



Gefahren durch hormonell wirksame Pestizide und Biozide

Schadstoffe in Lebensmitteln, Garten und Haus



Impressum

Herausgeber: WWF Deutschland, Frankfurt am Main, Stand Mai 2002, 1. Auflage: 2000

Koordination: WWF-Fachbereich Meere und Küsten, Bremen

Autorinnen: Susanne Smolka und Patricia Cameron

Wissenschaftliche Beratung: Imme Klencke und Michael Ruhnau (Verein für Umwelt- und Arbeitsschutz (VUA) e.V., Bremen)

V.i.S.d.P.: Patricia Cameron

Schlussredaktion: Patricia Cameron

Druck: Meiners Druck OHG, Bremen

Bildquelle: Ralf Wittke, Flux-Design, Bremen

© Text (2002) WWF Deutschland, Frankfurt am Main.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers.

Umschlag und Inhalt gedruckt auf 100% Recycling-Papier.

Diese Broschüre wurde gefördert aus Mitteln des Senators für Bau und Umwelt der Freien Hansestadt Bremen

Inhalt

Einleitung.....	4
1. Die hormonähnliche Wirkung von Chemikalien	5
1.1 Störungen des Hormonsystems durch Umweltchemikalien	5
1.2 Die Wirkung hormoneller Schadstoffe auf Menschen und Tiere	6
2. Hormonell wirksame Pestizide und Biozide	8
2.1 Begriffserklärung und rechtliche Regelungen.....	8
2.2 Hormonell wirksame Pestizide und Biozide.....	9
2.3 Einsatzgebiete und Belastungspfade.....	12
Pestizide in Lebensmitteln	12
Pestizide im Haus- und Kleingarten	13
Biozide im Wohnraum	14
3. Beispiele hormonell wirksamer Pestizide und Biozide	16
3.1 Vinclozolin	16
3.2 Diuron	18
3.3 Pyrethroide	22
3.4 Lindan	25
4. Was tun?	29
4.1 Forderungen an Politik und Wirtschaft.....	29
4.2 Tipps für VerbraucherInnen.....	31
5. Zusammenfassung	34
6. Literatur	36
Anhang.....	42
I: Wirkungsweise von Hormonen und deren Störung durch Chemikalien	42
II: Biozid-Produktarten	42



Einleitung

Hormonähnliche Wirkungen bestimmter Chemikalien auf verschiedene Tierarten werden seit Jahren in der ganzen Welt beobachtet. Eine Reihe von Stoffen stehen im Verdacht, in das Hormonsystem einzugreifen und dieses zu verändern. Missbildungen, Unfruchtbarkeit, Immunstörungen oder Verhaltensänderungen können die Folge sein.

Viele der hormonellen Schadstoffe lassen sich heute in der Umwelt finden, sogar in fernen Meeresregionen. Dabei stellen vor allem die Stoffeinträge ein Problem dar, die aus verstreuten Quellen stammen und über die Gewässer und die Luft in die Meeresumwelt gelangen.

Der WWF hat in zahlreichen Publikationen auf die Risiken für die Meeresumwelt, aber auch für VerbraucherInnen hingewiesen. Mit dieser Broschüre soll über hormonähnliche

Stoffe informiert werden, die als Pestizid- und Biozidwirkstoffe in verschiedensten Produkten enthalten sind, um Menschen, Pflanzen, Haustiere oder Gebrauchsgegenstände vor unerwünschten Organismen zu schützen. Sie werden entweder direkt im Freien angewendet (Pestizide auf Feldern und Gärten) oder im Wohnraum (Biozide, z.B. in Haushaltsinsektiziden oder Holzschutzmitteln) eingesetzt. Mensch und Umwelt kommen somit durch unterschiedlichste Anwendungen und über verschiedene Belastungswege mit diesen Stoffen in Kontakt.

Diese Broschüre soll dabei helfen, die Gefahren für Mensch und Natur durch hormonell wirksame Pestizide und Biozide zu verstehen, informiert über den Stand der rechtlichen Regelungen und zeigt Wege auf, wie das Risiko für die menschliche Gesundheit und die Umwelt vermindert werden kann.



1. Die hormonähnliche Wirkung von Chemikalien

1.1 Störungen des Hormonsystems durch Umweltchemikalien

Hormone besitzen eine zentrale und essentielle Bedeutung für die Steuerung und die Aufrechterhaltung der lebensnotwendigen Funktionen im Körper. Als Botenstoffe steuern sie in einem komplexen Zusammenwirken die Entwicklung und die Funktionen der Fortpflanzungsorgane, die des Gehirns und des Immunsystems. Die Bildung, der Abbau, der Transport und das Zusammenwirken der Hormone wird durch das Hormonsystem reguliert, das sich aus dem Zentralnervensystem, verschiedenen Körperdrüsen und den jeweiligen durch die Hormone gesteuerten Organen zusammensetzt.

Bestimmte vom Menschen künstlich hergestellte (anthropogene) Chemikalien ähneln in ihrem chemischen Aufbau den Hormonen und können als körperfremde Substanzen in das Hormonsystem und somit in die zentralen Körperfunktionen von Mensch und Tier eingreifen. Sie werden als hormonell oder endokrin wirksame Chemikalien bezeichnet. Aus den verschiedenen Definitionen unterstützt der WWF eine Formulierung (s. Kasten) der amerikanischen Umweltschutzbehörde (US EPA, 1997, in WWF, 1998).

Eine endokrin oder hormonell wirksame Umweltchemikalie ist ein von außen zugeführter Stoff, der in Synthese, Ausscheidung, Transport, Bindung, Wirkung oder Eliminierung von natürlichen Hormonen im Körper eingreift, die für die Aufrechterhaltung des hormonellen Gleichgewichts, die Fortpflanzung, die Entwicklung und/oder das Verhalten verantwortlich sind.

So komplex und vielfältig wie Hormone auf die Entwicklungsvorgänge und die Körperfunktionen im Organismus einwirken, so vielfältig können auch die Störungen durch hormonell wirksame Chemikalien sein. Sie können wie körpereigene Hormone, z.B. wie das männliche Sexualhormon Androgen oder

das weibliche Östrogen fungieren, so dass hormonelle Wirkungen verstärkt oder blockiert werden. Sie können auch indirekt wirken und den Auf- und Abbau der körpereigenen Hormone blockieren oder verändern, so dass eine Hormongruppe vermehrt ausgeschüttet wird, während die andere zu wenig gebildet wird (s. Anhang I).

Hormonell wirksame Umweltchemikalien können das Zusammenwirken von Hormonsystem, Organen und Stoffwechsel nachhaltig verändern und unterschiedliche Störungen verursachen:

- Missbildungen der Fortpflanzungsorgane können zu verminderter Fruchtbarkeit führen;
- Veränderungen im Immunsystem können eine erhöhte Krankheitsanfälligkeit hervorrufen;
- Veränderungen im Gehirn können Verhaltensänderungen auslösen und verschiedenste Stoffwechselfvorgänge verändern oder verhindern;
- Veränderungen im Hormonspiegel können die Entstehung bestimmter Krebsarten fördern.

Der Zeitpunkt, die Konzentration und die Dauer der Belastung mit hormonellen Substanzen entscheiden mit über die Ausprägung der Folgen. Grundsätzlich können hormonelle Chemikalien, wie auch die körpereigenen Hormone, schon in sehr niedrigen Konzentrationen Veränderungen auslösen. Besonders gravierend sind Belastungen mit hormonell wirksamen Chemikalien während der embryonalen Entwicklung oder im frühen Kindesalter, denn das Hormonsystem ist in diesem Zeitabschnitt für die Regulierung wichtiger physiologischer und morphologischer Entwicklungsprozesse verantwortlich. In einer frühen Entwicklungsphase werden die Geschlechtsorgane, das Gehirn und die Funktionsfähigkeit des Immunsystems ausgebildet. Die sensible Phase der Entwicklung des Gehirns und des Zentralnervensystems erstreckt sich vom dritten Schwangerschaftsmonat bis zum zweiten Lebensjahr (Eriksson et al., 1998). Föten und Säuglinge

reagieren daher besonders empfindlich auf derartige Störungen, die sich in bleibenden Schäden manifestieren können.

Auf der Basis zahlreicher Datenquellen aus Forschung, Behörden und Umweltschutzorganisationen hat die Europäische Kommission eine Liste mit 564 chemischen Stoffen erstellt, die aufgrund wissenschaftlicher Untersuchungen im Verdacht stehen, hormonell wirksam zu sein (European Commission, 2000).

Chemikalien, die eine hormonelle Wirksamkeit besitzen, werden in unterschiedlichsten Anwendungsbereichen eingesetzt oder stammen aus Produktions- und Abbauprozessen:

- Abbauprodukte von Tensiden aus Reinigungsmitteln: z.B. Octyl- und Nonylphenol;
- Nebenprodukte der industriellen Produktion oder aus Verbrennungsprozessen: z.B. Dioxine, Teerstoffe;
- Zusatzstoffe in Kunststoffen: z.B. bestimmte bromierte Flammenschutzmittel, Phthalate (Weichmacher) und Organozinnverbindungen,
- Pestizide und Biozide: z.B. Lindan, Linuron, Vinclozolin oder DDT und seine Abbauprodukte.

1.2 Die Wirkung hormoneller Schadstoffe auf Menschen und Tiere

Eine Reihe gesundheitlicher Probleme, die in den letzten Jahrzehnten bei der Bevölkerung der westlichen Welt beobachtet wurden, können mit dem Gebrauch von hormonell wirksamen Chemikalien in Verbindung stehen. Es wird beispielsweise eine verminderte Fruchtbarkeit, d.h. sinkende Spermienzahlen von etwa 2% pro Jahr (Gies et al., 2001), eine steigende Fehlentwicklung der Hoden und ein verstärktes Auftreten von Funktionsstörungen der Eierstöcke sowie Endometriose (Zellwucherungen am Eierstock) festgestellt. Auch für Fehlsteuerungen von Schilddrüsenhormonen und die Zunahme von Brust-, Prostata- und Hodenkrebs können hormonelle

Stoffe mit verantwortlich sein. (WWF, 1997a; 1999a).

Beispielsweise kann die Entwicklung von Brustkrebs vom körpereigenen Östrogen beeinflusst werden und hormonelle Fehlsteuerungen während der Entwicklung der Geschlechtsorgane können zum späteren Auftreten von Brustkrebs beitragen (Lilienblum, 1997).

Die Herleitung des Zusammenhangs zwischen einer konkreten Erkrankung und der hormonellen Wirkung einer bestimmten Chemikalie ist jedoch grundsätzlich schwierig, da

- eine Vielzahl von Stoffen auf das Hormonsystem einwirken können,
- die Stoffgemische Kombinationseffekte verursachen können,
- der Zeitraum zwischen der Belastung und dem Auftreten einer erkennbaren Schädigung oft Monate bis Jahre betragen kann,
- es bislang wenig Vergleichsdaten und epidemiologische Studien gibt, und
- das Hormonsystem auch auf andere Einflüsse, wie z.B. Stress reagieren, kann.

Erst seit ca. zehn Jahren wird dem Problem der hormonellen Wirkung von Umweltchemikalien verstärkt Aufmerksamkeit in der Forschung gewidmet. Die Anhaltspunkte aus diesen Untersuchungen geben Anlass zur Sorge, denn sie belegen, dass Veränderungen und Schädigungen nicht erst bei besonders hohen Belastungsspitzen (z.B. durch Vergiftungen oder Unfälle am Arbeitsplatz), sondern bereits in Konzentrationsbereichen der "normalen" Hintergrundbelastung für Mensch und wildlebende Tiere auftreten können. Nur einige Beispiele sollen dies verdeutlichen:

- In Tierversuchen mit Säugetieren hat man festgestellt, dass schon bei der Gabe von Chemikalienmengen, die unterhalb der durchschnittlichen Belastung in vielen Industrieregionen liegen, bei deren Nachkommen signifikante Veränderungen in Struktur und Funktion des Fortpflanzungsapparates und des Verhaltens

auftraten (Schlumpf & Lichtensteiger, 2000).

- Studien aus den USA belegen Störungen in der Gehirnentwicklung bei Kindern, deren Mütter während der Schwangerschaft mit PCBs (Polychlorierte Biphenyle) über die Nahrung belastet wurden. Die Kinder zeigten messbare Veränderungen in ihren intellektuellen Fähigkeiten und Verzögerungen in der motorischen Entwicklung (Jacobson & Jacobson, 1998). Zu vergleichbaren Ergebnissen gelangt eine Niederländische Studie, die einen Zusammenhang zwischen einer umweltbedingten PCB- und Dioxinbelastung während der perinatalen Phase (28. Schwangerschaftswoche bis 7. Lebenstag) und einem verzögerten Wachstum, Verhaltensstörungen sowie immunologischen und hormonellen Veränderungen bei Kindern feststellen konnte (Patandin et al., 1999).
- Ein bekanntes Beispiel für die androgene Wirkung hormonähnlicher Substanzen auf die Geschlechtsausbildung sind die weltweiten Beobachtungen bei etwa 120 Meeres- und Süßwasserschnecken. Die

Weibchen zeigen Merkmale der Vermännlichung bis hin zur Ausbildung männlicher Geschlechtsorgane. Ausgelöst wird dieser Effekt durch die Belastung mit dem Biozid Tributylzinn (TBT) aus Unterwasseranstrichen („Antifouling“) an Schiffen. Durch die Hemmung der Östrogenbildung erhöht sich der Testosteronspiegel beim Weibchen. Die ausgelöste Scheinzwittrigkeit verhindert die Eiablage und damit die Fortpflanzungsfähigkeit der Tiere. Artspezifisch können die Schädigungen durch TBT bereits bei Konzentrationen von weniger als 0,0015 Mikrogramm pro Liter ($\mu\text{g/l}$) im Wasser eintreten. Die TBT-Konzentrationen in deutschen Küstengewässern liegen bei ca. 2 $\mu\text{g/l}$. Versuche mit menschlichen Zellkulturen konnten entsprechende Effekte von TBT auf das zuständige Enzymsystem bei einer Konzentration von 8 $\mu\text{g/l}$ nachweisen. Für Nahrung aus dem Meer werden in vielen Ländern die Grenzwerte für die tolerierbare tägliche Aufnahme überschritten, beispielsweise für Dorsch und Flunder aus der Danziger Bucht (WWF 1997a; 1997b; 1999b).



2. Hormonell wirksame Pestizide und Biozide

2.1 Begriffserklärung und rechtliche Regelungen

Pestizide und Biozide haben nur einen Zweck: sie sollen Lebewesen schädigen bzw. abtöten. Verschiedenste Produkte werden auf vielfältige Weise eingesetzt, um Menschen, Haustiere, Pflanzen oder Gebrauchsgegenstände vor unerwünschten Organismen zu schützen. Dabei werden sie gezielt in die Umwelt freigesetzt, wie die Pestizide (Pflanzenschutzmittel) in der Landwirtschaft, oder zumindest häufig umweltoffen und in der Nähe von Menschen verwendet, wie z.B. chemische Schädlingsbekämpfungsmittel oder Holzschutzmittel im Wohnbereich. Da die Stoffe *per se* schädigend wirken, bestehen besondere Risiken für sogenannte Nichtzielorganismen, zu denen auch der Mensch gehört. Der Unterschied zwischen Pestiziden und Bioziden besteht in ihren Anwendungsbereichen und den gesetzlichen Regelungen, denen sie unterliegen. Dabei werden zahlreiche Wirkstoffe sowohl als Pestizid, als auch als Biozid verwendet.

Pestizide werden im landwirtschaftlichen, forstwirtschaftlichen und gärtnerischen Bereich zum Pflanzenschutz eingesetzt. Sie unterliegen bereits seit 1986 einer eigenen gesetzlichen Regulierung, dem Pflanzenschutzgesetz (PflSchG). Danach erfolgt eine Kontrolle vor der Vermarktung der Präparate über ein amtliches Zulassungsverfahren. Die Mittel werden auf ihre Wirksamkeit und ihre Umwelt- und Gesundheitsrisiken hin geprüft. Sie dürfen nur mit behördlich festgelegten Anwendungsaufgaben und nur für einen begrenzten Zeitraum auf den deutschen Markt in Verkehr gebracht und angewendet werden. Zulassungsbehörde ist die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), zukünftig wird es das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) sein.

Unter den Begriff **Biozid** fallen alle Produkte, die der obigen Zweckbestimmung

folgen und entsprechende giftige Wirkstoffe enthalten, jedoch nicht dem Pflanzenschutz dienen und nicht mit dem PflSchG reguliert werden. Dies sind Holzschutzmittel, Schädlingsbekämpfungsmittel, Desinfektionsmittel, Konservierungsmittel oder andere Schutzmittel, wie z.B. aufwuchshemmende Antifoulingfarben (Biozid-Produktgruppen in Anhang II).

Biozidprodukte werden bislang vor ihrem Einsatz weder auf ihre Wirksamkeit noch auf ihre Umwelt- und Gesundheitsrisiken hin amtlich geprüft. Die Hersteller bzw. Inverkehrbringer haben bisher in Eigenverantwortung für ihre Produkte einzustehen. Eine Ausnahme bilden bestimmte Anwendungen, für die eine gesetzlich vorgeschriebene amtliche Zulassung oder Anerkennung notwendig ist:

- Entwesungsmittel nach dem Bundesseuchengesetz (BSeuchG);
- Arznei- oder Tierarzneimittel zur Bekämpfung von Parasiten nach dem Arzneimittelgesetz (AMG).

Zukünftig wird es in Deutschland, analog den Pestiziden, mit der Umsetzung der europäischen Biozidrichtlinie in ein neues deutsches Biozidgesetz eine strengere Produktregulierung auch für Biozide in Form eines Zulassungsverfahrens geben. Der Gesetzesentwurf wurde am 21. März 2002 vom Bundestag verabschiedet. Alten Bioziden, die vor dem 14. Mai 2000 auf dem europäischen Markt waren, wird eine Übergangsfrist von zehn Jahren eingeräumt. Solange gelten die nationalen Regelungen. Daher werden VerbraucherInnen noch über einen langen Zeitraum mit ungeprüften Mitteln in Kontakt kommen können.

Zukünftig wird es bedeutend sein, welche Pestizid- bzw. Biozidwirkstoffe auf europäischer Ebene nach einer Bewertung in sogenannte „Positivlisten“ aufgenommen werden, denn nur solche Wirkstoffe dürfen gemäß den Richtlinien in den Mitgliedsstaaten in Präparaten eingesetzt, das heißt zugelassen werden (für Pestizide gilt die

EU-Richtlinie 91/414, für Biozide die EU-Richtlinie 98/8). Für den Pestizidbereich ist dieser Bewertungsprozess in vollem Gang und sollte im Jahr 2003 abgeschlossen sein. Allerdings wird diese Frist wahrscheinlich verlängert werden, da die Prüfungen zu langsam fortschreiten. Ob auch bei der Biozidprüfung nach zehn Jahren über eine Fristverlängerung diskutiert wird, bleibt abzuwarten. Für Biozide gibt es bislang, zur Vorbereitung des Bewertungsprozesses, eine vorläufige Liste des European Chemicals Bureau (ECB, zuständig für die Chemikalienbewertung in der EU) mit den in Biozidprodukten enthaltenen Wirkstoffen. Diese Liste umfasst 1506 chemische Verbindungen. Davon sind rund 200 Wirkstoffe auch als Pestizide registriert (ECB, 2001).

Im Rahmen dieses Harmonisierungsprozesses ist es notwendig, auf der EU-Ebene hohe Umwelt- und Gesundheitsstandards in der Stoffregulierung fest geschrieben zu bekommen. Dies betrifft besonders die Berücksichtigung der hormonellen Wirksamkeit von Stoffen, denn bislang wird dieses in amtlichen Bewertungsverfahren nicht explizit und obligatorisch abgeklärt. Im Gegensatz zu anderen Kriterien, wie z.B. der Fähigkeit Krebs zu verursachen, fehlen entsprechende Einstufungen und Klassifizierungen für hormonell wirkende Stoffe in der Gefahrstoffverordnung.

2.2 Hormonell wirksame Pestizide und Biozide

Je mehr sich die Forschung mit der hormonellen Wirkung von Chemikalien auseinandersetzt, desto mehr Pestizide und Biozide gelangen in den Verdacht oder gelten bereits als erwiesenermaßen hormonell wirksam. Für eine aktuelle Übersicht wird der in Kapitel 1.1 genannte Bericht der EU-Kommission herangezogen, der neben der Auflistung der verdächtigen Substanzen ein Prioritätensetzungsverfahren für zukünftige Prüfungen vorschlägt und Kenntnisdefizite aufzeigen will (European Commission,

2000). Unter den 564 dort aufgeführten Substanzen befinden sich 189 Pestizide und Pestizid-Abbauprodukte (Metabolite). Die folgenden Auflistungen beschränken sich auf solche hormonell verdächtigen Wirkstoffe, die entweder in Deutschland in zugelassenen Pestizidprodukten zur Zeit angewendet werden (Tab. 1) oder nicht zugelassen, jedoch bei Überwachungsprogrammen in Umweltproben gefunden werden (Tab. 2). Rund die Hälfte der zugelassenen Pestizide, sowie 22 nicht zugelassene Pestizide, wurden in den Jahren 1997-2001 im Rahmen behördlicher Untersuchungsprogramme in pflanzlichen Lebensmitteln, die in Deutschland hergestellt wurden, nachgewiesen, ebenso wie in Oberflächengewässern und Grundwasser (PAN, 2001a).

