



UmweltWissen

Umweltchemikalien mit hormoneller Wirkung

Zahlreiche Forschungsergebnisse deuten weltweit auf eine Zunahme von Fortpflanzungs- und Entwicklungsstörungen hin: Bei Tieren wurde eine Verringerung der Fruchtbarkeit, eine Verweiblichung der Männchen und ein verändertes Sexualverhalten festgestellt. Beim Menschen wird eine Abnahme der Spermienzahl diskutiert und eine Zunahme von Brust- und Hodenkrebs beobachtet. Immer wieder geraten Umweltchemikalien mit hormoneller Wirkung als Ursache in die Diskussion.

1 Hormone und Hormonsystem

Hormone besitzen eine zentrale und essentielle Bedeutung für die Steuerung und die Aufrechterhaltung der lebensnotwendigen Funktionen im Körper. Als Botenstoffe steuern Hormone z. B. Fortpflanzung, Entwicklung, Stoffwechsel, Verdauung und Wachstum. Hormone sind hochspezialisierte Moleküle, die bereits in sehr geringen Konzentrationen biologisch wirksam sind.

Bildung, Transport, Zusammenwirken und Abbau der Hormone werden durch das Hormonsystem reguliert, das sich aus dem Zentralnervensystem, verschiedenen Körperdrüsen und den jeweiligen durch die Hormone gesteuerten Organen zusammensetzt. Gesteuert werden die Prozesse durch den Hypothalamus (Zwischenhirn) und die Hypophyse (Hirnanhangdrüse).

Hormone binden an spezifische Bindungsstellen (Rezeptoren) und lösen so biologische Wirkungen aus. Sie werden entweder nach ihrem Bildungsort (z. B. Nebenniere, Hypophyse) oder nach ihrer chemischen Struktur (Steroide, Polypeptide) unterschieden.

Sexualhormone haben eine zentrale Funktion, da sie Fortpflanzung und Entwicklung des Organismus steuern. Sie wirken z. T. auf mehrere hormonelle Regelkreise ein. Alle Geschlechtshormone sind Steroide, die aus Cholesterin gebildet werden. Natürliche Sexualhormone können in der Leber abgebaut werden. Künstliche Sexualhormone sind dagegen oft sehr stabil und werden z. T. unverändert wieder ausgeschieden und auch in der Umwelt nur langsam abgebaut. Männliche und weibliche Menschen und Tiere besitzen normalerweise jedes dieser Hormone, allerdings in unterschiedlichen Konzentrationen.

- **Östrogene** (z. B. Estron, Estriol, Estradiol) sind für die Entwicklung der weiblichen Geschlechtsorgane und der sekundären Geschlechtsmerkmale verantwortlich. Sie bestimmen die erste Hälfte des weiblichen Zyklus: Sie rufen den Eisprung hervor und bereiten die Gebärmutter auf eine mögliche Schwangerschaft vor. Östrogene werden v. a. in den Eierstöcken und in der Plazenta gebildet sowie in der Nebennierenrinde und in geringer Menge auch im männlichen Hoden.

- **Progesteron** wird v. a. im Gelbkörper und in der Plazenta gebildet und dominiert während der zweiten Hälfte des weiblichen Zyklus. Es bereitet die Gebärmutter auf eine mögliche Schwangerschaft vor und kontrolliert die Einnistung und Entwicklung des Embryos im Uterus. Synthetische Hormone, die dem Progesteron ähneln, nennt man Gestagene.
- **Androgene** sind vorwiegend für die Entwicklung der männlichen Geschlechtsorgane und der sekundären Geschlechtsmerkmale zuständig. Das Hodenhormon Testosteron beeinflusst bei Erwachsenen die Produktion, Beweglichkeit und Lebensdauer der Spermien.

