

Umweltforschungsplan  
des Bundesministeriums für Umwelt,  
Naturschutz und Reaktorsicherheit

Umwelt und Gesundheit

Förderkennzeichen (UFOPLAN) 370963224

## Evaluierung des Forschungsbedarfs zur Ursachenaufklärung der Kontamination bestimmter Lebensmittel mit Dioxinen und PCB

Auswertung der von den Ländern sowie dem UBA auf der Sitzung der  
Bund/Länder-Arbeitsgruppe DIOXINE  
am 17.06.2009 im Bundesumweltministerium vorgelegten Daten und  
zur Diskussion gestellten Projektskizzen

von

**Prof. Dr. Armin Basler**

Wolfsgarten 17  
37120 Bovenden  
[BaslerA@t-online.de](mailto:BaslerA@t-online.de)  
Tel. 05594 - 1274

Im Auftrag des  
Umweltbundesamtes

16. Oktober 2009

1.	Vorbemerkung	3
2.	Dioxin- und PCB-Einträge in die Umwelt in den 80er Jahren und Maßnahmen zur Minderung	5
3.	Rückgang der Dioxin- Belastung der Umwelt und des Menschen in den 90er Jahren	7
4.	PCB in der Umwelt – eine Last der Vergangenheit?	10
5.	Forschungsbedarf zur Ursachenaufklärung der Kontamination bestimmter Lebensmittel mit Dioxinen und dioxinähnlichen PCB	14
5.1	Rehe, Schafe und Rinder	14
5.2	Flussfische und Aale	25
6.	Schlussbemerkung	30
7.	Vollzug, Monitoring und Forschungsbedarf - Tabellarische Zusammenfassung	31

### **Tabellen- und Abbildungsverzeichnis**

Tab. 1	Dioxineintrag in die Umwelt in der Bundesrepublik Deutschland in den 80er Jahren	S. 5
Tab. 2	Wesentliche Maßnahmen zur Minderung des Eintrags von Dioxinen in die Umwelt	S. 6
Tab. 3	Wesentliche Maßnahmen zur Minderung des Eintrags von PCB in die Umwelt	S. 11
Tab. 4	Beispiele für PCB-Hintergrundkonzentrationen	S. 12
Tab. 5	WHO-TEQ-Gehalte in Schafleber aus Deutschland	S. 14
Tab. 6	Tabellarische Zusammenfassung	S. 31
Abb. 1	Bestand der Datenbank DIOXINE	S. 7
Abb. 2	Rückgang der Dioxin-Emissionen in den 90er Jahren	S. 8
Abb. 3	Dioxinbelastung der Kuhmilch	S. 9
Abb. 4	Dioxine, Furane und dl-PCB in der Muskulatur von Brassen aus der Elbe und dem Rhein	S. 26

## 1. Vorbemerkung

Die 34. Umweltministerkonferenz beschloss im Frühjahr 1990 die Einrichtung einer Bund/Länder-Arbeitsgruppe DIOXINE und beauftragte sie mit der

- Evaluierung der Emissionsquellen von Dioxinen,
- Durchführung von Messprogrammen,
- zentralen Erfassung der beim Bund und den Ländern vorliegenden Daten zur Dioxinbelastung unterschiedlichster Medien in einer Datenbank DIOXINE und
- Auswertung dieser Daten zwecks Beurteilung der Gesundheits- und Umweltbelastung.

Die Bund/Länder-Arbeitsgruppe DIOXINE hat die in fast zwei Jahrzehnten erzielten Arbeitsergebnisse in bisher fünf Berichten<sup>1</sup> niedergelegt. Die in den folgenden Kapiteln 1 – 3 dargestellten Daten und Tabellen zur Dioxinbelastung in der Vergangenheit basieren auf diesen Berichten. Daraus wird ersichtlich, dass zahlreiche Maßnahmen dazu beigetragen haben, dass die Belastung der Umwelt und des Menschen mit Dioxinen und polychlorierten Biphenylen (PCB) in den letzten 20 Jahren drastisch reduziert wurde, jedoch angesichts der Persistenz dieser Verbindungen nicht auf Null zurückgeführt werden kann. Abhängig von mehreren Faktoren kann es daher immer wieder zur Kontamination bestimmter Lebensmittel mit Dioxinen und PCB kommen:

- Aktuelle Untersuchungsergebnisse aus unterschiedlichsten Regionen Deutschlands dokumentieren eine hohe Dioxin- und/oder dioxinähnliche PCB-Belastung der **Leber von Schafen**. Die WHO-TEQ-Gehalte liegen regelmäßig oberhalb der EU-Höchstgehalte.
- Nach Ergebnissen der Umweltprobenbank sind sogar **Rehe** mit dioxinähnlichen PCB belastet, die in vermeintlich völlig unbelasteten Gegenden, fern von Emittenten, äsen.

---

<sup>1</sup> Berichte Bund/Länder zu Dioxinen; <http://www.umweltbundesamt.de/chemikalien/dioxine-dbla.htm>

- Bund und Länder haben darüber hinaus Erkenntnisse über hohe Überschreitungs-raten des EU-Auslösewertes für dioxinähnliche PCB in **Rindfleisch**. Überschrei-tungen des EU-Höchstgehalts für die Summe von Dioxinen und dioxin-ähnlichen PCB wurden allerdings nur vereinzelt festgestellt.
- Weiterhin liegen Bund und Ländern Untersuchungsergebnisse vor, nach denen **Fische** und **Aale** aus bestimmten Flussabschnitten so stark mit Dioxinen und/oder dioxinähnlichen PCB belastet sind, dass sie nicht mehr verkehrsfähig sind.

Nach wie vor sind die Ursachen für die teilweise hohen Kontaminationen der Lebensmittel nicht bekannt. Zur Ursachenaufklärung, insbesondere hinsichtlich der Kontamination von Lebensmitteln mit dioxinähnlichen PCB, sind daher beim Bund und in verschiedenen Ländern je nach Zuständigkeit Monitoringprogramme und Forschungsvorhaben angelaufen.

Diese Arbeiten bedürfen angesichts der aktuellen Faktenlage eines vertieften Meinungsau-s-tauschs zwischen Bund und Ländern, nicht zuletzt um ein abgestimmtes Vorgehen zu gewähr-leisten. Als hierfür geeignetes Gremium wurde die Bund/Länder-Arbeitsgruppe DIOXINE erneut zusammengerufen und in den Dienst dieser Aufgaben gestellt. Die Arbeitsgruppe tagte am 17. Juni 2009 im Bundesumweltministerium.

- Vorgestellt wurden dabei derzeit laufende Monitoringprogramme und Vorhaben zur Klärung der aktuellen Dioxin- und PCB-Belastung.
- Erörtert wurde zudem der Forschungsbedarf, um die Ursachen der Dioxin- und PCB-Belastung von Fischen und Lebern von Schafen zu ermitteln.

Die Auswertung dieser Diskussionsbeiträge wird in Kapitel 5 und 6 dargelegt.

## 2. Dioxin- und PCB-Einträge in die Umwelt in den 80er Jahren und Maßnahmen zur Minderung

Die Belastung der Umwelt und der Bevölkerung mit polychlorierten Dibenzodioxinen und polychlorierten Difenzofuranen (im Folgenden verallgemeinernd als Dioxine bezeichnet) sowie mit polychlorierten Biphenylen zählte Ende der 80er Jahre zu den relevanten umweltpolitischen Themen. Dioxine ausstoßende Schornsteine prägten bis in die 80er Jahre das Bild des Industriestandortes Deutschland. Müllverbrennungsanlagen waren bekannte Dioxinquellen. In der Umgebung von Kabelverschmelzungsanlagen wurden extrem hohe Dioxinkonzentrationen gemessen. Polychlorierte Biphenyle, von denen weltweit über eine Million Tonnen hergestellt wurden, und das Holzschutzmittel Pentachlorphenol wiesen hohe Verunreinigungen mit Dioxinen auf und belasteten so die Umwelt mit mehreren kg Dioxinen pro Jahr (Tab. 1). Zum Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit war es prioritäre Aufgabe, Neueinträge von Dioxinen und PCB in die Umwelt weitgehend zu reduzieren. Konsequenterweise wurden in den letzten zwei Jahrzehnten einschneidende rechtliche Maßnahmen ergriffen<sup>2</sup>, um dieses Ziel zu erreichen. Die wesentlichen emissionsmindernden Maßnahmen bzw. Verbotsvorschriften sind in Tab. 2 zusammengefasst:

Tab. 1: Dioxineintrag in die Umwelt in der Bundesrepublik Deutschland in den 80er Jahren

Quelle	g I-TEQ pro Jahr
polychlorierte Biphenyle	4.500
Pentachlorphenol	1.350
Müllverbrennungsanlagen	400
Hausbrandfeuerstätten (Öl, Kohle, Holz)	20
Krematorien	4
Verkehr	> 50
industrielle thermische Prozesse	
• Metallgewinnung und –verarbeitung	740
• Kraftwerke	5
• Industrie- und Gewerbeheizung	20

<sup>2</sup> Basler A: Dioxins and related compounds. Status and regulatory aspects in Germany. Environmental Science and Pollution Research, 2 (1995) 117 - 121

