

# Bioakkumulation in der Stoffbewertung

Caren Rauert

## 1 Einleitung

Der Fachbereich Chemikaliensicherheit des Umweltbundesamtes befasst sich mit dem Schutz von Umwelt und Gesundheit durch die Untersuchung und Bewertung umweltbelastender Stoffe und Zubereitungen. Bestehen Risiken für die Umwelt, erarbeiten wir Maßnahmen zur Minderung der Risiken bis hin zum Verbot von Herstellung oder Anwendung.

Den gesetzlichen Rahmen bildet eine Reihe stoffbezogener Gesetze und ihrer untergesetzlichen Regelwerke, die wir umsetzen und weiterentwickeln.

Die Aufgaben des Fachbereichs sind insbesondere die Bewertung des Umweltrisikos, das von Industriechemikalien, Pflanzenschutzmitteln, Bioziden oder Arzneimitteln ausgehen kann und, falls erforderlich, die Formulierung der Maßnahmen, die das Risiko ausreichend minimieren. Dies können z. B. Auflagen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln oder Bioziden im Rahmen der Zulassung sein oder Verwendungsverbote einzelner Chemikalien und Produkte. Geeignete, realitätsnahe Bewertungskonzepte sowie praxistaugliche Instrumente zur effektiven Risikominderung weiterzuentwickeln und auszugestalten, ist eine der Kernaufgaben.

## 2 Stoffbewertung

Bewertet werden Abbaubarkeit und Exposition, das Bioakkumulationspotenzial sowie ökotoxikologische Effekte. Die Stoffe werden nach den Vorgaben der jeweiligen Stoffgruppe bewertet. Das Ergebnis dieser Stoffbewertung kann je nach rechtlichem Zusammenhang über die Zulassung eines Stoffes entscheiden oder Risikominderungsmaßnahmen nach sich ziehen und bildet u. a. die Grundlage für die Entscheidung zur Einstufung und Kennzeichnung der Stoffe nach CLP<sup>1</sup>-Verordnung (EG 1272/2008), von der nur Arzneimittel ausgenommen sind, sowie für die Identifikation eines Stoffes als PBT<sup>2</sup>- oder vPvB<sup>3</sup>-Stoff oder als POP<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> CLP: Regulation on Classification, Labelling and Packaging of substances

<sup>2</sup> PBT: persistent, bioakkumulierend und toxisch

<sup>3</sup> vPvB: sehr (very) persistent und sehr (very) bioakkumulierend

<sup>4</sup> POP: persistent organic pollutant

## 2.1 Bioakkumulation

Bei unpolaren organischen Stoffen korreliert das Bioakkumulationspotenzial für aquatische Organismen in der Regel gut mit dem Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizienten ( $K_{OW}$ ). Deshalb muss für die Registrierung oder Zulassung von Stoffen in der Regel erst bei Überschreitung eines festgelegten  $K_{OW}$  die Bioakkumulation in Wasserlebewesen, vorzugsweise in Fischen, ermittelt werden. Dies bedeutet, dass für Stoffe mit einem  $\log K_{OW}$ -Wert unterhalb dieses Schwellenwertes das Bioakkumulationspotenzial als gering angesehen wird, ohne dass dies experimentell nachgewiesen werden muss. Dieser  $K_{OW}$ -Wert unterscheidet sich zwischen den Stoffgruppen, so liegt er für Pflanzenschutzmittel bei  $\log K_{OW} > 3$ , bei Tierarzneimitteln bei  $> 4$ , für REACH-Chemikalien bei  $> 3$  und ist hier mit der Überschreitung von 100 t/a Produktion oder Vermarktung des Stoffes in der EU gekoppelt.

Für die Ermittlung der Bioakkumulation in Fischen wird in der Regel ein Test nach der Testrichtlinie OECD 305 I (Bioakkumulation im Fisch, Exposition über das Wasser, OECD 2012) durchgeführt, sofern dies technisch machbar ist, das heißt z. B., dass der Stoff ausreichend wasserlöslich ist, um die Herstellung einer stabilen Konzentration im Wasser zu erlauben, die im Bereich der analytischen Nachweisbarkeit liegt. Als Endpunkt wird ein Biokonzentrationsfaktor (BCF) ermittelt.

