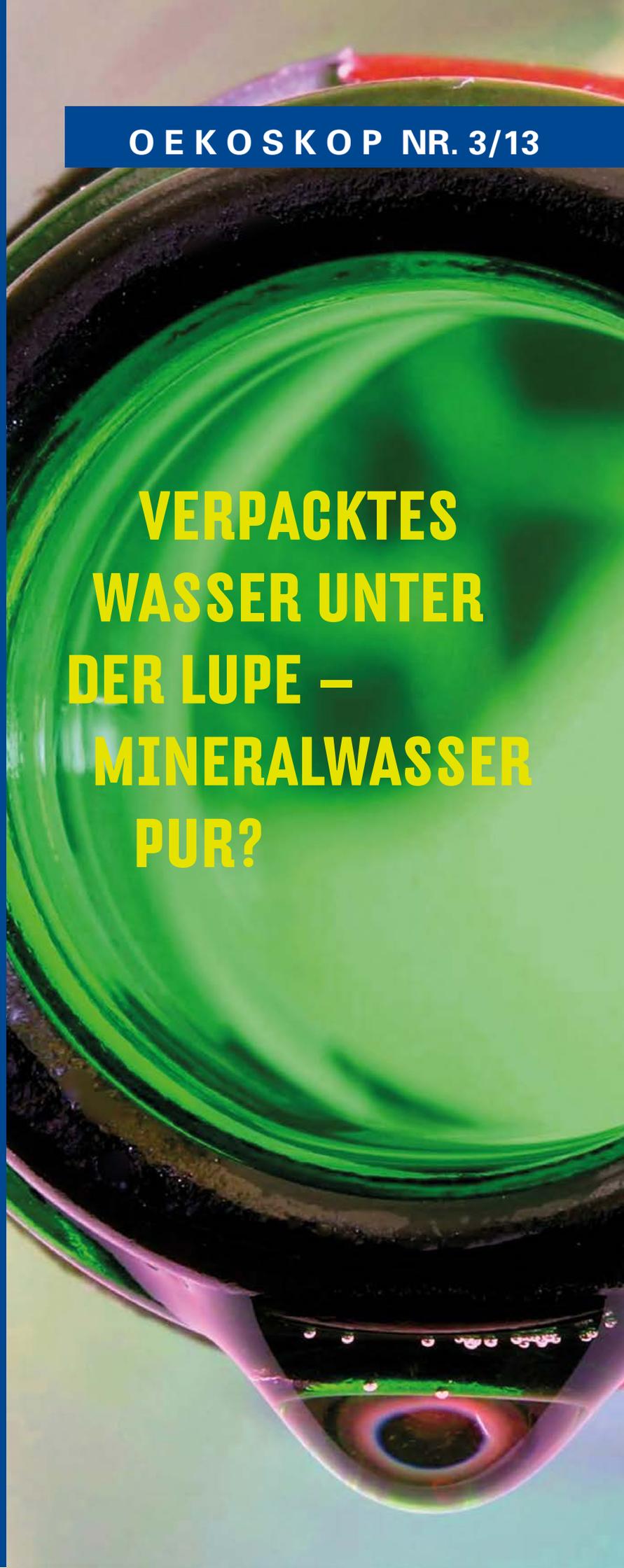


# OEKOSKOP

FACHZEITSCHRIFT DER ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ • MEDICI PER L'AMBIENTE

OEKOSKOP NR. 3/13

**VERPACKTES  
WASSER UNTER  
DER LUPE –  
MINERALWASSER  
PUR?**



# INHALT

<b>Editorial</b>	<b>3</b>
Stephanie Fuchs, Redaktorin	
<b>Mineralwasserflaschen im Test: Jede zweite ist verunreinigt</b>	<b>4</b>
Martin Forter und Stephanie Fuchs, AefU	
<b>Kunststoffverpackung – was wandert ins Wasser?</b>	<b>12</b>
Dr. Manfred Tacker, Wien	
<b>Revision der gesetzlichen Grundlagen zum Trinkwasser</b>	<b>15</b>
Pierre Studer, Bundesamt für Gesundheit (BAG)	
<b>Wasseranalyse: Nachweis und Messung von organischen Spurenstoffen</b>	<b>18</b>
Jean-Louis Walther, ENVIReau, Courtedoux	
<b>Umweltchemikalien in der Humanmilch – Forschung und Auswirkungen</b>	<b>21</b>
PD Dr. Margret Schlumpf, Universität Zürich	
<b>Buchtipps</b>	<b>25</b>
<b>Aus der Geschäftsstelle</b>	<b>26</b>
<b>Bestellen: Terminkärtchen und Rezeptblätter</b>	<b>27</b>
<b>Die Letzte</b>	<b>28</b>

## «UMWELTMEDIZINISCHES BERATUNGSNETZ»

Ein Projekt der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz

Projektleiterin: Frau Dr. med. Edith Steiner

Die telefonische Anlaufstelle ist besetzt: Mittwoch von 9 Uhr bis 11 Uhr

Telefon 052 620 28 27

[umweltberatung.aefu@bluewin.ch](mailto:umweltberatung.aefu@bluewin.ch)

*Liebe Leserin, lieber Leser*

*In diesem Heft lesen Sie, was Sie allenfalls mittrinken, wenn Sie sich ein Glas Mineralwasser einschenken. Zudem veröffentlichen wir vier Beiträge der AefU-Tagung «Trübe Aussichten für klares Wasser?», die am 6. Juni 2013 im Landhaus Solothurn stattfand.*

*In der Schweiz trinken wir jährlich 900 Millionen Liter Mineralwasser. Von 1990 bis 2009 stieg der Konsum um 44 Liter auf 113 Liter pro Kopf an. Die Mineralwasser-Werbung einiger Hersteller scheint mit ihren Versprechen also goldrichtig zu liegen. Sie preist das Produkt u.a. als Natur pur, belebend, gesund, prickelnd rein. Und die KonsumentInnen dürfen mit Fug und Recht davon ausgehen, dass dem so ist.*

*Umso irritierender ist das Stoff-Sammelsurium, das ein gemeinsamer Mineralwassertest der AefU und der Umweltorganisation «Pingwin Planet» in der Hälfte der untersuchten Flaschen zu Tage fördert. In zwei Flaschen überstieg eine Phenol-Verbindung gar den zulässigen Toleranzwert. Dass andere zum Teil hormonaktive und bioakkumulierende Stoffe nur in geringen Konzentrationen nachgewiesen wurden, beruhigt nicht wirklich. Sie haben im Mineralwasser schlicht nichts zu suchen. Dass es auch sauber geht, zeigt unser Schwerpunktthema ab Seite 4.*

*Weitgehend unklar bleibt, wie die gefundenen Fremdstoffe in einen Teil der getesteten Flaschen gelangten. Schnell geraten die Hüllen des verpackten Wassers in Verdacht. Die Glas- und PET-Flaschen scheinen aber selten Quelle der Verunreinigung zu sein (Beitrag Tacker, S. 12). Schon eher lohnt sich ein Blick auf die Prozesse vor und bei der Abfüllung sowie in die Flaschendeckel.*

*In der Schweiz ist das Bundesamt für Gesundheit (BAG) verantwortlich, die gesetzlichen Grundlagen des Trink-, Quell- und Mineralwassers festzulegen, «damit dessen Verteilung die Gesundheit der Konsumenten nicht gefährdet» ([www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch)). Das BAG legt dazu u.a. Toleranz- und Grenzwerte für Fremdstoffe fest. Diese Grenzwerte sind im Rahmen einer Gesetzesrevision in Bewegung (Beitrag Studer, S. 15). Dies ist politisch brisant, weil an einer Lockerung eines zulässigen Grenzwertes nicht die KonsumentInnen, durchaus aber die Trinkwasserproduzenten interessiert sein können. Die Beurteilung der Wasserqualität hängt direkt mit der Analyseverfahren zusammen. Um die Gesamtbelastung zu erheben, sind anspruchsvolle «Screenings» notwendig. Nur sie können die Vielfalt der allenfalls vorhandenen Fremdstoffe aufzeigen und erfassen (Beitrag Walther, S. 18).*

*Der letzte Beitrag im Heft widmet sich den Auswirkungen von hormonaktiven, genotoxischen und neurotoxischen Umweltchemikalien, die auch über das konsumierte Wasser in den menschlichen Körper gelangen können (Schlumpf, S. 21). Sie erreichen bereits das besonders verletzte Kind im Mutterleib und übertragen sich beim Stillen auf den Säugling. Dieser Umstand alleine müsste die Politik verpflichten, nur strengste Regulierungen für das Trinkwasser (ob verpackt oder nicht) und alle anderen Lebensmittel zu akzeptieren.*