Im Rahmen des EU-Reports (European Commission, 2000) wurden für einige Stoffe der Liste die verfügbaren experimentellen Untersuchungen zur hormonellen Wirksamkeit von einem Expertengremium einer Bewertung unterzogen. Ausschlaggebend für die Auswahl der Stoffe war es, ob sie wahrscheinlich in relevanten Mengen die Umwelt belasten können, also besonders langlebig (persistent) sind oder in größeren Mengen produziert werden (HPV=High Production Volume: >1000 Tonnen pro Jahr). Die bewerteten Stoffe wurden dabei drei Kategorien zugeordnet (Tab. 1, 2):

- Kategorie 1: Stoffe, deren hormonähnliche Wirkung in lebenden Organismen (*in vivo*) nachgewiesen ist (z.B. Linuron, Lindan);
- Kategorie 2: Stoffe, bei denen aus experimentellen Studien (*in vitro*), eine potentielle Wirkung und somit ein dringender Verdacht einer hormonellen Wirksamkeit in Organismen abgeleitet werden kann (z.B. Diuron, Simazin oder Endosulfan);
- Kategorie 3: Stoffe, für die aufgrund einer ungenügenden Datenlage zur hormonellen Wirkung keine Bewertung vorgenommen werden konnte.

Tabelle 1:

In Deutschland zugelassene Pestizide, die unter den Verdacht stehen, hormonell wirksam zu sein.

Wirkstoffe ¹⁾	Anwendung	Hormonelle Wirkung (Kategorien) ²⁾			Rückstandsfunde BRD (1997-2001) ³⁾			Reg. Stat. 91/414 ⁴⁾	Biozid-Produktarten ⁵⁾
		1	2	3	LM	OW	GW		
Abamectin	Akarizid							not.	+
Amitraz	Insektizid, Akarizid							pend.	18
Amitrol	Herbizid	x				•	•	Annex I	
Benomyl	Fungizid							pend.	06/07/08
Bitertanol	Fungizid							not.	
Bromoxynil	Herbizid							pend.	
Carbendazim	Fungizid		x		•			pend.	02/06/07/08/09/10/13/2
Carbofuran	Insektizid, Nematizid				•		•	not.	
Chlorfenvinphos	Insektizid				•		•	not.	+
Chlorpyrifos	Insektizid				•			pend.	08/14/18
Cyfluthrin	Insektizid				•			pend.	02/08/10/18/19
Cypermethrin	Insektizid				•			pend.	07/08/10/12/18
Cyproconazol	Fungizid							Not.	+
2,4-D	Herbizid		x			•		Annex I	
Dichlorvos (DDVP)	Insektizid				•		•	not.	18
Difenoconazol	Fungizid							not.	
Dimethoat	Insektizid		x		•	•	•	not.	18
Diuron	Herbizid		x			•	•	not.	06/07/08/10/18/21
Epoxiconazol	Fungizid							not.	
Esfenvalerat	Insektizid							Annex I	
Fenarimol	Fungizid							Pend.	+
Fluazifop-P	Herbizid							not.	
Flutriafol	Beizmittel							not.	
Glufonisat-ammonium	Herbizid							not.	
Glyphosat	Herbizid					•		Pend.	
Imazalil	Fungizid, Beizmittel							Annex I	03/20
Ioxynil	Herbizid							pend.	
Iprodion	Fungizid, Beizmittel		x					pend.	08
Lambda-Cyhalothrin	Insektizid				•			Annex I	18
Mancozeb	Fungizid							pend.	08/21
Maneb	Fungizid	x						pend.	06/07/08/21
Metam-natrium	Bodenentseuchung	x						not.	
Methyl-Bromid	Begasungsmittel		x		•			not.	03/08/09/14/18/20/23
Metiram	Fungizid							pend.	
Metribuzin	Herbizid					•	•	not.	
Myclobutanil	Fungizid							not.	
Oxydemeton-methyl	Insektizid							not.	
Paraquat	Herbizid			x				pend.	
Parathion*	Insektizid		x					out	08/18
Parathion-methyl	Insektizid		x		•	•	•	pend.	+
Penconazol	Fungizid					•		not.	
Pendimethalin	Herbizid							pend.	
Phosphamidon	Insektizid, Akarizid							not.	
Piperonyl Butoxid	Synergist								03/08/14/15/16/17/18/19
Prochloraz	Fungizid		x					not.	08
Propiconazol	Fungizid							Pend.	07/08/10
Tebuconazol	Fungizid							not.	07/08/10
Terbutryn	Herbizid					•		not.	07/10/21
Thiram	Fungizid	x						pend.	02/06/07/08/09/10/12/19/21
Triadimefon	Fungizid		x		•			not.	
Triadimenol	Fungizid				•		•	not.	
Trifluralin	Herbizid					•		not.	
Vinclozolin	Fungizid	x			•		•	pend.	

* Zulassungsrückruf der BBA für parathionhaltige Mittel am 08.01.02, aufgrund der Nichtaufnahme in Annex I (out). (Legende s. Tab. 2)

Der dringende Verdacht oder die erwiesene hormonelle Wirksamkeit führen jedoch nicht zwangsläufig dazu, dass diese Stoffe verboten werden, wie die Beispiele Amitrol und 2,4-D zeigen. Sie sind bereits in der europäischen Wirkstoffprüfung neu bewertet worden und dürfen nun nach Aufnahme in die Positivliste (Annex I) europaweit in zugelassenen Pestizidpräparaten eingesetzt werden. Der WWF plädiert dagegen dafür, solche Stoffe aus Vorsorgegründen nicht zuzulassen bzw. anzuwenden. Es zeigt sich zudem, dass zahlreiche Stoffe, die in dem zitierten EU-Report nicht bewertet und den Kategorien zugeordnet wurden (da ihnen eine geringe Umweltrelevanz unterstellt wird), in deutschen Umweltproben nachgewiesen werden. Auch werden nicht alle gelisteten Stoffe in Untersuchungsprogrammen berücksichtigt. So ist über die Belastung der Umwelt durch verschiedene Wirkstoffe noch

zu wenig bekannt, obgleich sich für diese ein bedeutender Einsatz oder eine hohe (öko)toxikologische Bedeutung abzeichnet, z.B. für Glyphosat oder die Pyrethroide (Akan et al., 2001).

Viele der in den Tabellen aufgeführten Wirkstoffe werden auch in Biozidpräparaten eingesetzt, wie ein Vergleich mit der europäischen Biozidliste des European Chemicals Bureau (ECB) zeigt (s. Anhang II). So ergibt sich die Situation, dass Pestizidwirkstoffe, die zukünftig nicht mehr im Pflanzenschutz eingesetzt werden dürfen, dennoch weiterhin in der Nähe von Menschen, beispielsweise in bioziden Schädlingsbekämpfungsmitteln oder Holzschutzmitteln verwendet werden dürfen (z.B. Lindan oder Permethrin). Dies zeigt die Dringlichkeit, zügig die Prüfung und Zulassung von Bioziden durchzuführen.

Tabelle 2: In Deutschland als Rückstände nachgewiesene, nicht zugelassene Pestizide, die unter den Verdacht stehen hormonell wirksam zu sein.

Wirkstoffe ¹⁾	Anwendung	Hormonelle Wirkung (Kategorien) ²⁾			Rückstandsfunde BRD (1997-2001) ³⁾			Reg. Stat. 91/414 ⁴⁾	Biozid-Produktarten ⁵⁾
		1	2	3	LM	OW	GW		
Alachlor	Herbizid	x					•	pend.	
Atrazin	Herbizid	x			•	•	•	pend.	
Bromazil	Herbizid					•	•	out 7/03	
Carbaryl	Insektizid				•			not.	18
Cyanazin	Herbizid						•	not.	
Deltamethrin	Insektizid				•			pend.	08/18
Demeton-S-methyl	Insektizid				•		•	out 7/03	
Endosulfan	Insektizid		x		•		•	pend.	08/18
Fenchlorphos	Insektizid						•	(-)	18
Fenitrothion	Insektizid					•		not.	
Fenthion	Insektizid			x	•		•	pend.	
Formothion	Insektizid				•		•	out 7/03	
Lindan (γ -HCH)	Insektizid	x			•	•	•	out 6/02	08/11/14/18
Linuron	Herbizid	x				•		pend.	
Malathion	Insektizid		x		•			not.	03/08/18
Methoxychlor	Insektizid						•	out 7/03	18
Mevinphos	Insektizid				•		•	not.	
Nitrofen	Herbizid	x					•	(-)	
Omethoate	Insektizid				•			out 7/03	
Permethrin	Insektizid				•		•	out 12/03	02/03/06/08/09/10/13/18/19
Quinalphos	Insektizid					•		not.	
Simazin	Herbizid		x			•	•	pend.	

1) BBA-Zulassungsverzeichnis (Stand: Dez. 2001);

2) European Commission (2000): Kategorien: 1= Evidence for endocrine disruption in living organisms; 2 = Evidence of potential to cause endocrine disruption; 3 = No evident scientific basis.

3) PAN (2001a): Rückstandsfunde (1997-2001) in: LM = pflanzliche Lebensmittel, OW = Oberflächengewässer, GW = Grundwasser.

4) European Commission (2001a): Registrierungs-Status (EU-Richtlinie 91/414): pending = derzeitige Prüfung, notifiziert = zur Prüfung gemeldet, (-) = nicht notifiziert, Annex I: Aufnahme in EU-Positivliste; out = keine Aufnahme EU-Positivliste.

5) ECB (2001): + = Biozid ohne Eingruppierung, Biozid-Produktarten (s. Anhang II).

Allerdings finden sich auch unter den bereits jetzt nach dem Bundes-Seuchengesetz geprüften und anerkannten Schädlingsbekämpfungsmitteln (BgVV, 2000a) eine Reihe hormonell verdächtiger Stoffe. Hauptsächlich sind dies Phosphorsäureester (z.B. Dichlorvos, Chlorpyrifos), synthetische Pyrethroide (z.B. Permethrin, Deltamethrin, Cyfluthrin), aber auch Lindan.

Die Testmethoden zur Untersuchung auf eine hormonelle Wirksamkeit von Stoffen sowie eine Kurzübersicht zu den Einzelstoffbefunden kann für die meisten der in diesem Kapitel genannten Wirkstoffe der WWF-Broschüre "Hormonell und reproduktionstoxisch wirksame Pestizide" (WWF, 1998) entnommen werden.

2.3 Einsatzgebiete und Belastungspfade

Durch ihre Produktion, Anwendung und Entsorgung können Pestizide und Biozide, insbesondere bei nicht sachgerechtem Umgang, Mensch und Umwelt erheblich belasten. Für professionelle Anwender und für den Verbraucher gibt es drei Hauptbelastungswege, um mit Pestiziden und Bioziden in Kontakt zu kommen und diese aufzunehmen: über Lebensmittel, über die Atemluft und über die Haut. Die Möglichkeiten des in Kontaktkommens sind bei Kindern vielfältiger und die Mengen höher. Kinder verzehren ca. dreimal soviel Lebensmittel in Bezug auf ihr Körpergewicht als Erwachsene und sind einer entsprechend höheren Pestizidbelastung ausgesetzt. Sie krabbeln auf Teppichen oder dem Rasen, wollen nicht nur alles "begreifen", sondern auch alles „erschmecken“. Neben der gewerblichen Anwendung, wie in der Landwirtschaft, werden entsprechende Produkte häufig auch von Privatpersonen im Garten, Haus oder im Hobby- und Freizeitbereich eingesetzt. Im folgenden sollen die relevanten Einsatzbereiche kurz beschrieben und auf besondere Probleme hingewiesen werden.

Pestizide in Lebensmitteln

Im 5. Umweltaktionsprogramm der Europäischen Kommission von 1993 wurde das Ziel festgelegt, den Pestizideinsatz in Europa bis zum Jahr 2000 deutlich zu reduzieren. Dieses Ziel ist nicht erreicht worden. Der mengenmäßige Verbrauch von Pestiziden ist in Deutschland seit 1991 annähernd gleich geblieben und lag 1999 bei rund 30.231 Tonnen Wirkstoffen (PAN, 2001a). Davon machen die Unkrautvernichtungsmittel (Herbizide) fast die Hälfte aus. Etwa 80% der abgesetzten Wirkstoffmenge werden in der Landwirtschaft und im professionellen Gartenbau eingesetzt (Akkan et al., 2001).

Bedenklich ist, dass die **Belastung von Nahrungsmitteln mit Pestizidrückständen** zunimmt. Über ein Drittel der in den EU-Mitgliedstaaten untersuchten pflanzlichen Produkte sind mit Rückständen belastet, 4,3% davon überschreiten die festgelegten Höchstmengen. Bei Untersuchungen von ausgewählten Lebensmitteln (Paprika, Melonen, Blumenkohl und Weizenkörnern) lag der Durchschnittswert sogar bei 8,7%. Das sind deutlich mehr Überschreitungen als bei früheren Messungen (European Commission, 2001). So finden sich zum Beispiel in etwa der Hälfte aller untersuchten Lebensmittel in Baden-Württemberg Pestizide, wobei die gesetzlichen Höchstmengen bei 1–3% der Proben überschritten werden (Akkan et al., 2001).

Rückstände können auf problematische Anwendungspraktiken hinweisen, wie z.B. der Einsatz des langlebigen Endosulfans (in 16,9% aller Proben der o.g. Untersuchung), der zu gesundheitlich bedenklichen Rückstandgehalten in Paprika geführt hat. Zumeist werden aber Mittel gegen Pilzbefall (Fungizide) eingesetzt und finden sich als Rückstände, z.B. bei Obst oder Gemüse, wieder. Ein Beispiel für ein hormonell wirksames Fungizid ist Vinclozolin, das im deutschen Überwachungsprogramm des Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) in den meisten unterschiedlichen pflanzlichen Lebensmitteln gefunden wurde (Kap. 3.1).

Die Anreicherung von Substanzen über die Nahrungskette ist ein anderes Problem. Sehr langlebige (persistente) Umweltchemikalien

verteilen sich weltweit und reichern sich in Organismen, insbesondere in den fettreichen Organen und Geweben, an. Sie gelangen auf diesem Weg über fettreiche tierische Lebensmittel zum Menschen und auch über Plazenta oder Muttermilch zum Fötus bzw. Säugling. Wenn diese Stoffe zudem giftig sind, werden sie unter den Begriff POPs zusammengefasst (POPs=Persistent Organic Pollutants). Zu nennen sind beispielsweise DDT, PCBs oder HCHs (gamma-HCH=Lindan). Die Herstellung und Anwendung von DDT, PCBs und zehn weiteren POPs (überwiegend Pestizide) soll zukünftig mit der Umsetzung der Stockholmer UN-POPs-Konvention, die im Mai 2001 verabschiedet wurde, weltweit verboten werden. Damit diese aber in Kraft treten kann, müssen mindestens 50 Staaten die Konvention ratifiziert haben. Bislang ist dies erst in rund einer Handvoll Länder geschehen. Deutschland hat am 2. Mai 2002 die Konvention ratifiziert. Für andere POPs, wie z.B. Lindan, sind die politischen Entscheidungen noch nicht soweit vorangeschritten. Zumindest in den EU-Mitgliedsstaaten darf Lindan ab Mitte 2002 nicht mehr als Pestizid im Pflanzenschutz eingesetzt werden. Demgegenüber ist Lindan als Biozid weiterhin in Kopflaus-, Schädlingsbekämpfungs- und Holzschutzmitteln erlaubt (Kap. 3.4).

Das wichtigste aller Lebensmittel ist das **Trinkwasser**. Sauberes Grundwasser ist als wichtige Grundlage für die Trinkwasserversorgung, aber auch für sämtliche Lebensvorgänge in der Umwelt von zentraler Bedeutung und gilt daher als absolutes Schutzgut. Für Pestizide und ihre Abbauprodukte (Metabolite) ist als einheitlicher Grenzwert der EU-Trinkwassergrenzwert von 0,1 Mikrogramm pro Liter ($\mu\text{g/l}$) für den Einzelstoff oder 0,5 $\mu\text{g/l}$ als Summenwert festgelegt. Pflanzenschutzmittel dürfen nur dann zugelassen werden, wenn bei sachgerechter Anwendung keine schädlichen Auswirkungen auf das Grundwasser zu erwarten sind. Dennoch werden Überschreitungen des Trinkwassergrenzwertes bei Pestiziden nachgewiesen, z.B. für Diuron oder das nicht zugelassene Atrazin (UBA, 2001).

Oberflächengewässer (Flüsse, Stauseen) werden in bestimmten Regionen Deutschlands zur Trinkwassergewinnung genutzt. Rund 30 Tonnen Pestizide gelangen schätzungsweise pro

Jahr in die Oberflächengewässer in Deutschland. Die Abschwemmung von den landwirtschaftlichen Flächen und der Eintrag über Hofabläufe sind dabei die wichtigsten Eintragswege (UBA, 2000).

Ein häufig gefundener Wirkstoff ist das Diuron, das oft von privaten Anwendern zur Unkrautvernichtung oder als Biozid in Antifoulingfarben für Schiffrümpfe eingesetzt wird (Kap. 3.2).

Ogleich mit dem Verzehr belasteter Lebensmittel nur in Ausnahmefällen eine unmittelbare Gesundheitsgefährdung verbunden ist, bleibt das Risiko bislang noch unerkannter Schädigungen. So sind die Kenntnisse zu den Effekten einer langanhaltenden Belastung von Menschen mit niedrigen Schadstoffkonzentrationen noch sehr begrenzt. Noch weniger weiß man über die möglichen Auswirkungen von Stoffgemischen. Bei der Stoffregulierung, z.B. der Zulassung, bleibt dieser Aspekt jedoch unberücksichtigt, da hier nur der einzelne Stoff oder das einzelne Präparat einer Prüfung und Bewertung unterzogen wird.

Pestizide im Haus- und Kleingarten

Die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) hat für den Anwendungsbereich "Haus- und Kleingarten" 1558 Mittel zugelassen (BBA-Zulassungsverzeichnis, Stand: Jan. 2002). Die Anwendungen reichen von der Bekämpfung von Ratten, über die Behandlung von Gemüse gegen Mehltau und Schadinsekten, bis hin zu Unkrautvernichtungsmitteln und dem Pestizideinsatz bei Zimmerpflanzen. Die Hobbygärtner greifen leider recht häufig bei Pflanzenschutz- und Schädlingsproblemen zu chemischen Mitteln.

Im Jahr 2000 wurden in Deutschland nach den Angaben des Industrieverbands Agrar e.V. (IVA) 521 Tonnen Wirkstoffe in Pestizidpräparaten für 306 Millionen Mark zur Anwendung im Garten, auf Balkonen und Terrassen sowie im Haus abgesetzt, wobei die Mitgliedfirmen des IVA nur rund 70% des Gesamtabsatzes repräsentieren. Im Gartensektor lag der Absatz mit 470 Tonnen Wirkstoffen um 13% höher als im Vorjahr. Dabei stellen Herbizide inkl. der Düngemittel mit Herbizi-

den mit 27,4% den zweitgrößten Anteil nach den Eisen-II-Sulfat-Präparaten zur Moosbekämpfung. Als Unkrautvernichter werden beispielsweise Diuron, Amitrol, Glyphosat oder das, häufig in Rasendünger enthaltene 2,4-D eingesetzt. Mit 72 Tonnen nehmen die Insektizide den dritten Platz ein. Als Beispiele sind Ameisenmittel mit Chlorpyrifos oder Cyfluthrin-Mittel gegen den Apfelwickler zu nennen (IVA, 2001).

Besondere Risiken für Mensch und Umwelt bestehen insbesondere bei falscher Anwendung und Entsorgung der Mittel. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn Wartezeiten nicht eingehalten und die Flächen (Rasen) zu früh wieder, z.B. zum Spielen, genutzt werden oder wenn die Pestizide auf Flächen ausgebracht werden, bei denen die Gefahr einer Abschwemmung in die Gewässer besteht, z.B. über die Kanalisation.

Nach dem Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) müssen professionelle Anwender einen Sachkundenachweis erbringen. Bei Laien wird jedoch darauf vertraut, dass sie sich über die Gebrauchsanweisung oder eine Beratung genauestens über die sachgemäße Anwendung der Mittel informieren. Zumindest muss seit dem 1. Juli 2001 auf der Verpackung entsprechender Mittel vermerkt sein "Anwendungen im Haus- und Kleingartenbereich zulässig". Hierunter fallen Mittel, die in Kleinpäckungen (Behandlungsfläche max. 500 qm²) dem privaten Nutzer zur Verfügung stehen. Ein weiteres Problem besteht in den für den Laien schwer verständlichen oder unbekanntem gesetzlichen Regelungen. So gibt es Sonderregelungen in Berlin und Baden-Württemberg, die den Einsatz von Pestiziden in privaten Haus- und Kleingarten streng reglementieren oder das generelle Anwendungsverbot nach dem PflSchG für sog. Nichtkulturland, wie z.B. Wegränder oder Plätze. Stehen keine Kleinpäckungen für einen speziellen Einsatz zur Verfügung oder gelten Anwendungsverbote, so greift der Hobbygärtner auch schon mal auf Großpackungen für Gärtner und Landwirte zurück oder besorgt sich die entsprechenden Mittel im Ausland (IVA, 2001). Als Beispiel für den Einsatz im Garten und Nichtkulturland dient im Folgenden das potenziell hormonell wirkende Herbizid Diuron (Kap. 3.2).

Biozide im Wohnraum

Biozide werden in großem Umfang im Wohn- und Hobbybereich zur Schädlingsbekämpfung, beim Holzschutz, Mottenschutz von Textilien oder zur Konservierung und Desinfektion verwendet. Hinzu kommen Behandlungen gegen Läuse und Flöhe mit biozidhaltigen Produkten bei Mensch und Haustier.