1.1 Wirkorte von Umweltchemikalien im Organismus

Einige künstlich hergestellte Chemikalien ähneln in ihrem chemischen Aufbau den natürlichen Hormonen. Sie können daher in das Hormonsystem und in die zentralen Funktionen des Organismus eingreifen. Diese Verbindungen werden als hormonell oder endokrin wirksame Chemikalien bezeichnet:

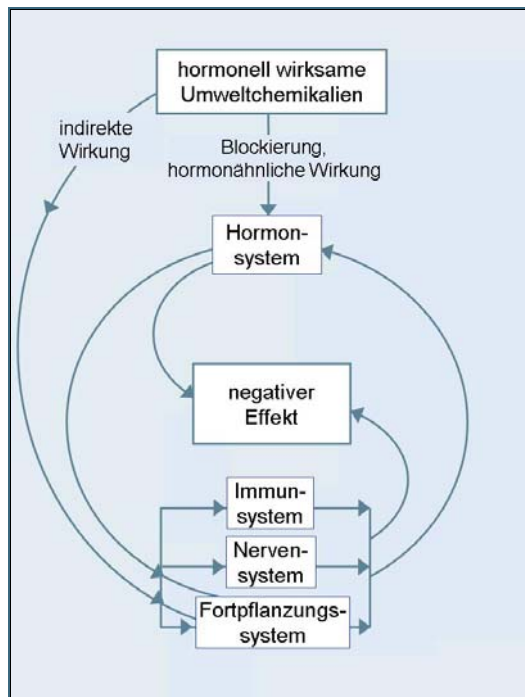


Abb. 1: Wirkungswege von Umweltchemikalien auf Organismen. Quelle: Kavlock et al 1995, zitiert nach Umweltbundesamt 1996, veränderte Darstellung

Die hormonellen Wirkungen von Umweltchemikalien können komplex sein: So kann eine Chemikalie direkt auf das Hormonsystem einwirken, das wiederum das Immun-, Nervensystem oder Fortpflanzungssystem beeinflusst. Auch eine indirekte Wirkung ist möglich, wobei zusätzlich Rückkopplungseffekte auftreten können. Dabei sind folgende Mechanismen möglich:

- **Hormonähnliche Wirkung (östrogen, androgen):** Die Umweltchemikalien binden an die gleichen Rezeptoren und lösen dieselbe Reaktion wie die Hormone aus. Z. B. haben Alkylphenole, Bisphenol A und Phthalate östrogene, Organozinnverbindungen dagegen androgene Wirkung.
- **Blockierung der Hormonwirkung (antiöstrogen, antiandrogen):** Eine Umweltchemikalie bindet an einen Rezeptor, hat aber keine hormonelle Wirkung. Dadurch werden körpereigene Hormone von den Rezeptoren verdrängt, so dass die Hormonwirkung verringert wird. Auch die Hormonsynthese kann beeinflusst werden. Z. B. wirkt das Unkrautvernichtungsmittel Linuron antiandrogen.
- **Indirekte Wirkung: Andere hormonaktive Substanzen** wirken auf Organe, so dass z. B. der Transport oder der Auf- und Abbau der Hormone im Körper gestört wird. So kann z. B. der Hormonspiegel sinken, wenn ein Hormon zu wenig gebildet oder wenn es vermehrt ausgeschieden wird. Solche Effekte sind bei Organochemikalien, z. B. PCB, Dioxinen und auch bei Schwermetallen beobachtet worden.

Durch Umweltchemikalien kann also das Zusammenwirken von Hormonsystem, Organen und Stoffwechsel nachhaltig verändert werden. Besonders empfindlich sind die Embryonal- und Juvenilstadien der Organismen, denn das Hormonsystem ist in diesem Zeitabschnitt für die Regulierung wichtiger physiologischer und morphologischer Entwicklungsprozesse verantwortlich.

2 Hormonell wirksame Stoffe und ihre Verwendung

Nach derzeitigem Kenntnisstand gibt es über 200 Chemikalien, deren hormonelle Wirksamkeit bekannt ist (Beispiele s. Anhang 1). Allerdings wurde die östrogene Wirksamkeit bei vielen Umweltchemikalien eher zufällig durch ihr Vorkommen in der Umwelt oder durch Kontaminationsprobleme im Labor erkannt. Daher wird vermutet, dass weit mehr Substanzen endokrin wirksam sein könnten.

Endokrine Substanzen werden mit zahlreichen Produkten in die Umwelt eingetragen (s. Tabelle 1). Von besonderer Bedeutung sind die hormonell wirkenden Arzneimittel, die überwiegend über das Abwasser in die Umwelt gelangen, z. B. der Pillenwirkstoff Ethinylestradiol (s. Publikation [Arzneistoffe in der Umwelt](#)).

