



Wale: vergiftet und verkauft

Evaluierung von Umweltgiften in Fleisch- und Fettgewebe von Minkewalen

GREENPEACE

Herausgeber: Greenpeace e.V., Große Elbstr.39, 22767 Hamburg, Tel. 040-30618-0, Fax 040-30618-100, Email:
mail@greenpeace.de,

Politische Vertretung Berlin, Chausseestraße 131, 10115 Berlin, Tel. 030-308899-0, Fax 030-308899-30, Internet: www.greenpeace.de

Studie: „Wale: vergiftet und verkauft“ • **V.i.S.d.P.:** Thilo Maack, Greenpeace Wale-Experte • **Stand:** April 2002 • **Titelbild:**
Perrine/Greenpeace (Foto Minkewal), Mathias/Greenpeace (Foto Walfleisch auf dem Markt), Grafik: Greenpeace.

Evaluierung von Umweltgiften in Fleisch- und Fettgewebe von Minkewalen

Auftraggeber:
Greenpeace Deutschland e.V.

FoBiG

Forschungs- und Beratungsinstitut
Gefahrstoffe GmbH
Werderring 16
D-79098 Freiburg

Autoren:
Dr. Martin Hassauer
Jan Oltmanns
Dr. Klaus Schneider

Freiburg, April 2002

1

Evaluierung von Umweltgiften in Muskel- und Fettgewebe von Minkewalen unter Berücksichtigung zulässiger Grenzwerte für Lebensmittel und menschlichen Verzehr

2 Hintergründe

Ungeachtet eines Moratoriums der Internationalen Walfang-Kommission (IWC) setzen einige Nationen (darunter Japan) den Walfang fort. Ihre Fänge zielen auf den Minkewal (*Balaenoptera acutorostrata*) und andere Walarten. Mehrere Studien haben bereits gezeigt, dass verschiedene halogenierte Kohlenwasserstoffe in Fleisch- und Fettgewebe von Minkewalen nachweisbar sind. Simmonds et al. (1994) untersuchten Umweltgifte in Muskel- und Fettgewebe von Grindwalen und stellten dabei fest, dass der Verzehr von Walfett wesentlich zur Belastung der Bevölkerung der Färöer Inseln mit chlorierten Kohlenwasserstoffen beiträgt, und dass Toleranzwerte für Nahrungsmittel im Falle polychlorierter Biphenyle und anderer chlorierter Kohlenwasserstoffe überschritten werden. Walfleisch wird gegenwärtig vor allem in Japan für den menschlichen Verzehr vermarktet. Die Richtwerte für tolerierbare Aufnahme bzw. Grenzwerte für einige ausgewählte halogenierte Kohlenwasserstoffe in Lebensmitteln (basierend auf den Nachweis in Muskel- und Fettgewebe von Minkewalen) werden mit den von Greenpeace in Auftrag gegebenen und von verschiedenen unabhängigen Analyselabors durchgeführten Konzentrationsmessungen von halogenierten Kohlenwasserstoffen in diesen Geweben verglichen. Ergebnisse und Bedeutung dieser Vergleiche werden anschließend diskutiert.

3 Charakterisierung der berücksichtigten halogenierten Kohlenwasserstoffe

Berücksichtigt wurden die folgenden halogenierten Kohlenwasserstoffe:

- Polychlorierte Biphenyle (PCBs)
- 1,1,1-Trichlor-2,2-bis-(4-chlorphenyl)-ethan (p-,p'- DDT) und Metaboliten
- Chlorierte Paraffine (CPs)
- Bromierte Flammschutzmittel

3.1 PCBs

PCBs bestehen aus einer Gruppe von 209 verwandten Verbindungen (Kongeneren), die sich in ihren Eigenschaften und toxischen Wirkungen stark unterscheiden. Ihre Herstellung und Verwendung ist heutzutage verboten. Früher wurden sie als dielektrische Flüssigkeiten in Transformatoren und Kondensatoren, als Bestandteil hydraulischer Flüssigkeiten und Wärmeträger sowie als Dichtungsmittel verwendet. Käuflich erhältliche Gemische wurden unter etwa 58 verschiedenen Markennamen gehandelt und hatten üblicherweise einen Chlorgehalt zwischen 20 und 68 %. Die am meisten verwendeten technischen Gemische bestanden vermutlich in der von Monsanto hergestellten Produktpalette namens Aroclor. Festgestellte Wirkungen auf den Menschen resultierten aus berufsbedingten Expositionen mit PCBs oder folgten aus Expositionen der Bevölkerung mit kontaminierten Lebensmitteln.

Im letzteren Fall unterscheidet sich das Kongenerenprofil normalerweise von kommerziellen Aroclor-Gemischen. Tierversuche wurden mit kommerziellen Aroclor-Gemischen, simulierten umweltrelevanten Gemischen und einzelnen Bestandteilen durchgeführt.

3.2 DDT und Metaboliten

DDT wurde früher häufig als Insektizid eingesetzt. Heute ist die Anwendung von DDT in den Industrieländern verboten, es wird jedoch immer noch in den Entwicklungsländern eingesetzt. Festgestellte Wirkungen auf den Menschen stammen aus beruflich bedingten Expositionen oder resultieren aus der Exposition der Öffentlichkeit durch Umweltbelastungen. Die Exposition des Menschen erfolgt überwiegend durch DDT und verschiedene Metaboliten (DDD, DDE) in der Nahrung.

3.3 Chlorierte Paraffine (CPs)

Chlorierte Paraffine (CPs) werden als Flammschutzmittel, Weichmacher und Lackzusätze eingesetzt. Sie stellen eine heterogene Klasse von Verbindungen dar und weisen einen Chlorgehalt zwischen 10 und 70 % auf. Sie werden in sechs Gruppen unterteilt, je nach Länge ihrer Kohlenstoffketten (kurz: 10-13, mittel: 13-17 und lang: 17- >30) und dem Chlorierungsgrad (niedrig: < 50 % und hoch > 50 %). Die Hauptmenge aller vorhandenen toxikologischen Daten stammt aus Tierversuchsstudien mit technischen Gemischen.