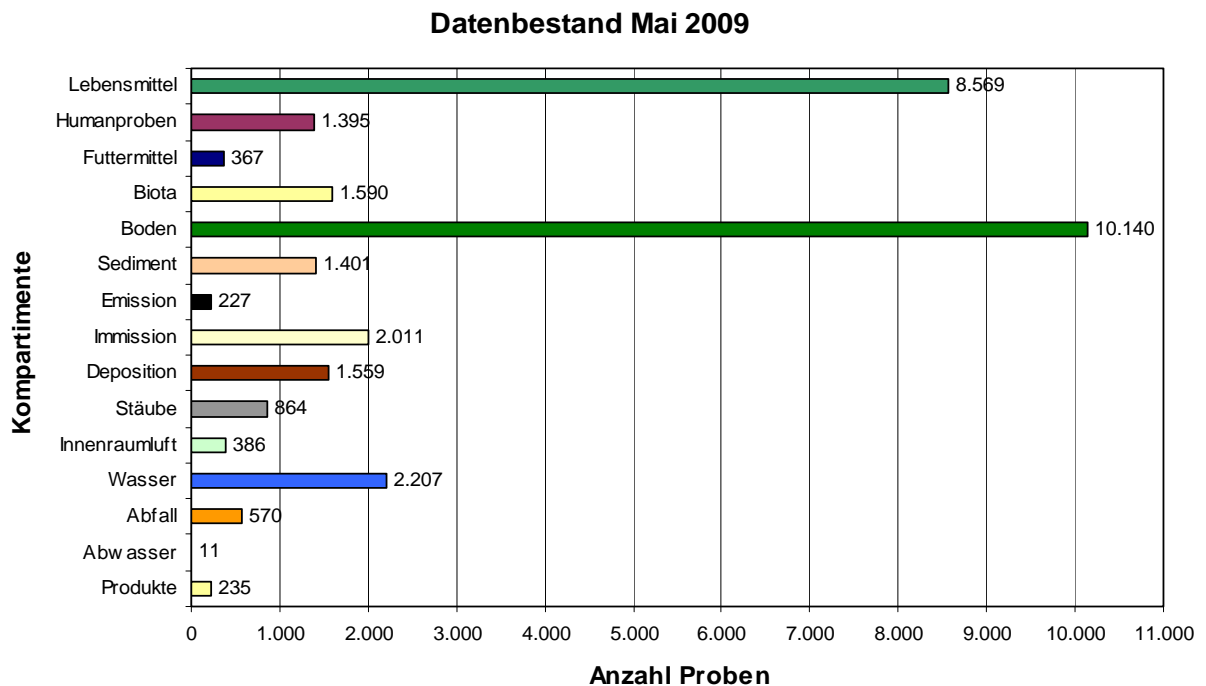
Tab. 2: Wesentliche Maßnahmen zur Minderung des Eintrags von Dioxinen in die Umwelt

Verordnung	Regelungsinhalt
Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe, 17. BImSchV) vom 23. November 1990, BGBl. I, S. 912	Emissionsgrenzwert für Dioxine im Abgas von Müllverbrennungsanlagen: 0,1 ng I-TEQ/m <sup>3</sup>
Siebenundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Anlagen zur Feuerbestattung - 27. BImSchV) vom 19. März 1997, BGBl. I, S. 545	Emissionsgrenzwert für Dioxine im Abgas von Krematorien: 0,1 ng I-TEQ/m <sup>3</sup>
Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft nach BImSchG (TA Luft) vom 24. Juli 2002	Bei Anlagen für Stahl, Eisen und sonstige Metalle soll eine Konzentration von 0,1 ng/m <sup>3</sup> im Abgas angestrebt werden; der Wert in Höhe von 0,4 ng/m <sup>3</sup> darf nicht überschritten werden.
Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Großfeuerungs- und Gasturbinenanlagen, 13. BImSchV) vom 20. Juli 2004, BGBl. I, S. 1717	Emissionsgrenzwert für Dioxine: 0,1 ng I-TEQ/m <sup>3</sup>
Neunzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Chlor- und Bromverbindungen als Kraftstoffzusatz - 19. BImSchV) vom 17. Januar 1991, BGBl. I, S. 912	Verbot von Scavenger in Kraftstoffen für Kraftfahrzeuge, bei deren Verbrennung Dioxine entstehen
Gefahrstoffverordnung vom 26. August 1986, BGBl. I, S. 1218	Grenzwerte für 8 polychlorierte Dibenzodioxine und -furan (PCDD/PCDF) in Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen
Pentachlorphenolverbotsverordnung vom 12. Dezember 1989, BGBl. I, S. 2235	Verbot der Herstellung und Anwendung von Pentachlorphenol (PCP)
Erste Verordnung zur Änderung der Chemikalien-Verbotsverordnung vom 06. Juli 1994, BGBl. I, S. 1493	Verschärfung der bestehenden Grenzwerte, Erweiterung der Regelungen auf 17 PCDD/PCDF und Einführung von Grenzwerten für polybromierte Dioxine
Klärschlammverordnung vom 15. April 1992, BGBl. I, S. 912	Grenzwert für Dioxine im landwirtschaftlich genutzten Klärschlamm in Höhe von 100 ng TE/kg Schlamm-Trockenmasse

### 3. Rückgang der Dioxin-Belastung der Umwelt und des Menschen in den 90er Jahren

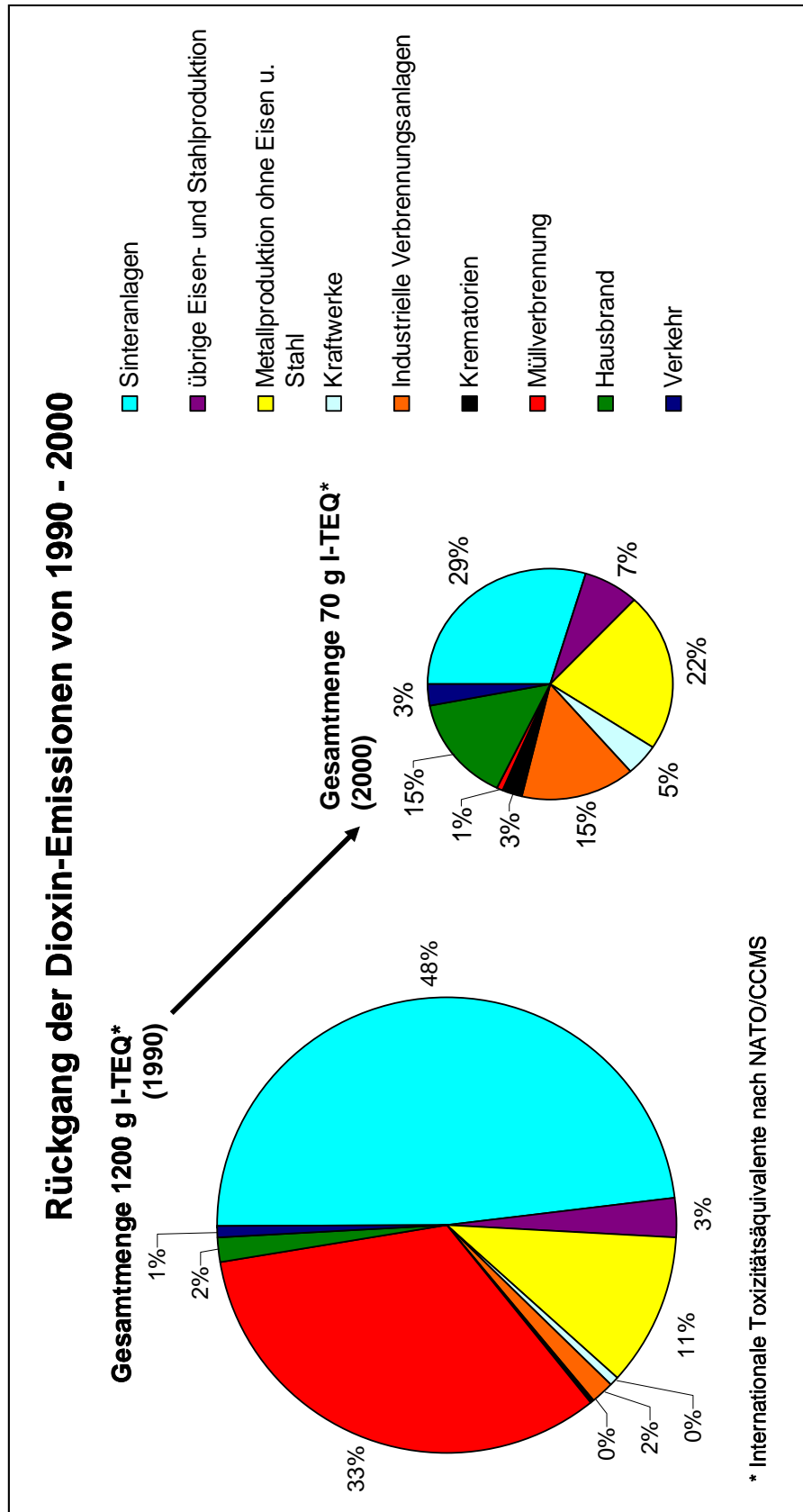
Die im Rahmen der Überwachung von den Ländern erhobenen Daten sowie die Ergebnisse von Messprogrammen und Forschungsvorhaben wurden in eine Anfang der 90er Jahre im Umweltbundesamt eingerichtete zentrale DATENBANK DIOXINE eingegeben, die seit dem Jahr 2005 auch Daten zu dioxinähnlichen PCB systematisch erfasst. Die Bundesoberbehörden Umweltbundesamt und Bundesinstitut für Risikobewertung haben diese Daten auf Plausibilität und Validität geprüft und die Daten ausgewertet. Hierauf aufbauend hat die Bund/Länder-Arbeitsgruppe DIOXINE im Jahr 2002 ihren 3. und 4. Bericht vorgelegt sowie im Jahr 2007 einen 5. Bericht. Im Zentrum des 3. und 4. Berichts stand die Auswertung der seit Aufbau der Datenbank DIOXINE erfassten über 20.000 Proben (Abb. 1) zur Dioxinbelastung unterschiedlichster Kompartimente. Mit dem 5. Bericht erfolgte erstmalig auch eine Bewertung<sup>3</sup> der bei Bund und Ländern vorliegenden Daten aus Messprogrammen zu dioxinähnlichen und nicht dioxinähnlichen PCB.

Abb. 1: Bestand der Datenbank DIOXINE



<sup>3</sup> Joas, A.; Mueller, E. (2006): Qualitätssicherung und Erweiterung des Datenbestandes der Dioxin-Datenbank des Bundes und der Länder zu Dioxinen, dioxinähnlichen und nicht dioxinähnlichen PCB einschließlich der Auswertung und Bewertung der Daten. FKZ: 204 62 251 im Auftrag des Umweltbundesamtes

Abb. 2: Rückgang der Dioxin-Emissionen in den 90er Jahren (Quelle Umweltbundesamt)





Die Auswertung der Messwerte belegt, dass die in den 80er und 90er Jahren auf den Weg gebrachten Umweltschutzmaßnahmen erfolgreich waren. Die Neueinträge in die Umwelt konnten drastisch reduziert werden. Allein von 1990 bis zum Jahr 2000 gingen die Dioxin-Emissionen von 1200 g I-TEQ pro Jahr auf weniger als 1/10 dieses Wertes zurück (Abb. 2).

