

Sind PET Flaschen eine Quelle für hormonaktive Substanzen in Getränken?

Vor kurzem wurden zwei wissenschaftliche Studien veröffentlicht, die Mineralwasser von verschiedenen Herstellern auf eine mögliche östrogene Aktivität untersuchten, um zu prüfen ob östrogen-aktive Chemikalien aus PET-Flaschen freigesetzt werden und ins Mineralwasser übergehen könnten. Die Forscher aus Italien (Universität Pisa) wie auch aus Deutschland (Johann Wolfgang Goethe Universität, Frankfurt) stellten in einem Teil der untersuchten Mineralwasserproben östrogene Wirkungen fest, und dies in einem höheren Mass in Mineralwasser aus PET-Flaschen als aus Glasflaschen. Diese Resultate haben in der Öffentlichkeit die Frage aufgeworfen, ob der Konsum von Mineralwasser aus PET-Flaschen gesundheitlich unbedenklich ist. Das schweizerische Zentrum für angewandte Ökotoxikologie (Oekotoxzentrum) hat eine erste vorläufige Bewertung der Untersuchungsergebnisse vorgenommen.

Hintergrund. Die Freisetzung von Substanzen aus Kunststoffmaterialien ist nicht neu, wurde bereits mehrfach nachgewiesen und in der Presse berichtet (z.B. in 2003). Es gibt mehrere chemisch-analytische Studien, die dies für PET-Flaschen, Plastik-Folien und Verpackungsmaterialien gezeigt haben (Biles et al., 1998; Lau and Wong, 2000; McNeal et al., 2000; Higuchi et al., 2004; Fankhauser-Noti, Biedermann-Brem and Grob, 2006). Ausserdem ist bekannt, dass Nahrungsmittel durch Substanzen, die in der Produktion verwendet werden, kontaminiert werden können (z. Bsp. mit Nonylphenol (Guenther et al., 2002) oder Bisphenol A (Markey et al., 2002)) und auch im Trinkwasser Substanzen aus Kunststoffen gefunden wurden (Casajuana and Lacorte, 2003).

Studienergebnisse. In einer italienischen Studie wurde Mineralwasser aus 30 PET-Flaschen von neun Herstellern untersucht und zusätzlich aufbereitetes Trinkwasser unterschiedlichen Ursprungs. Eine mögliche östrogene Aktivität wurde in einem *in vitro*-System mit genetisch veränderten Hefezellen experimentell analysiert (Pinto and Reali, 2009). Die östrogene Aktivität der Proben wurde mittels Östrogen-Equivalenten berechnet (EEQ: äquivalente Menge des weiblichen Hormons 17 β -Estradiol, die zum gleichen Effekt führen würde).

Zehn Prozent der Mineralwasserproben aus PET-Flaschen besaßen eine erhöhte östrogene Aktivität, die im Mittel 9.5 ng/l EEQ entsprach. Auch in den drei Trinkwasserproben wurde eine östrogene Aktivität unbekanntes Ursprungs nachgewiesen. Wenn dieses aus Oberflächenwasser aufbereitet wurde enthielt es 17.2 ng/l EEQ, aus Grundwasser aufbereitetes Trinkwasser enthielt 15.1 ng/l EEQ, und aus Quellwasser stammendes 0.46 ng/l EEQ (Pinto and Reali, 2009).

In einer deutschen Studie wurden, ebenfalls im *in vitro*-Hefeassay, Mineralwasserproben untersucht (20 Marken, 4 Hersteller), wobei neun davon in Glasflaschen, neun in PET-Flaschen und zwei in Tetra Pack abgefüllt waren (Wagner and Oehlmann, 2009). Bei vier Marken wurden sowohl Glas- als auch PET-Flaschen untersucht und in den meisten Fällen waren die Proben aus beiden Flaschentypen signifikant östrogen aktiv (maximale gemessene EEQ 75.2 ng/L, Mittelwert 18 ng/L). Diese Resultate deuten auf das Vorkommen von östrogen aktiven Substanzen sowohl im Wasser selbst als auch in den PET-Flaschen hin. Im Gegensatz dazu fanden die Forscher bei den anderen Marken, wo entweder nur TetraPak, Glas- oder PET-Flaschen untersucht wurden, dass das Mineralwasser aus den Glasflaschen keine hormonelle Aktivität besaß, die Proben aus PET und TetraPak jedoch erhöhte östrogene Aktivität aufwiesen.

