



Faktenblatt

Hormonaktive Chemikalien

In vielen Alltagsprodukten stecken Stoffe, die neben ihrer nützlichen Funktion zum Beispiel als Weichmacher in Kunststoffen, als Insektizid oder als Sonnenschutz auch negative Wirkungen auf das Hormonsystem von Tieren haben können. Diese sogenannten hormonaktiven Stoffe werden verdächtigt, auch die menschliche Gesundheit zu gefährden, denn der Mensch nimmt sie aus der Umwelt oder über die Nahrung auf. Doch trotz intensiver weltweiter Forschung konnte diese Vermutung bislang nicht bestätigt werden.

Hormonaktive Stoffe - Kurz vorgestellt

Als hormonaktive Stoffe werden sowohl natürliche als auch synthetisch hergestellte Stoffe bezeichnet, die auf das Hormonsystem eines Organismus (siehe Box) wirken. Grundsätzlich können verschiedene Klassen von Substanzen hormonell wirken:

- Natürliche Hormone, welche im Körper produziert werden (z.B. Östrogen, Testosteron).
- Natürliche Hormone, die von Pflanzen gebildet werden (Phytoöstrogene) und nach dem Verzehr östrogenartige Wirkungen hervorrufen können.
- Synthetische Substanzen, die zum Zweck einer Hormonwirkung produziert werden (z.B. Antibabypille) und von der Struktur her ähnlich oder identisch mit den natürlichen Hormonen sind.
- Synthetische Substanzen, die in Industrie, Landwirtschaft oder in Konsumgütern eingesetzt werden oder als Nebenprodukte anfallen, aber in unbeabsichtigter Weise eine Hormonwirkung ausüben. Sie können, müssen aber nicht, eine strukturelle Ähnlichkeit mit natürlichen Hormonen haben. Diese Gruppe steht im Fokus bei der Diskussion um hormonaktive Substanzen.

Die hormonaktiven Stoffe wirken im Körper auf verschiedene Weise:

- **Hormonähnliche Wirkung (agonistisch):**
Der Stoff bindet im Körper an einen Hormonrezeptor und aktiviert ihn in gleicher Weise wie körpereigene Hormone.
- **Blockierung der Hormonwirkung (antagonistisch):**
Der Stoff bindet an einen Hormonrezeptor und blockiert ihn. Danach können körpereigene Hormone nicht mehr andocken.
- **Beeinflussung der Verfügbarkeit von körpereigenen Hormonen (agonistisch oder antagonistisch):**
Der Stoff beeinflusst die Synthese oder den Abbau von körpereigenen Hormonen, so dass entweder mehr oder weniger von ihnen zur Verfügung stehen. Der Stoff kann auch den Transport von körpereigenen Hormonen im Blut beeinflussen.
- **Indirekte Wirkung:**
Hormonaktive Substanzen können in andere Vorgänge innerhalb der Zelle oder des Organismus eingreifen, die in irgendeiner Weise mit dem Hormonsystem in Wechselwirkung stehen und somit eine hormonelle Wirkung auslösen.

Der Organismus kann unterschiedlich auf hormonaktive Stoffe reagieren:

- Eine Exposition im Erwachsenenalter kann unter Umständen durch gut eingespielte Regelmechanismen des Hormonsystems kompensiert werden, so dass kein funktioneller Schaden erkennbar wird, obwohl auf molekularem Niveau durchaus eine Störung besteht.
- Organismen in der Entwicklung sind viel verwundbarer. Während der Entwicklung kann die Wirkung von hormonaktiven Stoffen noch nicht durch solche Regelmechanismen kompensiert werden, oder sie kann sogar deren Aufbau fehlerleiten.
- Wenn die Wirkung von hormonaktiven Stoffen nicht mehr kompensiert werden kann, treten Schädigungen auf. So kann zum Beispiel die Fortpflanzung gestört oder der Stoffwechsel beeinträchtigt werden, oder es kann zur Bildung von Tumoren kommen.

