

Zum Eintrag chlororganischer Umweltkontaminanten aus Futtermitteln in die Milch und Möglichkeiten des Gegensteuerns durch Maßnahmen der Futtermittelsicherheit

Von U. Ruoff, H.-G. Walte, P. Teufel und A. Blüthgen

Institut für Hygiene und Produktsicherheit, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel – Standort Kiel, Postfach 60 69, D-24121 Kiel

1. Einleitung und Problemstellung

Die Stockholm Konvention zu persistenten, organischen Umweltkontaminanten (Persistent Organic Pollutants (POPs)) von 2002 trat am 17. Mai 2004 mit der Unterzeichnung durch den 50. Signatarstaat (von inzwischen über 150) in Kraft. Zumindest **begrenzt** sie die Umweltproblematik und -gefährdung durch insgesamt 12 definierte chlororganische Aromaten, einzeln oder als Kongenerengemisch vorliegend, durch

- Sofortiges und ausnahmsloses Verbot von Herstellung und Verwendung.
- Zubilligung einer Ausschleichphase der Anwendung bis zum Einsatz adäquater Ersatzstoffe oder Abschluss der Entsorgung – bei den Polychlorierten Biphenylen (PCB) bis zum Jahr 2025.
- Förderung aller Anstrengungen zur zumindest Minimierung, besser aber vollständigen Verhinderung industrieariginärer Emissionen von persistenten Umweltkontaminanten.
- Ausbau der wissenschaftlichen Basis zu Identifizierung, Bewertung und Eliminierung dieser Substanzen.
- Auf- und Ausbau nationaler Kapazitäten zur Minimierung und Eliminierung der genannten Stoffe und Stoffgemische.
- Einsatz aller Strategien zur möglichst quellennahen Eindämmung der Umweltbelastung durch die persistenten, chlororganischen Umweltkontaminanten.
- Weltweiten Verzicht auf die künftige Herstellung von in ihrer Umweltproblematik vergleichbaren Chemikalien einschließlich einer Unterbindung der Neubildung durch entsprechende Änderungen in Prozesstechnologien und Produkten.

Damit wurde ein globales System von Maßnahmen verbindlich etabliert. Dieses Maßnahmenpaket steuert der Gefährdung von Umwelt, Ökosystemen und Organismen durch die über lange Zeiträume in allen belebten und unbelebten Umweltkompartimenten persistierenden Chloraromaten entgegen. Solche persistierenden Verbindungen wie beispielsweise Hexachlorcyclohexan (1825 durch Faraday erstmalig hergestellt) oder DDT existieren seit 180 bzw. 131 Jahren. Diese Substanzen, aber auch die PCB und die Polychlorierten Dibenzodioxine und -furane (PCDD/F), wurden durch die spätere Produktion in großem Maßstab und demzufolge ihren Eintritt in die Biosphäre im Megatonnenmaßstab in jeden Winkel der Erde verfrachtet.

Die Bioakkumulation in Fettgeweben und die Weitergabe dieser Depots in den Nahrungspyramiden werden bereits in der Präambel zu dem Vertragswerk besonders hervorgehoben. Dadurch wird die besondere Problematik der vom Tier stammenden Lebensmittel als Endpunkte des lebensmittelliefernden Ökosystems unterstrichen.

Die Akkumulation ist zwangsläufig nicht nur auf die vom Nutztier stammenden verzehrbaren Produkte beschränkt, sondern findet ihren ökosystemaren Anschluss im Verbraucher, wie die Ergebnisse des Humanbiomonitoring (HBM) für die in der Stockholm Konvention genannten fettlöslichen und persistenten Kontaminanten regelmäßig zeigen.

Damit stellt sich das künftig zu begrenzende Problem wie folgt dar:

Die belastete Umwelt kontaminiert nach den ökologisch-chemischen Gesetzmäßigkeiten und Mechanismen die aus ihr entnommenen Produkte der Primärproduktion, also die Futtermittel im weiteren Sinne. Diese können entweder pflanzlichen oder – bereits höher exponiert – tierischen Ursprungs sein. Persistenz, Abbauresistenz in belebter und unbelebter Umgebung sowie die Fettlöslichkeit der Substanzen führen in den Produkten der Veredelungswirtschaft zu einem Fortbestehen der ursprünglichen Kontamination. Infolge der Zeit und der beteiligten Stoffflüsse ergibt sich eine Kontamination der Nahrungskette auf höherem Niveau. Sozusagen als Sackgasse der Speicherung ist dann der Verbraucher zu sehen. Der toxikologische Aspekt der bis hier stattgefundenen Anreicherung bedarf einer ganz besonderen Berücksichtigung und gesetzlichen Reglementierung.

Somit ist offenbar, dass die Futtermittel in der Erzeugung der vom Tier stammenden Lebensmittel eine Schlüsselrolle in Bezug auf die Kontaminanten spielen. Diese gilt sowohl für den Ursprung in der weiteren Nahrungs- und Produktkette, als auch für die nachhaltige Eliminierung aus diesem Substratfluss.

Im Folgenden wird auf der Grundlage eigener Untersuchungen und Übernahme und Bewertung von Literaturdaten zur Kontamination von Futtermitteln und Milch mit Altlastpestiziden, PCB-Kongeneren der Schadstoffhöchstmengenverordnung und polychlorierten Dibenzodioxinen und -furanen eine Übersicht zum Gesamtgeschehen gegeben.

Dabei steht besonders die jüngste Entwicklung des durch Einbindung der Futtermittelgesetzgebung umfassenden Verbraucherschutzes auf der Basis der ganzheitlichen und in die gesetzlichen Regelwerke verpflichtend übernommenen Betrachtung der Nahrungskette im Mittelpunkt der Ausführungen.

Sie zeigen, dass Kontaminanten als bislang schwer steuerbare Verunreinigungen in Lebens- und Futtermitteln doch sehr wirksam zu Gunsten des Verbrauchers in ihrem Transfer bis an die Spitze der Nahrungspyramide, dem Brustkind, begrenzt oder gar eliminiert werden können.

Was allerdings bleibt, ist das umweltoriginäre Depot nach jahrzehntelanger, anfangs oft unkritischer Anwendung. Diese erfolgte teilweise in immensem Ausmaß sowohl im Bereich des industriellen Einsatzes, als auch der Landwirtschaft und Seuchenprophylaxe. Hinzukommt die mögliche Neusynthese, besonders die der PCDD/F bei pyrolytischen und thermolytischen Prozessen der Industrie und des Verkehrs. Diese Quellen und latenten „Depots“ und deren Gefährdungspotenziale für die Ökosysteme als Habitate oder Nahrungsmittel-/Futtermittellieferanten zu kennen und kurz- oder längerfristig zu reduzieren oder eliminieren, ist die globale Aufgabe und Herausforderung an die mehr als 150 Signatarstaaten der Stockholm Konvention. Die in dieser Arbeit besonders eingebundenen (EU-)Verordnungen zur Lebensmittelsicherheit und Futtermittelhygiene

müssten ihre Bestimmung wesentlich verfehlen, wenn über die in ihnen vorgeschriebenen weitgehenden Maßnahmen bis in das Vorfeld der Lebensmittelerzeugung keine quellenbegrenzenden oder gar – schließenden Optionen nunmehr weltweit verordnet wären.

2. Organochlorverbindungen im Ökosystem Futtermittel-Milcherzeugung

Die persistenten Organochlorverbindungen mit einem stöchiometrischen Chloranteil am Formelgewicht zwischen 42,4% beim Tetra-chlordibenzodioxin bis hin zum Maximalwert von 74,5% beim Hexachlorbenzol sind im Falle der Chlorkohlenwasserstoffpestizide ausnahmslos anthropogenen Ursprungs. Bei den PCB und PCDD/F ist die Umweltbelastung überwiegend menschlichen Aktivitäten zuzuschreiben, minimale Anteile sind geogen. Weitere Details zur historischen Entwicklung des Auftretens persistenter Organochlorverbindungen und anderen stoffspezifischen und verbraucherschutz-orientierten Besonderheiten dieser Stoffgruppe wurden in dieser Schriftreihe bereits beschrieben (1,2,3).

2.1 Altlastpestizide

Der Begriff der Altlastpestizide entwickelte sich in der Zeit nach den Anwendungs-verbieten infolge des DDT-Gesetze von 1972. Er ist gewissermaßen die deutschsprachige Schlussfolgerung der Einordnung der Höchstmengen für diese Substanzen durch die Codex Alimentarius Kommission als „Extraneous Maximum Residue Limit (EMRL)“ als Höchstmengen für klassische Rückstandsbildner (alle Pflanzenbehandlungsmittel) nicht nach aktueller (beabsichtigter), sondern zeitlich weit zurückliegender Anwendung (Altlast). In der deutschen Rückstandshöchstmengenverordnung stehen sie in der Liste B der Anlage 1 zu § 1, Absatz 1 der genannten Verordnung. Einzig das γ -Hexachlorcyclohexan („Lindan“) hat seine Einordnung in der Liste A des o.a. Anhangs (noch) behalten, da es lediglich von einer Applikation am lebensmittelliefernden Tier und Nahrungs-/Futtermittelpflanzenkulturen ausgenommen wurde.

Einen Überblick zu den molekularen Strukturen der Altlastpestizide gibt Abbildung 1:

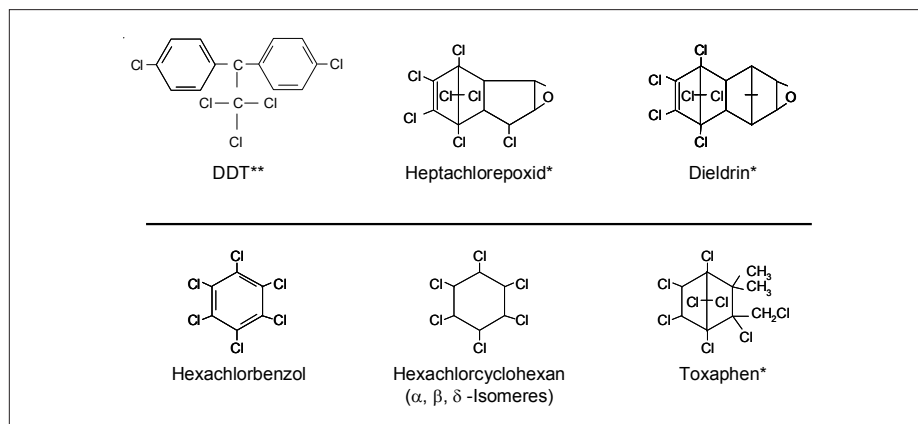


Abb. 1: Ausgewählte Altlastpestizide nach Liste B zu §1 der Rückstandshöchstmengenverordnung und Anlage 5 zu § 23 der Futtermittelverordnung

Dabei dürfen die mit einem Sternsymbol versehenen Verbindungen nach der Stockholm Konvention mit Wirkung vom 17. Mai 2004 weder produziert noch angewendet werden (weitestgehende Maßnahme bei der Kontrolle von Kontaminanten in Lebens- und Futtermitteln;(2)). Der Doppelstern weist darauf hin, dass diese Verbindung sehr restriktiv bis zum gleichwertigen Ersatz durch ein nicht persistentes Substitutionsprodukt weiterhin unter internationaler Kontrolle produziert und angewendet werden darf. Hintergrund dieser zunächst als kontraproduktiv anzusehenden Entscheidung ist die unvergleichliche Wirksamkeit des DDT zur nachhaltige Eliminierung der Anophelesmücke bei der strategischen Malariabekämpfung (4).

Um den biologischen Hintergrund der Akkumulation der Substanzen in den Nahrungsketten zu verstehen ist die Fettlöslichkeit der Altlastpestizide bedeutsam (Tab. 1) (5).

Tab. 1: Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizient für Altlastpestizide

Wirkstoff	log P _{ow}	Wirkstoff	log P _{ow}
Hexachlorbenzol	5,47-6,18	Dieldrin	6,20
γ-Hexachlorcyclohexan	3,7	DDT	4,73-6,91
α-Hexachlorcyclohexan	5,9	Toxaphen	5,5-6,7
β-Hexachlorcyclohexan	6,8	Chlordan	5,20
Heptachlor	5,27	Methoxychlor	4,68-5,08
Aldrin	5,20	Mirex	6,9

Dabei gibt der Logarithmus der Oktanol-Wasser-Verteilung die Zehnerpotenzen an, um die sich die Substanz mehr in der apolaren Oktanol- als in der polaren Wasserphase nach experimenteller Bestimmung der Löslichkeit befindet. Die Werte erstrecken sich über mehrere Zehnerpotenzen. Diese Fettlöslichkeit ist pharmakodynamisch wichtig, da sie die Substanz den vorwiegend in wässriger Umgebung wirksamen Enzymen entzieht. Spezifische katabole Enzyme haben warmblütige Organismen nicht. In der unbelebten Umwelt sind die Altlastpestizide sehr stabil, wenngleich im Alkalischen Hydroxylierungen mit flankierender Salzsäureabspaltung begrenzt auftreten oder durch Photomineralisierung kleine Anteile im UV-Licht zu CO₂ und Salzsäure abgebaut werden.

Die industriell produzierten Mengen sind retrospektiv schwer abzuschätzen. Sie belaufen sich für die Altlastpestizide (berechnet auf der Grundlage der Anwendungsdaten) zusammen über die Zeit auf etwa 2-3 Millionen Tonnen, davon alleine für DDT 1,5 Millionen Tonnen (6).

2.2 Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Die PCB wurden zum Ende des 19. Jahrhunderts erstmals im Labormaßstab synthetisiert. Sie sind die chlorierten Derivate des für die Behandlung von Zitrusfrüchten zugelassenen Fungizidstatikums Biphenyl. Ihre kommerzielle weltweite Herstellung im großem Umfang begann 1929 und hat bis zur Einstellung der Produktion etwa 2,4 Megatonnen erreicht. Unter den persistenten Chloraromaten sind die PCB die bislang einzigen bekannten Verbindungen, die als Verunreinigungen eines Lebensmittels infolge einer technologischen

Havarie zu mehr als 17000 manifesten Erkrankungen geführt haben (Yusho bzw. Yu Cheng in Japan und China (7)). Die Verwendung der PCB von etwa 1930 bis ca. 1972 hat die Umwelt entsprechend belastet. Die geogen gebildeten Anteile sind unbedeutend.

Die chemische Struktur und wesentliche Merkmale der PCB gehen aus Abbildung 2 hervor:

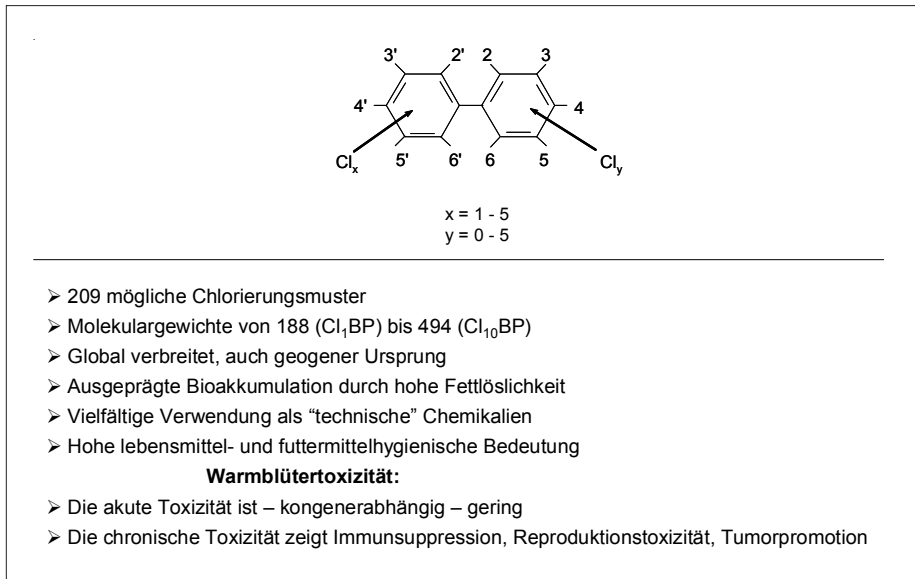


Abb. 2: Struktur und wesentliche Merkmale der Polychlorierten Biphenyle (PCB) vor dem Hintergrund der Lebensmittel- und Futtermittelsicherheit

Die Chlorierung der beiden Phenylringe kann asymmetrisch erfolgen, wodurch vom Monochlorbiphenyl bis zum Dekachlorbiphenyl 209 verschiedene Kongenere und Stellungsisomere möglich sind. Ballschmiter und Zell (1980) schlugen eine vereinfachte systematische Nomenklatur für die PCB vor, welche von der IUPAC (International Union for Pure and Applied Chemistry) übernommen wurde. Dabei werden die Kongenere nach steigendem Chlorierungsgrad durchnummeriert. Von besonderer toxikologischer Bedeutung ist die Chlorierung an der 2- bzw. 2'-Position, also der C-C-Bindung der Phenylringe. Bei einfacher oder zweifacher Chlorsubstitution an dieser Molekülposition wird die freie Drehbarkeit der C-C-Bindung und damit die Möglichkeit der Ausrichtung in eine Ebene (Planarität) eingeschränkt oder aufgehoben. Dadurch kann ein Andocken an den cytosolischen Ah-Rezeptor (Arylhydrocarbon-Rezeptor) einer Zelle für aromatische Kohlenwasserstoffe mit den entsprechenden pharmakodynamischen Folgen nur schwach oder gar nicht erfolgen (7). Dieser Ah-Rezeptor ist ein wichtiges Protein im Fremdstoffmetabolismus von Säugern und dient u.a. der Signalübertragung zwischen den Zellen und damit der Regulation des Stoffwechsels. Im Falle einer Bindung eines Signalmoleküls werden analog zu anderen planaren Aromaten fremdstoffmetabolisierende Enzyme verstärkt exprimiert. Dadurch kann der Zellstoffwechsel aus dem Gleichgewicht gebracht werden. Besonders hoch ist die Induktion des Enzyms Arylhydrocarbonhydroxylase in der Leber und anderen Organen.

Seit etwa einem Jahrzehnt wird den sogenannten coplanaren PCB (Synonym: non-ortho PCB bzw. mono-ortho-PCB) besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Diese werden in Bezug auf ihre Wirkung bzw. lebens- und futtermittelhygienischen Bedeutung den noch zu besprechenden polychlorierten Dibenzodioxinen und -furanen (PCDD/F) zugeordnet.

Die PCB sind ebenfalls stark lipophil, wobei die Fettlöslichkeit mit der Anzahl an Chloratomen steigt. Für die PCB-Kongenerere der Schadstoffhöchstmengenverordnung, die sogenannten „Indikator-PCB“ (Indikator für das der Kontamination zugrundeliegende umweltwirksame technische PCB-Produkt), gibt Tabelle 2 die Kennzahlen ($\log P_{ow}$) für die Fettlöslichkeit wieder:

Tab. 2: Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizienten der Polychlorierten Biphenyle (Indikatorkongenerere der SchadstoffhöchstmengenVO)

PCB IUPAC-Nr.	Chlorierung	Chlorierungsmuster	$\log P_{ow}$
28	3-fach	2,4,4,	5,67
52	4-fach	2,2,,5,5,	6,10
101	5-fach	2,2,,4,5,5,	6,37
118*	5-fach	2,3,4,4,,5	6,60
138	6-fach	2,2,,3,4,4,,5,	6,65
153	6-fach	2,2,,4,4,,5,5,	6,88
180	7-fach	2,2,,3,4,4,,5,5,	7,20

* Nicht in der Schadstoffhöchstmengenverordnung

Das Konzentrationsverhältnis einer organischen Substanz zwischen einer flüssigen polaren Phase und einer flüssigen unpolaren Phase kann als eine charakteristische Stoffeigenschaft angesehen werden. Wasser wird als polare Phase, n-Oktanol als unpolare Phase verwendet, um dieses Verteilungsgleichgewicht zu beschreiben. Der Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizient ist also ein Maß für die Hydrophobizität eines Stoffes. Folglich bedeutet ein hoher Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizient, dass sich die betrachtete Chemikalie bevorzugt in der lipophilen Phase löst. Die Konzentration der Substanz in den beiden Phasen ist als dimensionsloser Koeffizient $\log P_{ow}$ definiert. Abhängig von der Löslichkeit in den beiden flüssigen Phasen umfasst der $\log P_{ow}$ einen weiten Bereich über ca. 9 Größenordnungen. Kurzkettige halogenierte Kohlenwasserstoffe wie z. B. Dichlormethan besitzen eine Wasserlöslichkeit im mg/l-Bereich und haben dementsprechend kleine P_{ow} -Werte. Unpolare Verbindungen mit sehr geringer Löslichkeit in Wasser wie z. B. die PCB weisen dagegen sehr hohe P_{ow} -Werte auf.

Der Abbau der PCB in der Umwelt erfolgt gering durch alkalische Dechlorierung bzw. Photomineralisierung im UV-Licht und ist stark vom Muster der Chlorsubstitution abhängig.

Überleitend zu den im Folgenden zu besprechenden hochpersistenten Chloraromaten, den PCDD/F, sollen die zwischen den Indikator-PCB und den PCDD/F stehenden und chemisch bzw. pharmakologisch getrennt einzuordnenden dioxinähnlichen oder coplanaren PCB beschrieben werden (Tab. 3):

Gemeinsames Merkmal dieser Moleküle ist die fehlende oder nur einfache Chlorierung der 2,2'-Position.

Tab. 3: Chlorierungsisomerie und toxische Äquivalenzfaktoren (WHO-TEF) der dioxin-ähnlichen PCB-Kongenere (dIPCB)

PCB IUPAC-Nr.	Ortho-Position	Chlorierungsmuster	WHO-TEF
77	non-	3,3',4,4'	0,0001
81	non-	3,4,4',5	0,0001
126	non-	3,3',4,4',5	0,1
169	non-	3,3',4,4',5,5'	0,01
105	mono-	2,3,3',4,4'	0,0001
114	mono-	2,3,4,4',5	0,0005
118	mono-	2,3',4,4',5	0,0001
123	mono-	2',3,4,4',5	0,0001
156	mono-	2,3,3',4,4',5	0,0005
157	mono-	2,3,3',4,4',5'	0,0005
167	mono-	2,3',4,4',5,5'	0,00001
189	mono-	2,3,3',4,4',5,5'	0,0001

Im Vergleich zur toxikologischen Wirkung der PCDD/F auf den Zellmetabolismus ist die der dioxinähnlichen PCB um mindestens eine bis zu fünf Größenordnungen schwächer ausgeprägt. Die Stockholm Konvention duldet nur noch das Ausschleichen der Verwendung PCB-haltiger Großbauteile der Hochspannungstechnologie und ihre umweltneutrale Entsorgung bis zum Jahre 2025.