*Stephanie Fuchs, Redaktorin*

# MINERALWASSERFLASCHEN IM TEST

## JEDE ZWEITE IST VERUNREINIGT

Martin Forter und Stephanie Fuchs, AefU

**Zehn Flaschen Mineralwasser liessen die AefU und «Pingwin Planet» analysieren. Die Hälfte davon ist verunreinigt oder stark verunreinigt. Sie enthalten zum Teil hormonaktive, neurotoxische und bioakkumulierende Substanzen. Pikant: In den zwei «Badoit»-Glasflaschen<sup>1</sup> ist ein amtlicher Toleranzwerte deutlich überschritten. Aber es geht auch anders: Drei der untersuchten Flaschen sind sauber – ebenso das Berner Trinkwasser.**

Mineralwasser – prickelnd frisch und wirklich rein. Tatsächlich? Ist das Mineralwasser so sauber, wie einige Hersteller behaupten? Die Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz (AefU) und die Umweltorganisation «Pingwin Planet» haben Hinweise erhalten, dass verschiedene Mineralwasser nicht halten, was die Werbung verspricht. Deshalb haben wir im Januar 2013 in Bern zehn Glas- und PET-Flaschen mit Mineralwasser von regionalen und internationalen Herstellern eingekauft. Zum Vergleich nahmen wir auch eine Probe des Berner Trinkwassers. Die beiden Laboratorien «abl analytics SA» in Neuenburg und «ENVIREau» in Courtedoux (JU) untersuchten Mineralwasser und «Hahnenburger» u.a.

mit GC/MS-Screenings (vgl. Kasten). Die Qualität dieser Screening-Analysen bestätigte Prof. Michael Oehme vom Institut für angewandte analytische Chemie in Niederteufen (AR). Das Resultat: Fünf der zehn analysierten Mineralwasserflaschen sind verunreinigt oder stark verunreinigt.

### «Badoit»-Flaschen stark verunreinigt

Am schlechtesten abgeschnitten haben die untersuchten zwei Glasflaschen «Badoit» mit Kohlensäure des französischen Konzerns «Danone». <sup>1</sup> Wir beurteilen sie als «stark verunreinigt» (vgl. Tabelle 1). Denn: Die mit CHF 3.90 pro 0.75 Liter teuersten von uns im Handel gekauften Flaschen enthalten 16 299 Nanogramm butyliertes Hydroxytoluol (BHT) pro Liter (ng/L). Diese Konzentration überschreitet den zulässigen Toleranzwert

<sup>1</sup> Eine «Badoit»-Flasche im Glas mit Kohlensäure enthält 0.75 Liter. Die Analyse benötigt jedoch einen ganzen Liter. Das Labor «abl analytics SA» hat die 0.75 Liter aus der einen mit 0.25 Liter aus der zweiten von uns eingekauften Flasche ergänzt.

**KONSUM  
TIPP!**

Sauber, günstig und erst noch das ökologischste Wasser im Test: das Berner Trinkwasser.



Flasche	Trinkwasser Stadt Bern	M-Budget PET	Prix Garantie PET
Kohlensäure	Nein	Ja	Ja
Hersteller	Stadt Bern	Migros	Coop Schweiz
Eingekauft bei	Brunnen Bären, Kramgasse*	MM Bubenberg, Bern	Coop Ryfflihof, Bern
Untersuchte Menge	1 Probe à 1 L	1 Flasche à 1.5 L	1 Flasche à 1.5 L
Preis/Flasche	CHF 0.0032**	CHF 0.25	CHF 0.25
Fremdstoffe	0 ng/L	0 ng/L	0 ng/L
Anzahl Substanzen	0	0	0
Bewertung	<b>sauber</b>	<b>sauber</b>	<b>sauber</b>

\* Entnommen bei / \*\* Preis/Liter

## Was bedeutet sauber, leicht verunreinigt, verunreinigt und stark verunreinigt?

Kategorie	Kriterien	Untersuchte Flasche (mit = mit Kohlensäure)	Anzahl Substanzen mit überschrittenem Toleranzwert (FIV*)			
			Unbekannte Substanzen			
			Anzahl Substanzen (Total)			
			Fremdstoffe ng/L			
sauber	Keine Fremdstoffe	Berner Trinkwasser	0	0	0	0
		«M-Budget» PET mit, von Migros	0	0	0	0
		«Prix Garantie» PET mit, von Coop	0	0	0	0
		«San Pellegrino» PET mit, von Nestlé	0	0	0	0
leicht verunreinigt	Maximal zwei nicht toxische oder bis heute toxisch nicht auffällige Fremdstoffe vorhanden; keine Unbekannten Substanzen; Summe Konzentrationen < 300 ng/L	«Appenzell» PET mit, von Gontenbad AG	172	1	0	0
		«Aqua Classique» PET mit, von Aldi	244	1	0	0
verunreinigt	Mehr als zwei, aber höchstens 6 Fremdstoffe vorhanden; keine Toleranz- oder Grenzwertüberschreitung; Summe Konzentrationen > 300 ng/L und < 4000 ng/L	«Adelbodner» PET mit, von Mineral- und Heilquellen AG	955	3	0	0
		«Appenzell» Glas mit, von Gontenbad AG	3 497	6	4	0
stark verunreinigt	Mehr als 6 Fremdstoffe vorhanden, und/oder mindestens eine Toleranzwertüberschreitung und/oder Summe Konzentrationen > 4000 ng/L	«Henniez» Glas mit, von Nestlé	4 825	8	4	0
		«Valse» Glas mit, von Coca-Cola	9 103	12	8	0
		«Badoit» Glas mit**, von Danone	19 758	6	0	1

\* Eidgenössische Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV) | \*\*2 Flaschen, s. Text

ENVIReau/AefU/Pingwin Planet

Tabelle 1: Beurteilungskategorien und Kriterien unserer Mineralwasser-Analyse.

			
<b>San Pellegrino PET</b>	<b>Appenzell laut PET</b>	<b>Aqua Classique PET</b>	
Ja	Ja	Ja	Flasche
Nestlé	Mineralquellen Gontenbad AG	Hansa-Heemann AG, D-Bruchsal	Kohlensäure
Globus Bern City, Bern	Getränke-Center Bern, Bern	Aldi Talgut-Zentrum, Bern	Hersteller
1 Flasche à 1.5 L	1 Flasche à 1.5 L	1 Flasche à 1.5 L	Eingekauft bei
CHF 1.60	CHF 1.45	CHF 0.24	Untersuchte Menge
0 ng/L	172 ng/L	244 ng/L	Preis/Flasche
0	1	1	Fremdstoffe
<b>sauber</b>	<b>leicht verunreinigt</b>	<b>leicht verunreinigt</b>	Anzahl Substanzen
			Bewertung

# MINERALWASSERFLASCHEN IM TEST

der Eidgenössischen Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV) von 5000 ng/L für Phenole um mehr als das Dreifache. BHT gilt als hormonaktiv und kann unter bestimmten Bedingungen Tumore auslösen. Die Substanz stammt vermutlich aus einem oder beiden Flaschendeckeln, die eine Beschichtung aus dem Kunststoff Polypropylen (PP) aufweisen. Die «Badoit»-Flaschen enthalten noch weitere problematische Stoffe. Es finden sich auch Spuren der ebenfalls hormonaktiven Substanz 1,3-Diphenylpropan. Wie dieser Fremdstoff in die zwei von uns untersuchten «Badoit»-Flaschen gelangte, ist unklar. Nachgewiesen wurde mit grosser Wahrscheinlichkeit auch 3,5-di-tert-Butyl-4-Hydroxybenzaldehyd, eine Substanz, die ebenfalls im Verdacht steht, hormonaktiv zu sein. Dabei handelt es sich möglicherweise um ein Zerfallsprodukt des erwähnten BHT. 3,5-di-tert-Butyl-4-Hydroxybenzaldehyd wurde zudem früher schon in Kunststoffdeckeln von Mineralwasserflaschen entdeckt. Nachgewiesen hat «ENVIReau» zudem kleine Mengen von N-Butylbenzolsulfonamid. Dieser Weichmacher wirkt bei Hasen neurotoxisch. Er wird u.a. bei der Herstellung

von Nylon und anderen Kunststoffen verwendet. Wie er in die zwei vom Labor analysierten «Badoit»-Flaschen gelangte, ist ebenfalls unklar.