Über zwei Drittel der deutschen Bevölkerung verwenden Holzschutzmittel oder Präparate gegen Insekten und Flöhe, deren Einsatz in praktisch allen Haushalten zu messbaren Biozidrückständen im Hausstaub führt (Walker et al., 1999). Biozidbelastungen in Wohnungen oder Gemeinschaftseinrichtungen sind so häufig, dass es schwierig ist, überhaupt unbelastete Räumlichkeiten zu finden (Friedrich et al., 1998).

Bei der Anwendung können kurzfristig hohe Wirkstoffkonzentrationen auftreten und der Anwender sowie Dritte können in direkten Kontakt mit den Schadstoffen kommen. Häufig werden die Produkte falsch und ohne Sicherheits- oder Säuberungsmaßnahmen angewendet (Hostrup et al., 1997).

So führt der Einsatz im Innenraum i.d.R. zu jahrelangen Belastungen der Bewohner, insbesondere durch (Thumulla et al., 2001):

- Anwendungen von Schädlingsbekämpfungsmitteln durch Fachfirmen oder in Eigenregie,
- mit Holzschutzmitteln behandelte Hölzer,
- gegen Motten- und Käferfraß ausgerüstete Textilien, wie Woll-Teppichböden .

Für die **Schädlingsbekämpfung** im Haus wurden in 2000 70,3 Tonnen Wirkstoffe bzw. 109 Millionen Mark umgesetzt. Da nur die unmittelbar an den Handel bzw. an den Verbraucher abgegebenen Mengen und nur die Absätze der Mitgliedsfirmen des Industrieverbands Agrar berücksichtigt werden, dürfte der tatsächliche Wirkstoffverbrauch deutlich höher liegen. (IVA, 2001).

Den höchsten Absatz erzielen Phosphorsäureester mit 22,2 Tonnen. Hierunter fallen u.a. die hormonell verdächtigen Wirkstoffe Dichlorvos, Chlorpyrifos, Chlorfenvinphos oder Fenthion. Andere Substanzklassen sind z.B.

Carbamate (Propoxur) oder chlorierte Kohlenwasserstoffe (Lindan). Die synthetischen Pyrethroide und Pyrethrine machen nur einen vergleichsweise geringen Anteil mit 5,7 Tonnen aus. Allerdings trägt dieser Vergleich, denn synthetische Pyrethroide sind in wesentlich geringeren Konzentrationen giftig als Phosphorsäureester oder Carbamate. So lösen die Pyrethroide, für die inzwischen zahlreiche Hinweise auf hormonelle Wirkungen vorliegen, Wirkstoffe aus anderen Wirkstoffgruppen ab und gewinnen zunehmend an Bedeutung (Kap. 3.3).

Das Angebot ist reichhaltig und leicht in Drogerien, Baumärkten oder Supermärkten in offenen Regalen verfügbar. Dabei werden zu über 96% Nervengifte wie Pyrethroide oder Phosphorsäureester und nur zu ca. 4% harmlose Produkte angeboten (Verbraucherzentrale Bremen, 2001). Es zeigen sich zudem deutliche Informationsdefizite bei den Gebrauchsanweisungen der Präparate, insbesondere mit Blick auf den Gesundheits- und Umweltschutz, sowie eine schlechte Beratungsqualität im Einzelhandel (Verbraucherzentrale NRW, 2000). Das Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) rät bereits seit Jahren von dem Gebrauch chemischer Schädlingsbekämpfungsmittel durch Laien ab.

Bei bioziden **Holzschutzmitteln** ist eine vergleichbare Situation festzustellen. Auch hier rät das BgVV von der Anwendung im Innenraum dringend ab (BgVV, 1998). So hatte sich die Holzschutzmittelindustrie 1997 auf behördlichen Druck freiwillig dazu verpflichtet, Produkte für die vorbeugende Anwendung im Innenraum nicht mehr zu vermarkten und Holzschutzmittel an den privaten Anwender nur bei Zertifizierung mit dem RAL-Gütezeichen zu verkaufen, d.h. diese auf ihre Wirksamkeit und ihre Umwelt- und Gesundheitsgefahren zu prüfen. Zudem sollte deutlicher auf mögliche Gefahren hingewiesen und auf verharmlosende Angaben wie "umweltfreundlich", "gesundheitlich unbedenklich" oder "bio-" verzichtet werden. Umgesetzt wurde davon nur wenig und das BgVV musste 2001 die Selbstverpflichtung der Holzschutzmittelindustrie als gescheitert erklären. Von den rund 1500 Holzschutzmitteln tragen erst ein Drittel das RAL-Gütezeichen und sowohl

Verbrauchern als auch Verkäufern ist dieses Siegel weitgehend unbekannt (BgVV, 2001).

Weitgehend unbekannt ist auch der Einsatz von Bioziden in der **Ausrüstung von Textilien** gegen Motten- und Käferfraß. Sie wird heute fast durchweg mit Permethrin, einem Pyrethroid, durchgeführt. Regelmäßig werden vor allem Wollteppichböden (Auslegeware) mit Bioziden behandelt. Für die Vergabe von Qualitätssiegeln, wie dem „Wollsiegel“, ist diese Ausrüstung Bedingung. Eine Belastung der Luft bzw. des Hausstaubs kann durch Faserabrieb erfolgen. Vor allem krabbelnde Kleinkinder können über den Haut- oder Hand-Mund-Kontakt diese Stoffen ausgesetzt sein.



3. Beispiele hormonell wirksamer Pestizide und Biozide

Im Folgenden werden vier Wirkstoffe bzw. Wirkstoffgruppen exemplarisch hinsichtlich ihrer Verwendung, der Belastung von Umwelt und Mensch sowie in ihrer Schädlichkeit charakterisiert. Sie repräsentieren verschiedene Anwendungsbereiche (in Landwirtschaft, Garten und Haus), verschiedene Belastungspfade für den Menschen (über Nahrung, Hautkontakt und Atemluft) sowie Belastungspfade für die Umwelt über den Gewässereintrag. Auch zeichnen sie sich besonders dadurch aus, dass sie vergleichsweise häufig von Privatpersonen angewendet werden (mit Ausnahme von Vinclozolin) und VerbraucherInnen daher leicht mit ihnen in Kontakt kommen können.

3.1 Vinclozolin

Verwendung

Vinclozolin ist ein Wirkstoff, der in zahlreichen landwirtschaftlichen Kulturen gegen Pilzkrankheiten, wie z. B. Grauschimmel, Weißstängeligkeit und Spitzendürre eingesetzt wird. Vinclozolinhaltige Pflanzenschutzmittel werden in Deutschland für Wein, Erdbeeren, Süß- und Sauerkirschen, Kopfsalat, Chinakohl, Spargel, Zwiebelgemüse, Busch- und Stangenbohnen, Winterraps, Rotklee und Zierpflanzen eingesetzt (BBA-Zulassungsverzeichnis, 2001). In anderen europäischen Ländern werden sie zudem im Hopfenanbau sowie für Zier- und Sportrasen verwendet (Gülden et al., 1998; WWF 2001). In den USA wird Vinclozolin verbreitet in Obstkulturen eingesetzt.

Deutscher Hersteller ist seit 1975 die Bayer AG. In Europa werden 500 bis 1.000 Tonnen Vinclozolin pro Jahr produziert (European Commission, 2000). In Deutschland wurden 1999 rund 61 Tonnen Vinclozolin eingesetzt (WWF, 2001).

Im Jahr 2001 war der Wirkstoff in den zwei Präparaten „Ronilan WG“ und „Konker R“ enthalten. Zum Ende 2001 ist die Zulassung für ein Mittel „Ronilan WG“ zwar fristgerecht ausgelaufen, dies bedeutet jedoch weder einen Anwendungsstopp noch ein Verbot. Die Restbestände dürfen noch zwei Jahre lang aufgebraucht werden. Derweil wird auf EU-Ebene in

dem Neubewertungsprozess geprüft, ob der Wirkstoff in die EU-Positivliste aufgenommen wird und auch zukünftig eingesetzt werden kann (Kap. 2.1).

Umweltverhalten / Umweltbelastung

Vinclozolin wird von Pflanzen nicht über die Blätter aufgenommen und bereits durch leichten Regen wieder abgewaschen. Der Wirkstoff wird in Boden, Wasser und Organismen schnell abgebaut. Eines dieser Abbauprodukte kann dann jedoch über die Pflanzenwurzeln aufgenommen, in die Blätter transportiert und dort wieder in Vinclozolin umgewandelt werden. Die Halbwertszeit von Vinclozolin im Boden beträgt max. 42 Tage, die der Abbauprodukte max. 82 Tage. Vinclozolin selbst gilt damit als nicht langlebig (persistent), wohingegen die Abbauprodukte als persistenter eingestuft werden (European Commission, 2000).

Vinclozolin wurde in den Niederlanden in Oberflächengewässern und in Regenwasser gefunden (Ordeman, 1996, in: European Commission, 2000). In Deutschland wurde Vinclozolin im niedersächsischen Grundwasser nachgewiesen (PAN, 2001a), während in Binnengewässern keine messbaren Konzentrationen von Vinclozolin gefunden wurden. Allerdings wurden die besser wasserlöslichen und persistenteren Abbauprodukte nicht untersucht (Gülden et al., 1997).

Vinclozolin ist nach der EU-Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) als umweltgefährlich klassifiziert und wird hinsichtlich seiner Toxizität mit den Gefahrenhinweisen (R-Sätze 50/53): „Giftig für Wasserlebewesen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben“, gekennzeichnet (PAN, 2001b).

Belastung des Menschen

Eine Belastung des Menschen kann in erster Linie über Rückstände in Nahrungsmitteln stattfinden, denn Vinclozolin wird in zahlreichen pflanzlichen Lebensmitteln gefunden. In verschiedenen EU-Mitgliedstaaten nahm Vinclozolin den achten Rang unter den am häufigsten gefundenen Pestizid-Rückständen ein (European Commission, 1998). Das Lebensmittel-Überwachungsprogramm des BGVV der Jahre 1997 und 1998 fand Vinclozolin in 9

von 17 untersuchten pflanzlichen Lebensmitteln deutscher Herkunft und damit in den meisten unterschiedlichen Lebensmitteln (PAN, 2001a). Die zulässigen Höchstmengen der EU für Vinclozolin reichen von 0,05 Milligramm pro Kilogramm (mg/kg) (viele tropische und Zitrusfrüchte sowie Rote Johannisbeeren) über 1 mg/kg (Äpfel und Birnen), 5 mg/kg (Erdbeeren, Himbeeren, Salat und Feldsalat) bis zu 10 mg/kg (Kiwis).

Erhebliche Belastungen wurden in einer belgischen Untersuchung festgestellt. Dort wiesen über 50% der Erdbeerproben Vinclozolin-Rückstände bis zu 1,82 mg/kg auf. Der Wirkstoff war zudem in Endivien, Bohnen, Sellerieblättern, Kopfsalat, Gurken, Paprikaschoten, Petersilie, Rettich, Tomaten, Johannisbeeren, Äpfeln, Bananen, Erdbeeren, Weintrauben, Kiwis, Melonen, Birnen, Pfirsichen und Wein nachzuweisen (Dejonckheere et al., 1996). In Deutschland waren Erdbeeren und Eichblattsalat am häufigsten belastet (bis zu 35%). Überschreitungen der Höchstmengen konnten am häufigsten bei Roten Johannisbeeren festgestellt werden, aber auch bei Eichblattsalat und Feldsalat. Die höchsten gefundenen Rückstandsmengen traten in einzelnen Proben von Roten Johannisbeeren mit 3,1 mg/kg, in Eichblattsalat mit 9,5 mg/kg und Feldsalat mit 23 mg/kg auf. (BgVV, 1998a)

Wirkung und mögliche Gefahren

Eine hormonähnliche Wirkung von Vinclozolin wurde im Tierversuch (*in vivo*) mit Ratten festgestellt. Vinclozolin hemmt die sexuelle Differenzierung in männlichen Ratten. Bei Verfütterung von Vinclozolin an tragende Ratten brachten diese männliche Nachkommen mit verschiedenen Fehlbildungen der Geschlechtsorgane und Anzeichen der Verweiblichung zur Welt (z.B. Spaltpenis, blockierte Hodensenkung und die Ausbildung von bei männlichen Ratten normalerweise nicht vorkommenden Brustwarzen) (Gray et al., 1994). Weiterhin wurden herabgesetzte Spermienzahlen und verminderte Fruchtbarkeit festgestellt (WWF, 2001).

In Experimenten mit jungen Ratten zum Zeitpunkt der Geschlechtsdifferenzierung zeigte sich, dass bereits Konzentrationen von wenigen Milligramm pro Kilogramm Vinclozolin im Futter zu einer bedeutsamen Veränderung der Entwicklung der männlichen Geschlechts-

organe bis hin zu einer Verweiblichung führen. Dabei traten die unterschiedlichen Schädigungen bei ganz unterschiedlichen Konzentrationen auf. Für einige der beobachteten Effekte konnte kein auslösender Schwellenwert angegeben werden (Gray et al., 1999). Aus diesen Ergebnissen lässt sich schließen, dass Auswirkungen von Vinclozolin bereits bei Konzentrationen auftreten, die eine Größenordnung unterhalb bisher beschriebener Konzentrationen liegen, bei denen keine Wirkung beobachtet wurde.

Die verweiblichende Wirkung kommt dadurch zustande, dass Vinclozolin mit dem männlichen Hormon Androgen um seinen Rezeptor konkurriert. Auf diese Weise verhindert es, dass die normalerweise durch das Hormon ausgelöste Umsetzung der in den Genen festgelegten Erbinformationen ausgeführt wird. (Wong et al., 1995). Obwohl Vinclozolin selber nur relativ schwach an diesen Rezeptor bindet, ist die Bindung der Vinclozolin-Abbauprodukte an den Androgenrezeptor weitaus stärker (Gray et al., 1994). Nach Verfütterung von Vinclozolin an erwachsenen Ratten wurde, neben erkennbaren Effekten wie einem verringerten Prostata-Gewicht, zudem eine Abnahme von Androgen-Rezeptoren im Gewebe festgestellt (Kelce et al., 1997).

Eine weitere Wirkung von Vinclozolin, die im Versuch mit Ratten nachgewiesen werden konnte, betrifft unterschiedliche Verhaltensweisen. Dazu gehörten z.B. das Spielverhalten, die Aufnahme von Zucker- oder Kochsalzlösungen und die Bewegungsaktivität im Laufrad. Die Veränderung dieser Verhaltensweisen war geschlechtsspezifisch. So tranken weibliche Ratten nach Verfütterung von Vinclozolin etwa 40% mehr Zuckerlösung als die unbehandelte Kontrollgruppe, während der Unterschied bei männlichen Ratten nur etwa 6% betrug (WWF, 2001).

Von der Europäischen Kommission wird Vinclozolin im Hinblick auf seine hormonaktive Wirkung als sehr bedeutsam bewertet (European Commission, 2000). Hinsichtlich der akuten Wirkung auf den Menschen wird Vinclozolin von der Weltgesundheitsorganisation WHO als "unwahrscheinlich, ein akutes Risiko bei normalem Gebrauch darzustellen" eingestuft. Die US-Umweltbehörde stuft Vinclozolin als mög-

liches Karzinogen ein, bei dem die Datenlage (aus Tierversuchen) begrenzte Hinweise auf ein krebserzeugendes Potential liefert, ohne dass es Daten für Menschen gibt. Die EU ordnet Vinclozolin als eine Substanz ein, die für Menschen hinsichtlich möglicher krebserregender Wirkungen bedeutsam ist, bei der die zugänglichen Informationen aber nicht für eine zufriedenstellende Einstufung ausreichen. Des weiteren ist der Wirkstoff als reproduktionstoxisch eingestuft. Die Präparate müssen auf der Packung mit der Kennzeichnungsaufgabe R62 "Kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen" und R63 "Kann das Kind im Mutterleib möglicherweise schädigen" versehen werden. (PAN, 2001b)

Nach einer vergleichenden Stoffbewertung, in der neben der hormonellen Wirksamkeit weitere toxikologische und ökotoxikologische Kriterien der Gefährdungsabschätzung mitberücksichtigt wurden, zeichnet sich Vinclozolin durch ein hohes Risikopotential unter den Pestiziden aus (PAN, 2001b).

3.2 Diuron

Zusammen mit Diuron werden weitere hormonell wirksame Stoffe besprochen. Hierbei handelt es sich um das Abbauprodukt 3,4-Dichloranilin (DCA), das strukturell ähnliche Linuron sowie die in Kombinationspräparaten enthaltenen Wirkstoffe Amitrol und Glyphosat.

Verwendung

Bei dem Wirkstoff Diuron (chemische Bezeichnung 3-(3,4-Dichlorphenyl)-1,1-dimethylharnstoff) handelt es sich um ein Unkrautvernichtungsmittel (Herbizid) aus der Gruppe der Phenylharnstoffe. Phenylharnstoffe werden häufig und zunehmend als Herbizide eingesetzt. 1997 lag ihr Anteil bei 26,2% der in Deutschland verkauften Herbizide (BBA, 1999).

Die Vermarktung von Diuron begann 1954. Deutscher Hersteller ist die Bayer AG. In der Europäischen Union sind derzeit diuronhaltige Präparate in allen Mitgliedsstaaten, außer in Finnland, Schweden und den Niederlanden zugelassen. In Deutschland sind es derzeit 11 diuronhaltige Mittel, darunter einige Kombinationpräparate mit den Wirkstoffen Glyphosat

und Amitrol (Tab. 3). Ob Diuron auch zukünftig als Pestizid-Wirkstoff in der EU eingesetzt werden darf, hängt von der anstehenden Neubewertung im Rahmen der EU-Richtlinie 91/414 ab (Kap. 2.1).

Diuron wirkt gegen aus Samen auflaufende Wildkräuter sowie gegen Moose und Algen. Die Anwendung erfolgt im sogenannten Voraufbau, d.h. wenn bei der Keimung ein Bewuchs noch gar nicht sichtbar ist. Eine solche prophylaktische Anwendung ist grundsätzlich problematisch, birgt sie doch die Gefahr einer unnötigen Behandlung.

Diuron wird im privaten, kommunalen und gewerblichen Bereich hauptsächlich als Totalherbizid auf Flächen eingesetzt, auf denen ein Pflanzenbewuchs generell unerwünscht ist, dem sogenannten „Nichtkulturland“. Dieser Begriff umschreibt Feldraine, Böschungen, nicht bewirtschaftete Flächen und Wege sowie Wegränder, also z.B. Verkehrswege, wie Gleisanlagen, Randstreifen an Strassen oder Landbahnen. Die Pestizide werden dort zwar eher kleinräumig und punktuell aufgebracht, jedoch in hohen Aufwandmengen von 5-30 kg pro Hektar. Zur selektiven Unkrautbekämpfung finden die Mittel aber auch bei Ziergehölzen, unter Kernobst und im Weinanbau Anwendung.

Tabelle 3: In Deutschland zugelassene diuronhaltige Präparate.

Handelsbezeichnung	Anwendungsbe- reich
Adimitrol WG Neu *	1, 2, 3, 4
Cumatol WG **	3, 4
Diuron Bayer	2
RA-15-Neu	2, 4
Rapir *	1, 2, 3, 4
Rapir WG **	3, 4
Tuta-Super-Neu *	1, 2, 3, 4
Unkraut-Ex	1, 2
Ustinex G *	1, 2, 3, 4
Vetyl Unkraut-frei-Neu	1, 2
Vorox *	1, 2, 3, 4

(BBA-Zulassungsverzeichnis, Stand: Jan.. 2002)

* Diuron+Glyphosat, ** Diuron+Amitrol,

1. Nichtkulturland ohne Holzgewächse, 2. Wege und Plätze mit Holzgewächsen, 3. Kernobst, 4. Weinrebe

Fehlende oder unverständliche Kennzeichnungen und Gebrauchsanweisungen führen dazu, dass der Laie von einer unbedenklichen und uneingeschränkten Anwendbarkeit dieser Mittel ausgeht. So sind bewusste oder unbewusste Fehlanwendungen letztlich programmiert und eine behördliche Kontrolle ist insbesondere bei Kleinanwendern kaum möglich. Dabei darf Diuron, wie übrigens alle anderen Pestizide auch, nicht auf Flächen angewendet werden, die nicht landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzt werden. Dies bedeutet, dass der Pestizideinsatz auf "Nichtkulturland" grundsätzlich verboten ist. Erlaubt ist der Einsatz nur, wenn zuvor eine Ausnahmegegenehmigung bei der jeweils zuständigen Behörde (z.B. dem Pflanzenschutzdienst) eingeholt worden ist. Eine Zuwiderhandlung wird mit hohen Geldstrafen geahndet.

Diuron wird des Weiteren als Biozid - also außerhalb des Pflanzenschutzes - in Schuttmitteln und in bewuchshemmenden Farben („Antifoulings“) für Boote und Schiffe eingesetzt (Tab. 1). Antifoulingfarben verhindern den Bewuchs durch Mikroorganismen, Pflanzen oder Tiere an Schiffsrümpfen oder anderen Geräten oder Einrichtungen, die ganz oder teilweise im Wasser liegen. In einer Produktliste zu Aufwuchshemmenden Unterwasseranstrichen für Sportboote in Deutschland werden für die Saison 2002 acht diuronhaltige Produkte in Kombination mit Kupfer bzw. Kupfersalzen aufgeführt. Sie gelten als Alternative zu den mittlerweile verbotenen, ebenfalls hormonell wirksamen Organozinn-Verbindungen wie TBT (Kap. 1.2). In anderen europäischen Ländern, wie in Dänemark, Schweden, Niederlande und neuerdings in Großbritannien, ist der Einsatz von Diuron in Antifoulingfarben bereits verboten (LimnoMar, 2001).