2.3 Polychlorierte Dibenzo-*p*-dioxine und -furane (PCDD/F)

Im Gegensatz zu den bislang dargestellten Chloraromaten sind die PCDD/F keine gewollt synthetisierten Verbindungen, wenngleich auch ihre Struktur zusammen mit dem DDT schon ausgangs des 19. Jahrhunderts beschrieben wurde. Die PCDD/F sind die klassischen unerwünschten Nebenprodukte pyrolytischer und thermolytischer Prozesse sowie einiger Synthesen der Chlorchemie mit enorm hoher ökologisch-chemischer und toxikologischer Bedeutung. Der Chemieunfall in Seveso/Italien am 10. Juli 1976, bei dem zwei Kilogramm toxischer Äquivalente auf primär 14,3 km² freigesetzt wurden, führte zu einer beispiellosen Auseinandersetzung aller naturwissenschaftlichen und medizinischen Disziplinen mit diesen Substanzen.

Die PCDD/F sind mit Ausnahme für experimentelle Zwecke keine gezielt hergestellten Substanzen. Sie gehören bei den vorab erwähnten Prozessen zu den inzwischen weitgehend vermeidbaren Begleitstoffen im Ultraspurenbereich. Fatale Folgen für die Umwelt und den Menschen hatte ihr Vorkommen als technologisch bedingte Verunreinigung in 2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure („2,4,5-T“). Dieses militärisch eingesetzte Entlaubungsmittel führte im Vietnamkrieg von 1961 bis 1972 zu einer Kontamination mit 170 kg toxischen Dioxinäquivalenten auf ungefähr 17000 km². Im Gegensatz zu den Altlastpestiziden und den PCB wird bei den PCDD/F die Konzentration nicht absolut, sondern gewichtet und normiert (siehe (8)) angegeben.

Die chemische Struktur und wesentliche Merkmale gehen aus Abbildung 3 hervor:

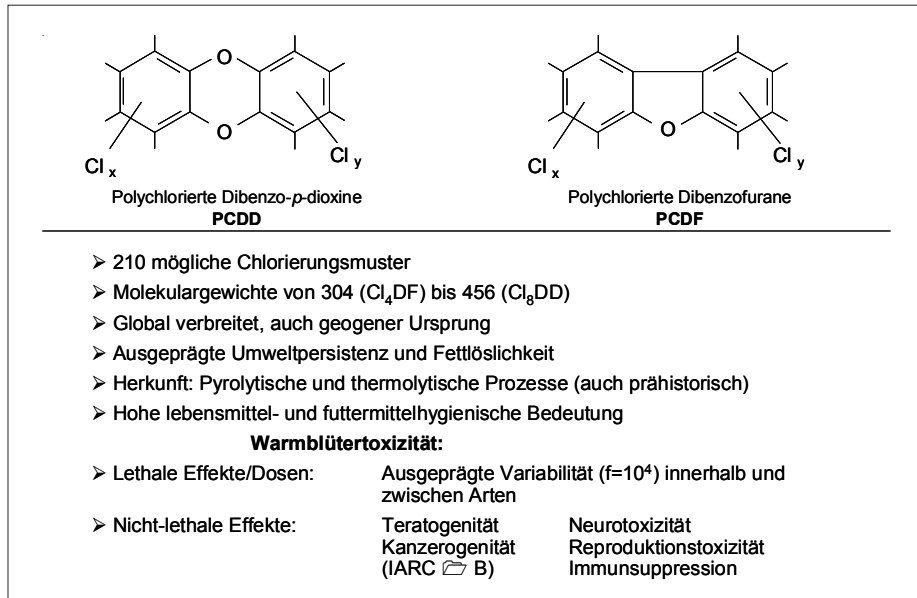


Abb. 3: Wesentliche Merkmale der Polychlorierten Dibenzo-*p*-dioxine und -furane vor dem Hintergrund der Lebensmittel- und Futtermittelsicherheit

Die Lage beider Phenylringe in einer Ebene ist Voraussetzung für die Bindung an den Ah-Rezeptor. Die im Gegensatz zur C-O-C-Bindung kürzere C-C-Bindung in der furanoiden Mittelstruktur der PCDF knickt das Molekül planar etwas ein. Dies bewirkt eine schwächere Aktivierung des Ah-Rezeptors. Trotz ihrer ähnlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften zeigen die PCDD/F aufgrund ihrer verschiedenen Chlorsubstitutionsmuster ein recht unterschiedliches toxisches Verhalten. Für den Menschen von besonderer Relevanz sind diejenigen Kongenere, die in den positionen 2, 3, 7, 8 chlorsubstituiert sind, da sie das größte toxische Potential besitzen und sich im menschlichen Körper, besonders in fettreichen Geweben, anreichern können.

Zur groben Abschätzung des Risikos, das von PCDD/F-Gemischen (die PCDD/F treten immer als Gemisch auf) ausgeht, hat sich das Konzept der Toxizitätsäquivalente (TEQ) durchgesetzt. Dabei wird die Wirkungsstärke eines Kongeners in Relation zu der des 2,3,7,8-TCDD, dem toxischsten Vertreter dieser Substanzklasse, angegeben. Der sogenannte Toxizitätsäquivalenzfaktor (TEF) dieser Verbindung wurde mit 1 festgelegt. Durch Multiplikation der gemessenen Konzentration des jeweiligen Kongeners mit dem entsprechenden TEF und anschließender Addition der so gewichteten Konzentrationen ergibt sich diejenige Konzentration, von der die gleiche toxische Wirkung ausgehen würde wie von 2,3,7,8-TCDD. Grundlage für die Erstellung der Toxizitätsäquivalenzfaktoren ist die Annahme, dass die einzelnen Kongenere grundsätzlich das gleiche Wirkungsprinzip, jedoch unterschiedliche Wirkungsstärken aufweisen, d. h. dass die Kongenere unterschiedlich gut an den Ah-Rezeptor binden. Der überwiegende Teil der TEF beruht auf Studien zur Enzyminduktion (z.B. Induktion der Arylhydrocarbonhydroxylase), zur akuten Toxizität, Kancerogenität und Reproduktionstoxizität.

Trotz einer erstaunlich effizienten Photomineralisierung ist die Umweltpersistenz hoch. Die Persistenz im Boden beträgt je nach Umweltbedingungen Monate bis Jahre. Der Dampfdruck ist extrem niedrig im Bereich von Nanopascal, so dass Ausgasungen aus kontaminiertem Boden Halbwertszeiten in der vierten Potenz erreichen (9). Die Fettlöslichkeit ist ebenfalls abhängig vom Chlorierungsgrad und wird für das toxikologisch relevante Kongenerengemisch aus 10 PCDF und 7 PCDD durchschnittlich mit $\log P_{ow}$ 6,5 angegeben. Die Spanne der $\log P_{ow}$ für die 10 toxikologisch relevanten PCDF (von 135) reicht dabei von 4,4 bis 8,2, bei den 7 relevanten PCDD (von 75) von 5,4 bis 8,0.

Allen bislang genannten Verbindungen ist gemeinsam, dass sie praktisch wasserunlöslich sind (Ausnahme: Lindan mit etwa 7 mg/kg bei 25°C). Weiterhin sind sie auch nicht ionogen, was zur Folge hat, dass eine Wurzelaufnahme von vorneherein ausgeschlossen ist. Dies ist für die Betrachtung der Nahrungskette Futtermittel-Milchtier-Milch von besonderer Bedeutung.

3. Stoffflüsse und Übergänge von chlororganischen Verbindungen in der Produktkette Futtermittel-Milchtier-Milch

3.1 Einträge in das Ökosystem und Verhalten der Kontaminanten

Die Altlastpestizide wurden zu Zeiten ihres Einsatzes im Pflanzen- und Vorratsschutz durchweg flächig ausgebracht. In Abhängigkeit von der Eignung des Wirkstoffs wurden sie auch zur Entwesung des Bodens bis hin zur Wühlmausbekämpfung angewandt. Die Wühlmausbekämpfung erfolgte in entsprechender Dosierung durch Endrin, ein Isomer des kanzerogenen Dieldrin. Diese Anwendungen sind heute für praktisch alle Wirkstoffe Geschichte. In jedem Fall ist bei der flächigen Behandlung einer Kultur sowohl durch die Ausbringenstechnik als auch durch die unlösbare Verknüpfung von Kultur, Nachbarkultur und freiliegenden Boden- und Gewässerflächen ein erheblicher Anteil der Anwendungsmenge in Bereiche des Ökosystems gelangt, wo er primär nicht gewirkt hat. Das Problem der Windabdrift war durch Vorgaben in den entsprechenden Anwendungsverordnungen (soweit in der jeweiligen Pflanzenschutzgesetzgebung vorhanden) berücksichtigt, war aber dennoch ein weiterer Eintragsweg in die unbeteiligte Umwelt. Derzeit muss mit regionalen außereuropäischen DDT-Kontaminationen durch Verschleppung jeglicher Art (Winddrift, Vektoren, Vehikel) gerechnet werden, da eine offene Anwendung des DDT in der Malariabekämpfung und die Duldung als Interimsprodukt bei der Dicofol-Herstellung (ein Akarizid) durch die Stockholm Konvention restriktiv erlaubt ist. Dies gilt so lange bis gleichwertige, umweltverträgliche und nicht persistierende Ersatzprodukte zur Verfügung stehen. Vor allem in Produkten aus futtermittelerzeugenden und -exportierenden Ländern der Tropen und Subtropen muss mit dem Vorkommen von DDT und seinen Metaboliten DDE und DDD (durch Abdrift und anderen Transfer) gerechnet werden. Derzeit ist dieses der einzig denkbare Fall eines erneuten Eintrags in die Kette Futtermittel-Milchtier-Milch. Die übrigen genannten Altlastpestizide kontaminieren die Futterpflanzen hauptsächlich partikelgebunden aus im Boden aufgebauten Altlasten früherer Applikationen. Bei Futterpflanzen ist die Wurzelaufnahme wegen der unzureichenden Wasserlöslichkeit und den elektrisch neutralen Molekülen zu vernachlässigen. Durch Diffusionsvorgänge können allerdings weniger polare Pflanzeninhaltsstoffe der Wurzel eine signifikante Kontamination erfahren. Beispielsweise war der Anbau von Möhren auf mit Aldrin behandelten Flächen drei Jahre lang nicht erlaubt.

Bei den PCB ist eine allgemeine diffuse Hintergrundbelastung durch Verteilung von Aerosolen auf dem Luftpfad und Deposition auf den Pflanzenoberflächen der hauptsächliche Weg der Futterkontamination. Durch die Anwendungsbeschränkung von technischen PCB-Gemischen auf geschlossene Systeme in Europa seit Mitte der 70er

Jahre, ein weltweites Produktionsverbot seit 2004, strenge vertragliche Vorschriften für die Entsorgungspflicht oberhalb einer vorgegebenen Mengen- und Konzentrationskombination sowie für die qualifizierte Zerlegung und Entsorgung PCB-haltiger Bauteile der Stromwirtschaft erscheinen die wesentlichen Quellen weitgehend eliminiert. Da eine pyrogene Neubildung praktisch nicht stattfindet, ist bei Einhalten aller Maßnahmen zum Entfernen der PCB aus der Umwelt und angesichts der zugebilligten Ausschleichphase von noch zwanzig Jahren eine Entlastung der Nahrungsketten über die Zeit durch natürliche, allerdings sehr langsam verlaufende Abbauvorgänge zu erwarten.

Die PCDD/F können den Futtermittelbereich auf zwei Wegen kontaminieren. Es kann eine Neubildung stattfinden oder sie können durch Futtermittelstoffe eingetragen werden. Die mögliche Neubildung bei Verbrennungs- und Verschmelzungsprozessen sorgt unter Vorliegen geeigneter Bedingungen (Reaktionspartner, Temperatur, Vorstufen, Katalyse) für steten Eintrag in die Biosphäre über die entsprechenden Emissionen mit anschließender Deposition auf Pflanzenoberflächen und Böden. Die andere mögliche Kontaminationsquelle für Futtermittel ist das Vorhandensein toxischer Äquivalente in Futterzusatzstoffen. So haben native Bentonite aus bestimmten Lagerstätten eine erhebliche geogene Kontamination mit (nur) PCDD gezeigt, was bei der Verwendung als Binde- und Presshilfsmittel in Futtermitteln zu einer hohen Belastung von Tier und Lebensmittel geführt hat. Darüber hinaus stellen gebrauchte Bleicherden (u.a. Bentonite) aus der Lebensmittelverarbeitung, vor allem aus der Fett- und Ölraffination, ein gewisses Risiko bei der Verwendung als Futterzusatzstoff dar, wenn sie ohne vorherige Untersuchung eingesetzt werden. Gemessen an den Stoffflüssen der Altlastpestizide und PCB in die lebens- und futtermittelliefernden Ökosysteme ist der Massenfluss der PCDD/F minimal und steht gewissermaßen in umgekehrten Relation zur gesundheitlichen Bedeutung dieser Kontamination. Die seit rund 15 Jahren getroffenen Maßnahmen zur Emissionsminimierung, die jetzt auch in der Stockholm Konvention global vorgeschrieben sind, haben deutlich Wirkung gezeigt bzw. werden dies tun. So haben sich im Fett der vom Tier stammenden Lebensmittel die PCDD/F-Konzentrationen etwa alle 5 Jahre halbiert bzw. werden regional noch eine Verminderung um die Hälfte erfahren (10, 16). Da die vom Tier stammenden Lebensmittel ausschließlich über die Futtermittelproduktion und die Fütterung mit PCDD/F kontaminiert werden, ist zumindest aus unserem Untersuchungsbereich der Schluss zu ziehen, dass die Emissionen mindestens im gleichen Umfang abgenommen haben.

3.1.1 Vorkommen in Futtermitteln für Milchtiere

Vor dem Hintergrund der unter 3.3 dargestellten aktuellen (Probenahme 2006) Belastungssituation des Milchfettes in Schleswig-Holstein mit Altlastpestiziden, Indikator-PCB und Polychlorierten Dibenzodioxinen und -furanen geben die nachstehenden Tabellen einen Anhalt zum Eintrag der persistenten Chloraromaten aus der Umwelt in das Milchtier und damit das Milchfett. Die dargestellten Daten sind vorrangig in ihrer Größenordnung zu sehen, eine zeitliche und räumliche Übereinstimmung mit den Daten zur Kontamination des Milchfettes ist nicht gegeben. Da mit wenigen Ausnahmen (s.v.) von einer mehr oder weniger nivellierten und aufgrund der Umweltpersistenz auch stabilen Kontaminationslage in Umwelt und Futterpflanzen ausgegangen werden kann, wird diese Einschränkung das abzuleitende Ergebnis kaum beeinflussen. Desgleichen wird sich der Zeitunterschied von der Probenahme in den Jahren 2000/2001 (Tabellen 4 bis 8) zu den Proben aus dem Jahr 2005 (Tabellen 9 bis 11) nicht wesentlich und schon gar nicht um eine Größenordnung auf den Gehalt der in den Tabellen ausgewiesenen persistenten Chloraromaten im jeweiligen Trägersubstrat ausgewirkt haben.

Altlastpestizide:

Im Rahmen einer Studie des ehemaligen Forschungsverbundes Produkt- und Ernährungsforschung der Bundesforschungsanstalten im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) hat das Institut zusammen mit den Bundesforschungsanstalten in Braunschweig, Detmold und Kulmbach sowie der Universität Hohenheim in den Jahren 2000 und 2001 Statuserhebungen zu Rückständen und Verunreinigungen in Getreide und Nebenprodukten der Müllerei durchgeführt (11). Der Zusammenstellung dieser Statuserhebungen entstammt die Übersicht in Tabelle 4 zur Belastung von Silogetreide (Mühle) und Schälkleie mit Altlastpestiziden (einschließlich Lindan).

Der Getreideanteil (inklusive Kleie) in Mischfuttermitteln für Milchtiere beträgt derzeit etwa 36 % (12). Quetschgetreide in Tagesrationen bis zu 2 kg pro Kuh ist ein fester Bestandteil in der leistungsangepassten Milchviehfütterung auf der Basis hofeigener Leistungsfuttermittel.

Tab. 4: Altlastpestizide und Lindan in Silogetreide (Mühle) und Schälkleie 2000/2001 [$\mu\text{g}/\text{kg}$ Trockenmasse]

Wirkstoff	Silogetreide (n=43)			Kleie (n=40)		
	Median	Mittel	Maximum	Median	Mittel	Maximum
HCB	0,02	0,09	1,7	0,03	0,23	4,2
α -HCH	0,02	0,02	0,1	0,04	0,09	1,9
β -HCH	0,02	0,08	0,7	0,03	0,10	1,9
γ -HCH	0,16	0,23	1,1	0,50	1,4	9,6
Heptachlor	0,02	0,19	1,0	0,01	0,2	1,0
Heptachlorepoxyd	0,09	0,08	0,5	0,04	0,2	0,9
Chlordan	0,01	0,03	0,1	0,02	0,06	0,27
Aldrin	0,01	0,02	0,05	0,01	0,03	0,11
Dieldrin	0,02	0,03	0,1	0,02	0,06	0,28
Endrin	0,04	0,08	0,3	0,03	0,19	1,1
Ges.-DDT	0,05	0,44	13,5	0,16	0,80	16,2
Ges.-Endosulfan	0,01	0,18	0,57	0,25	1,1	13,3
Mirex	0,01	0,01	0,1	0,01	0,01	0,1

Die Zahlenwerte zeigen auf durchweg niedrigem Niveau eine zwar messbare, aber sehr geringe Kontamination an. Dies ist angesichts des nun drei Jahrzehnte langen Verwendungsverbotes im Pflanzenschutz (Ausnahme: Lindan) erklärlich.

Polychlorierte Biphenyle (PCB):

Die Kontamination von Getreide und Kleie mit PCB als Summe der höher chlorierten Indikatorkongenere der SchadstoffhöchstmengeVO und einzelner gleichfalls höher chlorierter (ab 6 Chloratome/Biphenyl) Kongenere und aus einer ersten Bestandsaufnahme der dioxinähnlichen PCB (sog. „WHO-PCB“) zeigen für den früheren Datenstand die Tabellen 5 und 6 (11):

Tab. 5: Polychlorierte Biphenyle in Silogetreide und Schälkleie 2000/20001 [$\mu\text{g}/\text{kg}$ Trockenmasse]

PCB-Typ	Getreide		PCB-Typ	Kleie	
	n	Median		n	Median
Indikatorkongenere der SHMV*	57	0,47	Indikatorkongenere der SHMV*	56	0,89
PCB 138	57	0,06	PCB 138	56	0,13
PCB 153**	57	0,08	PCB 153**	56	0,17
PCB 108	57	0,05	PCB 108	56	0,04

* Schadstoffhöchstmengenverordnung

** Ca. 10 % Anteil am technischen PCB-Gemisch

Tab. 6: Non-ortho und mono-ortho PCB-Kongenere („WHO-PCB“) in Silogetreide und Schälkleie 2000/2001 [Median in $\mu\text{g}/\text{kg}$ Trockenmasse]

PCB-Typ	Silogetreide n = 57	Kleie n = 56	PCB-Typ	Silogetreide n = 57	Kleie n = 56
Non-ortho			Mono-ortho		
77	0,003	0,005	105	0,009	0,015
81	0,001	0,002	114	0,002	0,004
126	0,0002	0,001	118	0,036	0,064
169	0,001	0,001	123	0,004	0,005
			156	0,005	0,009
			157	0,001	0,003
			167	0,003	0,005
			189	0,001	0,002

Nach den in den Tabellen 5 und 6 aufgeführten Messwerten der PCB-Kontamination in $\mu\text{g}/\text{kg}$ Trockenmasse gibt Tabelle 7 die aus der Gewichtung mit den entsprechenden Toxizitätsäquivalenzfaktoren (s. Tabelle 3) resultierenden wirksamen PCB-Konzentrationen in ng/kg Trockensubstanz wieder. Damit liegt diese Grundeinheit um den Faktor 10^3 unter der Konzentrationsangabe in Tabellen 5 und 6. Die Messwerte liegen somit im pikogramm/kilogramm-Bereich.

Tab. 7: Toxische Äquivalente (WHO-TEQ(PCB)) der WHO-PCB in Silogetreide und Schälkleie 2000/2001 [Median in ng/kg Trockensubstanz]

Silogetreide (n=57)	Kleie (n=56)
0,06	0,16

Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und -furane (PCDD/F):

Auch Tabelle 8 zum Vorkommen der PCDD/F in Silogetreide und Kleie ist dem Abschlussbericht des Forschungsverbundes (11) mit Datenstand 2000/2001 entnommen:

Tab. 8: Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane in Silogetreide und Schälkleie 2000/2001 [ng WHO-TEQ (PCDD/F)/kg Trockenmasse]

Median	Silogetreide (n=56)		Median	Kleie (n=55)	
	Mittel	Maximum		Mittel	Maximum
0,022	0,041	0,381	0,017	0,029	0,131

Im Jahre 2004 wurde an den Standorten Kulmbach, Hamburg und Kiel der BfEL ein vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Lebensmittel initiiertes und mit Personal- und Sachmitteln ausgestattetes Forschungsvorhaben zur Erfassung der flächenmäßigen Kontamination mit PCDD/F und dPCB in von Tieren stammenden Lebensmitteln in Deutschland mit Probenahme und Laboruntersuchungen begonnen. Der Abschlussbericht ist für das Jahr 2007 vorgesehen. Die Verteilung der Proben Fleisch und Fleischwaren, Fisch und Fischereierzeugnisse, Milchfett und Eier folgte aus Gründen der Vergleichbarkeit einem in den Jahren 1995 bis 1998 durchgeführten bundesweiten Dioxinmonitoring zur Erfassung der Hintergrundkontamination mit diesen Verbindungen. Im Gegensatz zu früheren quellen- und ursachenorientierten Messprogrammen war das genannte Monitoring ausschließlich auf das Angebot der genannten Lebensmittel für den Verbraucher fokussiert.