## Valsler-Flasche mit zahlreichen unbekanntem Substanzen

Schwieriger zu beurteilen ist die von «ENVIReau» untersuchte Flasche «Valsler»-Mineralwasser im Glas mit Kohlensäure vom US-Konzern Coca-Cola. Diese Flasche enthält in unserem Test mit über 9000 ng/L Verunreinigungen neben den «Badoit»-Flaschen die zweitgrösste Menge an Fremdstoffen. Wobei: Über 75 Prozent der Verunreinigungen stammen von acht sogenannten «Unbekanntem Substanzen». Das bedeutet: Das Labor kann zwar nachweisen, dass diese acht Substanzen vorhanden sind, kann sie aber nicht eindeutig identifizieren. Es lassen sich deshalb keine oder nur sehr beschränkte Aussagen zu ihrer Giftigkeit machen (vgl. Tabelle 2). Klar ist hingegen: Auch diese «Unbekanntem Substanzen» haben im Mineralwasser nichts zu suchen.

			
<b>Flasche</b>	<b>Adelbodner PET</b>	<b>Appenzell laut im Glas</b>	<b>Henniez im Glas</b>
Kohlensäure	Ja	Ja	Ja
Hersteller	Mineral- und Heilquellen AG	Mineralquellen Gontenbad AG	Nestlé
Eingekauft bei	Coop City Ryfflihof, Bern	Einstein Kaffee, Bern	Getränke-Center Bern, Bern
Untersuchte Menge	1 Flasche à 1.5 L	1 Flasche à 1 L	1 Flasche à 1 L
Preis/Flasche	CHF 1.25	CHF 5.00	CHF 1.10
Fremdstoffe	955 ng/L	3497 ng/L	4825 ng/L
Anzahl Substanzen	3	6	8
Bewertung	<b>verunreinigt</b>	<b>verunreinigt</b>	<b>stark verunreinigt</b>

Sie müssten zumindest teilweise mittels TTC-Konzept auf eine allfällige Genotoxizität überprüft werden (vgl. Beitrag Studer ab S. 15).

### Hormonaktive Duftstoffe in der «Henniez»-Flasche

Offensichtlich fehl am Platz sind auch die Duftstoffe «Galaxolid» und «Tonalid», die das Labor «ENVIREAU» in der von uns untersuchten «Henniez»-Glasflasche mit Kohlensäure des schweizerischen Lebensmittelkonzerns «Nestlé» nachgewiesen hat. Diese beiden synthetischen Moschusverbindungen wirken ebenfalls wie künstliche Hormone. Sie sind ausserdem bioakkumulierend, reichern sich also im Fettgewebe von Mensch und Tier an. Sie wurden schon im Nabelschnurblut sowie in der Muttermilch nachgewiesen. Sie kommen vor allem als Duftstoffe in Seifen, Bodylotions, Parfums und in Waschmitteln zur Anwendung. Warum diese zwei Schadstoffe in der «Henniez»-Glasflasche auftauchen, ist unklar. Am ehesten stammen sie wohl aus Reini-

### Warum Mineralwasser-Analysen?

AnalytikerInnen aus verschiedenen Labors haben den AefU und «Pingwin Planet» berichtet, sie hätten bei ihrer Arbeit mit der Analysemethode GC/MS-Screening (vgl. Kasten) wiederholt verunreinigtes Mineralwasser festgestellt. Mineralwasser wird in Labors oft als sogenannte Blindprobe verwendet. Diese müssen die AnalytikerInnen zum Vergleich mit den in Frage stehenden Wasserproben zeitgleich und identisch untersuchen. Dabei haben sie die unerwarteten Verunreinigungen im Mineralwasser entdeckt. Unsere Recherchen zeigten: Offensichtlich existieren gar keine öffentlich zugänglichen Mineralwasser-Analysen mittels GC/MS-Screening. Die KonsumentInnen gehen jedoch davon aus, dass ihr Mineralwasser sauber ist. Immerhin versprechen Hersteller in ihrer Werbung genau dies. Umso mehr wollten die AefU und «Pingwin Planet» wissen, ob und welche Substanzen im Mineralwasser vorkommen.

gungsmitteln. Solche hormonaktive oder vermutlich hormonaktive Substanzen hat «ENVIREAU» nicht nur in unserer eingekauften «Henniez»-Flasche und in den zwei «Badoit»-Flaschen, sondern auch in der Flasche «Valser» in niedrigen Konzentrationen nachgewiesen (vgl. Tabelle 2).

Fortsetzung auf Seite 10



Fotos: © Dave Joss

<b>Valser im Glas</b>	<b>Badoit XMAS 2012 im Glas</b>	Flasche
Ja	Ja	Kohlensäure
Coca-Cola	Danone	Hersteller
Getränkecenter Bern	Globus Bern City, Bern	Eingekauft bei
1 Flasche à 1 L	2 Flaschen à 0.75L <sup>1</sup>	Untersuchte Menge
CHF 1.40	CHF 3.90	Preis/Flasche
9103 ng/L	19 758 ng/L	Fremdstoffe
12	6	Anzahl Substanzen
<b>stark verunreinigt</b>	<b>stark verunreinigt/Toleranzwert FIV überschritten</b>	Bewertung

