipment: Substance Flows in a Recycling Plant. Environ Sci Technol. 2005 Nov 15;39(22):8691-9.

NACHWEISVERORDNUNG, Verordnung über die Nachweisführung bei der Entsorgung von Abfällen (Nachweisverordnung - NachwV) vom 20. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2298), die durch Artikel 97 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist die durch Artikel 4 des Gesetzes vom 19. Juli 2007 (BGBl. I S. 1462) geändert worden ist, http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/nachwv_2007/gesamt.pdf

Nationalpark Wattenmeer (2011): Internetauftritt, <http://www.nationalpark-wattenmeer.de/>

Niedersachsen (2007): Kommission der Niedersächsischen Landesregierung „Umweltpolitik im Europäischen Wettbewerb“ (5. Regierungskommission): Abschlussbericht des Arbeitskreises "Entsorgung von Altfahrzeugen unter Berücksichtigung von Lebenszyklusanalysen", 2007. Seite 20f. www.regierungskommission.niedersachsen.de/servlets/download?C=38867749&L=20

NRW (2017): Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCB-Richtlinie NRW), https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_bes_text?anw_nr=1&gld_nr=2&ugl_nr=23239&bes_id=2571&val=2571&ver=7&sg=&aufgehoben=N&menu=1

OBERFLÄCHENGEWÄSSERVERORDNUNG, Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässer-Verordnung - OGewV) vom 20. Juli 2011 (BGBl. I S. 1429), https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/ogewv_2016/gesamt.pdf

Ospar-Übereinkommen <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=URISERV:I28061>

PCB/PCTAbfallverordnung – PCBAbfallV: Verordnung über die Entsorgung polychlorierter Biphenyle, polychlorierter Terphenyle und halogenerter Monomethyldiphenylmethane (Artikel 1 der Verordnung über die Entsorgung polychlorierter Biphenyle, polychlorierter Terphenyle sowie halogenerter Monomethyldiphenylmethane und zur Änderung chemikalienrechtlicher Vorschriften) (PCB/PCTAbfallverordnung - PCBAbfallV) "PCB/PCT-Abfallverordnung vom 26. Juni 2000 (BGBl. I S. 932), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 21 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist" <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/pcbabbfallv/gesamt.pdf>

PFLANZENSCHUTZGESETZ, Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz - PflSchG) vom 6. Februar 2012 (BGBl. I S. 148), http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/pflschg_2012/gesamt.pdf

PFLANZENSCHUTZ-ANWENDUNGSVERORDNUNG, Verordnung über Anwendungsverbote für Pflanzenschutzmittel (Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung – PflSchAnwV 1992) vom 10. November 1992 (BGBl. I S. 1887), die zu-letzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 22. Dezember 2011 (BGBl. I S. 2927) geändert worden ist, http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/pflschanwv_1992/gesamt.pdf

POP-Dioxin Informationsportal (2016): Internetauftritt, <http://www.pop-dioxindb.de/>

POPRC (2005): Persistent Organic Pollutants Review Committee, UNEP/POPS/POPRC.1/10: Decision POPRC-1/3: Pentabromodiphenyl ether, <http://chm.pops.int/Convention/POPsReviewCommittee/POPRCMeetings/POPRC1/POPRC1ReportandDecisions/tabid/350/language/en-US/Default.aspx>

POPRC (2008): Persistent Organic Pollutants Review Committee, UNEP/POPS/POPRC.4/15/Add.1: Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its fourth meeting, Addendum: Risk management evaluation for commercial octabromodiphenyl ether, <http://chm.pops.int/Convention/POPsReviewCommittee/POPRCMeetings/POPRC4/POPRC4ReportandDecisions/tabid/450/Default.aspx>

POPs-Protokoll der CLRTAP (1979): Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/full_text/1979.CLRTAP.e.pdf

Quass et al. (2016): Quass, U., Meyer, J., Kuhlbusch, T.: Zuordnung und Quantifizierung der Dioxineinträge auf dem Luftpfad mittels Betrachtung der emissionsseitigen und immissionsseitigen Kongenerenmuster, Umweltforschungsplan Förderkennzeichen 3712 65 407 2, Umweltbundesamt Texte 23/2016 <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/zuordnung-quantifizierung-der-dioxin-eintraege-auf>

Rentz et al. (2010): Rentz, O., Karl, U., Haase, M., Koch, M.: Nationaler Durchführungsplan unter dem Stockholmer Abkommen zu persistenten organischen Schadstoffen (POPs), Umweltforschungsplan Förderkennzeichen 205 67 444, Umweltbundesamt, Dessau, 2010, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/nationaler-durchfuehrungsplan-unter-stockholmer>

RICHTLINIE 67/548/EWG DES RATES vom 27. Juni 1967 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe (ABl. 196 vom 16.8.1967, S. 1 – 98), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31967L0548:DE:HTML>

RICHTLINIE 76/769/EWG DES RATES vom 27. Juli 1976 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Beschränkungen des Inverkehrbringens und der Verwendung gewisser gefährlicher Stoffe und Zubereitungen (ABl. L 262 vom 27.9.1976, S. 201 – 203), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1976:262:0201:0203:DE:PDF>

RICHTLINIE 79/117/EWG DES RATES vom 21. Dezember 1978 über das Verbot des Inverkehrbringens und der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, die bestimmte Wirkstoffe enthalten (ABl. L 33 vom 8.2.1979, S. 36 – 40), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31979L0117:DE:HTML>

RICHTLINIE 83/264/EWG DES RATES vom 16. Mai 1983 zur vierten Änderung der Richtlinie 76/769/EWG zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Beschränkungen des Inverkehrbringens und der Verwendung gewisser gefährlicher Stoffe und Zubereitungen (ABl. L 147 vom 06.06.1983, S. 9 – 10), <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:31983L0264&qid=1485762130371&from=EN>

RICHTLINIE 91/155/EWG DER KOMMISSION vom 5. März 1991 zur Festlegung der Einzelheiten eines besonderen Informationssystems für gefährliche Zubereitungen gemäß Artikel 10 der Richtlinie 88/379/EWG des Rates (ABl. L 76 vom 22.3.1991, S. 35 – 41), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1991:076:0035:0041:DE:PDF>

RICHTLINIE 91/414/EWG DES RATES vom 15. Juli 1991 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (ABl. L 230 vom 19.8.1991, S. 1 – 32), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1991:230:0001:0032:DE:PDF>

RICHTLINIE 92/43/EWG DES RATES vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1992L0043:20070101:DE:PDF>

RICHTLINIE 93/67/EWG DER KOMMISSION vom 20. Juli 1993 zur Festlegung von Grundsätzen für die Bewertung der Risiken für Mensch und Umwelt von gemäß der Richtlinie 67/548/EWG des Rates notifizierten Stoffen (ABl. L 227 vom 8.9.1993, S. 9 – 18), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1993:227:0009:0018:DE:PDF>

RICHTLINIE 96/59/EG DES RATES vom 16. September 1996 über die Beseitigung polychlorierter Biphenyle und polychlorierter Terphenyle (PCB/PCT) (ABl. L 243 vom 24.9.1996, S. 31 – 35), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1996:243:0031:0035:DE:PDF>

RICHTLINIE 96/82/EG DES RATES vom 9. Dezember 1996 zur Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen (ABl. L 10, S. 13 – 33), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1997:010:0013:0033:DE:PDF>

RICHTLINIE 98/8/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 16. Februar 1998 über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten (ABl. L 123, S. 1 – 63), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:123:0001:0063:DE:PDF>

RICHTLINIE 1999/31/EG DES RATES vom 26. April 1999 über Abfalldeponien (ABl. L 182, 16.7.1999, S.1 – 19), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:182:0001:0019:DE:PDF>