Tab. 1: Vorkommen von hormonell wirksamen Chemikalien in Artikeln des täglichen Gebrauchs.
Quellen: Landesumweltamt Brandenburg (2000), Umweltbundesamt (2003), ergänzt

Substanz	Vorkommen
Alkylphenole	<ul style="list-style-type: none"> • Detergentien – Industriewaschmittel für Schaffelle, Reinigungsmittel für Platinen • Antioxidationsmittel in transparenten Kunststoffen (verringern das Vergilben) • Körperpflegemittel, z. B. Shampoos, Rasiercremes, Kosmetika • Benzin
Bisphenol A	<ul style="list-style-type: none"> • Konservendosen – weiße Innenbeschichtung • Kronkorken – weiße Beschichtung der Unterseite • Weiße Kunststoff-Zahnfüllungen • Wasserrohre aus Metall – Innenbeschichtung • Polycarbonate – schusssichere Bankschalter, harte Plastik-Kontaktlinsen, Leuchtschilder, Datenträger, Elektronikgeräte • Epoxidharze
Chlorierte Verbindungen z. B. PCB, Dioxine	<ul style="list-style-type: none"> • PCB in Fugen- und Dichtungsmassen oder in Hydraulikölen • Z. T. Entstehung bei der Verbrennung chlororganischer Verbindungen, mittlerweile überall in Boden, Wasser, Luft • Fetthaltige Nahrungsmittel – Milchprodukte, Wurst, Fisch, Schokolade
Ethinylestradiol	<ul style="list-style-type: none"> • Pille zur Empfängnisverhütung
Pentachlorphenol (PCP)	<ul style="list-style-type: none"> • Holzschutzmittel • Lederwaren (Import)
Pestizide z. B. DDT und Abbauprodukte	<ul style="list-style-type: none"> • Obst, Gemüse, in allen fetthaltigen Nahrungsmitteln • Trinkwasser (Atrazin) • Boden, Wasser
Phthalate (Weichmacher)	<ul style="list-style-type: none"> • Viele weiche Kunststoffe • Lebensmittelverpackungen aus Folie und Pappe • Klebstoffe in der Verpackungsindustrie • Emulsionsfarbe • PVC-Gegenstände, z. B. Bodenbeläge • Druckfarbe – auch auf Lebensmittelverpackungen, dann Anreicherung in Butter, Margarine, Käse, Babymilchpulver und Chips möglich
Tributylzinn (TBT)	<ul style="list-style-type: none"> • Anstrich für Schiffsrümpfe • Stabilisator und Katalysator bei der Kunststoff-Herstellung • Antimikrobielle Sportkleidung

3 Wirkungen auf Lebewesen

Generell liegt die östrogene Wirksamkeit von Umweltchemikalien um das 1.000 – 10.000fache niedriger als die der natürlichen Hormone. Ihre Bedeutung erlangen diese Substanzen aufgrund ihrer schlechten Abbaubarkeit und ihrer z. T. hohen Akkumulation im Organismus (s. Abschnitt 3.1). Insbesondere als mögliche Ursache für Fortpflanzungsstörungen bei Tier und Mensch geraten Umweltchemikalien immer wieder in die Diskussion (s. Abschnitte 3.2 bzw. 3.3).

3.1 Bioakkumulation

Viele Umweltchemikalien mit hormoneller Wirkung sind nur schwer abbaubar (persistent) und sind eher fett- als wasserlöslich (lipophile Substanzen). Sie werden daher vom Organismus nur in geringen Mengen wieder ausgeschieden und reichern sich im Fettgewebe an. Dadurch steigt die Belastung eines Organismus mit der Zeit. Insbesondere Organismen am Ende der Nahrungskette reichern Schadstoffe stark an, da sie höher belastete Nahrung fressen (s. Abb. 2). Z.B. können „alte“ chlororganische Pflanzenschutzmittel wie DDT, die seit langem in der Umwelt verbreitet sind, um das 10 – 10.000fache angereichert sein.