# MINERALWASSERFLASCHEN IM TEST

Name der Substanz (CAS-Nummer)	In welcher Mineralwasser-Flasche in welcher Konzentration nachgewiesen? / Bemerkung	Verwendung für Vermutliche Herkunft = rot
2-Hexyldecanol (2425-77-6)	<b>Valsler Glas:</b> 3157 ng/L (Screening) <b>Appenzell Glas:</b> 1241 ng/L (Screening)	<b>Herkunft unklar.</b> Verwendet in Kosmetika u. als inerter Bestandteil in non-food-Pestiziden.
1-Methoxy-2-propylacetat Dowanol PMA (108-65-6)	<b>Adelbodner PET:</b> 205 ng/L (Screening)	<b>Herkunft unklar.</b> Lösungsmittel in Beschichtungen, Farben, Lacken, Tinten u. Tinten-Entfernern, Pestiziden u. Reinigungsmitteln; verwendet f. lichtresistente Formulierungen in Halbleiterindustrie u. in Anwendungen in Kontakt mit Lebensmitteln.
Erucamide 13-Docosenamid, (Z)- (112-84-5)	<b>Henniez Glas:</b> 2436 ng/L (Einzelstoff) <b>Valsler Glas:</b> 1378 ng/L (Einzelstoff)	<b>Herkunft unklar.</b> Hilfsmittel, um das Ausstossen aus der Form zu erleichtern (Slip-Additive). Verwendet als Schaum-Stabilisator u. Lösungsmittel f. Wachse u. Fette.
2-Butoxyethylacetat (112-07-2)	<b>Adelbodner PET:</b> 614 ng/L (Einzelstoff)	Lösungsmittel in Spraylacks, Latex-Farben u. Epoxy-Harzen; Verwendet in Farb- u. Lackentfernern sowie -verdünnern, Herbiziden, flüssigen Seifen, Kosmetika, Haushalts- u. <b>Industriereinigern</b> . Auch schon in <b>bedrucktem Deckel einer Mineralwasserflasche</b> nachgewiesen.
Surfynol 104 2,4,7,9-Tetramethyl-5-decyn-4,7-diol (126-86-3)	<b>Aldi acqua classique PET:</b> 244 ng/L (Screening)	Verwendet in Haushalts- u. <b>Industriereinigern</b> sowie Pestizid-Formulierungen, als Antischaummittel u. Spülhilfe.
3,5-di-tert-Butyl-4-hydroxybenzaldehyd (1620-98-0)	<b>Badoit Glas:</b> 73 ng/L (Screening)	Möglicherweise ein <b>Abbauprodukt v. BHT</b> , aber auch schon in <b>bedrucktem Deckel einer Mineralwasserflasche</b> nachgewiesen.
Tonalid 7-Acetyl-1,1,3,4,4,6,-hexamethyl-1,2,3,4,- tetrahydronaphthalin (AHTN) (21145-77-7)	<b>Henniez Glas:</b> 381 ng/L (Screening)	Duftstoff. Künstliche Moschusverbindung, verwendet in Bodylotions, Shampoos, Rasierwasser u. anderer Kosmetika, in Wasch- sowie <b>Reinigungsmitteln</b> u. in Lufterfrischern.
Galaxolid 1,3,4,6,7,8-Hexahydro-4,6,6,7,8,8-hexamethyl- cyclopenta[g]-2-benzopyran HHCB (1222-05-5)	<b>Henniez Glas:</b> 276 ng/L (Screening)	Duftstoff. Künstliche Moschusverbindung, verwendet in Parfum, Seifen u. anderer Kosmetika, in Wasch- sowie <b>Reinigungsmitteln</b> .
9-Octadecenamid, (Z)-Oleamid Unislip 1759 (301-02-0)	<b>Henniez Glas:</b> 233 ng/L (Einzelstoff) <b>Valsler Glas:</b> 76 ng/L (Einzelstoff)	<b>Herkunft unklar.</b> Als Hilfsmittel verwendet, um das Ausstossen aus der Form zu erleichtern (Slip-Additive). Zusatzstoff in Wachsen, Tinten u. Kosmetika.
1,3-Diphenylpropan 1,1'-(1,3-propanediyl)bis-benzol (1081-75-0)*	<b>Badoit Glas:</b> 187 ng/L (Screening)	<b>Herkunft unklar.</b> U.a. übliches Nebenprodukt der Verbrennung von Polyvinylchlorid (PVC).
Pseudocumene 1,2,4-Trimethylbenzol (95-63-6)	<b>Adelbodner PET:</b> 136 ng/L (Einzelstoff)	<b>Herkunft unklar.</b> Verwendet als Lösungsmittel f. Flüssigszintillationszähler, Farbstoffe, Parfums u. Harzen, zum Sterilisieren v. Naturdärmen, als Farbverdünner u. Entwurmungsmittel. Ausgangsmaterial zur Herstellung v. Farbstoffen, Pharmazeutika u einige Kunststoffe.
2,6-Di-tert-butyl-4-hydroxymethylphenol (88-26-6)	<b>Badoit Glas:</b> 1488 ng/L (Einzelstoff)	<b>Wahrscheinlich ein Abbauprodukt von BHT.</b> Auch verwendet als Antioxidanz in Lebensmitteln.
Irganox 1300 Benzolpropionsäure, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)- 4-hydroxy-, methylester (6386-38-5)	<b>Valsler Glas:</b> 28 ng/L (Screening)	<b>Wahrscheinlich ein Abbauprodukt v. BHT</b> , aber auch schon in <b>bedrucktem Kunststoffdeckel v. Mineralwasserflasche</b> nachgewiesen. Verwendet als Zwischenprodukt f. Herstellung v. phenolischen Antioxidationsmittel (AM). AM f. Kunststoffe, Motorenöle, Hydraulikflüssigkeiten, Schmiermittel u. Duftstoffe.
N-Butylbenzolsulfonamid (3622-84-2)	<b>Badoit Glas:</b> 47 ng/L (Screening)	<b>Herkunft unklar.</b> Vor allem als Weichmacher in Kunststoffen wie Polyacetal, Polycarbonat u. Polysulfon, aber auch f. Nylon 11 u. 12.
Butyliertes Hydroxytoluol BHT (128-37-0)	<b>Badoit Glas:</b> 16 299 ng/L (Einzelstoff; Toleranzwert der Fremd- u. Inhaltsstoffverordnung (FIV) für Phenole von 5000 ng/L überschritten)	<b>Stammt vermutlich aus den Polypropylen-Verschlässen.</b> Wird auch als Antioxidanzmittel in Kosmetika und Lebensmitteln eingesetzt.
Limonen (138-86-3)	<b>Appenzell Glas:</b> 65 ng/L (Screening)	Könnte aus <b>Kontamination des PET-Recyclats o. vom Abfüllen von Süssgetränken</b> stammen (Tacker, Walther).
Butyliertes Hydroxyanisol (1,1-dimethylethyl)-4-methoxyphenol (25013-16-5)	<b>Badoit Glas:</b> 1664 ng/L (Screening; Stoff nicht eindeutig identifiziert und darum nicht ganz sicher. [ENVIREau: «similar structure; possible coelution of 2 different compounds»]).	<b>Herkunft unklar.</b> U.a. als Antioxidans in Lebensmitteln, Lebensmittelverpackungen, Tiernahrung, Kosmetika, Gummi u. Öl-Produkten eingesetzt.

## Einige Angaben zur Toxizität

Irritiert Augen, Nase u. Rachen; Inhalation kann zu Schwindel u. Kopfschmerzen führen; giftig f. Wasserorganismen (MSDS; Environment Canada).

Irritation v. Augen u. Atemwege. Starke Exposition kann zu Zusammenbruch des Zentralnervensystems führen. Flüssigkeit entfettet die Haut (Chemical Safety Card 1993).

Wenig Toxdaten öffentlich verfügbar. Irritiert leicht Haut (Hase). Baut zu Eruksäure ab (Hydrolyse), was bei Verfütterung an Labortiere Herzschäden auslösen kann (scorecard.goodguide.com; toxnet.nlm.nih.gov). «Lebensmittelgesetzgebung enthält keine spezifischen Höchstwerte», da Substanz «humantoxikologisch unkritisch» (BAG 2013).

Kann Übelkeit, Erbrechen, Zittern, Kopfschmerzen, Persönlichkeitsveränderungen u. manchmal Durchfall, später Unterleibs-, Lendenschmerzen u. einen Zusammenbruch des Zentralnervensystems bewirken (HSDB).

Bis heute keine auffallende Toxizität. Irritierend f. Haut u. Augen; giftig für die Umwelt (GI DRB 2008).

Hormonaktiv oder vermutlich hormonaktiv. Reizt Augen, Atmungsorgane u. Haut. (chemicalbook.com; Tacker)

Hormonaktiv. Ist persistent u. bioakkumulierend. Nachgewiesen im Nabelschnurblut, in Muttermilch u. in fast allen Umweltmedien (HSDB; Schlumpf et al., Chemosphere 81 (2010): 1171–1183; Suzuki Foundation 10.2010).

Hormonaktiv. Ist persistent u. bioakkumulierend. Nachgewiesen im Nabelschnurblut, in Muttermilch u. in fast allen Umweltmedien (HSDB; Schlumpf et al., Chemosphere 81 (2010): 1171–1183; Suzuki Foundation 10.2010).

Wenig Toxdaten öffentlich verfügbar. Kontakt-Dermatitis möglich (HSDB). Lebensmittelgesetzgebung enthält keine spezifischen Höchstwerte», da Substanz «humantoxikologisch unkritisch» (BAG 2013).

Wenig Toxdaten öffentlich verfügbar; hormonaktiv (Tacker: Hormonell wirksame Verbindungen in der Umwelt Baden-Württembergs 1999).

Wenig Toxdaten öffentlich verfügbar. Irritiert Augen, Haut u. Atmung. Kann auf das Zentralnervensystem wirken u. chronische Bronchitis auslösen (Pan, HSDB, Sigma-Aldrich MSDS; Chemical Safety card).

Hormonaktiv o. vermutlich hormonaktiv. Scheinbar wenig neue Toxdaten öffentlich verfügbar. 1970 als nicht sehr toxisch eingestuft, trotz u.a. einer signifikanten Herzgewichtsabnahme bei 15 Monate alten weiblichen Ratten (Tacker, Dacre 1970).

Bis heute keine auffallende Toxizität. Bioakkumulierend. Inhärent toxisch für Wasserorganismen (OECD 2001; Environment Canada).

Neurotoxisch (Hase). Reizt Augen, Atmung u. Haut Wassergefährdungsklasse 2: wassergefährdend (Acta Neuropathol. 81, 235–241; chemicalbook.com; EMS 10.09.2002)

Hormonaktiv. Kann allergische Hautreaktionen, Schilddrüsen- u. Nieren-Probleme auslösen sowie Lungenfunktion u. Blutgerinnung beeinträchtigen. Kann unter bestimmten Bedingungen als Tumor-Förderer agieren. Wirkt bei Mäusen u. Ratten toxisch auf die Leber; bioakkumulierend in Wasserlebewesen. Neubeurteilung durch Europ. Lebensmittelbehörde (EFSA): nicht sehr toxisch (sciencelab.com; Suzuki Foundation 10.2010; Tacker; EFSA 2012).

Natürlicher Duftstoff.

Hormonaktiv in vitro. Krebs auslösend beim Tier und vermutlich beim Menschen; Kann allergische Kontakt-Dermatitis auslösen (TEDX List; IARC 1987; National Toxicology Program; Eleventh Report on Carcinogens, 2005; Patty's Industrial Hygiene and Toxicology 1981–1982).