In der Neuauflage dieses Programms in den Jahren 2004 bis 2006 wurden als Neuerung und sehr wichtige Informationsquelle für das Verstehen der Kontamination in den von Tieren stammenden Lebensmitteln auch bundesweit beprobte Mischfuttermittel industrieller Herstellung und betriebseigene Rau- und Saftfuttermittel mit in das Programm aufgenommen. Aus diesen Probenahmen und Laboruntersuchungen stammen die in den Tabellen 9 bis 11 berichteten Kontaminationen mit PCB und PCDD/F (13):

In Tabelle 9 ist der Gehalt an den 6- bzw. 7-fach chlorierten PCB Kongeneren 138, 153 und 180 gemäß der Schadstoffhöchstmengenverordnung in Mischfuttermitteln und Grundfuttermitteln (Rau- und Saftfutter) wiedergegeben. Aus Gründen der Vergleichbarkeit zu den Tabellen 10 und 11 ist die Dimensionierung in ng/kg Trockensubstanz vorgenommen worden.

Aus dem gleichen Probenkontingent ergeben sich die in Tabelle 10 in gleicher Dimensionierung, aber auf die anzuwendenden toxischen Äquivalente umgerechneten Konzentrationen der Summe der 12 dioxinähnlichen PCB Kongenere (s. auch Tabelle 7) in den im Jahre 2005 untersuchten Futtermitteln für Milch- und Mastvieh. Erwartungsgemäß ist die Befundspanne in den Einzelfuttermitteln größer als in den nivellierten Mischfuttermitteln.

Eine gesetzliche Höchstmenge existiert (noch) nicht. Die analoge Konzentration der 17 Dioxin- und Furankongenere, ebenfalls umgerechnet in die Summe der toxischen Äquivalente und nach der Kontaminantenhöchstgehalte-Verordnung mit berücksichtigten Messwerten unterhalb der Nachweisgrenze mit der Hälfte derselben ist in Tabelle 11 wiedergegeben.

Tab. 9: Indikator-PCB Kongenere (nicht-dioxinähnli. PCB) in Futtermitteln aus Deutschland 2005 [ng/kg Trockensubstanz]

	Mischfuttermittel PCB Nr.			Rauh- und Saffuttermittel PCB Nr.		
	138	153	180	138	153	180
Probenanzahl	115			91		
Minimum	n.n.	20	10	10	10	n.n.
25. Perz.	30	40	10	100	130	50
Median	40	40	20	140	180	70
75. Perz.	50	60	30	230	300	130
Maximum	80	90	50	400	540	240
Höchstmenge	keine Höchstmenge, dafür nicht-amtlicher Richtwert von je 5 µg/kg TS, entsprechend 5000 ng/kg TS					

n.n. = nicht nachweisbar (<10 ng/kg TS)

Tab. 10: Dioxin-ähnliche PCB Kongenere (WHO-PCB; dIPCB) in Futtermitteln aus Deutschland 2005 [ng TEQ/kg Trockensubstanz]

	Mischfuttermittel		Rauh- und Saffuttermittel	
Probenanzahl	115		91	
Minimum	0,001		0,003	
25. Perz.	0,005		0,035	
Median	0,007		0,058	
75. Perz.	0,012		0,090	
Maximum	0,090		0,400	
Höchstmenge	geplant:	0,500	0,500	
Eingreifwert	geplant:	0,350	0,350	
Zielwert	angestrebt:	0,100	0,100	

Tab. 11: Polychlorierte Dibenzo-*p*-dioxine und -furane in Futtermitteln aus Deutschland 2005 [ng TEQ (WHO-TEQ, PCDD/F)/kg Trockensubstanz]

	Mischfuttermittel		Rauh- und Saffuttermittel	
Probenanzahl	114		89	
Minimum	0,008		0,012	
25. Perz.	0,015		0,026	
Median	0,023		0,035	
75. Perz.	0,034		0,070	
Maximum	0,240		0,350	
Höchstmenge	0,750		0,750	
Eingreifwert	0,500		0,500	
Zielwert	0,100		0,100	

Nimmt man den Zielwert von 0,1 ng WHO-TEQ (PCDD/F)/kg Trockensubstanz oder 1,75 ng TEQ in der Ration der Milchkuh mit 25 kg Milch als Tagesleistung mit 1 kg Milchfett, was über den Carry-over in einer Belastung des Milchfettes mit etwa 0,4 ng TEQ PCDD/F (WHO) resultiert, ist vom Medianwert dieses Materials her die genannte Zielvorstellung durchaus realisierbar. Höchstmengenüberschreitungen wurden nicht beobachtet.

Exkurs zur Belastung des Milchviehfutters mit Aflatoxin B₁

Um die in den Tabellen 5 und 6 sowie 9 aufgeführten Kenngrößen der Kontamination mit Polychlorierten Biphenylen ohne Gewichtung mit den Toxizitäts-äquivalenzfaktoren (nur WHO-PCB) mit einer anderen, der Umwelt des Milchtieres entstammenden Kontaminante größenordnungsmäßig beurteilen zu können, sind in Tabelle 12 die in 2006 erhobenen Befunde für Aflatoxin B₁ (AFB₁) in Einzel- und Mischfuttermitteln für Milchvieh aufgeführt. Es ist ersichtlich, dass in beiden Substraten die Kontamination im ng/kg-Bereich liegt und damit etwa äquimolar ist. Frühere Untersuchungen haben ergeben, dass dieser Zustand die Konversion von Aflatoxin B₁ zu Aflatoxin M₁ durch die gesteigerte Induktion mischfunktioneller Oxidasen durch das AFB₁ nachhaltig beeinflusst (18, 19). Es sei aber darauf hingewiesen, dass der Naturstoff AFB₁ als nichtpersistentes Mykotoxin nicht die grundsätzliche Problematik der POP'S, nämlich ihre hohe Umweltstabilität und ein hoher Bioakkumulationsvermögen zeigt. Statt dessen ist AFB₁ relativ instabil und zeigt keinerlei Akkumulation über seinen Substratwechsel in der Nahrungskette, ist aber ein höchst potentes Solitärkarzinogen und von seinem Auftreten im lebensmittel-liefernden Ökosystem her gewissermaßen eine nachwachsende Umweltkontaminante.

Tab. 12: Aflatoxin B₁ in Futtermitteln für Milchvieh 2006 [ng/kg Trockensubstanz]

	Milchleistungsfutter	Einzelfuttermittel
Probenanzahl	70	114
Minimum	n.n.	n.n.
25. Perz.	30	20
Median	50	30
75. Perz.	80	50
Maximum	270	3200
Höchstmenge	5000	5000

n.n. = nicht nachweisbar (<20 ng/kg TS)

3.1.2 Übergang aus Futtermitteln in die Milch

Das pharmakokinetische Bindeglied zwischen Futtermittelsicherheit und Verbraucherschutz (nach Art und Menge nicht unbedenklicher Stoffe) ist der in den deutschen (wissenschaftlichen) Sprachgebrauch übernommene Begriff des Carry-over. Dabei wird unterschieden zwischen Carry-over Rate und Carry-over Faktor, wobei die Carry-over Rate die aufsummierten Dosisanteile, die nach Einzel- oder Mehrfachdosen im Lebensmittel zeitabhängig wiedergefunden werden, in Prozent angibt und der Carry-over Faktor den Quotient aus der Stoffkonzentration im Lebens- und Futtermittel beschreibt. Voraus-

setzung für diesen Transfer ist die chemische und physiologische Vereinbarkeit von Kontaminante im Futtermittel und Organismus des lebensmittelliefernden Nutztieres. Ohne diesen Übergang wäre die Futtermittelsicherheit ausschließlich ein Anliegen der Tiergesundheit und des Tierschutzes.

Der Übergang aus dem Futter nach Passage der Organe und Regelkreise im Tier ist ein Teil der pharmakokinetischen Kaskade. Er führt in Abhängigkeit von den chemischen Eigenschaften wie vor allem Polarität des Moleküls und grundsätzliche Stabilität der Bindungen im Molekül entweder zur Ausscheidung mit wässrigen Exkreta (Urin, Faeces, Speichel, Milchserum) oder Speicherung im Fettgewebe mit anteiliger Ausscheidung über fetthaltige Substrate wie v.a. Milch(fett), aber auch Haartalg, andere Fettsezernierungen und Klauenhorn.

Die prinzipiellen Abläufe des Carry-over nach oraler Aufnahme zeigt Abbildung 4:

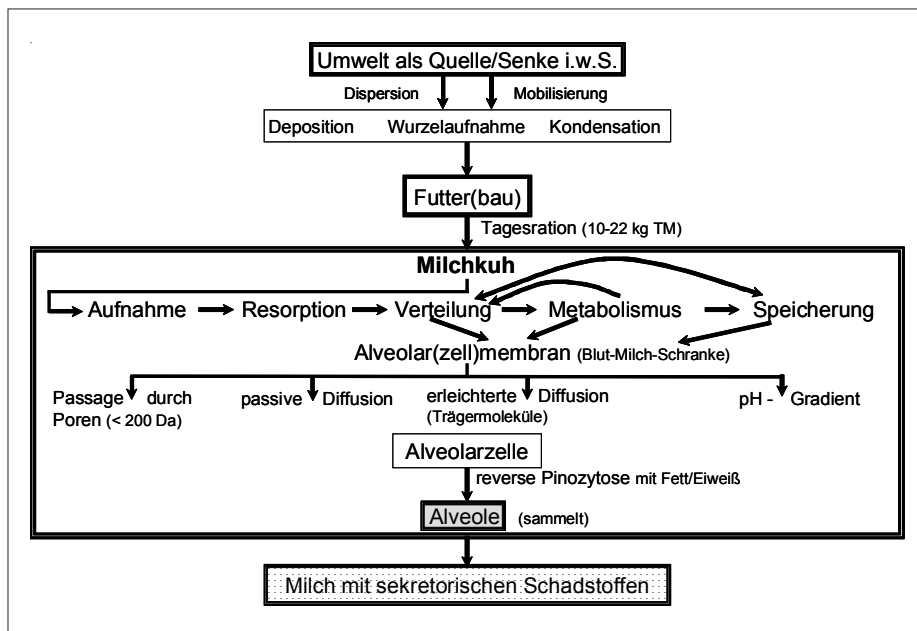


Abb. 4: Transfer umweltoriginärer Schadstoffe in die Milch

Bei den chlororganischen Umweltkontaminanten führt die hohe Fettlöslichkeit und damit die geringe Wasserlöslichkeit zu einem schnellen Verlassen des wässrigen Milieus von Magen/Vormägen und Darm. Nach Resorption und Verteilung erfolgt eine Abspeicherung infolge der hohen Beständigkeit gegen enzymatische Abbauprozesse in masse- und volumenreichen Primärdepots (Haut, Muskulatur, Leber). Die später einsetzende Umverteilung führt zu einer Verlagerung der lipophilen Kontaminanten in die lipidreichen und damit stoffwechselfähigen Körpergewebe.

Bei der Milchbildung werden die Kontaminanten in die Fetttropfchen eingebaut. Dies erfolgt entweder direkt aus den nach oraler Aufnahme im Blut zu den Primärdepots transportierten Anteilen oder bei der Umverteilung auf demselben Weg nach Fettmobilisierung und -einschmelzung zur Bereitstellung kurzkettiger Fettsäuren für die intraalveolare Fettsynthese. Mit Hilfe von Trägerproteinen vollzieht sich der Durchtritt durch die Blut-

Milch-Schranke, die sogenannte erleichterte Diffusion. Wegen der Molekülgröße ist eine direkte Passage durch die wassergefüllten Poren dieser biologischen Membran nicht möglich. Die in Fütterungsexperimenten mit laktierenden Kühen bis zum Gleichgewicht von Aufnahme und Ausscheidungsplateau bestimmbar Carry-over Raten für Chloraromaten aus eigenen Versuchen seit etwa 1973 zeigt Tabelle 13:

Tab. 13: Carry-over Raten fettlöslicher Kontaminanten (Chloraromaten und HCH) in das Milchfett nach oraler Dosierung

Kontaminante	Übergang in % der tägl. Zufuhr	Kontaminante	Übergang in % der tägl. Zufuhr
DDT/DDE	80	Aldrin, Dieldrin, Endrin	15-25
HCB	80	PCDD/F als umwelt- originäres Gemisch	20
PCB (Cl e•6)	60-70	PCB (Cl d•5)	0-20
2,3,7,8-TCDD	60	Heptachlor/-epoxid	5-10
β-HCH	30	α-HCH	10
		γ-HCH	5
		Toxaphen	1-2
		Nitrofen	< 0,1

Die Carry-over Rate ist in diesem Fall als derjenige Prozentsatz der täglichen Aufnahme (i.S. von Zufuhr) definiert, der im Gleichgewicht von Aufnahme und Ausscheidung mit der Milch steht und im täglich produzierten Milchfett wiedergefunden wird.

Die Verbindungen wurden nicht nach ihrer chemischen Verwandtschaft, sondern nach sinkender Carry-over Rate eingeordnet. Vor allem die höher chlorierten und besonders unpolaren/symmetrischen Moleküle zeigen deutlich höhere Carry-over Raten. Lebensmittelhygienisch ist dies besonders für DDT, HCB, die höher chlorierten PCB-Kongenere, das „Seveso-Dioxin“ (2,3,7,8-TCDD) und das β-HCH von Bedeutung.

3.2 Zur Situation der Kontamination des Milchfetts

Da die Milch stofflich nichts anderes ist als ein tierartsspezifisch angepasstes Futtermittel, müssen sich diejenigen Begleitstoffe der Futtermittel, die im Organismus der Kuh nicht (wesentlich) ab- oder umgebaut werden, und die in der Lage sind, biologische Membranen zu passieren, in der Milch zumindest teilweise wiederfinden. Das kann regelmäßig für die aromatischen chlorierten Kohlenwasserstoffpestiziden (einschließlich des Hexachlorcyclohexans), die höher chlorierten PCB-Kongenere (IUPAC-Nummern: 118, 138, 153, 180) und die PCDD/F durch die entsprechenden Untersuchungen bestätigt werden.

Altlastpestizide:

Die im Fett der Tankwagensammelmilch aus Schleswig-Holstein im Jahre 2006 zu messenden Spuren der verbreitetsten Altlastpestizide, einschließlich des Lindan (γ-HCH), sind in Tabelle 14 auch in ihrer Relation zur jeweiligen Höchstmenge (s. auch 4.3) aufgeführt (eigene Untersuchungen).

Tab. 14: Altlastpestizide in Tankwagensammelmilch aus Schleswig-Holstein 2006; n=297 [µg/kg Fett]

	Hexachlorbenzol	Hexachlorcyclohexan			Cyclodiene Hept.Epox.	Dieldrin	Ges. DDT
		α-HCH	β-HCH	γ-HCH			
\bar{x}_A	2,51	0,30	n.n.	1,33	0,73	0,69	2,06
S_A	0,56	0,30	n.n.	0,56	0,39	0,63	1,07
X_{\min} 1,00	0,001	0,001	0,65	0,001	0,001	0,10	
X_{\max} 3,97	1,32	n.n.	3,25	1,71	3,71	7,47	
Höchstmenge *	250	100	75	25	100	150	1000
x_{\max} in % der Höchstmenge	1,6	1,3	n.n.	13	1,7	2,5	0,7
\bar{x}_A in % Höchstmenge	1,0	0,3	n.n.	5,3	0,7	0,5	0,2

* Die Höchstmenge ist auf den Fettanteil von 4 v.H. hochgerechnet

Durch einen substratspezifischen Elektroneneinfangdetektor (ECD) nach hochauflösender Gaschromatographie über eine Dünnschichtkapillarsäule sind Nachweise im Fett bis in den ng/kg-Bereich möglich. Die z.T. höhere Standardabweichung zeigt, dass die Belastung des Milchfettes deutlich um den Mittelwert schwankt.

Polychlorierte Biphenyle:

Die Indikator-Kongenerer der Schadstoffhöchstmengenverordnung einschließlich eines (seit dem Dioxinskandal in Futterfett in Belgien im Sommer 2000) sog. WHO-PCB (Nr. 118) zeigen im selben Probenkollektiv die in Tabelle 15 ausgewiesenen Konzentrationen im Milchfett.

Dabei beruht das Vorhandensein der ersten drei Kongenerer (Nrn. 28, 52, 101) aufgrund ihrer Metabolisierung in der Kuh nicht auf einer sekretorischen, sondern postsekretorischen Kontamination in den Bereichen Milchgewinnung, Be- und Verarbeitung. Dass die Hintergrundbelastung der Umwelt auch die Futtergrundlage recht gleichförmig kontaminiert, zeigen die deutlich niedrigeren Standardabweichungen im Verhältnis zum Mittelwert ab Kongener 118 (Tab. 15).

Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane:

Während die vorab genannten Kontaminanten als absolute Gehalte im Milchfett angezeigt und bewertet werden, ist bei den PCDD/F nicht der Messwert der Stoffmasse, sondern das summierte Produkt aus Wichtungsfaktor (Toxischer Äquivalenz Faktor (TEF)) und gravimetrischem Äquivalent die Basis der Ergebnisbeschreibung. Die in Tabelle 16 aufgeführte Belastung des Milchfettes in Schnittkäse, Butter und Tankwagensammelmilch aus dem norddeutschen Raum sind die mittels der hochauflösenden Massenspektrometrie (Molekulargewichtsdifferenzierung in der 2. Nachkommastelle) erhaltenen Summen aus den 10 Messwerten für PCDF und den 7 für PCDD, multipliziert mit TEF von 1 bis 10^{-4} . Die Dimensionierung „pg/g Fett“ wird nunmehr seit 25 Jahren des routinemäßigen Nachweises in biologischem Material zur Ergebnisdarstellung ver-

wendet. Zum einfacheren Vergleich mit den auf die Bezugsmasse Kilogramm (in allen Gesetzen und Verordnungen) bezogenen Relationen kann sie auch als „ng/kg“ gelesen werden (Tab. 16).

Tab. 15: Polychlorierte Biphenyle in Tankwagensammelmilch aus Schleswig-2006; n= 297 [µg/kg Fett]

	28	52	101	118*	138	153	180
Chloratome	3	4	5	5	6	6	7
\bar{x}_A	0,94	0,01	0,14	1,17	1,49	2,12	1,0
S_A	0,35	0,08	0,31	0,49	0,59	0,54	0,38
X_{min}	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,60	0,09
X_{max}	1,89	1,02	1,39	3,31	3,73	4,50	2,82
Höchstmenge	40	40	40	-	50	50	40
X_{max} in % der Höchstmenge	4,7	2,6	3,5	-	7,5	9,0	7,1
\bar{x}_A in % der Höchstmenge	2,4	< 1	< 1	-	3,0	4,2	2,5

*Dioxinähnliches Kongener mit Wirkfaktor 10⁴

Tab. 16: Polychlorierte Dibenzo-*p*-dioxine und -furane in Milch und Milcherzeugnissen aus Schleswig-Holstein 2006 [pg WHO-TEQ(PCDD/F)/g Fett]

Produkt	Proben-anzahl	x_{min}	\bar{x}_G	\bar{x}_A	x_{max}	Höchst-menge
Schnittkäse (Fettstufe)	15	0,146	0,167	0,155	0,269	3,0
Butter	37	0,122	0,200	0,210	0,342	3,0
Anlieferungsmilch	76	0,111	0,212	0,217	0,347	3,0
		F 114 (2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran) in Anlieferungsmilchpg/g Fett abs.				
	76	0,126	0,225	0,229	0,400	-

Die fast identischen Werte für Median und arithmetisches Mittel, sowie eine geringe Spanne von 2 bis 2,5 zwischen Minima und Maxima machen deutlich, dass die Kontamination recht gleichförmig aus einer im Reinluftgebiet Schleswig-Holstein vorliegenden nivellierten Hintergrundbelastung herrührt.

4. Lebensmittelhygienische Bedeutung der Kontamination des Milchfettes

Die aus kontaminierten Futtermitteln in das Milchfett (und andere Tierkörperfette) übergehenden Anteile der persistenten, lipophilen Chloraromaten werden zur Abwehr gesundheitlicher Gefahren für den Verbraucher durch internationale Organe und Behörden

einer pharmakologisch-toxikologischen Bewertung unterworfen. Daraus werden die nach aktuellem Kenntnisstand sicheren Dosen für eine (lebenslange) Exposition via Nahrung abgeleitet. Die unterschiedlich bezeichnete Grenzdosis ist eine in ihrer täglichen Zufuhr begrenzte Stoffmenge, welche aus der Exposition über die tägliche Nahrung resultiert und prinzipiell nicht überschritten werden sollte. Diese strenge Auffassung der Vergangenheit wurde inzwischen aufgelockert. Die Spanne der täglichen Aufnahme wurde, wie bei den PCDD/F geschehen, auf einen Monat ausgedehnt, um z.T. erhebliche diätabhängige Unterschiede in der täglichen Zufuhr zu glätten, ohne gleich nominell eine tagesweise Überschreitung feststellen zu müssen.