Die WHO hat in Zusammenarbeit mit Experten aus der EU, USA, Japan, Kanada und Europa Arbeitsdefinitionen für hormonaktive Stoffe geschaffen:

Eine *hormonaktive* Substanz ist eine von aussen zugeführte Substanz oder Mischung, welche die Funktion des Hormonsystems verändert und dadurch zu nachteiligen Wirkungen auf die Gesundheit eines intakten Organismus, seiner Nachkommen oder von (Sub)populationen führt.

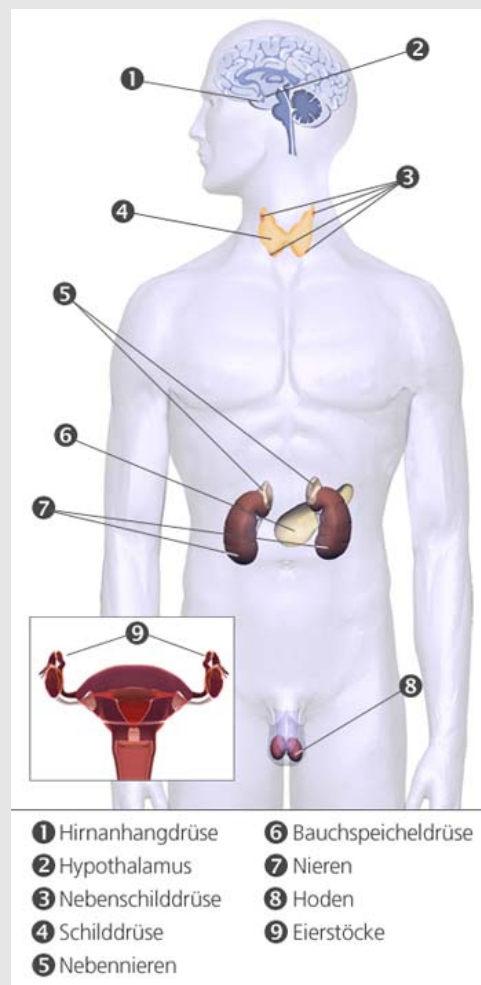
Eine *potentiell hormonaktive* Substanz ist eine von aussen zugeführte Substanz oder Mischung, welche Eigenschaften besitzt, die erwarten lassen, dass sie die Funktion des Hormonsystems in einem intakten Organismus, seinen Nachkommen oder in (Sub)populationen verändert.

Exkurs: Das Hormonsystem - Eine Steuerzentrale des Körpers

Zum Hormonsystem (auch: endokrines System) des Menschen gehören eine Anzahl von Drüsen (Figur 1) wie die Schilddrüse (4), die Drüsen der Geschlechtsorgane (8, 9) oder die Nebennieren (5). Sie geben Hormone wie Thyroxin, Östrogen, Testosteron oder Adrenalin ins Blut ab. Über den Blutkreislauf erreichen die Hormone eine Vielzahl von Zielgeweben, wo sie an Rezeptoren binden und ihre Wirkung entfalten.

So wichtige und vielfältige Vorgänge wie Wachstum, Entwicklung, Fortpflanzung, Stoffwechselaktivität und Verhalten beim Menschen, bei Säugetieren, Wirbeltieren und Wirbellosen werden durch Hormone geregelt.

Die Steuerung des Hormonsystems erfolgt über Drüsen im Gehirn, nämlich das Zwischenhirn (Hypothalamus, 2) und die Hirnanhangdrüse (Hypophyse, 1).