Name der Substanz (CAS-Nummer)	In welcher Mineralwasser-Flasche in welcher Konzentration nachgewiesen? / Bemerkung
Unbekannte Substanz BP 57*	<b>Valser Glas:</b> 2214 ng/L; <b>Appenzell Glas:</b> 545 ng/l (Screening; ENVIReau: «Sugar-like»)
Unbekannte Substanz BP 57*	<b>Valser Glas:</b> 793 ng/L (Screening; ENVIReau: «Aliphatic alcohol»)
Unbekannte Substanz BP 57*	<b>Valser Glas:</b> 2364 ng/L (Screening; ENVIReau: «Aliphatic alcohol»)
Unbekannte Substanz BP 57*	<b>Valser Glas:</b> 885 ng/L (Screening; ENVIReau: «Aliphatic, probably an alcohol»)
Unbekannte Substanz BP 67	<b>Valser Glas:</b> 21 ng/L (Screening; ENVIReau: «Aliphatic unsaturated ester»)
Unbekannte Substanz BP 72	<b>Henniez Glas:</b> 398 ng/L (Screening)
Unbekannte Substanz BP 83	<b>Appenzell Glas:</b> 433 ng/L (Screening; ENVIReau: «Aliphatic compound, probably an alcohol»)
Unbekannte Substanz BP 89*	<b>Valser Glas:</b> 401 ng/L (Screening)
Unbekannte Substanz BP 89*	<b>Valser Glas:</b> 276 ng/L (Screening; ENVIReau: «Aliphatic compound, probably an alcohol»)
Unbekannte Substanz BP 89*	<b>Appenzell Glas:</b> 750 ng/L (Screening; ENVIReau: «Aliphatic compound, probably an alcohol»)
Unbekannte Substanz BP 89*	<b>Appenzell Glas:</b> 463 ng/L (Screening; ENVIReau: «Aliphatic compound, probably an alcohol»)
Unbekannte Substanz BP 91	<b>Henniez Glas:</b> 52 ng/L (Screening)
Unbekannte Substanz BP 124	<b>Henniez Glas:</b> 940 ng/L (Screening)
Unbekannte Substanz BP 164	<b>Valser Glas:</b> 9 ng/L (Screening)
Unbekannte Substanz BP 191	<b>Henniez Glas:</b> 109 ng/L (Screening)

\* Unbekannte Substanzen gleicher Nummer sind nicht identisch, wenn ihre Retentionszeiten voneinander abweichen.

Tabelle 2: In unserer Mineralwasser-Analyse gefundene Substanzen, mögliche Herkunft, Verwendung und einige Angaben zur Toxizität.

# MINERALWASSERFLASCHEN IM TEST

Fortsetzung von Seite 7

## Hormonaktive Substanzen: Schwellenwerte fehlen

Auch das Bundesamt für Gesundheit (BAG) hatte vor wenigen Jahren u.a. je eine Flasche «Henniez» und «Valser» im Glas mit Kohlensäure mit speziellen Tests auf Hormonaktivität untersucht. Die Frage, ob damals bei den Flaschen dieser beiden Marken eine Hormonaktivität gemessen wurde, lässt sich dennoch nicht beantworten. Das BAG hat die 2011 veröffentlichten Resultate anonymisiert: Die untersuchten Flaschen tragen nur Nummern, aber keine Namen. Die oberste Gesundheitsbehörde der Schweiz kommt in dieser Studie über 31 verschiedene Mineralwasser zum Schluss: «Die (...) nachgewiesenen östrogenen Aktivitäten stellen für die Verbraucher kein Gesundheitsrisiko dar.» Denn, so das BAG: «Natürliche Östrogene sind (...) beispielsweise in Milch- und Sojaprodukten, Bier und Wein in deutlich höheren Konzentrationen vorhanden». Für hormonaktive Substanzen existieren jedoch bis heute keine Grenz- oder Vorsorgewerte, womit das Gesundheitsrisiko einfacher eingeschätzt werden könnte. Zwar werde «das brisante Thema international untersucht», aber: «Es ist nicht bekannt, wann klare Vorschriften erlassen werden», sagt Pierre Studer vom BAG.

Mit «leicht verunreinigt» schneidet die analysierte PET-Flasche «Appenzell»-Mineralwasser mit Kohlensäure noch relativ gut ab. Sie enthält «nur» Spuren des natürlichen Aromastoffs Limonen. Ebenfalls «leicht verunreinigt» ist die PET-Flasche «Aqua Classique» mit Kohlensäure von «Aldi» in unserem Test. Sie enthält Spuren von «Surfynol», das jedoch keine auffallende Toxizität zeigt und vermutlich aus einem Reinigungsmittel stammt. Als «verunreinigt» stufen wir dagegen die Flasche «Adelbodner» PET mit Kohlensäure ein, in der das Labor drei Substanzen mit zusammen über 900 ng/L nachgewiesen hat.

## Herkunft meistens unklar

Woher die Fremdstoffe in den von uns untersuchten Mineralwasserflaschen kommen, ist meistens schwierig zu eruieren. So kann eine bestimmte Substanz z. B. aus einem Reinigungsmittel für die Glasflaschen und/oder für die Abfüllanlage stammen. Gleichzeitig könnte sie aber auch als Bestandteil einer Druckfarbe auf der Etikette durch die PET-Flasche hindurch ins Mineralwasser gelangen (vgl. Beitrag Tacker ab S. 12).

## Sauberes Flaschenwasser ist möglich

Es geht durchaus auch ohne Verunreinigungen. Das mit Abstand preiswerteste hier getestete Wasser, nämlich die Berner Trinkwasserprobe, ist sauber. Auch frei von Fremdstoffen sind die im Vergleich zum Berner Trinkwasser zwar viel teureren, aber preisgünstigsten Flaschenwasser im Test: Die PET-Flaschen «M-Budget» mit Kohlensäure von «Migros» und «Prix Garantie» mit Kohlensäure von «Coop». Auch die untersuchte PET-Flasche «San Pellegrino» mit Kohlensäure von «Nestlé» ist sauber.

## Verunreinigung mit «Tradition»?

Für die Mineralwasser «Badoit», «Valser» und «Appenzell» im Glas mit Kohlensäure und für «San Pellegrino» in PET mit Kohlensäure gibt es bereits Resultate eines GC/MS-Screenings von 2009, die «ENVIREAU» vorliegen. Wie die hier untersuchten Glasflaschen von «Badoit» und «Valser» waren auch die damaligen «stark verunreinigt». Verbessert hat sich «Appenzell» im Glas mit Kohlensäure: War die damals analysierte Flasche mit einer Fremdstoffkonzentration von 995 000 ng/L wirklich «stark verunreinigt», so ist die von «ENVIREAU» analysierte Flasche mit 3497 ng/L nur noch «verunreinigt». Eine Flasche «San Pellegrino» in PET mit Kohlensäure war auch 2009 sauber wie die in unserem Test.

## Konsumtipp «Hahnenburger»

Unser Test zeigt: Wasser ohne Verunreinigungen anzubieten ist möglich. Das beweisen nicht nur die fremdstofffreien Flaschen, sondern auch das untersuchte Trinkwasser. Dieses ist zudem nicht nur sauber und extrem preisgünstig, sondern das weitaus ökologischste Wasser im Test. Es ist deshalb unser Konsumtipp. Leitungswasser wird weder abgefüllt, noch mit Kohlensäure angereichert, noch muss es in ressourcenvergeudenden Flaschen transportiert werden. Mineralwasser dagegen verschlingt viel Energie. Der Import eines Liters aus dem Ausland verbraucht rund 0,3 Liter Erdöl. Für Hahnenburger sind nur 0,3 Milliliter nötig, also rund 1000-mal weniger. Selbst das einheimische Mineralwasser belastet die Umwelt noch immer bis zu 100-mal mehr als das Hahnenwasser. Auch die vielenorts aufgestellten Wasserspender schneiden deutlich schlechter ab.<sup>2</sup> Anstatt verpacktes Wasser nach Hause zu schleppen oder gar mit dem Auto heimzufahren, empfehlen wir: Trinken Sie frisches Hahnenwasser (vgl. auch Buchtipps S. 25). Entsprechend fordern die AefU von den Behörden, den Schutz des Grund- und Trinkwassers kompromisslos umzusetzen.

<sup>2</sup> Vgl. [www.trinkwasser.ch/dt/html/download/pdf/oekobilanz\\_d.pdf](http://www.trinkwasser.ch/dt/html/download/pdf/oekobilanz_d.pdf)

**Den vollständigen Bericht zu unserer Analyse, weitere Informationen und allfällige Neuigkeiten finden Sie auf [www.aefu.ch](http://www.aefu.ch).**

## Analysemethoden

Screening ist eine Analysemethode, die die Frage beantworten kann, welche Substanzen in einer Probe enthalten sind. Screenings erheben also vereinfacht gesagt umfassend die Vielfalt der Stoffe. Diese werden dabei mit unterschiedlicher Sicherheit identifiziert (vgl. Analysebericht unter [www.aefu.ch](http://www.aefu.ch)). Screenings sind semi-quantitativ, das heisst, sie erfassen die Konzentrationen der Substanzen nicht genau. Unterschieden werden GC/MS-Screenings, die in erster Linie apolare Substanzen erfassen und LC/MS-Screenings, um vor allem polare Stoffe nachzuweisen (vgl. Beitrag Walther ab S. 18).