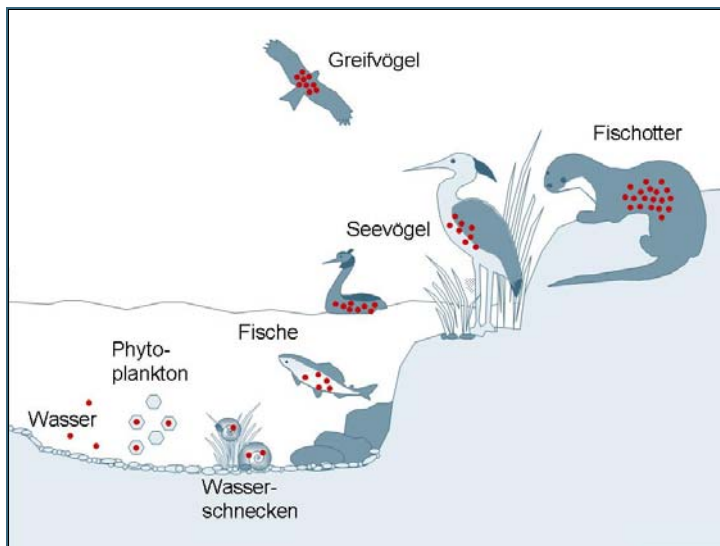


Abb. 2:
Bioakkumulation persistenter Schadstoffe (●) in der Nahrungskette

3.2 Fortpflanzungsstörungen bei Wildtieren

Bereits seit den 1960er Jahren sind Fortpflanzungsstörungen bei Wildtieren beobachtet worden. Diese Veränderungen sind weitgehend unbestritten. Dabei liegt ein Zusammenhang mit den teilweise sehr hohen Schadstoffbelastungen nahe, häufig können die beobachteten Wirkungen jedoch nicht eindeutig auf bestimmte Schadstoffe zurückgeführt werden. Einige Beispiele sind:

- Bei **marinen** Arten wurde eine Vermännlichung bis hin zur Sterilität beobachtet, wenn die Tiere mit Tributylzinn belastet waren. Davon betroffen sind Meeresschnecken, aber auch Muscheln, Seesterne und Ruderfußkrebse. Z. B. ist die Wellhornschnecke in der Deutschen Bucht ausgestorben, möglicherweise auch durch den Einsatz von Tributylzinn. Tributylzinn wird als Schutzanstrich bei Schiffen verwendet.
- In Großbritannien wurde festgestellt, dass Männchen der **Regenbogenforelle** in der Nähe von Kläranlagen die Ausgangsstoffe für die Eidotterproduktion (Vitellogenin) produzieren. Normalerweise wird das Dottereisweiß nur von Weibchen produziert. Die Synthese wird durch Östrogen angeregt. Als Ursache wurden die Abbauprodukte von Alkylphenolpolyethoxylaten (APEO) genannt, die schwach östrogen wirken.
- Eine Verweiblichung von **Alligatoren** am Apopka-See in Florida führte in kurzer Zeit zu einer Abnahme der Population um 90 % (1980 – 1984). Dies wurde auf die starke Belastung des Sees mit

Bioziden zurückgeführt: Neben dem Insektizid Dicofol gelangten auch DDT, seine Abbauprodukte und Schwefelsäure in den See.

- Bei Seeschwalben, Möwen und anderen fischfressenden Vögeln wurde berichtet, dass nur noch die Weibchen brüten und die Jungen aufziehen. Es traten Verweiblichung, Änderung des Geschlechterverhältnisses, erhöhte Mortalität von Embryonen und Küken, Wachstumsverzögerungen und Missbildungen auf. Für diese Reproduktionsstörungen wurden DDT und PCB verantwortlich gemacht.
- Der Fischotter ging u. a. aufgrund hoher PCB-Konzentrationen in fast ganz Mitteleuropa stark zurück. Beim verwandten Nerz konnte im Experiment nachgewiesen werden, dass durch PCB-Konzentrationen in der Muskulatur $> 50 \text{ mg/kg}$ die Fortpflanzung beeinträchtigt wird.

3.3 Fortpflanzungsstörungen beim Menschen

Generell liegen die Konzentrationen der hormonell wirksamen Umweltchemikalien in den Umweltmedien weit unterhalb der therapeutischen Wirkschwellen. Außerdem nimmt der Mensch deutlich weniger Umweltchemikalien auf als manche Tierarten, deren Nahrungszusammensetzung einseitiger und stärker belastet ist. Daher sind Fortpflanzungsstörungen, die in den letzten Jahren beim Menschen beobachtet wurden, noch nicht eindeutig auf hormonell wirksame Umweltchemikalien zurückzuführen:

Spermienzahl: Eine eindeutige (statistisch signifikante) Abnahme der Spermienzahl kann zurzeit noch nicht wissenschaftlich belegt werden, da die epidemiologischen Untersuchungen z. T. sehr kontroverse Ergebnisse zeigen.

