

# Lindan

(4.1.2 u./o. 4.1.3)

## 1. Chemie und Anwendungsgebiete

Lindan ist ein Produkt, in dem das g-Isomer des Hexachlorcyclohexans (HCH, ein monocyclischer chlorierter Kohlenwasserstoff mit der Summenformel  $C_6H_6Cl_6$ ) zu mindestens 99 % enthalten ist. Technisches HCH enthält neben einer Reihe unwirksamer Isomere (65 bis 70 % a-HCH, 10 % b-HCH, 7 % d-HCH) zu etwa 15 % das g-Isomer; nur dieses ist insektizid wirksam. Lindan ist schlecht in Wasser löslich, jedoch leicht in organischen Lösungsmitteln wie Aceton oder aromatischen und chlorierten Lösungsmitteln. Die Herstellung von technischem HCH ist seit 1988 in der Bundesrepublik Deutschland verboten.

Lindan ist ein weitverbreitetes Kontaktinsektizid. Es wird etwa seit 1945 im Haushalt und Hausgarten (gegen Ameisen, Schaben, Flöhe, Milben, Läuse, z. B. Ameisenfrei®), zum Textilschutz (z. B. Rinal Mottenhexe® zur Mottenbekämpfung im Kleiderschrank), in der Veterinärmedizin (z. B. Dermakulin®) und zur äußerlichen Anwendung beim Menschen (z. B. Jacutin®) eingesetzt. In den meisten Holzschutzmitteln war es bis zur Mitte der achtziger Jahre in einer Konzentration von 0,5 bis 2 % enthalten.

Heute wird Lindan als Pflanzenschutzmittel nur noch bei spezifischer Indikation im Forstbereich eingesetzt. In Holzschutzmitteln, die vom Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BGVV) im Rahmen des Prüfzeichenverfahrens beim Deutschen Institut für Bautechnik und im RAL-Gütezeichenverfahren für Holzschutzmittel bei der Gütegemeinschaft Holzschutzmittel e. V. in Frankfurt geprüft werden, ist Lindan nicht mehr enthalten. In der Humanmedizin dient es weiterhin als aktives Agens in Pudern, Gels und Salben zur Behandlung von Milben (z. B. die Krätzmilbe), Kopf- und Filzläusen (z. B. wird bei der Behandlung von Krätze=Scabies Jacutin® eingesetzt; dieses enthält 0,3 g Lindan in 100 g). Als medikamentöse Alternative stehen nur toxikologisch ebenfalls nicht unbedenkliche Insektizide zur Verfügung.

## 2. Belastungspfade

Das Verhalten in der Umwelt der einzelnen HCH-Isomere wird durch deren unterschiedlichen Lipophiliegrad und Abbaubarkeit bestimmt: Das Potential zur Anreicherung in den Umweltmedien ist beim b-Hexachlorcyclohexan am höchsten und nimmt über das a-, g- und d-HCH ab. Die Halbwertszeit im Boden beträgt für b-HCH 8 bis 10 Jahre, für a- und g-HCH (Lindan) über ein Jahr. Außer über die Bindung an organisches Material im Boden kann Lindan auch mit dem Regen oder durch künstliche Bewässerung ins Grundwasser transportiert werden.

Der Boden ist die Hauptexpositionsquelle für die HCH-Aufnahme durch Tiere und Pflanzen. Den weitaus größten Anteil (> 85 %) an der Lindanbelastung des Menschen haben Nahrungsmittel, insbesondere tierischen Ursprungs. In tierischem Gewebe reichert sich Lindan aufgrund seiner hohen Fettlöslichkeit und Stabilität in der Fettkomponente an. Davon tragen Milch und Milchprodukte zu etwa 10 bis 15 % bei. Auch die Muttermilch kann mit HCH-Isomeren belastet sein (Mittelwerte 1994: b-HCH 0,044 mg/kg und  $\mu$ -HCH 0,01 mg/kg Fett, siehe dazu auch Informationspapier "Schadstoffbelastung der Muttermilch"); die Tendenz der Belastung ist fallend (1980 wurden für b-HCH noch 0,4 und für  $\mu$ -HCH 0,06 mg/kg Fett im Mittel gemessen).