Im Gegensatz dazu stehen die Einzelstoffanalysen: Diese können mit hundertprozentiger Sicherheit aufzeigen, ob eine bestimmte Substanz vorhanden ist oder nicht. Die Einzelstoffanalyse misst die genaue Konzentration der gezielt gesuchten Substanz, ignoriert aber alle anderen allenfalls vorhandenen Stoffe.

Für die umfassende Analyse im Sinne des Gesundheitsschutzes sind Screenings unerlässlich. Nur sie geben den Überblick über die vorhandene Substanzauswahl, und ohne deren Kenntnis bleibt die gesamte Fremdstoffkonzentration unerkannt. Wurde eine Substanz im Screening bestimmt, so kann anschliessend ihre Konzentration mittels Einzelstoffanalyse exakt gemessen werden. Bedingung ist allerdings, dass dafür kleine Mengen der Substanz als Vergleichs-Standard eingekauft werden können. Häufig sind solche jedoch nicht erhältlich. Dann ist eine Einzelstoffanalyse nicht möglich.

Bei den vorliegenden Mineralwasser-Analysen haben «abl analytics SA» und «ENVIREAU» zuerst mit GC/MS-Screenings gearbeitet und danach bei sechs der gefundenen Substanzen die Konzentrationen mittels Einzelstoffanalysen exakt gemessen.

## Glossar:

**Genotoxizität** ist die zusammenfassende Bezeichnung für die Schädigung des Erbguts, also für die erbgutverändernde, krebserzeugende und missbildende Eigenschaft eines Stoffes oder einer physikalischen Einwirkung ([www.umweltdatenbank.de](http://www.umweltdatenbank.de)). Genotoxizität besteht, wenn die Basenabfolge im Gen verändert ist. Dies im Gegensatz zu epigenetischen Wirkungen, bei denen das Basen-Molekül (z.B. methyliert), nicht jedoch die Basenabfolge verändert ist.

**Neurotoxizität** («Nervengiftigkeit») meint die schädigende Wirkung einer Substanz auf Struktur und Funktion des Nervengewebes. Die neurotoxische Wirkung ist oft abhängig von Dosierung und Dauer der Exposition. Sie betrifft nicht in jedem Fall das gesamte Nervensystem, sondern je nach Ausgangsstoff und -situation Teilbereiche wie das periphere oder autonome Nervensystem ([www.pflegewiki.de](http://www.pflegewiki.de)).

Eine **hormonaktive Substanz** oder endokrin wirkende Substanz ist eine von aussen zugeführte Substanz oder Mischung, welche die Funktion des Hormonsystems verändert und dadurch nachteilige Wirkungen hat auf die Gesundheit eines intakten Organismus, auf seine Nachkommen oder auf (Sub-) Populationen (WHO gemäss BAG 7.2012). Eine hiervon abweichende Definition findet sich im Beitrag von Manfred Tacker (vgl. S. 12).

**Bioakkumulation** meint die Anreicherung einer Substanz in einem Organismus durch Aufnahme aus der Umwelt, z.B. über die Nahrung. Als eines der Endglieder der Nahrungskette reichert der Mensch besonders viele bioakkumulierende Stoffe an. Weil die Stoffe beim Stillen aus dem Körperfett mobilisiert werden, sind sie oft auch in der Muttermilch nachweisbar und werden auf den Säugling übertragen (vgl. Beitrag Schlumpf ab S. 21).

**Toleranzwert in der Eidgenössischen Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV)**. Die Überschreitung eines FIV-Toleranzwertes bedeutet, dass das «Lebensmittel als verunreinigt oder sonst im Wert vermindert gilt» (FIV 2011, Art. 2).

**Grenzwert in der Eidgenössischen Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV)**. Ein FIV-Grenzwert stellt die «Höchstkonzentration» einer Substanz dar, «bei deren Überschreitung das Lebensmittel für die menschliche Ernährung als ungeeignet gilt» und deshalb aus dem Verkehr gezogen werden muss (FIV 2011, Art. 2).

# MÖGLICHE QUELLEN FÜR KONTAMINATIONEN

## KUNSTSTOFFVERPACKUNGEN – WAS WANDERT INS WASSER?

Manfred Tacker, Wien

**In mehreren Studien wurde publiziert, dass verpackte Wasser teils hohe Konzentrationen an hormonaktiven Substanzen enthalten. Es wurde vermutet, dass endokrin aktive Substanzen aus PET-Flaschen ins Wasser migrieren und die gemessenen Hormonaktivitäten verursachen. Eine Untersuchung<sup>1</sup> von zwanzig verschiedenen PET-Flaschen vom österreichischen Markt zeigte jedoch keine Östrogenaktivitäten in den Migraten.**

Endokrin aktive Substanzen (EAS) können das menschliche und tierische Hormonsystem beeinflussen und dabei positive als auch negative Gesundheitseffekte verursachen. Rufen sie nachweisbar negative Gesundheitseffekte im intakten Organismus (Mensch oder Tier) hervor, werden sie als Endokrine Disruptoren (EDC) bezeichnet. EAS werden vom Menschen vor allem über Nahrungsmittel aufgenommen, entweder als natürliche Lebensmittelbestandteile wie Phytoöstrogene, als Kontaminationen (Pestizide etc.) oder als Bestandteile von Lebensmittelverpackungen, welche in das Füllgut einwandern.

### Endokrin aktive Substanzen in Verpackungen

EAS kommen in nahezu allen Verpackungsmaterialien vor: in Kunststoff, Papier, Metall. In Kunststoffen wurden eine grosse Anzahl an EAS festgestellt, darunter hormonaktive Monomere (Bisphenol A), Additive (Phthalate, Parabene, Benzophenonderivate) und NIAS (Nonintentionally added substances wie Abbauprodukte von Antioxidantien oder Styroidimere und -trimere). Besonders gut untersucht ist der von Bisphenol A (BPA) verursachte hormonelle Effekt. In Lebensmittelverpackungen kommt BPA vor allem in Polycarbonatbehältnissen sowie in epoxidbeschichteten Metall Dosen vor (Getränke- und Konservendosen).

Ins Verpackungspapier gelangen EAS vor allem beim Recyclingprozess. Sie werden als Kontaminationen aus Druckfarben oder Klebstoffen eingebracht. Obwohl Recyclingkarton hauptsächlich als äussere Umverpackung eingesetzt wird, kann es durch Ausdampfen von EAS zur Kontamination von Lebensmitteln kommen [1].

<sup>1</sup> Die Untersuchung erfolgte mittels einer Kombination von In-vitro-Assays mit chromatographischen Verfahren (Quelle: Ch. Kirchnawy, J. Mertl, V. Osorio, H. Hausensteiner, M. Washüttl, J. Bergmair, M. Pyerin, M. Tacker: Detection and identification of estrogen-active substances in plastic food packaging, Packaging Science and Technology, accepted manuscript).



© Dave Joss

### Endokrin aktive Substanzen in Mineralwässern

Wässer können aufgrund ihrer einfachen Matrix sehr gut mittels In-vitro-Tests untersucht werden. Studien in Deutschland fanden im YES (Yeast Estrogen Screen) bis zu 75 Nanogramm pro Liter (ng/L) 17- $\beta$ -Östradioläquivalente [2]. Eine kürzlich publizierte nordirische Studie fand bis zu 34 ng/L 17- $\beta$ -Östradioläquivalente mit einem auf einer humanen Zelllinie basierten Rezeptorgen-Assay [3]. Zusätzlich wurden hier hohe Konzentrationen an Androgenagonisten und -antagonisten sowie Progestagen- und Glucocorticoidagonisten festgestellt. Es ist jedoch bis dato nicht bekannt, woher die EAS stammen, die für diese Aktivitäten verantwortlich sind.

Die Unterscheidung zwischen EAS und EDC ist wesentlich, da der Nachweis der Hormonaktivität einer Substanz in einem In-vitro-Testsystem nicht automatisch mit einer Gefährdung der Gesundheit von Mensch und Tier zu verknüpfen ist.

### PET-Flaschen zu Unrecht unter Verdacht

Besonders Verpackungen aus PET (Polyethylenterephthalat) stehen unter Verdacht, EAS ins Füllgut abzugeben. Um den Einfluss des Verpackungsmaterials verlässlich nachweisen zu können, wurden am Österreichischen Forschungsinstitut für Chemie und Technik (ofi)



PET-Flaschen scheinen eher selten Quelle der Verunreinigung zu sein. Hier Flaschenrohlinge, bevor sie in markentypische Form gebracht werden.

chromatographische Methoden sowie In-vitro-Bioassays entwickelt bzw. adaptiert und validiert, mit denen EAS in Verpackungsmaterialien bestimmt werden können.