Aufgrund der Emissionsminderung sank auch die Schadstoffbelastung von Futtermitteln und in den mengenmäßig bedeutsamen Lebensmitteln wie Milch (Abb. 3), Fleisch und Eiern, was letztendlich dazu führte, dass das Anfang der 90er Jahre postulierte Ziel – für den Erwachsenen die Aufnahme an Dioxinen über die Nahrung von ca. 2 auf unter 1 Pikogramm pro Kilogramm Körpergewicht zu senken - bereits Ende der 90er Jahre erreicht wurde.

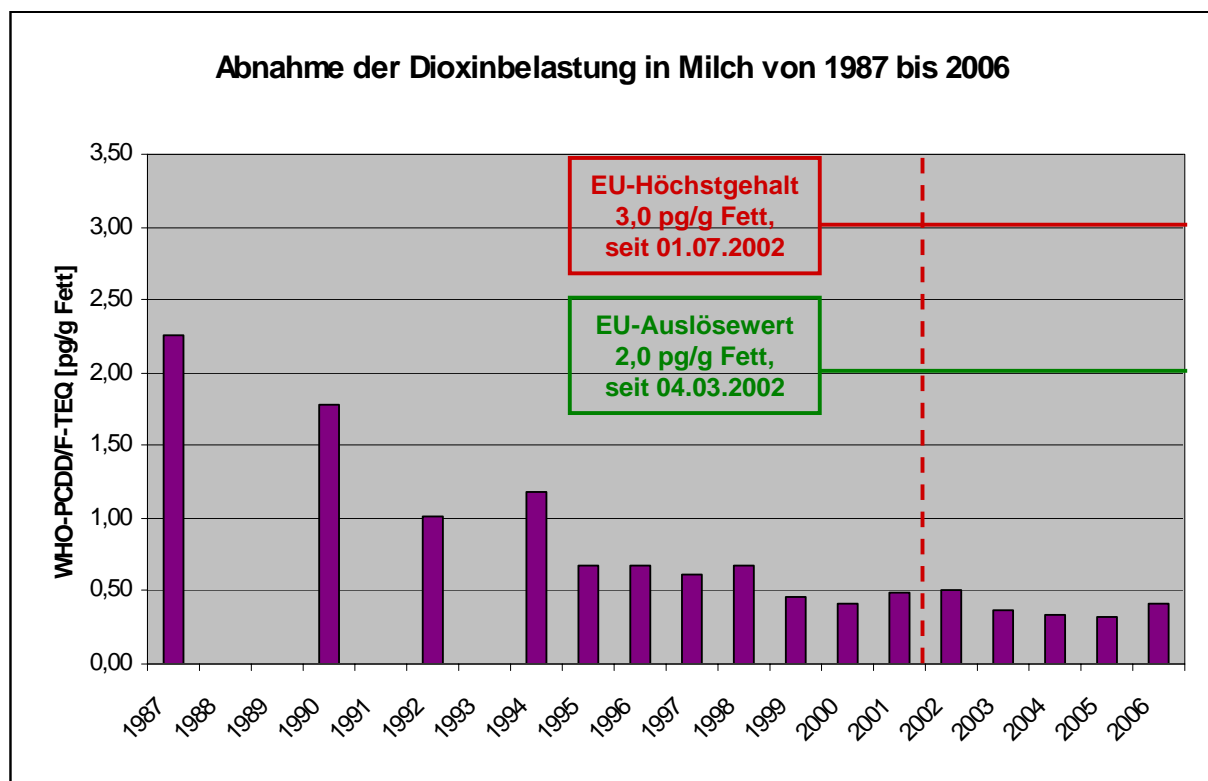


Abb. 3: Dioxinbelastung der Kuhmilch

Quellen: Jahresberichte des ehemaligen Bundesgesundheitsamtes sowie des Chemischen und Veterinäruntersuchungsamtes Freiburg, des Chemischen Landes- und Staatlichen Veterinäruntersuchungsamtes Münster, des Niedersächsischen Landesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit Oldenburg und des Bayerischen Landesamtes für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit Oberschleißheim

#### **4. PCB in der Umwelt – eine Last der Vergangenheit?**

Seit Jahren stehen neben Dioxinen auch polychlorierte Biphenyle im Zentrum des Interesses. Aufgrund ihrer guten Elektroisolier- und Kühleigenschaften einerseits und ungünstigen Brandeigenschaften fanden PCB eine breite Anwendung. Eingesetzt wurden sie als Hydrauliköl im Bergbau, als Schmiermittel (Getriebeöl, Bohröle, Hochdruckpumpenöle), als Dielektrikum, Isolier- und Kühlflüssigkeit in Elektrobauteilen, Transformatoren, Kondensatoren, Weichmacher in dauerelastischen Dichtungsmassen (Dehn- und Wandfugen) sowie als Flammschutzanstriche. Weltweit wurden seit den 30er Jahren über eine Million Tonnen hergestellt. In Deutschland wurden ca. 59.000 t PCB in geschlossenen Systemen und rund 24.000 t PCB in offenen Systemen eingesetzt und gelangten vornehmlich infolge der offenen Anwendung in die Umwelt.

Da diese Stoffe schwer abbaubar sind und sich aufgrund ihrer Fettlöslichkeit in der Nahrungskette anreichern, stellen sie ein Umwelt- und Gesundheitsrisiko dar. Grundsätzliche Forderung des gesundheitlichen Verbraucherschutzes ist es, besonders toxisch wirkende Stoffe wie Dioxine und PCB in der Umwelt und damit auch in Lebensmitteln so weit wie möglich zu minimieren. In Deutschland gelten bereits seit 1988 Höchstmengen für sechs einzelne und den Gesamt-PCB-Gehalt repräsentierende nicht-dioxinähnliche PCB-Kongenere in Lebensmitteln. Die Werte sind in der nationalen Schadstoff-Höchstmengenverordnung festgelegt. Die nationalen Maßnahmen wurden ergänzt durch eine seit dem 1. Juli 2002 EU-weit geltende Höchstgehaltregelung für Dioxine und eine seit dem 4. November 2006 EU-weit geltende Höchstgehaltregelung für die Summe aus Dioxinen und dioxinähnlichen PCB in Futtermitteln und in zahlreichen Lebensmitteln überwiegend tierischer Herkunft.

Um die Kontamination der Lebensmittel zu minimieren richtete sich der Schwerpunkt der Umweltschutzmaßnahmen (Tab. 3) erfolgreich auch auf das „Verstopfen“ der PCB-Quellen.

Ende der 70er Jahre wurden erste Schritte zum Ausstieg der Anwendung von PCB eingeleitet. Mit der Zehnten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes im Jahr 1978 wurde erstmals das Inverkehrbringen von PCB-haltigen Erzeugnissen beschränkt. Betroffen von dem Verbot des Inverkehrbringens war vornehmlich die Verwendung von PCB in umweltoffenen Systemen (z.B. der Einsatz in Hydraulikanlagen, ausgenommen solche für untertägige Bergwerksanlagen). Erst 11 Jahre später trat dann das nahezu ausnahmslose Verbot der Herstellung und des Inverkehrbringens von polychlorierten Biphenylen in Kraft. Trotz

des Verbots von 1989 verblieben große Mengen an PCB u.a. in Kondensatoren alter Elektrogeräte und in Fugendichtungsmassen von Gebäuden, die vor allem in den 60er und 70er Jahren errichtet wurden. Zwingend notwendig war daher in Ergänzung zum Verbot die kontrollierte Beseitigung der PCB, die Dekontamination oder Beseitigung PCB-haltiger Geräte und die Beseitigung von PCB-Abfall. In Teilen erfolgte dieser Schritt mit der PCB-Abfallverordnung aus dem Jahr 2000.

Das Inkrafttreten der Verordnung bedeutete jedoch nicht den sofortigen und vollständigen Ausstieg. Zahlreiche Übergangsfristen wurden nämlich bis Ende 2010 eingeräumt; Kleinkondensatoren können sogar bis zum Ende ihrer Lebensdauer verwendet werden.

Tab. 3: Wesentliche Maßnahmen zur Minderung des Eintrags von PCB in die Umwelt

Verordnung / Bekanntmachung	Regelungsinhalt
Zehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 26. Juli 1978, BGBl. I, S. 1138	Beschränkung des Inverkehrbringens von PCB-haltigen Erzeugnissen; Verbot der offenen Anwendung (z.B. als Hydrauliköl) über Tage
Verordnung zum Verbot von polychlorierten Biphenylen, polychlorierten Terphenylen und zur Beschränkung von Vinylchlorid vom 18. Juli 1989, BGBl. I, S. 1482	Verbot der Herstellung und des Inverkehrbringens von polychlorierten Biphenylen (PCB)
PCB/PCT-Abfallverordnung vom 26. Juni 2000, BGBl. I, S. 932, zuletzt geändert durch Art. 3 V vom 20. Oktober 2006, BGBl. I, S. 2298	Kontrollierte Beseitigung der PCB, die Dekontamination oder Beseitigung PCB-haltiger Geräte und Beseitigung von PCB-Abfall
Mitteilung der Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden (2007): Gesundheitliche Bewertung dioxinähnlicher polychlorierter Biphenyle in der Innenraumluft. Bundesgesundheitsbl. 50 (11), S. 1455	Bekanntmachung eines Prüfwertes für die zulässige PCB-Konzentration in der Innenraumluft

Noch problematischer als die heute noch in Gebrauch befindlichen PCB-haltigen Kleinkondensatoren und andere Erzeugnisse ist die Last der Vergangenheit. Vornehmlich infolge der offenen Anwendung gelangten PCB in die Umwelt und sind dort, da sie nur schwer abbaubar sind, bis heute in umweltrelevanten Konzentrationen nachweisbar (Tab. 4).