RICHTLINIE 1999/45/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 31. Mai 1999 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Zubereitungen (ABl. L 200 vom 30.7.1999, S. 1 – 68), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:200:0001:0068:DE:PDF>

RICHTLINIE 2000/21/EG DER KOMMISSION vom 25. April 2000 über das Verzeichnis der gemeinschaftlichen Rechtsakte gemäß Artikel 13 Absatz 1 fünfter Gedankenstrich der Richtlinie 67/548/EWG des Rates (ABl. L 103 vom 28.4.2000, S. 70 – 71), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:103:0070:0071:DE:PDF>

RICHTLINIE 2000/60/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (ABl. L 327, S. 1 – 73), <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02000L0060-20141120&qid=1484912364456&from=EN>

RICHTLINIE 2000/76/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 4. Dezember 2000 über die Verbrennung von Abfällen <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000L0076&from=DE>

RICHTLINIE 2002/32/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 7. Mai 2002 über unerwünschte Stoffe in der Tierernährung – Erklärung des Rates (ABl. L 140 vom 30.5.2002, S. 10 – 22), http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:aca28b8c-bf9d-444f-b470-268f71df28fb.0002.02/DOC_1&format=PDF

RICHTLINIE 2002/95/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 27. Januar 2003 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (ABl. L 37 vom 13.2.2003, S. 19 – 23), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:037:0019:0023:DE:PDF>

RICHTLINIE 2006/118/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung (ABl. L 372 vom 27.12.2006, S. 19 – 31), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:372:0019:0031:DE:PDF>

RICHTLINIE 2006/122/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 12. Dezember 2006 zur dreißigsten Änderung der Richtlinie 76/769/EWG des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Beschränkungen des Inverkehrbringens und der Verwendung gewisser gefährlicher Stoffe und Zubereitungen (Perfluorooctansulfonate) (ABl. L 372 vom 27.12.2006, S. 32 – 34), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:372:0032:0034:de:PDF>

RICHTLINIE 2008/1/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 15. Januar 2008 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (kodifizierte Fassung) (ABl. L 24 vom 29.1.2008, S. 8 – 29), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:024:0008:0029:DE:PDF>

RICHTLINIE 2008/56/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 17. Juni 2008 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0056&qid=1487334481538&from=EN>

RICHTLINIE 2008/98/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien (ABl. L 312 vom 22.11.2008, S. 3 – 30), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:DE:PDF>

RICHTLINIE 2008/105/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG (ABl. L 348 vom 24.12.2008, S. 84 – 97), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:348:0084:0097:DE:PDF>

RICHTLINIE 2010/75/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) (Neufassung) (ABl. L 334 vom 17.12.2010, S. 17 – 119), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:334:0017:0119:DE:PDF>

RICHTLINIE 2011/65/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 8. Juni 2011 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (Neufassung) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011L0065&qid=1485713128759&from=EN>

RICHTLINIE 2012/18/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 4. Juli 2012 zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen, zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinie 96/82/EG des Rates <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0018&qid=1484912642141&from=EN>

RICHTLINIE 2012/19/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 4. Juli 2012 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (Neufassung) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0019&qid=1485712924558&from=EN>

RICHTLINIE 2013/39/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013L0039&qid=1485161226725&from=EN>

RICHTLINIE 2014/80/EU DER KOMMISSION vom 20. Juni 2014 zur Änderung von Anhang II der Richtlinie 2006/118/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0080&qid=1485162235020&from=EN>

RICHTLINIE 2014/101/EU DER KOMMISSION vom 30. Oktober 2014 zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0101&qid=1485160918306&from=EN>

Röntgenverordnung: Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen (Röntgenverordnung - RöV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 30. April 2003 (BGBl. I S. 604), die zuletzt durch Artikel 6 der Verordnung vom 11. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2010) geändert worden ist" https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/r_v_1987/gesamt.pdf

Rotterdam Convention Secretariat (2008): Rotterdam Convention on the Prior Informed Consent Procedure for Certain Hazardous Chemicals and Pesticides in International Trade (2008) http://www.pic.int/Portals/5/en/ConventionText/RC%20text_2008_E.pdf

RPA (2004): Perfluorooctane Sulphonate - Risk reduction strategy and analysis of advantages and drawbacks. Final Report prepared for Department for Environment, Food and Rural Affairs and the Environment Agency for England and Wales. Risk & Policy Analysts Limited (RPA) in association with BRE Environment, August 2004. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/183154/pfos-riskstrategy.pdf

Sander, K. & Schilling, S. (2010): Optimierung der Steuerung und Kontrolle grenzüberschreitender Stoffströme bei Elektroaltgeräten/Elektroschrott (Umweltforschungsplan Förderkennzeichen 3708 93 300), Umweltbundesamt, Dessau, 2010, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/optimierung-steuerung-kontrolle>

Schlummer, M.; Gruber, L.; Mäurer, A.; Wolz, G.; van Eldik, R. (2007): Characterisation of polymer fractions from waste electrical and electronic equipment (WEEE) and implications for waste management. Chemosphere. 2007 Apr;67(9):1866-76. Epub 2007 Jan 17.

Secretariat of the Basel Convention (2011b): Technical guidelines for the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with polychlorinated biphenyls (PCBs), polychlorinated terphenyls (PCTs) or polybrominated biphenyls (PBBs) <http://archive.basel.int/pub/techguid/tg-PCBs.pdf>

Secretariat of the Basel Convention (2011c): Updated general technical guidelines for the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with persistent organic pollutants (POPs), <http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/pub/techguid/tg-POPs.pdf>

Secretariat of the Basel Convention (2015): Technical Guidelines <http://www.basel.int/TheConvention/Publications/Technical-Guidelines/tabid/2362/Default.aspx>

Secretariat of the Stockholm Convention (2009): Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs) - as amended in 2009 - Text and Annexes, <http://chm.pops.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/2232/Default.aspx>

SIEBENUNDZWANZIGSTE VERORDNUNG zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Artikel 1 der Verordnung über Anlagen zur Feuerbestattung und zur Änderung der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen) (Verordnung über Anlagen zur Feuerbestattung – 27. BImSchV) vom 19. März 1997 (BGBl. I S. 545), die durch Artikel 11 des Gesetzes vom 3. Mai 2000 (BGBl. I S. 632) geändert worden ist, http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimschv_27/gesamt.pdf

Siebttes Umweltaktionsprogramm der EU <http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/7eap/de.pdf>

SIEBZEHNTE VERORDNUNG zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen – 17. BImSchV) Ausfertigungsdatum: 02.05.2013, https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_17_2013/index.html

STÖRFALLVERORDNUNG 12. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Störfallverordnung – 12. BImSchV) https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimschv_12_2000/gesamt.pdf

TA-LUFT, Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002, http://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwvbund_24072002_IGI2501391.htm

Thematische Strategie für den Bodenschutz, Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52006DC0231&from=EN>

THRUDE (2016): <https://www.thru.de/thrude/>

UBA (2007a): Emissionsminderung für prioritäre und prioritäre gefährliche Stoffe der Wasserrahmenrichtlinie- Stoffdatenblätter - Forschungsbericht 203 21 280, Texte 27/2007, Stoffdatenblatt zu Lindan, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsminderung-fuer-prioritaere-prioritaere>

UBA (2007b): Fachpapier: Bromierte Flammschutzmittel in Elektro- und Elektronikgeräten: Das Flammschutzmittel Decabromdiphenylether (DecaBDE) ist durch umweltverträglichere Alternativen ersetzbar, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/419/dokumente/fachpapier_flammschutzmittel.pdf

UBA (2008): Bekanntmachung des Umweltbundesamtes: Aktualisierung der Referenzwerte für HCB, β -HCH, DDT und PCB in Frauenmilch, Stellungnahme der Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes, Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 2008 51:1239–1242 DOI 10.1007/s00103-008-0681-8, Springer Medizin Verlag 2008. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/referenzwerte-frauenmilch_2008.pdf