Hodenkrebs: Eindeutig ist der Anstieg der Krebsrate bei Hodenkrebs um 2 – 4 % pro Jahr (s. Abb. 3). Dieser Anstieg kann jedoch nicht direkt auf hormonell wirksame Stoffe zurückgeführt werden, da sehr viele Faktoren zur Krebsentstehung beitragen.

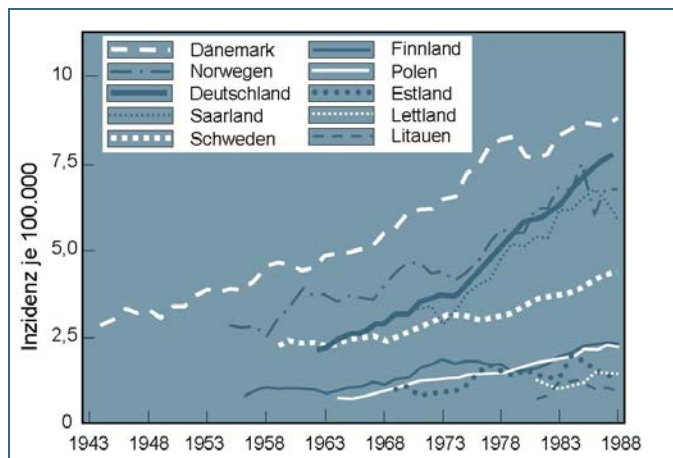


Abb. 3:
Anstieg der Hodenkrebsrate
in 10 Ländern. Dargestellt ist
das Mittel über 3 Monate der
alters-standardisierten Fall-
raten in Krebsregistern.
Quelle: Adami et al. 1994

Fruchtbarkeitsstörungen: Es ist seit langem bekannt, dass organische Chlorverbindungen oder Schwermetalle bei hoher beruflicher Belastung zu Unfruchtbarkeit führen können. Bei der sehr viel geringeren Hintergrundbelastung konnten solche Effekte bislang nicht nachgewiesen werden.

Störungen in der Embryonalphase und in der Kindheit: Eine Störung des Hormonhaushalts in frühen Entwicklungsphasen ist besonders problematisch und kann zu bleibenden Defekten führen. So konnten nach der Einnahme des synthetischen Östrogens Diethylstilboestrol (DES), das von 1941 bis 1971 zur Verhütung von Schwangerschaftskomplikationen eingesetzt wurde, vermehrt Missbildungen, Tumore an den Geschlechtsorganen und verminderte Fruchtbarkeit bei den Nachkommen festgestellt werden. Ein zweites Beispiel: Einige Wissenschaftler sehen die anscheinend abnehmende Spermienzahl in Zusammenhang mit der Umweltbelastung durch PCB und DDT, die seit den vierziger Jahren ebenfalls gestiegen ist. Betroffen sind heute Männer im fortpflanzungsfähigen Alter, die diesen Chemikalien während ihrer frühen Embryonalentwicklung ausgesetzt waren.

Auch bei Frauen wird in einigen Fällen ein Zusammenhang von Fortpflanzungsstörungen mit der Belastung durch organische Chlorverbindungen vermutet. Einzelne Studien diskutieren z.B. einen Zusammenhang von Umwelt-Östrogenen und **Brustkrebs**. Die Ergebnisse der vorliegenden epidemiologischen Studien sind jedoch oft widersprüchlich.

4 Offene Fragen zur Forschung

Unser Wissen über Wirkung und Umweltverhalten hormonell wirksamer Umweltchemikalien ist bislang nur sehr lückenhaft: Zum einen gibt es sehr viele verschiedene Substanzen und auch sehr viele verschiedene Effekte, zumal einzelne Hormone auch auf mehrere hormonelle Regelkreise einwirken können. Zum anderen lassen sich selbst vorhandene Ergebnisse oft nicht auf andere Tierarten übertragen. So verfügen Säugetiere über effizientere Inaktivierungs- und Ausscheidungsmechanismen als z. B. Fische. Generell lassen sich auch Ergebnisse z. B. aus Experimenten auf Zellkulturebene oder aus epidemiologischen Untersuchungen nur schwer auf freilebende Tiere in einem komplexen Ökosystem übertragen.