Linuron, ein nah verwandter Wirkstoff, wird hauptsächlich im Kartoffel-, Mais- und Gemüseanbau oder bei Zierpflanzen und unter Kern- und Steinobst als Unkrautvernichtungsmittel (Herbizid) eingesetzt. Mittel mit dem Wirkstoff Linuron sind in Deutschland zur Zeit nicht zugelassen. Derzeit wird geprüft, ob der Wirkstoff zukünftig europaweit in Präparaten eingesetzt werden darf (Tab. 2).

3,4-Dichloranilin (3,4-DCA) tritt nicht nur bei dem Abbau von Diuron und Linuron auf, son-

dern ist auch ein Zwischenprodukt bei der Produktion von Diuron und anderen Pestiziden, Farbstoffen und Pharmazeutika. Weltweit werden ca. 42.000-47.000 Tonnen 3,4-DCA produziert, ca. 60% davon in den Ländern der EU (Gülden et al., 1997).

Umweltverhalten / Umweltbelastung

Diuron ist einer der persistentesten noch zugelassenen Wirkstoffe in Deutschland und zählt zu der Gruppe schwer abbaubarer Stoffe (Domsch, 1992). Für die obere Bodenschicht von 5-10 cm wird für Diuron eine Halbwertszeit von 328 Tagen angegeben, d.h. es dauert fast ein Jahr, bis die Diuronkonzentration um 50% abgenommen hat (Jury et al., 1984). Gebunden an Sediment oder Schwebstoffe wird es auch in Gewässern nur langsam abgebaut. In der freien Wasserphase kann dagegen bei genügend Sonneneinstrahlung ein Abbau innerhalb weniger Tage erfolgen. Diuron ist nur mäßig fettlöslich, so dass, obgleich nur wenig experimentelle Daten hierzu vorliegen, von keiner wesentlichen Anreicherung in Organismen auszugehen ist (Gülden et al., 1997).

Diuron wird häufig auf nährstoffarmen Böden oder gar verbotenerweise auf versiegelten Flächen eingesetzt, die nicht viele Mikroorganismen zum Abbau der Substanzen beinhalten oder die Pestizidmoleküle nur wenig binden können. In Siedlungs- oder Verkehrsgebieten können zudem durch Bauwerke, im Boden verankerte Masten oder durch Verkehr verursachte Erschütterungen tiefe Risse oder große Poren entstehen, die den Pestiziden einen schnellen Weg zum Grundwasser bahnen. Eine deutliche Gefahr des Gewässereintrags besteht außerdem, wenn die behandelten Flächen durch Drainagen, Regen- oder Abwasserabläufe direkt oder indirekt über die Kanalisation und Kläranlagen mit Oberflächengewässern verbunden sind. Diuronbelastungen der Gewässer werden aber auch häufig in ländlichen Regionen festgestellt, was auf einen intensiven Einsatz auf Hofflächen oder Wegen schließen lässt. Unsachgemäße Restbrühenentsorgung spielt sicherlich in allen Einsatzbereichen eine relevante Rolle (UBA, 2000).

Aufgrund der speziellen Anwendungsbedingungen und des Umweltverhaltens von Diuron ist es in allen Bereichen des Wasserkreislaufs nachgewiesen. Es zählt zu den häufigsten und

in höchsten Konzentrationen gefundenen Pestiziden in Grund- und Oberflächengewässern. Die gemessenen Maximalwerte liegen in der Größenordnung von 1 Mikrogramm pro Liter ($\mu\text{g/l}$) bis größer $2 \mu\text{g/l}$ "extrem hohe Diurongehalte von über $10 \mu\text{g/l}$ konnten in Kläranlagenabläufen nachgewiesen werden" (Gülden et al., 1997). Besonders bei Diuron führt der Weg über Kläranlagen zu keiner Verminderung der Belastung, da der Wirkstoff dort kaum abgebaut bzw. zurückgehalten wird (Seel et al., 1994).

Über ein Viertel der Diuronfunde in Oberflächengewässern überschreiten die von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) für die Schutzzwecke "aquatische Lebensgemeinschaften" festgelegten Zielvorgaben (UBA, 2001a). Das Umweltbundesamt geht derzeit davon aus, dass eine Diuronkonzentration von max. $0,05 \mu\text{g/l}$ keine längerfristigen negativen Effekte auf aquatische Lebensgemeinschaften verursacht. Die Internationale Kommission zum Schutze des Rheins (IKSR) hat eine noch strengere Zielvorgabe von $0,006 \mu\text{g/l}$ festgelegt, die häufig im Rhein überschritten wird (UBA, 2001b).

Das Diuron in Oberflächengewässern kann über die Uferfiltration das Grundwasser belasten (Schöpfer & Zipfel, 1993). Es zählt seit langem zu den Spitzenreitern der in Grundwässern auftretenden Pestizide. Im Jahr 1999 lag es auf Platz 5 der Rangliste (UBA, 2001). Frühere Dokumentationen zeigen die gleiche Größenordnung (Wolter 1993, 1995). Es lässt sich eine leicht steigende Tendenz in der Grundwasserbelastung erkennen.

Diuron zählt zu den 33 prioritären Stoffen, für die im Rahmen der EU-Wasser-Rahmenrichtlinie (WRRL) innerhalb der nächsten zwei Jahre Maßnahmen zur Reduktion der Einleitung vorgelegt werden müssen. Mit der Umsetzung der WRRL in das neue Wasserhaushaltsgesetz verpflichtet sich Deutschland, entsprechende Maßnahmen zu entwickeln und umzusetzen. Die Entscheidung, ob Diuron innerhalb dieser EU-Liste als gefährlich gekennzeichnet wird, steht noch aus. Dies würde nicht nur das Ziel einer Reduktion, sondern die Beendigung von Einleitungen und Emissionen in Gewässer innerhalb von 20 Jahren bedeuten (DNR, 2001).

Die Anwendung von Diuron ist auf Bahngleisen seit 1997 über die Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung in Deutschland verboten, ebenso der Einsatz auf nicht versiegelten Flächen (z.B. Kies) oder in der Nähe von versiegelten Flächen, von denen eine mittel- oder unmittelbare Gefahr der Abschwemmung in die Gewässer, Kanalisation u.ä. besteht. Durch diese Maßnahmen ließen sich die Umweltbelastungen jedoch bislang nicht bedeutend verringern.

Belegt ist ein Zusammenhang zwischen der saisonalen Nutzung von Sportbooten und einer Diuronbelastung. Unter acht in Antifoulingfarben enthaltenden Bioziden wurde Diuron in verschiedenen Flussmündungen und küstennahen Meereszonen in Großbritannien in den höchsten Mengen nachgewiesen, Spitzenwerte von $6,7 \mu\text{g/l}$ wurden erreicht (Thomas et al., 2001). Daraufhin sprach Großbritannien ein entsprechendes Anwendungsverbot aus.

Belastung des Menschen

Aufgrund seiner Einsatzbereiche und seines mäßigen Anreicherungspotentials sind bedeutende Rückstände von Diuron in Lebensmitteln nicht zu erwarten. Allerdings überschreiten über ein Viertel der Diuronfunde in Oberflächengewässern die von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) für die Schutzzwecke "Trinkwasserversorgung" ($0,1 \mu\text{g/l}$) festgelegten Zielvorgaben (UBA, 2001a). Obwohl immer weniger Messstellen auf Diuron hin untersucht werden, werden immer häufiger Überschreitungen des Trinkwassergrenzwertes festgestellt. Für die Trinkwassergewinnung stellt Diuron, besonders unter ökonomischen Gesichtspunkten, ein bedeutendes Problem dar, da Brunnen aufgrund von gesundheitlichen Vorsorgemaßnahmen entweder geschlossen oder aufwendige Reinigungsverfahren eingesetzt werden müssen. Daher plädiert der Europäische Wasserwerke-Verband (EUREAU) für eine strikte Reglementierung von Diuron (EUREAU-Positionspapier, 2001).

Wirkung und mögliche Gefahren

Eine hormonelle Wirkung wird von den Behörden als wahrscheinlich angesehen (Gülden et al., 1997; European Commission, 2000). Daraufhin untersucht wurde Diuron selbst jedoch noch nicht. Der Verdacht begründet sich aus der großen strukturellen Ähnlichkeit

von Diuron mit dem bereits als hormonell wirksam identifizierten Linuron. Ausserdem verläuft der Abbau von Diuron und Linuron teilweise über die gleichen, ebenfalls hormonell wirksamen Abbauprodukte (Metabolite). Strukturell ähnlich ist auch der Wirkstoff Flutamid, der als Anti-Androgen in Hormonpräparaten medizinisch eingesetzt wird. (Gülden et al., 1997)

In Untersuchungen an männlichen Ratten verursachte Linuron in verschiedenen Entwicklungsphasen eine Verweiblichung der Tiere. Bei einer täglichen Aufnahme von 200 Milligramm pro Kilogramm (mg/kg) Linuron über zwei Wochen zeigte sich eine Gewichtsreduktion der Nebenhoden und der Prostata. Die gleichen Effekte ließen sich bei der Gabe von Flutamid feststellen. In *in vitro* Experimenten zeigten Linuron, 3,4-DCA sowie weitere Metabolite, die ebenfalls beim Abbau von Diuron entstehen, eine Hemmung der Bindung von Androgenen an den Androgenrezeptor (Cook et al., 1993). Auch gibt es Hinweise darauf, dass Linuron durch seine hormonelle Wirkung die Tumorentwicklung fördert. So wurde ein erhöhtes Vorkommen von Gebärmutterkrebs, Eierstockzellenkrebs sowie Krebs der Leydig-Zellen in Hoden bei Ratten nach Gabe von Linuron beobachtet (Lyons, 1996).

Gleichfalls unter dem Verdacht einer hormonellen Wirksamkeit stehen die mit Diuron in Kombinationspräparaten enthaltenen Wirkstoffe Glyphosat und Amitrol (Tab. 1). Glyphosat verursacht bei männlichen Kaninchen eine Abnahme des Ejakulatvolumens, der Spermienkonzentration und der Libido sowie eine veränderte Spermienzusammensetzung (Yousef et al., 1995). Bei Kaninchen, aber auch bei Menschensperma, hemmt Glyphosat die Spermienbeweglichkeit (Yousef et al., 1996). Bereits seit 30 Jahren ist aus Tierversuchen bekannt, dass Amitrol die Bildung von Schilddrüsenhormonen beeinflusst und ebenfalls die Reproduktion beeinträchtigen kann (Jukes & Shaffer, 1969; Tjalve, 1974). Die EU-Kommission bewertet Amitrol als erwiesenermaßen hormonell wirksam. Amitrol hat bereits die Wirkstoffprüfung der EU-Wirkstoffzulassung durchlaufen und ist in die Positivliste aufgenommen worden (Kap. 2.2).

Der begründete Verdacht, dass Diuron die gleichen oder ähnliche Wirkungen auf das Hormonsystem von Tier und Mensch ausüben kann wie Linuron oder seine Abbauprodukte ist unfraglich. Deshalb wird der Wirkstoff von der EU-Kommission als potenziell hormonell wirksam eingeordnet. Linuron und 3,4-DCA werden als in Organismen erwiesenermaßen hormonell wirksam bewertet (Kap. 2.2).

Nach behördlicher Einstufung gilt Diuron als gesundheitsschädlich. Es ist möglicherweise krebserregend und erbgutverändernd, allerdings reichen die verfügbaren Daten aus Tierstudien als Grundlage für eine Bewertung nicht aus (BgVV-CIVS, 2002; PAN, 2001b). Der Verdacht besteht auch aufgrund der strukturellen Ähnlichkeit zu Linuron, das ein tumorauslösendes Potential aufweist, und zu den zehn als besonders krebserregenden Pestiziden gezählt wird (Normann-Schmidt, 1994). Bei 3,4-DCA besteht der Verdacht eines erbgutschädigenden Potenzials (Dieter, 1992).

Diuron wird als umweltgefährlich klassifiziert, ist für Wasserlebewesen sehr giftig und kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkung haben. 3,4-DCA wird als Umweltschadstoff, als stark wassergefährdend, als Meeresschadstoff und als giftig für den Menschen eingestuft (BgVV-CIVS, 2002).

Die Weltgesundheitsorganisation WHO stuft die akute Gefährdung des Menschen durch Diuron bei einer normalen Verwendung als unwahrscheinlich ein. Die duldbare tägliche Aufnahme (DTA-Wert), die ein Mensch aufnehmen kann, ohne das eine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist, liegt bei Diuron bei 7 Mikrogramm pro Kilogramm ($\mu\text{g}/\text{kg}$). Berechnet auf den mittleren täglichen Trinkwasserkonsum, ergibt sich daraus ein sog. toxikologischer „Trinkwasser-Leitwert“ (TLW) von $25 \mu\text{g}/\text{l}$ (BgVV, 1999). Der vom Gesetzgeber vorsorglich festgelegte Trinkwassergrenzwert von $0,1 \mu\text{g}/\text{l}$ müsste somit um das 250fache überschritten werden, um in einen gesundheitlich gefährlichen Bereich zu gelangen. Allerdings ist eine derart große Grenzwertüberschreitung sehr unwahrscheinlich und gesetzlich nicht zulässig. Dennoch sind US-amerikanische Bürger, zumindest was die Grenzwertberechnung angeht, besser geschützt. Dort werden nur $2 \mu\text{g}/\text{kg}$ Diuron als

tägliche Aufnahme akzeptiert (Reference Dose, RfD-Wert) (US-EPA, 1988). Ein daraus berechneter TLW würde nur 7 µg/l betragen. Der Grund für diese Differenz sind unterschiedliche Berechnungsverfahren. So berücksichtigt der RfD-Wert einerseits in größerem Maße das Problem, aus einer nur begrenzten Anzahl von Tierversuchen menschliche Gefährdungen unterschätzen zu können oder nicht zu erkennen; andererseits werden empfindliche Gruppen, wie Kinder, mitbedacht.

Grundsätzlich bilden Grenzwerte nur den jeweils aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand ab und sind daher veränderbar (s. z.B. DTA-Werte für Lindan, Kap. 3.4). Insbesondere zum Krebspotenzial und zur wahrscheinlichen hormonellen Wirksamkeit bestehen bei Diuron große Kenntnislücken. Obgleich die Wahrscheinlichkeit gering ist, dass Menschen in Deutschland über die Nahrung und das hierzulande gut überwachte Trinkwasser einer längerfristigen Diuronbelastung ausgesetzt sind, sollte Diuron aus vorsorglichen Gründen nicht mehr angewendet werden.

Vordringlich sollten aus Umweltgründen weitere Gewässerbelastungen strikt unterbunden werden, denn Gewässerökosysteme werden bereits weit unterhalb des Trinkwassergrenzwertes geschädigt. Die Stoffregulierung sollte sowohl den Verdachtsmomenten auf eine hormonell schädigende Wirkung, als auch den Gewässerschutzzielen Rechnung tragen, und diuronhaltigen Präparaten keine Zulassung mehr erteilen.

3.3 Pyrethroide

Verwendung:

Pyrethroide werden als Insektizide verwendet. Es handelt sich um Verbindungen, die in Anlehnung an den Naturstoff *Pyrethrum*, der in einigen Korbblütlern natürlich vorkommt, künstlich hergestellt werden. Bei *Pyrethrum* handelt es sich um ein Stoffgemisch, das aus sechs verschiedenen Einzelwirkstoffen besteht, den Pyrethrinen. Frühe Pyrethroide, wie z.B. das Allethrin, wurden in den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts erstmals hergestellt. Der chemische Aufbau ähnelte zunächst weitgehend den als Vorbild dienenden Naturstoffen

und die Wirkstoffe wiesen nur eine geringe Beständigkeit gegenüber UV-Licht auf (Agrow, 1992). Um die Wirksamkeit zu erhöhen und die Wirkungsdauer zu verlängern, wurde die Grundstruktur immer weiter abgewandelt. So entstanden zahlreiche unterschiedliche Wirkstoffe, die dem Ausgangsstoff nur noch entfernt ähneln und anders als das natürliche Stoffgemisch zumindest in Innenräumen zum Teil schwer abbaubar und damit als Langzeitwirkstoffe einzustufen sind. (Klencke et al., 1995). Weltweit wurden bislang rund 1000 unterschiedliche Pyrethroide synthetisiert (BMBF/IVA, 2001). Wichtige Vertreter dieser Wirkstoffgruppe sind Allethrin, Bioallethrin, Deltamethrin, Cyfluthrin, Cypermethrin, Fenvalerat und Permethrin. Um die Wirksamkeit dieser Insektizide zu erhöhen, wird in zahlreichen Präparaten Piperonylbutoxid als Wirkungsverstärker zugesetzt (Walker et al., 1999), bei dem ebenfalls Verdachtsmomente auf eine hormonelle Wirksamkeit bestehen (Tab. 1).

Pyrethroide haben vielfache Einsatzgebiete. Sie sind als Wirkstoffe in Insektiziden enthalten, die in der Landwirtschaft und im privaten Bereich Anwendung finden, in Mitteln zur häuslichen Schädlingsbekämpfung, in Textilien zum Schutz vor Motten- und Käferfraß, in Holzschutzmitteln zum Schutz des Holzes vor Insektenbefall und als Arzneimittel gegen Kopflausbefall.

Der Anteil an Pyrethroiden an den insgesamt in Deutschland abgegebenen Insektizid-Wirkstoffen, die zur Anwendung in Land-, Forstwirtschaft und Garten abgesetzt wurden, lag 1997 bei rund 35 Tonnen (BBA, 1999). Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich bei Pyrethroiden um weitaus effektivere Wirkstoffe handelt, die in sehr viel geringeren Konzentrationen eingesetzt werden als viele andere Wirkstoffe. Liegen die durchschnittlichen Aufwandmengen für andere Insektizide z.B. bei 600-700 Gramm pro Hektar (g/ha), so reichen bei Pyrethroiden durchschnittlich 10-200 g/ha aus, um die gleiche Wirkung zu erzielen (Meierhenrich, 1997). Pyrethroide gehören zu den derzeit am häufigsten verwendeten insektiziden Wirkstoffen (BMBF/IVA, 2001). Für den häuslichen Bereich wurden 2000 vom Industrieverband Agrar in Deutschland 2,7 Tonnen Pyrethroide abgesetzt. Das entspricht

einer Steigerung von 35% gegenüber dem Vorjahr. Hinzu kamen 2,6 Tonnen Pyrethrine. Hierbei ist zu bedenken, dass diese Zahlen insgesamt nur etwa 70% des deutschen Marktes widerspiegeln, da nicht alle Hersteller Mitglied in diesem Industrieverband sind (IVA, 2001).

Der Wirkstoff Permethrin wird zukünftig nicht mehr im landwirtschaftlichen Bereich eingesetzt werden dürfen, da er nicht in die Positivliste der EU-Richtlinie 91/414 aufgenommen wurde (Tab. 2). Allerdings enthalten etwa 80% aller Holzschutzmittel Permethrin (Schadstoffberatung Tübingen, 2002). Auch für die Ausrüstung von Teppichen und Teppichböden zum Schutz vor Motten- und Käferfraß kommt fast ausnahmslos der Wirkstoff Permethrin zur Anwendung. Die empfohlene Aufwandmenge liegt bei 60-180 Milligramm pro Kilogramm Wollfaser. In Deutschland werden jährlich 2,6 Tonnen Permethrin für wollhaltige Bodenbeläge verwendet. Weltweit ist Permethrin in ca. 300 Millionen Quadratmeter Wollteppichboden enthalten (BMBF/IVA, 2001).

Umweltverhalten/Umweltbelastung

Pyrethroide gelten nach Ausbringung im Freiland als mäßig persistente Wirkstoffe. Die Halbwertszeiten für Cypermethrin, Fenprothrin und Fenvalerat liegen bei 2 bis 4 Wochen, für Deltamethrin bei mehr als 8 Wochen und für Permethrin bei bis zu 15 Wochen (Meierhenrich, 1997). In Laub, Nadeln und der Borke von Bäumen kann Permethrin jedoch bis zu einem Jahr beständig sein (Cox, 1999).

Rückstände von Pyrethroiden stellen vor allem in Oberflächengewässern ein Problem dar, da sie schon in geringsten Mengen gegenüber vielen Organismengruppen giftig wirken. In den USA werden Pyrethroide in zahlreichen Oberflächengewässern und im Grundwasser gefunden (Cox, 1999). Permethrin wurde auch im niedersächsischen Grundwasser nachgewiesen (PAN, 2001a). Die Kenntnisse zum Vorkommen sind jedoch beschränkt. So wird kritisiert, dass Pyrethroide noch zu selten in deutschen Überwachungsprogrammen berücksichtigt werden, zumal neben der hohen Giftigkeit für Wasserlebewesen diese Stoffe auch ein hohes Anreicherungs potenzial besitzen (Akkan et al., 2001). Erkennbar ist dies auch durch die

sehr hohe Fettlöslichkeit der synthetischen Pyrethroide (WHO, 1989).