3.4 Bromierte Flammschutzmittel

Bromierte Flammschutzmittel werden aufgrund ihrer flammhemmenden Eigenschaften Kunststoffen und Textilien zugesetzt. Die vorliegende Studie konzentriert sich auf den Typ des polybromierten Diphenylethers (PBDE), obwohl es eine Vielzahl anderer Verbindungen gibt, die als Flammschutzmittel eingesetzt werden. Aufgrund eines Bromierungsmusters aus 1 bis 10 Bromatomen pro Molekül lassen sich viele verschiedene, zu dieser Substanzgruppe zugehörige Verbindungen herstellen. Von Pentabromdiphenylether (PeBDE) sind sechsundvierzig verschiedene Isomere bekannt. Kommerzielle PeBDE-Gemische variieren hinsichtlich ihrer Zusammensetzung aus den verschiedenen isomeren Verbindungen des PeBDE und enthalten außerdem noch beträchtliche Mengen an tri-, tetra- und hexabromierten Diphenylethern. Wegen ihrer Strukturähnlichkeit zu den PCBs wird vermutet, dass die Isomerenprofile in der Umwelt variieren können, was auf Unterschiede beim Um- und Abbau in der Umwelt zurückgeführt wird.

4 Richt- und Grenzwerte für tolerierbare Aufnahme

Dieses Kapitel fasst die bestehenden Richt- und Grenzwerte hinsichtlich einer tolerierbaren Aufnahme von halogenierten Kohlenwasserstoffen zusammen (auf der Basis der körpergewichtsbezogenen Dosis, maximal tolerierbare Konzentrationen in Nahrungsmitteln sind in Kapitel 4 gesondert aufgelistet). Die japanischen Richtwerte für verschiedene Verbindungen sind offensichtlich aus dem ADI bzw. TDI-Ansatz der Weltgesundheitsorganisation (WHO) abgeleitet, wobei in den meisten Fällen dieselben Werte verwendet werden (Okada and Peterson, 2000). Japanische ADI-Werte für sowohl PCBs als auch DDT (einschließlich Metaboliten) betragen Berichten zufolge $5 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{d}$ (JMWL, 1972). Eine Literaturrecherche ergab keine weiteren Informationen bezüglich dieser Werte. Die nachstehenden Tabellen fassen die von der Weltgesundheitsorganisation (WHO), der US Environmental Protection Agency (EPA), des deutschen Umweltbundesamts (UBA), und anderen Organisationen bezüglich der hier betrachteten halogenierten Kohlenwasserstoffe zusammen.

Richt- und Grenzwerte für polychlorierte Biphenyle			
Richt- / Grenzwert	Wert	Bemerkungen	Literatur
Referenzdosis (U.S. EPA)	70 ng/kg • d 20 ng/kg • d	Aroclor 1016 Aroclor 1254 für nicht-karzinogene Wirkungen	EPA, 2002
Tolerierbare resorbierte Dosis (UBA)	15 ng/kg • d	Unsichere Quantifizierung karzinogener Wirkungen	Hassauer and Kalberlah, 1999

Bemerkung: Die WHO hat eine Tolerierbare Tägliche Aufnahmedosis nur für dioxinähnliche Verbindungen festgelegt ($1 - 4 \text{ pg}/\text{kg} \cdot \text{d}$ TCDD-Äquivalente; WHO, 1999; Schrenk and Fürst, 1999). Wenn PCBs nach diesem Wert beurteilt werden, werden nur die dioxinähnlichen Wirkungen der PCBs berücksichtigt.

Diese Tabelle bildet die Grundlage für die Vergleiche mit den Aufnahmedosen in Muskel- und Fettgewebe von Minkewalen. Die Werte basieren auf Wirkungen technischer PCB-Gemische. Die unterschiedlichen Werte des Deutschen Umweltbundesamtes und der EPA für Aroclor 1254 kommen lediglich durch Rundung zustande. Unterschiedliche PCB-Formulierungen führen zu einer Reihe unterschiedlicher Referenzdosen, die bis zu Faktor 3,5 voneinander abweichen können, wodurch die Unterschiede in Profil und Toxizität von Einzelkomponenten reflektiert werden. Anders als die EPA unterscheidet das Umweltbundesamt bei PCB-Gemischen nicht nach unterschiedlichen Chlorgehalten. Leider ist die Relevanz der Richtwerte, die auf technischen Gemischen basieren, hinsichtlich der in Umweltproben gefundenen Toxizitätsprofile der Einzelkomponenten (die Proben können selbst deutlich unterschiedlich ausfallen) mit Unsicherheiten behaftet. Eine Evaluierung von PCBs auf der Basis von dioxinähnlichen PCBs gestaltet sich infolge der zusätzlichen Wirkungen von PCBs, die nicht dioxinähnlich sind, generell schwierig.

Richt- und Grenzwerte für DDT (und Metaboliten)			
Richt- / Grenzwert	Wert	Bemerkungen	Literatur
Tolerierbare tägliche Aufnahme, TDI (WHO)	10 µg/kg • d ¹⁾	Vorläufiger Wert	IPCS, 2001
Referenzdosis (U.S. EPA)	0,5 µg/kg • d	für nicht-karzinogene Wirkungen	EPA, 2002
Tolerierbare resorbierte Dosis (UBA)	1 µg/kg • d	Vorläufiger Wert, unsichere Quantifizierung karzinogener Wirkungen	Schneider und Kalberlah, 1999

Bemerkung: Werte für DDT wurden ursprünglich auf der Basis von Expositionswirkungen von reinem DDT hergeleitet. Sie werden jedoch meistens auch für DDT einschließlich der Summe aller DDT-Metaboliten verwendet (z.B. der Summe aus p,p'- und o,p'-DDT, p,p'-DDE und p,p'-DDD)

¹⁾Der Codex Alimentarius für Pestizide (WHO/FAO, 2002) zitiert noch immer den früher gültigen PTDI-Wert von 0,02 mg/kg • d, der im Jahr 2001 auf 0,01 mg/kg • d herabgesetzt wurde (IPCS, 2001).