Wichtige Forschungsthemen sind daher:

- Erfassung von Dosis-Wirkungsbeziehungen. In diesem Forschungsansatz wird untersucht, wie hoch die Exposition sein muss, damit es zu signifikanten Effekten kommt.
- Wirkungsforschung. Dabei arbeiten Human- und Ökotoxikologen zusammen, um insbesondere Speziesunterschiede abzuklären.
- Untersuchung von Stoffgemischen, in denen es möglicherweise zu einer additiven oder sogar überadditiven Wirkung kommt.
- Epidemiologische Studien zur männlichen und weiblichen Fruchtbarkeit, zu Missbildungen der männlichen Genitalien sowie zu Hoden- und Brustkrebs.
- Weiterentwicklung von Testsystemen, mit denen die Wirkungsmechanismen untersucht und die Wirkungen quantifiziert werden können.
- Messung der Konzentrationen in verschiedenen Umweltmedien.

5 Fazit

Aufgrund der derzeitigen Datenlage sind die Wirkungen der endokrinen Umweltschadstoffe für den **Menschen** eher gering einzuschätzen. Es handelt sich jeweils um sehr geringe Wirkungsstärken und minimale Umweltkonzentrationen, die wesentlich geringer als die der körpereigenen Hormone ist.

Für die **Umwelt** jedoch können ernste Schäden durch die Bioakkumulation entstehen. Hier reichen auch oft schon geringste Spuren von schädlichen Umweltchemikalien aus, ein Ökosystem nachhaltig negativ zu beeinflussen, wie Beobachtungen an Tieren zeigen.

6 Literatur

- ADAMI H.O. ET AL. (1994): TESTICULAR CANCER IN NINE NORTHERN EUROPEAN COUNTRIES. IN: INTERNATIONAL JOURNAL OF CANCER NR. 59, S. 33-38
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (HRSG., 1996): STOFFE MIT ENDOKRINER WIRKUNG IM WASSER. KURZFASSUNG DER VORTRÄGE DER 50. FACHTAGUNG AM 7. UND 8.11.1995 DES INSTITUTES FÜR WASSERFORSCHUNG
- KARLAGANIS G., STUDER C. UND WEBER A. (1996): XENOBIOTIKA MIT ENDOKRINER WIRKUNG IN DER UMWELT. UMWELTWISSENSCHAFTEN UND SCHADSTOFF-FORSCHUNG, 8 (4), S. 221-226
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2001): ARZNEIMITTLRÜCKSTÄNDE UND ENDOKRIN WIRKENDE STOFFE IN DER AQUATISCHEN UMWELT. LITERATURERECHERCHE. KARLSRUHE
- LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG (2000): ENDOKRIN WIRKSAME STOFFE IN DER UMWELT – LITERATURSTUDIE ZUR BEDEUTUNG DIESER STOFFE IM LAND BRANDENBURG. STUDIEN UND TAGUNGSBERICHTE, BAND 26
- SCHÄFER W., ZAHRADNIK H., FRIJUS-PLESSEN N. UND SCHNEIDER K. (1996): ANTHROPOGENE SUBSTANZEN MIT UNERWÜNSCHTER ÖSTROGENWIRKUNG. UMWELTMEDIZIN IN FORSCHUNG UND PRAXIS 1 (1), S. 35-42
- SCHLUMPF M., LICHTENSTEIGER W. (2001): ENDOKRINOLOGIE. IN: BÖSE-O'REILLY S., KAMMERER S., MERSCH-SUNDERMANN V., WILHELM M. (HRSG.): LEITFADEN UMWELTMEDIZIN. URBAN & FISCHER. MÜNCHEN, JENA
- SEIBERT H. (1996): STÖRUNGEN DER ENTWICKLUNG UND FUNKTION DES MÄNNLICHEN REPRODUKTIONSSYSTEMS. UMWELTWISSENSCHAFTEN UND SCHADSTOFF-FORSCHUNG, 8 (5), S. 275-284
- THIERFELDER W., MEHNERT W.H., LAUßMANN D., ARNDT D., REINEKE H.H. (1995): DER EINFLUSS UMWELTRELEVANTER ÖSTROGENER ODER ÖSTROGENARTIGER SUBSTANZEN AUF DAS REPRODUKTIONSSYSTEM. BUNDESGESUNDHEITSBLATT 38 (1995) NR. 9, S. 338-341
- UMWELTBUNDESAMT (HRSG.):
- (1995): UMWELTCHEMIKALIEN MIT ENDOKRINER WIRKUNG. TEXTE, NR. 65/1995
- (1997): SUBSTANZEN MIT ENDOKRINER WIRKUNG IN OBERFLÄCHENGEWÄSSERN. TEXTE NR. 46/1997
- UMWELTBUNDESAMT GMBH, (HRSG.):
- (2003): HORMONWIRKSAME STOFFE IN ÖSTERREICHS GEWÄSSERN – EIN RISIKO? FORSCHUNGSBERICHT. WIEN
- (2003): HORMONWIRKSAME STOFFE IN ÖSTERREICHS GEWÄSSERN – EIN RISIKO? MATERIALIENBAND. WIEN
- WILLITZKAT F.R. (2001): ANREICHERUNG VON CHLORORGANISCHEN VERBINDUNGEN UND NITROMOSCHUSDUFTSTOFFEN IN DER AQUATISCHEN NAHRUNGSKETTE. DISSERTATION
- WWF DEUTSCHLAND (HRSG., 2002): GEFAHREN DURCH HORMONELL WIRKSAME PESTIZIDE UND BIOZIDE. SCHADSTOFFE IN LEBENSMITTELN, GARTEN UND HAUS.