Belastung des Menschen

Die gesundheitlich bedeutendsten Belastungen des Menschen mit Pyrethroiden stammen aus Anwendungen dieser Wirkstoffe im unmittelbaren Lebensumfeld, also aus Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen im Haus oder der Ausrüstung von Teppichböden. Die Substanzen können auf unterschiedlichen Wegen aufgenommen werden:

- Durch Einatmen von Rückständen in der Raumluft nach Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen;
- Durch Einatmen von Schwebstaub, der mit Pyrethroiden aus dem Abrieb von Teppichböden angereichert ist;
- Durch das Verschlucken belasteter Materialien durch krabbelnde Kleinder, z.B. Teppichfasern;
- Durch die Aufnahme über verletzte Hautpartien nach Anwendung pyrethroidhaltiger Arzneimittel bei Kopflausbefall.

In einer Studie zur Belastung des Menschen durch Permethrin aus Wollteppichen und Wollteppichböden konnte ein Zusammenhang zwischen dem Permethrin-Gehalt in Teppichfasern und in der Raumluft nachgewiesen werden, wobei sich die Substanz im Hausstaub anreichert (BMBF/IVA, 2001). Die Belastungssituation im Wohnbereich ist erheblich. In 73% von 385 untersuchten Hausstaubproben wurde Permethrin nachgewiesen (Hostrup et al., 1997). Die Pyrethroide, die durch Lichteinfluss leicht zerfallen (z.B. Allethrin und die Pyrethrine), können auch in Innenräumen relativ schnell abgebaut werden, während die langlebigeren Pyrethroide, die auch in der Landwirtschaft Verwendung finden (z.B. Permethrin, Cypermethrin, Deltamethrin), auch länger in Innenräumen verweilen (Class, 1994). Auch gibt es leider kein zufriedenstellendes Verfahren für die Dekontamination (das Entfernen der Wirkstoffe) nach Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen (Wildeboer et al., 1994).

Bei Lebensmitteluntersuchungen in Deutschland wurden 1997/1998 Rückstände von folgenden Pyrethroiden gefunden (PAN, 2001a):

Cyfluthrin	Zucchini
Cypermethrin	Brokkoli, Zucchini, Knollensellerie, Eichblatt-, Eisberg- und Kopfsalat
Deltamethrin	Äpfel, Tafeltrauben, Spinat, Eichblatt-, Eisberg- und Kopfsalat
Permethrin	Brokkoli, Grünkohl und Spinat

Auch von der US-amerikanischen Lebensmittelbehörde wird Permethrin regelmäßig als Rückstand in Lebensmitteln gefunden. 1996 befand es sich an 13. Stelle der häufigsten in Lebensmitteln gefundenen Pestizide. In 60% der untersuchten Spinatproben und 11% der Tomaten ließ sich Permethrin nachweisen. Darüber hinaus wurde es häufig in Sellerie und Salat gefunden. Auch die Babynahrung in den USA enthielt in 12% der untersuchten Proben Permethrin. In Pfirsich-Babynahrung lag die Trefferquote sogar bei 41 % (Cox, 1999).

Wirkung und mögliche Gefahren

Einer der ersten Hinweise auf hormonelle Aktivitäten von Pyrethroiden wurde daraus abgeleitet, dass männliche haitianische Flüchtlinge 1981 Brüste entwickelten, was in Zusammenhang mit deren Kontakt zu Fenothrin gebracht wurde, einem Pyrethroid, das als Anti-Androgen wirkt. Viele Pyrethroide treten mit Androgen-Bindungsstellen in Wechselwirkung, in absteigender Reihenfolge: Pyrethrine, Bioallethrin, Fenvalerat, Fenothrin, Fluvalinat, Permethrin und Resmethrin (Eil & Nisula, 1990). Für Fenvalerat wurde eine Hemmung der Funktion des Schilddrüsenhormons Thyroid bei männlichen Mäusen festgestellt und eine Veränderung des Thyroid-Spiegels (Eil & Nisula, 1990; Kar & Maiti, 1997; Kaul et al., 1996).

Für Cypermethrin wurde festgestellt, dass es die männliche Sexualentwicklung und das Immunsystem von Kaninchen schädigt, indem es an den Testosteron-Rezeptor bindet. Bei Mäusen kam es zu einem erhöhten Anteil von Spermien-Anomalien (Bunya, 1988). Auch für Permethrin wurde nachgewiesen, dass es an den Testosteron-Rezeptor bindet. In anderen Versuchen entfaltete Permethrin dagegen in hohen Konzentrationen eine Östrogenwirkung (Lyons, 1996).

Neben diesen Hinweisen auf hormonelle Wirkungen sind Pyrethroide für Insekten und Wirbeltiere starke Nervengifte (Appel & Michalak, 1996). Die Anwendung von Permethrin schädigt unterschiedslos schädliche und nützliche Insekten (Cox, 1999). Pyrethroide sind auch fischgiftig. Permethrin ist hochgiftig für fast alle Fischarten, die untersucht wurden. Die tödliche Konzentration, bei der 50% der Versuchstiere sterben (LC_{50}), liegt bei 1 Milligramm pro Kilogramm oder 1 Gramm pro Tonne, für einige sogar bei 1 Milligramm pro Tonne. Andere Wasserorganismen wie Austernlarven (LC_{50} 1 mg/kg) und Krebse (LC_{50} 1 mg/t) reagieren ähnlich empfindlich. Es muss also davon ausgegangen werden, dass jede messbare Permethrin-Konzentration im Wasser bereits nachteilige Effekte ausübt. (Cox, 1999)

Bei Säugern unterscheidet man zwei Wirkungskomplexe. Während z.B. Deltamethrin, Cyfluthrin oder Cypermethrin das CS-Syndrom hervorrufen, das durch einen motorischen Reizzustand des Körpers mit veitsanzähnlichen unaufhörlichen und ungewollten langsamen Bewegungen (Choreoathetose) und durch abnorm vermehrte Speichelbildung (Salivation) gekennzeichnet ist, rufen z.B. Permethrin, Bioallethrin und Resmethrin das T-Syndrom hervor, das durch Muskelzittern (Tremor) gekennzeichnet ist (Klencke et al., 1995).

Bei Aufnahme über den Verdauungstrakt zeigen sich Pyrethroide als relativ wenig giftig für Warmblüter (Appel et al., 1994, Klencke et al. 1995). Auch die Aufnahme über die gesunde Haut scheint für gesundheitliche Auswirkungen keine Bedeutung zu haben. Sehr viel leichter können diese Wirkstoffe offenbar über die Atemluft aufgenommen werden (Appel & Michalak, 1996).

Pyrethroide stehen im Verdacht Veränderungen am Nervensystem hervorzurufen, wenn sie um den Geburtszeitpunkt herum (perinatal) einwirken (Appel & Michalak, 1996). Bei Verfütterung von Permethrin an trächtige Ratten kam es zu einer Verlangsamung des Wachstums und zu einer erhöhten Anzahl abgestorbener Embryonen (Abdel Khalik et al., 1993).

Der Wirkungsverstärker Piperonylbutoxid hemmt verschiedene Enzyme, die unter ande-

rem für den Abbau anderer Chemikalien verantwortlich sind, so dass es zu einer Steigerung der Giftigkeit dieser Chemikalien kommen kann (Kombinationswirkung). So verdoppelte sich die Giftigkeit von Parathion für Mäuse in einem Versuch, in dem den Tieren vorher Piperonylbutoxid verabreicht worden war (Jacobi & Hostrup, 1998).

Es gibt Hinweise darauf, dass Menschen sehr unterschiedlich auf die Einwirkung von Pyrethroiden reagieren und dass diese individuellen Empfindlichkeiten nicht an der Höhe der Pyrethroid-Belastung festgemacht werden können (BMBF/IVA, 2001). Diesem Aspekt sollte in Forschung und Diagnostik mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden, denn vorsorgender Gesundheitsschutz hat sich grundsätzlich an den empfindlichsten Menschengruppen zu orientieren.

3.4 Lindan

Verwendung

Als Lindan wird das gamma-(γ -)Isomer der Hexachlorcyclohexane (HCH) bezeichnet, eine Gruppe persistenter chlorierter Kohlenwasserstoffe. Technisches Hexachlorcyclohexan (HCH) setzt sich zu 65-70% aus α -HCH; zu 7-10% aus β -HCH, zu 14-15% aus γ -HCH sowie zu 10% aus anderen Isomeren zusammen. Durch Reinigungsverfahren wird aus HCH der insektizide Wirkstoff Lindan gewonnen, der zu über 99% aus γ -HCH besteht (WHO, 1991). Herstellung und Verwendung von Lindan führt zur Freisetzung der anderen Isomere. Lindan gehört zu den in großen Mengen hergestellten Chemikalien (mehr als 1000 Tonnen pro Jahr), wobei der Lindan-Verbrauch jedoch in den letzten Jahren weltweit um ein Drittel reduziert wurde (European Commission, 2000).

Seit den 50er Jahren wird Lindan als insektizider Wirkstoff in der Land- und Forstwirtschaft, z.B. gegen Kartoffel- oder Borkenkäfer eingesetzt, ebenso im Holz- und Bautenschutz gegen holzerstörende Insekten, im Textilschutz gegen Motten- und Käferfraß und in der Veterinär- und Humanmedizin gegen Läuse, Krätzmilben etc. Nach dem Bundes-Seuchengesetz sind lindanhaltige Mittel als Kontaktinsektizid gegen Schaben und Kopfläuse von der Ver-

braucherschutzbehörde BgVV geprüft und anerkannt (BgVV, 2000).

Lindan ist seit 1998 als Pflanzenschutzmittel in Deutschland nicht mehr zugelassen und darf zukünftig in Europa nicht mehr als Pestizid eingesetzt werden (Tab. 2). In Entwicklungsländern ist der Einsatz von Lindan als Pestizid allerdings immer noch erlaubt und auch technisches HCH wird noch verwendet (European Commission, 2000).

Als Biozid wurde technisches HCH bis 1975 in Holzschutzmitteln eingesetzt und später durch Lindan ersetzt. Bis 1985 enthielten ca. 45% der bauaufsichtlich geprüften Holzschutzmittel (für tragende Hölzer) Lindan in Konzentrationen bis zu 1,5% (Bremer Umweltinstitut, 1995). Bei anderen Holzschutzmitteln wurden Anteile von bis zu 24,8% zugesetzt (Köhler et al., 1995). Bis heute gibt es kein Verbot für Lindan als Holzschutzmittelzusatz. Allerdings verzichtet die Industrie aufgrund der bekannten Gefährlichkeit zunehmend freiwillig auf seinen Einsatz. 1991 enthielten von 70 Holzschutzmitteln, die nach dem freiwilligen RAL-Gütezeichenverfahren geprüft wurden, immerhin noch acht Mittel Lindan, im Dezember 1993 wurde kein lindanhaltiges Mittel mehr aufgeführt (Öko-Test, 1996). Allerdings werden bislang nur rund ein Drittel aller Holzschutzmittel mit dem RAL-Gütezeichen versehen (Kap. 2.3.3).

Es gibt keine Kenntnisse darüber, inwieweit heute noch lindanhaltige Holzschutzmittel auf den deutschen Markt gelangen bzw. verwendet werden. Das Aufbrauchen von Restbeständen oder die Vermarktung über Drittländer kann letztlich nicht ausgeschlossen werden. Die frühere häufige Anwendung führt noch heute zu Belastungsproblemen im Wohnbereich, oftmals unerkannt von den betroffenen Personen. Nach Schätzungen des ehemaligen Bundesgesundheitsamtes (BGA) wurden in 90% der Wohnungen Holzschutzmittel verstrichen (Pfitzenmaier, 2001).

Bis heute ist Lindan als Biozid in Entlausungsmitteln (Präparat „*Jacutin-Emulsion*“ oder „*Jacutin-Gel*“) und in Insektenbekämpfungsmitteln behördlich zugelassen (BgVV, 2000a).

Umweltverhalten / Umweltbelastung

HCHs sind schwer abbaubare, persistente organische Schadstoffe mit POPs-Eigenschaften (Kap. 2.3), d.h. es sind giftige, langlebige Verbindungen, die mittlerweile weltweit die Umwelt belasten und sich in Lebewesen anreichern. Sie werden praktisch überall, in der Atmosphäre, im Boden, in Organismen, im Meer, in Binnengewässern und im Grundwasser gefunden (WHO, 1991).

Die Beständigkeit zeigt sich an seinen Halbwertszeiten, das heißt der Zeit, in der sich die Hälfte der Substanz abgebaut hat. Sie liegt für das γ - und α -Isomer bei bis zu 3 Jahren und für das β - und δ -Isomer bei bis zu 70 Jahren (Lohs et al., 1999). Die Halbwertszeit im Wasser beträgt bis zu einem Jahr (European Commission, 2000). Lindan bindet relativ schnell an Sedimente, aus denen es jedoch wieder freigesetzt und von Organismen aufgenommen und angereichert werden kann (Koch, 1989). Ursache der hohen Anreicherung in Organismen (Bioakkumulation) ist die große Fettlöslichkeit. Die im Fettgewebe gespeicherten HCHs werden über die Nahrungskette zunehmend angereichert. Nach experimentellen Untersuchungen wird Lindan im Vergleich zum umgebenden Wasser in Algen ca. 240-fach, in Muscheln bis zu 350-fach und in der Regenbogenforelle bis zu 2.000-fach angereichert (European Commission, 2000). Auf der Basis von Lindangehalten in Brassen aus der Elbe wurde sogar auf eine Anreicherung bis zum 50.000-fachen geschlossen (WHO, 1991).

Der Lindaneintrag über die Flüsse in die deutsche Bucht wird für 1998 auf 256 Kilogramm pro Jahr geschätzt (NLÖ, 1999). In den Oberflächengewässern wurden mittlere Lindankonzentrationen von 0,0083 Mikrogramm pro Liter ($\mu\text{g/l}$) gemessen, im Sediment dagegen 3,19 $\mu\text{g/l}$ (European Commission, 2000). Für die Internationale Kommission zum Schutze des Rheins (IKSR) zählt Lindan zu den Substanzen, für die häufig Überschreitungen der Zielvorgabe von 0,002 $\mu\text{g/l}$ für aquatische Lebensgemeinschaften festgestellt werden (UBA, 2001). In der neuen EU-Wasserrahmen-Richtlinie zählen HCHs zu den gefährlichen prioritär zu reduzierenden Stoffen. Die Kommission muss innerhalb von zwei Jahren Vorschläge vorlegen, um die Einleitungen und

Emissionen in den nächsten 20 Jahren zu beenden (DNR, 2001).

Auch bei der behördlichen Grundwasser-Überwachung wird Lindan häufig nachgewiesen und Grenzwertüberschreitungen festgestellt. Bis 1998 zählte Lindan zu den 20 für die Grundwasserbelastung bedeutensten Pestiziden. Eine erste Abnahme der Lindanfunde wurde in 1999 festgestellt. Seitdem sind keine neueren Daten veröffentlicht. (UBA, 2001b)

Die „Hintergrundbelastung“ der Außenluft liegt bei ca. 0,001 Mikrogramm pro Kubikmeter ($\mu\text{g/m}^3$) Lindan, wobei punktuell auch 0,01 $\mu\text{g/m}^3$ erreicht werden können (Köhler, 1995).

Belastung des Menschen

HCHs stellen nicht nur ein großes Umweltproblem dar, sondern werden weltweit in Muttermilch- und Blutproben von Menschen gefunden. Der Mensch kann Lindan über die Nahrung, die Atmung oder die Haut aufnehmen. Die Aufnahme findet zu 90% über die Nahrung, größtenteils über fettreiche tierische Produkte, in denen sich die Substanz über die Nahrungskette angereichert hat, statt (WHO, 1991).

Der von der Weltgesundheitsorganisation WHO festgelegte Wert für die tägliche tolerable Einnahme (ADI=Acceptable Daily Intake) wurde von 8 Mikrogramm pro Kilogramm ($\mu\text{g/kg}$) (1989) mittlerweile auf 1 $\mu\text{g/kg}$ Körpergewicht (1997) herabgesetzt (BgVV, 1999). Wird eine durchschnittliche tägliche Aufnahme von 1-5 Mikrogramm pro Tag angenommen (Bayerisches Umweltministerium, 1997), so wird der ADI-Wert bis zu 7% ausgeschöpft. Trotz dieser Sicherheitsspanne können Gesundheitsrisiken jedoch nicht ausgeschlossen werden. So beziehen sich ADI-Werte z.B. nur auf einen gesunden Erwachsenen mit 70 kg Körpergewicht, und sensible Gruppen, wie z.B. kleinere Kinder oder auch anderweitig geschwächte Personen, finden keine Berücksichtigung. Auch mögliche Kombinationswirkungen mit anderen Substanzen werden nicht berücksichtigt.

HCH-Rückstände werden in unterschiedlichsten Lebensmitteln im Rahmen der behördlichen Lebensmittelüberwachung nachgewiesen. Sie wurden 1999 in allen untersuchten tieri-

schen Produkten, wie Milchzubereitungen, Salami, Makrelen, Tunfisch und Putenfleisch gefunden, wobei bei letzterem für β -HCH eine Überschreitung der gesetzlich festgeschriebenen Rückstands-Höchstmenge festgestellt wurde (BgVV, 1999a). Im Zeitraum von 1997-1998 fanden sich in acht pflanzlichen Lebensmitteln deutscher Herkunft Lindan-Rückstände, u.a. in Kartoffeln, Spinat, Broccoli und Weizen (PAN, 2001a).

Bei der Verwendung von Lindan in Innenräumen geht der Stoff noch nach Jahrzehnten aus den behandelten Hölzern in die Raumluft aus und kann sich in Hausstaub, Lebensmitteln oder Textilien anreichern. Der 1989 vom ehemaligen Bundesgesundheitsamt festgelegte Richtwert der Innenraumluft liegt bei 1 Mikrogramm pro Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Bei einer dauerhaften Überschreitung dieses Wertes werden Maßnahmen zur Reduktion empfohlen (Bayerisches Umweltministerium, 1997). Kritische Experten empfehlen jedoch bereits Minderungsmaßnahmen bei einer Belastung von $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Beim Hausstaub zeigen Konzentrationen ab 1 Milligramm pro Kilogramm (mg/kg , das entspricht $1000 \mu\text{g}/\text{kg}$) Staub eine deutliche Belastung an. Als Maximalwert konnten bis zu $50 \text{ mg}/\text{kg}$ ermittelt werden (Köhler, 1995). Bei Messungen in 15 Häusern im Osten Berlins wurden Maximalwerte von $9 \text{ mg}/\text{kg}$ in Wohnungen und $11 \text{ mg}/\text{kg}$ in Dachböden erreicht (UBA, 1999).

HCHs reichern sich im menschlichen Organismus, vor allem im Fettgewebe, aber auch im Blutplasma, im Knochenmark, im Zentralnervensystem und besonders in der Muttermilch an. Die Plazenta wirkt nicht als körpereigene Barriere, so dass bereits Föten und Neugeborene belastet werden. (Teufel, 1988, 1991, in Otto, 2002). Jeder Mensch ist mit HCHs belastet. Im Blut liegt der Durchschnittswert der deutschen Bevölkerung für β -HCH bei $0,3 \mu\text{g}/\text{l}$ für 7-10jährige Kinder und erhöht sich für Personen über 65 auf $2,0 \mu\text{g}/\text{l}$ (Kommission Human-Bio-monitoring, 1999). Nach der Behandlung mit dem lindanhaltigen Mittel „Jacutin“ konnten bei Kindern deutlich höhere Konzentrationen von $5 \mu\text{g}/\text{l}$ festgestellt werden (Otto, 2002).

Die mittlere Belastung der Muttermilch mit HCHs hat seit 1980 in Deutschland stetig abgenommen. Die mittlere Lindankonzentration lag in den frühen 80er Jahren in der Muttermilch noch bei ca. $32 \mu\text{g}/\text{kg}$ Milchfett (WHO, 1991), inzwischen ist es nicht mehr nachweisbar. Dagegen ist β -HCH, das langlebigste Isomer mit der stärksten Tendenz zur Anreicherung, immer noch in der Milch messbar, allerdings auch hier mit abnehmenden Konzentrationen. Lag der mittlere Wert 1980 noch bei $327 \mu\text{g}/\text{kg}$ Fett, sank er bis 1997 auf $39 \mu\text{g}/\text{kg}$ Fett herab. Problematisch ist allerdings, dass von den 1997 in Deutschland untersuchten Frauenmilchproben $5,5\%$ über der mittleren Belastung bei Frauen ($100 \mu\text{g}/\text{kg}$ Fett) lagen (BgVV, 2000). In anderen Teilen der Welt, insbesondere in Indien und China, wurden noch deutlich höhere Konzentrationen an β -HCH nachgewiesen. Beispielsweise lag in China der Mittelwert in den 80er Jahren bei $6.000 \mu\text{g}/\text{kg}$ Fett (Jensen & Slorach, 1991).

Wirkung und mögliche Gefahren

Nach dem Report der EU-Kommission wird die hormonelle Wirkung von Lindan als erwiesen angesehen (Tab.2). Dieses wird durch zahlreiche Untersuchungen belegt. Möglicherweise stört Lindan den Stoffwechselhaushalt des weiblichen Hormons Östrogen. Östrogene Wirkungen wurden in verschiedenen Untersuchungen festgestellt. So zeigte sich bei *in vitro*-Tests eine Störung der Steroidproduktion in den Hoden von Rotaugen (Singh & Kime, 1995) und eine Verringerung der Progesteron-Aktivität in einem Hefetest mit dem menschlichen Progesteronrezeptor (Jin et al., 1997). Lindan zeigte eine östrogene Wirkung bei weiblichen Ratten und Mäusen, zudem wurde bei Hühnern eine verringerte Eiproduktion, Schalendicke und Ausschlußrate festgestellt (Hayes & Laws, 1991). Bei jungen Ratten war ein Anstieg des Östrogenstoffwechsels festzustellen (Lyons, 1996). Lindan zeigt auch eine anti-androgene Wirkung durch die Hemmung der Hormonbindung an den Androgenrezeptor (Danzo, 1997). Bei Ratten wurden Veränderungen an den Hoden und eine Abnahme der Spermienproduktion beobachtet (Chowdhury et al., 1987; Cox, 1997). (Siehe hierzu auch Erklärungen in Anhang 1).