Das Screening<sup>2</sup> von Migraten aus Lebensmittelkontaktmaterialien auf EAS erfolgt mittels hefebasierter Rezeptorgenassays wie dem YES, dem Yeast Androgen Screen (YAS), Rezeptorgenassays auf Basis von humanen Zelllinien (ER-CALUX, AR-CALUX) oder Zellproliferationsassays wie dem E-Screen. In diesen Assays wirken EAS weit schwächer als natürlich vorkommende Hormone. So benötigt Bisphenol A im YES etwa die 5000-fache Konzentration wie 17- $\beta$ -Östradiol, um die gleiche Wirkung in einem In-vitro-Assay hervorzurufen (vgl. Abb. 1).

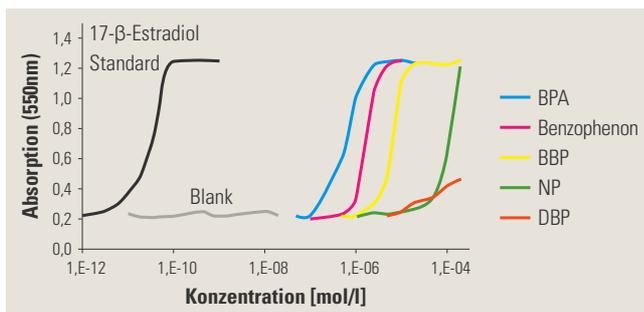


Abbildung 1: Östrogenaktivität von endokrinaktiven Substanzen (EAS) im Vergleich zu 17- $\beta$ -Estradiol. Testverfahren: Yeast Estrogen Screen (YES). BPA (Bisphenol A), Benzophenon, BBP (Butylbenzylphthalat), NP (Nonylphthalat) und DBP (Dibutylphthalat) sind EAS, die in Migraten von Lebensmittelkontaktmaterialien vorkommen können.

<sup>2</sup> Hier: Test zur Messung einer bestimmten Hormonaktivität.

<sup>3</sup> Die CAS-Nummer (auch CAS-Registrierungsnummer und CAS-Registernummer, engl. CAS Registry Number, CAS = Chemical Abstracts Service) ist ein internationaler Bezeichnungsstandard für chemische Stoffe. Für jeden bekannten chemischen Stoff (auch Biosequenzen, Legierungen, Polymere) existiert eine eindeutige CAS-Nummer (Wikipedia).



Das problematische Bisphenol A (BPA) kommt unter anderem in epoxidbeschichteten Metalldosen vor (Getränke- und Konservendosen).

Substanz	CAS <sup>3</sup>
Bisphenol A	80-05-7
Dibutylphthalat (DBP)	84-74-2
Butylbenzylphthalat (BBP)	85-68-7
4-tert-Butylphenylsalicylat	87-18-3
2,2'-Methylenbis(4-ethyl-6-tert-butylphenol)	88-24-4
4,4'-Biphenol	92-88-6
Propylparaben	94-13-3
4,4'-Thiobis(6-tert-butyl-3-methyl-phenol)	96-69-5
Methylparaben	99-76-3
p-Hydroxy-benzoesäure	99-96-7
Diethylhexyladipat	103-23-1
p-Kresol	106-44-5
1,4-Dichlorbenzol	106-46-7
Resorcinol 1,3-dihydroxybenzol	108-46-3
Bis(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)	117-81-7
2,2'-Methylenbis(4-methyl-6-tert-butylphenol)	119-47-1
Benzophenon	119-61-9
Ethylparaben	120-47-8
Propylgallat	121-79-9
Isophthalsäure	121-91-5
2,2'-Dihydroxy-4-methoxybenzophenon	131-53-3
2,4-Dihydroxybenzophenon	131-56-6
2-Hydroxy-4-Methoxybenzophenon	131-57-7
9-Octadecenamid	301-02-0
p-Cumylphenol	599-64-4
4,4'-Dihydroxybenzophenon	611-99-4
t Butylhydroxyanisol (BHA)	25013-16-5

Tabelle 1: In der EU für den Lebensmittelkontakt zugelassene Substanzen mit endokriner Aktivität (adaptiert aus J. Muncke: Exposure to endocrine disrupting compounds via the food chain: Is packaging a relevant source? Science of the Total Environment 2009, 407: 4549–4559.)

# MÖGLICHE QUELLEN FÜR KONTAMINATIONEN



©Thomas Siepmann/pixelio.de

Das Dichtmaterial (compound) von Flaschenverschlüssen kann Weichmacher enthalten, die allenfalls ins Füllgut gelangen.

Untersuchungen des Östrogenagonismus an mehr als 150 Verpackungen aus Kunststoff und Verbunden zeigten, dass mehr als 10 Prozent der Migrate von Verpackungen aus Polypropylen, Polystyrol, Verbundfolien und Getränkeverbundkartons östrogenaktiv waren.

Migrate aus PET-Flaschen zeigten keine Östrogenaktivität bei einer Nachweisgrenze von 0,5 ng 17- $\beta$ -Östradioläquivalenten pro Liter. Da auch Glas keine EAS in signifikanten Mengen ins Füllgut abgibt, kann die durch das Verpackungsmaterial verursachte Kontamination von verpacktem Wasser mit östrogenaktiven Substanzen am österreichischen Markt als äußerst gering eingeschätzt werden.

*Dr. Manfred Tacker, Biochemiker, Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik (ofi), Wien. manfred.tacker@ofi.at.*

## Literatur

- [1] M.F. Pocas, J.C. Oliveira, J.R. Perreira, T. Hogg: Consumer exposure to phthalates from paper packaging: an integrated approach. Food Addit Contam, Part A, 2010, 27, 1451.
- [2] M. Wagner, J. Oehlmann: Endocrine disruptors in bottled mineral water: total estrogenic burden and migration from plastic bottles. Environ Sci Pollut Res 2009, 16: 278–286.
- [3] M. Plotan et al.: Endocrine activity in bottled mineral and flavoured water. Food Chemistry 2013, 136 (3–4): 1590–1596.

## Woher können Kontaminationen im Mineralwasser stammen?

1. Verunreinigte Quelle: Dies ist besonders bei oberflächennahen Quellen ein Problem. Die Kontaminationen können vielfältig sein (von Pestiziden bis zu hormonaktiven Substanzen).
2. Transport von der Quelle bis zur Abfüllung: Kritische Bereiche sind die Leitungen und besonders die Dichtungen (können Weichmacher enthalten), Lagertanks (können epoxidbeschichtet sein – Epoxide enthalten Bisphenol A) sowie Rückstände von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln (z.B. Reste der Flaschenreinigung bei Glasmehrwegflaschen).
3. Verpackung: Das Flaschenmaterial besteht meist aus Glas oder PET (Neuware oder Recyclingmaterial), Verschlüsse meist aus Polyethylen (HDPE), Polypropylen (PP) oder Aluminium mit einem Dichtmaterial (compound). Das Dichtmaterial kann Weichmacher enthalten.

Abgesehen von Schadensfällen sind die Kontamination allerdings sehr gering.

## Was kann der Konsument beachten?

Auch Wasser gehört richtig gelagert. Bei Temperaturen im Sommer von beispielsweise bis zu 60 Grad im Kofferraum wandern Kontaminationen etwa sechzehnmal schneller aus der Verpackung ins Wasser als bei 20 Grad. Wenn Kunststoffe (Verschlüsse oder Flaschen) längere Zeit direktem Sonnenlicht ausgesetzt sind, kann es zu Abbauprozessen kommen. Die Abbauprodukte können ebenfalls ins Wasser migrieren.

## REVISION DER GESETZLICHEN GRUNDLAGEN ZUM TRINKWASSER

Pierre Studer, Bundesamt für Gesundheit (BAG)



Trinkwasserreservoir

© fischer+ryser, Basel

**Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) hat den Auftrag, gesetzliche Grundlagen festzulegen, die eine nicht gesundheitsgefährdende Trinkwasserversorgung sicherstellen. Die dafür definierten Kriterien betreffen mikrobiologische, physikalische und chemische Trinkwasserparameter. Diese stimmen mehrheitlich mit der Gesetzgebung der Nachbarländer überein und basieren auf den internationalen Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation WHO.**

Die gesetzlichen Grundlagen zur Trinkwasserqualität (vgl. Abb. 1) sind vor allem in drei Verordnungen geregelt: In der Hygieneverordnung (HyV), der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV) und der Verordnung über Trink-, Quell-, und Mineralwasser. 2012 wurde beschlossen, die Definitionen und Anforderungen im Bereich Trinkwasser zu aktualisieren.