Figur 1 Drüsen des Hormonsystems

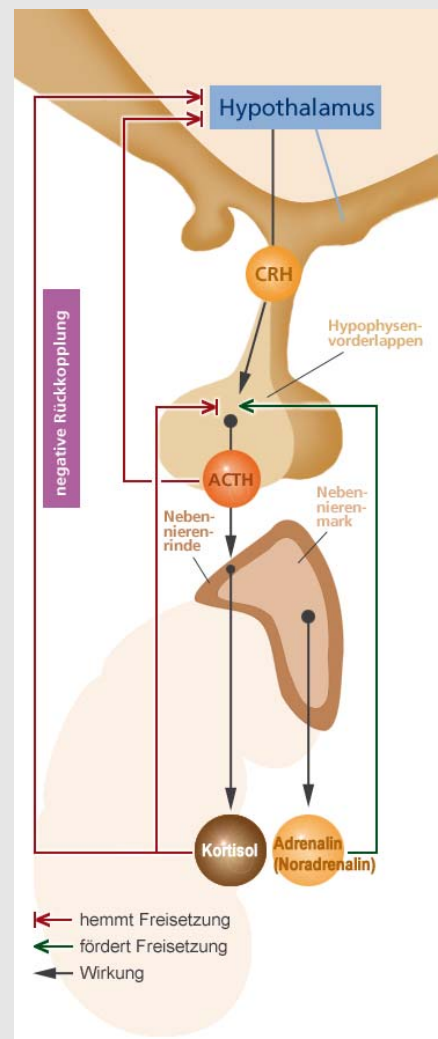
Quelle: www.internisten-im-netz.de

Komplexe Steuerung

Die Steuerung des Hormonsystems ist äusserst komplex und erfolgt streng hierarchisch (Figur 2). Wenn das Zwischenhirn angeregt wird, schüttet es sogenannte Freisetzungshormone (im Beispiel: CRH) aus. Sie gelangen direkt in die nahegelegene Hirnanhangsdrüse. Diese wird dadurch stimuliert und setzt ihrerseits sogenannte Steuerungshormone (im Beispiel ACTH) ins Blutgefässsystem des Körpers frei. Ein bestimmtes Steuerungshormon kann eine bestimmte Drüse im Körper aktivieren (im Beispiel: Nebenniere). Diese setzt so genannte Erfolgshormone ins Blut frei (im Beispiel: Kortisol). Die Erfolgshormone gelangen schliesslich zu den Zielorganen und lösen dort eine spezifische Wirkung aus (im Beispiel: Ankurbelung des Energiestoffwechsels).

Der Zweck dieser kompliziert anmutenden Kaskade ist einerseits eine Vervielfachung der Wirkung auf jeder Zwischenstufe und andererseits bieten sich viele Ansatzpunkte für die Regulation des Systems. Die Hormone können nämlich nicht nur hierarchisch untergeordnete Organe aktivieren sondern auch hierarchisch übergeordnete Strukturen hemmen. Damit drosseln sie ihre eigene Freisetzung (negative Rückkoppelung oder Feedback). Durch diesen Regelmechanismus kann sich ein Gleichgewicht (Homöostase) einstellen. Die Ausbildung solcher Regelkreise erfolgt während der Entwicklung im Mutterleib oder nach der Geburt.

Für jeden Drüsentyp besteht aufgrund der spezifischen Freisetzungs-, Steuerungs- und Erfolgshormone ein eigener Regelkreis, der als Achse bezeichnet wird. Man spricht von der Hypothalamus-Hypophysen-Gonaden-Achse, der Hypothalamus-Hypophysen-Schilddrüsen-Achse und der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren-Achse (Figur 2). Diese Regelkreise können sich auch gegenseitig beeinflussen oder mit dem Immun- oder Nervensystem in Verbindung treten. Somit wird deutlich, dass Veränderungen in einem Regelkreis sehr komplexe Auswirkungen auf den ganzen Organismus haben können.



Figur 2 Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren-Achse

Quelle: www.internisten-im-netz.de

Multipotent und omnipräsent

Hormonaktive Stoffe sind in den unterschiedlichsten chemischen Substanzklassen angesiedelt. Dementsprechend vielfältig sind oder waren auch die Einsatzgebiete dieser Chemikalien, so dass hormonaktive Stoffe in verschiedenen Bereichen des Alltags anzutreffen sind. Trotz des Verbots einiger dieser Stoffe sind sie als Altlasten noch weit verbreitet (Tabelle 1).