Es besteht der dringende Verdacht, dass HCHs aufgrund ihrer hormonähnlichen Wirkung das Brustkrebsrisiko erhöhen. So belegen verschiedene Untersuchungen einen Zusammenhang zwischen β -HCH und der Entstehung von Brustkrebs. Als Ursachen kommen frühere Anwendungen von Holzschutz- und Läusemitteln in Frage (Nienhaus et al., 2002).

γ -HCH wirkt erbgutschädigend (mutagen) auf menschliche Zellkulturen und im Tierexperiment ist eine fruchtschädigende (teratogene) Wirkung festgestellt worden (Koch, 1989). Es gibt Anhaltspunkte, dass Lindan für Leberkrebs verantwortlich sein kann. Von der „International Agency for Research on Cancer“ wird Lindan als im Tierversuch krebserregend (carcinogen) klassifiziert (BGA, 1991). Nach der europäischen Gefahrstoffverordnung wird Lindan als möglicherweise krebserregend eingestuft.

Lindan ist außerdem eingestuft als giftig beim Einatmen, Verschlucken oder Berühren mit der Haut (BgVV-CIVS, 2002). Als Vergiftungssymptome werden Funktionsstörungen des Nervensystems mit Symptomen wie Übelkeit, Muskelkrämpfe, erhöhte Nervosität, Zittern,

Konzentrationschwäche, Kopfschmerzen, chronisches Erschöpfungssyndrom etc. beschrieben. Auch zeigen sich bei chronischen Lindanvergiftungen Lebervergrößerungen, motorische Störungen und eine Degeneration des Nervensystems (Otto, 2002). Bei intensivem HCH-Kontakt wurden Knochenmarksschädigungen beobachtet, die häufig Anämien (Blutarmut) zur Folge hatten. Auch allergische Reaktionen wurden beobachtet. (Vohland & Koransky, 1983)

Nachdem im Zeitraum von 1972-1994 bei 88 Personen neurotoxische Erkrankungen und sechs Todesfälle nach Lindan-Behandlung bekannt wurden, ist in Kalifornien im Januar 2002 ein Gesetzentwurf in Kraft getreten, der den Verkauf und Gebrauch von Lindan als Mittel gegen Kopfläuse und Krätzmilben verbietet (PANUPS, 2000). In Deutschland gibt es bisher keine entsprechende Bestrebungen.

Lindan wird als sehr giftig für Wasserorganismen und als starker Meeresschadstoff eingestuft (BgVV-CIVS, 2002). Auch für Bienen ist es gefährlich (Arbeitsgemeinschaft zur Reinhaltung der Weser, 1999).



4. Was tun?

Die möglichen Umwelt- und Gesundheitsgefahren sollten für alle Chemikalien im Vorfeld ihrer Vermarktung abgeklärt werden. Da es aber bereits unmöglich ist, einen vollständigen Überblick über das Stoffverhalten und die möglichen Belastungshöhen in der Umwelt zu erlangen, und erst recht alle möglichen Schadwirkungen auf den Menschen und auf alle Tierarten sowie auf das Ökosystem vorausschauend abzuschätzen, müssen Risikomonitoring und Risikovermeidung vorsorglich getroffen werden. Dieses ist besonders wichtig bei Pestiziden und Bioziden, deren Bestimmung direkt in der Abtötung von Lebewesen liegt und die durch ihren „offenen“ Einsatz Belastungen von Mensch und Umwelt wahrscheinlich machen.

Für die mögliche Gefährdung durch hormonell wirksame Substanzen müssen noch besondere Aspekte berücksichtigt werden. Dieses ist insbesondere die große Zeitspanne zwischen dem Zeitraum der Belastung (Exposition) und dem Auftreten des Effektes, die die Ursachenanalyse erheblich erschwert. Des Weiteren zeigen die bisherigen Kenntnisse, dass unterschiedliche Menschen sehr unterschiedlich betroffen sein können. So treten Wirkungen direkt vor und nach der Geburt (prä- und postnatal) bereits in Konzentrationen auf, die für Erwachsene noch ungefährlich sind. Inwieweit noch andere Personengruppen oder andere, von Veränderungen im Hormonspiegel geprägten, Lebensphasen des Menschen betroffen sind, ist noch nicht geklärt. Der Gesundheitsschutz sollte sich an diesen empfindlichen Gruppen ausrichten und besonders die Gesundheit der nachfolgenden Generation in den Vordergrund stellen.

Daraus ergeben sich zwei wichtige Konsequenzen. Erstens ist der aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisstand kontinuierlich und vor allem zeitnah in politische und gesetzgeberische Entscheidungen der Stoffregulierung und anderer Regelungen im Verbraucher- oder Umweltschutz (z.B. bzgl. Lebensmittelqualität oder Gewässerschutz) einzubeziehen. Zweitens ist der aktuelle wissenschaftliche Nicht-Kennntnisstand in gleicher Weise zu berücksichtigen, was zu einem konsequenten, vorsorglichen Handeln führen muss. Konkret be-

deutet dies, dass Maßnahmen bereits dann zu ergreifen sind, wenn es wissenschaftlich noch nicht zweifelsfrei geklärt ist, in welchem Ausmaß schädliche Effekte tatsächlich eintreten können; Vorsorge bedeutet einerseits, den Verdachtsmomenten gezielt nachzugehen und bei begründetem Verdacht Stoffverbote oder strenge Anwendungsbeschränkungen auszusprechen. Vorsorge bedeutet aber auch die Vermeidung von potenziell gefährlichen Stoffen und die konsequente Suche, Förderung und Anwendung von gesundheits- und umweltverträglicheren Stoffen, Produkten und Methoden.

4.1 Forderungen an Politik und Wirtschaft

Forderungen an Handel und Industrie

- Hersteller und Händler sollten aus Gründen der Vorsorge auf die Produktion und Vermarktung von Pestizid- und Biozidprodukten mit möglicherweise hormonell wirksamen Substanzen verzichten.
- Sogenannte alte Biozidprodukte, denen nach dem neuen Biozidgesetz eine Übergangsfrist gewährt wird, sollten bereits jetzt einer unabhängigen und für den Verbraucher transparenten Prüfung auf Umwelt- und Gesundheitsgefahren unterzogen werden, z.B. in Form von Zertifizierungen oder Qualitätssiegeln.
- Alle Pestizid- und Biozidprodukte sollten eine Volldeklaration der Inhaltsstoffe, eine entsprechende Kennzeichnung, eine verständliche Gebrauchsanweisung sowie Kontaktadressen für eine individuelle Beratung enthalten. Unmissverständlich sollte auf Gefahren, gesetzliche Bestimmungen, Sicherheitsmaßnahmen und ggf. Möglichkeiten zum Entfernen der Substanzen (Dekontamination) hingewiesen werden.
- Die Beratungsqualität des Handels sollte deutlich, und auch hinsichtlich unbedenklicherer Alternativen, verbessert werden.
- Die Produktverantwortung liegt in den Händen der Hersteller.

Forderungen an Politik und Verwaltung

- Produkte mit Pestizid- und Biozidwirkstoffen, bei denen erwiesenermaßen eine hormonelle Wirkung im lebenden Organismus nachgewiesen ist oder die unter dringendem Verdacht stehen, eine solche Wirkung zu verursachen, sollten aus Gründen des Vorsorgeprinzips für eine Anwendung in Deutschland nicht mehr zugelassen und die Wirkstoffe nicht in EU-Positivlisten aufgenommen werden.
- Für Substanzen mit erwiesener hormoneller Wirkung auf lebende Organismen sollte zusätzlich ein vollständiges Vermarktungs- und Anwendungsverbot nach dem Chemikalienrecht (gemäß Chemikalienverbotsverordnung und Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung) ausgesprochen werden.
- Wirkstoffe, für die sich Anhaltspunkte auf eine hormonelle Wirkung aus Experimenten mit Zellkulturen (*in vitro*) ergeben, oder die aufgrund von strukturellen Ähnlichkeiten mit erwiesenen hormonellen Schadstoffen am lebenden Organismus eine entsprechende Wirkung vermuten lassen („Stoffgruppenverdacht“), sind umgehend durch weitere Studien zu überprüfen und bis zum Vorliegen eines Ergebnisses bereits vorsorglich Anwendungsbeschränkungen zu unterziehen.
- Grundsätzlich ist sicherzustellen, dass im Rahmen der nationalen und europäischen Zulassungsverfahren von Pestiziden und Bioziden neue und alte Wirkstoffe/Produkte auf ihre hormonelle Aktivität hin überprüft werden müssen. Dies bedeutet, dass entsprechende Test- und Bewertungsverfahren zügig zu entwickeln, zu standardisieren und obligatorisch durchzuführen sind.
- Das Bewertungs- und Zulassungsverfahren sollte zukünftig transparent und nachvollziehbar gestaltet werden und für Stellungnahmen aus Forschung sowie aus den Umwelt- und Verbraucherverbänden offen sein.
- Deutschland sollte darauf hinwirken, dass hormonell wirksame Stoffe mit sog. POP-Eigenschaften (langlebig, sich in Organismen anreichernd, giftig und global verteilt), wie z.B. Lindan, schnellstmöglich in die Erweiterung der UN-POPs-Konvention aufgenommen werden, um ein weltweites Verbot und eine sichere Entsorgung von Altlagerbeständen zu erzielen.
- Eine bessere Übersicht über die Belastungssituation mit hormonell wirkenden Stoffen ist notwendig, z.B. sind die Effekte bei freilebenden Tieren mit umfassenden Überwachungsprogrammen zu untersuchen, die routinemäßige Messung und Überwachung von Rückständen um entsprechend problematische Stoffe zu erweitern und anwendungsspezifische Überwachungsprogramme durchzuführen. Für eine bessere Risikoabschätzung sollte die Verfügbarkeit von hormonell wirksamen Stoffen für Lebewesen geklärt und die Wirkung von Stoffgemischen und wichtigen Abbauprodukten stärker berücksichtigt werden
- Bei der anstehenden Prüfung der sog. alten Biozide auf EU-Ebene sollten die besonders problematischen Produktgruppen wie Holzschutzmittel, Schädlingsbekämpfungsmittel und Antifoulingfarben prioritär berücksichtigt werden, um die Übergangsfristen bis zu einer Regulierung so kurz wie möglich zu halten.
- Für Pestizid- oder Biozidprodukte, bei denen ein hohes Gefährdungspotenzial für Mensch und Umwelt besteht, sollte eine Rezeptpflicht eingeführt werden und die Mittel nur sachkundigen Personenkreisen zur Verfügung gestellt werden.
- Bei der Neuausrichtung der Agrarpolitik sollte der Pflanzenschutzbereich mitberücksichtigt werden und ein nationales Pestizidreduktionsprogramm festgeschrieben werden, wodurch der Einsatz von Pestiziden grundsätzlich verringert würde. Als Maßnahmen hierzu zählen u.a. die Einführung einer Pestizid-Abgabe, die Dokumentation des Pestizideinsatzes, die verbindliche Festschreibung der Kriterien der „Guten Fachlichen Praxis“ im Pflanzenschutz, aber auch die Förderung des Ökolandbaus und der Forschung zu gesundheits- und umweltverträglicheren Methoden.
- Das Beratungsangebot über unbedenkliche Alternativen zu Pestiziden und Bioziden sollte weiter ausgebaut werden.

4.2 Tipps für VerbraucherInnen

VerbraucherInnen können durch ihre Kaufentscheidung Verbesserungen im Umwelt- und Gesundheitsschutz erzielen. Sie können zudem selbst einiges tun, um die Verwendung gefährlicher Pestizide und Biozide zu vermeiden.

Pestizidfreie Lebensmittel

- Ökologisch angebautes Obst- und Gemüse wird ohne Einsatz von Pestiziden hergestellt. Öko-Kuh, -Schwein und -Geflügel werden mit unbehandeltem Futter versorgt.
- Im Handel gibt es immer mehr empfehlenswerte Produkte, die mit dem BIO-Label gekennzeichnet sind. Qualitätszeichen wie „Demeter“ und „Bioland“ stehen für besonders strenge Anforderungen.
- Fragen sie gezielt nach regionalen, widerstandsfähigen Obst- und Gemüsesorten und bevorzugen sie Produkte der Saison. Importprodukte sind besonders häufig mit Pestiziden belastet.
- Konventionell erzeugtes Obst oder Gemüse sollte stets gründlich gewaschen werden. Bei Kohl und Salat sollten Sie die äußeren Blätter entfernen.
- Achten Sie auf eine vielseitige und fettarme Ernährung. Langlebige Umweltgifte sind vor allem in fettreichen tierischen Produkten enthalten.

Pestizidfreier Pflanzenschutz im Garten

Vorbeugende Maßnahmen:

- Achten Sie auf Vielfalt im Garten. In einer vielfältigen Lebensgemeinschaft haben Schädlinge wenig Chancen, sich stark zu vermehren.
- Achten Sie auf die Standortansprüche der von Ihnen gepflanzten Gewächse. An einem falschen Standort werden Pflanzen leicht krank oder von Schädlingen befallen.
- Legen Sie Pflanzungen so an, dass Unkraut keine Chance hat (dichtes Pflanzen, Verwendung von Bodendeckern, Mulchen).
- Damit der Rasen moos- und unkrautfrei bleibt, muss er ausreichend mit Kalk und Nährstoffen versorgt und regelmäßig belüftet werden.

- Netze, Vliese oder Leimringe versperren Schädlingen den Weg.
- Fördern Sie das Vorkommen von Nützlingen durch Anpflanzen ihrer Futterpflanzen und das Anbieten von Nisthilfen.

Maßnahmen bei Befall:

- Versuchen Sie es zunächst mit mechanischen Methoden oder mit einfachen Hausmitteln.
- Schneiden Sie befallene Pflanzenteile ab oder wenden Sie Seifenlösungen oder Ölemulsionen an (nicht in der Nähe von Gewässern).
- Entfernen Sie Unkraut mechanisch (Hacken, Ausstechen, Ausharken).
- Fragen Sie im Gartenfachhandel gezielt nach unproblematischen Pflanzenstärkungsmitteln und ungiftigen Alternativen (z.B. Leimringe, Lockstoff-Fallen). Dort gibt es auch Bestellkarten für Nützlinge (z.B. Florfliegen gegen Blattläuse).
- Wenden Sie thermische Methoden gegen Unkräuter an (z.B. auf Basis von Gasflammen, Dampf oder Infrarotstrahlen).
- Informieren Sie sich zu den Schädlingen und ungefährlichen Bekämpfungsmaßnahmen bei entsprechenden privaten oder behördlichen Einrichtungen (z.B. dem Pflanzenschutzdienst).

Schädlingsbekämpfung im Haus

Eine Anwendung biozidhaltiger Produkte im Haus sollte generell nicht durch Laien erfolgen, sondern - wenn überhaupt - ausgebildeten Fachkräften vorbehalten bleiben. In vielen Fällen ist es möglich, mit einfachen Mitteln etwas gegen Schädlinge im Haus zu unternehmen oder ein Auftreten im Vorfeld durch geeignete Verhaltensweisen zu verhindern.

Vorbeugende Maßnahmen:

- In kühlen und gut gelüfteten Räumen siedeln sich Schädlinge nur ungern an.
- Fliegengitter verhindern den Zuflug bzw. die Zuwanderung von Schädlingen.
- Kontrollieren Sie Einkäufe auf Befall und bewahren Sie Vorräte in fest verschließbaren Behältnissen auf.
- Dichten Sie alle Ritzen und Hohlräume mit geeigneten Dichtmassen ab.

- Reinigen Sie Textilien, die länger nicht getragen werden, lagern Sie sie in dicht verschlossenen stabilen Kunststoffbeuteln.

Maßnahmen bei Befall:

- Vor jede Bekämpfungsmaßnahme gehört die genaue Bestimmung der Schädlinge durch Experten (s.u.) und die genaue Feststellung der Ausdehnung des Befalls z. B. mittels Lockstoff-Klebefallen.
- Staubsaugen Sie die befallenen Räume, insbesondere alle Spalten und Ritzen.
- Vernichten Sie befallene Vorräte und Materialien.
- Setzen Sie biozidfreie Maßnahmen ein und behandeln Sie nicht zu verschließende Versteckmöglichkeiten wiederholt mit Streumitteln auf der Basis von Kieselerde (Diatomeenerde) (s.u.).
- Bauliche Veränderungen können helfen, einen neuen Befall zu erschweren. Holen Sie sich fachlichen Rat ein.

Ist dennoch die Anwendung von Schädlingsbekämpfungsmitteln unvermeidlich, beauftragen Sie eine Schädlingsbekämpfungsfirma:

- Bitten Sie um eine ausführliche Beratung.
- Schließen Sie vor Beginn der Behandlung einen schriftlichen Vertrag mit den folgenden Angaben ab: Befallsart, Bekämpfungsziel, anzuwendende Präparate und Methode, Dekontaminationserfordernisse und -verfahren, Mitwirkungspflichten des Auftraggebers, Preis, Adresse und Unterschrift des Schädlingsbekämpfers.
- Lassen Sie sich den Sachkundenachweis von dem Mitarbeiter, der die Bekämpfung durchführt, vorlegen.

Übersicht über alternative Schädlingsbekämpfungsmittel:

- Streumittel ohne biozide Wirkstoffe auf der Basis von Kiesel- (Diatomeen-) Erde,
- (Lockstoff-)Fallen mit Klebefolie,
- UV-Lampen mit Klebefolie oder elektrische Fliegenfänger,
- Barrieren wie Moskitonetze oder Klebebänder, Dichtmassen (z.B. Silikon) zum Abdichten von Schlupfwinkeln,
- Hitzebehandlung auf mindestens 50°C für eine längere Zeit,
- Nützlinge, z. B. Schlupfwespen gegen Vorratsmotten und Stallfliegen oder Bakterienpräparate gegen Stechmücken.

Tipps zur Kopflausbehandlung:

- Bei Befall wenden Sie sich an den Arzt, das Gesundheitsamt oder eine Beratungsstelle.
- Zunächst sollten Sie unbedenkliche Methoden anwenden: Waschen mit normalen Shampoos, mit verdünntem Essigwasser oder Behandlung mit Ölen. Sollte dies keinen Erfolg zeigen, dann Mittel mit natürlichen Insektiziden, wie Pyrethrum oder Neem verwenden.
- Unbedingt alle Kleider, Bettwäsche und Kuscheltiere waschen, zwei Tage in die Kühltruhe legen oder 28 Tage in einem verschlossenen Plastiksack verstauen.

Tipps zur Flohbehandlung bei Haustieren:

- Vermeiden Sie die Anwendung von Produkten (Sprays, Shampoos, Halsbänder) mit synthetischen Bioziden – auch zum Schutz ihres Haustieres.
- Das im Vergleich „unbedenklichste“ Biozid ist „Methropen“, das spezifisch die Larvenentwicklung hemmt. Allerdings enthalten viele Präparate zusätzlich Insektizide, die als Nervengifte die erwachsenen Tiere abtöten.
- Verwenden Sie eines der zahlreichen Produkte mit ätherischen Ölen oder Pflanzenextrakten, wie Neem- oder Pyrethrumextrakt (ohne Piperonylbutoxid als Wirkungsverstärker).
- Vorbeugend sollten Schlafplatz und Umgebung regelmäßig gesaugt werden und das Tier mit einem Floh- oder Nissenkamm behandelt werden.

Biozidfreier Holzschutz

In beheizten Innenräumen sind biozidhaltige Holzschutzmittel überflüssig und sollten grundsätzlich vermieden werden. Das gleiche gilt für nichttragende Hölzer im Aussenbereich, z.B. Zäune oder Palisaden. Tragende Holzteile eines Gebäudes müssen per Gesetz vor Schädlingen geschützt werden. Chemischer Holzschutz ist in beheizten Innenräumen nicht mehr zwingend vorgeschrieben, z.B. wenn Stützen von drei Seiten aus sichtbar sind, wenn sie vollständig verkleidet vorliegen oder widerstandsfähige Holzarten, wie Eiche oder Robinie, verwendet werden.

Vorbeugende Maßnahmen:

- Möchten sie naturbelassenes Holz kaufen, lassen Sie sich vom Händler bestätigen, dass die Hölzer unbehandelt sind.
- Müssen Hölzer zwingend behandelt werden, können auch solche gewählt werden, die per Kesseldruckverfahren mit reinem Borsalz imprägniert wurden. Mit Salzen behandelte Hölzer sollten im Aussenbereich zusätzlich mit Hartwachs behandelt werden, um ein Auswaschen zu vermeiden.
- Berücksichtigen Sie auch im Aussenbereich alle baulichen Maßnahmen, z.B. Regen- und Tropfschutz, Imprägniermethoden ohne biozide Wirkstoffe, Auswahl widerstandsfähiger Holzarten etc..
- Wenn aussen ein Holzschutz notwendig ist, achten Sie auf geprüfte Produkte mit dem „RAL-Gütezeichen“ für nichttragende Hölzer. Die Produkte können zwar auch Biozide enthalten, sind aber auf Gesundheits- und Umweltverträglichkeit geprüft.