Ist dies nicht möglich, kann z. B. ein Test nach der Richtlinie OECD 305 III (Bioakkumulation im Fisch, Exposition über das Futter, OECD 2012) durchgeführt werden, der als Endpunkt einen Biomagnifikationsfaktor (BMF) hat. Obwohl in der Literatur verschiedene Möglichkeiten der Berechnung eines BCF aus den Daten einer Fischfütterungsstudie zu finden sind, ist dies nicht zu empfehlen (BROOKES & CROOKE 2011). Weitere mögliche Studien sind der Test nach OECD 315 zur Bioakkumulation benthischer Organismen (OECD 2008) oder nach OECD 317 (OECD 2010) zur Bioakkumulation terrestrischer Oligochaeten, aus denen ein Bioakkumulationsfaktor (BAF) oder ein „Biota-to-soil/sediment accumulation factor“ (BSAF) ermittelt wird.

## 2.2 Pflanzenschutzmittel

Beispielhaft für die Bewertung des Bioakkumulationspotenzials in den verschiedenen Stoffgruppen wird hier das Vorgehen bei der Bewertung von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen vorgestellt, auf die Unterschiede zwischen den Stoffgruppen wird hier nicht eingegangen. Bei einem  $\log K_{OW} > 3$  oder auch bei anderen Hinweisen auf ein erhöhtes Biokonzentrationspotenzial (aus Monitoringdaten oder chemischer Struktur der Substanz, z. B. funktionellen Gruppen, die bei umweltrelevanten pH-Werten ionisieren) und wenn die Substanz als stabil eingestuft wird ( $< 90$  % Stoffverlust durch Hydrolyse in 24 h) wird eine Biokonzentrationsstudie nach der OECD-Testrichtlinie 305 I verlangt (Bioakkumulation im Fisch, Exposition über das Wasser, OECD 2012).

Zusätzlich wird die mögliche Anreicherung des Pflanzenschutzmittelwirkstoffs über die Nahrungskette in die Risikobewertung einbezogen, indem bei einem  $\log K_{OW} \geq 3$  die sekundäre Vergiftung („secondary poisoning“) von Vögeln und Säugern durch numerische Berechnung gemäß EFSA/2009/1438 betrachtet wird. Hierbei wird in zwei Szenarien das Risiko einer sekundären Vergiftung von Fisch fressenden Vögeln und Säugern sowie Regenwurm fressenden Vögeln mit Hilfe des  $\log K_{OW}$  rechnerisch beurteilt.

Für Pflanzenschutzmittelwirkstoffe sind in der Risikobewertung bei einem experimentell ermittelten BCF > 1000 und einer Elimination nach 14 Tagen Ausscheidungsphase < 95 % und einer Substanzstabilität in Wasser oder Sediment ( $DT_{90}^5 > 100$  Tage) zusätzlich zu betrachten:

- > Direkte chronische Effekte in Fischen aufgrund von Biokonzentration; (wenn zusätzlich eine hohe akute Fischtoxizität von  $LC50 < 0,1$  mg/L gegeben ist, wird ein FLC Test<sup>6</sup> an Fischen mit der Substanz erforderlich, ein ELS Test<sup>7</sup> bereits bei BCF > 100)
- > Biomagnifikation in aquatischen Nahrungsketten

### 2.3 Der log $K_{OW}$ als Screening-Kriterium

Für aquatische Organismen ist der log  $K_{OW}$  ein durchaus brauchbares Instrument, um potenziell bioakkumulierende Stoffe zu identifizieren. Stoffe mit einem log  $K_{OW} > 3$  haben häufig ein erhebliches Akkumulationspotenzial für aquatische Organismen, das in einem hohen BCF resultiert. Für luftatmende Tiere ist er allerdings nicht ausreichend: Bereits moderat hydrophobe Stoffe mit einem log  $K_{OW}$  von 2-5, die gleichzeitig einen hohen Verteilungskoeffizienten zwischen Oktanol und Luft haben (log  $K_{OW} > 6$ ) und schlecht metabolisierbar sind, können sich in terrestrischen Organismen anreichern, akkumulieren häufig aber nicht in aquatischen (KELLY et al. 2007).