Tabelle 1 Vorkommen von hormonaktiven Stoffen

Substanzgruppe	Vertreter	Funktion	Vorkommen/Verwendung	Rechtlicher Status
Alkylphenole	Octylphenol Nonylphenol	Detergentien	<ul style="list-style-type: none"> • Industriewaschmittel für Schaffelle • Reinigungsmittel für Platinen • Spermizide 	Verboten mit erwähnten Ausnahmen
Bisphenol A	Bisphenol A	Grundsubstanz von Polycarbonatkunststoffen und Epoxidharzen	<ul style="list-style-type: none"> • Gegenstände aus Polycarbonat (z.B. Datenträger, Schoppenflaschen, harte Kontaktlinsen, Elektronikgeräte) • Weiße Innenbeschichtung von Konservendosen • Kunststoff-Zahnfüllungen 	Migrationsgrenzwert in Gegenständen mit Lebensmittelkontakt
Phthalate	Bis(2-ethylhexyl)-phthalat (DEHP) Dibutylphthalat (DBP) Butylbenzylphthalat (BBP)	Weichmacher von Kunststoffen	<ul style="list-style-type: none"> • Weiche Kunststoffe • PVC-Gegenstände (z.B. Bodenbeläge) • Klebstoffe in der Verpackungsindustrie • Druckfarbe • Anreicherung in fetthaltigen Nahrungsmitteln (Butter, Käse) möglich 	Fortpflanzungsgefährdende Phthalate in Stoffen und Zubereitungen für Private, in Babyprodukten und Spielzeug und in Kosmetika verboten. Phthalate in Folien mit Lebensmittelkontakt verboten.
Chlororganische Verbindungen	Polychlorierte Biphenyle (PCB)	Isoliermedien Hydrauliköle Weichmacher	Altlast in <ul style="list-style-type: none"> • Transformatoren • Fugen- und Dichtungsmassen • fetthaltigen Nahrungsmitteln (Milch, Fleisch, Fisch) 	Verboten
	Dioxine (PCDD)	Unvermeidbare Nebenprodukte der Verbrennung von chlororganischen Verbindungen und von gewissen Industrieprozessen	Ubiquitär in <ul style="list-style-type: none"> • Boden, Wasser, Luft • Fetthaltigen Nahrungsmitteln (Milch, Fleisch, Fisch) 	Emissionsbeschränkung
Bromierte Diphenyle und Diphenylether	Pentabromdiphenylether (PBDE) Octabromdiphenylether (OBDE) Decabromdiphenylether (DBDE) Polybromierte Diphenyle (PBB)	Flammschutzmittel	<ul style="list-style-type: none"> • Kunststoffgehäuse von elektrischen Geräten • Polsterschaumstoffe • Textilien 	PentaDBE, OctaDBE verboten. DecaDBE, PBB verboten in Elektronikgeräten und Haushaltleuchten
Pestizide	Aldrin Lindan DDT Hexachlorphenol	Insektizide Fungizide	Altlast in <ul style="list-style-type: none"> • Boden, Wasser • fetthaltige Nahrungsmitteln • Obst, Gemüse 	Verboten
	Pentachlorphenol (PCP)	Holzschutzmittel Lederkonservierung	<ul style="list-style-type: none"> • Altlast in behandelten Hölzern • Importlederwaren 	Verboten
Trialkylzinnverbindungen	Tributylzinn	Antifouling-Anstriche	Altlast in Schiffsrümpfen	Verboten
UV-Filtersubstanzen	4-Methylbenzylidencampher (4-MBC) 3-Benzylidencampher (3-BC)	Schutz vor UV-Strahlen	Sonnenschutzmittel	Erlaubt in Kosmetikprodukten bis 4% 4-MBC, 2% 3-BC
Östrogene	Ethinylöstradiol	Empfängnisverhütung	Abwasser	Arzneimittel

Als Folge menschlicher Aktivitäten gelangen die hormonaktiven Stoffe in die Umwelt und in die Nahrungskette von Tieren und Menschen, wo sie eine Gefahr darstellen können.