Maßnahmen bei Befall:

- Beauftragen sie eine Fachfirma und berücksichtigen Sie die Empfehlungen zur Schädlingsbekämpfung (s.o.).
- Bei befallenen Hölzern ist nur eine ungefährliche Heißluftbehandlung zu empfehlen.

Maßnahmen bei Verdacht einer Innenraum-Belastung:

- Bei Verdacht auf eine frühere Holzschutzbehandlung im Wohnraum können sie eine Schadstoffmessung durch ein kompetentes Messinstitut durchführen lassen. Informieren Sie sich eingehend über Minderungs- oder Sanierungsmaßnahmen.
- Vorsicht ist beim Immobilienkauf geboten. Reklamationen oder die Rücknahme des Kaufvertrages sind juristisch schwer durchzusetzen, da dem Vorbesitzer die Kenntnis und das bewusste Verschweigen einer Schadstoffbelastung nachgewiesen werden muss.

Biozidfreie Bodenbeläge

Wollteppichböden sind überwiegend gegen Motten- und Käferfrass, meistens mit dem Pyrethroid-Wirkstoff Permethrin, ausgerüstet.

Bei einer Konzentration unter 10 mg/kg Permethrin gilt der Teppichboden als unbehandelt. Aus Vorsorgegründen sollte die Pyrethroid-Konzentration jedoch unter 10 mg/kg, besser unter 1 mg/kg liegen.

- Die Pyrethroid-Ausrüstung ist für folgende Gütesiegel vorgeschrieben: GuT-Siegel "Teppichboden schadstoffgeprüft", Teppichsiegel der Europäischen Teppichgemeinschaft, Wollsiegel des internationalen Woll-Sekretariats (IWS). Teppiche mit dem Wollsiegel müssen diese Ausrüstung im Gegensatz zu Auslegeware nicht mehr haben.
- Keine Pyrethroid-Ausrüstung (der Grenzwert liegt bei 5 mg/kg) haben Produkte der Marke „Greenline“ sowie solche mit dem TÜV-Bayern Umweltsiegel für textile Bodenbeläge.
- Bei Erwerb eines unbehandelten Teppichbodens oder Teppichs, sollte "Teppich ist nicht mit Bioziden behandelt" im Kaufvertrag schriftlich festgehalten werden, und möglichst der Belastungsgrad genannt werden, z.B. "nicht mit mehr als 5 mg/kg Permethrin kontaminiert".
- Wenn der Wollteppichboden nicht gegen Motten- und Käferlarven ausgerüstet ist, sollte er so verlegt werden, dass die gesamte Fläche regelmäßig gesaugt werden kann.
- An dunkle Stellen können Zedernholz oder Kissen mit ätherischen Lavendelölen gelegt werden, die alle halbe Jahre ausgetauscht werden müssen.
- Verzichten Sie auf Wollteppichböden und wählen sie andere natürliche Bodenbeläge, wie Parkett oder Fliesen und belegen diese an freien Flächen mit Teppichen.

Biozidfreie Unterwasseranstriche

- Bootsbesitzer sollten auf Schiffsfarben mit organischen Bioziden verzichten und je nach befahrenem Gewässer (Bewuchsdruck, Salz- oder Süßwasser) auf unproblematische Produkte wie Antihafbeschichtungen, z.B. aus Silikon, oder selbstpolierende Anstriche zurückgreifen.
- Informieren Sie sich zu die gesetzlichen Regelungen.

5. Zusammenfassung

Störungen des Hormonsystems können durch verschiedene Chemikalien ausgelöst werden. Immunstörungen, Fortpflanzungsunfähigkeit oder Veränderungen des Verhaltens können die Folge sein. Viele Beispiele existieren aus dem Tierreich und die zunehmenden gesundheitlichen Probleme in der Bevölkerung der Industrieländer, wie verminderte Fruchtbarkeit oder die Zunahme von Brustkrebs, können mit hormonell wirksamen Chemikalien in Verbindung stehen. Besonders problematisch ist es, wenn Substanzen während der Schwangerschaft oder über das Stillen von der Mutter auf das Kind übertragen werden und somit Schäden in der nächsten Generation hervorgerufen.

Immer mehr Wirkstoffe in Pestizid- und Biozidprodukten geraten unter den Verdacht, hormonell wirksam zu sein. Nach einem Bericht der Europäischen Kommission aus dem Jahr 2000 liegen für 564 Chemikalien Hinweise auf eine mögliche hormonelle Wirksamkeit vor. Darunter befinden sich 189 Pestizide. Zahlreiche Wirkstoffe werden sowohl als Pestizide als auch als Biozide verwendet.

Pestizide werden in der Land- und Forstwirtschaft sowie im Gartenbau zum Pflanzenschutz eingesetzt. **Biozide** finden Verwendung bei der Schädlingsbekämpfung im häuslichen Bereich, in Holzschutzmitteln, in Desinfektions- und Konservierungsmitteln. Sie werden bewusst in die Umwelt verbracht oder in der Nähe von Menschen eingesetzt, um unerwünschte Organismen abzutöten.

Pestizidprodukte unterliegen bereits seit 1986 einem Zulassungsverfahren nach dem Pflanzenschutzgesetz, für Biozidprodukte wird dies erst mit der Umsetzung der neuen europäischen Richtlinie in die deutsche Gesetzgebung der Fall sein. Die Pestizid und zukünftig auch die Biozidwirkstoffe werden auf EU-Ebene einem Bewertungsprozess unterzogen. Es dürfen nur solche Wirkstoffe in den Mitgliedsstaaten verwendet werden, die erfolgreich die Bewertung durchlaufen haben und in Positivlisten aufgenommen werden. Daher ist es wichtig, auf der EU-Ebene hohe Umwelt- und Gesundheitsstandards in der Stoffregulierung festzuschreiben, besonders bzgl. der hormonellen Wirksamkeit von Stoffen. Die Zeit für die ge-

setzliche Harmonisierung in der EU beträgt zehn Jahre. Daher werden VerbraucherInnen unter Umständen noch über einen langen Zeitraum mit Produkten ohne behördliche Prüfung auf ihre Umwelt- und Gesundheitsgefahren in Kontakt kommen können.

Im Rahmen der Broschüre werden hormonell verdächtige Wirkstoffe behandelt, die in zugelassenen Pestizidprodukten in Deutschland eingesetzt werden (55 Substanzen) oder/und in der Umwelt, in in Deutschland hergestellten pflanzlichen Lebensmitteln, Grundwasser oder Oberflächengewässern gefunden werden. Insgesamt sind dies 75 Wirkstoffe, zahlreiche werden auch als Biozid verwendet.

In der Broschüre werden **Einsatzgebiete und Anwendungsprobleme** von Pestiziden und Bioziden beschrieben. So lässt sich europaweit eine Zunahme von Pestizidrückständen in pflanzlichen Produkten feststellen. Neben der Pestizidanwendung in der Landwirtschaft werden Pestizide und Biozide häufig auch von Privatpersonen im Garten, Haus oder Hobbybereich eingesetzt, ein sachgerechter Umgang ist oft nicht gewährleistet. Bei der Wohnraumbelastung mit Bioziden wird der Schwerpunkt auf Schädlingsbekämpfungs- und Holzschutzmittel sowie auf behandelte Teppichböden gelegt. Beispielhaft werden vier Wirkstoffe/Wirkstoffgruppen hinsichtlich ihrer Verwendung, der Belastung von Umwelt und Mensch sowie ihrer möglichen Schädigung charakterisiert. Sie repräsentieren sowohl verschiedene Anwendungsbereiche als auch verschiedene Belastungspfade für Mensch und Umwelt.

Bei **Vinclozolin** handelt es sich um ein in zahlreichen landwirtschaftlichen Kulturen gegen Pilzkrankungen eingesetztes Fungizid. Rückstände werden häufig in vielen unterschiedlichen pflanzlichen Produkten nachgewiesen. Es ist umweltgefährlich und möglicherweise krebserregend. Als hormoneller Schadstoff beeinflusst es auf verschiedene Weise die Funktionen des männlichen Sexualhormons Androgen. In Tierversuchen sind Fehlbildungen der männlichen Geschlechtorgane, Verweiblichung, verminderte Spermienzahlen und Verhaltensänderungen festgestellt worden.

Derzeit wird auf EU-Ebene beraten, ob Vinclozolin weiterhin eingesetzt werden darf.

Diuron wird häufig von privaten Gärtnern oder illegal auf Wegen und Plätzen zur Unkrautbekämpfung eingesetzt. Es ist Bestandteil von bewuchshemmenden Bootsanstrichen (Antifoulings). Seit langem werden Belastungen von Grund- und Oberflächengewässern festgestellt. Diuron wird aufgrund seiner Strukturähnlichkeit mit Linuron als potenziell hormonell wirksam bewertet. Linuron wirkt wie Vinclozolin anti-androgen. Im Tierversuch wurde die Abnahme der Spermienzahlen und die Förderung von Gebärmutter- und Eierstockzellenkrebs beobachtet.

Bei **Pyrethroiden** handelt es sich um eine große Gruppe von Insektiziden, die als Nervengift wirken. Eingesetzt werden sie als Pestizide und zunehmend als Biozide in Schädlingsbekämpfungs- und Holzschutzmitteln sowie zur Ausrüstung von Textilien, insbesondere Wollteppichböden. Sie sind in Gewässern, pflanzlichen Lebensmitteln und in der Innenraumluft nachgewiesen. Für verschiedene Pyrethroide sind hormonelle Wirkungen im Tierexperiment belegt, u.a. Spermienanomalien und Schädigungen des Immunsystems.

Lindan (γ -HCH) ist ein giftiges und umweltgefährliches Insektizid. Es wird zukünftig als Pestizidwirkstoff in Europa verboten, der Verbraucher kann aber weiterhin durch lindanhaltige Biozidprodukte, wie Schädlingsbekämpfungs- und Kopflausmittel damit in Kontakt kommen. Auch als Holzschutzmittelzusatz ist es bis heute nicht verboten. HCHs sind giftige, langlebige Schadstoffe, die sich in der Nahrungskette anreichern und weltweit Umwelt und Menschen belasten. Sie werden in pflanzlichen und tierischen Nahrungsmitteln, in Grund- und Oberflächengewässern und in der Innenraumluft belasteter Wohnungen gefunden. Sie finden sich im menschlichen Blut und in der Muttermilch. Als Anti-Androgen verursacht Lindan Entwicklungsschäden bei männlichen Geschlechtsorganen und Spermien im Tierversuch. Lindan wirkt aber auch wie das weiblichen Östrogen und steht im Verdacht, das Brustkrebsrisiko bei Frauen zu erhöhen.

Die Beispiele zeigen, dass die derzeitigen Stoffregulierungen und die bisherige Anwen-

dungspraxis Mensch und Umwelt nicht ausreichend vor Belastungen schützen. Insbesondere die leichte Verfügbarkeit der gefährlichen Produkte für Laien ist zu kritisieren. Aus Vorsorge müssen bereits Maßnahmen ergriffen werden, wenn ausreichende Hinweise auf mögliche Schädwirkungen vorliegen, ohne dass diese bewiesen werden müssen (Vorsorgeprinzip).

Die bedeutet für **Handel und Industrie:**

- Verzicht auf Produktion und Vermarktung von Pestizid- und Biozidprodukten mit potenziell hormonell wirksamen Stoffen;
- Unabhängige und transparente Prüfung von Biozidprodukten auf ihre Umwelt- und Gesundheitsgefahren bereits im Vorfeld der neuen Biozidzulassung;
- Deutliche Produkt-Kennzeichnung, vollständige Deklaration der Inhaltsstoffe und eine verständliche Gebrauchsanweisung;
- Verstärkte Produktforschung hinsichtlich unbedenklicher Alternativen.

Für **Politik und Verwaltung:**

- Keine deutsche Produktzulassung bei erwiesenermaßen oder dringend verdächtigen hormonell wirksamen Substanzen, keine Aufnahme in EU-Positivlisten;
- Verdächtige Stoffe sind umgehend zu prüfen und Maßnahmen wie Anwendungsbeschränkungen zu initiieren;
- Einführung von behördlichen Standardprüfungen auf hormonelles Wirkpotenzial. Zügige Entwicklung von Testmethoden und transparenten Bewertungsstrategien;
- Weltweites Verbot und sichere Entsorgung giftiger, langlebiger und sich anreichernder Substanzen;
- Beschränkung oder Verbote der Anwendung von gefährlichen Produkten durch Laien sowie Ausbau von Beratungsangeboten zu unbedenklichen Alternativen;
- Festschreibung von Pestizidreduktionsprogrammen für die Landwirtschaft, Förderung der ökologischen Landwirtschaft sowie der Forschung zu Alternativmethoden.

VerbraucherInnen können durch bewusste Kaufentscheidung und kritische Fragen an Handel und Behörden dazu beitragen, das Bewusstsein über gefährliche Pestizide und Biozide in der Gesellschaft zu schärfen. In der Broschüre werden praktische Ratschläge zur Vermeidung gefährlicher Produkte gegeben.

6. Literatur

- Abdel-Khalik, M. M., Hanafy, M. S. M. & Abdel-Aziz, M. J. (1993): Studies on the teratogenic effects of deltamethrin in rats. *Dtsch. tierärztl. Wschr.* 100: 142 – 143.
- Agrow (1992) Pyrethroids - the next generation? 157: 24f.
- Akkan, Z., Flaig, H. & Ballschmieter, K. (2001): Emissionen von Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln aus Land- und Forstwirtschaft. Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg. Kurzfassung unter: www.ta-akademie.de/deutsch/Aktuelles/presse/pdf/KurzfassungAk.pdf.
- Appel, E., & Michalak, H. (1996): Pyrethroide: Toxikologische Aspekte. Materialien zur Umweltmedizin, Nr. 8, Senatsverwaltung für Gesundheit und Soziales - Abt. V, Ref. Umweltmedizin.
- Appel, K. E., Michalak, H. & Gericke, S. (1994): Health Risks from Pyrethroids? - Data on their Neurotoxicity, Toxicokinetics and Human Health Disorders. *Wissenschaft und Umwelt*, 2.
- Arbeitsgemeinschaft zur Reinhaltung der Weser (1999): Wesergütebericht , Sondermeßprogramm 1999.
- Bayerisches Umweltministerium (1997): Fachinformationen „Umwelt und Gesundheit“ des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen. www.umweltministerium.bayern.de/service/umberat.html.
- BBA, Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (1999): Art und Menge der in der Bundesrepublik abgegebenen und exportierten Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln (1987-1997) - Ergebnisse aus dem Meldeverfahren nach § 19 des Pflanzenschutzgesetzes. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft 49, Braunschweig.
- BBA-Zulassungsverzeichnis: www.bba.de (Datenbank: Pflanzenschutzmittel: Zulassungsverzeichnis).
- BGA, Bundesgesundheitsamt (1991): Umweltsurvey IIIa - Wohn-, Innenraum-Spurenelemente im Hausstaub. *WaBoLu-Hefte* Nr. 2.
- BgVV (1998): Holzschutzmittel gehören nicht in den Wohnbereich! Pressemitteilung des BgVV v. 26. Feb. 1998 (03/98).
- BgVV (1998a): Lebensmittel-Überwachung Vinclozolin 1998. Unter: www.bgvv.de (Datenbank: Lebensmittelmonitoring).
- BgVV (1999): Liste des BgVV zu ADI-Werten, DTA-Werten und Trinkwasser-Leitwerten für Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe, Ausgabe 9 (Stand: 2.12.99). Unter: www.bgvv.de (PDF-Dokument) oder als Sonderdruck beim BgVV, FB 7.
- BgVV (1999a): Bericht über die Monitoringergebnisse des Jahres 1999 – Tabellenband. Unter: www.bgvv.de (Lebensmittelsicherheit / PDF-Dokument)
- BgVV (2000): Bekanntmachung der geprüften und anerkannten Mittel und Verfahren zur Bekämpfung von tierischen Schädlingen nach §10c Bundes-Seuchengesetz. *Bundesgesundheitsbl.-Gesundheitsforsch.-Gesundheitsschutz*, 43 (Suppl. 2): 562-574.
- BgVV (2000a): Trends der Rückstandsgelalte in Frauenmilch der Bundesrepublik Deutschland - Aufbau der Frauenmilch- und Dioxindatenbank am BgVV. Unter: www.bgvv.de/presse/aktuell als PDF-Dokument.
- BgVV (2001): Warten auf das Biozidgesetz: Freiwillige Selbstverpflichtung der Industrie hat wenig zum Verbraucherschutz beigetragen. Pressemitteilung des BgVV v. 21. Sept. 2001.
- BgVV (1996): Vom Umgang mit chemischen Schädlingsbekämpfungsmitteln. Pressemitteilung des BgVV v. 3. Juni 1996 (09/96).
- BgVV-CIVS (2002): Chemikalien Informationssystem für verbraucherrelevante Stoffe. Unter: www.bgvv.de (Datenbank: CIVS).
- BgVV-CIVS (2002): Chemikalieninformationssystem für verbraucherrelevante Stoffe (CIVS). Unter: www.bgvv.de (Datenbanken).

- BMBF/IVA (Hrsg.) (2001): Pyrethroidexposition in Innenräumen. Die Belastung des Menschen durch Pyrethroide (Insektenvernichtungsmittel) in Wohn- und Arbeitsräumen. Studienergebnisse zum Bio-, Effekt- und Innenraummonitoring von Pyrethroiden. Düsseldorf. Bundesministerium für Bildung und Forschung, (Industrieverband Agrar (Hrsg.).
- Bunya, S.P. (1988): Genotoxic effects of cypermethrin in mice. *Toxicol. Letters*. 41: 223-230.
- Chowdhury, A.R., Venkatakrishna-Blatt, H. & Gautam, A.K. (1987): Testicular changes in rats under lindane treatment. *Bull. Environ. Cont. Toxicol.* 38, 154-156.
- Class, Th. J. (1994): Pyrethroide Insektizide in Innenräumen: Analytik und Expositionen. VDI Berichte 1122.
- Cook, J.W., Mullin, L.S., Frame, S.R. & Biegel, L.B. (1993): Investigation of a mechanism for Leydig cell tumorigenesis by linuron in rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 119: 195-204.
- Cox, C. (1997): Masculinity at risk. *Journal of Pesticide Reform* 16: 2-7.
- Cox, C. (1999) Permethrin. *Global Pesticide Campaigner*, 9 (3).
- Danzo, B.J. (1997): Environmental xenobiotics may disrupt normal endocrine function by interfering with the binding of physiological ligands to steroid receptors and binding proteins. *Environm. Health Perspec.*, 105: 294-301.
- Davy, C. & Shaw, S. (1995) Screening of some selected pesticides for oestrogenicity using a genetically modified yeast. Poster presentation at UK Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) Meeting 6th December, Liverpool.
- Dejonckheere, W., Steurbaut, W., Drieghe, S., Verstraeten, R. & Braeckmann, H. (1996): Monitoring of pesticide residues in fresh vegetables, fruits and other selected food items in Belgium, 1991 - 1993. *J. AOAC International* 79, 97-110.
- Dieter, H.H. (1992): German drinking water regulations, pesticides and axiom of concern. *Environ. Managem.* 16: 21-31.
- DNR (2001): Erste Liste prioritärer Stoffe unter der neuen EU Wasserpolitik verabschiedet. EU-Rundschreiben der EU-Koordinierungsstelle des Deutschen Naturschutzrings (DNR), 7/8 : 29.
- Domsch, K.H. (Hrsg.) (1992): Pestizide im Boden. Mikrobieller Abbau und Nebenwirkungen auf Mikroorganismen. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 575 S.
- ECB, European Chemicals Bureau (2001): List of existing biocidal active substances. Unter <http://ecb.jrc.it> (Biocides).
- Eil, C. & Nisula, B. C. (1990): The binding properties of pyrethroids to human skin fibroblast androgen receptors and to sex hormone binding globulin. *J. steroid. Biochem.* Vol. 35: 409-414.
- Eriksson, P., Jacobson, E., & Frederiksson, A. (1998): Developmental neurotoxicity of brominated flame retardants, polybrominated diphenylethers and tetrabromobis-phenol A. *Organohalogen Comp.*, 35: 375-377.
- EUREAU (2001): Keeping raw drinking water resources safe from pesticides. Positionspapier EU1-01-A56. Unter: http://admin.dev.5emedia.net/users/files/1_Full_Report.pdf.
- European Commission (1998): Monitoring of pesticide residues in products of plant origin in the EU and Norway. European Commission DG Health and Consumer Protection.
- European Commission (2000): Towards the establishment of a priority list of substances for further evaluation of their role in endocrine disruption, Final Report 2000, Delft, June 2000.
- European Commission (2001): Working document of the Commission Services. Technical annex to report from the Commission to the European Parliament and the Council on the evaluation of the active substances of plant protection products- Document SANCO/2692/2001 of 25 July 2001.
- European Commission (2001a): Pesticide residues 1999. Pesticide monitoring reports. http://europa.eu.int/comm/food/fs/inspections/fnasi/reports/annual_eu/index_en.html, sowie Pressemitteilung, unter: http://europa.eu.int/comm/dgs/health_consumer/library/press/press174_de.html.

