



# Hormonaktive Substanzen – Analyse und Nachweis

## Anforderung an die Wasserqualität im Labor

Endokrin wirksame Substanzen rücken in das Zentrum der Aufmerksamkeit der Wissenschaft und Öffentlichkeit. Auch als Umwelthormone bezeichnet, sind endokrin wirksame Verbindungen exogene Substanzen, die sich im endokrinen System wie Hormone verhalten und die physiologischen Funktionen der endogenen Hormone stören. Dabei handelt es sich um natürliche oder synthetisch hergestellte chemische Verbindungen, die z. B. über das Abwasser oder Pestizide in die Umwelt gelangen und Gesundheitsgefahren für Mensch und Tier darstellen können.

Bereits vor Jahrzehnten wurde das Thema in den USA diskutiert, als Rückstände von Pestiziden aus der Landwirtschaft in Seen und im Grundwasser nachgewiesen wurden. Es konnte ein Zusammenhang mit dem Rückgang der Populationen bestimmter Tierarten hergestellt werden. Genauere Untersuchungen dieser Tierarten zeigten vermehrt Fortpflanzungsprobleme wie herabgesetzte Fertilität, Anomalien der männlichen und weiblichen Fortpflanzungsorgane oder ungleiches Geschlechterverhältnis als Ursache des Populationsrückganges. Diese Veränderungen resultierten aus einer dauerhaften Exposition mit hormonaktiven Substanzen aus der Pestizidausbringung in der Landwirtschaft. Auf Grund dieser Erkenntnisse im Tierreich wurden umfangreiche wissenschaftliche Arbeiten veranlasst, mit dem Ziel, biologisch relevante Daten für eine zulässige Dosis zu gewinnen.

In der Konsequenz wurden im Zusammenhang mit der Trinkwasserversorgung die Verwendung von Pestiziden in der Landwirtschaft eingeschränkt und die zulässigen Grenzwerte für Trinkwasser verschärft.

Auch in Deutschland sorgte jüngst ein Fachbeitrag der Johann-Wolfgang Goethe-Universi-

**Ob als Weichmacher in Plastik oder Rückstände von Pestiziden im Grundwasser – Umweltchemikalien mit hormoneller Wirkung geraten häufig in die Schlagzeilen. Schon geringste Spuren von endokrinen Disruptoren können ein Ökosystem nachhaltig negativ beeinflussen. Alle Testmethoden für den Nachweis endokrin wirksamer Substanzen benötigen Reinstwasser, das den Wasseranforderungen für LC/MS/MS oder GC/MS entspricht und zusätzlich auch frei an endokrinen wirksamen Substanzen.**

tät in Frankfurt am Main für Aufsehen. Darin wurden Mineralwasser verschiedener Abfüller in Plastikverpackung (Polyethylene Terephthalate; PET) sowie in Glasflaschen auf hormonaktive Substanzen untersucht. Einige Mineralwasser wiesen einen unerwartet hohen Gehalt an hormonaktiven Substanzen auf; in den meisten Fällen handelte es sich bei den Mineralwasser mit erhöhter Östrogen Äquivalent Aktivität um Mineralwasser aus PET-Flaschen.

### Endokrin wirksame Substanzen

Studien haben endokrin wirksame Substanzen mit negativen biologischen Auswirkungen bei Tieren in Verbindung gebracht und dadurch Bedenken aufgeworfen, dass eine schwache Exposition bei Menschen ähnliche Auswirkungen haben könnte. Endokrin wirksame

Substanzen umfassen verschiedene chemische Klassen wie Hormone (Pharmaka), Pflanzenbestandteile, Pestizide, in der Kunststoffindustrie und in Verbrauchsgütern verwendete Verbindungen sowie andere industrielle Abfallprodukte und Schadstoffe. Einige Substanzen werden



Abb. 1: EDS-Pak Endfilter zur Entfernung hormonaktiver Substanzen aus Reinstwasser

**Tab. 1: Endokrin wirksame Substanzen im Reinstwasser vor und nach dem EDS-Pak Aufbereitungsschritt**

Substanz	Speisewasser	Produktwasser	Volumen (l)
Bisphenol A	bis 4 ppb	< DL (5 ppt)	300
Diethyl phthalate	bis 1.5 ppb	< DL (200 ppt)	300
Di-n-butyl phthalate	bis 1.5 ppb	< DL (200 ppt)	300
Nonylphenol	bis 3.3 ppb	< DL (100 ppt)	300

1 ppb = 1 µg/l, 1 ppt = 1 pg/l, DL = Nachweisgrenze

in der Umwelt oder im menschlichen Körper schnell abgebaut oder sind nur eine kurze Zeit vorhanden.