Mehrfach benutzte PET-Flaschen scheinen ausserdem keine östrogenen Substanzen mehr abzusondern.

In einem zweiten Versuch wurden Schnecken in Kontroll-Wasser in den jeweiligen Glas- und PET-Flaschen gehalten und während 56 Tagen deren Reproduktion untersucht. In 2/3 der untersuchten PET-Flaschen (Einweg und Recycle) zeigten Schnecken eine deutlich erhöhte Embryonenproduktion, bei den restlichen PET-Flaschen wurde keine erhöhte Reproduktionsaktivität festgestellt. In 5 der Glasflaschen und dem TetraPak zeigten die Schnecken keinerlei Effekt, und in den restlichen 4 Glasflaschen nur eine geringfügig erhöhte (aber nicht signifikante) Reproduktion (Wagner and Oehlmann, 2009).

Die Resultate aus dem *in vitro* Test und dem Schnecken-Reproduktionstest sind nur teilweise konsistent. Nur drei PET-Proben zeigten in beiden Experimenten signifikante östrogene Effekte.

Vorläufige Bewertung. Beim Vergleich der beiden bisher einzigen Studien über östrogene Aktivität von Trinkwasser und Mineralwasser in TetraPak, PET- und Glasflaschen, zeigen beide Studien, dass unabhängig von der Herkunft der Wasserproben teilweise östrogen aktive Substanzen in den Wasserproben auftreten können. Welche Substanzen für diese Östrogenität verantwortlich sein könnten, wie auch deren Herkunft, wurde in den Studien nicht untersucht und sollte dringend nachgeholt werden. Die gemessenen hormonellen Aktivitäten scheinen bei einem empfohlenen täglichen Konsum von 1.5-2 L Wasser für Erwachsene und 1L Wasser für Kinder (WHO, 2000) keine Gefahr darzustellen, da steroide Östrogene auch natürlicherweise in diesen Mengen in Nahrungsmitteln wie Milch- und Sojaprodukten, Bier und Wein vorkommen und täglich aufgenommen werden (Hartmann, Lacorn and Steinhart, 1998). Der natürliche Östrogengehalt von Milch beispielsweise ist im Rahmen von 24 ng/L (Courant et al., 2007) und damit leicht höher als die in den Studien gemessenen Werte für Mineral- und Trinkwasser (9.5-18 ng/L EEQ). Die in der deutschen Studie gemessenen Höchstwerte lagen im Bereich von 73-75 ng/L EEQ. In diesem Fall wird möglicherweise die tägliche Einnahmemenge von Östrogenen überschritten (Hartmann et al., 1998).

Auch geringe Mengen an hormonaktiven Substanzen, die wir täglich oral (Trinkwasser, Mineralwasser, Nahrungsmittel), dermal (Kosmetika usw.) und über die Atmung aufnehmen, können kumulativ zu einer Überschreitung der natürlichen Einnahmemenge führen. Ob und wie sich dies auf die Gesundheit des Verbrauchers auswirkt ist zurzeit kaum untersucht, und zum jetzigen Zeitpunkt fehlen auch gesetzlicher Richtlinien zu maximalen EEQ-Werten in Trink- und Mineralwasser. In den zwei Studien wurden nur östrogene Aktivitäten untersucht. Die Wirkungen verschiedener Chemikalien (z.B. Phthalate und Organozinne), die aus Kunststoffprodukten freigesetzt werden können, wurden nicht analysiert.