- Friedrich, G., Becker, K., Hoffmann, G., Hoffmann, K., Krause, G., Nöllke, P., Schulz, C., Schwabe, R. & Seiwert, M. (1998): Pyrethroide im Hausstaub der deutschen Wohnbevölkerung - Ergebnisse zweier bundesweiter Querschnittstudien. *Gesundheitswesen*. 60: 95-101.
- Gies, A., Kolossa-Gehring, M., Roskamp, E. & Throl, C. (2001): Hormonell wirkende Chemikalien und Entwicklung der Spermienqualität beim Menschen. *Umweltmedizinischer Informationsdienst*, 2: 7-9.
- Gray, L. E. Jr., Ostby, J. S. & Kelce, W. R. (1994): Developmental effects of an environmental antiandrogen: the fungicide vinclozolin alters sex differentiation of the male rat. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 129 (1): 46-52.
- Gray, L. E. Jr., Ostby, J. S., Monosson, E. & Kelce, W. R. (1999): Environmental antiandrogens: low doses of the fungicide vinclozolin alter sexual differentiation of the male rat. *Toxicology and Industrial Health*. 15: 48-64.
- Gülden, M., Turan, A. & Seibert, H. (1997): Substanzen mit endokriner Wirkung in Oberflächengewässern. *Umweltbundesamt (Hrsg.), UBA-FB 97-068, Forschungsbericht 102 04 279*.
- Hayes, W. & Laws, E. (1991): *Handbook of Pesticide Toxicology*, Academic Press Limited, London.
- Hostrup, O., Witte, I., Hoffmann, W., Greiser, E., Butte, W. & Walker, G. (1997): Biozidanwendungen im Haushalt als möglicher Risikofaktor für die Gesundheit der Raumnutzer. *Biozidberatungsstelle der AG Biochem./Toxikol. Carl von Ossietzky Univ. Oldenburg, Bremer Institut für Präventivforschung und Sozialmedizin*, 210 S.
- IVA, Industrieverband Agrar (2000): *Jahresbericht 1999/2000*. Frankfurt
- IVA, Industrieverband Agrar (2001): *Jahresbericht 2000/2001*. Frankfurt
- Jacobson, J.L. & Jacobson, S.W. (1997): CNS development in children exposed in utero to PCBs from environmental sources. In: *UBA-Texte 50/98, Effects of endocrine disruptors in the environment on neuronal development and behavior, Workshop, Berlin, Feb. 17-18, 1997*.
- Jensen, A.A. & Slorach, S.A. (1991): *Chemical contaminants in human milk*. CRC Press, Florida.
- Jin, L.Z., Tran, D.Q., Die, C.F., McLachlan, J.A. & Arnold, S.F. (1997): Several synthetic chemicals inhibit progesterone receptor-mediated transactivation in yeast. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* 233: 139-146.
- Jukes, T. & Schaffer, C. (1969): Anti-thyroid effects of aminotriazole. *Science*, 132: 296.
- Jury, W.A., Focht, D.D. & Farmer, W.J. (1984): Behavior assessment model for trace organics in soil: III. Application of screening model. *J. Environ. Qual.* 13: 573-579.
- Kar, A. & Maiti, P. (1997) Dual role of testosterone in fenvalerate-treated mice with respect to thyroid function and lipid peroxidation. *J. Appl. Toxicol.* 17 (2): 127-131.
- Kaul, P. et al. (1996): Fenvalerate-induced alterations in circulatory thyroid hormones and calcium stores in rat brain. *Toxicology letters*. 89: 29-33.
- Kelce, W.R., Lambright, L.R., Gray, L.E. & Roberts, K.P. (1997): Vinclozolin and p,p'-DDE alter androgen-dependent gene expression: In vivo confirmation of an androgen receptor-mediated mechanism. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 142: 192-200.
- Klencke, I., Meierhenrich, U., Ruhnau, M. & Stolz, P. (1995) *Pyrethroide - Pestizide in Innenräumen*. Verein für Umwelt- und Arbeitsschutz e. V., Bremer Umwelt Institut (Hrsg.), 3. Aufl., Bremer Reihe Umwelt & Arbeit, Bremen.
- Koch, R. (1989): *Umweltchemikalien*. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 423 S.
- Köhler, M., Krooß, J., Pott, F. & Stolz, P. (1995): *Gift im Holz*. Bremer Umweltinstitut (Hrsg.), 7. Aufl., Bremer Reihe Umwelt & Arbeit, Bremen.
- Kommission Human-Biomonitoring (1999): *Statusbericht zur Hintergrundbelastung mit Organochlorverbindungen in Humanblut. Empfehlungen der Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes*. Bundesgesundhbl.-Gesundheitsforsch.- Gesundheitsschutz, 42(5): 446-448.

- Lilienblum, W. (1997): Berichtstatter der Arbeitsgruppe: Wirkungen endokriner Stoffe auf den Menschen. Niedersächsisches Umweltministerium und Umweltstiftung WWF-Deutschland. Internationales Hearing zu endokrin wirksamen Stoffen in der Umwelt. 5.-6. Mai, Hannover.
- LimnoMar (2001): Biozidfreie Unterwasseranstriche, biozidhaltige Antifoulingfarben für Sportboote in Deutschland, Saison 2002. Labor für limnische, marine Forschung und vergleichende Pathologie (LimnoMar), Hamburg.
- Lohs, K., Elstner, P. & Stephan, U. (1999): Fachlexikon Toxikologie. ecomed, Landsberg, 335 S.
- Lyons, G. (1996): Pesticides posing hazards to reproduction. A report for WWF-UK on pesticides which disrupt hormones an reproduction. Godalming., England.
- Meierhenrich, U. (1997): Nachweis und Toxikologie pyrethroider Verbindungen - Untersuchungen für die Matrices Teppichfaser, Hausstaub, Raumluft sowie Urin. Bremer Umweltinstitut (Hrsg.), Reihe Umweltwissenschaften, Bremen.
- Niedersächsisches Umweltministerium, Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (2001): Umweltbericht 2001, Teil 1: Qualität, Wasser.
- Nienhaus, A., Seidler, A., Bock, P., Keil, W., Kaufmann, M. & Elsner, G. (2002): Insektizide und Brustkrebsrisiko. Umweltmedizin-gesellschaft, 15 (2): 139-143.
- NLÖ, Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (1999): Überwachung der niedersächsischen Küstengewässer – Routineuntersuchungen 1998. Forschungsstelle Küste, 17/1999.
- Normann-Schmidt, S. (1994): Auf der Suche nach der umweltgerechten Landwirtschaft. Teil 4: Wie kann Pflanzenschutz umweltgerecht betrieben werden ? gwf Wasser/Abwasser 135: 398-408.
- Öko-Test (1996) Sonderheft 20: Bauen, Wohnen, CD-ROM: Das ganze Wissen von Öko-Test 1992-2000.
- Ordelman, H.G.K. & Schrap S.M.(1996): Watersysteemverkenningen 1996 - Een analyse van de problematiek in aquatisch milieu. Bestrijdingsmiddelen. RIZA nota 95.059.
- Otto, Dr. (2002): Lindan-Informationsblatt. Dokumentations- und Informationsstelle für Umweltfragen (DISU), Osnabrück, www.gabinform.de/gesundheitsamt/alle/umwelt/chemie/hsm/lindan/uebb/.html.
- PAN, Pestizid Aktions-Netzwerk (2001a): Residue Study. In: From Law to Field - Pesticide Use Reduction in Agriculture - From Pesticide Analyses to Action. PAN-Germany, Hamburg.
- PAN (2001b): Risk Study. In: From Law to Field - Pesticide Use Reduction in Agriculture - From Pesticide Analyses to Action. PAN-Germany, Hamburg.
- PANUPS (2000): Partial lindane bans in California and Europe. Pesticide Action Network update service (PANUPS), www.panna.org/panna/resources/panups/panup_20001042.dv.html.
- Patandin, S., Erdmann, W. & Sauer, P.J.J., Weisglas-Kuperus, N. (1999): Umweltbedingte Belastungen mit PCBs und Dioxinen: Folgen für das Wachstum und die Entwicklung von Kindern im frühen Lebensalter. medizin-umwelt-gesellschaft, 2: 124-127.
- Pfitzenmaier, G. (2001) Giftig, aber mit Gütezeichen. natur & kosmos 9: 8 ff.
- Schadstoffberatung Tübingen (2002): Permethrin. www.schadstoffberatung.de/permethr.html.
- Schlumpf, M. & Lichtensteiger, W. (2000): Fortpflanzungsstörungen und Artenverlust. In: Schlumpf, M. & Lichtensteiger, W. (Hrsg.): Hormonaktive Chemikalien, Reihe Umwelttoxikologie, Verlag Hans Huber, 9-46.
- Schöpfer, C. & Zipfel, K. (1993): Pflanzenschutzmittel im Uferfiltrat des Rheins. Wasserwirtschaft 83: 654-659.
- Seel, P., Knepper, T.P., Gabriel, S., Knepper, A., Weber, A. & Haberer, K. (1994): Einträge von Pflanzenschutz mitteln in ein Fließgewässer -Versuch einer Bilanzierung. Vom Wasser 83: 357-372.
- Singh, P. & Kime, D. (1995): Impact of g-hexachlorcyclohexane on the *in vitro* production of steroids from endogeneous and exogeneous precursors in the sper-

- miating roach. *Aquatic Toxicol.* 31: 231-240.
- Teufel, M.(1988): Chlorierte Kohlenwasserstoffe und Polychlorierte Biphenyle im Fettgewebe von gesunden Säuglingen und Kindern sowie Patienten mit angeborenen Fehlbildungen, gutartigen und bösartigen Tumoren. Habilitationsschrift, Mannheim.
- Teufel, M. (1991): Aktuelle Belastung unserer Kinder mit chlorierten Kohlenwasserstoffen, Dioxinen und potentiell kritischen Anionen. *Sozialpädiatrie in Praxis und Klinik.* 13.
- Thomas, K., Fileman, T.W., Readman, J.W. & Waldock, M.J. (2001): Antifouling paint booster biocides in the UK coastal environment and potential risks of biological effects. *Mar. Poll.*, 42 (8): 677-688.
- Thumulla, J., Münzenberg, U. & Weber, S. (2001): Schadstoffe in Innenräumen – eine aktuelle Übersicht. *Umwelt-medizin-gesellschaft*, 14 (4): 291-300.
- Tjalve, H. (1974): Fetal uptake and embryogenic effects of aminotriazole in mice. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 33 : 41-48.
- UBA (1999): Aktuelle DDT- und Lindankonzentrationen in Wohnräumen nach intensivem Holzschutzmitteleinsatz auf Dachböden in der Vergangenheit. UBA-Text Nr. 70/99, Presseinformation 07.12.1999.
- UBA (2000): Schätzung der Einträge von Pflanzenschutzmitteln aus der Landwirtschaft in die Oberflächengewässer Deutschlands. UBA-Bericht 3/2000, Erich-Schmidt-Verlag, Berlin.
- UBA (2001): Pflanzenschutzmittel im Grundwasser – Untersuchungsergebnisse 1996 bis 1999. *Umwelt*, 4: 254-257.
- UBA (2001a): Übersicht über die Überschreitungen der Zielvorgaben (ZV) für Pestizide im Zeitraum 1996-1998. Unter: www.umweltbundesamt.de/wasser/theme_n/ow_s4_6.html.
- UBA (2001b): Übersicht über Qualitätsanforderungen der EG. Unter: www.umweltbundesamt.de/wasser/theme_n/ow_s2_2.html.
- US-EPA (1988): Diuron-Reference Dose for chronic oral exposure (RfD). US environmental Protection Agency, Integrated Risk Information System (IRIS). Unter: www.epa.gov/iris/subst/0233.html.
- Verbraucher-Zentrale NRW (2000): Produktinformationen von Endverbraucherprodukten zur Schädlingsabwehr und Bekämpfung – Ergebnisse eines Marktchecks. Verbraucher-Zentrale Nordrhein-Westfalen (Hrsg.).
- Verbraucherzentrale Bremen (2001): Untersuchungsbericht über das Angebot an Haushaltsinsektiziden in Bremen und Bremerhaven. Verbraucherzentrale des Landes Bremen e.V. (Hrsg.).
- Vohland, H.W. & Koransky, W. (1983): Zum Verhalten und zu den Wirkungen des Hexachlorcyclohexans bei Menschen. In: Deutsche Forschungsgemeinschaft (Hrs.) HCH als Schadstoff in Lebensmitteln, Weinheim.
- Walker, G., Hostrup, O., Hoffmann, W. & Butte, W. (1999): Biozide im Hausstaub. *Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft.* 59 (1/2): 33 ff.
- Walker, G., Keller, R., Beckert, J. & Butte, W. (1993): Anreicherung von Bioziden in Innenräumen am Beispiel der Pyrethroide. *Zbl. Hyg.* 195: 450-456.
- WHO, World Health Organisation (1989): Cypermethrin. *Environmental Health Criteria.* 82, Geneva.
- WHO, World Health Organization (1991): Lindane. *Environmental Health Criteria* 124, Geneva.
- Wildeboer, B., Zolondek, U., Wißkirchen, H. & Zellentin, U. (1994): Sanierung Pyrethroid-belasteter Innenräume: Möglichkeiten und Grenzen verschiedener Verfahren. *VDI Berichte* 1122.
- Wolter, R. (1993): Pflanzenschutzmittelfunde im Wasser. Auswertung der dem Umweltbundesamt bis zum 31.12.1992 übermittelten Untersuchungsergebnisse der Länder und der Wasserversorgungsunternehmen. PBSM-Seminar des Wa-BoLu. am 12.10.93 in Berlin.
- Wolter, R. (1995): Pflanzenschutzmittelfunde im Wasser. IVA-Forum: Gewässerschutz und Pflanzenschutz am 16. 3.1995 in Bonn.

Wong, C., Kelce, W.R., Sar, M. & Wilson, E.M. (1995): Androgen receptor antagonist versus agonist activities of the fungicide vinclozolin relative to hydroxyflutamide. *J. Biol. Chem.*, 34: 19998-20003.

WWF (1997a): Umweltgifte mit hormoneller Wirkung. Umweltstiftung WWF-Deutschland, Frankfurt/Main, 30 S..

WWF (1997b): Hormonelle Wirkung von Pestiziden – Befunde und Konsequenzen. Umweltstiftung WWF-Deutschland, Frankfurt/Main, 10 S..

WWF (1998): Hormonell und reproduktionstoxisch wirksame Pestizide. Umweltstiftung WWF-Deutschland, Frankfurt/Main, 75 S..

WWF (1999a): Rückgang der Spermienqualität in Deutschland und Europa. Umweltstiftung WWF-Deutschland, Frankfurt/Main, 27 S..

WWF (1999b): Organozinnbelastung von Meeressäugern, Seevögeln und Speisefischen. Umweltstiftung WWF-Deutschland, Frankfurt/Main, 30 S..

WWF (2001): Vinclozolin - A known endocrine disrupter. Umweltstiftung WWF-Deutschland, Frankfurt/Main, 6 S..

Yousef, M., Bertheussen, K., Ibrahim, H.Z., Helmi, S., Seehy, M.A. & Salem, M.H. (1996): A sensitive sperm-motility test for the assessment of cytotoxic effect of pesticides. *J. Environ. Sci. Health B*, 31 : 99-115

Yousef, M., Salem, M.H., Ibrahim, H.Z., Helmi, S., Seehy, M.A. & Bertheussen, K. (1995): Toxic effects of carbofuran and glyphosate on semen characteristics in rabbits. *J. Environ. Sci. Health B*, 30 : 513-534.



Anhang

I: Wirkungsweise von Hormonen und deren Störung durch Chemikalien

Die Bildung der Sexualhormone erfolgt in den Hoden, Eierstöcken, der Plazenta und den Nebennieren und wird durch den Hypothalamus (Stirnhirn) und die Hypophyse (Zwischenhirn) gesteuert. Durch die Bindung der ausgeschütteten Hormone an Rezeptoren (Androgen-/Östrogen-Rezeptoren) werden diese aktiviert. Die Rezeptoren lagern sich an die DNA-Stränge („Erbinformationen“) an, mit der Folge, dass in der so aktivierten Zelle bestimmte Proteine (Eiweiße) gebildet werden. Dadurch werden zelluläre Prozesse ausgelöst, z.B. Zellwachstum, Zelldifferenzierung oder Gametenreifung. Beispielsweise bewirkt Östradiol (ein Östrogen) die Ausbildung weiblicher Geschlechtsorgane und beeinflusst alle Organ- und Verhaltensveränderungen im Geschlechtszyklus der Frau. Es ist aber für die Beendigung des Knochenwachstums und für die Fruchtbarkeit im männlichen Organismus verantwortlich. Eine übermäßige Bildung von Östrogenen führt zur Verweiblichung.

Testosteron (ein Androgen) führt wiederum zur Ausbildung männlicher Geschlechtsmerkmale, beeinflusst die Produktion, Beweglichkeit und Lebensdauer von Spermien sowie die männlichen Verhaltensweisen. Im weiblichen Organismus beeinflusst es Funktionen des Nervensystems. Eine Überproduktion bewirkt dort eine Vermännlichung.

Androgene und östrogene Chemikalien wirken wie die körpereigenen Hormone, während Anti-Androgene und Anti-Östrogene die natürlichen hormonellen Wirkungen und Funktionen hemmen. Einerseits geschieht dies direkt, über die Bindung an die Rezeptoren, wobei diese entweder aktiviert oder blockiert werden; andererseits sind eine Reihe indirekter Beeinflussungen möglich, z.B. Veränderungen der Konzentration von Rezeptoren, Veränderungen der Hormonproduktion in den Organen (z.B. Hoden) oder Effekte auf die hormonelle Aktivität der Steuerzentren (z.B. Hypothalamus).

II: Biozid-Produktarten

(nach EU-Richtlinie 98/8, Annex V)

Hauptgruppe 1: Desinfektionsmittel und allg. Biozid-Produkte

- 01: Biozidprodukte für die menschliche Hygiene
- 02: Desinfektionsmittel für den Privatbereich und den Bereich des öffentl. Gesundheitswesens sowie andere Biozid-Produkte
- 03: Biozid-Produkte für die Hygiene im Veterinärbereich
- 04: Desinfektionsmittel für den Lebens- und Futtermittelbereich
- 05: Trinkwasserdesinfektionsmittel

Hauptgruppe 2: Schutzmittel

- 06: Topf-Konservierungsmittel
- 07: Beschichtungsschutzmittel
- 08: Holzschutzmittel
- 09: Schutzmittel für Fasern, Leder, Gummi und polymerisierte Materialien
- 10: Schutzmittel für Mauerwerk
- 11: Schutzmittel für Flüssigkeiten in Kühl- und Verfahrenssystemen

- 12: Schleimbekämpfungsmittel
- 13: Schutzmittel für Metallbearbeitungsflüssigkeiten

Hauptgruppe 3: Schädlingsbekämpfungsmittel

- 14: Rodentizide (Bekämpfungsmittel gegen Nagetiere)
- 15: Avizide (Bekämpfungsmittel gegen Vögel)
- 16: Molluskizide (Schneckenbekämpfungsmittel)
- 17: Fischbekämpfungsmittel
- 18: Insektizide, Akarizide (Spinnenmittel) und Produkte gegen andere Arthropoden (Gliederfüßer)
- 19: Repellentien („Flucht-“) und Lockmittel

Hauptgruppe 4: Sonstige Biozid-Produkte

- 20: Schutzmittel für Lebens- und Futtermittel
- 21: Antifouling-Produkte (Antibewuchsmittel)
- 22: Flüssigkeiten für Einbalsamierung und Taxidermie
- 23: Produkte gegen sonstige Wirbeltiere

Kontaktadressen:

① Beratungsstellen der Verbraucher-Zentralen: Beratung und Infomaterialien, z.B. Handzettel „Insektenbekämpfung“ der VZ-NRW.

① Verein für Umwelt- und Arbeitsschutz (VUA) e.V., Bauernstr. 2, 28203 Bremen, www.vuaev.de: Beratung und Artbestimmung der aufgetretenen Schädlinge.

① Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF), Energie- und Umweltzentrum, 31832 Springe/Eldagsen, www.agoef.de: Nennt Beratungs- und Messinstitute bei Innenraumbelastungen.

① Blauer Umweltengel, www.blauer-engel.de:
Bietet Produktliste für Schädlingsbekämpfungsmittel für Innenräume ohne giftige Wirkstoffe (RAL-ZU 57) sowie zertifizierte Firmen, die eine Heißluftbehandlung anbieten (RAL-UZ57).

① LimnoMar Hamburg. Bei der Neuen Münze 11, 22145 Hamburg, www.limnomar.de:
Bietet Broschüre: “Biozidfreie Unterwasseranstriche, biozidhaltige Antifoulingfarben für Sportboote in Deutschland”.



Der WWF Deutschland ist Teil des World Wide Fund For Nature (WWF) – einer der größten unabhängigen Naturschutzorganisation der Welt. Das globale Netzwerk des WWF ist in fast 100 Ländern aktiv. Weltweit unterstützen uns gut fünf Millionen Förderer.

Der WWF will der weltweiten Naturzerstörung Einhalt gebieten und eine Zukunft gestalten, in der Mensch und Natur in Harmonie leben. Deshalb müssen wir gemeinsam

- die biologische Vielfalt der Erde bewahren,
- erneuerbare Ressourcen naturverträglich nutzen und
- die Umweltverschmutzung verringern und verschwenderischen Konsum eindämmen.

WWF Deutschland
Rebstöcker Straße 55
60326 Frankfurt
Tel. 069 / 7 91 44 - 0
Fax 069 / 6172 21
info@wwf.de
www.wwf.de

**WWF-Fachbereich
Meere und Küsten**
c/o Ökologiestation
Am Gütpohl 11
28757 Bremen
Tel. 0421 / 658 46 - 10
Fax 0421 / 658 46 - 12
bremen@wwf.de