



Allgemeine Hintergrundinformationen zu Dioxinen und PCB

Vielzahl von Substanzen und deren gemeinsame Bewertung

Zum Verständnis der Untersuchungsergebnisse soll die Anzahl von nachzuweisenden Substanzen und deren zusammenfassende Bewertung erläutert werden. Bei Untersuchungen auf "Dioxine" ist auf mögliche Gehalte an **polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen** (abgekürzt PCDD) und **polychlorierten Dibenzofuranen** (abgekürzt PCDF) zu prüfen. Es existieren 75 verschiedene PCDD-Verbindungen ("Kongeneren") und 135 verschiedene PCDF-Kongeneren, so dass unter dem Oberbegriff "Dioxine" insgesamt 210 Einzelverbindungen zusammengefasst werden. Hiervon weisen 17 Kongeneren die als besonders kritisch eingestufte Substitution mit Chloratomen in 2,3,7,8-Stellung auf. Unter toxikologischen Gesichtspunkten wird das 2,3,7,8-Tetrachlor-dibenzodioxin (TCDD) als die Substanz eingestuft, die das größte Gefährdungspotential aufweist. Dieses Kongener wurde als "Seveso-Gift" bekannt.

Entscheidend für die Beurteilung des Gefährdungspotentials ist ein Summenparameter, der die Summe PCDD/F als Toxizitätsäquivalente (TEQ) berechnet angibt. Dieser Abschätzung liegt der Gedanke zugrunde, die für die verschiedenen PCDD und PCDF bestimmten Gehalte durch Multiplikation mit individuell ermittelten **Toxizitätsäquivalenzfaktoren (TEF)** durch einen Wert auszudrücken, der die "relative Giftigkeit" in Bezug auf das 2,3,7,8-TCDD widerspiegelt.

Früher war national die Verwendung von Toxizitätsäquivalenten üblich, die vom Bundesgesundheitsamt und Umweltbundesamt vorgeschlagen worden waren (BGA-TEQ). International haben sich zunächst die 1988 von einer NATO/CCMS-Arbeitsgruppe vorgeschlagenen TEF ("**I-TEF**", "**internationale TEF**") durchgesetzt. Die mit diesen Faktoren berechneten Summenparameter werden von uns als "**I-TEQ**" bezeichnet. 1997 wurden diese TEF von einer Weltgesundheitsorganisation (WHO)-Arbeitsgruppe überarbeitet; die dort abgeleiteten **WHO-TEF** sind inzwischen international anerkannt und verbreitet. Die so berechneten Ergebnisse werden als **WHO-TEQ (1997)** angegeben.

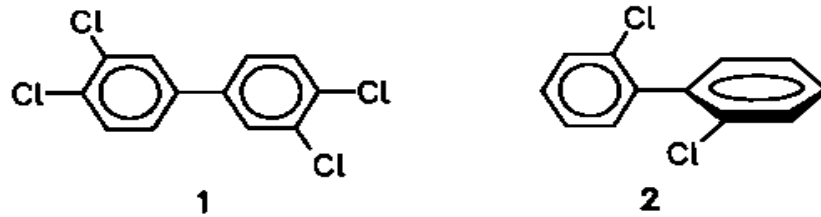
Dioxinähnliche Verbindungen: nicht-ortho- („koplanare“) und mono-ortho-substituierte PCB

Dioxin-ähnliche Verbindungen weisen ähnliche Struktur-Wirkungsbeziehungen auf wie 2,3,7,8-TCDD, das als Seveso-Dioxin bekannt wurde. Dazu gehören unter anderem bestimmte polychlorierte Biphenyle (PCB), bei denen 3 Gruppen unterschieden werden:

- PCB ohne Chlorsubstitution in ortho-Position („**non-ortho PCB**“, „**koplanare PCB**“). Weil hier die zur Ringknüpfung benachbarten ortho-Positionen nicht substituiert sind, liegen die beiden Ringe fast in derselben Ebene (coplanare Konformation).
- PCB mit einfacher Chlorsubstitution in ortho-Position („**mono-ortho PCB**“).
- Bei ortho-substituierten PCB-Kongeneren mit Chloratomen in der 2- und/oder 6-Position („**di-ortho PCB**“) sind die Phenylringe bis maximal 90 ° gegeneinander verdreht.



Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Freiburg



Graphik: Strukturformeln der ebenen, koplanaren Konformation von non-ortho PCB (1) und der „verdrehten“, gewinkelten Konformation von di-ortho PCB (2)

Ein Expertengremium unter Leitung der WHO hat für vier non-ortho PCB und acht mono-ortho PCB Toxizitätsäquivalenzfaktoren (TEF) vorgeschlagen, mit denen die ermittelten Gehalte in Dioxinäquivalente umgerechnet werden können. Dabei weisen zwei non-ortho PCB mit TEF von 0,1 (PCB 126) bzw. 0,01 (PCB 169) die größte Analogie zum 2,3,7,8-TCDD auf. Im Vergleich dazu liegen die TEF für die beiden non-ortho PCB 77 und PCB 81 sowie für die mono-ortho PCB (PCB 105, PCB 114, PCB 118, PCB 123, PCB 156, PCB 157, PCB 167 und PCB 189) zwischen 0,00001 und 0,005. Diese vier non-ortho und acht mono-ortho PCB werden auch als „**dioxin-ähnliche PCB**“ bezeichnet.

Da dioxin-ähnliche PCB gleiche Wirkungen wie die „eigentlichen“ Dioxine (PCDD/F) haben, werden diese Verbindungen zusammengefasst: Die mit PCB-Toxizitätsäquivalenzfaktoren berechneten Toxizitätsäquivalente aus PCB-Anteilen werden als **WHO-PCB-TEQ** bezeichnet. Sie werden zu den Toxizitätsäquivalenten addiert, die sich aus dem Anteil an „Dioxinen“ (PCDD/F) ergeben, und geben dann zusammen mit diesen **WHO-PCDD/F-TEQ** den **Gesamt-WHO-TEQ**.

Als mengenmäßig wichtigste PCB-Kongenerere treten in Lebensmitteln und Futtermitteln hauptsächlich di-ortho PCB wie PCB 138, PCB 153 und PCB 180 auf, die jedoch keine dioxin-ähnlichen Eigenschaften haben. Zusammen mit PCB 28, PCB 52 und PCB 101 werden diese auch als „**Indikator-PCB**“ oder „Marker-PCB“ bezeichnet. Höchstmengenregelungen für die Summe dieser sechs Indikator-PCB für Lebensmittel werden momentan auf EU-Ebene diskutiert.

Gesundheitliche Beurteilung

Die WHO hielt lange Zeit eine tägliche Aufnahme von 10 pg I-TEQ/kg Körpergewicht und Tag für vertretbar. 1998 hat die WHO in einer Neubewertung diesen Richtwert deutlich herabgesetzt. Zwei weitere bedeutende wissenschaftliche Neubewertungen der duldbaren Aufnahme wurden im Jahr 2001 durchgeführt, die seither als Maßstab für Bewertungen gelten:

- Der wissenschaftliche Lebensmittelausschuß (Scientific Committee on Food, SCF) leitete für die Europäischen Kommission im Mai 2001 eine duldbare Aufnahme von 14 pg WHO-TEQ/kg Körpergewicht/Woche ab. Diese Aufnahme umfasst Dioxine und dioxin-ähnliche PCB. Dabei wies SCF ausdrücklich darauf hin, dass bei einer durchschnittlichen täglichen Aufnahme in europäischen Ländern mit 1,2 bis 3,0 pg WHO-TEQ/kg KGW/Tag ein beträchtlicher Teil der Bevölkerung diese empfohlene Aufnahme überschreitet. Daraus wurde die Schlussfolgerung gezogen, dass es auch zukünftig notwendig ist, sich kontinuierlich um eine Verminderung des Eintrages von Dioxinen und dioxinähnlichen Verbindungen zu bemühen und „risk reduction strategies“ zu verfolgen.



Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Freiburg

- Das Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) leitete im Juni 2001 für die „Food and Agriculture Organization of the United Nations“ (FAO) und „World Health Organization“ (WHO) als Grundlage für internationale Harmonisierungen eine duldbare monatliche Aufnahme von 70 pg WHO-TEQ/kg KGW ab. Weltweite Abschätzungen der täglichen Aufnahme zeigen, dass dieser Bereich von einem beträchtlichen Teil der Bevölkerung überschritten wird.

Massnahmen der EU

Auf der Grundlage dieser übereinstimmenden toxikologischen Neubewertungen entwickelte die Kommission eine **Strategie zur Reduktion der Dioxingehalte in der Nahrungskette** (vorgestellt im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 17.11.2001, C322). Die Europäische Kommission begründete die Notwendigkeit unter anderem damit, dass die toxischen Eigenschaften unterschätzt worden zu sein scheinen. Ein weiterer Punkt der Begründung war ferner die Erkenntnis, dass Maßnahmen zur Begrenzung von Dioxinfreisetzung zwar zu einer beträchtlichen Verringerung der Aufnahme dieser Verbindungen geführt haben, diese Tendenz aber seit 1995 nachließ und danach sogar leicht ansteigende Werte beobachtet wurden.

Zur Verringerung des Vorkommens von Dioxinen und PCB in Lebensmitteln und Futtermitteln verfolgte die Kommission eine Strategie, die sich bei **legislativen Maßnahmen auf drei Säulen** stützt:

- die Festlegung von Höchstmengen für Lebensmittel (VO (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006) und Futtermittel (Richtlinie 2006/13/EG des Rates vom 03. Februar 2006) auf einem niedrigen, aber praktikablen Niveau;
- die Festlegung von Werten, die bei höheren als erwünschten Dioxinwerten in Lebens- und Futtermitteln „Frühwarnungen“ auslösen (Empfehlung der Kommission vom 6. Februar 2006 bzw. Richtlinie 2006/13/EG des Rates vom 03. Februar 2006);
- die Festlegung von Zielwerten, die erreicht werden müssen, damit die Exposition der großen Mehrheit der europäischen Bevölkerung in die durch die Wissenschaftlichen Ausschüsse empfohlenen Grenzen gebracht wird (Empfehlung der Kommission vom 6. Februar 2006).

Die Höchstgehalte wurden somit auf einem Niveau festgelegt, dass der weitaus größte Teil der Lebensmittel und Futtermittel, der die übliche Hintergrundbelastung aufweist, verkehrsfähig ist, aber deutlich erhöhte Belastungen aus speziellen Kontaminationen verfolgt werden können. Ausschließlich auf der Festsetzung von Höchstgehalten basierende Maßnahmen würden die Dioxinexposition nicht ausreichend reduzieren. Daher sind die drei Säulen der legislativen Maßnahmen nur im Verbund und zusammen mit Maßnahmen zur Emissionssenkung geeignet, die Exposition zu verringern.

Seit November 2006 gelten Höchstgehalte nicht nur für Dioxine, sondern auch für den Gesamt-TEQ-Gehalt (als Summe der Toxizitätsäquivalente von Dioxinen und dioxinähnlichen PCB). Zusätzlich zu den bestehenden Auslösewerten für Dioxine sind separate Auslösewerte für dioxinähnliche PCB in Kraft getreten.

Maßeinheiten:

$$1 \text{ pg} = 10^{-12} \text{ g}$$

$$1 \text{ ng} = 1000 \text{ pg} = 10^{-9} \text{ g}$$

$$1 \text{ pg/kg} = 1 \text{ ppq}$$

$$1 \text{ ng/kg} = 1 \text{ pg/g} = 1 \text{ ppt}$$