In der Schweiz wurden Konzentrationen von hormonaktiven Stoffen in der Umwelt seit den neunziger Jahren bestimmt (BUWAL, 1999). In Fliessgewässern oder in Sedimenten konnten Alkylphenolpolyethoxylate, DDT, Lindan, PCB und Phthalate nachgewiesen werden. Organozinn-Verbindungen wurden in Schiffshäfen gefunden. Bei Stoffen, die im Verlauf des Messzeitraums verboten wurden, nahmen die Konzentrationen ab. Aus der Umwelt gelangen gewisse Stoffe auch in die Nahrungskette des Menschen. So sind Milch, Fleisch und Fisch mit Dioxinen und PCB belastet. Obwohl die Belastung ebenfalls abnimmt, liegen die Konzentrationen in gewissen Nahrungsmitteln über dem wünschbaren Wert (BAG, 2008).

Im Jahr 2002 wurde in der Schweiz das Nationale Forschungsprogramm NFP50 gestartet, das während fünf Jahren Forschungsprojekte zu hormonaktiven Stoffen unterstützt hat (*Link* NFP50). Daraus resultierten neue Daten über die Umweltbelastung mit hormonaktiven Stoffen:

- Geringe Konzentrationen von UV-Filterwirkstoffen wurden in Fliessgewässern und in Fischen gefunden.
- Bromierte Flammschutzmittel wurden in Fischen von Flüssen und Seen, im Klärschlamm, in Stadtfüchsen und auch in Staubpartikeln der Luft gefunden. Während die Konzentration des seit 2004 verbotenen Pentabromdiphenylethers (PBDE) in der Umwelt abnimmt, erhöhte sich die Konzentration des Ersatzstoffes Decabromdiphenylether (DBDE) im Klärschlamm in den letzten 15 Jahren um das Fünffache.
- Dieselpartikel enthielten eine Reihe von hormonaktiven Stoffen.
- Das Plankton von Thuner- und Vierwaldstättersee war mit hormonaktiven Stoffen belastet, die vermutlich aus natürlichen Abbauprozessen von organischem Material stammen. Felchen des Thunersees zeigten hingegen keine Hinweise auf eine Belastung mit hormonaktiven Stoffen.
- In der Muttermilch von stillenden Frauen konnte der UV-Filterwirkstoff 4-MBC nachgewiesen werden.

Fatale Folgen für Tiere und Menschen?

In den achtziger Jahren wurden an **Wildtieren** erste Veränderungen an den Fortpflanzungsorganen und teilweise auch ein Rückgang der Populationen beobachtet. Die Effekte liessen sich mit einer östrogenen Wirkung erklären. Hormonaktive Stoffe in der Umwelt wurden als Verursacher vermutet. Inzwischen konnte eine kausale Verknüpfung mit der Exposition gegenüber hormonaktiven Stoffen und Störungen der Entwicklung oder der Fortpflanzung bei verschiedenen Wildtierpopulationen nachgewiesen werden (WHO, 2002).

Auch in der Schweiz wurden bei freilebenden Populationen verschiedene Beobachtungen gemacht, die auf eine gestörte Fortpflanzung zurückgeführt werden können, aber auch andere Ursachen haben könnten (BUWAL, 1999):

- Seit 1989 gilt der freilebende Fischotter als ausgestorben.
- Die Fischfänge der Angler sind seit Anfang der achtziger Jahre rückläufig.
- Bei Felchen im Thunersee wurden Gonadenmissbildungen festgestellt.
- Bei verschiedenen Vogelarten wurden Bestandesrückgänge verzeichnet.

