

Hormonaktive Stoffe in der Umwelt

Infoblatt

Hormonaktive Stoffe werden in der Umwelt in zunehmendem Mass nachgewiesen. Sie stören den Hormonhaushalt von Organismen, indem sie natürlich vorkommende Hormone nachahmen oder deren Wirkung blockieren. So können sie die Entwicklung, Fortpflanzung und Gesundheit von Mensch und Tier beeinträchtigen.

Welche Substanzen wirken hormonaktiv?

Sowohl natürliche als auch synthetisch hergestellte Stoffe können auf das Hormonsystem eines Organismus wirken. Es handelt sich um folgende Klassen von Substanzen:

- Natürliche Hormone, die im Körper von Menschen oder Tieren produziert werden (z.B. Östrogene, Steroidhormone)
- Natürliche Hormone, die von Pflanzen produziert werden und auf Tier und Mensch wie Östrogene wirken (Phytoöstrogene)
- Synthetische Stoffe, die als Medikamente mit dem Zweck einer Hormonwirkung produziert werden (z.B. Inhaltsstoffe von Antibabypillen)
- Synthetische Substanzen aus Alltagsprodukten, Industrie oder Landwirtschaft, deren Hormonwirkung nicht beabsichtigt ist. Dazu gehören z.B. Inhaltsstoffe von Kunststoffen (Bisphenol A, Phthalate) und Sonnenschutzmitteln (UV-Filter), Flammenschutzmittel (bromierte Diphenyle und Diphenylether), Detergenzien (Alkyphenole), Pestizide (einige Herbizide, Insektizide) und Altlasten wie DDT oder PCBs. Vor allem das Vorkommen dieser synthetischen Substanzen in der Umwelt hat in den letzten Jahren stark zugenommen.

Wie gelangen hormonaktive Stoffe in die Umwelt?

Viele im Siedlungsgebiet eingesetzte hormonaktive Stoffe gelangen über kommunale Abwasserreinigungsanlagen in Gewässer, da **sie** dort nicht oder nur teilweise zurückgehalten werden. Dabei handelt es sich zum Beispiel um Arzneimittel und Inhaltsstoffe aus Kosmetika. Im Aussenbereich auftretende Stoffe können über Regenkanäle direkt in Gewässer gelangen – hier spricht man auch von diffusen Quellen. Dies betrifft zum Beispiel Östrogene aus der Nutztierhaltung, Pestizide und Sickerwässer aus Altlasten und Deponien.

Wie werden hormonaktive Stoffe gemessen?

Die modernen chemischen Nachweismethoden wie die Flüssigchromatographie gekoppelt mit Massenspektrometrie (LC-MS) ermöglichen erst den Nachweis hormonaktiver Stoffe in der Umwelt. Allerdings sind diese Stoffe teilweise in sehr niedrigen Konzentrationen biologisch wirksam, in denen der chemische Nachweis von Einzelstoffen an seine Grenzen gerät. Manche Östrogene entfalten schon in Konzentrationen unter 1 Nanogramm pro Liter ihre Wirkung. Ausserdem ist die Aussagekraft der chemischen Analytik limitiert, da sich die Wirkung von Stoffen mit gleichem Wirkmechanismus addiert. So kann die Kombination verschiedener Östrogene, die jedes für sich in unwirksamen Konzentrationen vorliegen, eine biologische Wirkung hervorrufen. Als Ergänzung zur chemischen Analytik bieten sich ökotoxikologische Testsysteme an, um die Wirkung hormonaktiver Stoffe sensitiv zu bestimmen. Mit *in vitro* Tests kann die Summenwirkung von Stoffen mit gleichem Wirkmechanismus mit Hilfe von genetisch veränderten Hefezellen oder Zellkulturen bestimmt werden. Auf der anderen Seite kommen *in vivo* Tests zum Einsatz, die die Wirkung auf gesamte Organismen wie z.B. Schnecken, Kleinkrebse oder Fische untersuchen. Auch können Biomarker wie z.B. der Vorläufer des Eidotterproteins Vitellogenin direkt in der Leber oder dem Gonadengewebe von Fischen analysiert werden. Vitellogenin wird normalerweise nur bei Weibchen in erhöhtem Mass gebildet. Wenn dieses Protein von Männchen oder Jungtieren produziert wird, deutet dies auf den Einfluss östrogenen Substanzen hin.

Wie wirken hormonaktive Stoffe?

Im Körper von Tier und Mensch sind verschiedene Wirkmechanismen möglich. Hormonähnliche Stoffe binden beispielsweise an die körpereigenen Hormonrezeptoren und aktivieren sie in gleicher Weise wie körpereigene Hormone. Diesen Wirkmechanismus macht man sich bei einigen *in vitro* Biotests wie zum Beispiel dem Hefezell-Östrogenest (YES) oder dem ER-Calux zunutze. Andere hormonaktive Stoffe blockieren die Hormonrezeptoren, so dass die körpereigenen Hormone ihre Wirkung nicht mehr entfalten können. Manche Stoffe beeinflussen auch die Verfügbarkeit von körpereigenen Hormonen oder haben eine indirekte Wirkung auf das Hormonsystem.

Wie beeinflussen hormonaktive Stoffe Organismen und Populationen?