Richt- und Grenzwerte für CPs			
Richt- / Grenzwert	Wert	Bemerkungen	Literatur
Tolerierbare tägliche Aufnahme, TDI (WHO)	0,1mg/kg • d	individuell für unterschiedliche Kettenlängen abgeleitet, TDI identisch	WHO, 1996
Andere: Referenzdosis (US National Research Council)	0,3 mg/kg • d		NRC, 2000

Richt- und Grenzwerte für PeDBE			
Richt- / Grenzwert	Wert	Bemerkungen	Literatur
Referenzdosis (U.S. EPA)	2 µg/kg • d	für nicht-karzinogene Wirkungen eines technischen Gemischs	EPA, 2002

5 Grenzwerte für Nahrungsmittel

Grenzwerte für Fische und marine Säuger wurden nur für PCBs und DDT (einschließlich der Metaboliten) gefunden.

5.1 PCBs

FDA (U.S. Food And Drug Administration): Toleranzwerte für PCB-Rückstände (ATSDR, 2000):

0,2 mg/kg in Säuglings- und Kindernahrung

2 mg/kg in Fisch und Schellfisch (essbarer Anteil)

(3 mg/kg in rohem Fleisch (auf Fettbasis, "action level")

5.2 DDT und Metaboliten (Werte beziehen sich auf die Summe aus p,p'- und o,p'-DDT, p,p'-DDE und p,p'-DDD)

WHO: Codex Alimentarius für Pestizide (WHO/FAO, 2002):

5 mg/kg Fett im Fleisch von Säugern bzw. Meeressäugern

Bemerkung: Die Grundlage stellt ein PTDI-Wert von 0,02 mg/kg • d, inzwischen auf 0,01 mg/kg • d geändert (siehe Kapitel 3)

FDA: Action level (ATSDR, 1994):

5 mg/kg Fett in Fischen

EU-MRL: Maximale Rückstandswerte für Pestizidrückstände in Lebensmittelerzeugnissen (EU, 2002):

1 mg/kg in (verschiedenen) Fleischsorten

0,04 mg/kg in Butter, anderen Fette und Ölen

Bemerkung: Diese Grenzwerte sind nicht von toxikologischen Daten abgeleitet, sondern ergeben sich aus den Richtlinien der "Guten Landwirtschaftspraxis".

6 Konzentrationen halogener Kohlenwasserstoffe in Muskel- und Fettgewebe von Walen

Die Daten zum Gehalt von halogenierten Kohlenwasserstoffen in Muskel- und Fettgewebe von Walen (*Minkewale, Balaenoptera acutorostrata*) stammen aus der Veröffentlichung von Kleivane and Skaare (1998). Analysen wurden von RIVO – Netherlands Institute for Fisheries Research (2002) durchgeführt und wurden freundlicherweise von Greenpeace zur Verfügung gestellt.

Die PCB-Konzentrationen in der Publikation von Kleivane and Skaare (1998) wurden als nicht weiter differenzierte Summe von 18 verschiedenen PCB-Einzelsubstanzen veröffentlicht (66, 99, 101, 105, 110, 118, 128, 138, 149, 153, 156, 157, 170, 180, 187, 194, 206, 209), im Falle des DDT als nicht weiter differenzierte Summe aus p,p'- und o,p'-DDT, p,p'-DDE und p,p'-DDD.

Sechzehn verschiedene bromierte Diphenylether wurden unabhängig voneinander aufgelistet, zusammen mit weiteren bromierten Flammschutzmitteln. Die Summe der 16 bromierten Diphenylether (hier als PBDE bezeichnet) wurden zum Vergleich mit Richt- und Grenzwerten herangezogen.

Gehalt im Walfleisch

Im Walfleisch waren kurzkettige CPs (C10 - C13) enthalten, die Mengen befanden sich allerdings unterhalb der Grenze quantitativer Bestimmung (< 7,2 µg/kg). Mittel- und langkettige CPs (C > 14) waren nicht nachweisbar (RIVO, 2002).

Die summierte Konzentration von PBDE im Fleisch wurde in zwei unterschiedlichen Proben bestimmt (RIVO, 2002, weitere Information über Alter und Geschlecht liegen nicht vor). Eine der Proben enthielt keine bromierten Diphenylether oberhalb der Grenze quantitativer Bestimmung (0,1 µg/kg). Das Messergebnis der zweiten Probe ist in nachstehender Tabelle aufgeführt (Werte < 0,1 wurden als 0 gewertet).

Gehalte von halogenierten Kohlenwasserstoffen im Walfleisch			
Verbindungen	PCB and DDT	CPs	PBDE
Konzentration		µg/kg Nassgewicht	µg/kg Nassgewicht
Wert	Keine Daten	Unterhalb der Grenze quantitativer Bestimmung	4,9

Konzentrationen im Walfett

Kleivane and Skaare (1998) analysierten vier verschiedene Walgruppen getrennt nach Kontamination mit PCBs und DDT (15 männliche Tiere and 13 weibliche Jungtiere sowie 22 adulte männliche und 22 adulte weibliche Tiere). Dies führt für PCBs und DDT zu dem Mittelwertbereich, der in folgender Tabelle bezeichnet wird. Die kleinsten Mittelwerte für beide Umweltgifte wurden bei ausgewachsenen weiblichen Tieren gemessen (möglicherweise infolge der Ausscheidung während der Laktation). Höchstwerte fanden sich bei den ausgewachsenen männlichen Tieren. In einer weiteren Studie wurden PCBs und DDT auch im Fettgewebe von sieben Minkewalen untersucht (RIVO, Greenpeace). Die auf das Lipidgewicht bezogenen Konzentrationen befanden sich innerhalb des von Kleivane and Skaare (1998) bestimmten Wertebereichs, ausgenommen eines niedrigeren PCB-Wertes (aus einer unvollständigen Analyse der Einzelkomponenten stammend) und eines geringfügig niedrigeren Wertes für DDT. Diese Werte werden nicht gesondert aufgeführt.