Ein Projekt des NFP50 hat weitere Erkenntnisse gebracht (*Link* NFP50):

- In männlichen Bachforellen von 18 Flüssen des Mittellandes wurde die Produktion von Vitellogenin induziert, einem Eiweiss, das unter dem Einfluss von Östrogen gebildet wird. Einflüsse auf die Fortpflanzung waren aber nicht erkennbar.

In **Labortieren** konnten verschiedene Wirkungen, welche bei Wildtieren beobachtet worden waren, nachvollzogen werden. In den meisten Fällen konnte ein Kausalzusammenhang zwischen der Exposition mit hormonaktiven Stoffen und Wirkungen auf das Fortpflanzungssystem gezeigt werden (WHO, 2002).

Aus neuen Untersuchungen an Labortieren im Rahmen des NFP50 stammen die folgenden Erkenntnisse (*Link* NFP50):

- UV-Filtersubstanzen zeigten östrogene Wirkungen in Fischen und beeinträchtigten die Fortpflanzung. Mischungen verschiedener UV-Filter wirkten additiv.
- Die UV-Filter 4-Methylbenzylidencampher (4-MBC) und 3-Benzylidencampher (3-BC) störten die Entwicklung der Sexualorgane von Ratten und beeinträchtigten das Sexualverhalten der Tiere.
- In männlichen Bachforellen induzierten umweltrelevante Östrogen-Konzentrationen die Vitellogenin-Produktion. Nur hohe Konzentrationen von Östrogenen beeinträchtigten auch die Gonadendifferenzierung.
- Das Östrogen 17-beta-Östradiol führte bei Felchen zwar zu Zwitter-Gonaden, aber nicht zu den typischen Gonadenmissbildungen, die bei den Felchen im Thunersee beobachtet worden sind.
- Insektizide beeinträchtigten die Fortpflanzungsfähigkeit von Bodeninsekten (Springschwänzen). Die Effekte wurden auch auf die nächste Generation übertragen.

Auch beim **Menschen** wurde eine zunehmende Häufung von gewissen Veränderungen festgestellt, die zwar vereinbar sind mit einer Störung des Hormonsystems, denen aber durchaus auch andere Ursachen zugrunde liegen könnten (WHO, 2002):

- Zunahme von Brustkrebs
- Verschiebung des Geschlechterverhältnisses von Neugeborenen
- Abnahme der Spermienqualität
- Zunahme von Hodenkrebs
- Zunahme von Prostatakrebs
- Mögliche Zunahme von Hodenhochstand und Fehlbildungen der Harnröhre
- Verhaltensveränderungen bei Neugeborenen und Kindern
- Verfrühte Pubertät

Im Rahmen des NFP50 wurde der Spermienbefund auch für die Schweiz bestätigt (*Link* NFP50):

- Mehr als die Hälfte der untersuchten Schweizer Rekruten hatten Spermienparameter, die unter dem von der WHO definierten Referenzwert lagen. Regionale Unterschiede wurden augenfällig.

Gesetze beschränken die Risiken

Die Chemikaliengesetzgebung in der Schweiz berücksichtigt die hormonelle Aktivität nicht als eigenständigen Endpunkt bei der Regulierung von Stoffen. Trotz dieser Schwäche sind viele Substanzen mit Hormonaktivität aufgrund von anderen toxischen Eigenschaften reguliert.

Stoffe mit hormonaktiven Eigenschaften werden unter Umständen durch die Bestimmungen für fortpflanzungsgefährdende oder krebserregende Stoffe erfasst. Gemäss der Chemikalien-Risiko-Reduktionsverordnung (ChemRRV, 2005) müssen Stoffe oder Zubereitungen, welche in einem bestimmten Ausmass die Fortpflanzung beeinträchtigen oder Krebs erzeugen, entsprechend gekennzeichnet werden und dürfen nicht an die breite Öffentlichkeit abgegeben werden.