UBA (2010d): Dioxine und dl-PCB in der Umwelt - Auswertung der Länderberichte, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/dioxine-dl-pcb-in-umwelt>

UBA (2010f): Boden-Dauerbeobachtung, (Stand 07.09.2010) <http://www.umweltbundesamt.de/boden-und-altlasten/boden/bodenschutz/dauerbeobachtung.htm>

UBA (2011c): Altlastenverdachtsflächen im Verhältnis zur Anzahl der Sanierungen, (Stand Feb. 2011) <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2900> und Bundesweite Übersicht zur Altlastenstatistik, http://www.umweltbundesamt.de/boden-und-altlasten/altlast/web1/deutsch/1_3.htm

- UBA (2012): Nationale Umsetzung des Stockholmer Übereinkommens zu persistenten organischen Schadstoffen (POPs) – PBDE und PFOS in Erzeugnissen und im Recyclingkreislauf (FKZ 3710 63 415), http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/For-schungsdatenbank/3710_63_415_stockholm_bf.pdf
- UBA (2013): Abfallwirtschaft Entsorgungsverfahren, <http://www.uba.de/abfallwirtschaft/entsorgung/index.htm>
- UBA (2015): Ermittlung von potentiell POP-haltigen Abfällen und Recyclingstoffen - Ableitung von Grenzwerten (April 2015), <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/ermittlung-von-potentiell-pop-haltigen-abfaellen>
- UBA (2015a): Daten zur Umwelt – Umweltzustand in Deutschland <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/daten-zur-umwelt-2015>
- UBA (2016): Hexabromcyclododecan (HBCD) Antworten auf häufig gestellte Fragen (Stand Dezember 2016) <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/haufig-gestellte-fragen-antworten-zu>
- UBA (2016a): Internetauftritt Luftmessnetz, (Stand 29.08.2016): <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/messenbe-obachtenueberwachen/luftmessnetz-des-umweltbundesamtes>
- UBA (2016 b): Bundesweite Übersicht zur Altlastenstatistik, (Stand 16.01.2017)<https://www.umweltbundesamt.de/daten/boden-belastung-land-oekosysteme/altlasten-ihre-sanierung>
- UBA (2016c): Chemikalienpolitik und Schadstoffe, REACH, POPs, (Stand 25.06.2010) <http://www.uba.de/chemikalien/pops.htm>
- UBA (2016d): Chemikalienpolitik und Schadstoffe, REACH, Dioxine, (Stand 13.07.2011) <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/dioxine>
- UBA (2016e): Emissionen von Luftschadstoffen, Internetauftritt, <http://www.umweltbundesamt.de/emissionen/publikationen.htm>
- UBA (2017): Genehmigungsbehörden in Deutschland für grenzüberschreitende Abfallverbringungen (Stand 01/2017) https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2503/dokumente/competent_authorities_germany_2017.pdf
- UBA (2017a) Grenzüberschreitende Abfallstatistik <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/grenzueberschreitende-abfallverbringung/grenzueberschreitende-abfallstatistik>
- UBA (2017b) Abfallwirtschaft, Abfallarten, gefährliche Abfälle, POP-haltige Abfälle, PCB-haltige Geräte in Deutschland, (Stand 23.06.2016) <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft/abfallarten/gefaehrliche-abfaelle/pop-pcb-haltige-abfaelle>
- UBA (2017c): Abfall/Ressourcen - Grenzüberschreitende Abfallverbringung - Grenzüberschreitende Abfallstatistik, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/grenzueberschreitende-abfallverbringung/grenzueberschreitende-abfallstatistik>
- UBA (2017d): Luft/Regelungen und Strategien/Internationale Übereinkommen – EMEP. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/regelungen-strategien/internationale-uebereinkommen>
- UBA/Friedrich pers. Komm. (2011): Information von Jörg Friedrich, Umweltbundesamt, Email vom 08.02.2011
- UMK (2011): Internetauftritt, <http://www.umweltministerkonferenz.de/Willkommen.html>
- Umweltprobenbank (20161a): Internetauftritt der Umweltprobenbank des Bundes <http://www.umweltprobenbank.de>
- Umweltprobenbank (20161b) Probennahmegebiete der Umweltprobenbank, <http://www.umweltprobenbank.de/de/documents/details/11263>
- UNECE (2011a): Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (Convention on Long-Range Trans-boundary Air Pollution), <http://live.unece.org/env/lrtap/welcome.html>
- UNECE (2011b): GHS Informationen, http://live.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_welcome_e.html
- UNEP (2006): United Nations Environment Programme, Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its second meeting – Addendum – Risk profile on hexabromobiphenyl, <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.2-17-Add.3.English.pdf>
- UNEP (2009a): SC-4/18: Listing of tetrabromodiphenyl ether and pentabromodiphenyl ether, <http://chm.pops.int/Convention/COP/COPDecisions/tabid/208/Default.aspx>
- UNEP (2009b): SC-4/14: Listing of hexabromodiphenyl ether and heptabromodiphenyl ether, <http://chm.pops.int/Convention/COP/COPDecisions/tabid/208/Default.aspx>

UNEP (k. J.): United Nations Environmental Programme: Destruction and Decontamination Technologies for PCBs and Other POPs Wastes. A Training Manual for Hazardous Waste Project Managers, Volume C – Annexes, Secretariat of the Basel Convention, <http://www.basel.int/Implementation/Publications/TrainingManuals/tabid/2363/Default.aspx#>

UNFCCC (1992): RAHMENÜBEREINKOMMEN DER VEREINTEN NATIONEN ÜBER KLIMAÄNDERUNGEN, <http://unfccc.int/re-source/docs/convkp/convger.pdf>

Verdugo-Raab, U., Gruber, L., Albrecht, M., Preiß, U., Mosch, C., Seckin, E., Nitschke, L., Zimmermann, S., Zirngibl, A., Völkel, W., Boehmer, S., Smolic, S., Schlummer, M. & Fromme, H. (2008): BAMBI 2007/2008 – Bayerisches Muttermilchmonitoring (Bavarian Monitoring of Breast Milk), Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, http://www.lgl.bayern.de/gesund-heit/arbeitsplatz_umwelt/projekte_a_z/doc/bericht_bambi_kurz.pdf

VERORDNUNG (EWG) Nr. 315/93 DES RATES vom 8. Februar 1993 zur Festlegung von gemeinschaftlichen Verfahren zur Kontrolle von Kontaminanten in Lebensmitteln (ABl. L 37 vom 13.2.1993, S. 1 – 3), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1993:037:0001:0003:DE:PDF>

VERORDNUNG (EWG) Nr. 793/93 DES RATES vom 23. März 1993 zur Bewertung und Kontrolle der Umweltrisiken chemischer Altstoffe (ABl. L 84 vom 5.4.1993, S. 1 – 75), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31993R0793:DE:HTML>

VERORDNUNG (EG) Nr. 1488/94 DER KOMMISSION vom 28. Juni 1994 zur Festlegung von Grundsätzen für die Bewertung der von Altstoffen ausgehenden Risiken für Mensch und Umwelt gemäß der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates (ABl. L 161 vom 29.6.1994, S. 3 – 11), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1994:161:0003:0011:DE:PDF>

VERORDNUNG (EG) Nr. 194/97 DER KOMMISSION vom 31. Januar 1997 zur Festsetzung der zulässigen Höchstgehalte an Kontaminanten in Lebensmitteln (ABl. L 31 vom 1.2.1997, S. 48 – 50), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1997:031:0048:0050:DE:PDF>

VERORDNUNG (EG) Nr. 178/2002 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit (ABl. L 31 vom 1.2.2002, S. 1 – 24), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:031:0001:0024:DE:PDF>