Lindan wird vom Menschen zu über 90 % mit der Nahrung aufgenommen, die durchschnittliche tägliche Aufnahme liegt bei <1 - 5  $\mu$ g pro Tag, also etwa 0,2 % vom ADI-Wert (0,008 mg/kg Tag). Die Resorption erfolgt rasch und annähernd vollständig über den Magen-Darm-Trakt. Nach einer schnellen und fast vollständigen Metabolisierung zu insbesondere chlorierten Phenolen wird ein kleiner Teil noch fast unverändert mit dem Urin ausgeschieden. Die mittlere Halbwertszeit für den Abbau von Lindan beträgt 9 bis 12 Tage, bei kurzfristiger Exposition wurde eine Halbwertszeit von etwa 20 Stunden nachgewiesen

Die in Holz und Staub gefundenen Konzentrationen an Lindan liegen im allgemeinen wesentlich niedriger als bei PCP. Das Verdunstungsverhalten von Lindan aus Holz läßt sehr geringe Lindankonzentrationen in der Raumluft erwarten (siehe Tab. 1).

### 3. Richtwerte

Tab. 1: Einige Grenz-, Leit- und Richtwerte für die Lindankonzentration in verschiedenen Medien

	festgelegt/empfohlen von	
MAK-Wert (maximale Arbeitsplatz-Konzentration)	Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der DFG	0,5 mg/m <sup>3</sup>
BAT-Wert (Biologische Arbeitsstoff-Toleranz-Werte)		0,02 mg/l im Blut 0,025 mg/l im Plasma/Serum
ADI-Wert (acceptable daily intake)	Weltgesundheitsorganisation (WHO, 1989)	0,008 mg/kg Körpergewicht
DTA-Wert (duldbare tägliche Aufnahme)	Bundesgesundheitsamt (BGA, 1992)	0,005 mg/kg Körpergewicht
Richtwert in der Innenraumluft*	WHO und BGA (1989)	0,001 mg/m <sup>3</sup>
Trinkwasser-Leitwert	WHO	0,002 mg/l
Höchstmenge in Fisch und Krustentieren und in Schaffleisch	Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz	2,0 mg/kg Fett
Höchstmenge in sonstigen tierischen Lebensmittel	Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz	1,0 mg/kg Fett
Höchstmenge in Milch und Milchprodukten	Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz	0,2 mg/kg Fett
Höchstmenge in Eiern und Eiprodukten	Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz	0,1 mg/kg Ei (ohne Schale)

\* Bei einer dauerhaften Überschreitung einer Raumluftkonzentration von 1 µg Lindan pro m<sup>3</sup> Luft wird empfohlen, expositions mindernde Maßnahmen zu ergreifen.

Tab. 2: Referenz- /Richtwerte für Lindan (nach: Mohr, 1994)

Holz	bis 2 mg/kg	unbehandelte Hölzer
	ab ca. 100 bis einige 1000 mg/kg	HSM (PCP/Lindan)-belastete Hölzer
Hausstaub	bis 2 mg/kg	Lindan-unbelastete Wohnung
(Feinstaub)	2 bis 4 mg/kg	Belastung leicht erhöht, Lindan-Anwendung wahrscheinlich, aber nicht eindeutig
	über 4 mg/kg	zurückliegende Verwendung von Lindan eindeutig
Innenraumluft	bis 0,1 µg/m <sup>3</sup>	zurückliegende Verwendung von Lindan unwahrscheinlich
	über 0,1 µg/m <sup>3</sup>	zurückliegende Verwendung von Lindan wahrscheinlich
	über 1 µg/m <sup>3</sup>	Überschreitung des "Interventionswertes" des bga

#### 4. Toxikologie

In hohen Dosen wirkt Lindan neurotoxisch. Die Symptomatik der akuten Toxizität für Menschen entspricht der anderer chlorierter zyklischer Kohlenwasserstoffe. Akute Vergiftungen treten nur bei unsachgemäßer Handhabung im direkten Umgang mit der Substanz auf. Die Vergiftungen äußern sich in Störungen des zentralen und peripheren Nervensystems, die sich durch Übelkeit, Kopfschmerz, Erbrechen, Schwindel, Zittern und Unruhe bis hin zu Krämpfen bemerkbar machen. Die krampfauslösende Dosis wird beim Menschen auf 10 bis 20 mg/kg Körpergewicht, also mehr als das 10.000-fache des ADI-Wertes, geschätzt.