4.1 ADI- und TDI-Werte zum Schutz des Verbrauchers

Der Acceptable Daily Intake (ADI)-Wert wurde schon 1955 von der US-amerikanischen Lebensmittel- und Arzneimittelbehörde ((US) Food and Drug Administration (FDA)) für die pharmakologisch-toxikologische Einordnung von Lebensmittelzusatzstoffen eingeführt. Im Zuge wachsender Vielfalt und Bedeutung der unter dem Oberbegriff Pestizide zusammengefassten synthetischen Pflanzenschutzmittel übernahmen später Organe der Weltgesundheitsorganisation WHO, vor allem das wissenschaftliche Gremium „Joint Meeting on Pesticide Residues (JMPR)“ und im Folgenden das „Joint Expert Committee on Food Additives (später: ... and Contaminants (JECFA (C))“ den Begriff des ADI als abgesicherte maximale tägliche Zufuhr unerwünschter Stoffe. Mit zunehmender Beachtung unerwünschter Restmengen in Lebensmitteln, die nicht nach einer geplanten Nutzen-Risiko-Abwägung in das lebensmittelliefernde Ökosystem eingebracht wurden, sondern entweder schon dort waren, schwer kontrollierbar oder fast völlig unkontrollierbar dort hineingelangten, wurde für diesen Typ der Belastung der Begriff Contaminant/Kontaminant eingeführt. Die sprachliche Differenzierung der Grenzdosis für den Verbraucher wurde im englischsprachigen Raum durch das Adjektiv „tolerable“ (im Sinne von notgedrungen hinnehmbar) statt „acceptable“ (d.h. ohne wesentliche Einschränkungen akzeptabel) erreicht. Im Deutschen wurde diese Unterscheidung durch die Verwendung der Begriffe „Annehmbare Tagesdosis (ATD)“ für ADI gegenüber „Duldbare Tägliche Aufnahme(menge) (DTA)“ nicht immer ganz konsequent eingeführt und verwendet. Inzwischen wird aber auch im deutschsprachigen Raum fast nur auf die englischen Bezeichnungen ADI und TDI, letzterer mit Zusätzen wie „temporary (T)“ oder „provisional (P)“ zurückgegriffen. Auch das europäisierte Lebensmittelrecht verwendet den Begriff „Maximum Residue Limit (MRL)“ für beispielsweise Rückstände von Antiinfektiva in Milch.

Die nachstehende Tabelle 17 gibt einen Überblick zu den derzeit geduldeten oder annehmbaren täglichen Aufnahmemengen bei einer Exposition über die Nahrung. Andere Expositionspfade sind hier nicht mit einbezogen. Sie werden durch Sicherheitsfaktoren bei der Ableitung aus der im Tierversuch ermittelten Referenzdosis berücksichtigt. Werden zwei Zahlenwerte angegeben (bei einer Vielzahl „moderner“ Pestizide die Regel), entspricht die kleinere Dosis dem Zielwert (engl.: target level), die größere dem Maximalwert (engl.: action level) (Tab. 17).

Die in den zwei Spalten mit der Bezeichnung „mg/60 kg/d“ ausgewiesenen Dosen für den Standard erwachsenen der WHO liegen für fast alle genannten Substanzen im Bereich unter einem Milligramm (etwa ein Salzkorn). Bei den PCDD/F und den wirkungsanalogen coplanaren PCB (s. dort) ist zu beachten, dass die Dimensionierung in „pg/kg Körpergewicht und Tag“ oder „pg/Tag“ erfolgt und damit um neun Größenordnungen unter den Milligrammangaben liegt.

Tab. 17: Übersicht zu ATD, ADI und (D) TDI-Werten als Obergrenze der täglichen Aufnahme

Kontaminante	Dosityp und Größe		
		mg/kg KG/d	mg/60 kg/d
Aldrin/Dieldrin	DTDI*	0,0001	0,006
Chlordan	DTDI	0,0005	0,03
DDT	DTDI	0,01	0,60
Endrin	DTDI	0,0002	0,012
α -HCH	ATD**	0,005	0,3
β -HCH	ATD	0,001	0,06
γ -HCH (Lindan)*	ADI	0,008	0,48
Heptachlor/-epoxid	DTDI	0,0001	0,006
HCB	-++	-	-
Methoxychlor	ADI	0,1	6,0
Mirex	-**	-	-
Toxaphen	DTA ^o	0,001-0,003	0,06-0,18
PCB***	DTA	0,001	0,06
PCB***	DTA	0,00001	0,0006
PCDD/F incl. copla-nare PCB	TDI ^{oo}	2,33 pg/kg KG/d	140 pg/d

Erläuterungen: ^o: Provisional Tolerable Daily Intake (WHO-JECFA); ^{oo}: Annehmbare Tagesdosis (DFG); ⁺: Rückstandsbildner aus Liste A der Rückstandshöchstmengenverordnung (ADI=Acceptable Daily Intake (WHO-JECFE)); ^{**}: Keine Grenzdosis festgelegt (s. Text); ^{***}: BfR-Vorläufer für technisches Gemisch; ^o: BfR-Vorläufer, ^{oo}: US-FDA/EPA; ⁺: Extrapoliert aus monatlicher Zufuhr dioxinartiger toxischer Äquivalente (WHO, 2001)

4.2 Expositionsmodelle

Die Zielgröße Exposition (der Verbraucher) zeigt naturgemäß eine Verteilung zwischen den Extremwerten über einem Durchschnittswert. Deshalb können Punktschätzungen auf der Basis des ungünstigsten Falles oder des wahrscheinlich häufigsten Falles im Einzelfall ein nicht zutreffendes Bild der Risikoabschätzung wiedergeben. Dennoch ist die Punktschätzung (auch als deterministisches Modell bezeichnet) eine noch weit verbreitete Methode, meist unter der Annahme des ungünstigsten Falles, ein Expositionsszenario zu beschreiben. Dies schafft einen hohen Sicherheitsspielraum durch die nicht sehr wahrscheinliche Annahme des Zusammentreffens aller ungünstigsten Variablen. Vorteile dieser Betrachtungsweise sind die Einfachheit, die Nachvollziehbarkeit ohne großen Rechenaufwand und die sofortige Verfügbarkeit.

Die wesentlich aufwendigeren und derzeit noch nicht vollständig validierten Modelle der probabilistischen Expositions- (und Risiko-) abschätzung (PEA) ergänzen zunehmend die bisherige deterministische Praxis. Dabei werden nicht Einzelwerte wie z.B. der tägliche Milchfettverzehr, das Durchschnittsgewicht, feste (?) Kenngrößen der Kontaminationskinetik im Vorfeld (z.B. die Carry-over Rate) als Annahmen in das Modell eingebracht, sondern die Verteilungen dieser Variablen. Die hieraus resultierende Variabilität der Zielgröße Exposition ist dann durch Monte-Carlo-Simulationen mit hohem

Aufwand berechenbar (14). In der Europäischen Union wird zur Expositionsabschätzung das Programm EUSES (European Union System for the Evaluation of Substances) nach den Rahmenvorgaben der EU-Direktive 93/67 EWG verwendet. Ein speziell für die Abschätzung des gesundheitlichen Risikos durch Kontaminanten in der Nahrung entwickeltes Programm ist die Computersoftware @RISK. Beide Systeme basieren auf der Analyse der Unsicherheiten im Expositionsszenario und streben die Lösung mittels Wahrscheinlichkeitsverteilungen an. Eine abschließende Validierung der genannten (und anderer) probabilistischer Modelle und Verfahren ist noch nicht erfolgt. Wird im Nachstehenden auf eine Bilanzierung von Aufnahme und ggf. abzuleitendem gesundheitlichen Risiko Bezug genommen, ist die konservative Punktschätzung der Ansatz zu einer Lösung.

4.3 Gesetzliche Regelungen im Lebensmittelrecht

Für die hier zu diskutierenden Chloraromaten aus der Gruppe der Altlastpestizide, der PCB und der PCDD/F enthält das nationale und supranationale Lebensmittelrecht Höchstmengen für von Tieren stammende Lebensmittel (einschließlich des Honigs), die in den folgenden Tabellen wiedergegeben sind (Tab. 18-20):

Altlastpestizide:

Die folgende Übersicht aus der Rückstandshöchstmengenverordnung gibt die in Anlage 1 zu § 1 (1) festgelegten Höchstmengen für Altlastpestizide (Liste B) und Lindan (Liste A) wieder (Tab.18).

Polychlorierte Biphenyle:

In Liste A der Anlage zu § 1 (1) der Schadstoffhöchstmengenverordnung sind die nachstehenden Höchstmengen für PCB-Kongenerere (sog. Indikatorkongenerere) in vom Tier stammenden Lebensmitteln festgelegt (Tab. 19):

Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane:

Die EG-Verordnung 466/2001, nachfolgend die Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission legt im Anhang in Abschnitt 5 die Höchstmengen (in Toxizitätsäquivalenten) für PCDD/F ohne und unter Einbeziehung der coplanaren PCB (dlPCB) in jeweils zwei Höchstmengen in den von Tieren gewonnenen Lebensmitteln fest (Tab. 20).

Tab. 18: Höchstmengen für Altlastpestizide und Lindan in vom Tier stammenden Lebensmitteln (x¹=die Höchstmenge bezieht sich auf den Fettgehalt des Lebensmittels)

Verbindung	Höchstmenge in mg/kg Lebensmittel	Lebensmittel
Aldrin, Dieldrin	0,15 ¹	Milch, -erzeugnisse
	0,2 ¹	Eier, Fisch, -erzeugnisse, Fleisch, -erzeugnisse
	0,3 ¹	Fischleber, -rogen
Chlordan	0,01	Lebensmittel tierischer Herkunft außer:
	0,05	Milch, -erzeugnisse, Eier, Fleisch, -erzeugnisse
	0,05	Fisch, -erzeugnisse
	0,2	Fischöl
DDT	0,05	Honig
	1,0 ¹	Milch, -erzeugnisse, Fleisch, -erzeugnisse
	5,0	Fisch, Krebse, Weichtiere, -erzeugnisse
Endrin	0,01	Lebensmittel tierischer Herkunft außer:
	0,02 ¹	Milch, -erzeugnisse
	0,05 ¹	Eier, Fleisch, -erzeugnisse, Fischöl
α-HCH	0,01	Honig
	0,1 ¹	Milch, -erzeugnisse
	0,2 ¹	Eier, Fleisch, -erzeugnisse, Fischöl
β-HCH	0,01	Honig
	0,075 ¹	Milch, -erzeugnisse
	0,2 ¹	Fisch, -erzeugnisse, Krebse, Weichtiere, Fleisch, -erzeugnisse
Heptachlor,-epoxid	0,01	Lebensmittel tierischer Herkunft außer:
	0,1 ¹	Milch, -erzeugnisse
	0,2 ¹	Eier, Fischöl, Fleisch, -erzeugnisse
HCB	0,01	Honig
	0,2 ¹	Eier, Fleisch, -erzeugnisse
	0,25 ¹	Milch, -erzeugnisse
	0,5 ¹	Fisch, Krebse, Weichtiere, -erzeugnisse
Polychorterpene (Toxaphen)	0,1 ¹	Lebensmittel tierischer Herkunft außer:
	0,1	Fisch, -erzeugnisse

Tab. 19: Höchstmengen für Polychlorierte Biphenyle in vom Tier stammenden Lebensmitteln (Bezugssubstanz s. Fußnoten)

PCB-Kongener	Höchstmenge in mg/kg Lebensmittel	Lebensmittel
28, 52, 101, 180	0,008 ¹	Fleisch verschiedener Tierarten und Fettgehalt bis zu 10g/100g
	0,08 ²	Fleisch u. Fleischerzeugnisse versch. Tierarten mit Fettgehalt über 10g/100g. Speisefette (v. T.)
	0,08 ³	Seefische, -erzeugnisse außer Dorschleber
	0,08 ³	Krebse, Weichtiere, wechselwarme Tiere (außer Fische)
	0,04 ⁴	Milch aller Tierarten, Erzeugnisse
	0,02 ⁵	Eier, Eiprodukte
	0,2 ³	Süßwasserfische, Erzeugnisse
	0,4	Dorschleber
138, 153	0,01 ¹	Fleisch verschiedener Tierarten und Erzeugnisse mit Fettgehalt bis zu 10g/100g
	0,02 ⁵	Eier, Eiprodukte
	0,05 ⁴	Milch aller Tierarten, Erzeugnisse
	0,1 ²	Fleisch verschiedener Tierarten und Erzeugnisse mit Fettgehalt über 10g/100g, Speisefette (v. T.)
	0,1 ³	Seefische, Erzeugnisse
	0,1 ³	Krebse, Weichtiere, wechselwarme Tiere (außer Fische), Erzeugnisse
	0,3 ³	Süßwasserfische, Erzeugnisse
	0,6	Dorschleber, Erzeugnisse

1: Gesamtgewicht ohne Knochen; 2: Fettgehalt des Lebensmittels; 3: Frischgewicht der essbaren Anteile;
4: Fettgehalt des Lebensmittels (> 2g/100g); 5: Gewicht ohne Schale

Tab. 20: Höchstmengen für Polychlorierte Dibenzo-*p*-dioxine und -furane in vom Tier stammenden Lebensmitteln (Bezugssubstanz s. Fußnoten) [μg WHO-TEQ (PCDD/F)/g Bezugssubstanz (Lebensmittel)]

Lebensmittel	Höchstmenge	Lebensmittel	Höchstmenge
Fleisch und -erzeugnisse von Wiederkäuern	3 ¹	Hühnereier und -erzeugnisse	3 ¹
Fleisch und -erzeugnisse von Geflügel und Zuchtwild	2 ¹	Tierische Fette von Wiederkäuern	3 ¹
Fleisch und -erzeugnisse von Schweinen	1 ¹	Tierische Fette von Geflügel und Zuchtwild	2 ¹
Leber und -erzeugnisse von Landtieren	6 ¹	Tierische Fett von Schweinen	1 ¹
Fischfilet und -erzeugnisse	4 ²	Gemischte tierische Fette	2 ¹
Milch und -erzeugnisse	3 ¹	Fischöl für den menschlichen Verzehr	2 ¹

1: Die Höchstmenge bezieht sich auf das Fettgehalt des Lebensmittels

2: Die Höchstmenge bezieht sich auf das Feuchtgewicht des Lebensmittels

5. Maßnahmen zur Futtermittelsicherheit

Zielobjekte der Futtermittelsicherheit sind die Futtermittel und die mit ihnen aufrecht-erhaltene Produktion von vom Tier stammenden Lebensmitteln.

Die beiden folgenden Tabellen sollen einen Überblick über die produzierten und gehandelten Futtermittelmengen und den gefütterten Nutztieren verschaffen. Es sind die (meisten) verfügbaren Futtermittel und ausgewählte Nutztierbestände aufgelistet. Die Angaben gelten für den Wirtschaftsraum der erweiterten Europäischen Union (EU₂₅) (Tab. 21 und 22):

Tab. 21: Aufkommen von Futtermitteln in der Europäischen Union (EU₂₅) 2002/2003 [Mio. t Angebotsform]

Einzelfuttermittel	Menge	Mischfuttermittel	Menge
Grünfutter von Wiesen und Weiden	1.300,1	Für Rinder	37,9
Leguminosen (Körner)	4,3	Für Schweine	47,7
Maissilage	191,5	Für Geflügel	42,3
Ölsaaten und -kuchen	29,8		
Futtergetreide und -kleie	133,0	Gesamt	141,9
Sojaprodukte	24,5		
Fischmehle	1,0		

Dabei entspricht der Datenstand etwa den Jahren 2002 und 2003, also noch vor der sogenannten Osterweiterung am 31. Mai 2004.

Der Nutztierbestand in der EU₂₅ geht aus Tabelle 22 hervor:

Tab. 22: Nutztierbestand in der Europäischen Union (EU₂₅) 2002/2003; Mio. Stück

Tierart	Anzahl	Tierart	Anzahl
Milchkühe	36,0	Mastenten	168,3
Mastrinder und -kälber	51,4	Mastputen	272,4
Mastschweine	152,6	Legehennen	275,0
Masthühner	6.623,0		

Abschließend sind in Tabelle 23 die in der EU₂₅ produzierten Mengen der vom Tier stammenden Lebensmittel aufgeführt (Tab. 23):

Tab. 23: Aufkommen von vom Tier stammenden Lebensmitteln in der Europäischen Union (EU₂₅) 2002/2003 [Mio. t Frischgewicht]

Lebensmittel	Menge	Lebensmittel	Menge
Milch	144,2	Rind- und Kalbfleisch	8,0
Schweinefleisch	21,4	Fische	6,1
Masthähnchen	7,9	Mastputen	2,0
Mastenten	0,4	Eier	6,7

Die Futtermittelsicherheit basiert auf folgenden Bereichen:

- Ausbildung, angewandte Kenntnisse und Weiterbildung
- Verantwortung der beteiligten Personen und Organe
- Fachkompetenz in Primärproduktion und Verarbeitung
- Übernahme wissenschaftlicher Erkenntnisse in alle Produktionsbereiche
- Weitergabe fachlicher Hilfestellungen durch die Beratungsstellen
- Umfassende und problemspezifische Gesetzes- und Verordnungslage

Diesen positiven Dingen stehen jedoch kontraproduktiv und in den Futtermittelskandalen der jüngeren Zeit offenkundig gewordene Faktoren wie Unkenntnis, verbunden mit Fahrlässigkeit, gezielte kriminelle Energie und rücksichtsloses Gewinnstreben gegenüber.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen zur Futtermittelsicherheit nun zu deren Ausgestaltung:

5.1 Möglichkeiten und Regulierungen im Vorfeld der Kontamination

Futtermittel sind der Umwelt entnommene Substrate. Umwelt bedeutet hier entweder Umfeld der Urproduktion und/oder Be- und Weiterverarbeitung. Die folgende Abbildung spiegelt dies vereinfacht wider (Abb.5):

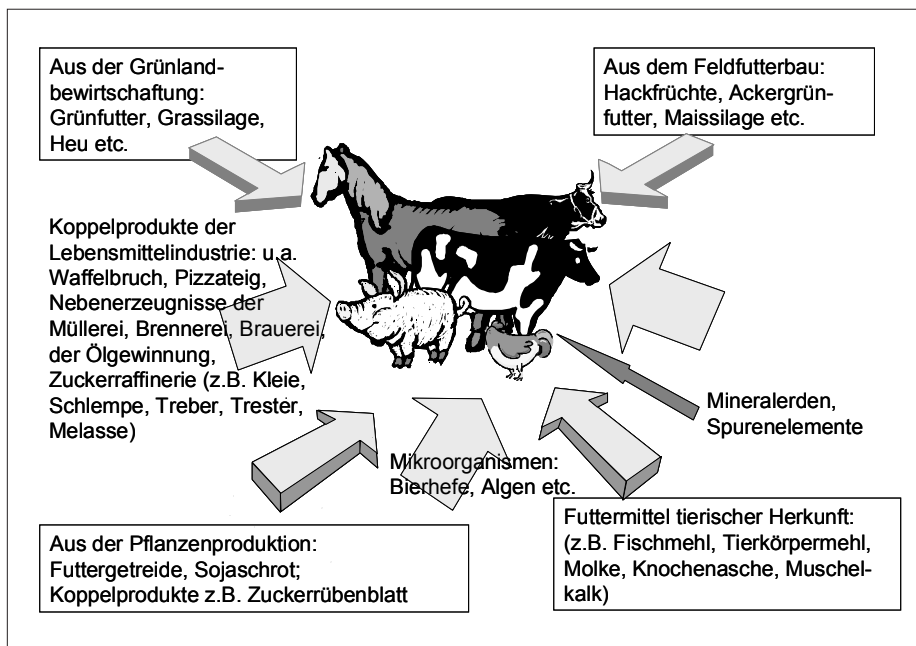


Abb. 5: Art und Herkunft der Futtermittel

Die wichtigsten Futtermittellieferanten sind die Grünlandwirtschaft (mit Schwerpunkt Milchproduktion), der Feldfutterbau und der (Nahrungs-) Pflanzenbau. Koppelprodukte wie beispielsweise Futterstroh und Zuckerrübenblatt entstammen dem letztgenannten Bereich. Die Koppelprodukte der Lebensmittelindustrie, vor allem die proteinreichen Pressrückstände der Pflanzenölgewinnung, aber auch Mühlennebenprodukte wie Kleien, Futtermehle und pflanzlicher Ausputz haben einen erheblichen Anteil an der Futtermittelproduktion (15). Futtermittel tierischer Herkunft sind mit Ausnahme von Eiweißfuttermitteln auf Milchbasis, Butterreinfett und mineralischen Produkten wie Knochenasche und Muschelkalk in der Wiederkäuerfütterung verboten. Von Hefen abgeleitete organische Zellwandpolymere werden beschränkt als organische Bindemittel *in vivo*, etwa zur Toxinbindung im Magen-Darm-Trakt, eingesetzt. Nach dem Futtermittelrecht sind sie Einzel Futtermittel.

Sanierende oder reduzierende Maßnahmen im Vorfeld der Kontamination mit persistenten Organochlorverbindungen müssen während der Primärproduktion erfolgen. Dies ist die landwirtschaftlich genutzte Fläche in ihrer Eigenschaft als Umweltkompartiment. Hierbei ist der Begriff der Primärproduktion auch auf Kulturen im Plantagenbau in überseeischen Ländern auszudehnen.

Die persistenten Chlorkohlenwasserstoffpestizide und PCB, aber auch die mit dem besonderen Problem der spontanen Neubildung behafteten PCDD/F, gelangten in großem Umfang in die terrestrischen und aquatischen Systeme. Dies führte zu einer weltweiten Verteilung und jahrzehntelang zum Aufbau einer diffusen Hintergrundbelastung der futtermittelliefernden Flächen. Diese ubiquitäre, wenn auch geringe Kontamination ist unausweichlich. Sie bedarf keiner besonderen Regelung, außer dass die Höchstmengen über dieser Hintergrundbelastung liegen müssen. Vom Codex Alimentarius der

WHO wird diese als „irreducible level“ bezeichnet. Dessen Unterschreitung als Forderung aus justiziablen Höchstmengen würde zu einer beachtlichen Verknappung der Verfügbarkeit der mit diesen Höchstmengen belegten Produkten führen.