Tab. 4: Beispiele für PCB-Hintergrundkonzentrationen  
Bayerisches Landesamt für Umwelt (2008)<sup>4</sup>,

Ort, Medium	PCB-Konzentration $\Sigma$ 6 Indikator-Kongenere	Quelle
Luft, städtische Hintergrundstation	0,53 ng/m <sup>3</sup> (Jahresmittel)	LfU BY 2003
Luft, ländliche Station	0,44 ng/m <sup>3</sup> (Jahresmittel)	LfU BY 2003
Wiesen-, Ackerböden	2 – 5 µg/kg	LfU BW 1995
Streuauflage von Waldböden	30-163 µg/kg	LfU BW 1995
Wasser in Fließgewässern	5 – 100 µg/kg	UBA 1999
Klärschlamm	83 – 277 µg/kg	LfU BY 2003
Kompost	30 µg/kg	LfU BY 2003

Analysen der Umweltkonzentrationen ergaben zudem: Gasförmig und an Partikel angelagert können PCB über weite Strecken verfrachtet werden und finden sich mittlerweile in allen Umweltmedien auch fernab ihrer Verwendung. Aus der Luft können die Verbindungen von Pflanzen aufgenommen werden, was zu einer Anreicherung in pflanzlichen Futtermitteln führen kann. Zudem werden PCB mit der atmosphärischen Fernübertragung flächendeckend auf Böden eingetragen. Als Folge der atmosphärischen Deposition werden sie an organische Substanzen der Böden gebunden und reichern sich in der humosen Bodenschicht an. Letztendlich findet sich PCB in Gewässern, hier vorwiegend an Partikel der Schwebstoffe gebunden.

<sup>4</sup> [http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw\\_53\\_polychlorierte\\_biphenyle\\_pcb.pdf](http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_53_polychlorierte_biphenyle_pcb.pdf)

Auch wenn die Einträge an PCB in die Umwelt in den letzten Jahrzehnten dank vorgenannter Umweltschutzmaßnahmen drastisch gesunken sind, **ist insbesondere aufgrund des ubiquitären Vorkommens von PCB und der geringen Abbaubarkeit nicht zu erwarten, dass die Umweltbelastung kurzfristig noch wesentlich verringert wird.** Hinzu kommt, dass die Remobilisierung von Altlasten und noch heute existierende Quellen (Kleinkondensatoren, Fugenmassen, Verbrennungsprozesse in mit Schweröl betriebenen Schiffsmotoren) den Rückgang der Schadstoffbelastung verlangsamen.

Daher kommt es auch heute noch zur Kontamination von Futtermitteln und Lebensmitteln. Hoch belastet sind beispielsweise Flussfische, insbesondere solche aus grenzüberschreitenden Flüssen, sowie die Leber von Dorsch, Schaf und Wild. Abhängig von den Verzehrsgewohnheiten kann es durchaus auch heute noch zu erhöhten Dioxin- und PCB-Aufnahmen bestimmter Verbrauchergruppen kommen. Für den gesundheitlichen Verbraucherschutz ist es europaweit unerlässlich, die lebensmittelbedingte Dioxin- und PCB-Exposition des Menschen weiter zu senken. Hierzu stellen sich folgende Fragen, denen in der Sitzung der Bund/Länder-Arbeitsgruppe DIOXINE nachgegangen wurde:

- Wo treten heute noch dioxinähnliche PCB (dl-PCB) in Futter- und Lebensmitteln in relevanten Konzentrationen auf?
- Was sind die Ursachen der Belastung?
- Wie müssen Forschungsvorhaben zur Ursachenaufklärung der Kontamination bestimmter Lebensmittel mit dl-PCB konzipiert sein?

## 5. Forschungsbedarf zur Ursachenaufklärung der Kontamination bestimmter Lebensmittel mit Dioxinen und dioxinähnlichen PCB

### 5.1 Rehe, Schafe, Rinder

Untersuchungsergebnisse der Länder dokumentieren, dass Schafslebern regelmäßig Belastungen mit Dioxinen und dioxinähnlichen PCB oberhalb der EU-Höchstgehalte aufweisen und damit nicht verkehrsfähig sind. Dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) lagen im Frühjahr 2009 140 Messergebnisse über Schafleberproben aus 6 Bundesländern vor (Tab. 5)<sup>5</sup>. Die Dioxin- und PCB-Gehalte waren in den meisten Proben sehr hoch und überstiegen mehrheitlich den in der EU gültigen Höchstgehalt von 12 pg WHO-TEQ/g Leberfett von an Land lebenden Tieren. Regionale Unterschiede sind nicht erkennbar. Es ist davon auszugehen, dass es sich bei den kontaminierten Schaflebern nicht um eine regionale Belastung handelt. Vielmehr muss vermutet werden, dass sich hierin eine vornehmlich auf dl-PCB zurückzuführende deutschlandweite hohe Grundbelastung widerspiegelt.

Tab. 5: WHO-TEQ-Gehalte in Schafleber aus Deutschland (BfR, 2009)

Bundesland	Probenzahl	Probenzahl>HM*	Mittelwert pg WHO-TEQ/g Fett	Median pg WHO-TEQ/g Fett	Minimum pg WHO-TEQ/g Fett	Maximum pg WHO-TEQ/g Fett
NI	73	72	40,1	33,0	7,2	204,0
SH (Elbe)	20	19	32,2	29,0	1,9	65,9
SH (ausg. Elbe)	6	5	40,6	26,4	5,3	93,3
HE	5	4	17,2	14,9	8,0	32,7
MV	21	19	55,3	28,4	1,5	502,0
NW	11	10	42,7	31,1	8,8	99,3
BY	4	2	37,4	33,9	8,0	73,9
Gesamt	140	131	41,0		1,5	502,0

\* >HM: oberhalb der Höchstgehalte, ohne Abzug der Messunsicherheit

Ausgehend von den festgestellten Überschreitungen der Höchstmengenregelung für Dioxine und dioxinähnliche PCB (dl-PCB) haben das Niedersächsische Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung (ML) und das Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (MU) am 16. und 17. Februar 2009 in der Evangelischen Akademie Loccum gemeinsam einen Expertenworkshop zur Ursachenanalyse der Kontamination durch dl-PCB auf Weidegras im Bereich der Ems veranstaltet. Die Ergebnisse und Erkenntnisse aus

<sup>5</sup> Bundesinstitut für Risikobewertung: Schafleber kann stark mit Dioxinen und PCB belastet sein. Gesundheitliche Bewertung Nr. 013/2009 des BfR vom 7. April 2009

dem Workshop dienen u. a. als Grundlage und Datenbasis für das weitere Vorgehen zur Ursachenanalyse sowie der Entwicklung von Erklärungshypothesen und der Formulierung von Forschungsfragen.

Die erarbeiteten und abgestimmten Ergebnisse und Empfehlungen stellen das ML und MU zusammenfassend wie folgt dar:

- Im Rahmen der Untersuchungsergebnisse treten Inkonsistenzen auf. Hohe Gehalte im Boden bedingen nicht automatisch Höchstgehaltüberschreitungen bei Futtermitteln.
- Es ist kein monokausaler Zusammenhang in der Kette Umweltkompartimente – Weideaufwuchs – Lebensmittel erkennbar.
- Es sind nach derzeitigem Kenntnisstand keine Punktquellen für den Boden, die Luft und Sedimente identifizierbar.
- Keiner der Eintragungspfade (Boden, Sediment, Luft) ist alleiniger Verursacher für die gemessenen Gehalte in Pflanzen und Lebensmitteln.
- In Böden sind dl-PCB ubiquitär vorhanden; die Quantität variiert. Überschwemmungsflächen der Flussauen weisen vergleichsweise höhere Gehalte als nicht überflutete Flächen auf. Die Bodenart und der Wassergehalt haben einen Einfluss auf die Gehalte an Dioxinen und dl PCB. Es gibt eine noch nicht quantifizierbare Ausgasung aus dem Boden.
- Die Dioxin- und dl-PCB-Gehalte der Sedimente korrespondieren mit den Gehalten in den Böden der Überschwemmungsflächen. Regenwasser könnte einen Einfluss auf die Kontamination der Pflanzen haben.
- Ungeklärt sind die Einflüsse, die die atmosphärische Fernübertragung und das Remobilisierungspotential aus Altlasten spielen.

## **Projekte A Literaturstudien**

### **Projekt A I Transferfaktoren**

Vor oben beschriebenem Hintergrund sind primär weitere Untersuchungen zu veranlassen, die für Dioxine und PCB den Transferpfad Boden/Pflanze und Boden/Bodenluft/Pflanze sowie das Verhalten der Schadstoffe an der Pflanzenoberfläche in den Mittelpunkt rücken.

Als erster Schritt zur Klärung vorgenannter Fragen wird eine Literaturstudie angeregt, die

- die verfügbaren analytischen Daten zusammenträgt,
- die in der Literatur verfügbaren Daten möglicher Expositionspfade zusammensetzt,
- die in der Literatur verfügbaren Daten zum Remobilisierungspotential aus Altlasten zusammenstellt,
- die bekannten Wechselwirkungen und Transferfaktoren der PCB für biologische Oberflächen über die Kompartimente Wasser, Boden, Luft sowie Sediment und Schwebstoff darstellt sowie
- Lösungsvorschläge für weitere notwendige Untersuchungen zur Ursachenaufklärung diskutiert.

### **Projekt A II Carry over**

Auffällig ist, dass die Leber von Schafen – im Vergleich zu Rindern – extrem mit PCB belastet ist. Studien zum Carry over könnten einen Beitrag zur Klärung leisten. Zuvor ist mittels einer Literaturstudie der bekannte Sachstand zu ermitteln.



## **Projekte B Eintragspfade über Boden, Sedimente und Luft**

### **Projekt B I: Ursachenanalyse der Kontamination durch dl-PCB und Dioxine bei Weidegrasaufwuchs unter besonderer Betrachtung möglicher Eintragspfade über Boden, Sedimente und Luft**

Unter Berücksichtigung der in der Literaturstudie gewonnenen Daten sind zur Simulation der beschriebenen Transferpfade sowohl Klimakammer- und Laborversuche mit definierten Bedingungen als auch ggf. nachgelagert Freilanduntersuchungen erforderlich.