Weiterführende Publikationen des Infozentrums UmweltWissen

- [Antibiotika und Antibiotikaresistenzen in Lebensmitteln und Umwelt](#)
- [Arzneistoffe in der Umwelt](#)
- [Klebstoffe](#)
- [Kunststoffe im Kontakt mit Lebensmitteln](#)
- [Lindan](#)
- [Polychlorierte Biphenyle \(PCB\)](#)
- [Polyvinylchlorid \(PVC\)](#)
- [Schadstoffe bei Brandereignissen](#)
- [Wasch- und Reinigungsmittel](#)
- [Pentachlorphenol \(PCP\)](#)

7 Anhang

Tab. 2: Stoffe mit hormoneller Wirkung. Zusammenstellung durch: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg 2001

Stoffgruppe
<p>Pflanzenschutzmittel</p> <p>Herbizide: Atrazin, Alachlor, Amitrol, Metrobuzin, Nitrofen, Trifluralin, Triazine</p> <p>Fungizide: Benomyl, Carbendazin, Hexachlorbenzol, Mancozeb, Maneb, Metiram-Komplex, Tributylzinn, Zineb, Ziram</p> <p>Insektizide: Aldrin, DDT, DDD, DDE, Dieldrin, α-Endosulfan, β-Endosulfan, Heptachlor, β-HCH, Lindan, Kepon, Methoxychlor, Phosmet, Toxaphen, Carbaryl, Chlordan, H-Epoxide, Malathion, Methomyl, Oxychlordan, Mirex, Parathion, synthetische Pyrethroide, Transnonachlor</p> <p>Weitere Verbindungen: Akarizide (Dicofol), Nematizide (Aldicarb, Dibromchlorpropan), Chinalphos, 2,4-Dichlorphenol, Organophosphate</p>
<p>Industriechemikalien</p> <p>Schwermetalle: Cd, Pb, Hg</p> <p>Chlororganische Verbindungen: PCB, PBB, PCDD, PCDF, PCP, Dibenzodioxine, Dibenzofurane, DDT, polychlorierte Hydroxybiphenyle</p> <p>Alkylphenole: 4-Nonylphenol, 4-Octylphenol, 4-Nonylphenoxyacetat, 4-Nonylphenoxydiethoxylat, Alkylphenolethoxylate und Abbauprodukte</p> <p>Phthalate: Butylbenzylphthalat, Di-n-butylphthalat</p> <p>Aromatische Verbindungen: Benzophenon, p-Hydroxyacetophenon, p-Hydroxybenzoesäure, Butylbenzol, t-Butylhydroxyanisol, Nitrotoluol, Phenolrot, 3,4-Dichloranilin, Styrol</p> <p>Weitere Verbindungen: Bisphenol A, Bisphenol α-Demethacrylat, Organozinnverbindungen, Bis-(2-ethylhexyl)adiapat (DEHA)</p>
<p>Östrogene</p> <p>Synthetische Östrogene: DES, 17-α-Ethinylestradiol, 17-β-Ethinylestradiol, Ethinylestradiol, 17β-Östradiol-17-acetat, 17β-Östradiol-3-benzoat, Östradiol-17-valerat, Mestranol, Hexestrol</p> <p>Natürliche Östrogene: 17α-Östradiol, 17β-Östradiol, Östron, Östriol</p> <p>Phytoöstrogene: Isoflavone (Daidzein, Genistein), Lignane (Enterolacton, Enterodiol), Coumestrol, Campesterol, Equol, Butin, Citral, Formononetin, Luteolin, Naringenin, Panoferol, Quercetin, Tetrahydrocannabinol, Indolcarbinole, resorcyclische Laktone, β-Sitosterol, β-Sitosteron, Ergosterin, Stigmasterin</p>
<p>Androgene, Gestagene</p> <p>4-Androsten-3,17-dion, cis-Androsteron, trans(epi)-Androsteron, 3β-Hydroxy-5β-androstan-17-on, trans-Dehydroandrosteron, 3α-Hydroxy-5β-androstan-17-on, Testosteron, 17α-Methyltestosteron, 20α-Hydroxy-4-pengen-3-on, Pregnenolon, Progesteron, 11α-Hydroxyprogesteron, Norethisteron</p>
<p>Antiöstrogene</p> <p>Indol-3-carbinol (Naturstoff), Indol[3,2-β]carbazol (Naturstoff), PCB (koplanare Kongenere), PAK, Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane (PCDD, PCDF)</p>
<p>Arzneimittel</p> <p>Diethylstilbestrol, Ethinylestradiol, Östradiol, Tamoxifen</p>
<p>Sonstige</p> <p>Mycotoxine: Zearalenon, α- und β-Zearanlenon, Cholesterin</p>