VERORDNUNG (EG) Nr. 850/2004 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 29. April 2004 über persistente organische Schadstoffe und zur Änderung der Richtlinie 79/117/EWG (ABl. L 158, S. 7 – 49), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:158:0007:0049:DE:PDF>

VERORDNUNG (EG) Nr. 396/2005 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. Februar 2005 über Höchstgehalte an Pestizidrückständen in oder auf Lebens- und Futtermitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs und zur Änderung der Richtlinie 91/414/EWG des Rates (ABl. L 70 vom 16.3.2005, S. 1 – 16), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:070:0001:0016:DE:PDF>

VERORDNUNG (EG) Nr. 166/2006 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 18. Januar 2006 über die Schaffung eines Europäischen Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregisters und zur Änderung der Richtlinien 91/689/EWG und 96/61/EG des Rates, (ABl. L 33 vom 4.2.2006, S. 1 - 17), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:033:0001:0017:DE:PDF>

VERORDNUNG (EG) Nr. 1013/2006 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 14. Juni 2006 über die Verbringung von Abfällen sowie Berichtigung vom 28. November 2008, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2006R1013:20080716:DE:PDF>

VERORDNUNG (EG) Nr. 1881/2006 DER KOMMISSION vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln (ABl. L 364 vom 20.12.2006, S. 5 – 24), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:364:0005:0024:DE:PDF>

VERORDNUNG (EG) 1907/2006 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS- UND DES RATES zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission vom 18. Dezember 2006, zuletzt geändert durch Verordnung (EU) Nr. 143/2011 der Kommission vom 17. Februar 2011

bzw. deren Berichtigung vom 24. Februar 2011 (AbI. L 396, 30.12.2006, S. 1 – 85), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:396:0001:0849:EN:PDF>

VERORDNUNG (EG) Nr. 1925/2006 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 20. Dezember 2006 über den Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen sowie bestimmten anderen Stoffen zu Lebensmitteln (AbI. L 404 vom 30.12.2006, S. 26 – 38), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:404:0026:0038:DE:PDF>

VERORDNUNG (EG) Nr. 440/2008 DER KOMMISSION vom 30. Mai 2008 zur Festlegung von Prüfmethode gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:142:0001:0739:DE:PDF>

VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS- UND DES RATES vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (AbI. L 353 vom 31.12.2008, S. 1-1355), zuletzt geändert durch Verordnung (EG) Nr. 790/2009 der Kommission vom 10. August 2009 (AbI. L 235 vom 5.9.2009, S. 1 – 439), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:353:0001:1355:DE:PDF>

VERORDNUNG (EG) Nr. 552/2009 DER KOMMISSION vom 22. Juni 2009 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH) hinsichtlich Anhang XVII (AbI. L 164 vom 26.6.2009, S. 7 – 31), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:164:0007:0031:DE:PDF>

VERORDNUNG (EG) Nr. 1107/2009 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 21. Oktober 2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln und zur Aufhebung der Richtlinien 79/117/EWG und 91/414/EWG des Rates (AbI. L 309, S. 1 – 50), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:309:0001:0050:DE:PDF>

VERORDNUNG (EU) Nr. 453/2010 DER KOMMISSION vom 20. Mai 2010 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), (AbI. L 133 vom 31.5.2010, S. 1 – 43), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:133:0001:0043:DE:PDF>

VERORDNUNG (EU) Nr. 756/2010 DER KOMMISSION vom 24. August 2010 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 850/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates über persistente organische Schadstoffe hinsichtlich der Anhänge IV und V (AbI. L 223, S. 20 – 28), <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010R0756&qid=1485764613555&from=EN>

VERORDNUNG (EU) Nr. 757/2010 DER KOMMISSION vom 24. August 2010 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 850/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates über persistente organische Schadstoffe hinsichtlich der Anhänge I und III (AbI. L 223, S. 29 – 36), <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010R0757&qid=1485764801123&from=EN>

VERORDNUNG (EU) Nr. 207/2011 DER KOMMISSION vom 2. März 2011 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH) in Bezug auf Anhang XVII (Diphenylether-Pentabromderivat und Perfluorooctansulfonat – PFOS), (AbI. L 58 vom 3.3.2011, S. 27 – 28), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:058:0027:0028:DE:PDF>

VERORDNUNG (EU) Nr. 252/2011 DER KOMMISSION vom 15. März 2011 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH) hinsichtlich Anhang I (AbI. L 69 vom 16.3.2011, S. 3 – 6), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:069:0003:0006:DE:PDF>

Verordnung (EU) Nr. 1259/2011 der Kommission vom 2. Dezember 2011 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 hinsichtlich der Höchstgehalte für Dioxine, dioxinähnliche PCB und nicht dioxinähnliche PCB in Lebensmitteln (Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L 320 vom 3. Dezember 2011, S. 18-23) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R1259&qid=1485715237958&from=EN>

VERORDNUNG (EU) Nr. 519/2012 DER KOMMISSION vom 19. Juni 2012 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 850/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates über persistente organische Schadstoffe hinsichtlich des Anhangs I. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:159:0001:0004:DE:PDF>

VERORDNUNG (EU) Nr. 528/2012 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 22. Mai 2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02012R0528-20140425&qid=1484910529474&from=EN>

VERORDNUNG (EU) Nr. 649/2012 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 4. Juli 2012 über die Aus- und Einfuhr gefährlicher Chemikalien (Neufassung), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:201:0060:0106:DE:PDF>

VERORDNUNG (EU) Nr. 1342/2014 DER KOMMISSION vom 17. Dezember 2014 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 850/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates über persistente organische Schadstoffe hinsichtlich der Anhänge IV und V <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R1342&qid=1485765397231&from=EN>

VERORDNUNG (EU) Nr. 1357/2014 DER KOMMISSION vom 18. Dezember 2014 zur Ersetzung von Anhang III der Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R1357&qid=1485712225534&from=EN>

Verordnung zu Mitteilungs- und Übermittlungspflichten zu gesundheitlich nicht erwünschten Stoffen (Mitteilungs- und Übermittlungsverordnung - MitÜbermitV) Ausfertigungsdatum: 28.12.2011 https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/mit_bermitv/gesamt.pdf

VERSATZVERORDNUNG, Verordnung über den Versatz von Abfällen unter Tage (Versatzverordnung – VersatzV) vom 24. Juli 2002 (BGBl. I S. 2833), die zuletzt durch Artikel 11 des Gesetzes vom 15. Juli 2006 (BGBl. I S. 1619) geändert worden ist, <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/versatzv/gesamt.pdf>

VerwAbk Meeresschutz 2012 - Verwaltungsabkommen für die Zusammenarbeit von Bund und Ländern zum Meeresschutz insbesondere zur Umsetzung der Richtlinie 2008/56/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 2008 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie, MSRL)

VIERTE VERORDNUNG zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Art. 1 d. V zur Neufassung und Änderung von Verordnungen zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes) (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV), Ausfertigungsdatum: 24.07.1985, in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. März 1997 (BGBl. I S. 504), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 2 der Verordnung vom 26. November 2010 (BGBl. I S. 1643) geändert worden ist, https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimschv_4_2013/gesamt.pdf

Vijgen, J. (2006): The Legacy of Lindane HCH Isomer Production. A Global Overview of Residue Management, Formulation and Disposal. Main Report. International HCH & Pesticides Association, January 2006, <http://www.ihpa.info/docs/library/reports/Lindane%20Main%20Report%20DEF20JAN06.pdf>

VWI (2011): Persönliche Mitteilung des Verbands der Polyurethan-Weichschaum-Industrie e.V.