Kurzkettige CPs (C10 - C13) waren vorhanden, ihr Gehalt im Fettgewebe war jedoch unterhalb der Grenze quantitativer Bestimmbarkeit ($< 290 \mu\text{g}/\text{kg}$). Mittel- und langkettige CPs ($C > 14$) waren nicht nachweisbar (RIVO, 2002). PBDE wurden in 5 verschiedenen Proben nachgewiesen (RIVO, 2002), deren Werte in der nachstehenden Tabelle als Bereich angegeben und zu einem einzigen Mittelwert zusammengezogen werden. Bei Berücksichtigung von PBDE und CPs ist die Kontamination des Fettgewebes höher als im Muskelgewebes der Wale.

Gehalt halogener Kohlenwasserstoffe im Walfett				
Verbindungen	PCBs	DDT	CPs	PBDE
Konzentration	mg/kg (Lipidgewicht)	mg/kg (Lipidgewicht)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ Nassgewicht	$\mu\text{g}/\text{kg}$ Nassgewicht
Mittelwert (Mittelwertbereich)	3,7 (2,3 – 5,8)	2,5 (1,5 – 3,9)	Keine Daten	160,1
Gesamtspanne	0,6 – 20,8 (entspricht 0,5 – 18,7 bezogen auf Nassgewicht)	0,5 - 14,8 (entspricht 0,5 – 13,3 bezogen auf Nassgewicht)	Unterhalb der Grenze quantitativer Bestimmung	13,0 – 573,7

Kleivane und Skaare (1998) berichteten von einem Lipidgehalt von 71 - 97 % im Fettgewebe von Minkewalen. Offensichtlich gibt es bei Minkewalen starke Schwankungen hinsichtlich des Fettgehalts im Fettgewebe (Blubber). Andere Quellen (EU, 2001; RIVO, 2002) geben eine noch größere Streuung der Lipidkonzentrationen von 14 – 83 % im Fettgewebe von Minkewalen wieder. Ein Fettgehalt von 90 % wurde eingesetzt, um die Werte auf das Nassgewicht der Proben zu beziehen (siehe oben). In EC (2001) beträgt die veröffentlichte Summe aus PeBDE und Te(tetra)BDE im Fettgewebe von Minkewalen $122 \mu\text{g}/\text{kg}$ und befindet sich somit innerhalb des oben erwähnten Wertebereichs.

7 Hintergrundbelastungen

Die Daten zur Hintergrund-Exposition sind in der nachstehenden Tabelle dargestellt. Die Werte geben typische Expositionen von in Europa und den USA lebenden Erwachsenen wieder. Als Referenz für PCBs wird auf Hassauer und Kalberlah (1999) hingewiesen, auf Schneider und Kalberlah (1999) für DDT und auf EC (2001) für PBDE. Kinder könnten über die Muttermilch sogar noch höheren Werten ausgesetzt sein.

Typische Hintergrundbelastung bei oraler Aufnahme von halogenierten Kohlenwasserstoffen (in ng/kg • d)			
PCBs	DDT (einschl. Metaboliten)	CPs	PBDE
60 – 120	< 30	Keine Daten	35 – 40

Der US-amerikanische und der deutsche Richtwert für tolerierbare Aufnahme von PCBs beträgt 20–70 ng/kg • d (EPA, 2002) bzw. 15 ng/kg • d (Hassauer and Kalberlah, 1999) (siehe Kapitel 3). Angesichts der Hintergrundbelastung von 60–120 ng/kg • d, ist es offenkundig, dass die typische Hintergrundbelastung diese Richtwerte überschreitet und dass eine weitere Exposition nicht erfolgen dürfte.

8 Berechnung der Aufnahme halogener Kohlenwasserstoffe in Muskel- und Fettgewebe bei Walen in Relation zu Richtwert- und Hintergrundkonzentrationen

Ziel dieser Studie war die Beantwortung folgender Fragen:

- Wieviel Walfleisch bzw. -fett muss konsumiert werden, um die bestehenden Richt- und Grenzwerte zu überschreiten; werden internationale bzw. japanische Belastungsgrenzen für Lebensmittel überschritten ?
- Wie hoch ist die Belastung durch den Verzehr von 50 g Walfleisch bzw. Walfett relativ zu den Richt- und Grenzwerten ?

8.1 Wieviel Walfleisch bzw. Walfett muss man konsumieren, um die bestehenden Richt- und Grenzwerte zu überschreiten, und werden internationale bzw. japanische Belastungsgrenzen für Lebensmittel überschritten ?

PCBs: Angesichts einer PCB-Belastung von Walfett im Bereich von 0,6 - 20,8 mg/kg Fett (bei einem ungefähren Lipidgehalt von 90 %, entsprechend 0,5 - 18,7 mg/kg Walfett) und unter Vernachlässigung der Hintergrundbelastung, wird der Richtwert von 15 ng/kg • d (900 ng/d für einen erwachsenen Japaner mit einem Gewicht von 60 kg) bei der Aufnahme von nur 0,05 - 1,8 g erreicht. Die von der EPA aufgestellte Referenzdosis von 70 ng/kg • d (4200 ng/d) wird durch die Aufnahme von 0,2 - 8,4 g erreicht.