Staatliche Organe können aber dann eingreifen, wenn mit Hilfe eines Altlastenkatasters Flächen identifiziert werden können, die eine landwirtschaftliche Nutzung, auch zum Futterbau gemäß den neuesten gemeinschaftlichen Verordnungen (s. 5.3), wegen des zu erwartenden Kontaminationsrisikos nicht oder nur beschränkt zulassen. Ergänzt werden diese vorsorgenden Maßnahmen durch eine gezielte Umweltgesetzgebung im Hinblick auf das Verbringen von Stoffen in offene Systeme der Umwelt. Hierzu zählt in entwickelten Volkswirtschaften besonders die Abfallgesetzgebung im weiteren Sinne. In Deutschland ist für die angesprochenen Substanzen die Abfall- und Klärschlammverordnung zuständig.

Die Neogenese der PCDD/F ist inzwischen weitgehend durch Prozesssteuerungen zu vermeiden. Die maximale Konzentration in den industriellen Emissionsabgasen (einschl. der kommunalen Müllverbrennungsanlagen) ist seit 1991 begrenzt. Diese Maßnahme hat dazu geführt, dass zumindest in Deutschland und den nördlichen Nachbarn nach Einführung der entsprechenden nationalen Immissionsschutzverordnungen in den vergangenen 14 Jahren die PCDD/F-Gehalte im Milchfett etwa alle 5 Jahre um die Hälfte reduziert wurden (16).

Die weltweite Pollution mit Altlastpestiziden, PCB und PCDD/F, aber auch Phthalsäureestern (Weichmacher) oder Perfluorotenside (grenzflächenaktive Substanzen) in terrestrischen Ökosystemen bzw. Organozinnverbindungen in aquatischen Ökosystemen, kann nicht rückgängig gemacht werden. Auch eine Sanierung (in der Stockholm Konvention als Option angedeutet) ist meist durchführbar. Vergleichbare Fälle wird es aber nicht mehr geben, wenn die Unterzeichnerstaaten der Stockholm Konvention ihre vertraglichen Verpflichtungen nach Artikel 3 und Anhang D (Verpflichtung zur Prüfung der Umweltverträglichkeit und -unbedenklichkeit neuer Chemikalien und Pestizide anhand ökologisch-chemischer und pharmakologisch-toxikologischer Kriterien) in vollem Umfang erfüllen.

Für die in „sekundärer“ Umwelt hergestellten Futtermittel, d.h. vor allem Koppelprodukte der Lebensmittelindustrie und im ganz speziellen Fall auch die industriell hergestellten Mischfuttermittel, ist die sorgfältige Auswahl der Rohware, der Produktvorstufen und der Herkunft (Rückverfolgbarkeit, s. später) das ausschlaggebende Kriterium zur Kontaminationsminimierung im Endprodukt.

Bei den Altlastpestiziden, den PCB und den PCDD/F sind hier fast nur die Produkte zu berücksichtigen, die in der Nahrungskette bereits eine Aufkonzentrierung ihrer ursprünglich geringen Primärkontaminationen erfahren haben. Diese (Einzel-) Futtermittel spielen jedoch in der Milchtierfütterung nach dem Verfütterungsverbotsgesetz von 2001 keine Rolle.

Einen Sonderfall der PCDD/F-Kontamination stellt Trockengrün aus der direkten Trocknung dar. Der Gesetzgeber schreibt nach den früheren Gesetzen und Verordnungen und auch nach der neuesten Futtermittelhygienerichtlinie 183/2005 EU den Brennstoff und die Trocknungstechnologie nicht vor. Allgemein macht er ein Ausbleiben schädlicher Effekte verbindlich. Trotzdem haben die deutschen Trockengrünhersteller in einer Selbstverpflichtung Empfehlungen zur Brennstoffauswahl und Prozesstechnologie, die zu einer Minimierung des de-novo-Syntheserisikos führen, ausgesprochen. Problematisch sind in Flammgasen getrocknete Fruchtreste (z.B. Zitrusfrüchte) aus Drittwelt- und Schwellenländern wegen der dort verwendeten, nach unseren Maßstäben untauglichen, Energieträger (brennbare Abfälle (fast) aller Art) (17).

5.2 Internationale Leitlinien und Empfehlungen

Neben der Gesetzgebungskompetenz hat der europäische Gesetzgeber in den Futtermittelhygienevorschriften nach der Verordnung (EG) Nr. 1831/2005 zur Gestaltung der Futtermittelhygiene auch die Ausarbeitung von Leitlinien der Gemeinschaft für eine gute Verfahrenspraxis im Futtermittelsektor außerhalb des gesetzlichen Zwanges gefordert. Diese Leitlinien sollen von der Kommission ausgearbeitet werden. Allerdings ist es den Futtermittelunternehmern (im Sinne von Betriebsleitern eines Unternehmens zur Herstellung von Futtermitteln und Abgabe an Dritte) nach Artikel 20, Absatz 3 freigestellt, diese Leitlinien anzuwenden. Dies gilt nicht für einzelstaatliche Leitlinien. So ist im Jahre 2007 vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) eine Leitlinie für die Futtermittelhersteller zum Thema der Rück- und Weiterverfolgbarkeit veröffentlicht worden.

Diese Leitlinien nach Artikel 21 sind unter Berücksichtigung der einschlägigen Codes of Practice des Codex Alimentarius auszuarbeiten und zu verbreiten. Wenn diese einzelstaatlichen Leitlinien die Futtermittelprimärproduktion betreffen, d. h. auch den Landwirt mit Feldfutterbau/Weidebewirtschaftung, müssen sie einem umfassenden Katalog von zu treffenden Hygienemaßnahmen gemäß Anhang I, Teile A und B genügen. Dabei wird der Landwirt als Futtermittelunternehmer auf der Stufe der Primärproduktion angesprochen und als solcher definiert, wenn er – und das ist eine wesentliche Einschränkung bzw. umgekehrt eine Fokussierung seiner Verantwortlichkeit – für die Lebensmittelgewinnung bestimmte Tiere über den Eigenverbrauch der erzeugten Produkte hinaus füttert. Mit anderen Worten: Wenn er Milch, Eier und Schlachtvieh an Dritte verkauft.

Unter den internationalen Leitlinien sind die Ausarbeitungen der Fachkomitees des Internationalen Milchwirtschaftsverbandes (IMV, engl.: International Dairy Federation (IDF)) zur Guten Praxis im Milchviehbetrieb, zur Guten Tierfütterung, zu Guter landwirtschaftlicher Betriebsführung, sowie zu fütterungsbedingten Aspekten der Milchhygiene praxiserprobte Maßnahmenkataloge zur Anwendung im bäuerlichen Betrieb.

Spezielle, d.h. vorwiegend schadstoffbezogene Leitlinien der Codex Alimentarius Commission gibt es zu der hier diskutierten Problematik in einer aktuellen Bearbeitung (z.Z. Schritt 3 des Bearbeitungsschemas (nationale Beratungen des Inhalts)) zu Dioxinen und dioxinähnlichen PCB. Der vorläufige Originaltitel „Proposed Draft Code of Practice for the Prevention and Reduction of Dioxin and Dioxin-like PCB Contamination in Foods“ gibt die Absicht vor. Im Abschnitt 1 der empfohlenen Praktiken ist ein Kapitel den Futtermitteln (im ersten Entwurf im Titel „.....Foods and Feeds“) unterschiedlicher Herkunft und Art, ihrer Behandlung, den Zusatzstoffen und dem gesamten Komplex von Ernte, Transport und Lagerung gewidmet. Der Natur des Codex entsprechend, sind die Ratschläge für eine Anwendung in unterschiedlich entwickelten Volkswirtschaften formuliert bzw. eingeschränkt. Andere Codes of Practice des Codex Alimentarius beziehen sich auf Mykotoxine und Schwermetalle.

5.3 Allgemeine und spezifische Rechtsverordnungen

Rechtssetzungen zur Futtermittelsicherheit umfassen entsprechende Gesetze und Verordnungen. Im Rahmen der Europäischen Gemeinschaften war das Futtermittelrecht schon sehr früh gemeinschaftlich harmonisiert. Gesetzliche Vorgabe zur Futtermittelsicherheit war anfangs der Verbotssparagraph § 3 des Ende 2005 im Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB) aufgegangenen Futtermittelgesetzes mit der Abstrahierung verbotener Sachverhalte in der Fütterung. Dies zielte in erster Linie auf den

Verbraucherschutz ab, im Nachsatz auf den Tierschutz. Die Ermächtigung für das Erlassen von Rechtsvorschriften nach § 4 des Futtermittelgesetzes konkretisiert die allgemeinen Verbote in dem Sinn, dass unerwünschte Stoffe bis zu einem gesetzlich vorgegebenen Höchstmaß im Futtermittel toleriert werden. Diese Endpunktregelung und -kontrolle unter jeglichem Außerachtlassen der gesamten Produktkette, also dem Vorfeld für die Futtermittel im weiteren Sinn, war mehr als 25 Jahre das einzige Instrument der vorsorgenden Futtermittelsicherheit. Es ist einleuchtend, dass im Fall von Umweltkontaminanten mit ihrer generell schlechten Steuerbarkeit der Rückstandsbildung aufgrund unbekannter wesentlicher Parameter in den Stoffflüssen, der reine Höchstmengenvollzug nur eine sehr begrenzte Sicherheit schaffen kann. Dies ist vor allem der Fall, wenn die jeweiligen Kontaminanten ubiquitär vorkommen, sehr persistent sind oder sogar, wie im Fall der Mykotoxine, nachwachsen können. In diesen Fällen ist der Höchstmengenvollzug eine Momentaufnahme zur Problemerkennung und läuft ohne flankierende Folgemaßnahmen ins Leere. Nichtsdestotrotz ist der Höchstmengenvollzug, auch mit der Rechtsgültigkeit der jüngsten Verordnungen und Gesetze zur Futtermittelsicherheit, ein unverzichtbares Schlüsselinstrument. Allerdings ist er das eher als letzte Maßnahme, denn als Allheilmittel.

Die zeitliche Entwicklung der heute etablierten Futtermittelsicherheit wird im Folgenden kurz umrissen:

Ab etwa 1975 wurden mit der Schadstoffliste zur Futtermittelverordnung erstmals Grenzwerte für wenige unerwünschte Substanzen in Futtermitteln eingeführt. Die Einschränkungen der Vollzugseffizienz wurden vorher erwähnt. Die zunehmend ökosystemare Betrachtung der landwirtschaftlichen Nahrungsgüterproduktion führte zu Erkenntnissen, die folgerichtig diese fast (natur-)gesetzmäßigen Zusammenhänge in die Gesetz- und Ordnungsgebung einbrachten. Auf der Basis dieser zunehmend ganzheitlichen Betrachtung der miteinander verwobenen Produktketten des Agrarökosystems konnte nun auch bei den Kontaminanten ein hohes Maß an Schutz für den Verbraucher erreicht werden. Bei den Rückstandsbildnern/Rückständen war, im weitestgehenden Fall durch ein Produktions- und Verwendungsverbot der Muttersubstanz, der Schutz Standard.

Am 12. Januar 2000 erschien das Weißbuch zur Lebensmittelsicherheit der Kommission der Europäischen Gemeinschaften mit dem seither geläufigen programmatischen Satz „Vom Erzeuger zum Verbraucher“ (in der deutschen Fassung des Dokumentes KOM DG XXIV (1999) 719 endg.). Dabei sollten sich die mit „zum“ angedeuteten Pfade durch Transparenz und Rückverfolgbarkeit auszeichnen. Sehr wichtig ist die erste erläuternde Fußnote des Dokumentes auf Seite 9, mit dem Wortlaut: In diesem Weißbuch beinhaltet der Begriff „Lebensmittelherstellungskette“ auch die Futtermittelherstellung.

Diese Begriffserweiterung ist dann im Anhang des Dokumentes als zweite Zielsetzung („Einführung umfassender Sicherheitsvorkehrungen“) gleich hinter der Errichtung einer unabhängigen Europäischen Lebensmittelbehörde unter den vorrangigen Maßnahmen aufgeführt und unterstreicht den hohen Stellenwert der Futtermittelsicherheit im gesundheitlichen Verbraucherschutz.

In der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit werden in der Einleitung mit der Aufzählung der erwogenen Gründe unter Ziffer 12 alle Aspekte der Lebensmittelherstellungskette als Kontinuum angesehen, einschließlich der Primärproduktion und der Futtermittelproduktion. Weiterhin wird festgehalten, dass jedes Glied dieser Kette eine mögliche Auswirkung auf die Lebensmittelsicherheit haben kann. Die Gleichstellung der Lebensmittel- und Futtermittelsicherheit bei der Regelungsbedürftigkeit erfolgt in Artikel 1, Abs. 1 „Ziel und Anwendungsbereich“.

Die zum 1. Januar 2006 in Kraft tretende Verordnung (EG) Nr. 183/2005 vom 12. Januar 2005 mit Vorschriften für die Futtermittelhygiene basiert unter anderem auf der unter den in Erwägung gezogenen Gründen getroffenen Feststellung, dass zur Gewährleistung der Futtermittelsicherheit ab der Stufe der Primärproduktion ein integrierter Ansatz erforderlich ist. Also auch hier die als notwendig erkannte und verwertete ganzheitliche Betrachtung der Produktherstellungsketten.

Wesentlich an dieser Verordnung (s. im Folgenden unter 5.3.2) ist die ausdrückliche Einbindung des Landwirtes als Primärproduzent in die Verantwortlichkeiten zur Futtermittelhygiene und damit der Futtermittelsicherheit, sowie die Ausdehnung des Geltungsbereichs der Verordnung auf das betriebseigene Grundfutter einschließlich der Fütterung (und Tränke) (sofern die Erzeugnisse aus der tierischen Produktion an Dritte abgegeben werden).

Das Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB) trat am 7. September 2005 in Kraft. In seinem 3. Abschnitt spiegelt sich in den §§ 17 bis 25 das bisherige Futtermittelgesetz wider. Auch hier wird die Futtermittelsicherheit durch generelle Verbote zum Inverkehrbringen und Verfüttern mit anschließenden begrenzenden Ermächtigungen auf die entsprechende gesetzliche Grundlage gestellt.

5.3.1 Verordnung (EG) Nr. 178/2002 vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Einrichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit (Amtsblatt L31/ 1-24 vom 1.2.2002)(Sogenannte „Basisverordnung“)

Bei den für den Erlass der o.a. Verordnung erwogenen Gründen sind nach einleitenden Feststellungen zur Notwendigkeit eines freien Warenverkehrs einschließlich der Futtermittel aus der Gemeinschaft oder Drittländern an siebter Stelle (von 66 Gründen) Anforderungen an Futtermittel, die für der Lebensmittelgewinnung dienende Tiere bestimmt sind, thematisiert. Auf bestehende und künftige Rechtsvorschriften hierzu wird hingewiesen. Der verwendete Begriff „Kontinuum“ (sinngemäß für Agrarökosystem) wurde bereits erwähnt. Die zu errichtende Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit soll ihre Tätigkeit auch ausdrücklich auf die Futtermittel ausdehnen und hier u.a. als wissenschaftliche Referenzstelle fungieren. In Bestimmunggrund Nr. 36, sowie Kapitel III, Artikel 27 bis 49 werden Aufgaben bezüglich der Kompetenzen mit mittelbarem und unmittelbarem Einfluss auf die Sicherheit der Lebensmittel- und Futtermittelkette, Organisation, Funktion und die Einbindung in andere europäische Ausschüsse vorschattiert bzw. geregelt. Sachverhaltsregelungen und Definitionen für den Komplex Futtermittel befinden sich in Artikel 3. So sind Futtermittel aller Produktionsstufen eingeschlossen. Als Futtermittelunternehmen gilt nicht nur das auf Gewinnerzielung ausgerichtete Unternehmen mit den typischen Tätigkeiten Erzeugung (Urproduktion), Herstellung, Verarbeitung, Lagerung, Beförderung und Vertrieb, sondern auch der Erzeuger, der Futtermittel zur Verfütterung im eigenen Betrieb anbaut, verarbeitet (z.B. siliert) oder lagert, d. h. also der Landwirt auf einem entsprechend strukturierten Betrieb mit und ohne Viehhaltung. Die Rückverfolgbarkeit als wichtiges Kriterium der Transparenz und Krisenbewältigung muss durch alle Produktions-, Verarbeitungs- und Vertriebsstufen für alle Lebensmittel, Futtermittel und gefütterten Tiere möglich sein. Damit ist nicht nur die Vorgeschichte, sondern der endgültige Verbleib der Produkte (Verbrauchernähe) dokumentierungspflichtig, auch für den Landwirt.

Speziell der Futtermittelsicherheit ist Artikel 15 gewidmet: Absatz 1 verbietet das Inverkehrbringen und Verfüttern von unsicheren Futtermitteln an der Lebensmittelgewinnung dienende Tiere. Absatz 2 definiert den Zustand unsicher als die Möglichkeit, die Gesundheit von Mensch oder Tier zu beeinträchtigen bzw. zu Lebensmitteln zu führen, die als nicht sicher für den Verzehr durch den Menschen anzusehen sind (Carry-over). In Artikel 20 wird der Rahmen der Verantwortung für Futtermittel festgelegt. Für den industriellen Unternehmer, so ist der Artikel formuliert, besteht im Falle nicht auszuräumender Bedenken gegen die Futtermittelsicherheit eine Rücknahmepflicht mit Unterrichtung der Verwender und der zuständigen Behörden über die Gründe der Maßnahme. Wenn auch der private Landwirt, soweit er Schlachttiere und von ihnen stammende Erzeugnisse veräußert, nicht explizit im Wortlaut angesprochen ist und auch keine Ausnahmeregelung erwähnt wird, muss er auf Grund der erweiterten Definition „Futtermittelunternehmer“ (Artikel 3, Definitionen 5 und 6) und seiner Verpflichtung gemäß Artikel 15 (nur sichere Futtermittel an die der Lebensmittelgewinnung dienende Tiere zu verfüttern), in Fragen und besonders Zweifel zur und an der Futtermittelsicherheit mit den zuständigen Behörden zusammenarbeiten. Dies wären demnach die Officialberatung und andere Organe der Landwirtschaftskammer.

Im 2. und 3. Abschnitt der Verordnung werden Maßnahmenkataloge für Notfälle im Sinne eines ernststen Risikos für Verbraucher, Tiere und Umwelt aus Lebens- oder Futtermitteln festgelegt (sog. Futtermittelskandale) und ein Krisenmanagement erstellt.

Zusammengefasst: Die Verordnung regelt die Verantwortlichkeit für die Futtermittelsicherheit eines jeden, der Futtermittel erzeugt, herstellt, verarbeitet, lagert, transportiert und vertreibt. Gefahren, die die Futtermittelsicherheit beeinflussen, sind als biologisches, chemisches oder physikalisches Agens bzw. anderer, die Gesundheit beeinträchtigender Zustand, definiert. Die Kontrolle (und Entscheidung) obliegt den zuständigen Behörden. Die Rück- und Weiterverfolgbarkeit ist zu dokumentieren und erlaubt zielgerichtete Maßnahmen nach Alarmierungen über das Schnellwarnsystem. Somit ist ein beachtlicher Rahmen für die Futtermittelsicherheit in Verbindung mit lebensmittelsichernden Grundsätzen gegeben. Das betrifft vor allem die Einflussnahme auf gesundheitliche Risiken in der gesamten Produktionskette durch die schwer steuerbaren Kontaminanten unabhängig deren Herkunft.

5.3.2 Verordnung (EG) Nr. 183/2005 vom 12. Januar 2005 mit Vorschriften für die Futtermittelhygiene (Amtsblatt L 35/ 1-22 vom 8. Februar 2005)

Die Verordnung legt neue Hygienevorschriften für Futtermittel und den Umgang mit diesen fest. Zur Sicherstellung eines hohen Niveaus im Verbraucherschutz hinsichtlich der Lebens- und Futtermittelsicherheit sind in ihr folgende Grundsätze festgelegt:

1. Die Hauptverantwortung für die Futtermittelsicherheit liegt beim Futtermittelunternehmer.
2. Es ist notwendig, die Futtermittelsicherheit entlang der gesamten Lebensmittelherstellungskette, angefangen bei der Futtermittelprimärproduktion bis hin zur Fütterung von zur Lebensmittelerzeugung bestimmten Tieren zu gewährleisten.
3. Die allgemeine Anwendung von Verfahren auf der Grundlage der Grundsätze der Gefahrenanalyse und der kritischen Kontrollpunkte (HACCP) verstärkt in Verbindung mit einer guten Hygienepaxis die Verantwortlichkeit der Futtermittelunternehmer.
4. Die zu erstellenden oder abrufbaren Leitlinien für eine gute Verfahrenspraxis sind wichtige Instrumente, die die Futtermittelunternehmer auf allen Stufen der Futtermittel-

herstellungskette bei der pflichtgemäßen Einhaltung der Futtermittelhygienevorschriften und der Anwendung der HACCP-Grundsätze unterstützen.

5. Die mikrobiologischen Kriterien der Futtermittelsicherheit werden auf der Grundlage wissenschaftlicher Risikokriterien festgelegt.
6. Importierte Futtermittel müssen einen Standard bzgl. der Futtermittelsicherheit aufweisen. Dieser muss demjenigen der in der Gemeinschaft erzeugten Futtermittel zumindest gleichwertig sein.

Bei der Betrachtung der Bestimmungsgründe wird besonders auf die Notwendigkeit und Bedeutung der Rückverfolgbarkeit, der Registrierung und Zulassung kommerzieller Futtermittelunternehmen, den Erfolg des HACCP-Systems in der Lebensmittelsicherheit und auch die Notwendigkeit wirksamer, verhältnismäßiger und abschreckender (!) Sanktionen hingewiesen.

Gegenstand der Verordnung (Artikel 1) sind:

- Allgemeine Bestimmungen über die Futtermittelhygiene
- Bedingungen und Vorkehrungen für die Sicherstellung der Rückverfolgbarkeit von Futtermitteln
- Bedingungen und Vorkehrungen für die Registrierung und Zulassung von Betrieben

Die Verordnung ist auf die Tätigkeit von Futtermittelunternehmern auf allen Stufen, von der Futtermittelprimärproduktion bis zum Inverkehrbringen, die Fütterung von Tieren, die der Lebensmittelgewinnung dienen und den grenzüberschreitenden Verkehr mit Futtermitteln anzuwenden. Ausgenommen sind rein private Tätigkeiten bei Futtererzeugung und Fütterung für den eigenen Bedarf, die Abgabe kleiner Mengen aus der Primärproduktion auf örtlicher Ebene und die Fütterung von Tieren, die nicht der Lebensmittelgewinnung dienen. Als Futtermittelunternehmer gilt auch der Landwirt, der Futtermittel primär produziert und verfüttert.