Hormonaktive Stoffe können den Stoffwechsel und die Entwicklung von Tier und Mensch entscheidend beeinflussen. Am besten bekannt sind Wirkungen auf die Sexualentwicklung und Fortpflanzung von Tieren – wie zum Beispiel eine Veränderung im Geschlechterverhältnis oder im Sexualverhalten, eine Verringerung der Fruchtbarkeit oder eine Verdünnung der Eischalen bei Vögeln. Diese Mechanismen führten zu Populationseinbrüchen von Vögeln (verursacht durch DDT), Fischottern (verursacht durch PCBs), Schnecken (verursacht durch Tributylzinn) und Alligatoren (verursacht durch Pflanzenschutzmittel). Viel Beachtung fand das Vorkommen von Intersex-Fischen in Grossbritanniens Fließgewässern unterhalb von Kläranlagen, die mit dem behandelten Wasser hormonaktive Stoffe in die Flüsse einleiten. Die Abwässer von pharmazeutischen

Fabriken erhöhten das Vorkommen von Intersex-Fischen in einem französischen Fluss. In einem See in Kanada brach nach der Langzeitgabe des synthetischen Östrogens Ethinylestradiol eine lokale Fischpopulation zusammen. In der Schweiz konnte noch nicht nachgewiesen werden, dass hormonaktive Stoffe in der Umwelt die Fortpflanzung von Wildtierpopulationen stören. Allerdings fand das Projekt Fischnetz, dass das Vorkommen von hormonaktiven Stoffen vermutlich einer der Faktoren ist, der zum allgemeinen Fischrückgang beitrug. Im Rahmen des Forschungsprogramms des Schweizerischen Nationalfonds zu hormonaktiven Substanzen (NFP50) wurde in einigen Schweizer Gewässern bei Fischmännchen unterhalb von Kläranlagen erhöhte Vitellogeninwerte nachgewiesen. Östrogen wirksame Substanzen können nicht nur auf die Entwicklung und die Fortpflanzung wirken, sondern wahrscheinlich auch zur Schwächung des Immunsystems von Fischen führen.

Welche Biotests eignen sich zum Nachweis von östrogenen Substanzen?

Im Projekt Micropoll des Bundesamts für Umwelt verglich das Oekotoxzentrum verschiedene Biotests zum Nachweis von hormonaktiven Substanzen in Kläranlagen. Besonders gut geeignet für die einfache Bestimmung zahlreicher Proben waren *in vitro* Testsysteme, die hormonaktive Substanzen mit Hilfe von genetisch veränderten Hefezellen oder menschlichen Zellkulturen nachweisen. Vielversprechend waren auch *in vivo* Tests mit frühen Lebensstadien von Fischen (mehr Informationen zu den einzelnen Testsystemen finden Sie im Projektbericht unter http://www.oekotoxzentrum.ch/dokumentation/berichte/doc/Bericht_Micropoll.pdf).

Wie kann verhindert werden, dass hormonaktive Stoffe in die Umwelt gelangen?

Durch eine Aufrüstung der Kläranlagen mit einer Ozonung gefolgt von Sandfiltration oder eine Behandlung mit Pulveraktivkohle kann der Eintrag von hormonaktiven Stoffen in Gewässer stark verringert werden. Eine derartige Aufrüstung der grossen Schweizer Kläranlagen soll bald auch politisch umgesetzt werden. Eine weitere Massnahme ist der Verzicht auf bestimmte Stoffe an der Quelle oder eine Anpassung von Rezepturen. DDTs, PCBs, Tributylzinn und bestimmte Flammenschutzmittel wurden schon gesetzlich verboten. Das Schweizer Chemikaliengesetz berücksichtigt Hormonaktivität allerdings nicht als einen eigenständigen Endpunkt bei der Regulierung, die Stoffe wurden aufgrund anderer toxischer Eigenschaften verboten. Die REACH-Verordnung der EU sieht spezielle Einschränkungen für hormonaktive Stoffe vor: Neu sind diese zu lassungspflichtig und können erst nach einer Risikobewertung in Umlauf gebracht werden. Aber auch jeder einzelne kann beispielsweise durch die fachgerechte Entsorgung von Medikamenten und Chemikalien oder den fachgerechten und nachhaltigen Einsatz von Bioziden zur Reduktion hormonaktiver Stoffe in der Umwelt beitragen.

Links

Mehr Informationen zur Effektbewertung innerhalb des Projekts MicroPoll
www.oekotoxzentrum.ch/projekte/micropoloeffektbewertung

Stoffe, die unseren Hormonhaushalt verändern (2009). Faktenblatt von Eawag und Empa
www.eawag.ch/medien/publ/fb/doc/fs_eth_bereich_eawag_empa_hormonaktive_substanzen.pdf
Hormonaktive Chemikalien

Forschungsprogramm des Schweizerischen Nationalfonds zu hormonaktiven Substanzen (NFP50)
www.nrp50.ch

The impacts of endocrine disruptors on wildlife, people and their environments – The Weybridge+15 (1996–2011) report (2012). Umfassender neuer Bericht der Europäischen Umweltagentur über die Wirkung hormonaktiver Substanzen
<http://www.eea.europa.eu/publications/the-impacts-of-endocrine-disruptors>

State of the Art Assessment of Endocrine Disruptors (2011). Neuer Bericht der Europäischen Kommission über die Beurteilung hormonaktiver Substanzen.
http://ec.europa.eu/environment/endocrine/documents/4_SOTA%20EDC%20Final%20Report%20V3%206%20Feb%2012.pdf

Ansprechpersonen

Cornelia Kienle, Telefon +41 58 765 5563, cornelia.kienle@oekotoxzentrum.ch
Petra Kunz, Telefon +41 58 765 5395, petra.kunz@oekotoxzentrum.ch
Etienne Vermeirssen, Telefon +41 58 765 5295, etienne.vermeirssen@oekotoxzentrum.ch

as; Mai 2012