Der japanische ADI-Wert von 5 µg/kg • d (5000 ng/kg • d) ist wesentlich höher als die zuvor genannten Richtwerte und beruht offensichtlich nicht auf aktuellen toxikologischen Erkenntnissen bezüglich der Wirkung von PCBs (EPA, 2002; Hassauer and Kalberlah, 1999). Infolgedessen und weil keine weiteren Angaben zum japanischen ADI-Wert gemacht werden, sollte er nicht als ein valider Richtwert angesehen werden. Allerdings wird selbst dieser Wert durch den Verzehr von 16 g des am höchsten mit PCBs belasteten Walfetts (20,8 mg/kg Fett, bei einem ungefähren Lipidgehalt von 90 %, entsprechend 18,7 mg/kg Fett) erreicht. Im Falle der geringsten Belastung wird der ADI-Wert durch den Verzehr einer Menge von 550 g erreicht. Diese Mengen führen zu Aufnahme von etwa 300 µg/d, was dem ADI-Wert (5 µg/kg • d für einen erwachsenen Japaner mit einem geschätzten Körpergewicht von 60 kg) entspricht.

Eine Evaluierung von dioxinähnlichen Wirkungen der PCBs im Verhältnis zum TDI-Wert von 1 – 4 pg/kg • d TCDD-Äquivalenten dioxinähnlicher Verbindungen (WHO, 1999; Schrenk and Fürst, 1999) ist nicht möglich, weil nur 4 von 12 relevanten dioxinähnlichen PCBs in der Veröffentlichung von Kleivane and Skaare (1998), die die höchsten Belastungswerte enthalten, aufgeführt werden.

Der von der FDA vertretene Toleranzwert für Lebensmittelrückstände in Höhe von 0,2 mg/kg (für Säuglings- und Kindernahrung) wird in allen Proben überschritten. Der Toleranzwert für Fische in Höhe von 2 mg/kg wird von gemittelten und höheren PCB-Konzentrationen in Walfett überschritten. Die gemessenen Höchstkonzentrationen (18,7 mg/kg) liegen um das 90-fache über dem Grenzwert für Säuglingsnahrung und immer noch 9,4-fach über dem Grenzwert für essbare Fischbestandteile. Die PCB-Messdaten sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Vergleich der PCB-Belastung mit Richt- und Grenzwerten			
Richtwerte für tolerierbare Aufnahmedosis, die durch den täglichen Verzehr von x g Walfett erreicht werden			Werden Grenzwerte für Nahrungsmittel überschritten?
	Konservativster Wert	Der am wenigsten konservative Wert (unsicher)	
Geringste Belastung	1,8	(550)	Toleranzwert der FDA für Säuglings- und Kindernahrung wird überschritten
Höchste Belastung	0,05	(16)	FDA-Werte für Säuglings- und Kindernahrung und für Fische werden überschritten

DDT: Die Richtwerte für eine tolerierbare Aufnahme von DDT (einschließlich Metaboliten) liegen zwischen 0,5 µg/kg • d (EPA, 2002) und 10 µg/kg • d (IPCS, 2001), mithin zwischen 30 und 600 µg/d für einen erwachsenen Japaner mit einem Körpergewicht von 60 kg. Die im Walfett gemessenen DDT-Konzentrationen reichen von 0,5 bis 14,8 mg/kg Lipid. Dies entspricht DDT-Konzentrationen im Walfett von 0,5 -13,3 mg/kg, ausgehend von einem Lipidgehalt des Walfetts von 90 %. Die geringste gemessene Konzentration an DDT würde es erlauben, 67 g – 1333 g Walfett zu verzehren, bevor Richtwerte erreicht werden (abhängig vom Bereich bestehender Richtwerte). Bei der höchsten gemessenen DDT-Konzentration werden die veröffentlichten Richtwerte jedoch bereits bei Mengen von nur 2,3 – 45 g Walfett überschritten.

In Lebensmitteln gibt es mehrere Grenzwerte für DDT-Konzentrationen (einschließlich Metaboliten). Der im Codex Alimentarius der WHO (WHO/FAO, 2002) verzeichnete Wert sowie der Wert der FDA betragen 5 mg/kg Fett und ist somit etwas höher als die Mittelwerte der DDT-Belastung. Der Wert des Codex Alimentarius basiert jedoch auf einen ADI-Wert (0,2 µg/kg • d), der inzwischen revidiert wurde (0,1 mg/kg • d, IPCS, 2001).

Der EU-MRL für verschiedene Fleischprodukte beträgt 1 mg/kg und 0,04 mg/kg für Fette. Wird das Walfett (Blubber) als Fett eingestuft, überschreiten alle Proben den entsprechenden MRL (bis um das 333-fache des EU-MRL für Fette). Selbst bei einer Einstufung als Fleisch werden nur bei den geringsten Belastungen die entsprechenden EU-MRL nicht überschritten. Bei den höheren Belastungen wird dieser Wert für Fleisch bis um das 13-fache überschritten. Die höheren Werte der WHO und FDA werden bei den Höchstbelastungen bis zu 3-mal überschritten.

Die für DDT erhobenen Daten werden in folgender Tabelle wiedergegeben.

Vergleich zwischen DDT-Belastung und Richtwerten				
Richtwerte für tolerierbare Aufnahmedosis, die durch den täglichen Verzehr von x g Walfett erreicht werden			Werden Grenzwerte für Nahrungsmittel überschritten?	
	Konservativster Wert	Der am wenigsten konservative Wert	Grenzwerte für Fleisch	Grenzwerte für Fette
Geringste Belastung	67	1333	nicht überschritten	überschritten
Höchste Belastung	2,3	45	überschritten	überschritten

CPs: Richtwerte für eine tolerierbare Aufnahme von CPs rangieren in einem Bereich von 0,1 mg/kg • d (WHO, 1996) bis 0,3 mg/kg • d (NRC, 2000). Kurzkettige CPs (C10 - C13) in Muskel- und Fettgewebe von Walen lagen in Konzentrationen unterhalb der Grenze zuverlässiger quantitativer Bestimmung. Mittel- und langkettige CPs (C > 14) ließen sich nicht feststellen (RIVO, 2002). Basierend auf der Annahme einer Höchstbelastung von 7,2 µg/kg im Muskel- und 290 µg/kg im Fettgewebe, werden die Richtwerte für eine tolerierbare Aufnahme (6 – 18 mg/d für einen erwachsenen Japaner) nur beim Verzehr unrealistisch hoher Mengen an Fleisch oder Fett überschritten.