Das etablierte Bewertungsschema passt also nicht auf alle Stoffe, für eine adäquate Bewertung muss auch anderen Hinweisen auf ein erhöhtes Bioakkumulationspotenzial nachgegangen werden. Dies wären z. B. auch funktionelle Gruppen, die bei umweltrelevanten pH-Werten ionisieren.

### 2.4 Der BCF

In der Bewertung der Bioakkumulation spielt der Biokonzentrationsfaktor BCF eine überragende Rolle, allerdings vor allem weil hierzu die meisten Daten vorliegen. Der BCF ist ein Maß für die Aufnahme eines Stoffes in einen aquatischen Organismus über das Wasser, während Bioakkumulation alle Aufnahmepfade berücksichtigt: Aufnahme über die Luft, das Wasser, den Boden oder die Nahrung.

Gemessen wird der BCF in Labortests, z. B. der OECD Testrichtlinie 305 I (Bioakkumulation im Fisch, Exposition über das Wasser, OECD 2012), die am häufigsten für die Stoffbewertung verwendet wird. Entwickelt wurde sie ursprünglich für unpolare organische Stoffe, die über Haut und Kiemen aufgenommen werden und sich passiv anreichern, größtenteils im Fettgewebe. Deshalb wird der BCF zur Verbesserung der Vergleichbarkeit von Studien mit verschiedenen Fischen auf einen Fettgehalt von 5 % normiert.

Eine weitere Voraussetzung ist, dass der zu untersuchende Stoff ausreichend wasserlöslich ist. „Ausreichend“ bedeutet hier, dass eine stabile Konzentration im Wasser hergestellt werden kann, die analytisch in Wasser und Biota bestimmbar ist und auch die Ermittlung einer Ausscheidungsrate zulässt.

Der BCF ermöglicht nur eine eingeschränkte Aussage zur Bioakkumulation und gibt keine Hinweise auf eine Biomagnifikation (Anreicherung über die Nahrungskette) und zur Bioakkumulation in luftatmenden Organismen.

---

<sup>5</sup> DT = disappearance time;  $DT_{90}$  = Zeitraum, bei der 90 % der applizierten Menge verschwunden sind

<sup>6</sup> FLC Test: Full Life Cycle Test

<sup>7</sup> ELS Test: Early Life Stage Test

## 2.5 Einstufung und Kennzeichnung

Für die Einstufung und Kennzeichnung nach CLP-Verordnung (EG 1272/2008) ist der BCF ausschlaggebend: Wenn der Stoff akut toxisch für Fische, Daphnien und/oder Algen oder andere Wasserpflanzen ist, nicht schnell abbaubar und/oder einen BCF über 500 hat, wird der Stoff als chronisch 1-3 (giftig/sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung) eingestuft (siehe Tabelle 1).

**Tabelle 1**

Kategorien für die Einstufung als gewässergefährdend  
(aus EG 1272/2008, Anhang 1 Vorschriften für die Einstufung und Kennzeichnung von-gefährlichen Stoffen und Gemischen)