Chronische Lindanvergiftungen äußern sich in einer Aktivitätssteigerung von Leberenzymen, in einer (weitgehend reversiblen) Lebervergrößerung, motorischen Störungen und einer Degeneration des Nervensystems. Bei intensivem HCH-Kontakt wurden Knochenmarksschädigungen beobachtet, die häufig Anämien (Blutarmut) zur Folge hatten.

Lindan zeigt weder teratogene (fruchtschädigende) noch mutagene Wirkungen; in Langzeitfütterungsversuchen mit bestimmten Mäusestämmen wurden Lebertumore induziert, jedoch nicht bei Ratten.

#### Literatur:

Abel-Lorenz, E. und Schiller, T. (1995): Produktbezogener Umweltschutz - Umweltrechtliche Regelungen des Bundes. In: Z. Umweltchem. Ökotox. 7 (6), S. 359-364

Appel, K. (1996): Zur Bewertung von Lindan im nicht-agrarischen Bereich. - Unveröff. Manuskript für BgVV-Jahresbericht 1996. Berlin

Bremer Umwelt Institut e. V. (Hrsg., 1988): Gift im Holz.

Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BGVV, Hrsg., 1997): Positivliste für Holzschutzmittelwirkstoffe und mündliche Mitteilungen

Hermann, J. (1995): Gibt es Alternativen zur Behandlung von Kopflausbefall mit handelsüblichen Arzneimitteln (Wirkstoffe Lindan, Pyethrum, Pyrethroide u. ä.) unter besonderer Berücksichtigung arztärztlicher Belange? In: Umweltmedizinischer Informationsdienst (UMID) 3/95 des Umweltbundesamtes, Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene. S. 37-38

Liebl, B. et al. (1995): Beurteilung von Holzschutzmittelbelastungen in Innenräumen. In: Gesundh.-Wes. 57, S. 476-488

Marquart, H. und Schäfer, S. (Hrsg., 1994): Lehrbuch der Toxikologie. Verschiedene Kapitel. BI-Wissenschafts-Verlag Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich

Mohr, S. (1994): Schadstoffbelastung von Innenräumen mit organischen Verbindungen. In: Innenraumlufte. Seminar der Zentralen Informationsstelle/Umweltberatung Bayern. Band 2, GSF-Bericht 05/94, München-Neuherberg

Moll, W. L. H. (Hrsg., 1987): Taschenbuch für den Umweltschutz, Bd. IV: Chemikalien in der Umwelt. Ausgewählte Stoffe. Kap. 17.5.2. Lindan. Ernst Reinhardt Verlag München Basel

Reifenstein, H., Appel, K. (1979): Zur DDT- und Lindan-Belastung nach Holzschutzmaßnahmen in den neuen Bundesländern. Unveröff. Manuskript für BgVV-Jahresbericht 1996. Berlin

Rumack, B. und Lovejoy, H. (1991): Clinical Toxicology. In: Toxicology. The Basic Science of Poisons. 4. Auflage. Hrsgg. von Amdur, M. et al. Pergamon Press New York, Oxford, Frankfurt

Wolff, Th. (1994): Toxikologie der Holzschutzmittel: Kenntnisstand und ungelöste Probleme. In: Mücke, W. (Hrsg.): Holzschutzmittel - Toxikologie und Technik. Projektgruppe Umwelt und Gesundheit, München

World Health Organization (Hrsg., 1991): Lindane. Environmental Health Criteria 124. International Programme on Chemical Safety. Genf

Verfasserin: Barbara Kohmanns  
Stand: März 1997

---

© Bayerisches Landesamt für Umwelt, Referat 12 - Infozentrum UmweltWissen, E-Mail: [umweltwissen@lfu.bayern.de](mailto:umweltwissen@lfu.bayern.de)

Das Projekt Infozentrum UmweltWissen (früher Umweltberatung Bayern) hat seit 1992 Publikationen veröffentlicht. Seit 2003 werden die Publikationen vom Bayerischen Landesamt für Umwelt herausgegeben. Dieser Beitrag konnte bisher noch nicht überarbeitet werden. Er stellt daher nicht notwendigerweise und in jedem Fall die Haltung des Bayerischen Landesamtes für Umwelt dar.