Folgende Versuchsfragen sind auf dem Workshop in Loccum für die weitere Bearbeitung und Ursachenanalyse herausgestellt, vom Land Niedersachsen als Projektantrag beschrieben und auf der Sitzung der AG DIOXINE am 17.06.2009 im BMU vorgestellt worden:

- Wirkt der Boden möglicherweise als (historische) Senke und als (aktuelle) Quelle? Es gibt Hinweise dafür, dass über Ton/Humuskomplexe die aus der Bodenluft adsorbierten PCB durch Desorption wieder an die Bodenluft abgegeben werden und im Weiteren eine Ausgasung aus dem Boden erfolgt. Sorptions- und Desorptionsmessungen könnten unter Beachtung der Einflussgrößen Bodenart (Feinkornanteil, Gehalte an C org.), Wassergehalt/Wassersättigung und Bodentemperatur die Flüchtigkeit (Volatilität) von dl PCB determinieren. Hierzu bedarf es - auch unter Beachtung der selektiven Anreicherung bestimmter Kongenere vergleichender Untersuchungen unter definierten Versuchsbedingungen (Klimakammer).
- Wie verhalten sich Dioxine und PCB an der Pflanzenoberfläche? Diffusible und konvektive Prozesse sind auf Grundlage der biochemischen und pflanzenphysiologischen Anhaftungs- und Aufnahmemechanismen (Stomata, Wurzel, Cuticula) zunächst unter definierten Bedingungen in Klimakammern zu beschreiben und zu quantifizieren. Ergänzend sind selektive Anreicherungsmechanismen sowohl bestimmter Kongenere als auch im Verhältnis Dioxine/ PCB zu untersuchen.
- Neben stofflichen Anreicherungs- und Ablagerungsmechanismen ist gleichermaßen das Abbauverhalten der Schadstoffe auf dem Pflanzenmaterial zu betrachten.

Dieses Abbauverhalten wird u.a. bestimmt durch Verdampfungsprozesse und Photolyse. Die Abbaukinetik beider Stoffklassen (Dioxine/dl PCB) sollte unter Berücksichtigung der Konzentrations- und Zeitverläufe beschrieben werden. Sollte die Photolyse der Hauptabbaupfad sein, müsste ein jahreszeitlicher Effekt zu beobachten sein. Um die Hypothese zu überprüfen, muss der Konzentrations/Zeitgang auf künstlich oberflächlich kontaminierten Graspflanzen bestimmt werden.

- Gegenüber den steuerbaren Randbedingungen im Labor und in der Klimakammer sind weitergehende Einflussfaktoren zu bewerten, die nur durch Freilandversuche verifiziert werden können:
- Einzubeziehen sind als Einflussfaktoren der Klimaeinfluss (Umgebungs-klima, Windgeschwindigkeit, Niederschlag), Vegetationsstadien (Zeitreihen für die jeweiligen Wachstumsperioden), Gehalte unterschiedlicher Pflanzenteile, Einfluss der Pflanzenart, Bewirtschaftungseinflüsse (Pflanzenschutzmaßnahmen, Düngung) sowie Anhaftung durch Feinstaub und Sedimente mit hohem organischen Anteil.

Ziel der Untersuchungen soll sein, die Transferpfade für Dioxine und PCB vom Boden bzw. über Luftpfade in Futtermittel und schließlich in Lebensmittel (Milch/Rindfleisch) aufzuklären und die gefundenen Gehalte in den Matrices in einen Zusammenhang zu bringen. Dazu sollten Boden-, Futtermittel-, Milch- und Fleischproben von einer bestimmten Anzahl von Betrieben untersucht werden.

Da die PCB-Gehalte in der Luft und wahrscheinlich auch in Grün- und Raufutter einen Jahresgang zeigen, sollten Proben der verschiedenen Matrices von einem Standort zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Jahr untersucht werden (jahreszeitliche Schwankungen). Bei Rindern könnten evtl. Biopsieproben zur Untersuchung gelangen, um die Veränderung der Gehalte im Fett der Rinder über den Jahresverlauf verfolgen zu können.

Wichtig ist die genaue Dokumentation der Haltungsform (extensiv, intensiv, Mutterkuhhaltung), das Alter der Tiere, falls möglich Angaben über die Länge der Fütterungszeit der Jungtiere mit Milch, weitere Angaben zur Fachkunde der Betriebsleiter, zu Futtermitteln, evtl. Kontaminationsquellen in der Nähe (Ausgasungen aus dem Boden, Witterungseinflüsse) etc.

## **Projekt B II: Freilanduntersuchungen zum Transfer Boden-Pflanze**

Die vorgenannten Laborversuche sind durch Freilanduntersuchungen zu ergänzen. Hierzu sind Untersuchungen zum Transfer Boden-Pflanze auf unbelasteten und PCB-belasteten Standorten durchzuführen. Mit dem Forschungsvorhaben „*Fortschreibung von Beurteilungsmaßstäben für den Wirkungspfad Boden-Pflanze: Methodik zur flächenrepräsentativen Erfassung pflanzenverfügbarer Stoffgehalte in unbelasteten Böden und Stoffgehalten in Nahrungs- und Futtermittelpflanzen*“ hat das UBA bereits Vorarbeiten zum Transfer Boden-Pflanze geleistet. Hierauf ist aufzubauen.

Das UBA plant, die Relevanz des Wirkungspfades Boden-Pflanze anhand der Auswertung der vorliegenden Daten aus dem o.g. Vorhaben für unbelastete Böden zu überprüfen. Sollten sich aufgrund dieser Auswertung Anhaltspunkte für einen möglichen Transfer von dl-PCBs vom Boden in Nahrungs- und Futterpflanzen ergeben, sind weitere Untersuchungen in belasteten Böden durchzuführen.

### **Projekt B III: Untersuchungen des Zusammenhangs von Dioxin /dl-PCB-Gehalten in Umweltkompartimenten mit Gehalten in Biota und Modellierung des Transfers**

Nach jetzigem Wissenstand kann der Transfer der Schadstoffe vom Boden in das Endprodukt nicht beschrieben werden. Eine Aussage kann nicht gemacht werden, ob und in welchem Umfang der Boden als Quelle historischer Belastungen zu Grenzwertüberschreitungen führt (Memory-Effekt) oder ob neue Quellen hinzugekommen sind.

Die bisher üblichen Bewertungsstrategien (Transfer Boden in andere Umweltkompartimente) liefern keine ausreichenden Erklärungen. Punktquellen sind nicht identifizierbar, Böden mit ihrer Funktion als Senke und ihren vorhandenen „Hintergrundbelastungen“ scheinen als Quelle neuer Belastungen in Biota zu wirken. Phänomene wie Biomagnifikation sind im Bereich von Spurenkonzentrationen mithilfe von Transferfaktoren nur schwer beschreibbar.

Das UBA schlägt zur Klärung der gefundenen Gehalte in Biota-Proben ein Projekt mit folgenden Teilschritten vor:

➤ *Multifaktorielle Analyse vorliegender Daten*

Es liegen umfangreiche Daten zu den Gehalten in den verschiedenen Umweltkompartimenten und Biota vor; neue Daten hoher Qualität an Referenzflächen werden hinzukommen. Dieser Datenpool soll mit multifaktoriellen Verfahren ausgewertet werden, um Korrelationen zwischen den Kompartimenten / Matrices zu ermitteln. Hier werden sich auch Hinweise auf „neue“, bisher wenig beachtete Quellen ergeben.

➤ *Rückrechnung und Modellierung mit probabilistischen Verfahren*

Auf der Eingangsseite Umwelt (Wasser, Boden, Luft) liegen umfangreiche Daten zu Inventaren, Vorbelastungen und Emissionen sowie des biotischen/abiotischen Abbaus vor. Damit können die Gesamtfrachten in der Umwelt geschätzt werden. Auf der Ausgangsseite Umwelt können die Gehalte in Biotaprobe angegeben werden. Mit probabilistischen Verfahren wird es möglich sein, Transfere zwischen Umwelt und Produkten (Nahrungs-/Futtermitteln) zu quantifizieren und Hinweise auf Einflussfaktoren zu geben. Auch hier werden sich weitere Hinweise auf mögliche „neue“ Quellen ergeben.

## **Projekte C Dioxine und dl-PCB in Leber und Muskulatur von Rehen, Schafen und Rindern**

### **Projekt C I: Zeitliche und räumliche Trends von Dioxinen, dioxinähnlichen und nicht dioxinähnlichen PCB (Indikator PCB) in Rehlebern, Böden und Nadelbaumtrieben aus archivierten Proben der Umweltprobenbank**

Hohe Gehalte an Dioxinen und dl-PCB im Boden bedingen nicht automatisch Höchstgehaltüberschreitungen bei Futtermitteln. Andererseits finden sich Kontaminationen bei Rehen, die in vermeintlich völlig unbelasteten Gegenden äsen. Die Eintragspfade Boden und Sedimente können daher nicht alleinige Verursacher für die gemessenen Gehalte in Pflanzen und Lebensmitteln sein. Auch hier taucht die Frage auf welche Rolle die Fernübertragung durch die Atmosphäre spielt? Dieser Frage soll mit einem vom Umweltbundesamt konzipierten Projekt nachgegangen werden. In der Umweltprobenbank des Bundes (UPB) sind Leberproben einjähriger Rehe eingelagert, die von verschiedenen Standorten stammen. Diese Proben werden im jährlichen bzw. zweijährigen Rhythmus nach standardisierten Verfahrensrichtlinien gesammelt und als homogenisierte Mischprobe eingelagert. Die ausgewählten Standorte sind typisch urbane, land- und forstwirtschaftlich genutzte und naturnahe Ökosysteme. Der zeitliche Trend der Dioxine, dl-PCB und ndl-PCB in Rehlebern soll an 3 verschieden stark belasteten Standorten für den Zeitraum von Anfang der 1990er Jahre bis 2008 untersucht werden. Hinsichtlich der räumlichen Verteilung sollen Rehlebern aller 9 Standorte aus den Jahren 2002 und 2006 analysiert werden. Dies ermöglicht die direkte Zuordnung zu den archivierten Bodenproben von diesen Standorten in diesen Jahren. Die Bodenprobenahme umfasst regelmäßig die Beprobung von Auflage, Oberboden (A-Horizont) und Unterboden.