### Gesundheitliche Auswirkung

Ein ernstes Gesundheitsrisiko und eine Gefahr für die Umwelt stellen jedoch persistierende organische Schadstoffe (POP – Persistent Organic Pollutants) dar. POPs sind besonders schwer abbaubare Verbindungen, die über weite Strecken und Landesgrenzen hinweg transportiert werden können und praktisch in allen Regionen der Welt zu finden sind.

Nach derzeitigem Kenntnisstand gibt es über 200 Chemikalien, deren hormonelle Wirksamkeit bekannt ist. Allerdings wurde die hormonelle 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.

### Die Rolle der Wasserqualität im Labor

Mit dem Nachweis von endokrin wirksamen Substanzen und deren Quantifizierung beschäftigen sich Labore aus vielen verschiedenen Bereichen wie z. B. der Trinkwasserversorgung, der Klär- und Abwasserversorgung, der Abfallbeseitigung, der Lebensmittel- und Getränkeindustrie sowie Umweltlabore oder akademische Labore. Zur quantitativen Bestimmung endokrin wirksamer Substanzen werden häufig die GC-MS (Gaschromatographie-Massenspektrometrie) oder LC/MS-MS (Flüssigkeitschromatographie/Tandem-Massenspektrometrie) angewandt. Alle Testmethoden, die dafür konzipiert sind, Moleküle als endokrin wirksame Substanzen zu identifizieren und ihre Auswirkungen darzustellen oder zu quantifizieren, erfordern Reinstwasser, das keine endokrin wirksamen Substanzen enthält und den Wasseranforderungen für die LC/MS/MS oder GC/MS entspricht. Je nach angewandter Testmethode zur Zubereitung von Puffern und Standardlösungen etc. wird

Wasser verwendet. Neben den bekannten HPLC- und GC-Verunreinigungen wie TOC, Ionen, Partikel und Bakterien müssen jedoch auch endokrin wirksame Substanzen selbst aus dem Wasser für die Zubereitung von Proben, Blindproben, Puffern etc. entfernt werden. Andernfalls besteht die Gefahr für falsch-positive Ergebnisse. Das heißt, das gefundene Molekül kann das Zielmolekül selbst sein oder eine endokrin wirksame Substanz im für den Versuch verwendeten Wasser. Speziell für diesen Zweck hat Millipore einen Endfilter zur Entfernung endokrin wirksamer Substanzen (EDS-Pak siehe Abbildung 1) entwickelt. Bei Speisung mit Reinstwasser mit einem TOC-Gehalt von < 5 ppb entfernt der EDS-Pak wirksam typische hormonaktive Substanzen wie z. B. Bisphenol A, Diethylphthalat, Di-n-butylphthalat und Nonylphenol (Tab. 1). Der Filter ist leicht zu wechseln und kann an jedes Milli-Q System oder an andere Millipore Reinstwassersysteme angebracht werden. Der EDS-Endfilter liefert ohne Einschränkung der Fließrate mindestens 300 Liter Reinstwasser frei von hormonaktiven Substanzen. Entsprechende Qualitäts-Zertifikate mit den Ergebnissen der Analyse der jeweiligen Charge zu Dokumentationszwecken stehen jeweils zur Verfügung.

Die Effekte vieler organischer Moleküle auf die Hormonregulation im Körper sind gut dokumentiert. Um die Anwesenheit von endokrin wirksamen Substanzen in unserer Umwelt nachzuweisen, benötigen Labore Reinstwasser mit einem minimalen Gehalt organischer Substanzen.

#### ► KONTAKT

**Dr. Michael Schrader**  
Millipore GmbH  
Bioscience Division  
Schwalbach  
Tel.: 06196/494-0  
[www.millipore.com](http://www.millipore.com)