Wäger, P.; Schluep, M.; Müller, E. (2010): RoHS substances in mixed plastics from Waste Electrical and Electronic Equipment. St. Gallen http://www.ewasteguide.info/files/Waeger_2010_Empa-WEEEForum.pdf

WASSERHAUSHALTSGESETZ, Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das durch Artikel 2 Absatz 67 des Gesetzes vom 22. Dezember 2011 (BGBl. I S. 3044) geändert worden ist, http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/whg_2009/gesamt.pdf

WASSERRAHMENRICHTLINIE (WRRL): RICHTLINIE 2000/60/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02000L0060-20141120&qid=1485160735279&from=EN>

Weber et al. (2015): Weber, R., Hollert, H., Kamphues, J., Ballschmiter, K., Blepp, M., Herold, C.: Analyse und Trendabschätzung der Belastung der Umwelt und von Lebensmitteln mit ausgewählten POPs und Erweiterung des Datenbestandes der POP-Dioxin-Datenbank des Bundes und der Länder mit dem Ziel pfadbezogener Ursachenaufklärung, Umweltbundesamt Dokumentationen 114/2015 Forschungskennzahl 3712 65 407 1, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/analyse-trendabschaetzung-der-belastung-der-umwelt>

WEEE-RL: Richtlinie 2002/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Januar 2003 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (wird lt. Neufassung mit Wirkung zum 15.02.2014 aufgehoben) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:037:0024:0038:DE:PDF>

WHO (2007): Fourth WHO-Coordinated Survey of Human Milk for Persistent Organic Pollutants in Cooperation with UNEP, <http://www.who.int/entity/foodsafety/chem/POPprotocol.pdf>

WHO-TEF 2005: The 2005 World Health Organization Reevaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-Like Compounds, TOXICOLOGICAL SCIENCES 93(2), 223–241 (2006), doi:10.1093/toxsci/kfl055 <http://toxsci.oxfordjournals.org/content/93/2/223.long>

Wiechmann et al. 2013 (<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klaerschlammentsorgung-in-bundesrepublik>)

Wolf, Julia; Nellesen, Lisa (noch unveröffentlicht): Anforderungen an die Behandlung spezifischer Elektroaltgeräte unter Ressourcen- und Schadstoffaspekten.

10 Anhang:

Tabelle 15: Forschungs- und Monitoringprojekte zu POPs in den Ländern

Bundesland	Forschungsprojekte	Gemessene POPs
Baden-Württemberg	Elektrochemischer PFT-Abbau in Galvanikindustrieabwässern und Entwicklung einer PFT-Recyclinganlage	https://um.baden-wuerttemberg.de/de/service/publikation/did/elektrochemischer-pft-abbau-in-galvanikindustrieabwaessern-und-entwicklung-einer-pft-recyclinganlage/
Bayern	PureAlps: Schutz der Bayerischen Alpen vor Umweltchemikalien	PCDD/F, dl-PCB, PCB ₆ , PBDE (Tri- bis HeptaBDE und DecaBDE), Hexabromcyclododecan (HBCD), PFOS, PFOA, DDT, α-HCH, β-HCH, γ-HCH, Pentachlorbenzol, Hexachlorbenzol, Chlordan, Heptachlor, Aldrin, Dieldrin, Endosulfan, Mirex http://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/purealps/english/index.htm
	Biomonitoring persistenter Schadstoffe (Immissionsökologisches Monitoring persistenter organischer und anorganischer Schadstoffe im Hintergrund und bei quellenspezifischer Belastung)	PCDD/F, dl-PCB, PCB ₆ , PBDE
	EMPOP (Monitoring neuartiger Schadstoffe im bayerischen Alpenraum)	PCDD/F, dl-PCB, PCB ₆ , PBDE, HBCD, DDT, α-HCH, β-HCH, γ-HCH, Pentachlorbenzol, Hexachlorbenzol, Chlordan, Heptachlor, Aldrin, Dieldrin, Mirex, Endosulfane http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00126.htm
	Untersuchung und Bewertung von Proben aus verschiedenen Umweltkompartimenten auf PCDD/F sowie PCB unter Berücksichtigung der neuen WHO-Toxizitätsäquivalenzfaktoren	PCDD/F, dl-PCB, PCB ₆ http://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/untersuchung_bewertung_proben/doc/pcb_abschlussbericht_100807.pdf
	Untersuchungen zur Akkumulation verschiedener persistenter Schadstoffe in terrestrischen Wildtieren	Unter anderem: PFC, PBDE, HBCD, PCB ₆ , dl-PCB, PCDD/F http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00136.htm
	Umweltanalytik von Emerging Pollutants - Methodenentwicklung und atmosphärischer Eintrag	PBDE (Tri- bis HeptaBDE und DecaBDE), Hexabromcyclododecan und andere Flammschutzmittel in Luft http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00132.htm

Bundesland	Forschungsprojekte	Gemessene POPs
	Ermittlung der Immissionsbelastung durch polychlorierte Dioxine (PCDD) und Furane (PCDF) sowie dioxinähnliche PCB in Bayern	PCDD/F, dl-PCB, PCB ₆ http://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/analytik_org_stoffe_dioxine_pcb/ermittlung_immissionsbelastung/index.htm
	Organische Spurenstoffe im Klärschlamm	PCDD/F, dl-PCB, PCB, PBDE, PFOS http://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/pft_verteilungsverhalten/doc/endbericht_teil1_klaerschlamm.pdf
	Hintergrundwerte organischer Schadstoffe in Böden (Projekt GRABEN)	PAK ₁₆ , PCB ₆ , DDT, HCB; ergänzt um dl-PCB, PCDD/F http://www.lfu.bayern.de/boden/hintergrundwerte/doc/hintergrundwert_umweltspezial.pdf
	Organische Schadstoffe in humosen Böden (Projekt Arsen in Südbayern)	PAK ₁₆ , PCB ₆ , DDT, HCB
	Bestimmung persistenter, bioakkumulierender Perfluoralkylverbindungen in verschiedenen Matrices	PFC http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00085.htm
	Medienübergreifende Umweltanalytik persistenter PFTs und Bestimmung (semi)flüchtiger Vorläuferverbindungen	PFC in Oberflächenwasser, Abwasser, Luft, technischen Produkten und Konsumgütern http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00110.htm
	Auswirkungen von PFOS auf Regenbogenforellen	PFOS http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00094.htm
	Medienübergreifende Umweltanalytik verschiedener polybromierter Flammschutzmittel	PBDE (Tri- bis HeptaBDE und DecaBDE), Hexabromcyclododecan und andere http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00109.htm
	Untersuchung von Oberflächen-, Grund- und Rohwasserproben im Umfeld uferfiltratbeeinflusster Trinkwassergewinnungsanlagen im Rahmen des FuE-Vorhabens „Klimaanpassung und Wasserversorgung in Bayern“ (2015 - 2020)	Unter anderem: 20 Einzelsubstanzen der Perfluorierten Tenside, z. B. PFOS, PFBS und PFOA
	Belastung von Asylbewerbern mit chlororganischen Pestiziden	PCB, Lindan, DDT http://www.lgl.bayern.de/gesundheit/arbeitsplatz_umwelt/projekte_a_z/hbm_pestizide_asylbewerber.htm