Für die hier betrachtete Fragestellung, inwieweit die Gehalte in Rehen durch Bodenkontamination verursacht sind, ist die Untersuchung der Auflage und des Oberbodens relevant. Daher sollen an allen 9 Standorten die Bodenproben aus 2002 und 2006 analysiert werden. In der UPB sind des Weiteren einjährige Nadelbaumtriebe eingelagert, die als Indikator für Luftschadstoffe angesehen werden können. Es liegen bereits Zeitreihen zu Dioxinen, dl-PCB und ndl-PCB von 2 Standorten bis 2004 und räumliche Verteilung aller Standorte für die Jahre 2000 bis 2004 vor. Zur besseren Vergleichbarkeit mit aktuellen Boden- und Rehleberproben sollen die fehlenden Jahrgänge bis 2008 ergänzt werden.

## **Projekt C II: Dioxine und PCB in Leber und Muskulatur von Schafen - Lebensmittel-Monitoringprojekt der Länder 2009 -**

Erste Untersuchungsergebnisse aus mehreren Ländern belegen, dass es bei der Haltung von Schafen auch auf vermeintlich unbelasteten Flächen gehäuft zu Höchstgehaltsüberschreitungen in Schaflebern für die Parameter Dioxine und die Summe aus Dioxinen und dl-PCB kommt.

Im Rahmen eines Lebensmittel-Monitoringprojekts werden im Jahr 2009 repräsentative Daten zur Belastungssituation der Leber und der Muskulatur von Schafen hinsichtlich der Gehalte für Dioxine und dl-PCB für Deutschland ermittelt. Das LAVES Lebensmittelinstitut Oldenburg des Landes Niedersachsen hat hierzu ein Monitoringprogramm ausgearbeitet. Danach werden insgesamt 344 Proben untersucht, davon 172 Proben Schafleber und 172 Proben Schaffleisch. Leber- bzw. Muskelproben sollen jeweils von einem Tier stammen.

Um nicht nur repräsentative Daten zu erhalten sondern bei belasteten als auch unbelasteten Tieren den Ursachen bzw. Gründen nachgehen zu können sollen betriebsspezifische Informationen zusammengetragen werden. Hierzu zählen:

- Haltungform der Tiere (Weidehaltung / Stallhaltung / Wanderschafhaltung)
- Ort der Haltung
- Art der Fütterung, Tränksystem
- Rasse
- Herdengröße

Das Bundesumweltministerium hat kürzlich einen Fragebogen zur Betriebsanalyse für Schafhalter veröffentlicht<sup>6</sup>. Die AG DIOXINE empfiehlt, den Fragebogen zur Erhebung der o.g. Daten zu verwenden.

---

<sup>6</sup> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Dioxin- und PCB-Einträge in Lebensmitteln vermeiden. Ein Leitfaden für Geflügel-, Rinder-, Schaf- und Schweinehalter; Bonn 2009

### **Projekt C III: Dioxine und dl-PCB in Rindfleisch – Monitoringprogramm**

Seit dem Jahr 2004 führt das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz in Abstimmung mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit ein Forschungsvorhaben durch, das das Ziel verfolgt, einen repräsentativen Überblick über Gehalte an Dioxinen und dl-PCB in Futtermitteln und tierischen Lebensmitteln in Deutschland zu erhalten. Zudem soll die Entwicklung mit den Ergebnissen einer vor 10 Jahren durchgeführten Studie verglichen werden. Mit der Durchführung wurde die Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL), Kulmbach, beauftragt.

Die nationale Statusbestimmung hat gezeigt<sup>7</sup>, dass sich die Dioxingehalte in Fleisch und Fleischerzeugnissen mit einem WHO-PCDD/F-TEQ von im Median 0,2 ng/kg für Rindfleisch deutlich unter dem Höchstgehalt bewegen. Zudem konnten im Vergleich zu den Ergebnissen der 1995/96 durchgeführten Stuserhebung deutliche Abnahmen der Dioxingehalte festgestellt werden. Auch dies belegt (vgl. Abb. 2), dass die Maßnahmen des Gesetzgebers, Quellen für Dioxine zu schließen und die Emissionen in die Umwelt weitestgehend zu minimieren, gegriffen haben.

Der EU-Auslösewert für dl-PCB von 1,0 pg WHO-PCB-TEQ/g Fett wurde allerdings von der Hälfte aller untersuchten Rindfleischproben überschritten. Zahlreiche Behörden für Lebensmittel- und Futtermittelüberwachung haben im Rahmen der Überwachung ebenfalls Rindfleisch beprobt und kommen zu vergleichbaren Ergebnissen.

Die vorgenannten Untersuchungsergebnisse, die einerseits Überschreitungen des EU-Auslösewertes für dioxinähnliche PCB in Rindfleisch belegen und andererseits keine Hinweise auf das Vorhandensein von Kontaminationsquellen ergeben, legen den Verdacht nahe, dass Punktquellen oder Emittenten nicht für die PCB-Belastung verantwortlich sind. Die Ergebnisse dokumentieren vielmehr die flächendeckende aus der Vergangenheit stammende Belastungssituation der Umwelt. Der EU-Auslösewert liegt somit im Bereich der Hintergrundbelastung in Deutschland. Demzufolge entspricht der EU-Auslösewert für dioxinähnliche PCB in Rindfleisch nicht einer überdurchschnittlichen Belastung, wie in Erwägungsgrund 5 der Empfehlung 2002/201/EG definiert, und scheint für die bestimmungsgemäße Anwendung in Deutschland ungeeignet. Daher ist davon auszugehen, dass die Hintergrundbelastung in

---

<sup>7</sup> Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Institut für Chemie und Physik: Stuserhebung zu Dioxinen und PCB in Futter- und vom Tier stammenden Lebensmitteln; Kulmbach 2007

futtermittelrechtlich einwandfreiem Futter eine Hintergrundbelastung im Rindfleisch oberhalb von 1 pg WHO-PCB-TEQ/g Fett widerspiegeln kann.

Im Hinblick auf die Ursachenaufklärung sind daher folgende Schlussfolgerungen zu ziehen:

- Im Rahmen der Lebensmittelüberwachung sollte Rinderleber vermehrt Aufmerksamkeit gewidmet werden. Bei jeder Probe ist die Haltungform (Stallhaltung, Stall und Wiese, ganzjährig draußen) und die Rinderrasse zu erfassen. Der Inhalt der Abfrage der Haltungsbedingungen der beprobten Rinder sollte einheitlich vorgegeben werden.
- Untersuchungen zur Ermittlung der Kontaminationsquelle und deren Beseitigung durch den Inverkehrbringer sind bis zu einer Belastung von etwa 2 pg WHO-PCB-TEQ/g Fett nicht zielführend bzw. nicht möglich.
- Im Falle des deutlichen Überschreitens des Auslösewertes für Dioxine und dl-PCB bzw. der EU-Höchstgehalte sind unter Hinzuziehung der Unternehmen mögliche Kontaminationsquellen zu ermitteln.
- Die Empfehlung der BfEL zur Darstellung von zeitlichen Trends die Statuserhebung in etwa 10 Jahren zu wiederholen, auch und gerade für die dl-PCB, denen in der Vergangenheit weniger Beachtung geschenkt wurde, wird von der Bund/Länder-Arbeitsgruppe DIOXINE nachdrücklich unterstützt.



## 5.2 Flussfische und Aale

Messungen im Schwebstoff von Flüssen haben gezeigt, dass polychlorierte Biphenyle, die wegen ihrer Toxizität, Persistenz und Bioakkumulation ein Umwelt- und Gesundheitsproblem darstellen, in Fließgewässern in umweltrelevanten Konzentrationen vorkommen. In den letzten Jahren sind dl-PCB in den Blickpunkt des Interesses getreten, da sie sich im Muskelfleisch von Fischen stark anreichern und die Verzehrbarkeit stark einschränken. Die *Internationale Kommission zum Schutz der Mosel und der Saar (IKSMS)* sowie *Rheins (IKSR)* haben sich in ihrer Zuständigkeit der Problematik angenommen und die notwendigen Untersuchungen zur Ermittlung von Art, Ausmaß und Ursprung der Verunreinigungen eingeleitet.