In den Anhängen der ChemRRV sind auch Stoffe aufgeführt, deren Umgang (in der Regel das Inverkehrbringen) verboten ist. Dazu gehören auch solche mit hormonaktiven Eigenschaften, so z.B. halogenierte organische Verbindungen wie die Insektizide Dieldrin oder DDT, Alkylphenoethoxylate wie die Textilverarbeitungsmittel Octylphenol oder Nonylphenol, bromierte Biphenyle oder Diphenylether wie die Flammenschutzmittel PBB oder xBDE, oder Trialkylzinnverbindungen in Holzschutzmitteln und Unterwasseranstrichen, um einige Beispiele zu nennen.

In der EU sieht die REACH-Verordnung spezielle Einschränkungen explizit für hormonaktive Stoffe vor: Künftig werden Stoffe mit endokrinen Eigenschaften, die nach wissenschaftlichen Erkenntnissen wahrscheinlich schwerwiegende Wirkungen auf die menschliche Gesundheit oder auf die Umwelt haben, in den Anhang XIV für zulassungspflichtige Stoffe aufgenommen. Das bedeutet, dass solche Stoffe erst nach einer Risikoevaluation und einer Beurteilung der sozioökonomischen Vorteile in Verkehr gebracht werden können. Die Kommission wird über Zulassung und Beschränkung entscheiden. Inwieweit eine analoge Regulierung in die Schweizer Gesetzgebung aufgenommen wird, ist zurzeit noch nicht entschieden.

Forscher, Industrie und Behörden sind gemeinsam *hormonaktiv*

In der Schweiz hat das Forschungsprogramm NFP50 neben den oben erwähnten Resultaten auch Erkenntnisse im Bereich der molekularen Wirkmechanismen und der Analytik der hormonaktiven Stoffe geliefert. Auch Expositionsmodelle wurden entwickelt. Diese Ergebnisse dienen Behörden und Industrie als Entscheidungsgrundlagen, die mithelfen, allfällige negative Folgen solcher Chemikalien zu vermeiden. Im Rahmen von Konsensplattformen mit Vertretern aus Wissenschaft, Industrie und Behörden wurden Empfehlungen für zukünftige Aktivitäten ausgearbeitet. Dazu gehören die Untersuchung des Umweltverhaltens, das Erfassen der Belastungssituation, die Emissionsbegrenzung, der Ersatz, die Einschränkung oder ein Verbot/Verzicht von Stoffen (*Link NFP50*).

Auch auf internationaler Ebene wird die Thematik intensiv angegangen: In der EU wurde die Gemeinschaftsstrategie für Umwelthormone erarbeitet, welche kurz-, mittel- und langfristige Massnahmen vorsieht. Dazu gehören die Identifikationen von hormonaktiven Stoffen, Prioritätenlisten für die Risikobeurteilung, Monitoring-Programme, Forschung zum Wirkmechanismus und Anpassung der Gesetzgebung (*Link EC*). In der OECD sorgt die Task Force on Endocrine Disrupters Testing and Assessment (EDTA) dafür, dass bestehende Testmethoden erweitert und neue Testmethoden für das Identifizieren von hormonaktiven Stoffen entwickelt und validiert werden (*Link OECD*). Die WHO hat in ihrem IPCS (International Programme on Chemical Safety)-Programm den umfassenden Statusbericht Global Assessment of the State-of-the-Science of Endocrine Disruptors erstellt (WHO, 2002). Die Aktivitäten der USA betreffen zwei Themenbereiche. Die Endocrine Disruptor Research Initiative befasst sich mit den Forschungsaktivitäten. Das Endocrine Disruptor Screening Program zielt auf die Identifizierung von hormonaktiven Stoffen ab (*Link US EPA*). Die CEFIC (European Chemistry Industry Council), eine Plattform der nationalen Vereinigungen der chemischen Industrie, unterstützt Forschungsprojekte über ihre Long Range Research Initiative (*Link CEFIC*).