Grundsätzlich beurteilt das Oekotoxzentrum die momentane Datenlage für östrogene Wirkungen durch Trink- und Mineralwasser als zu ungenügend und teilweise widersprüchlich um eine abschliessende Bewertung durchzuführen. Aus unserer Sicht ist eine Bestätigung und eingehende weitere Untersuchung dieses Problems dringend notwendig, insbesondere für Schweizer Trink- und Mineralwasser, unter Berücksichtigung der verwendeten Flaschen/Verpackungen und deren Inhaltsstoffe. Dabei sollen die verantwortlichen Substanzen identifiziert, und deren Konzentrationen und Eintragspfade bestimmt werden, sowie weitere *in vitro* und *in vivo* Studien mit verschiedenen Testsystemen auch in Zusammenarbeit mit dem Humantoxzentrum zur Klärung verschiedene toxische Wirkungen durchgeführt werden. Dies ist wichtig um ein mögliches gesundheitliches Risiko für die Verbraucher abzuschätzen, und die Verwendung problematischer Substanzen zu verringern bzw. zu unterbinden.

Autoren: Dr. P. Kunz und Dr. A. Gerhardt (Oekotoxzentrum)
Prof. Alex Odermatt (Humantoxzentrum)

Referenzen

- Biles, J. E., McNeal, T. P., Begley, T. H. and Hollifield, H. C. (1998). Determination of bisphenol A in reusable polycarbonate food-contact plastics and migration to food-simulating liquids. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 46: 2894–2894.
- Casajuana, N. and Lacorte, S. (2003). Presence and release of phthalic esters and other endocrine disrupting compounds in drinking water. *Chromatographia* 57(9-10): 649-655.
- Courant, F., Antignac, J. P., Maume, D., Monteau, F., Andre, F. and Le Bizec, B. (2007). Determination of naturally occurring oestrogens and androgens in retail samples of milk and eggs. *Food Additives and Contaminants* 24(12): 1358-1366.
- Fankhauser-Noti, A., Biedermann-Brem, S. and Grob, K. (2006). PVC plasticizers/additives migrating from the gaskets of metal closures into oily food: Swiss market survey June 2005. *European Food Research and Technology* 223: 447–453.
- Guenther, K., Heinke, V., Thiele, B., Kleist, E., Prast, H. and Raecker, T. (2002). Endocrine disrupting nonylphenols are ubiquitous in food. *Environmental Science and Technology* 36: 1676–1680.
- Hartmann, S., Lacorn, M. and Steinhart, H. (1998). Natural occurrence of steroid hormones in food. *Food Chemistry* 62(1): 7-20.
- Higuchi, A., Yoon, B. O., Kaneko, T., Hara, M., Maekawa, M. and Nohmi, T. (2004). Separation of endocrine disruptors from aqueous solutions by pervaporation: Dioctylphthalate and butylated hydroxytoluene in mineral water. *Journal of Applied Polymer Science* 94(4): 1737-1742.
- Lau, O. W. and Wong, S. K. (2000). Contamination in food from packaging material. *Journal of Chromatography A* 882(1-2): 255-270.
- Markey, C. M., Rubin, B. S., Soto, A. M. and Sonnenschein, C. (2002). Endocrine disruptors: From Wingspread to environmental developmental biology. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* 83(1-5): 235-244.
- McNeal, T. P., Biles, J. E., Begley, T. H., Craun, J. C., Hopper, M. L. and Sack, C. A. (2000). Determination of suspected endocrine disruptors in foods and food packaging. In *Analysis of Environmental Endocrine Disruptors Vol 747: 33–52*. Washington: American Chemical Society.
- Pinto, B. and Reali, D. (2009). Screening of estrogen-like activity of mineral water stored in PET bottles. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 212(2): 228-232.
- Wagner, M. and Oehlmann, J. (2009). Endocrine disruptors in bottled mineral water: total estrogenic burden and migration from plastic bottles. *Environmental Science and Pollution Research*: 1-9.
- WHO (2000). Bottled drinking water: Factsheet no.256. Available at "www.who.int/inf-fs/fact256.html". WHO.