Die den Futtermittelunternehmern obliegenden Verpflichtungen nach Artikel 4 verpflichten die Landwirte „...bei der Fütterung von zur Lebensmittelgewinnung bestimmten Tieren Maßnahmen zu ergreifen und Verfahren anzuwenden, mit denen das Risiko einer biologischen, chemischen und physikalischen Kontamination von Futtermitteln, Tieren und tierischen Erzeugnissen so niedrig wie vernünftigerweise als vertretbar gehalten wird“. Die den Landwirten auferlegten speziellen Verpflichtungen sind in den Bestimmungen des Anhangs III „Gute Tierfütterungspraxis“ festgelegt.

Die Verpflichtung zur Einrichtung und Durchführung eines Verfahrens, das auf den HACCP-Grundsätzen beruht, wird den Futtermittelunternehmern in Artikel 6 auferlegt. Den Nachweis der Erfüllung des Artikel 6 gegenüber den zuständigen Behörden haben die Futtermittelunternehmer gemäß Artikel 7 zu erbringen. Neben diesem Nachweis haben sie sicherzustellen, dass das HACCP-Konzept in ihrem Betrieb jederzeit auf dem aktuellen Stand ist. Es ist aber festzuhalten, dass die Einführung des HACCP-Konzeptes nicht von den Futtermittelunternehmern verlangt wird, die Tätigkeiten auf der Stufe der Primärproduktion wie Transport, Lagerung und Handhabung von Primärerzeugnissen ausführen. Der Betrieb eines Mischfutterwerkes zwingt den Unternehmer zur Ausführung des Artikels 6 (HACCP-Konzept).

In den folgenden Artikeln werden die Zusage von Finanzgarantien auf Gemeinschaftsebene zur Kostendeckung infolge von Marktrücknahme, Behandlung und/oder Beseitigung von Futtermitteln im Falle der Haftbarmachung, amtliche Kontrollen und Registrie-

rung der Betriebe, Modalitäten der Zulassung der Futterherstellungsbetriebe, Fragen von Aussetzung und Entzug der Registrierung sowie die Erstellung eines oder mehrerer nationaler Register der zugelassenen Betriebe geregelt.

5.3.3 Die nationale Futtermittelverordnung

Die Futtermittelverordnung zu § 4 des Futtermittelgesetzes von 1975 enthält in insgesamt 9 Paragraphen gestaltende Vorschriften zur Futtermittelsicherheit.

Dabei gehen die entsprechenden Maßnahmen von allgemeinen Anforderungen an Einzelfuttermittel (§ 4), Modalitäten der Kennzeichnung (§§ 5 und 11) und Verwendungsbeschränkung (§ 17) über Höchstmengenfestlegungen (§§ 23, 24a, 24b) bis zu Fütterungsverboten (§ 27).

Paragraph 4 schreibt vor, dass pflanzliche Einzelfuttermittel botanisch rein und eventuelle Rückstände aus dem Herstellungsprozess gesundheitlich unbedenklich sein müssen. Bei der Kennzeichnungspflicht nach § 5 geht es unter anderem um die Erklärung, dass Einzelfuttermittel mit proteinhaltigen Erzeugnissen aus Säugetiergewebe **nicht** an Wiederkäuer verfüttert werden dürfen (BSE-Problematik!).

Im Übrigen muss sich die Kennzeichnung auf nachprüfbare, objektive und messbare Faktoren beziehen. Entsprechende Regelungen zu Mischfuttermitteln enthält § 11.

Die in Fachkreisen „Schadstoffliste“ genannte Anlage 5 zu § 23 der Futtermittelverordnung ist in ihrer 30-jährigen Existenz von zunächst 9 Einträgen auf inzwischen 27 einzelne oder überbegrifflich zusammengefasste unerwünschte Stoffe angewachsen. Für diese Stoffe sind in genannten Futtermitteln (Einzel-, Allein-, Mischfuttermittel) Höchstmengen festgelegt. Die Spanne der Höchstmengen erstreckt sich dabei über 9 Größenordnungen bei Bezug auf die Futtertrockenmasse, wie Abbildung 6 ausweist:

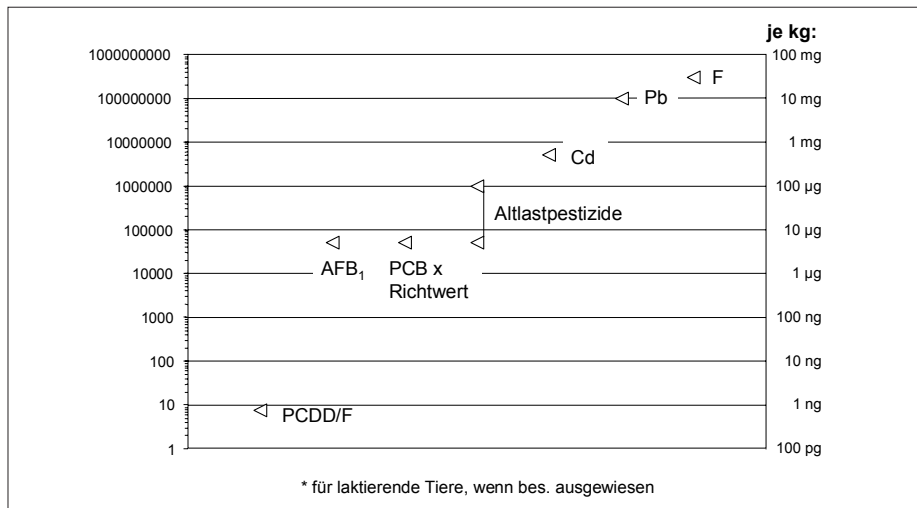


Abb. 6: Höchstmengen für Kontaminanten in Futtermitteln/kgTS (ohne Futteröle, Futterfette, Mineralfuttermittel)

Die aufgeführten unerwünschten Stoffe sind mit wenigen Ausnahmen (Lindan, Endosulfan) den Kontaminanten unter Einbeziehung der Altlastpestizide vom Typ der Chloraromaten, natürlichen toxischen Pflanzeninhaltsstoffen, mineralischen Elementen und Verbindungen und wertmindernden toxischen Saaten und Früchten (einschließlich hieraus hergestellter Erzeugnisse) zugeordnet.

Der Höchstmengenvollzug für Rückstandsbildner aus der Gruppe der modernen Schädlingsbekämpfungsmittel wird in Anlage 5a, Teil B zu den §§ 24a und 24b (Begasungsmittel) geregelt. Dabei sind für Futtermittel pflanzlichen und tierischen Ursprungs 115 Pflanzenschutzmittel sowie 5 Begasungsmittel mit Höchstmengen belegt. Ergänzt wird die Futtermittelsicherheit als Folge eines Höchstmengenvollzuges durch die Fütterungsvorschriften im siebten Abschnitt der Futtermittelverordnung mit den Fütterungsbeschränkungen nach § 26 und den Fütterungsverboten nach § 27. Hier werden höhere Gehalte an Zusatzstoffen und unerwünschten Stoffen in Einzelfuttermitteln insofern toleriert, als die Gesamtzufuhr an das (Nutz-)Tier über das Zugrundelegen eines Alleinfuttermittels (entspricht der Tagesration) mit der für dieses geltenden Höchstmenge nicht überschritten wird. Es ist allerdings offen, wie der Tierhalter über überhöhte Gehalte in den fraglichen Einzelfuttermitteln informiert wird und wie das Einhalten des auf die Tagesration bezogenen Maximalwertes überprüft werden soll. Neben Unachtsamkeit und Fahrlässigkeit können diese Vorschriften auch durch die rein technisch-fachliche Inkompetenz des Tierhalters unterlaufen werden, da ihm kaum die analytischen Hilfsmittel für das Erstellen und Kontrollieren einer grenzwertkonformen Ration zur Verfügung stehen. Selbst die Inanspruchnahme der Organe der Officialberatung könnte nur den aktuellen Einzelfall lösen.

Auch das Einhalten des Fütterungsverbot nach § 27 liegt in der Verantwortlichkeit und Pflicht des Tierhalters. Bei den in Anlage 6 genannten verbotenen Futterstoffen allerdings sehr im Eigeninteresse zur Erhaltung seines Tierbestandes. Unter anderem ist es verboten, mit Pflanzenschutzmitteln (Beizen) behandeltes Saat-, Pflanz- und Vermehrungsgut zu verfüttern. Daneben Kot, Pansendung, Siedlungsabfälle und unsterilisierte Speiseabfälle aus der Restauration.

In Bezug auf die Futtermittelsicherheit enthält die Futtermittelverordnung fast nur Reaktionen auf in Futtermitteln liegende Gefährdungspotenziale. Dabei werden die vorsorgenden Fütterungsbeschränkungen und Fütterungsverbote auch im Falle der Kontaminanten kaum eine nachhaltige Wirkung in Bezug auf eine Erhöhung der Futtermittelsicherheit haben. Der Höchstmengenvollzug ergänzt jedoch als „Notbremse“ die der Futtermittelsicherheit dienenden Inhalte und Vorschriften der vorstehend genannten EU-Verordnungen. Besonders bei den persistenten und ubiquitär vorhandenen chlororganischen Kontaminanten ist der Höchstmengenvollzug ohne flankierende Vorfeldmaßnahmen im futtermittelliefernden Ökosystem kein Instrument einer nachhaltigen Sicherung des Verbraucher- und Tierschutzes vor gesundheitlicher Beeinträchtigung durch die in Nahrungsketten weitergegebene unerwünschte Stoffe.

6. Anwendung der empfehlenden und verpflichtenden Maßnahmen zur Begrenzung der Kontamination

Ziel der im Vorfeld der Milcherzeugung anzuwendenden Gesetze und Verordnungen zur Erhöhung der Lebensmittelsicherheit vor dem Hintergrund einer Kontamination mit unerwünschten Stoffen ist generell die Minimierung der Stoffflüsse in diesem Abschnitt der Nahrungskette.

Neben begleitenden Gesetzen und Verordnungen, wie etwa zum Komplex der Düngung, des Pflanzen- und Vorratsschutzes, des Immissionsschutzes, des Arzneimittelsatzes beim Tier und auch der Abfallwirtschaft, stehen für die folgenden Ausführungen das Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB, §§ 17-25) mit seiner fortgeltenden Futtermittelverordnung zu §§ 22 und 23 des LFGB, sowie die EG-Verordnungen 178/2002 („Basisverordnung“) und 183/2005 („Futtermittelhygieneverordnung“) im Mittelpunkt der folgenden Betrachtungen.

6.1 Im Futtermittelbereich

Als Träger der Kontaminanten kommt den Futtermitteln besonders bei den der Lebensmittelgewinnung dienenden Tieren die fast ausschließliche Bedeutung und damit Regulierungsbedürftigkeit zu. Bei dieser Betrachtung müssen aber besonders in der Primärproduktion die ökosystemaren Beziehungen der Futterwirtschaft auf der Basis der Stoffflüsse der Kontaminanten mit einbezogen werden.

6.1.1 In der Primärproduktion

Der Landwirt in seiner Tätigkeit als Futtermittelherzeuger und Verfütterer an Tiere, die der Lebensmittelgewinnung dienen und deren Produkte (auch die Futtermittel) in den Verkehr bringt (Artikel 3, Ziffer 8 der Basisverordnung), gilt nach Artikel 3, Ziffern 5 und 6 als Futtermittelunternehmer, die Betriebssparte Futterbau als Futtermittelunternehmen. Damit ist er verpflichtet, die zuständigen Rechtsnormen zu beachten und anzuwenden. Bezogen auf die vorgenannte Basisverordnung ist die in Artikel 18 geforderte Rückverfolgbarkeit (Ziffern 1-5) für ihn verpflichtend, sowohl auf der Ebene vor der Fütterung, als auch auf derjenigen der Produktabgabe (Schlacht tier, tierisches Lebensmittel, Futtermittel) ein System einzurichten, das geeignet ist, den gesamten Produktfluss zu dokumentieren. Die Vorschrift ist allgemein gehalten, ein Bezug zu den Kontaminanten der Thematik müsste im konkreten Fall hergestellt werden. Gerade dieser Bereich, der auf Gefahrstoffidentifizierung und -quantifizierung beruht, ist in der Primärproduktion, also auf dem Bauernhof, normalerweise nicht möglich. In Kapitel II, Artikel 4 „Allgemeine Verpflichtungen“ der Futtermittelhygieneverordnung EG Nr. 183/2005 bestimmt Absatz 2 gleichwohl Folgendes (Hervorhebungen durch die Autoren):

(2) Bei der Fütterung von zur Lebensmittelgewinnung bestimmten Tieren **müssen** Landwirte Maßnahmen ergreifen und Verfahren anwenden, mit denen das Risiko einer biologischen, **chemischen** und physikalischen Kontamination von **Futtermitteln, Tieren** und **tierischen Erzeugnissen** so niedrig wie vernünftigerweise als vertretbar gehalten wird.

Daraus ist abzuleiten, dass im mehr oder weniger begründeten Verdachtsfall der Landwirt die Hilfe einer Untersuchungsinstitution der Landwirtschaftskammer und die der Officialberatung zur Bewertung des möglichen Kontaminationsproblems heranziehen muss. In Bezug auf die Kontamination der von ihm erzeugten und verfütterten Futtermittel mit persistenten Organochlorverbindungen, also Altlastpestizide, PCB und Dioxine/Furane, gelten für seinen Bereich ebenfalls die Höchstmengen für unerwünschte Stoffe nach Anlage 5 zu § 23 der Futtermittelverordnung. Die VO(EG) Nr. 183/2005 gibt hierzu die Rechtsgrundlage in Anhang I „Primärproduktion“, Teil A, I. Hygienevorschriften, Ziffer 1.:

Die für die Futtermittelprimärproduktion verantwortlichen Futtermittelunternehmer stellen sicher, dass Arbeitsvorgänge so organisiert und durchgeführt werden, dass Gefahren verhindert, beseitigt oder minimiert werden, die geeignet sind, die **Futtermittelsicherheit** zu **beeinträchtigen**.

Die in der VO geforderte Buchführungspflicht (Anhang I, Kapitel II Buchführung) verlangt insbesondere eine Buchführung gemäß Buchstabe d über *die Ergebnisse jeglicher Analysen von Primärerzeugnissen oder sonstiger für Diagnosezwecke entnommener Proben, die für die Futtermittelsicherheit von Belang sind*.

Tab. 24: Höchstmengen für chlorierte Kohlenwasserstoff in „allen Futtermitteln“

Unerwünschter Stoff	Futtermittel, Zusatzstoff, Vormischung (alle 88% Trockenmasse)	Höchstgehalt (Dioxin: ng WHO-TEQ/kg; ansonsten: mg/kg)
Aldrin, Dieldrin (einzeln o. insges. berechnet als Dieldrin)	alle Futtermittel, außer Fette	0,01 0,2
Camphechlor (Toxaphen)	alle Futtermittel	0,1
Chlordan (Ó aus cis-, trans-Isomeren u. Oxy-chlordan, berechnet als Chlordan)	alle Futtermittel, außer Fette	0,02 0,05
DDT (Ó aus DDT-, TDE-, u. DDE-Isomeren, berechnet als DDT)	alle Futtermittel, außer Fette	0,05 0,5
Endosulfan (Ó aus α -, β - u. Endosulfansulfat, berechnet als Endosulfan)	alle Futtermittel, außer	0,1
	– Maiskörner u. Erzeugn. ihrer Verarbeitung	0,2
	– Ölsaaten u. Erzeugn. ihrer Verarbeitung	0,5
	– Alleinfuttermittel für Fische	0,005
Endrin (Ó aus Endrin u. δ -Ketoendrin, berechnet als Endrin)	alle Futtermittel, außer Fette	0,01 0,05
Heptachlor (Ó aus Heptachlor und -epoxid, berechnet als Heptachlor)	alle Futtermittel, außer Fette	0,01 0,2
Hexachlorbenzol (HCB)		
α -Isomere	alle Futtermittel, außer Fette	0,02 0,2

Fortsetzung zu Tab. 24

Unerwünschter Stoff	Futtermittel, Zusatzstoff, Vormischung (alle 88% Trockenmasse)	Höchstgehalt (Dioxin: ng WHO-TEQ/kg; ansonsten: mg/kg)
β-Isomere	Mischfuttermittel, außer solche für Milchvieh	0,01
	Einzelfuttermittel, außer Fette	0,005
γ-Isomere	Einzelfuttermittel, außer Fette	0,01
	alle Futtermittel, außer Fette	0,1
Dioxin (Ó aus PCDD und PCDF)	alle Futtermittel, außer Fette	0,2
	Einzelfuttermittel pflanzl. Ursprungs, pflanzl. Öle und Nebenerzeugnisse	2,0
	Mineralstoffe i. S. des Anhangs der Richtlinie des Rates vom 29. April 1996 über den Verkehr mit Futtermittelausgangserzeugnissen	0,75
	Tier. Fett, einschl. Milch- und Eifett	1,0
	Sonst. Erzeugnisse von Landtieren, einschl. Milch und -erzeugnisse, sowie Eier und -erzeugnisse	2,0
	Fisch, sonst. Wassertiere, ihre Erzeugnisse und Neben-, außer Fischöl u. Fischproteinhydrolysate, die mehr als 20% Fett enthalten*	0,75
	Fischproteinhydrolysate mit mehr als 20% Fett	1,25
	Fischöl	2,25
	Mischfuttermittel, außer Mischfuttermittel für Pelz-Heimtiere und Fische	6,0
	Mischfuttermittel für Fische und Heimtiere	0,75
	Zusatzstoffe: Kaolinitton, Calciumsulfatdihydrat, Vermiculit, Natrolith-Phonolith, synth. Calciumaluminat, Klinoptiolith sedimentären Ursprungs	2,25
		0,75

* Frischfisch, der direkt angeliefert und ohne Zwischenverarbeitung zur Erzeugung von Futtermitteln für Pelztieren verwendet wird, ist von der Höchstmenge ausgenommen. Für Frischfisch, der direkt an Heim-, Zoo- und Zirkustiere verfüttert wird, gilt ein Höchstwert von 4.0 ng WHO-PCDD/F-TEQ/kg. Die Erzeugnisse, verarbeitete tierische Proteine, die aus diesen Tieren (Pelz-, Heim-, Zoo-, Zirkustiere) gewonnen werden, können nicht in die Lebensmittelkette gelangen, und ihr Verfütterung an Nutztieren, die zur Nahrungsmittelproduktion gehalten, gemästet o. gezüchtet werden, ist verboten.

Höchstmengenkongformität ist zweifelsohne ein Belang der Futtermittelsicherheit. Die auf der Basis von „alle Futtermittel“ einzuhaltenen Höchstmengen zur Gewährleistung der Futtermittelsicherheit vor unerwünschten Stoffen sind in Tabelle 24 aufgelistet.

Hierzu bestimmt § 23 der Futtermittelverordnung in Absatz 1: *Der Gehalt an unerwünschten Stoffen darf die in Anlage 5 festgelegten Höchstgehalte nicht überschreiten.*

Daraus kann gefolgert werden, dass im Hinblick auf die persistenten Organochlorverbindungen der Primärerzeuger in geeigneter Weise sicherstellen muss, dass die Futtermittel den o.a. Anforderungen genügen. Aufbauend auf Erfahrung und fachspezifische Beratung werden sporadische Kontrollen, die wegen der hohen Persistenz und dem Ausbleiben fast jeglichen Nachschubs in das futtermittelliefernde Ökosystem in größeren Zeitabständen durchgeführt werden können, unerlässlich sein. Bei Klärschlammdüngung, einem Substrat, das die genannten Verbindungen enthalten kann, ist ohnehin nach der Abfallstoff-(Klärschlamm)verordnung eine zeitnahe Untersuchung auf persistente Organochlorverbindungen (und andere Kontaminanten) vor der Ausbringung und ggf. eine Bodenuntersuchung vorgeschrieben. Die vom Landwirt darüber hinaus geforderte Umsicht in Bezug auf mögliche Kontaminationen der Futtermittel bei Transport und Lagerung spielt für die thematisierten Verbindungen praktisch keine Rolle. Die PCB-Abgabe aus früher verwendeten Siloanstrichen auf Bitumenbasis, oder die z.T. massive spinntechische Verunreinigung von Bindegarn für Heu- und Strohballen ist schon länger gegenstandslos, sollte aber bei Aktionen notwendiger Rückverfolgungen mit bedacht werden.

Die in Anlage III „Gute Fütterungspraxis“ der VO (EG) Nr. 183/2005 ist eine Mussverfügung. Sie enthält Vorschriften zur Beweidung von Grasland, für Stall- und Fütterungseinrichtungen, Fütterung, Futtermittel und Wasser, sowie die Qualifikation des für die Fütterung und Betreuung der Tiere verantwortlichen Personals. Diese Vorschriften sind allgemein gehalten und dienen dazu, dass Kontaminationen von Lebensmitteln tierischen Ursprungs möglichst vermieden oder niedrig gehalten werden.