<p>gewässergefährdend, akute (kurzfristige) Wirkung gewässergefährdend, akute Wirkung der Kategorie 1 96 hr LC<sub>50</sub> (für Fische) 48 hr EC<sub>50</sub> (für Krebstiere) 72 oder 96 hr ErC<sub>50</sub> (für Algen oder andere Wasserpflanzen)</p>	<p>(Hinweis 1) ≤ 1 mg/l und/oder ≤ 1 mg/l und/oder ≤ 1 mg/l</p>	<p>(Hinweis 2)</p>
<p>gewässergefährdend, chronische (langfristige) Wirkung gewässergefährdend, chronische Wirkung der Kategorie 1 96 hr LC<sub>50</sub> (für Fische) 48 hr EC<sub>50</sub> (für Krebstiere) 72 oder 96 hr ErC<sub>50</sub> (für Algen oder andere Wasserpflanzen) und der Stoff ist nicht schnell abbaubar und/oder der experimentell bestimmte BCF beträgt ≥ 500 (oder wenn nicht vorhanden log K<sub>ow</sub> ≥ 4).</p>	<p>(Hinweis 1) ≤ 1 mg/l und/oder ≤ 1 mg/l und/oder ≤ 1 mg/l</p>	<p>(Hinweis 2)</p>
<p>gewässergefährdend, chronische Wirkung der Kategorie 2 96 hr LC<sub>50</sub> (für Fische) 48 hr EC<sub>50</sub> (für Krebstiere) 72 oder 96 hr ErC<sub>50</sub> (für Algen oder andere Wasserpflanzen) und der Stoff ist nicht schnell abbaubar und/oder der experimentell bestimmte BCF beträgt ≥ 500 (oder wenn nicht vorhanden log K<sub>ow</sub> ≥ 4), es sei denn, die NOEC-Werte für chronische Toxizität betragen &gt; 1 mg/l.</p>	<p>&gt; 1 bis ≤ 10 mg/l und/oder &gt; 1 bis ≤ 10 mg/l und/oder &gt; 1 bis ≤ 10 mg/l</p>	<p>(Hinweis 2)</p>
<p>gewässergefährdend, chronische Wirkung der Kategorie 3 96 hr LC<sub>50</sub> (für Fische) 48 hr EC<sub>50</sub> (für Krebstiere) 72 oder 96 hr ErC<sub>50</sub> (für Algen oder andere Wasserpflanzen) und der Stoff ist nicht schnell abbaubar und/oder der experimentell bestimmte BCF beträgt ≥ 500 (oder wenn nicht vorhanden log K<sub>ow</sub> ≥ 4), es sei denn, die NOEC-Werte für chronische Toxizität betragen &gt; 1 mg/l.</p>	<p>&gt;10 bis ≤ 100 mg/l und/oder &gt;10 bis ≤ 100 mg/l und/oder &gt;10 bis ≤ 100 mg/l</p>	<p>(Hinweis 2)</p>
<p>Einstufung wegen wahrscheinlicher Gefahr („Sicherheitsnetz“) gewässergefährdend, chronische Wirkung der Kategorie 4 Fälle, in denen die verfügbaren Daten eine Einstufung nach den vorgenannten Kriterien nicht erlauben, aber trotzdem Anlass zu Besorgnis besteht. Dazu gehören beispielsweise: Schwer lösliche Stoffe, die in Bereichen bis zur Wasserlöslichkeit keine akute Toxizität zeigen (Hinweis 3), die nicht schnell abbaubar sind und einen experimentell bestimmten BCF von ≥ 500 (oder wenn nicht vorhanden einen log K<sub>ow</sub> von ≥ 4) aufweisen, was auf ein Bioakkumulationspotenzial hindeutet, werden in diese Kategorie eingestuft, sofern sonstige wissenschaftliche Erkenntnisse eine Einstufung nicht als unnötig belegen. Solche Erkenntnisse sind beispielsweise NOEC-Werte für chronische Toxizität &gt; Wasserlöslichkeit oder &gt; 1 mg/l oder ein Nachweis über einen schnellen Abbau in der Umwelt.</p>		

*Hinweis 1:* Bei der Einstufung von Stoffen in die Kategorien akut 1 und/oder chronisch 1 muss ein entsprechender Multiplikationsfaktor angegeben werden (siehe Tabelle 4.1.3).

*Hinweis 2:* Die Einstufung erfolgt auf der Grundlage der ErC50 [= EC50 (Wachstumsrate)]. Ist die Grundlage der EC50 nicht angegeben oder wird keine ErC50 berichtet, hat die Einstufung auf dem niedrigsten verfügbaren EC50-Wert zu basieren.

*Hinweis 3:* „Keine akute Toxizität“ bedeutet, dass der/die L(E)C50-Wert(e) über der Wasserlöslichkeit liegt/-en. Auch für schwer lösliche Stoffe (Wasserlöslichkeit < 1 mg/L), bei denen belegt ist, dass die Prüfung auf akute Toxizität kein echtes Maß für die intrinsische Toxizität ergibt.