8 Ansprechpartner

Für Einzelfallberatungen bei konkreten Anliegen zum Umwelt- und Gesundheitsschutz vor Ort oder in Ihrer Nachbarschaft sind in der Regel Ihr Landratsamt bzw. Ihre Stadt- oder Gemeindeverwaltung zuständig. Bitte fragen Sie dort nach dem passenden Ansprechpartner.

Private Anfragen an das Bayerische Landesamt für Umwelt richten Sie bitte an unser Bürgerbüro:

E-Mail: oeffentlichkeitsarbeit@lfu.bayern.de

Fragen und Anregungen zu Inhalten, Redaktion und Themenwahl der Publikationen von UmweltWissen sowie Anfragen bezüglich Recherche und Erstellung von Materialien für die Umweltbildung/-beratung richten Sie bitte an:

UmweltWissen am Bayerischen Landesamt für Umwelt:

Telefon: (0821) 9071-5671

E-Mail: umweltwissen@lfu.bayern.de

Internet: www.lfu.bayern.de/umweltwissen

Wir bedanken uns bei Herrn Dr. Manfred Sengl vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft (LFW) und beim Sachgebiet Umweltmedizin am Bayerischen Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) für die kritische Durchsicht unseres Textes und für die konstruktiven Anregungen.

Textgrundlage: Beatrice Froese, Barbara Kohmanns (1997): Umweltchemikalien mit hormoneller Wirkung. In: GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit und Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.): Handbuch Umweltberatung Bayern. Loseblattsammlung 1992-2002.

Impressum:

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Postanschrift:

Bayerisches Landesamt für Umwelt
86177 Augsburg

Telefon: (08 21) 90 71-0

Telefax: (08 21) 90 71-55 56

E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de

Internet: <http://www.lfu.bayern.de>

Bearbeitung:

Ref. 12 / Dr. Katharina Stroh

Stand:

2005

Aktualisierung der Links 06/09: Guido Ulbrich, Carolin Himmelhan

Sie haben diese Veröffentlichung auf Papier, wollen aber auf die verlinkten Inhalte zugreifen?

Die jeweils aktuellste Ausgabe finden Sie im Internet unter:

▶ www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_25_hormonell_wirksame_umweltchemikalien.pdf oder

▶ www.lfu.bayern.de: UmweltWissen > Praxis > Draussen unterwegs