Bundesland	Forschungsprojekte	Gemessene POPs
	Perfluorierte Verbindungen im Hausstaub bayerischer Wohnungen	Perfluorierte Substanzen insbesondere PFOS und PFOA http://www.lgl.bayern.de/gesundheit/arbeitsplatz_umwelt/projekte_a_z/ir_perfluorierte_verbindungen_hausstaub.htm
	Vorkommen perfluorierter Substanzen im Blut der bayerischen Bevölkerung	Perfluorierte Substanzen u.a. PFOS und PFOA http://www.lgl.bayern.de/gesundheit/arbeitsplatz_umwelt/projekte_a_z/hbm_pfc_studie_blut.htm
	Prä- und postnatale Exposition gegenüber perfluorierten Substanzen	Perfluorierte Verbindungen, z. B. PFOS und PFOA http://www.lgl.bayern.de/gesundheit/arbeitsplatz_umwelt/projekte_a_z/hbm_pfc_prae_postnatale_exposition.htm
	Integrated Exposure Assessment Survey 1 (INES 1): Projekte zur pfadübergreifenden Erfassung und gesundheitlichen Bewertung der Exposition gegenüber endokrin aktiven und persistenten Substanzen	PBDE, dl-PCB, PCB, PCDD/F und PFC http://www.lgl.bayern.de/gesundheit/arbeitsplatz_umwelt/projekte_a_z/ueb_ines_1.htm
	Chlorparaffine in Nahrungsmitteln, in der Muttermilch und in Umweltmedien	Kurz- und mittelkettige Chlorparaffine http://www.lgl.bayern.de/gesundheit/arbeitsplatz_umwelt/projekte_a_z/ueb_chlorparaffine.htm
	Belastung von Schulen und Wohnungen mit „neuen“ Substanzen (LUPE 4)	per- bzw. polyfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFAS) im Hausstaub und polyfluorierte Verbindungen im luftgetragenen Staub http://www.lgl.bayern.de/gesundheit/arbeitsplatz_umwelt/projekte_a_z/ir_lupe_4_neue_substanzen.htm
	Human-Biomonitoring auf „neue“ und gesundheitlich bedeutsame Substanzen im Rahmen des umweltbezogenen Gesundheitsschutzes	PCDDs/Fs, dlPCBs, ndl-PCBs, PBDDs/Fs, PBDEs, HBCDs, Polychlorierte Naphthaline, Dechlorane in Plasmaproben http://www.lgl.bayern.de/gesundheit/arbeitsplatz_umwelt/projekte_a_z/hbm_substanzen.htm
	BAMBI 1 - Bayerisches Muttermilchmonitoring (Bavarian Monitoring of Breast Milk)	Dioxine und Furane, Polychlorierte Biphenyle, Organochlorpestizide, Perfluorierte Substanzen http://www.lgl.bayern.de/gesundheit/arbeitsplatz_umwelt/projekte_a_z/mms_muttermilchmonitoring_bambi_2008.htm
	Persistente Substanzen im Blut einer ländlichen Bevölkerungsstichprobe	PCBs, PCDDs/Fs, PBDEs
	Bestimmung von PBDE und neuen bromierten Flammschutzmitteln in unterschiedlichen Medien	PBDE, cycloaliphatisches Hexabromcyclododecan, Tetrabrombisphenol A, 2,4,6-Tribromphenol, 2,2-Bis(brommethyl)propan-1,3-diol http://www.lgl.bayern.de/gesundheit/arbeitsplatz_umwelt/projekte_a_z/ueb_pbde_flammschutzmittel.htm

Bundesland	Forschungsprojekte	Gemessene POPs
Berlin	Geplant 2013: Untersuchung mineralischer Bauabfälle	
Bremen		
Hamburg	Polychlorierte Biphenyle (PCB) in Hamburger Oberböden, Bericht ist im Internet veröffentlicht	PCB http://www.hamburg.de/bgv/umweltberichte/4076634/pcb-oberboeden-2013/
Niedersachsen	Messungen auf PCDD/F sowie PCB in der Außenluft und in der Deposition in Niedersachsen	PCDD/F, PCB, dl-PCB Zeitraum: Dez. 2008 – Dez. 2009 http://www.mu.niedersachsen.de/download/51604
	Forschungsprojekt zum Nachweis östrogenen Wirksamkeit in Trink-, Mineral- und Tafelwässern sowie der zugehörigen Brunnenwässer	PCDD/F, PCB, dl-PCB http://www.laves.niedersachsen.de/live/live.php?navigation_id=20039&article_id=73684&psmand=23
	Sondergutachten im Grundwasser Ostfrieslands – Pflanzenschutzmittel, Arzneimittelwirkstoffe, Perfluorierte Tenside PFOS, PFOA und andere PFT	Veröffentlichung folgt
	Wesergüteberichte – Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt	Chlorbenzole, PCB, Organochlorpestizide, Chlorphenole, PCDD/F http://www.fgg-weser.de/messprogramm_neu.html
Nordrhein–Westfalen	Überwachung von Oberflächengewässern in Nordrhein-Westfalen	PCDD/F, PCB http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/gewgue01/gewgue01_018.pdf
Rheinland-Pfalz	Hintergrundwerte der Böden von Rheinland-Pfalz, 2. aktualisierte Auflage 2013	Organochlorpestizide, PCB, PCDD/F https://mueef.rlp.de/de/themen/klima-und-ressourcenschutz/bodenschutz/bodeninformation/hintergrundwerte-der-boeden/
Saarland		
Sachsen	Spurenstoffe im Ablauf kommunaler Kläranlagen	Aldrin, Dieldrin, Endrin, Chlordan, Heptachlor, BDE, HCB, HCH, PeCB, PFOS, DDT, Mirex, PCB, Endosulfan http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/6795.htm
	Dioxine im Wirkungspfad Boden-Grünland-Rind	PCDD/F, dl-PCB, PCB, HCH, HCB, DDT, Aldrin, Chlordan, Endrin, Heptachlor, PAK
Sachsen-Anhalt		

Bundesland	Forschungsprojekte	Gemessene POPs
Thüringen	Ermittlung des Stands der Technik zur Ermittlung von Überwachungswerten im Abwasser	PFOS
	Errichtung und Erprobung einer Pilotanlage zur Abtrennung von PFT aus dem Abwasser	PFT
	Hintergrundwerte der Böden von Thüringen (2015-2017)	Chlordan, Heptachlor, Endosulfan, Methoxychlor, Aldrin, Dieldrin, Endrin, DDT, HCB, HCH, PCB, PAK, dl-PCB, PCDD/F

Tabellenunterschrift, z.B. für Quellenangabe und Anmerkungen

Tabelle 16: Monitoringprojekte zu POPs in den Ländern

Bundesland	Monitoringprojekte	Gemessene POPs
Baden-Württemberg	POP-Monitoring mit Wanderfalkeneiern im Rahmen der Medienübergreifenden Umweltbeobachtung	PBDE, PFOS, DDT, Chlordan, HCH, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, HCB, Chlordecon, Aldrin, PeCB, PCB, Mirex, Toxaphen, Hexabrombiphenyl, PCDD/F http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/56143/
	dl-PCB in den Böden von Baden-Württemberg	PCB, dl-PCB, PCDD/F http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/71184/
	Oberflächenwassermessprogramme	PBDE, Endosulfan, HCB, HCH, PeCB, Aldrin, Dieldrin, Endrin, DDT
	Fließgewässerüberwachung (2007-2010)	PBDE, DDT, HCH, Chlordan, HCB, PeCB, Heptachlor, PFOS, Aldrin, Dieldrin, Endrin
	Schwebstoff- und Sedimentuntersuchungen (2007-2010)	PBDE, PCB, DDT, HCH, Chlordan, Endrin, Dieldrin, Aldrin, HCB, PeCB, Heptachlor http://jdkfg.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/300/
	Grundwassermessprogramme	2003: DDT, HCH, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, HCB, Aldrin 2006, 2007, 2010: PFOS, PFOA http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/9162/
	Bodendauerbeobachtung	Chlordan, DDT, HCB, HCH, PCB, dl-PCB, PCDD/F http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/50596/20_jahre_bodendauerbeobachtung.pdf?command=downloadContent&filename=20_jahre_bodendauerbeobachtung.pdf
	Schadstoffe in klärschlammgedüngten Ackerböden Baden-Württembergs	PCDD/F, PCB, DEHP, PBDE, NP + NPE, TBT, u.a.