PBDE: Die von der EPA aufgestellte Referenzdosis für PeBDE beträgt 2 µg/kg • d (EPA, 2002), mithin 120 µg/d für einen erwachsenen Japaner. Um diesen Richtwert zu erreichen, müsste man Walfleisch (4,9 µg/kg PBDE) in unrealistisch hohen Mengen von mehreren Kilogramm verzehren. Die Aufnahme von PBDE mit dem Verzehr von Walfett, das mit Konzentrationen von etwa 12 bis 550 µg/kg belastet ist, erreicht die Referenzdosis nur, wenn Walfett in Mengen von 218 g bis zu 10 kg verzehrt werden.

8.2 Welche Dosis resultiert aus dem Verzehr von Walfleisch bzw. Walfett?

In der folgenden Tabelle sind Dosen aufgeführt, die nach dem Verzehr von 50 g (0,05 kg) Walfleisch oder -fett erreicht werden. Die Berechnung wurde wie folgt durchgeführt:

Konzentration • 0,05 kg : 60 kg Körpergewicht

(geschätztes Gewicht eines erwachsenen Japaners), umgerechnet auf die Einheit ng/kg • d. Die Konzentrationen der halogenierten Kohlenwasserstoffe entsprechen den in Kapitel 5 referierten Werten. Die Konzentrationen von PCBs und DDT im Fettgewebe von Walen waren zunächst auf mg/kg Lipidmasse bezogen worden. Daher wurden diese Werte auf mg/kg Fett (Blubber) umgerechnet, entsprechend den Informationen von Kleivane and Skaare (1998), wonach der Lipidgehalt im Fettgewebe von Minkewalen etwa 90 % beträgt.

Aufnahme von halogenierten Kohlenwasserstoffen (in ng/kg • d) durch den Verzehr von 50 g Walfleisch bzw. Walfett					
		PCBs	DDT (einschl. Metaboliten)	CPs	PeBDE
Walfleisch		Keine Daten	Keine Daten	< 6	4
Walfett	Minimum	450	375	-	11
	Mittel	2775	1875	-	139
	Maximum	15600	11100	< 242	478

Diese Belastungsstärken lassen sich mit Richtwerten, Grenzwerten oder Werten von Hintergrundbelastungen vergleichen (Kapitel 3).

PCBs: Die bei einer Mahlzeit aufgenommene Dosis beträgt zwischen 450 und 15600 ng/kg • d, je nach den im Fettgewebe gemessenen PCB-Konzentrationen. Die (eher konservativen) Richtwerte für PCBs betragen 15 (Hassauer and Kalberlah, 1999) bzw. 20 – 70 ng/kg • d (EPA, 2002). Diese Richtwerte werden folglich selbst bei der geringsten Belastung durch eine nahrungsbedingte Aufnahme von 50 g Walfett beträchtlich überschritten. Dosisbereiche von 450 – 15600 ng/kg • d entsprechen Aufnahmezeiten, die 30 bis > 1000-fach größer sind als der konservativste Richtwert. Der Verzehr von 50 g Walfett, das mit mehr als 6 mg PCB/kg Fett (6,7 mg/kg Lipid) belastet ist, überschreitet auch den viel höheren japanischen ADI-Wert (5000 ng/kg • d).

DDT: Die bei einer Mahlzeit aufgenommene DDT-Dosis liegt in Abhängigkeit von der im Walfett gemessenen Konzentrationen zwischen 375 – 11100 ng/kg • d. Die Referenzdosen sind 0,5 bis 10 µg/kg • d = 500 – 10000 ng/kg • d (siehe Kapitel 3). Die Aufnahme bei einer Mahlzeit von 50 g überschreitet bei den DDT-Konzentrationen, die größer als 0,6 und 1,2 mg/kg Walfett sind, die eher konservativen Richtwerte der EPA (2002; 500 ng/kg • d) sowie von Schneider und Kalberlah (1999; 1000 ng/kg • d). Bei den festgestellten Höchstbelastungen wird der Wert der EPA um ein 22-faches überschritten. Der höchste Wert (TDI der WHO: 10000 ng/kg • d) wird bei DDT-Konzentrationen oberhalb 12 mg/kg Walfett überschritten.

CPs: Die CP-Konzentrationen in Walfleisch und Walfett lassen sich nicht genau bestimmen. Unter Annahme der maximalen Belastung könnte die Aufnahme 242 ng/kg • d oder weniger betragen. Dies ist weit unterhalb der Richtwerte für tolerierbare Aufnahmen, die 0,1 - 0,3 mg/kg • d betragen (siehe Kapitel 3).

PBDE: Die Analysedaten für PBDE zeigen einen Abstand zwischen Aufnahme (4 bis 478 ng/kg • d nach einer Mahlzeit, Hintergrundbelastung: 35 – 40 ng/kg • d) und den für technische PeBDE-Gemische ausgegebenen Richtwert der EPA (2 µg/kg • d = 2000 ng/kg • d). Daher werden Richtwerte für tolerierbare Aufnahmen infolge der von RIVO (2002) beschriebenen Belastungen von Muskel- und Fettgewebe von Walen nicht überschritten.

9 Zusammenfassung

Mehrere Studien belegten das Vorkommen von verschiedenartigen halogenierten Kohlenwasserstoffen in Muskel- und Fettgewebe von Minkewalen. Es handelt sich hierbei um polychlorierte Biphenyle (PCBs), DDT und dessen Metaboliten, chlorierte Parafine (CPs) und polybromierte Diphenylether (PBDE), insbesondere deren Pentabromderivate (PeBDE). Ziel dieser Studie ist es, die realen Belastungen mit Richt- und Grenzwerten für tolerierbare Aufnahmen und Lebensmittelrückstände zu vergleichen.

Schätzung verzehrbarer Mengen an Muskel- und Fettgewebe von Walen, die die Richtwerte nicht überschreiten

Basierend auf den gemessenen Konzentrationen halogener Kohlenwasserstoffe in Muskel- und Fettgewebe von Walen lässt sich die Menge der Umweltgifte schätzen, bei der tolerierbare Aufnahmedosen für halogenierte Kohlenwasserstoffe nicht überschritten werden.

