

Östrogene Belastung in Mineralwasser

Martin Wagner, Frankfurt

Im Rahmen eines vom Umweltbundesamt (UBA) geförderten Forschungsprojektes wurde Mineralwasser von der Abteilung Aquatische Ökotoxikologie der Goethe Universität Frankfurt am Main auf Umweltbelastungen überprüft. Der Biologe Martin WAGNER führte das Forschungsprojekt im Rahmen seiner Promotion durch und berichtet im Interview mit Heike RECKTENWALD von den Ergebnissen der Untersuchung.

Wie war die Fragestellung Ihres Forschungsprojektes zum Thema Mineralwasser?

WAGNER: Aus einer Vielzahl wissenschaftlicher Studien wissen wir, dass Lebensmittel mit so genannten Endokrinen Disruptoren, (vom griech. endo: innen, krinein: ausscheiden, und lat. dis -rumpere: stören) also hormonell wirksamen Chemikalien, belastet sein können. Diese synthetischen Substanzen werden z. B. als Weichmacher, Stabilisatoren, UV-Filter oder Flammschutzmittel eingesetzt. Sie haben – neben ihren gewollten, nützlichen Eigenschaften – unerwünschte Nebenwirkungen: Im menschlichen Körper können Endokrine Disruptoren das Hormonsystem stören, indem sie z. B. die natürlichen Hormone imitieren. Dies kann ernsthafte gesundheitliche Konsequenzen haben. Aus Tierversuchen wissen wir, dass z. B. Bisphenol A, eine östrogenartig wirkende Substanz, u. a. die Fortpflanzungsfähigkeit negativ beeinträchtigt und das Entstehen bestimmter Krebsarten begünstigt. Eine jüngst erschienene Studie zeigte darüber hinaus einen Zusammenhang zwischen der Belastung mit dieser Chemikalie und dem Auftreten von Diabetes mellitus, Allergien und Herz-Kreislauf-

Störungen beim Menschen. Da wir allerdings immer noch nicht genau verstehen, was die Aufnahmequellen für all diese hormonaktiven Substanzen sind, haben wir in unserem Projekt Mineralwasser auf dessen östrogene Belastung untersucht.

Mit welcher Methodik wurde das Projekt durchgeführt?

WAGNER: Es gibt eine nahezu unüberschaubare Vielzahl verschiedener Endokriner Disruptoren. Viele dieser Substanzen sind bisher zudem noch nicht identifiziert. Traditioneller Weise würde man sich eine bestimmte Chemikalie herauspicken und diese dann mittels chemischer Analytik in Lebensmittelproben nachweisen. Wir wissen heute aber, dass die Mischung verschiedener hormonaktiver Substanzen ganz andere Effekte hervorrufen kann als man bei der Betrachtung von einzelnen Chemikalien erwarten würde. Diese sogenannte Cocktailproblematik ent-

spricht leider der Realität, denn viele Lebensmittel sind mit mehr als nur einer Chemikalie kontaminiert. Um den Effekt dieser Cocktails zu bestimmen, haben wir ein biologisches Testsystem mit einem genetisch veränderten Hefestamm eingesetzt, das die gesamte östrogene Belastung im Mineralwasser bestimmt.

Es wurden 20 Mineralwassermarken untersucht. Nach welchen Kriterien wurden diese ausgewählt?

WAGNER: Bei unseren Proben handelt es sich um Produkte, die in deutschen Supermärkten verfügbar sind. Bei der Auswahl haben wir sowohl die Marktanteile als auch verschiedene Preiskategorien berücksichtigt. Darüber hinaus war es uns wichtig, verschieden verpackte Mineralwässer zu untersuchen. Deshalb haben wir Wässer aus Glas-, PET-Einweg- und PET-Mehrwegflaschen ausgewählt. Auch waren zwei Produkte aus Getränkekartons vertreten.

Haben Sie sich bei Ihrer Forschungsarbeit auf bestimmte Substanzen konzentriert?

WAGNER: Nein, wie bereits gesagt, wollten wir die gesamte hormonelle Aktivität von Mineralwasser bestimmen. Das von uns verwendete Testsystem basiert auf einem Hefestamm, der den menschlichen Östrogenrezeptor enthält. Dessen Aktivierung können wir messen und Aussagen über die östrogene Aktivität von Proben treffen. Der Vorteil dieses biologischen Testsystems ist, dass die Effekte aller Substanzen detektiert werden, die den Hormonrezeptor ak-

„Einzel betrachtet mögen die Konzentrationen dieser Stoffe sehr gering sein, aber was ist mit Cocktail- und Summierungseffekten?“

tivieren. Dies umfasst Cocktaileffekte und Chemikalien, die wir mittels chemischer Analytik noch gar nicht nachweisen können. Der Nachteil ist allerdings, dass wir nicht sagen können, welche Substanzen in den Proben vorhanden sind, sondern nur, wie stark deren hormonelle Aktivität insgesamt ist.