Der Stand der Dinge

Der gegenwärtige Wissensstand und der Stand der Aktivitäten auf dem Gebiet der hormonaktiven Stoffe lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Hormonaktive Substanzen können bei Tieren ins Hormonsystem eingreifen und die Fortpflanzung beeinträchtigen. Ein kausaler Zusammenhang wurde in einigen Fällen bei Wildtieren sowie auch in Labortieren nachgewiesen. In der Schweiz konnte aber bisher nicht nachgewiesen werden, dass die hormonaktiven Stoffe in der Umwelt die Fortpflanzung von Wildtierpopulationen beeinträchtigen.
- Beim Menschen ist eine Zunahme von Fortpflanzungsstörungen und von gewissen Krebserkrankungen zu verzeichnen. Die Befunde beim Menschen sind zwar mit der Hypothese konsistent, dass Stoffe mit hormoneller Wirksamkeit die Verursacher sind. Tatsächlich konnte aber bis jetzt kein kausaler Zusammenhang zwischen der Exposition mit einer hormonaktiven Substanz und einem Effekt beim Menschen gezeigt werden.
- Weitere Forschungsaktivitäten sind notwendig, damit eine umfassende Risikobeurteilung möglich wird.
- Strategien für die Erkennung von und den Umgang mit hormonaktiven Stoffen wurden erstellt und sind in Umsetzung begriffen.
- Eine Mehrzahl der bis jetzt bekannten hormonaktiven Stoffe ist bereits gesetzlich reguliert, jedoch meist aufgrund von anderen Endpunkten (allgemeine Toxizität, Karzinogenität, Reproduktionstoxizität) als der Hormonaktivität.

Referenzen und weitere Informationen

BAG, 2008

Dioxine und PCB in Schweizer Lebensmitteln

<http://www.bag.admin.ch/themen/ernaehrung/00171/00460/04481/index.html?lang=de&download=M3wBPgDB/8ull6Du36WenojQ1NTTjaXZnqWfVpzLhmfhnapmmc7Zi6rZnqCkkIZ7gX6BbKbXrZ6lhuDZz8mMps2gpKfo>

BUWAL, 1999

Stoffe mit endokriner Wirkung in der Umwelt

Schriftenreihe Nr. 308, Umweltgefährdende Stoffe

Bundesamt für Umwelt BAFU

http://www.bafu.admin.ch/chemikalien/01389/01391/index.html?lang=de#sprungmarke0_4

CEFIC

<http://www.cefic.be/Templates/shwStory.asp?NID=471&HID=321>

ChemRRV, 2005

Verordnung vom 18. Mai 2005 zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, ChemRRV), SR 814.81

http://www.admin.ch/ch/d/sr/c814_81.html

EC Endocrine Disrupter Research in the European Union

http://ec.europa.eu/research/endocrine/index_en.html

EC Endocrine Disrupters Website

http://ec.europa.eu/environment/endocrine/index_en.htm

NFP50

Nationales Forschungsprogramm NFP50 - Hormonaktive Stoffe: Bedeutung für Menschen, Tiere und Ökosysteme

<http://www.nfp50.ch>

OECD Sharing the Work

http://www.oecd.org/document/63/0,2340,en_2649_34377_2350207_1_1_1_1,00.html

OECD Test guidelines

http://www.oecd.org/document/62/0,2340,en_2649_34377_2348606_1_1_1_1,00.html

OECD, 2002

OECD Conceptual Framework for Testing and Assessment of Endocrine Disrupters

http://www.oecd.org/document/58/0,2340,en_2649_34377_2348794_1_1_1_1,00.html

US EPA Endocrine Disruptor Screening Program

<http://www.epa.gov/scipoly/oscpendo/pubs/edspoverview/index.htm>

US EPA Endocrine Disruptors Research Initiative

<http://www.epa.gov/endocrine/>

WHO, 2002

Global Assessment of the State-of-the-Science of Endocrine Disruptors

http://www.who.int/ipcs/publications/new_issues/endocrine_disruptors/en/index.html

WHO/IPCS Endocrine Disruptors

http://www.who.int/ipcs/publications/endocrine_disruptors/endocrine_disruptors/en/index.html