Bundesland	Monitoringprojekte	Gemessene POPs
		http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/20082/?COM-MAND=DisplayBericht&FIS=199&OBJECT=20082&MODE=METADATA
	PFC - Hintergrundgehalte in Böden Untersuchungen an Standorten des Bodendauerbeobachtungs-Programms Baden-Württemberg	20 per- und polyfluorierte Verbindungen im Feststoff und im wässrigen Schütteleluat http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/118077/?COM-MAND=DisplayBericht&FIS=199&OBJECT=118077&MODE=METADATA
	Industrieabwasser 2007-2010: Ablauf- und Klärschlammuntersuchungen von ausgewählten Kläranlagen	Diverse PFT
	Projekt Beobachtungsgesundheitsämter 2005/06: Untersuchung von 15 Blutpoolproben (repräsentieren 411 Viertklässler)	PBDE
	Projekt Beobachtungsgesundheitsämter 2008/09: Blutuntersuchungen von 803 Viertklässlern	DDE, HCB, PCB, PCDD/F, dl-PCB, PBDE
	Probenahme- und Analysenkampagnen zum PFC-Eintrag in Böden durch Kompost (2015) und Klärschlamm (2016)	PFOS
	Schadstoff-Screening in Kompost und Gärrückständen	PFOS
	Projekt „Belastungs- und Wirkungsmonitoring bei Erwachsenen“ 2010/2011: Untersuchung von Blut von ca. 1400 Erwachsenen	PBDE
Bayern	Oberflächengewässermonitoring i. R. der Technischen Gewässeraufsicht	Prioritäre Stoffe nach WRRL sowie PCB, PFOS
	Grundwassermonitoring i. R. der Technischen Gewässeraufsicht	Aldrin, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Hexachlorbenzol, Polychlorierte Biphenyle (PCB), DDT, α -Hexachlorcyclohexan, β -Hexachlorcyclohexan, Lindan, Pentachlorbenzol, Endosulfan, Hexachlorbutadien

Bundesland	Monitoringprojekte	Gemessene POPs
	Immissionsökologische Dauerbeobachtung: Biomonitoring (Weidelgras, Grünkohl) an 6 Standorten	PCDD/F, dl-PCB, PCB6
	AbfklärV	PCB und PCDD/F
	Untersuchungspflicht auf PFC, wenn Klärschlamm in der Landwirtschaft oder im Landschaftsbau verwendet werden soll	11 PFC-Einzelsubstanzen (u.a. PFOS) http://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/analytik_org_stoffe_perfluorierte_chemikalien/pfc_belastung_abwasser_klaerschlamm/index.htm
	Monitoring biogener Abfälle	PFOS, PCDD/F, dl-PCB, PCB, PBDE, HCB, PCP, HBCD http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_abfall_00227.htm
	Fisch-Schadstoffmonitoring i. R. der Technischen Gewässeraufsicht; Überwachung von UQN in Fischen (WRRL)	Heptachlor, HCB, 6 Indikator-PCB, dl-PCB, PCDD/F, alpha-, beta-, gamma-(Lindan)-HCH; BDE 28, BDE 47, BDE 99, BDE 100, BDE 153, BDE 154, Pentachlorbenzol, PFOS, HBCD, HCBD
	Muschel-Schadstoffmonitoring i. R. der Technischen Gewässeraufsicht; Trendmonitoring in Biota (Muscheln)/WRRL	Heptachlor, HCB, 6 Indikator-PCB, alpha-, beta-, gamma-(Lindan)-HCH, Pentachlorbenzol, PFOS, HCBD
	Schwebstoffmonitoring i. R. der Technischen Gewässeraufsicht; Trendmonitoring in Schwebstoff (WRRL)	Schwebstoffmonitoring i. R. der Technischen Gewässeraufsicht; Trendmonitoring in Schwebstoff (WRRL)
	Bodendauerbeobachtung	PAK ₁₆ , PCB ₆ , HCB, Pentachlorbenzol, DDT, alpha-, beta-, gamma-(Lindan)-HCH, Aldrin
Berlin		
Bremen	1993 und 1995 Messprogramme zum Bodenschutz	PCDD/F
	Oberflächenwassermessungen	Chlordan, Heptachlor, PCB, PBDE, Endosulfan, HCB, HCH, PeCB, Aldrin, Dieldrin, Endrin, DDT
	Grundwasserüberwachung	
Hamburg	Oberbodenproben Untersuchung, Bericht ist im Internet veröffentlicht	PCB http://www.hamburg.de/bgv/umweltberichte/4076634/pcb-oberboeden-2013/

Bundesland	Monitoringprojekte	Gemessene POPs
Hessen	Messungen im Main im Rahmen der Überblicksüberwachung und Messprogramme der „Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins“ (IKSR)	Aldrin, Endrin, Dieldrin, HCB, HCH, PCB, PCDD/F, DDT, PFOS, PeCB, PBDE, Endosulfan
	Messungen an ca. 75 Messstellen in Hessen im Rahmen des Monitorings organischer Spurenstoffe	HCH, DDT, PFOS, Heptachlor, Endosulfan
	Messungen an ca. 20 Messstellen in Hessen im Rahmen des Biotamonitorings	Aldrin, Chlordan, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, BDE, HCB, HCH, PeCB, PFOS, DDT, Toxaphen, Mirex, PCB, PCDD/F
	Hessenweites Messprogramm zur Grundwasserbeschaffenheit	Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und Metaboliten, ausgewählte Arzneimittelwirkstoffe (Carbamazepin, Diclofenac, Clofibrinsäure) http://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/wasser/grundwasser/Grundwasserbeschaffenheitsbericht_2012_final.pdf
		Per- und polyfluorierte Chemikalien (S. 52) http://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/wasser/jahresberichte/gwjb_2015_web.pdf
	Bodendauerbeobachtung	Aldrin, α -, β -, γ -HCH, Dieldrin, Heptachlor, HCB, DDT, PCB, PCDD/F, dl-PCB http://www.hlnug.de/themen/boden/erhebung/boden-dauerbeobachtung.html
	Persistente organische Schadstoffe in landwirtschaftlich genutzten Böden Hessens	Aldrin, α -, β -, γ -HCH, Dieldrin, Heptachlor, HCB, DDT, PCB, PCDD/F, dl-PCB http://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/boden/heft11.pdf
	Dioxin-Messprogramm Luft	http://atlas.umwelt.hessen.de/atlas/
	Hessisches Muttermilchuntersuchungsprogramm	
Niedersachsen	Luftqualitätsüberwachung	http://www.mu.niedersachsen.de/live/live.php?navigation_id=2165&article_id=9123&psmand=10
		http://www.mu.niedersachsen.de/live/live.php?navigation_id=2655&article_id=9127&psmand=10
		http://www.mu.niedersachsen.de/live/live.php?navigation_id=2656&article_id=8888&psmand=10