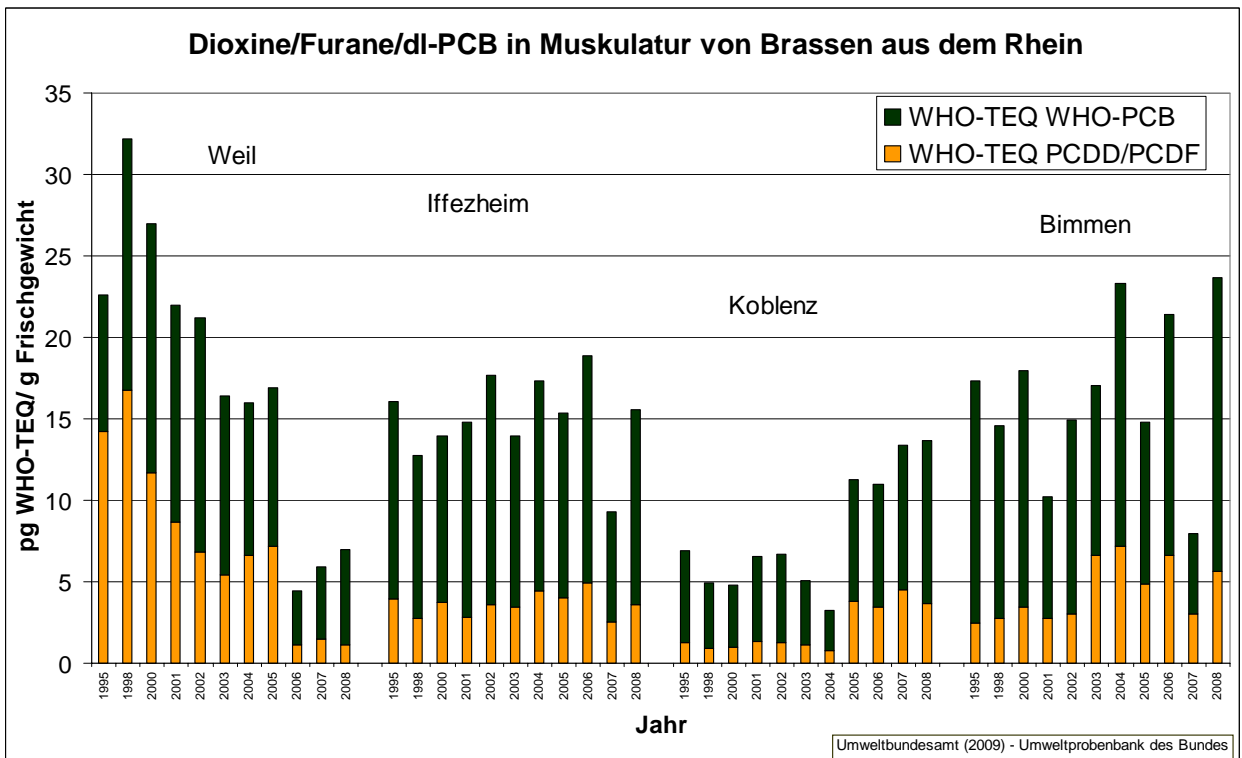
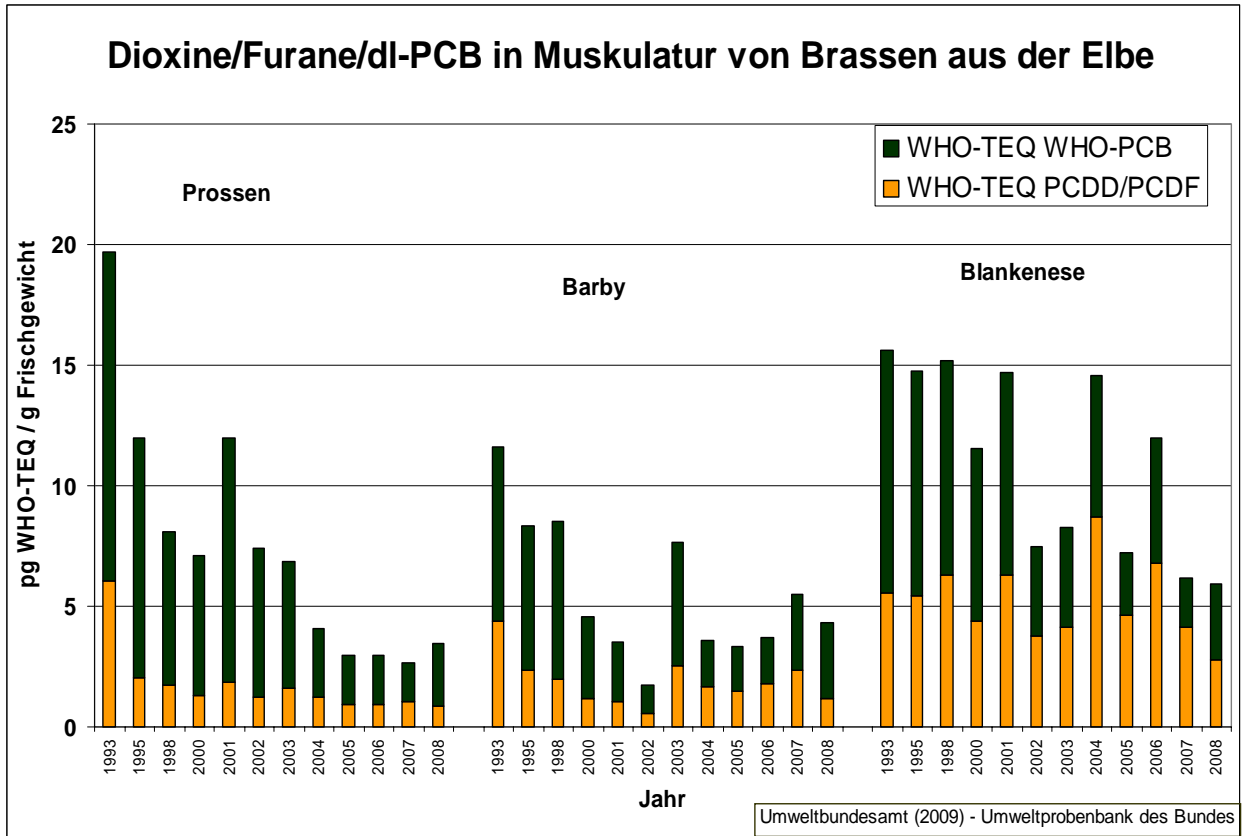
Bereits im Frühjahr 2004 wurden im Rahmen eines internationalen Programms Messungen von Dioxine und PCB an Schwebstoffen und in Fischen der Mosel und Saar durchgeführt<sup>8</sup>. Es zeigte sich, dass die Schadstoffbelastung der Schwebstoffe gleichmäßig im Gesamtgebiet verteilt ist. Gleichwohl sind die dl-PCB-Belastungen in Fischen räumlich ungleichmäßiger verteilt. Sie weisen zum Teil sehr hohe Werte auf, korrelieren also nicht mit den Schwebstoffwerten und lassen sich somit nicht allein durch Schwebstoffkontamination erklären. Von den Ländern durchgeführte Monitoringprogramme untermauern diese Befunde.

In der Datenbank Dioxine sind beispielsweise die Daten zum Gehalt von Dioxinen und dl-PCB in der Muskulatur von standorttreuen Brassen aus Elbe und Rhein dokumentiert (Abb. 4), die im Rahmen der Arbeiten der Umweltprobenbank erhoben wurden. Die Daten für das Jahr 2008 bestätigen die bisherige Einschätzung, dass ein gerichteter, abnehmender Trend der Gehalte an Dioxinen und dioxinähnlichen PCB in der Muskulatur von Brassen an den vier Probenahmestellen am Rhein über die Jahre hinweg seit 1993 nicht bzw. nur schwerlich erkennbar ist.

---

<sup>8</sup> Internationale Kommission zum Schutz der Mosel und der Saar (IKMS): Internationales Messprogramm „PCB und verwandte Stoffe an Schwebstoffen und in Fischen in Mosel und Saar 2004“; PLEN 8/2005

Abb. 4: Dioxine, Furane und dl-PCB in der Muskulatur von Brassen aus der Elbe und dem Rhein (Quelle: UBA; Datenbank DIOXINE)



Daraus kann geschlossen werden, dass sich der gegenüber früher deutlich verminderte Neueintrag von Dioxinen und PCB in die Umwelt nicht in einer vergleichbaren Verringerung der Schadstoffgehalte in den Flüssen bzw. in Flussfischen widerspiegelt. Eine wesentliche Ursache hierfür dürfte sein, dass sich die stabilen Verbindungen über Jahrzehnte hinweg im Flusssediment angereichert haben. Bei Baggermaßnahmen, Vertiefung der Fahrrinne, Baumaßnahmen, starken Fließgeschwindigkeiten z.B. nach Hochwasser sowie Gründeln der Fische kommt es zu Aufwirbelungen der Schwebstoffe und offensichtlich zur Aufnahme von Dioxinen und PCB durch Fische und Aale. In nächsten Schritten wird den Ursachen an den Belastungsschwerpunkten nachzugehen sein.

## **Projekte D Flussfische und Aale**

### **Projekt D I: Dioxine und dl-PCB in Flussfischen und Aalen aus den grenzüberschreitenden Flüssen Mosel, Saar und Rhein**

Die Arbeitsgruppe „PCB-Messprogramm in Mosel und Saar“ der IKSMS schlug folgende Untersuchungen vor:

- Verifizierung der gemessenen hohen Schadstoffkonzentrationen im Schwebstoff bei vergleichbarer Wasserführung im Rahmen des IKSMS-Messprogramms.
- Baldige Probenahme von Sedimenten an den Punkten mit hoher Schwebstoffbelastung und insbesondere Fischbelastung.
- Wiederholung der Fischuntersuchungen an den Belastungsschwerpunkten.
- Begehung der ufernahen Areale zur Feststellung möglicher bisher nicht erkannter Ablagerungen von PCB und anderen Schadstoffen.
- Vergleich mit vorhandenen Standorten aus Abfallkatastern und Altlaststandorten.

Parallel zu den Aktivitäten der IKSMS hat die Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) Aktivitäten zur Klärung des Sachverhalts gestartet. Die Arbeitsgruppe Ökologie der IKSR hat im Februar 2009 den Auftrag erhalten, zur Erfassung der Kontamina-

tion von Rheinfischen (ggf. auch in Fischen aus Rheinzufüssen) mit dl-PCB und anderen Schadstoffen zunächst die in den Rheinanliegerstaaten vorhandenen Daten der Jahre 2003 – 2008 zusammenzuführen. Dabei sind auch entsprechende Kontaminationsstudien der Internationalen Kommissionen zum Schutz der Mosel und der Saar (IKSMS) aus dem Jahr 2004 einzubeziehen. Sofern auch Angaben zum Gesundheitszustand der Fische vorliegen, sollen diese gleichzeitig gesammelt und zusammengestellt werden. Die Arbeitsgruppe Ökologie hat ihre Fischexpertengruppe mit der Aufgabe der Datenzusammenführung betraut. Es soll zunächst geprüft werden, in welchen Institutionen in den Staaten des Rheineinzugsgebietes entsprechende Daten vorliegen. Auf der Grundlage der so erhobenen Daten ist zu entscheiden, ob im Rahmen der nächsten Fischbestandsaufnahme (2012/2013) erneut ein Untersuchungsprogramm zur Erfassung der Kontamination der Rheinfische durchgeführt werden soll.

### **Projekt D II: Dioxine und PCB in Flussfischen und Aalen aus Binnengewässern**

Das BMU richtete sich im September 2009 an die Staatssekretäre der Länder und wies auf die mögliche Belastung von Flussfischen mit Dioxinen und PCB hin. Es bestand Konsens unter den Ländern, dass aufgrund der meist schwierigen Beprobungsmöglichkeit die Datenlage zur Belastung von Flussfischen gering ist und Höchstmengenüberschreitungen nicht immer ausgeschlossen werden können, so dass zumindest teilweise insbesondere mit PCB höher belastete Flussfische als Lebensmittel vermarktet werden. Für die großen länderübergreifenden Flüsse bestehen die von der IKSMS und IKSRL durchgeführten Monitoringprogramme (s. o.).