Welche Belastungen haben Sie in Mineralwasser festgestellt?

WAGNER: Wir waren überrascht zu sehen, dass Mineralwasser überhaupt hormonell aktive Substanzen enthält. Bei der Untersuchung der 20 verschiedenen Produkte konnten wir feststellen, dass zwölf Mineralwässer eine signifikant erhöhte östrogene Aktivität aufweisen. Das bedeutet, dass diese Proben Chemikalien enthalten, die den menschlichen Östrogenrezeptor aktivieren. Unsere Ergebnisse sind im Übrigen in unabhängigen Studien anderer Wissenschaftler bestätigt worden.

In welchen Mengen?

WAGNER: Die hormonelle Belastung der einzelnen Produkte stellen wir als so genannte Östradioläquivalente, d. h. in Konzentrationen des natürlichen weiblichen Sexualhormons, dar. Im Mittel waren die Mineralwässer mit 18 ng Östradioläquivalenten pro Liter belastet. Das bedeutet, dass die Chemikalien in den Proben einen hormonellen Effekt hatten, der dem von 18 ng des natürlichen Hormons gelöst in einem Liter Wasser entspricht. Dies scheint auf den ersten Blick sehr wenig zu sein, allerdings muss man bedenken, dass Hormone im Körper in extrem niedrigen Konzentrationen wirksam sind. Eine derartige Östrogenbelastung führt in der Umwelt beispielsweise zur kompletten Verweiblichung eigentlich männlicher Fische. Beim Vergleich mit anderen Studien, in denen z. B. Umweltproben untersucht wurden, können wir außerdem feststellen, dass die von uns gemessene hormonelle Belastung des Mineralwassers beachtlich ist.

Konnten Sie Unterschiede bei der Wasserqualität durch unterschiedliche Verpackungen feststellen (PET- oder Glasflasche)?

WAGNER: Ja, Mineralwasser aus PET-Flaschen war deutlich häufiger und stärker östrogenbelastet als das aus Glasflaschen. Sieben von neun Wässern aus PET-Flaschen wiesen eine erhöhte hormonelle Aktivität auf. Bei Wasser aus Glasflaschen waren es nur drei von neun Produkten. Insgesamt betrachtet war die östrogene Aktivität in Wasser aus PET-Flaschen doppelt so hoch wie bei Proben aus Glasflaschen.

Dies führt zu der Annahme, dass ein Teil der hormonellen Kontamination aus der Kunststoffverpackung stammt. Um das zu überprüfen haben wir einen Versuch mit einer kleinen Wasserschnecke durchgeführt, die sehr empfindlich auf östrogenartige Chemikalien reagiert. Hierzu haben wir Glas- und PET-Flaschen entleert und mit hormonfreiem Wasser befüllt. Die Schnecke haben wir dann acht Wochen in den verschiedenen Flaschen gehalten und anschließend auf deren Fortpflanzungsleistung untersucht. Am Ende war die Reproduktion der Versuchstiere aus PET-Flaschen verdoppelt im Vergleich zu Kontrolltieren und Schnecken aus Glasflaschen. Das bedeutet, dass aus dem Kunststoffmaterial hormonaktive Substanzen auslaugen, welche die Fortpflanzung der Versuchstiere beeinflusst haben.

Handelt es sich bei der wirksamen Substanz um Bisphenol A?

WAGNER: Bisphenol A, ein besonders gut untersuchter, östrogenartig wirkender Endokriner Disruptor, ist nahezu allgegenwärtig. Man findet diese Chemikalie in Hausstaub, diversen Lebensmitteln, Kunststoffgegenständen, Kassenzetteln und Babyflaschen. Auch für Mineralwasser gibt es einige Studien, die zeigen, dass Spurenkonzentrationen von Bisphenol A vorhanden sein können. Es wird vermutet, dass diese Verunreinigungen aus dem Dichtungsmaterial

der Deckel stammen können. Mit unseren Befunden hat diese Substanz jedoch nichts zu tun, denn die Konzentrationen von Bisphenol A sind im Mineralwasser viel zu gering, als dass sie die von uns beobachteten hormonellen Effekte auslösen können.

Wie relevant sind die Werte und wie werden sie beurteilt in Bezug auf:

- a) andere toxische Stoffe aus Kunststoff (Flaschen)
- b) andere östrogen wirksame Stoffe in unserer Umwelt, z. B. (Oberflächen-) Trinkwasser, Lebensmittel (Fleisch, Milch), sowie der Eigensynthese im Organismus?