Bundesland	Monitoringprojekte	Gemessene POPs
	Oberflächengewässeruntersuchung im Rahmen der OGewV	Aldrin, Diendrin, Endrin, HCB, DDT, Chlordan, Heptachlor, PCB, PBDE, Endosulfan, HCH, PeCB Ergebnisse unter: www.nlwkn.niedersachsen.de Beispiel: http://www.nlwkn.niedersachsen.de/live/live.php?navigation_id=8007&article_id=39452&psamd=26
	Untersuchung der Sedimente/Schwebstoffe der Ems auf PCDD/F und dl-PCB	PCDD/F, dl-PCB http://www.umwelt.niedersachsen.de/live/live.php?navigation_id=2457&article_id=8865&psamd=10 http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/3709_72_228_pcb_bf.pdf
	Bodendauerbeobachtung	Aldrin, α -, β -, γ -HCH, Dieldrin, Heptachlor, HCB, DDT, PCB, PCDD/F
	Routine-Pflanzenschutzmonitoring im Rahmen des Gewässerüberwachungssystems	Aldrin, β -HCH, Chlordan und PeCB
Nordrhein-Westfalen	Fachinformationssystem Stoffliche Bodenbelastung NRW Organochlorpestizide, Chlorbenzole, PCB, PCDD/F	http://www.lanuv.nrw.de/boden/boschu-lua/fisstobo.html
	Immissions- und Depositionsüberwachung von PCDD/F und PCB in Nordrhein-Westfalen	PCDD/F, PCB
Rheinland-Pfalz	Langzeitstudie PCB belasteter Beschäftigter aller Länder (RWTH Aachen)	PCB
	Langzeitstudie PFC in Oberflächengewässern (Fließgewässer und Stehgewässer) nahe bei Flugplätzen (militärisch, zivil)	PFC PCDD/F, dl-PCB, Indikator-PCB, WHO-PCB,

Bundesland	Monitoringprojekte	Gemessene POPs
	<p>Programm zur Erkennung von Kontaminationen durch Dioxine und PCB in Oberflächen-gewässern (Untersuchung von Feststoffen, Wasserphase)</p> <p>Schwebstoffuntersuchungsprogramm auf diverse POP in Oberflächenfließgewässern</p> <p>POP in Oberflächenfließgewässern (wässrige Phase und Biota)</p> <p>Grundwassermonitoring 2011/12 auf Pflanzenschutzmittelwirkstoffe, relevante und „nicht relevante“ Metaboliten, Arzneimittelrückstände sowie perfluorierte Tenside</p>	<p>HCB, Lindan, PeCB, Indikator-PCB, DDT-Isomere, PAK,</p> <p>PBDE, Aldrin, Dieldrin, Endrin, HCH, Endosulfan, Heptachlor, HCB, PAK, PFC, HCB, HCBd, PCDD/F; ab 2018: PCB, DDT-Isomere, Isodrin, PeCB, Heptachlor, HBCDD,</p> <p>PFC</p>
Saarland	Oberflächengewässermessprogramme	PeCB, HCB, PCB
	Sondermessprogramm „PCBs in saarländischen Grubenwässer und in von Grubenwasser beeinflussten Gewässern“	PCB
	Bodendauerbeobachtung	PCB, HCB, PAK
Sachsen	Oberflächenwassermessprogramme	PBDE, Endosulfan, HCB, HCH, PeCB http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/7112.htm
	Bodendauerbeobachtung	PCB, HCB, HCH, DDT, PCDD/F
	Altlastenuntersuchung bzw. -sanierung nach BBodSchG	
	Grundwasseruntersuchung	Aldrin, Chlordan, DDT, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, HCB, Mirex, HCH, PeCB, PCB, Hexabrombiphenyl, PBDE, PFOS

Bundesland	Monitoringprojekte	Gemessene POPs
	Erfassung der Schadstoffkontamination von Fischen in sächsischen Gewässern	Lindan, HCB, PCB, dl-PCB, PCDD/F, DDT (incl. Metabolite)
	Bodendauerbeobachtung	PCDD/F, dl-PCB, PCB, HCB, HCH, DDT, PAK
	Ermittlung von Hintergrundwerten	PCDD/F, dl-PCB, PCB, DDT, PAK
Sachsen-Anhalt	Gewässerüberwachungsprogramm	Aldrin, α -, β -, γ -HCH, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, HCB, PeCB, PCB, DDT http://www.lhw.sachsen-anhalt.de/untersuchen-bewerten/gewaesserueberwachung/
	Bodendauerbeobachtung	PCDD/F, dl-PCB, PAK, PCB, DDT, HCB, HCH
	Immissions- und Depositionsüberwachung	PCDD/F, dl-PCB, PAK
Schleswig-Holstein	Bodendauerbeobachtung	PCB, PAK, PCDDD/F, dl-PCB
	Bodenbelastungskataster	PAK, PCB, PCDD/F, dl-PCB, DDT, HCB, HCH
	Oberflächengewässeruntersuchung (Fließgewässer, Küste) im Rahmen der OGewV	Aldrin, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Hexa- und Heptabromdiphenyl Ether, HCH, Pentachlorbenzol, PCB, Endosulfan, PBDE, HCB, PCP, DDT, HCB
	Sediment/Schwebstoffuntersuchung (Fließgewässer, See, Küste) im Rahmen der OGewV und zur Trendermittlung	HCB, Pentachlorbenzol, HCH, PCB, HBCD, HCB, PCP, DDT, PFOS, PCDD/F, dl-PCB
	Biotauntersuchung im Rahmen der OGewV (Fließgewässer, See, Küste nur PAK)	PAK, PFOS, PCDD/F, dl-PCB, PBDE, HCB, HCB, HBCD, Heptachlor
Thüringen	Bodendauerbeobachtung	Chlordan, Heptachlor, Endosulfan, Methoxychlor, Aldrin, Dieldrin, Endrin, DDT, HCB, HCH, PCB, PAK, dl-PCB, PCDD/F
	Chloraromaten-Dioxin-Messprogramm (seit 2011 nur noch im Boden)	PCDD/F, dl-PCB, PCB, PAK, HCB, HCH, DDT
	Grundwasseruntersuchung	PFOS, 9 perfluorierte Tenside (PFT) an 30 Mst. PAK (16 Einzelstoffe) an 214 Mst. jeweils 1x pro Jahr

Bundesland	Monitoringprojekte	Gemessene POPs
	Oberflächenwassermessprogramme im Rahmen der OGewV	Drine, Chlordan, Heptachlor, PBDE, HCH, HCB, DDT, Pentachlorbenzol, Endosulfan, PFOS im Wasser Dioxine, dl- PCB, PFOS im Schwebstoff Probenahme Biota

Tabellenunterschrift, z.B. für Quellenangabe und Anmerkungen

Tabelle 17: Informationsportale für die Öffentlichkeit

Bundesland	Beschreibung	Informationsportal für die Öffentlichkeit
Bayern		www.lfu.bayern.de www.lgl.bayern.de
Baden-Württemberg		www.lubw.baden-wuerttemberg.de
Hamburg		http://www.hamburg.de/bgv/umweltberichte/
Thüringen		www.tlug-jena.de
Niedersachsen	Bewertung von Risiken durch feststoffgebundene Schadstoffe im Elbeeinzugsgebiet	http://www.fgg-elbe.de
Hessen	Allgemeine Übersicht zu Messprogrammen und Ergebnissen	www.hlnug.de
Rheinland-Pfalz		www.geoportal-wasser.rlp.de www.lfu.rlp.de www.lfu.rlp.de/Service/Downloads/Wasserwirtschaft/Grundwasser/
Sachsen		www.umwelt.-sachsen.de
Sachsen-Anhalt	Ergebnisse der Gewässerüberwachung Ergebnisse der Bodendauerbeobachtung Ergebnisse der Luftqualitätsüberwachung und Depositionsmessung	http://www.lhw.sachsen-anhalt.de/untersuchen-bewerten/monitoringergebnisse/ http://www.lau.sachsen-anhalt.de/boden-wasser-abfall/bodenschutz/bodenbeobachtung/boden-dauerbeobachtung/ http://www.lau.sachsen-anhalt.de/luft-klima-laerm/fachberichte/

Bundesland	Beschreibung	Informationsportal für die Öffentlichkeit
Schleswig-Holstein	Bodenzustandserfassung und Bodenuntersuchung	http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/B/boden/bodenzustandserfassungUntersuchung.html
	Landwirtschafts- und Umweltatlas Schleswig-Holstein	http://www.umweltdaten.landsh.de/atlas/script/index.php http://www.umweltdaten.landsh.de/atlas/script/index.php