## 2.6 PBT-Identifikation von Stoffen

Für die Bewertung von Stoffen, die als persistente organische Schadstoffe (POPs) sowie als persistente, bioakkumulierende und toxische Stoffe (PBT-Stoffe) oder sehr persistente und stark bioakkumulierende Stoffe (vPvB-Stoffe) identifiziert werden, ist der BCF für die Bioakkumulationsbewertung der einzige Triggerwert:

- > Für POPs gilt (UNEP, 2009), dass Stoffe mit einem BCF über 5000 als stark bioakkumulierend zu bewerten sind, oder
  - wenn eine hohe Bioakkumulation in anderen Spezies, eine hohe Toxizität oder Ökotoxizität nachgewiesen wird,
  - es Hinweise aus Monitoringdaten in Biota gibt, die auf ein hohes Bioakkumulationspotenzial hinweisen.
  
- > In der PBT-Bewertung nach EU 253/2011 erfüllt ein Stoff
  - mit einem BCF > 2000 das Bioakkumulationskriterium (B), und
  - mit einem BCF > 5000 das vB-Kriterium (stark bioakkumulierend).

Allerdings gilt laut dem revidierten Annex XIII von REACH (EG 1907/2006) für die Bewertung der Bioakkumulation im Rahmen der PBT-Bewertung, dass folgende Daten zur Bewertung herangezogen werden können:

- a) Ergebnisse einer Biokonzentrations- oder Bioakkumulationsstudie in aquatischen Organismen;
- b) andere Informationen zum Bioakkumulationspotenzial, sofern die Eignung und Zuverlässigkeit der Daten nachgewiesen werden kann, wie z. B.:
  - Ergebnisse einer Bioakkumulationsstudie in terrestrischen Organismen
  - Ergebnisse aus wissenschaftlichen Analysen menschlicher Körperflüssigkeiten oder Gewebe, wie Blut, Milch oder Fett
  - Nachweis erhöhter Werte in Biota, insbesondere in gefährdeten Arten oder empfindlichen Populationen, im Vergleich zu den Gehalten in der umgebenden Umwelt
  - Ergebnisse einer chronischen Toxizitätsstudie
  - Bewertung des toxikokinetischen Verhaltens des Stoffes
- c) Information über die Fähigkeit des Stoffes, sich in der Nahrungskette anzureichern, nach Möglichkeit ausgedrückt als Biomagnifikationsfaktor oder trophischer Magnifikationsfaktor

Es geht hier also darum, einen umfassenden Eindruck von dem Bioakkumulationsverhalten eines Stoffes zu gewinnen, auch wenn feste Triggerwerte fehlen, eine Beschränkung auf den BCF wird als nicht ausreichend angesehen. Allerdings fehlt dieser Zusatz in der neuen Pflanzenschutzmittelverordnung (EG 1107/2009) für PBT-Stoffe, während für die Identifikation von POP-Stoffen die zusätzlichen Kriterien aus der POP-Verordnung (UNEP 2009) übernommen wurden.

Alle vorhandenen Informationen, also die häufig vorliegenden Ergebnisse einer Bioakkumulationsstudie am Fisch nach OECD 305, sowie z. B. die Ergebnisse anderer Laborstudien, aus dem Monitoring oder von Feld-Magnifikationsstudien sollen in einem weight-of-evidence

Verfahren in die Bewertung mit einbezogen werden. Für die Stoffbewertung im Rahmen der Zulassung oder Registrierung von Chemikalien sind Monitoringergebnisse allerdings häufig wenig hilfreich, da sie nur retrospektiv erhoben werden können und zudem nicht alle in Umlauf gelangenden Stoffe in Monitoringprogrammen untersucht werden können.

Für eine prospektive Beurteilung des Biomagnifikationspotenzials von Stoffen müssten die entsprechenden QSAR-Modelle<sup>8</sup> verbessert werden. Hier könnten Feldstudien und Monitoringergebnisse einen wertvollen Beitrag leisten.

### 3 Schlussfolgerungen

Für die Bewertung des Bioakkumulationspotenzials von Chemikalien ist der BCF der wichtigste Endpunkt, als alleinige Bewertungsgrundlage ist er allerdings nicht ausreichend. Berücksichtigt werden müssen auch Informationen zur Biomagnifikation und zur terrestrischen Bioakkumulation, sofern vorhanden. Hier wurden zwar noch keine rechtsverbindlichen Triggerwerte vereinbart, aber diese Aspekte müssen berücksichtigt und weiter entwickelt werden. Ebenso sollten aussagekräftige Daten aus Monitoring-Programmen oder Feld-Biomagnifikationsstudien in die Bewertung mit einbezogen werden. Allerdings fehlt hier ein durchdachter, für die verschiedenen Stoffgruppen harmonisierter Leitfaden, der eine angemessene Gewichtung der verschiedenen Aspekte der Bioakkumulation aufzeigt.