Die Analysedaten für PCBs belegen, dass bereits durch den Verzehr geringer Mengen an Walfett eher konservative Werte hinsichtlich der tolerierbaren Aufnahmedosis überschritten werden (bei hoher und geringer Belastung). Selbst der am wenigsten konservative ADI-Wert aus Japan wird durch den Verzehr von nur 16 g des hochkontaminierten Walfettes überschritten.

Die Grenzwerte für PCBs in Lebensmitteln, die von der FDA für Säuglingsnahrung (0,2 mg/kg Nassgewicht) aufgestellt wurden, werden selbst bei der geringsten Belastung des Walfettes überschritten. Die berichteten Höchstwerte überschreiten diesen für Säuglingsnahrung festgelegten Wert um das 90-Fache. Auch der für Fische gültige Grenzwert (2 mg/kg Nassgewicht) wird selbst bei relativ geringen Belastungen (gemessener Bereich: 0,5 – 18,7 mg/kg Nassgewicht) maximal um das 9,5-fache überschritten.

Vergleich zwischen Belastungs- und Richtwerten: PCBs			
Richtwerte für tolerierbare Aufnahmedosis, die durch den täglichen Verzehr von x g Walfett erreicht werden			Werden Grenzwerte für Nahrungsmittel überschritten?
	Konservativster Wert	Der am wenigsten konservative Wert (unsicher)	
Geringste Belastung	1,8	(550)	Toleranzwert der FDA für Säuglings- und Kindernahrung wird überschritten
Höchste Belastung	0,05	(16)	FDA-Werte für Säuglings- und Kindernahrung und für Fische werden überschritten

Die eher konservativen Werte für eine tolerierbare Aufnahme von DDT werden auch beim Verzehr von nur wenigen Gramm des hoch kontaminierten Walfettes überschritten. Die Mengen, die verzehrt werden können, bis Richtwerte für eine tolerierbare Aufnahme von DDT überschritten werden, liegen etwas höher als dieselben Mengen an PCB.

Die höheren Nahrungsmittelgrenzwerte für DDT (WHO, FDA: 5 mg/kg Fett) werden bei der mittleren Belastungsstufe berichteter Konzentrationen (0,5 – 14,8 mg/kg Fett, 0,5 – 13,3 mg/kg Nassgewicht) überschritten. Der EU-MRL-Wert beträgt 1 mg/kg für verschiedene Fleischsorten und 0,04 mg/kg (bezogen auf das Nassgewicht) für Fette. Wenn das Walfett (Blubber) grundsätzlich als Fett eingestuft werden kann, überschreiten alle Proben die entsprechenden MRL-Werte maximal um das 333-fache. Selbst bei einer Einstufung als Muskelfleisch, überschreiten nur die gemessenen Konzentrationen der geringsten Belastungsstufe den entsprechenden MRL-Wert der EU nicht.

Vergleich zwischen Belastungs- und Richtwerten: DDT				
Richtwerte für tolerierbare Aufnahmedosis, die durch den täglichen Verzehr von x g Walfett erreicht wird			Werden Grenzwerte für Nahrungsmittel überschritten?	
	Konservativster Wert	Der am wenigsten konservative Wert	Grenzwerte für Fleisch	Grenzwerte für Fett
Geringste Belastung	67	1333	nicht überschritten	überschritten
Höchste Belastung	2,3	45	überschritten	überschritten

Für PBDE liegen Daten sowohl für Muskel- als auch für Fettgewebe vor. Die Referenzdosis der EPA (2002) wird nur durch den Verzehr großer Mengen an Walffleisch und Walfett erreicht. Nahrungsmittelgrenzwerte gibt es nicht.

CPs werden in Mengen nachgewiesen, die sich nicht genau bestimmen lassen. Es kann jedoch geschätzt werden, dass die Referenzdosen einer tolerierbaren täglichen Aufnahme nur durch den Verzehr unrealistisch großer Mengen von Walffleisch oder Walfett überschritten werden. Nahrungsmittelgrenzwerte gibt es nicht.

Berechnung der Aufnahme von halogenierten Kohlenwasserstoffen infolge einer Mahlzeit

Ausgehend von einer aus 50 g Walffleisch oder Walfett bestehenden Mahlzeit, wurde die entsprechende Aufnahme von halogenierten Kohlenwasserstoffen berechnet. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Aufnahme von halogenierten Kohlenwasserstoffen (in ng/kg • d) durch den Verzehr von 50 g Walffleisch bzw. Walfett					
		PCBs	DDT (einschl. Metaboliten)	CPs	PeBDE
Walffleisch		Keine Daten	Keine Daten	weniger als 6	4
Walfett	Minimum	450	375	-	11
	Mittel	2775	1875	-	139
	Maximum	15600	11100	weniger als 242	478

Aus dem Vergleich mit den entsprechenden Richtwerten ergeben sich folgende Beziehungen:

PCBs: Die (eher konservativen) Richtwerte für tolerierbare Aufnahmen von PCBs betragen 15 – 70 ng/kg • d und werden beachtlich von möglichen Aufnahmen überschritten. Dosen zwischen 450 und 15600 ng/kg • d entsprechen Aufnahmen vom 30 bis > 1000-fachen des konservativsten Richtwertes.

DDT: Bei DDT-Konzentrationen über 0,6 - 1,2 mg/kg Walfett werden durch den Verzehr einer Mahlzeit die eher konservativen Richtwerte für tolerierbare Aufnahmeleistungen (500 – 1000 ng/kg • d) überschritten. Durch den Verzehr von 50 g Walfett würde im Falle der stärksten Kontamination der Richtwert der EPA um das 22-fache überschritten werden.