Derzeit können wir das potenzielle Gesundheitsrisiko der hormonell wirksamen Substanzen in Mineralwasser noch nicht abschätzen, da wir die verantwortlichen Chemikalien noch nicht identifiziert haben. Im besten Fall wäre es z. B. so, dass diese Chemikalien gar nicht vom Körper aufgenommen oder sehr schnell abgebaut und ausgeschieden werden, sodass sich keine gesundheitlichen Folgen ergeben. Von bekannten Endokrinen Disruptoren in Kunststoffen, Bisphenol A oder Phthalaten beispielsweise, wissen wir jedoch, dass dem nicht so ist. Diese Substanzen haben sich schon in niedrigsten Dosen negativ auf Versuchstiere ausgewirkt. Dies betrifft nicht nur deren Reproduktion, sondern z. T. auch die Entwicklung und sogar das Verhalten. Insofern sind die möglichen gesundheitlichen Risiken von Endokrinen Disruptoren im Sinne des Vorsorgeprinzips nicht zu vernachlässigen.

Zum zweiten Teil Ihrer Frage: Wir sind in stetigem Kontakt mit einer Vielzahl hormonell wirksamer Stoffe. Die endogene Östradiolkonzentration einer Frau, die nicht schwanger ist, liegt je nach Zyklusphase bei 25 bis 300 ng pro Liter Blut. Das synthetische Östrogen aus der Antibabypille gelangt über die

Kläranlagen beispielsweise in einigen Nanogramm pro Liter in viele Oberflächengewässer und führt dort zu entsprechend negativen Effekten auf Fische. Viele Pestizide und Arzneimittel besitzen ebenfalls ein hormonelles Potenzial. Hier ist es nur eine Frage der Zeit, bis diese Substanzen aus der Umwelt zu uns zurückgelangen. Arzneimittelrückstände konnten so z. B. bereits in unserem Grund- und Trinkwasser nachgewiesen werden.

Aber es gibt auch natürliche, hormonell wirksame Stoffe, die wir täglich mit der Nahrung aufnehmen. Milch und Eier enthalten beispielsweise die Östrogene der Milchkühe und Hühner, die allerdings bei oraler Aufnahme weitgehend abgebaut werden. Lebensmittel auf Sojabasis sind reich an so genannten Phytoöstrogenen. Auch Bier enthält derartige pflanzliche Östrogene. Wie auch bei den Endokrinen Disruptoren steht die Forschung hier noch am Anfang, was die Einordnung der gesundheitlichen Konsequenzen angeht. Für mich ist jedoch schon jetzt klar, dass Kleinkinder hier besonders schutzbedürftig sind, denn sie produzieren extrem geringe Mengen eigener Östrogene und jede Störung des empfindlichen Hormonhaushaltes kann hier zu Störungen in der Entwicklung führen.

Wie groß ist das Risiko, dass durch Auslaugen von Endokrinen Disruptoren auch andere Lebensmittel in Kunststoffverpackungen betroffen sind?

WAGNER: Ein Großteil der Lebensmittel ist heute kunststoffverpackt. Dies hat viele hygienische und praktische Vorteile. Wir wissen aber auch, dass derzeit mindestens 50 Chemikalien in Kunststoffverpackungen in der EU und den USA behördlich zugelassen sind, welche der Wissenschaft als Endokrine Disruptoren bekannt sind. Viele dieser Chemikalien können aus der Verpackung auslaugen und gelangen so ins Lebensmittel und damit letztendlich in unseren Körper. Einzeln betrachtet mögen die Konzentrationen dieser Stoffe sehr gering

sein, aber was ist mit Cocktail- und Summierungseffekten? Möglicherweise sind die Stoffe außerdem sehr persistent. Welche gesundheitlichen Effekte hat die langfristige Aufnahme dieser Substanzen durch den Verbraucher? Hierzu liegen uns derzeit leider noch keine ausreichenden Daten vor. Als Wissenschaftler müssen wir also an dem Thema dran bleiben.

Und auch die Politik kann dran bleiben am Thema Endokrine Disruptoren. Im Sinne des Vorsorgeprinzips haben jüngst einige Länder, u. a. Kanada und Dänemark, die Chemikalie Bisphenol A verboten. Dieses Verbot erfolgte im Übrigen aufgrund des öffentlichen Druckes. Insofern haben es die Verbraucherinnen und Verbraucher selbst in der Hand: Sie können sich bei Herstellern und Behörden über Schadstoffe in Lebensmitteln informieren und problematische Produkte, z. B. Babyflaschen, die Bisphenol A enthalten, meiden.

Herr Wagner, vielen Dank für dieses Gespräch!

Martin Wagner
Institut für Ökologie, Evolution und
Diversität
Siesmayerstraße 70
60054 Frankfurt
E-Mail: wagner@bio.uni-frankfurt.de

Literatur

Wagner M, Oehlmann J. (2009) Endocrine disruptors in bottled mineral water: total estrogenic burden and migration from plastic bottles. *Environ Sci Pollut Res*, DOI 10.1007/s11356-009-0107-7

Wagner M, Oehlmann J. (2010) Endocrine disruptors in bottled mineral water: Estrogenic activity in the E-Screen. *J Steroid Biochem Mol Biol*, DOI 10.1016/j.jsbmb.2010.10.007