6.1.2 In der Futtermittelindustrie

Futtermittelerzeugung und -produktion, die nicht auf der Ebene der Primärproduktion stattfindet, wird nach der Verordnung (EG) Nr. 183/2005 als industrielle/kommerzielle Futtermittelproduktion angesehen und speziellen Verpflichtungen unterworfen. Allen diesen Verpflichtungen voran steht das nach Artikel 6 vorgeschriebene System der Gefahrenanalyse und kritischen Kontrollpunkte (HACCP). Entsprechende Durchführungsbestimmungen wie besonders Buchführung und Aktualisierung enthält Artikel 7. Im Hinblick auf die Kontaminanten des Themas bestimmt Buchstabe c in Absatz 2 von Artikel 6: Festlegung von Grenzwerten für diese kritischen Kontrollpunkte. Anhand derer wird in Hinblick auf die Vermeidung, Ausschaltung oder Reduzierung ermittelter Gefahren zwischen akzeptablen und nicht akzeptablen Werten unterschieden. Damit sind Identifikation und Quantifizierung der potenziellen gefährdenden unerwünschten persistenten, chlororganischen Kontaminanten unerlässlich. Beim Vollzug der Höchstmengen gemäß § 23, Anlage 5, müssen dabei die ggf. besonders ausgewiesenen Höchstmengen für Mischfuttermittel für laktierende Tiere berücksichtigt werden. Naturgemäß sind damit Kosten für entsprechende Untersuchungen verbunden, die vom Unternehmen zu tragen sind. Neu, und ab 8. Februar 2006 anzuwenden, sind gemeinschaftliche und einzelstaatliche Finanzgarantien zur Deckung der gesamten (!) Kosten. Für diese können die Unternehmen direkt zu einer Marktrücknahme von Futtermitteln, Tieren und daraus hergestellten Lebensmitteln haftbar gemacht werden (Artikel 8 Absatz 1). Absatz 2 besagt, dass Futtermittelunternehmer für Verstöße gegen die Rechtsvor-

schriften zur Futtermittelsicherheit haften und den Nachweis einer Finanzgarantie erbringen müssen. Diese Verfügung sollte sich dahingehend auswirken, dass im Falle einer nach der Distribution erkannten Gefährdung von Nutztier und Verbraucher durch kontaminierte Futtermittel eine Rücknahme im Rahmen einer aufwendigen Rückverfolgung/ Weiterverfolgung nicht unterbleibt, weil sie (zu) teuer würde.

Alle Futtermittelunternehmen müssen sich national über die Verwaltungen der Bundesländer registrieren lassen. Das Register wird erstmals 2007 gemeinschaftlich veröffentlicht und ist jährlich zum 30. November zu aktualisieren. Die vom Futtermittelunternehmer/-unternehmen außerhalb der Primärproduktion geforderte Identifikation und Quantifizierung chemischer unerwünschter Stoffe/Kontaminanten ist nach dem Kapitel Qualitätskontrolle in Anhang II der Verordnung (EG) Nr. 183/2005 unter Ziffer II wie folgt verbindlich geregelt:

Die Futtermittelunternehmen müssen im Rahmen eines Qualitätskontrollsystems Zugang zu einem Labor mit geeignetem Personal und angemessener Ausrüstung haben.

Damit ist klar, dass sowohl Rohware, als auch Fertigprodukte („Mischfuttermittel“) auch auf PCB, Altlastpestizide und PCDD/F zu analysieren sind.

Die übrigen in Anhang 2 genannten Anforderungen zu Lagerung und Transport, Herstellung, Betriebstechnik, Personal, Management, Dokumentation, Beanstandungen und Produktrückruf entsprechen den im Rahmen des Q+S-Systems (Qualität und Sicherheit) für die angeschlossenen Futtermittelwerke seit etwa 2000 im Rahmen einer Akkreditierung gemäß der DIN EN ISO 9000 vorgeschriebenen Standard. In Deutschland werden gut 90% der gehandelten industriell hergestellten Futtermittel in entsprechend akkreditierten Unternehmen produziert.

Die Ergänzung des europäisierten Futtermittelrechts aus Futtermittelgesetz (bis 6.9.2005) und der entsprechenden Futtermittelverordnung durch die Basisverordnung 178/2002 und die gezielt auf die Futtermittelsicherheit hinwirkende Futtermittelhygieneverordnung 183/2005 hat die Regulierungseffizienz bei der Gefahrenabwehr besonders bei den Kontaminanten durch die Vereinigung beider Produktionsketten – Futtermittel und Lebensmittel – zu einer ganzheitlich zu betrachtenden Produktionskette und das besondere Augenmerk auf die Primärproduktion erheblich gesteigert. Gefordert werden von den Beteiligten Interesse, Eigenverantwortlichkeit, Qualifikation, Weiterbildung und Gesetzestreue. Für die auf ein hohes Niveau gehobene Futtermittelsicherheit werden sich Unkenntnis, Fahrlässigkeit, kriminelle Energie, Planungs- und Systemfehler, Gewinnsucht und gegebenenfalls Gesetzeslücken kontraproduktiv auswirken.

6.2 Im Lebensmittelbereich

Die im Weißbuch zur Lebensmittelsicherheit der europäischen Kommission vorgestellten 84 Aktionen auf dem Gebiet der Lebensmittelsicherheit für die Jahre nach dem Erscheinen des Werkes führten u.a. zur Entwicklung und Veröffentlichung der sogenannten Basisverordnung (EG) Nr. 178/2002. Mit dieser ist nach dem 1.1.2005 das Verfahren zur Lebensmittelsicherheit unter Einschluss der Futtermittelherstellungskette verbindlich festgelegt.

In Bezug auf die Anforderungen an die Lebensmittelsicherheit gemäß Art. 14 der o.a. Verordnung werden in Absatz 4 dieses Artikels Kriterien genannt, die bei der Entscheidung der Frage, ob ein Lebensmittel gesundheitsschädlich ist, zu berücksichtigen sind. In Absatz 4a wird gefordert, dass die wahrscheinlichen sofortigen und/oder kurzfristigen und/oder langfristigen Auswirkungen des Lebensmittels nicht nur auf die Gesundheit der Verbraucher, sondern auch auf nachfolgende Generationen zu berücksichtigen sind (!).

Erweitert und auf die Stoffnatur der persistenten, bioakkumulierbaren Altlastpestizide, PCB und Dioxine/Furane anwendbar, bestimmt Absatz 4b die Berücksichtigung der wahrscheinlichen kumulativen toxischen Auswirkungen. Eine analoge Regelung zu den Anforderungen an die Futtermittelsicherheit fehlt im Artikel 15. Sie wird hier eher allgemein gefasst in Absatz 2. Danach sind Futtermittel dann nicht sicher, wenn sie bewirken, dass die Lebensmittel, die aus dem der Lebensmittelgewinnung dienenden Tieren hergestellt werden, als nicht sicher für den Verzehr durch den Menschen anzusehen sind. Der Terminus sicher würde hier bedeuten, dass die für Altlastpestizide, PCB und Dioxine/Furane geltenden Höchstmengen im Futtermittelrecht über die biologische Größe des Carry-over mit den Höchstmengen für Milch, Fleisch und Eier vereinbar wären.

Diese Verbindung wurde in Deutschland im Jahre 2002 zunächst für Fleisch mit dem Qualitäts- und Sicherheitssystem und dem darin festgelegten dreiphasigen Kontrollsystem (Eigenkontrolle über die Nahrungskette, Systemüberprüfung durch Kontrollorgane gemäß EN 45011 und neutrale Überwachung („Kontrolle der Kontrolle“)) geschaffen. Ebenfalls im Jahre 2002 wurde auf Initiative des Deutschen Bauernverbandes, des Deutschen Raiffeisenverbandes und des Milchindustrieverbandes die Grundlage für ein bundeseinheitliches Qualitätsmanagement Milch (QM Milch) erarbeitet. Dabei konnte auf die Erfahrungen entsprechender bereits existierender Qualitätssicherungssysteme in den europäischen Nachbarstaaten zurückgegriffen werden. Derzeit ist das geplante QM Milch in Deutschland gewissermaßen auf dem Prüfstand der beteiligten Bundesländer bzw. ihrer Landeskontrollverbände. Dabei wird auf die Erfahrungen aus dem schon länger existierenden Integrierten Qualitäts- und Dokumentationssystem (IQM Milch) der Milchwirtschaft mit Schwerpunkt Futtermittelüberwachung und Produktionsbedingungen auf dem landwirtschaftlichen Betrieb sowie auf die Bundesrahmengesetze und -verordnungen, aber auch privatrechtliche Regelungen zurückgegriffen.

Ausgehend von einer starken Kontamination von Milch und Futtermitteln mit technischem Hexachlorcyclohexan (heute ein Altlastpestizid) hat die Milcherzeugervereinigung Schleswig-Holstein e.V. schon 1981 ein sogenanntes Kontrollnetz ins Leben gerufen. Dieses wurde in den folgenden Jahren durch die Aufnahme weiterer Kontaminanten ausgebaut. Von Anfang an war die enge Zusammenarbeit mit den etwa 30 Futtermittelherstellern im Land auf dem Gebiet von Sicherheit von Milch in Bezug auf futtermitteloriginäre Kontaminanten die Basis für die Ausgestaltung dieses Kontrollnetzes.

Als abgerundetes Konzept liegt das Kontrollnetz nunmehr als sog. Rendsburger Abkommen von 2005 vor. Demnach wird die Schadstoffkontrolle nach § 17 der MilchVO, die Milchlieferordnung/Satzung der teilnehmenden Meiereien (etwa 18) und die Unterwerfung der etwa 30 angeschlossenen Futtermittelhersteller durch strengere Grenzwerte als auf Bundesebene (FuttermittelVO und BundesrahmenVO) und durch die Regulierung des Auftretens von Altlastpestiziden, PCB und Dioxinen/Furanen in Futtermitteln und Milch durchgeführt.

So gelten bereits seit 2002 in Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern für Dioxine und Furane in Futtermitteln lediglich 0,2 ng/kg Futtertrockenmasse als Höchstmenge in Futtermitteln für laktierende Tiere gegenüber bis zu 0,4 ng/kg nach der BundesrahmenVO oder 0,75 ng/kg nach der FuttermittelVO. Der entsprechende Grenzwert in Anlieferungsmilch wurde auf 0,9 ng toxische Äquivalente/kg Milchfett gegenüber 3 ng/kg nach der KontaminantenhöchstgehalteVO festgelegt. Bei den PCB nach der SchadstoffhöchstmengenVO wurde auf den BMVEL-Richtwert von 5 ng Kongener/kg Futtertrockenmasse zurückgegriffen (Anmerkung: Beispielhaft für das Erreichen einer weitestgehend aflatoxinfreien Milch in Schleswig-Holstein auf privatrechtlicher Basis war der Unterwerfungsgrenzwert von regelmäßig höchstens 0,3 µg Aflatoxin B1/kg Futter-

trockenmasse bei einer Grenze für das Inverkehrbringen von maximal 1 µg/kg. Auch hier wurden die Vorgaben der Bundesrahmenverordnung mit 1 µg/kg oder des Gesetzgebers mit 5 µg/kg deutlich unterschritten). Abbildung 7 verdeutlicht die vorgenannten Zusammenhänge.

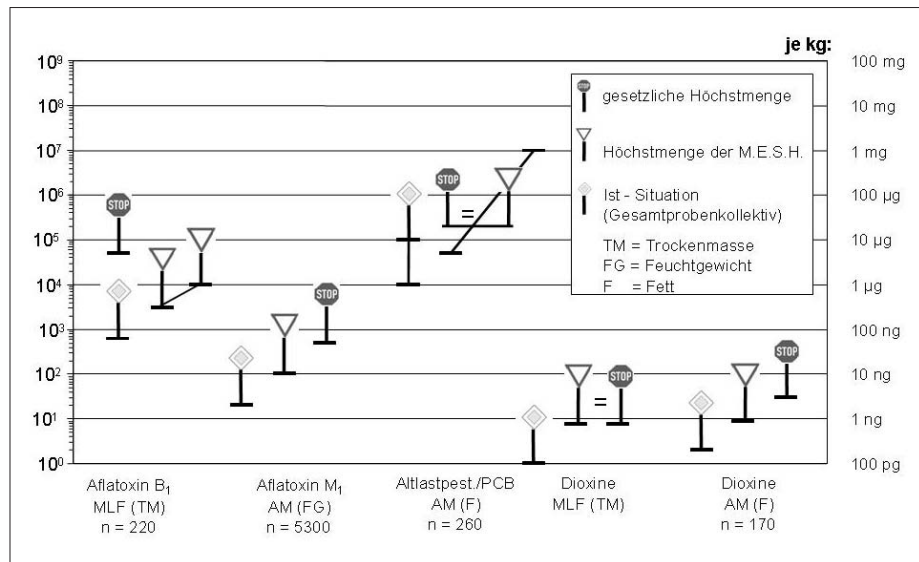


Abb. 7: Gesetzliche Höchstmengen und vertragliche Höchstmengen der Milcherzeugervereinigung Schleswig-Holstein e.V. für Kontaminanten in Milchleistungsfutter (MLF) und Anlieferungsmilch (AM). Stand: 31. 12. 2005

Die aktuelle Gestaltung des Rendsburger Abkommens auf dem Gebiet des Qualitätsmanagements Milch sieht folgendermaßen aus: Die Befunde der Tankwagensammelmilchanalysen auf die hier thematisierten Kontaminanten (s. Tabellen 14, 15 und 16) werden regelmäßig vor dem „Futtermittelgremium“ mit Vertretern des Deutschen Bauernverbandes, des Raiffeisen Verbandes, der Futtermittelwirtschaft, der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, der Wissenschaft (Institut für Hygiene und Produktsicherheit der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Kiel) dem Genossenschaftsverband Norddeutschlands und dem Deutschen Verband Tiernahrung diskutiert, Vertragstreue der beteiligten Kreise wird attestiert oder Handlungsbedarf abgeleitet.

Damit hat die regionale Interessenvertretung der Milcherzeuger schon sehr frühzeitig wesentliche Elemente der 2002 erschienenen BasisVO und der ab 2005 rechtskräftigen FuttermittelhygieneVO vorweggenommen und praktiziert. Das HACCP-System in der Futtermittelindustrie wird nach dem QS-System seit Januar 2003 durchgeführt, also drei Jahre vor der Verpflichtung durch die Verordnung (EG) Nr. 183/2005.

7. Diskussion und Schlussfolgerungen

Der Weg der persistenten, chlororganischen Kontaminanten aus der Umwelt über die Futtermittel in die vom Tier stammenden Lebensmittel ist klar definiert. Es zeigen sich aber die grundsätzlichen Schwierigkeiten einer nachhaltigen Kontrolle, was für diffus

verbreitete Kontaminanten die Regel ist. Der Verbraucherschutz wird am Ende der Produktionskette durch Höchstmengenregelungen und -vollzug gewährleistet. Im vorgeschalteten Bereich wird das Nutztier durch entsprechende Grenzwerte im Futtermittelrecht geschützt. In beiden Fällen fehlt die Redundanz der einzuhaltenden Höchstmengen zum Eintrag in das lebensmittel- und futtermittelliefernde Ökosystem. Dies wiederum ist bei den typischen Rückstandsbildnern das bestimmende Element zwischen geplanter (und erlaubter) Anwendung und dem zu erwartenden Rückstandsgeschehen im Lebens- und Futtermittel.

Damit muss sich die Diskussion dieser Arbeit vorrangig mit den Elementen befassen, die in den anzuwendenden Gesetzen und Verordnungen zur direkten Einflussnahme auf das Kontaminationsgeschehen umweltoriginärer Kontaminanten geeignet sind. Dies muss vor dem Hintergrund der Endbetrachtung im verzehrten Produkt erfolgen. Es ist hervorzuheben, wie effizient die bisherige quasi alleinige Steuerung der Futtermittelsicherheit über den reinen Höchstmengenvollzug war und ist. Weiterhin muss betont werden, dass die systembedingten Beschränkungen der Futtermittelsicherheit aus der Anwendung dieses Instruments durch die neuen Verordnungen überwunden werden können.

Höchstmengen für unerwünschte Stoffe in Futtermitteln, die an der Lebensmittelgewinnung dienende Tiere verfüttert werden, müssen nicht nur die Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Nutztieres schützen. Sie müssen auch so bemessen sein, dass sie sich als Funktion der Carry-over Rate in den Höchstmengen der jeweiligen Substanz in den von diesen Tieren gewonnenen Lebensmitteln wiederfinden. Folglich wäre es nicht akzeptabel, wenn das Futtermittelrecht Konzentrationen für unerwünschte Stoffe in Tierfutter erlauben würde, die in den tierischen Produkten wie Milch, Fleisch, Eier und Fisch (für Honig gibt es keine analoge Regelung aus dem Futtermittelrecht) zu einer Überschreitung der für diese Erzeugnisse geltenden Höchstmengen führen würde.

Zu diesem Thema hat das Institut für Hygiene der damaligen Bundesanstalt für Milchforschung umfangreiche Transferversuche zu den seinerzeit (Mitte der 70er Jahre) geplanten Höchstmengen für Altlastpestizide in Milch in Verbindung mit den nunmehr nötigen analogen Höchstmengen für diese Verbindungen in Futtermitteln für laktierende Rinder durchgeführt.

Das Ergebnis dieser Carry-over Versuche ist in Tabelle 25 wiedergegeben.

Die mittlere Spalte enthält die mit der Höchstmenge in Milch konformen Grenzkonzentration in Futtermitteln. D.h. die aus den Transferversuchen abgeleiteten maximalen Konzentrationen für Altlastpestizide in Futtermitteln auf der Basis des Alleinfutters (entsprechend der gesamten Tagesration), die ein Einhalten der entsprechenden Höchstmenge in Milch gewährleisten (1, 2).

Grundsätzlich müssen die Zahlenwerte dieser Spalte größer sein als die in der rechten Spalte ausgewiesenen gültigen Höchstmengen in Futtermitteln, wie sie auf der Basis unter anderem dieser Versuche festgelegt wurden. Eine Störstelle wäre das Lindan (γ -HCH). Dieses befindet sich als einziges der HCH-Isomer noch in Liste A der Rückstandshöchstmengenverordnung, obwohl dieser Wirkstoff zunächst von einer Verwendung an der Lebensmittelgewinnung dienenden Tiere ausgeschlossen wurde und später mit einem fast völligen Anwendungsverbot in der Nahrungsgüterproduktion belegt wurde. Eine Revision der Listenzuteilung von Liste A nach Liste B („Altlastpestizide“) wird diskutiert.

Tab. 25: Tolerable Dosen für chlorierte Pestizide in Futtermitteln für die Milchkuh im Vergleich zu den gültigen Höchstmengen in Milchfett und den Vorgaben der Anlage 5 zu §§ 23, 24 und 26 der FMV

Wirkstoff	Höchstmenge in Milchfett mg/kg	kompatible Grenzdosis im Futter mg/kg TS*	RL EU und Anl. 5 § 23 FMV mg/kg TS
Hexachlorbenzol	0,25	≤ 0,03	0,01
α-HCH	0,1	≤ 0,03	0,02
β-HCH	0,075		0,005
γ-HCH	0,2	≤ 0,17	0,2
Heptachlor/-epoxid	0,1	≤ 0,09	0,01
Aldrin/Dieldrin	0,15	≤ 0,03	0,01
Endosulfan	0,1		0,1-0,5
Chlordan	0,05	≤ 0,1	0,02
DDT/DDD/DDE	1,0	≤ 0,9	0,05
Toxaphen	0,1		0,1
Zum Vergleich: PCB-Einzelisomere	0,04-0,05	≤ 0,005	

* Trockensubstanz mit 12% Restfeuchte

Für PCB in Futtermitteln existiert bislang ein Richtwert von 5 µg/kg Trockenmasse je Kongener. Die maximale Zufuhr über die Tagesration an eine Kuh mit einer Tagesmilchleistung von 25 kg Milch mit 1 kg Fett wäre mit 87,5 µg je Kongener zu berechnen. Bei einer pauschalierten Carry-over Rate von 50 % wäre auch hier eine Übereinstimmung mit der für Milchfett geltenden Höchstmenge von 40-50 µg/kg gegeben.

Bei den PCDD/F sieht das Futtermittelrecht eine Höchstmenge von 0,75 ng toxische Äquivalente (TE)/kg Trockenmasse für alle pflanzlichen Futtermittel vor. Gleichfalls auf der Basis einer Futterration pro Tag von 17, 5 kg Trockenmasse für die Erzeugung von 25 kg Milch und 1 kg Fett pro Tag wäre dies eine Zufuhr von 13,125 ng an das laktierende Tier. Bei einer Carry-over Rate von rund 20 % gingen demnach bis zu 2,6 ng in das täglich produzierte Milchfett über, also etwas weniger als die nach der Kontaminantenhöchstgehalteverordnung erlaubten 3 ng TE/kg Fett.

Damit kann gezeigt werden, dass die Höchstmengenfestlegungen für persistente Chloraromaten über die biologische Größe des Transferfaktors/Carry-over Rate eine ausreichende Schutzfunktion für das vom Tier stammende Lebensmittel Milch besitzen.

Es liegt jedoch in der Natur der persistenten Umweltkontaminanten, dass der bei den Rückstandsbildnern (z.B. Pflanzenbehandlungsmittel) bestehende Redundanzeffekt zwischen Höchstmenge am Ende der Nahrungskette und Ausbringungsmenge in das lebensmittelliefernde Ökosystem fehlt!

Die Gefährdung der Höchstmenge oder gar ihre Überschreitung lassen also bei den Rückstandsbildnern die Option zu, die entsprechende Substanz restriktiver in das Ökosystem einzubringen oder gar mit einem Anwendungsverbot bis hin zum Produktions- und Besitzverbot (z.B. DDT) zu belegen. Diese Maßnahmen können aber bei den hier

diskutierten Kontaminanten praktisch nicht greifen, da ein kontrollierter Eintrag in die Umwelt nicht (mehr) stattfindet. Das Ökosystem ist in aller Regel mit diesen Substanzen über Jahrzehnte vorwiegend diffus, selten mit lokalen Schwerpunkten, kontaminiert worden. Das hat zur Folge, dass eine Sanierung kaum durchführbar ist. Die mehr oder weniger ubiquitäre Verbreitung und die hohe Stabilität in den Umweltkompartimenten sorgen für einen stetigen Nachschub in die Nahrungsgüter- und Futtermittelproduktion. Folglich wäre der reine Höchstmengenvollzug auf unabsehbare Zeit erforderlich, wenn nicht angepasste Vorfeldmaßnahmen unter dem Überbegriff „Ausblenden der Kontaminationsquelle“ angewendet werden.

Zunächst liegt die Verantwortung für erzeugte und verfütterte Futtermittel allein beim Primärerzeuger. In einer höheren Produktionsstufe trägt diese der Futtermittelunternehmer.