CPs: Die Aufnahme von CPs lässt sich nicht genau bestimmen. Bei einer Mahlzeit würde mit dem Verzehr von Walfleisch weniger als 6 ng/kg • d und bei dem Verzehr von Walfett weniger als 242 ng/kg • d aufgenommen werden. Somit besteht ein großer Abstand zwischen den Richtwerten für eine tolerierbare Aufnahme (100 000 – 300 000 ng/kg • d) und der zu erwartenden Exposition von maximal 242 ng/kg • d.

PBDE: Die PBDE-Analysedaten belegen, dass ein Abstand zwischen dem Richtwert von 2000 ng/kg • d und der summarischen Aufnahme (4 bis 478 ng/kg • d in einer aus Walfleisch oder Walfett bestehenden Mahlzeit) vorhanden ist.

10 Schlussfolgerungen

Walfett ist mit verschiedenartigen halogenierten Kohlenwasserstoffen kontaminiert.

Der konservativste Richtwert für eine tolerierbare Aufnahme von PCBs wird durch den Verzehr von lediglich 0,05 g des am höchsten kontaminierten Walfetts überschritten. Selbst der am wenigsten konservative Wert wird durch den Verzehr von nur 16 g des am höchsten belasteten Walfetts überschritten. Nahrungsmittelgrenzwerte werden bis um das 90-fache überschritten.

Der konservativste Richtwert für eine tolerierbare Aufnahme von DDT wird durch den Verzehr von lediglich 2,3 g des am höchsten kontaminierten Walfettes überschritten. Selbst der am wenigsten konservative Wert wird durch den Verzehr von 45 g des am höchsten belasteten Walfettes überschritten. Nahrungsmittelgrenzwerte für DDT werden zwischen 3- (WHO, FDA-Wert) und 333-fach (EU-Wert für Fette) überschritten.

Daten zur Kontamination von Walfleisch mit CPs und PBDE überschreiten die Richtwerte für tolerierbare Aufnahmen nicht. Diese Werte werden auch infolge des Vorkommens von CPs bzw. PBDE in Walfett nicht überschritten.

11 Literatur

- ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1994
Toxicological Profile for DDT, DDE, and DDD (update)
U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, 1994
- ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2000
Toxicological Profile for Polychlorinated Biphenyls. Update
U.S. Department of Health and Human Services; Public Health Service, 2000
- EPA, Environmental Protection Agency, 2002
Integrated Risk Information System (IRIS)
Online: <http://www.epa.gov/iris/>
- EU, European Union, 2002
Maximum Residue Limits for Pesticides Residues in Food Commodities
http://europe.eu.int/comm/food/fs/ph_ps/pest/index_en.htm
- Hassauer, M., Kalberlah, F., 1999
Polychlorierte Biphenyle, in:
T. Eikmann; U. Heinrich; B. Heinzow; R. Konietzka: Gefährdungsabschätzung von
Umweltschadstoffen. Ergänzbare Handbuch toxikologischer Basisdaten und ihre Bewertung,
Kennziffer D 808, 1999
- IPCS, International Programme on Chemical Safety, 2001
Inventory of IPCS and other WHO Pesticide Evaluations and Summary of Toxicological Evaluations
Performed by the Joint Meeting on Pesticide Residues (JMPR). Evaluations through 2001
WHO, World Health Organization, Geneva, 2001
- JMWL, Japanese Ministry of Welfare and Labour, 1972
Notice No.442 from 24th August, 1972, Japan's food sanitary law, stated by Thilo Maack,
Greenpeace, personal communication (April 2002)
- Kleivane, L., Skaare, J. U., 1998
Organochlorine contaminants in northeast Atlantic minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*)
Environmental Pollution, Vol. **101**, 1998, pp. 231-239
- NRC, National Research Council, 2000
Toxicological Risks of Selected Flame-Retardant Chemicals
Subcommittee on Flame-Retardant Chemicals, Committee on Toxicology, Board on Environmental
Studies and Toxicology, National Academy Press, 2000
Online: <http://www.nap.edu/books/0309070473/html/>
- Okada, M. Peterson, S.A., 2000
Water Pollution Control Policy and Management: the Japanese Experience
Gyosei, Japan, ISBN4-324-06240-4
- RIVO-Netherlands Institute for Fisheries Research, 2002
RIVO report Number: C023/02 Brominated flame retardants, polychlorinated alkanes, tris(4-
chlorophenyl) methanol and tris(4-chlorophenyl) methane in mussels, whale meat and whale
blubber, unpublished results, 2002
- Schneider, K., Kalberlah, F., 1999
DDT (1,1,1-Trichlor-2,2-bis-(p-chlorphenyl)ethan), in:
T. Eikmann; U. Heinrich; B. Heinzow; R. Konietzka: Gefährdungsabschätzung von
Umweltschadstoffen. Ergänzbare Handbuch toxikologischer Basisdaten und ihre Bewertung,
Kennziffer D 261, 1999
- Schrenk, D., Fürst, P., 1999
Ableitung der tolerierbaren täglichen Dioxin-Aufnahme durch eine Expertengruppe der WHO, in:
T. Eikmann; U. Heinrich; B. Heinzow; R. Konietzka: Gefährdungsabschätzung von
Umweltschadstoffen. Ergänzbare Handbuch toxikologischer Basisdaten und ihre Bewertung,
Kennziffer D 811, 1999
- Simmonds, M. P., Johnston, P. A., French, M. C., Reeve, R., Hutchinson, J. D., 1994
Organochlorines and mercury in pilot whale blubber consumed by Faroe islanders
The Science of the Total Environment, Vol. **149**, 1994, pp. 97-111

- WHO, World Health Organization, 1996
Environmental Health Criteria 181, Chlorinated Paraffins
IPCS, International Programme on Chemical Safety; World Health Organization, Geneva, 1996
- WHO, World Health Organization, 1999
Guidelines for Air Quality
World Health Organization, Geneva, 1999
- WHO/FAO, World Health Organization/Food and Agriculture Organization, 2002
Codex Alimentarius: Pesticide residues in food
Online: <http://www.codexalimentarius.net/>