Diese Programme berücksichtigen jedoch nicht die innerstaatlichen Binnengewässer (Flüsse, Kanäle, Seen), so dass hier auch eine Verpflichtung der Lebensmittelüberwachungsbehörden besteht, der Möglichkeit einer Belastung von Fischen mit Dioxinen, PCB und anderen Schadstoffen nachzugehen, wenn diese auch als Lebensmittel in den Verkehr gebracht werden. Da die Probenahme als Probe der amtlichen Lebensmittelüberwachung teilweise nicht möglich ist (keine gewerbliche Fischerei), hat das Land Schleswig-Holstein vorgeschlagen, diese Untersuchungen im Rahmen eines Monitoringprogramms durchzuführen.

Vornehmlich Dioxine und PCB in Aalen und Brassern aus Binnengewässern sollen untersucht werden. Als bundesweite Probenzahl sind 200 Flussfischproben vorgesehen. Der zuständige Monitoringausschuss hat das Projekt befürwortet.

## Die Bund/Länder-Arbeitsgruppe DIOXINE

- begrüßte sowohl die vorgenannten Aktivitäten der IKSMS und IKSR zur Verifizierung der Belastung von Schwebstoffen, Fischen und Aalen sowie zur Ursachenermittlung als auch das Monitoringprogramm der Länder und
- spricht sich dafür aus, auch die Mitteilungen der Nationalen Koordinierungsstelle zur Meldung von Vorkommnissen mit Gewässerverunreinigungen in Elbe und Rhein zu nutzen, um ad hoc Ereignisse von Gewässerkontaminationen als mögliche Ursache der Kontamination von Flussfischen auszuschließen und
- spricht sich angesichts der immer noch zum Teil hohen Belastung von Fischen und Aalen dafür aus, weiterhin bestehende Verzehrempfehlungen<sup>9</sup> zu beachten.

---

<sup>9</sup> Bundesinstitut für Risikobewertung: EU-Höchstgehalte für Dioxine und dioxinähnliche PCB in Fisch schützen Vielverzehrer von fetthaltigem Fisch nicht immer ausreichend. Gesundheitliche Bewertung Nr. 041/2006 des BfR vom 1 Juni 2006

## 6. Schlussbemerkung

Grundvoraussetzung für die Ursachenaufklärung der Kontamination bestimmter Lebensmittel mit Dioxinen und PCB ist die Bereitstellung von Forschungsmitteln für die o. g. Vorhaben durch die zuständigen Ressorts.

Erst wenn

- die Mittel bereitgestellt, die Vorhaben vergeben und die vorgenannten Projekte durchgeführt wurden,
- somit Daten zum Verhalten von dl-PCB in der Umwelt, zu den Anhaftungs- und Aufnahmemechanismen in die Pflanze, zu den Transferpfaden vom Boden bzw. über Luftpfade in Futtermittel sowie zum Carry over vorliegen,
- die Monitoring Programme Hinweise auf mögliche Zusammenhänge zwischen Überschreitung des EU-Auslösewertes bzw. Höchstgehaltsüberschreitungen in Schafen und Rindern einerseits und ihrer Haltungsform bzw. ihrem Haltungsort und Art der Fütterung andererseits erkennen lassen,
- die vorliegenden Daten zur Kontamination von Flussfischen mit dl-PCB wie geplant zusammengeführt und ausgewertet wurden,

können gezielt weitergehende Studien zur Ursachenaufklärung in Angriff genommen werden.

Ein bis zwei Jahre nach Vergabe der FuE-Vorhaben sollten die ersten Ergebnisse auf einem Symposium vorgetragen und zur Diskussion gestellt werden.

## 7. Vollzug, Monitoring und Forschungsbedarfs – Tabellarische Zusammenfassung

Vollzug, Monitoring und Forschungsvorhaben	Zuständigkeit
<b>A Literaturstudien</b>	
<b>A I Transferfaktoren</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Literaturstudie vornehmlich zu möglichen Expositionspfaden und Transferfaktoren von dl-PCB</li>   <li>➤ Literaturstudie zur Ursachenanalyse der Kontamination durch dl PCB von Weidegrasaufwuchs im Bereich der Ems</li> </ul>	<p>BMU Vergabe über Umweltforschungsplan des UBA (UFOPLAN-Vorhaben)</p> <p>laufende Studie Leuphana Uni Lüneburg</p>
<b>A II Carry over</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Literaturstudie zum Carry over von dl-PCB. Sollten hierzu keine geeigneten Daten vorliegen, sind experimentelle Studien mit dem Ziel der Quantifizierung/Bilanzierung von Eintragungspfaden über Fütterungsversuche zu initiieren.</li> </ul>	<p>BMELV</p>
<b>B Eintragungspfade über Boden, Sedimente und Luft</b>	
<b>B I Ursachenanalyse der Kontamination durch dl- PCB und Dioxine bei Weidegrasaufwuchs unter besonderer Betrachtung möglicher Eintragungspfade über Boden, Sedimente und Luft</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Die Transferpfade für dl-PCB vom Boden bzw. über Luftpfade in Futtermittel und schließlich Lebensmittel ist zu klären. Vornehmlich in Klimakammer- und Laborversuchen ist dabei zu untersuchen:</li> <li>➤ der Übergang von PCB aus Böden und Luft in Pflanzen,</li> <li>➤ die PCB-Ausgasung aus Böden,</li> <li>➤ die Anhaftung an Pflanzen,</li> <li>➤ die Aufnahme über Wurzeln,</li> <li>➤ die Aufnahme über Stomata.</li> </ul>	<p>Förderung durch BMBF und/oder BMU wird geprüft</p>

<b>B II Freilanduntersuchungen zum Transfer Boden-Pflanze</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Die vorgenannten Laborversuche sind durch Freilanduntersuchungen zu ergänzen. Hierzu sind Untersuchungen zum Transfer Boden-Pflanze auf unbelasteten und belasteten Standorten durchzuführen.</li> </ul>	<p>BMU UFOPLAN-Vorhaben</p>
<b>B III Untersuchungen des Zusammenhangs von Dioxin /dl-PCB-Gehalten in Umweltkompartimenten mit Gehalten in Biota und Modellierung des Transfers</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Multifaktorielle Analyse vorliegender Daten</li> <li>➤ Rückrechnung und Modellierung mit probabilistischen Verfahren</li> </ul>	<p>BMU UFOPLAN-Vorhaben</p>
<b>C Dioxine und dl-PCB in Leber und Muskulatur von Rehen, Schafen und Rindern</b>	
<b>C I Zeitliche und räumliche Trends von Dioxinen, dl-PCB und ndl-PCB in Rehlebern, Böden und Nadelbaumtrieben aus archivierten Proben der Umweltprobenbank</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Untersuchung von Rehlebern, Boden und Nadelbaumtrieben aus unbelasteten Gebieten</li> <li>➤ Abklärung, welche Rolle der Lufteintrag (Fernübertragung durch die Atmosphäre) spielt.</li> </ul>	<p>BMU Vorhaben im Rahmen der Umweltprobenbank</p>
<b>C II Dioxine und PCB in Leber und Muskulatur von Schafen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Erhebung repräsentativer Daten</li> <li>➤ 344 Proben von Schaflebern bzw. Schafmuskulatur</li> <li>➤ Gekoppelt mit Betriebsanalyse (Weide-, Stall-, Wandschafhaltung; Ort der Haltung)</li> <li>➤ Handelt es sich bei Schafweideplätzen vornehmlich um Belastungsgebiete (Wiesen/Weiden in Überschwemmungsgebieten / Vordeichflächen; ehemalige Industriegebiete, militärische Liegenschaften)</li> </ul>	<p>laufendes Monitoringprogramm der Länder</p>



<b>C III Dioxine und dl-PCB in Rindfleisch</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Stuserhebung zu Dioxinen und PCB in Futter- und vom Tier stammenden Lebensmitteln. Projektabschnitt Fleisch und Fleischerzeugnisse</li> <li>➤ Im Rahmen der Lebensmittelüberwachung sollte Rindfleischleber vermehrt Aufmerksamkeit gewidmet werden. Bei jeder Probe ist die Haltungsform (Stallhaltung, Stall und Weide, ganzjährig draußen) und die Rinderrasse zu erfassen.</li> <li>➤ Im Falle einer Überschreitung der Hintergrundbelastung von mehr als 2 pg WHO-PCB-TEQ/g Fett sind unter Hinzuziehung der Unternehmen mögliche Kontaminationsquellen zu ermitteln, um Quellen zu beseitigen.</li> </ul>	<p>BMELV</p> <p>Die abgeschlossene Stuserhebung sollte in einigen Jahren wiederholt werden.</p> <p>Länder / Lebensmittelüberwachung</p>
<b>D Flussfische und Aale</b>	
<b>D I Dioxine und dl-PCB in Flussfischen und Aalen aus den grenzüberschreitenden Flüssen Mosel, Saar und Rhein</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ vorhandene Daten der Jahre 2003 – 2008 zusammenführen</li> <li>➤ evtl. Wiederholung der Untersuchungsprogramme zur Erfassung der Kontamination der Flussfische</li> <li>➤ Probenahme von Sedimenten an den Punkten mit hoher Schwebstoffbelastung und insbesondere Fischbelastung. Begehung der ufernahen Areale zur Feststellung möglicher bisher nicht erkannter Ablagerungen von PCB</li> <li>➤ ggfl. Maßnahmen zur Beseitigung der Punktquellen und Altlastensanierung</li> </ul>	<p>Im Rahmen der Messprogramme der Internationalen Kommission zum Schutz der Mosel und der Saar (IKSMS) und des Rheins (IKSR)</p>
<b>D II Dioxine und dl-PCB in Flussfischen und Aalen aus Binnengewässern</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Monitoringprogramm zur Verbesserung der Datenlage und Identifizierung zu hoher Belastung des Verbrauchers.</li> </ul>	<p>Monitoringprogramm der Länder</p>