Dabei erstreckt sich die Verantwortlichkeit auf die gesundheitliche Futtermittelsicherheit gemäß Artikel 20 der „Basisverordnung“ Nr. 178/2002 (EG). Diese ausdrückliche Zuweisung der Verantwortlichkeit für die erzeugten und verfütterten Futtermittel ist neu. Im Futtermittelgesetz von 1973, das ab dem 7. September 2005 in den §§ 17-25 des Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuches (LFGB) aufgegangen ist, wird die Futtermittelsicherheit im Wesentlichen durch ausdrückliche Verbote und stoffliche Ausschlusskriterien für das Inverkehrbringen gestaltet. Damit fehlt hier das Element der Vorbeugung und Hilfestellung durch das Anbieten oder Verpflichten auf Positivkataloge und spezifische Leitlinien zur Futtermittelsicherheit, wie dies dann folgerichtig in der Futtermittelhygieneverordnung (EG) Nr. 183/2005 vollzogen wurde.

Die hier in Anhang I genannten Leitlinien sollen Anleitungen für gute Verfahrenspraxis vor dem Hintergrund der Gefahreneindämmung in der Primärproduktion enthalten. Weiterhin präzisiert der Verordnungstext zu den Leitlinien für Gute Verfahrenspraxis unter Nummer 2: „Leitlinien für gute Verfahrenspraxis sollen geeignete Informationen über Gefahren enthalten, die in der Primärproduktion auftreten, sowie über Aktionen zur Bekämpfung dieser Gefahren, einschließlich einschlägiger Maßnahmen, die in gemeinschaftlichen oder nationalen Rechtsvorschriften aufgeführt sind, wie zum Beispiel:

- a) Die Bekämpfung der Kontamination durch Mykotoxine, Schwermetalle, radioaktives Material u.s.w.“.

Hieraus lassen sich zweifelsfrei die geforderten Vorfeldmaßnahmen aus dem Terminus „Gefahreneindämmung“ ableiten. Dabei kann „Bekämpfung“ nicht nur Höchstmengenvollzug bedeuten. Hier muss nun zwischen den Möglichkeiten der Gefahrenerkennung und -analyse durch den Primärproduzenten im landwirtschaftlichen Betrieb und den Futtermittelunternehmer auf der höheren, industriell-kommerziellen Stufe differenziert werden.

Bei der Futtermittelprimärproduktion auf dem bäuerlichen Betrieb muss davon ausgegangen werden, dass die substanzspezifische, qualitative Futtermittelsicherheit nicht durch die analytische Kontrolle der infrage kommenden Kontaminanten kontrolliert und erreicht werden kann, sondern nur durch Erfahrungswissen und vorbeugenden Einschränkungen von Nutzungsmöglichkeiten in der Futtermittelkette bis hin zur Fütterung.

Für die Minimierung des Überganges von PCB, PCDD/F und dioxinähnlichen PCB ist von der Codex Alimentarius Kommission (CAC) der FAO ein Code of Practice in Arbeit (z.Z. Stufe 5, d.h. die Beratung der letzten Änderungen/Vorschläge der nationalen Regierungen durch die CAC). In diesem ist ein erheblicher Abschnitt mit Ratschlägen für die Praxis (Name!) der Futtermittelgewinnung, Lagerung, Fütterung und Aufstallung der lebensmittelliefernden Tiere als Vorfeldmaßnahmen der Kontaminationsbegrenzung gewidmet. Damit ist hier eine Leitlinie verfügbar, die bei der prinzipiellen Ähnlichkeit der

Altlastpestzide mit den PCB und PCDD/F auch für Minimierungsstrategien für den Übergang dieser Substanzen in vom Tier stammende Lebensmittel herangezogen werden kann.

Grundsätzlich andere Möglichkeiten zur Gefahrenabwehr der thematisierten Substanzen in Futtermitteln sind für die industrielle Futtermittelherstellung vorgesehen bzw. vorgeschrieben:

Zentrales Instrument der Futtermittelsicherheit im Endprodukt ist die Durchführung eines adäquaten HACCP-Systems im Futtermittelwerk ab dem 1. Januar 2006. Damit wird erreicht, dass während des gesamten Produktionsprozesses im Werk das Produkt anhand von Grenzwerten beurteilt und entsprechend weiterbehandelt wird, bevor die überwachungsmäßige Kontrolle der gesetzlichen Höchstmengenkonformität als Endpunktkontrolle ohne Vorfeldwirkung vollzogen wird. Bezogen auf die Kontaminanten setzt dies voraus, dass sie in Einzelfuttermitteln (Mischungsbestandteilen) und Futterzusatzstoffen analytisch erfasst werden müssen. Die hierfür zu ergreifenden Maßnahmen als „Mussvorschrift“ sind in Ziffer 4 (Analyseergebnisse von Belang für die Futtermittelsicherheit) in Anhang I, Buchstabe g der VO(EG)Nr. 183/2005 vorgeschrieben. In Anhang II der o.a. Vorschrift, der sich mit den technischen und personellen Voraussetzungen für die Herstellung sicherer Futtermittel befasst, wird im Abschnitt „Qualitätskontrolle“ festgelegt, dass die Futtermittelunternehmen Zugang zu einem Labor mit geeignetem Personal und angemessener Ausrüstung haben müssen, das die Erzeugnisse vor der Freigabe zur Vermarktung überprüft.

Die Qualität der importierten Rohware im Sinne von der Konformität mit den Anforderungen an die Futtermittelhygiene wird rechtsverbindlich in Kapitel IV der Futtermittelhygieneverordnung geregelt.

Der Primärproduzent wird also bei der Kontaminationsminimierung oder -abwehr mehr zu den unspezifischen Vorfeldmaßnahmen angehalten und kann oder muss so aus Erfahrung oder vorsorglichem Sicherheitsdenken kritische Bereiche seiner Futtermittelprimärproduktion ausblenden. Dagegen basiert die Minimierungsstrategie im Bereich der industriellen Futterherstellung weitgehend auf der analytischen Kontrolle von Grenzwerten für die unerwünschten Kontaminanten schon vor der terminalen Höchstmengenkonformität der Endprodukte.

Es ist somit festzuhalten, dass die Ziele des Verbraucherschutzes durch mit den Futtermitteln transferierten Gesundheitsrisiken nach wie vor als spezifischer Zahlen-grenzwert im Sinne einer Höchstmenge eine Barriere für das Risiko bilden. Der Weg zu diesem Ziel ist aber für die Bereiche Futterbau und Fütterung auf dem bäuerlichen Betrieb und industrielle Futtermittelherstellung mit Wegweisern für die Kontaminationsabwehr vorgezeichnet.

Diese Vorschläge und Vorschriften sind das Novum seit dem Weissbuch der Kommission zur Lebensmittelsicherheit aus dem Jahre 2000 gegenüber der bisherigen Gesetzgebung im Verbund mit der Betrachtung der Futtermittel- und Lebensmittelherstellung als nur **einer** Kette.

8. Literatur

- (1) Blüthgen, A.: Organochlorverbindungen in Milchfett-Eignung und Problematik der Instrumente des Verbraucherschutzes vom DDT bis zu Dioxinen und Furanen. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **53** (3) 219-238 (2001)
- (2) Blüthgen, A.: Höchstmengen für unerwünschte Stoffe in Milch im Binnenmarkt der Europäischen Union. Umwelteinflüsse und Möglichkeiten der Steuerung durch die Legislative. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **56** (2) 103-119 (2004)

- (3) Ruoff, U., Blüthgen, A., Ubben, E.-H.: Neuere Aspekte zur Kontamination der Milch mit polychlorierten Dibenzo-*para*-dioxinen und -furanen (PCDD/F). Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **51**(3) 271-288 (1999)
- (4) Forth, W., Henschler, D., Rummel, W.: Pharmakologie und Toxikologie. 5. Auflage. B.I. Wissenschaftsverlag Mannheim, ISBN 3-411-03150-6 (1987)
- (5) Wu, Y.S., Lee, H.K., Li, S.F.Y.: Rapid estimation of octanol-water partition coefficients of pesticides by micellar electrokinetic chromatography. Electrophoresis **19** (10) 1719-1727 (2005)
- (6) United Nations Environment Programme (UNEP, Hrsg.): Dataprofile on DDT. International Register of Potentially Toxic Chemicals, Geneva (1990)
- (7) Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, Hrsg.): Polychlorierte Biphenyle. Bestandsaufnahme über Analytik, Vorkommen, Kinetik und Toxikologie. Mitteilung XIII der Senatskommission zur Prüfung von Rückständen in Lebensmitteln. VCH-Verlagsgesellschaft mbH Weinheim, ISBN 3-527-27367-0, (1988)
- (8) World Health Organization (WHO, Hrsg.): Toxic Equivalency Factors TEFs for PCBs, PCDDs, PCDFs for Humans and Wildlife. Environmental Health Perspectives **106** (2) 775-792 (1998)
- (9) Di Domenico, A., Silano, O., Viviano, G., Zapponi, G.: Accidental release of 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-*p*-dioxin (TCDD) at Severo, Italy, Parts I-VI, Ecotox. Environ. Safety **4**, 283-346 (1990)
- (10) Biologische Bundesanstalt (BBA, Hrsg.): Amtliches Pflanzenschutzmittelverzeichnis Teil 2: Gemüsebau, Obstbau, Zierpflanzenbau. Aco-Verlag Braunschweig (1973)
- (11) Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL, Hrsg.): Untersuchungen an Nebenprodukten der Müllerei auf unerwünschte Stoffe und deren futtermittelrechtliche Bewertung. Schriftenreihe des BMVEL Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Heft 496, 4-150, Landwirtschaftsverlag Münster, ISBN 3-7843-0496-6 (2004)
- (12) Deutscher Verband Tiernahrung(DVT, Hrsg.): Mischfuttertabellarium, Ausgabe 2006. Selbstverlag des DVT, Bad Godesberg (2007)
- (13) Schwind, K.-H., Jira, W., Mundil, G., Eichner, R., Fuchs, D.: Statuserhebung zum Gehalt von Dioxin- und PCB-Verbindungen in Futter und vom Tier stammenden Lebensmitteln in Deutschland-Projektabschnitt Futtermittel. Jahresbericht 2005 der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, 145-146 (2006)
- (14) Hattis, D.: Strategies for Assessing Human Variability in Susceptibility and using Variability to inter Human Risk. In: Neumann, D.A. u. Kimmel, C.A.(Hrsg): Human Variability in Response to Chemical Exposure, 27.57. International Life Sciences Institute (ILSI), CRC Press Washington, ISBN 0-8493-2805-5 (1998)
- (15) Abel, H., Flachowsky, G., Jeroch, H., Molnar, S. (Hrsg.): Nutztierernährung. Gustav Fischer Verlag Stuttgart, ISBN 3-334-60438-3 (1995)
- (16) Ruoff, U., Walte, H.-G., Karl, H., Blüthgen, A.: Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane und dioxinähnliche PCB-Kongeneren in Milchfett in Deutschland 2006. Teilbericht zum Abschlussbericht eines BMELV-Forschungsprojektes zur Statuserhebung dioxinartiger Verbindungen in Futter- und Lebensmitteln in Deutschland. Erscheint in 2007
- (17) Arbeitsgruppe Carry over unerwünschter Stoffe beim BMELV (Hrsg.): Votum zum Einsatz geeigneter Brennstoffe bei der Herstellung von Trockengrün. Sitzungsprotokoll der 49. Sitzung der Arbeitsgruppe am 11./12. 2. 2003 in Braunschweig. Kulmbach und Bonn (2003)
- (18) Yoshizawa, H., Uchimara, R., Katamaki, T., Kato, R., Ueno, Y.: Metabolism and activation of aflatoxin B₁ by reconstituted cytochrome P-450 system of rat liver. Cancer Research **42**, 1120-1124 (1982)
- (19) Steimer, J.: Untersuchungen zur Beeinflussung der Ausscheidung von Aflatoxin M₁ durch polychlorierte Biphenyle beim laktierenden Rind mit Entwicklung eines enzymimmunologischen Nachweisverfahrens auf diese Mykotoxin. Dissertation Fachbereich Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin, Journal Nr. 1469 (1989)

9. Zusammenfassung

Ruoff, U., Walte, H.-G., Teufel, P., Blüthgen, A.: **Zum Eintrag chlororganischer Umweltkontaminanten aus Futtermitteln in die Milch und Möglichkeiten des Gegen-steuerns durch Maßnahmen der Futtermittelsicherheit.** Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **59** (1) 5-54 (2007)

06 Umweltkontaminanten (chlorierte Aromaten, carry over, Futtermittelsicherheit, Lebensmittelsicherheit, Verbraucherschutz)

Die Einbindung der Futtermittel für lebensmittelliefernde Tiere in die Produktionskette von Milch, Fleisch, Eiern und Fischen aus der Aquakultur hat auch die Futtermittelsicherheit und -hygiene auf das gleich hohe Niveau der an Lebensmittel zu stellenden Anforderungen gehoben. Dabei sind gerade bei der Betrachtung der realen Produktionskette diejenigen Substanzen von erheblichem futtermittel- und lebensmittelhygienischem Interesse, die nach ihrem Eintritt in das erste Glied dieser Kette, dem Agrarökosystem, bei der Weitergabe der Nahrungsenergie an das nächste Glied in ihrer Stoffnatur praktisch unverändert erhalten und sogar noch biologisch aufkonzentriert werden. Die Kommission der Europäischen Gemeinschaften stuft diese Verbindungen als PBT-Stoffe im Sinne von persistent, bioakkumulierend und toxisch ein. Herausragende Vertreter dieser Stoffgruppe sind die Polychlorierten Biphenyle (PCB), die Polychlorierten Dibenzop-dioxine und -furane (PCDD/F) sowie die Altlastpestizide (DDT u.a.). Allen gemeinsam ist ihre chemische Natur als aromatische Systeme unterschiedlichen Chlorierungsgrades und das weitgehende Widerstehen gegen biotische und abiotische Abbauvorgänge. Die Kontamination der Futtermittel erfolgt überwiegend oberirdisch durch Aerosole oder Bodenpartikel. Dabei liegt die Konzentration in der Futtertrockensubstanz bei den PCB der Schadstoffhöchstmengeverordnung im Median zwischen 0,5 und etwa 2 µg Gesamt-PCB/kg. Die PCDD/F und die ihnen ähnlichen dioxinartigen PCB erreichen, umgerechnet in ihre toxischen Äquivalente (TEQ), Konzentrationen unter 100 pg TEQ/kg bei Betrachtung des Medianwertes, wobei die Einzelfuttermittel gegenüber den Mischfuttermitteln höher belastet sein können. Die Restmengen der Altlastpestizide in den untersuchten Futtergetreide- und Kleieproben liegen im Median in beiden Substraten bei etwa 100 ng/kg. Der Übergang in die Milch ist bei den höher chlorierten PCB-Kongeneren mit bis zu 60 % der aufgenommenen Tageszufuhr in das Milchfett recht hoch, bei den PCDD/F liegt diese Übergangsrate für das Gemisch aus der Umwelt bei 20 bis 25 %. Für die Altlastpestizide haben tierexperimentelle Untersuchungen Transferraten in das Milchfett zwischen 5 und 60 %, je nach Molekültyp, ergeben. Entsprechend den Übergangsraten ist das Milchfett mit den genannten Kontaminanten in Spuren zwischen Piko- und Mikrogramm/kg belastet. Bei den Altlastpestiziden und PCB liegen die beobachteten Maximalwerte zwischen 1 und 7 µg/kg Milchfett. Die toxischen Äquivalente der PCDD/F erreichen im Mittel 0,2, im Maximum 0,4 pg/g. Höchstmengenüberschreitungen wurden seit Jahren nicht beobachtet. Dem Schutz des Verbrauchers dienen zum einen die tolerierbaren Tagesdosen gemäß den Überprüfungen durch Fachgremien der Weltgesundheitsorganisation. Zum anderen hält der nationale und europäische Gesetzgeber lebensmittel-/futtermittel- und schadstoffspezifische Höchstmengenvorgaben als ultimates Schutzinstrument beim Inverkehrbringen der Produkte vor. Überdies sind als wichtigste langfristige und nachhaltige Maßnahmen zum Begrenzen der Kontaminantenflüsse in der Produktionskette kontaminationsvermindernde oder, soweit realisierbar, kontaminationsverhindernde Verordnungen im Vorfeld der Erzeugung vom Tier stammender Lebensmittel erlassen worden.

Summary

Ruoff, U., Walte, H.-G., Teufel, P., Blüthgen, A.: **Transfer of organochlorine environmental contaminants from feedstuff into the milk, and countermeasures by the instruments of feedsafety.** Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **59** (1) 5-54 (2007)

06 Environmental contaminants (chlorinated condiments, carry over, feed safety, food safety, consumer protection)

The inclusion of feedstuff for food producing livestock into the production chain of milk, meat, eggs, and fishes from fish farming has elevated feed safety and feed hygiene on a level, equal to that applicable for food. Under the view of the real production chain especially those substances are of high concern, which are passed through the food chain from link to link without significant degradation but are even biologically concentrated. These substances belong to the PBT class of environmental chemicals, meaning that they are persistent, bioaccumulating and toxic. Predominant representatives are the polychlorinated biphenyls (PCBs), the polychlorinated dibenzodioxins and furans (PCDD/Fs) and the abandoned pesticides from DDT type and similar. A common feature of the substances mentioned is their aromatic structure with different degrees of chlorination and their extraordinary resistance against degradation. The contamination of feed occurs mainly through aerosols and soil particles. The concentrations observed in feed dry matter are in the order of 0.5 to 2 µg/kg for the PCBs, up to 100 pg toxic equivalents/kg for PCDD/Fs and dioxin like PCBs (dlPCBs), and in the order of 100 ng/kg for the abandoned pesticides on the basis of the mean values observed. The carry over into milk fat depends on the substances and can reach 60 % of the dose ingested for PCBs, 20 to 25 % for the environmental pattern of the PCDD/Fs, and 5 to 60 % for the abandoned pesticides. According to the transfer rates milk fat is contaminated between 1 and approximately 7 µg/kg for PCBs and chlorinated pesticides, but just .4 ng toxic equivalents/kg for the PCDD/Fs. No exceeding of the maximum limits has been observed within the last years in the region under study. The protection of the consumer against health impacts by undesired substances is ensured by tolerable daily doses on the basis of evaluations through the World Health Organization as well as by maximum concentrations ordinances for feed and food by the legislative bodies. A far going and sustained minimization or even total suppression of feed and food contamination by environmental chemicals is performed by recent ordinances focusing on emission control and feed hygiene.

Résumé

Ruoff, U., Walte, H.-G., Teufel, P., Blüthgen, A.: **Entrée de polluants de l'environnement chloro-organiques en provenance d'aliments pour animaux dans le lait et les contre-mesures possibles dans le domaine de la sécurité des aliments pour animaux.** Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **59** (1) 5-54 (2007)

06 Polluants de l'environnement (aromates chlorés, carry over, sécurité des aliments pour animaux, sécurité des produits alimentaires, protection du consommateur)

L'inclusion des fourrages servant à la production d'aliments dans la chaîne de production lait, viande, œufs et poissons de l'aquaculture a relevé le niveau de sécurité et d'hygiène des fourrages à celui des produits alimentaires. Surtout en considérant la

chaîne de production réelle, les substances sont d'un intérêt particulier du point de vue de l'hygiène des fourrages et aliments qui, après leur entrée dans le premier maillon de cette chaîne, notamment l'écosystème agricole, restent, lors de la transmission de l'énergie alimentaire au prochain maillon, pratiquement inchangées dans leur nature et sont, en surplus, encore biologiquement concentrées. La Commission des Communautés européennes classe ces liaisons comme des substances PBT ayant les caractéristiques suivantes: persistance, bio-accumulation et toxicité. Des représentants prééminents de ce groupe de substances sont les biphényles polychlorés (PCB), les dibenzo-p-dioxines polichlorés et -furanes (PCDD/F) ainsi que les résidus de pesticides (DDT entre autres). Commun à tous est leur nature chimique en tant que systèmes aromatiques de degré différent de chloruration ainsi que la grande résistance contre des procédés de dégradation biotiques et abiotiques. La contamination des fourrages a lieu principalement en surface par des aérosols ou des particules de sol. Selon le règlement sur les teneurs maximales de polluants, la concentration moyenne pour les PCB dans la matière sèche des fourrages se situe entre 0,5 et environ 2 µg PCB/kg. Les PCDD/F et les PCB apparentés aux dioxines atteignent, après être converties dans leurs équivalents toxiques (TEQ), des concentrations en-dessous de 100 pg TEQ/kg en considérant la valeur médiane. Néanmoins les fourrages individuels peuvent être pollués davantage que les fourrages mixtes. La quantité restante des résidus de pesticides dans les échantillons examinés de fourrage et de son est en moyenne à peu près 100 ng/kg dans les deux substrats. Le carry-over (passage) dans le lait est relativement élevé pour les congénères des résidus de biphényles polychlorés et peut atteindre jusqu'à 60 % de la dose journalière absorbée dans la graisse de lait. Pour les PCDD/F, il se situe entre 20 et 25 %. Pour les résidus de pesticides, des études sur des expérimentations animales ont révélé des taux de transfert dans la matière grasse du lait se situant entre 5 et 60 %, selon le type de molécules. Selon les taux du transfert, la contamination constatée de la matière grasse du lait s'exprime en picogramme-/kg et microgramme/kg. Pour les résidus de pesticides et les PCB les valeurs maximales observées se situent entre 1 et 7 µg/kg /matière grasse de lait. Les équivalents toxiques des PCDD/F atteignent en moyenne 0,2, au maximum 0,4 pg/g. Depuis des années, des dépassements des valeurs maximales n'ont plus été enregistrés. D'une part, les doses journalières admissibles servent à la protection du consommateur conformément aux réexamens par les instances spécialisées de l'Organisation mondiale de la santé. D'autre part, le législateur national et européen a établi des normes pour la quantité maximale des pesticides dans les aliments pour l'homme et l'animal comme instrument protecteur ultime lors de la mise en circulation des produits. En outre, des règlements importants à long terme et durables pour limiter ou même supprimer l'apport de polluants dans la chaîne de production ont été adoptés.