### Literatur

- BROOKES, M.; D. CROOKE (2011): Estimation of fish bioconcentration factor (BCF) from depuration data, Environment Agency, Horizon House, Deanery Road, Bristol, BS1 5AH, <https://publications.environment-agency.gov.uk/ms/EY2LiN> (letzter Zugriff 20.06.2013)
- EFSA/2009/1438: GUIDANCE OF EFSA, Risk Assessment for Birds and Mammals, On request from EFSA, Question No EFSA-Q-2009-00223 First published on 17 December 2009. EFSA Journal (2009) 7(12), 1438  
<http://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/1438.htm> (letzter Zugriff 20.06.2013)
- KELLY, B. C.; M. G. IKONOMOU, J. D. BLAIR, A. E. MORIN, F. A. P. C. GOBAS (2007): Food web-specific biomagnification of persistent organic pollutants. Science 2007, 317, 236-239
- OECD (2008): OECD Guidelines for testing of Chemicals, Bioaccumulation in Sediment-dwelling Benthic Oligochaetes. [http://www.oecd-ilibrary.org/environment/test-no-315-bioaccumulation-in-sediment-dwelling-benthic-oligochaetes\\_9789264067516-en](http://www.oecd-ilibrary.org/environment/test-no-315-bioaccumulation-in-sediment-dwelling-benthic-oligochaetes_9789264067516-en) (letzter Zugriff 20.06.2013)
- OECD (2010): OECD Guidelines for testing of Chemicals, Bioaccumulation in terrestrial oligochaetes. [http://www.oecd-ilibrary.org/environment/test-no-317-bioaccumulation-in-terrestrial-oligochaetes\\_9789264090934-en](http://www.oecd-ilibrary.org/environment/test-no-317-bioaccumulation-in-terrestrial-oligochaetes_9789264090934-en) (letzter Zugriff 20.06.2013)

---

<sup>8</sup> QSAR = Modelle zur quantitativen Struktur-Wirkungs-Beziehung

OECD (2012): OECD Guidelines for testing of Chemicals, Bioaccumulation in Fish: Aqueous and Dietary Exposure. [http://www.oecd-ilibrary.org/environment/test-no-305-bioaccumulation-in-fish-aqueous-and-dietary-exposure\\_9789264185296-en](http://www.oecd-ilibrary.org/environment/test-no-305-bioaccumulation-in-fish-aqueous-and-dietary-exposure_9789264185296-en) (letzter Zugriff 20.06.2013)

UNEP (2009): STOCKHOLM CONVENTION ON PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS Text and Annexes as amended in 2009, <http://chm.pops.int/Convention/ConventionText/tabid/2232/Default.aspx> (letzter Zugriff 20.06.2013)

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

VERORDNUNG (EG) Nr. 1907/2006 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 18. Dezember 2006 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

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

VERORDNUNG (EU) Nr. 253/2011 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 XIII



**Kontakt:**

**Caren Rauert**

Umweltbundesamt

Fachgebiet IV 1.1

Wörlitzer Platz 1

06844 Dessau

Tel.: 0340/ 2103 2950

Fax: 0340/ 2104 2950

E-Mail: [caren.rauert@uba.de](mailto:caren.rauert@uba.de)

Jahrgang: 1966

**1989-1995**

Studium Technischer Umweltschutz an der Universität-Gesamthochschule Paderborn Abteilung Höxter

**1995-1996**

im Umweltamt der Stadt Düsseldorf, Bereich Ordnungsbehördliche Altlastenbearbeitung

**seit 1998**

im Umweltbundesamt, zunächst im Fachgebiet „Umweltbeobachtung“, seit 2000 im Fachgebiet „Biologische Abbaubarkeit, Bioakkumulation“, seit 2008 im Fachgebiet „Internationales Chemikalienmanagement“