Recht auf einwandfreies Trinkwasser.

## Warum eine Gesetzesrevision?

Die Weiterentwicklung der Analyseverfahren ermöglicht heute den Nachweis zahlreicher wasserlöslicher Stoffe im Wasser, welche die menschliche Gesundheit beeinflussen können. Die eidgenössischen und kantonalen Behörden müssen immer wieder zu neu identifizierten Stoffen Stellung nehmen. Deren chemische Zusammensetzung wird zwar systematisch erfasst. Aussagen über die Toxikologie dieser Stoffe sind jedoch viel schwieriger. Zunächst muss eine genügende Menge Substanzen synthetisiert werden, um die anerkannten toxikologischen Tests durchführen zu können. Zudem stehen die Ergebnisse meist erst nach mehreren Monaten toxikologischer Versuche zur Verfügung. Dieses Verfahren ist für die Aufsichtsbehörden problematisch, die eigentlich bereits nach Klärung der chemischen Struktur der neu entdeckten Stoffe eine Entscheidung treffen sollten. Daher hat das Bundesamt für Gesundheit (BAG) nach Anhörung interessierter Kreise beschlossen, ein neues Verfahren (TTC-Konzept) einzuführen, um rasche und sichere Aussagen über das gesundheitliche Risiko machen zu können, das mit solchen Stoffen einhergeht.

### VOLK

Bundesverfassung Art. 97 Schutz der Konsumentinnen und Konsumenten und Art. 118 Schutz der Gesundheit

### NATIONALRAT / STÄNDERAT

LEBENSMITTELGESETZ

### BUNDES RAT

Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung

Tabakverordnung

### EIDGENÖSSISCHES DEPARTEMENT DES INNERN

horizontal

#### Hygieneverordnung

Verordnung über gentechnisch veränderte Lebensmittel

Verordnung über den Zusatz essenzieller oder physiologisch nützlicher Stoffe zu Lebensmitteln

#### Fremd- und Inhaltsstoffverordnung

Verordnung über die Kennzeichnung und Anpreisung von LM

Zusatzstoffverordnung

Verordnung über den Vollzug der Lebensmittelgesetzgebung

vertikal

V über Zuckerkorn, süsse Lebensmittel und Kakaoerzeugnisse	V über Trink-, Quell- und Mineralwasser
V über Suppen, Gewürze und Essig	V über Speziallebensmittel
V über Speiseöl, Speisefett und daraus hergestellte Erzeugnisse	V über Speiseplätzchen und Hefe
V über Obst, Gemüse, Konfitüre und konfitüreähnliche Produkte	V über Lebensmittel tierischer Herkunft
V über Getreide, Hülsenfrüchte, Pflanzenproteine und deren Erzeugnisse	V über alkoholische Getränke
V über alkoholfreie Getränke	V über die hygienische Milchverarbeitung in Sömmerungsbetrieben
V über Bedarfsgegenstände	V über kosmetische Mittel
V über Gegenstände für den Humankontakt	V über Druckgaspackungen
V über die Sicherheit von Spielzeug	V über kombinierte Warnhinweise auf Tabakprodukten

### AMT

Amtsverordnungen

Schweizerisches Lebensmittelbuch

Weisungen

Infoschreiben

Abbildung 1: Gesetzliche Grundlagen für den Schutz des Trinkwassers. Quelle: Bundesamt für Gesundheit (BAG).

## Das TTC-Konzept

Das TTC-Konzept<sup>1</sup> wurde entwickelt, um für Substanzen mit unbekannter Toxizität, welche in geringen Konzentrationen in Lebensmitteln vorkommen, die Schwelle zu bestimmen, unterhalb welcher kein toxikologisches Risiko besteht. Das TTC-Konzept gründet auf einem Entscheidungsschema mit Baumstruktur, anhand dessen ein chemischer Stoff nach seinen Strukturmerkmalen

<sup>1</sup> Weitere Informationen zum TTC-Konzept finden sich in folgender Publikation des International Life Sciences Institute ILSI: «Threshold of toxicological concern (TTC) – A Tool for Assessing Substances of Unknown Toxicity Present at Low Levels in the Diet», [http://www.ilsa.org/Europe/Publications/C2005Thres\\_Tox.pdf](http://www.ilsa.org/Europe/Publications/C2005Thres_Tox.pdf).

bewertet und dann einer der sechs Kategorien des Schemas zugeteilt wird. Für jede Kategorie kann eine tolerierbare tägliche Aufnahme («Tolerable Daily Intake» oder TDI) für den Menschen ermittelt werden, unterhalb welcher das Gesundheitsrisiko vernachlässigbar gering ist (= TTC). Davon kann eine Trinkwasser-Höchstkonzentration abgeleitet werden auf der Grundlage der folgenden Annahmen: Zwei Liter Trinkwasserkonsum pro Tag; die Exposition für den betreffenden Spurenstoff erfolgt alleine über das Trinkwasser (100% Ausschöpfung des TTC über den Trinkwasserkonsum). Ausgeschlossen von der Bewertung nach TTC-Konzept bleiben Stoffe mit sehr hohem toxischem Potenzial und Stoffe mit spezifischer toxikologischer Wirkung, beispielsweise Stoffe, die in geringer Dosis hormonaktiv sind oder potenziell allergen wirken.

### Aufnahme des TTC-Konzepts in die FIV

Das BAG hat beschlossen, die Höchstkonzentrationen für Trinkwasser nach TTC-Konzept in die Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV) aufzunehmen. Diese Aufnahme wird im Rahmen der FIV-Revision wirksam, die Ende 2013 in Kraft tritt. Jedoch übernimmt die FIV nicht alle sechs Kategorien aus dem TTC-Konzept, sondern fasst sie in zwei Stoffgruppen zusammen, für die jeweils die tiefste zulässige Höchstkonzentration innerhalb der sechs Kategorien gilt. Zudem werden die Höchstwerte (TW: Toleranzwerte) anderen Werten der FIV-Liste für Trinkwasser angeglichen, so dass beispielsweise für die Kategorie «Stoffe mit Strukturmerkmalen, die auf ein mögliches genotoxisches Potenzial hinweisen» ein Höchstwert von 100 statt 75 Nanogramm pro Liter (ng/L) gelten wird. Aus toxikologischer Sicht ist diese Abweichung nicht signifikant.

Die FIV wird für Fremdstoffe im Trinkwasser die Toleranzwerte annehmen, die auf dem TTC-Konzept gründen (Siehe Grafik oben).

In Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) hat das BAG einen Leitfaden zum «Umgang mit nicht geregelten Fremdstoffen im Trinkwasser» verfasst. Dieser soll vor allem Experten dienen, die mit der Bewertung neuer Stoffe betraut sind, welche analytisch im Trinkwasser nachgewiesen wurden.

Substanz	TW [mg/kg]	Bemerkungen
Organische Verbindung mit unbekannter Toxizität, aber bekannter chemischer Struktur, <b>mit</b> strukturellen Hinweisen auf ein genotoxisches Potenzial	0,0001	Gilt für alle organischen Verbindungen ohne ausreichende toxikologische Datengrundlage, die in die Kategorie «Stoffe mit genotoxischem Potenzial» fallen. Ausgeschlossen sind aflatoxin-ähnliche Verbindungen, Azoxy-Verbindungen und N-Nitroso-Verbindungen sowie nichtessenzielle Metalle und metallenthaltende Verbindungen, Dioxine und dioxinähnliche Substanzen, Steroide und Proteine.
Organische Verbindung mit unbekannter Toxizität, aber bekannter chemischer Struktur, <b>ohne</b> strukturelle Hinweise auf ein genotoxisches Potenzial	0,01	Gilt für alle organischen Verbindungen ohne ausreichende toxikologische Datengrundlage, die in eine der vier folgenden Kategorien fallen: Nichtgenotoxische Substanzen, jedoch mit hoher, mittlerer oder geringer Toxizität (Cramer Strukturklassen I, II und III) sowie Organophosphate. Ausgeschlossen sind nichtessenzielle Metalle und metallenthaltende Verbindungen, Dioxine und dioxinähnliche Substanzen, Steroide und Proteine.

### Weiterführende Links

#### Zum Thema Trinkwasser

(Auch Leitfaden zum «Umgang mit nicht geregelten Fremdstoffen im Trinkwasser», vgl. Text.)

<http://www.bag.admin.ch/themen/lebensmittel/04858/04864/04903/index.html>

#### CH-Lebensmittelgesetzgebung:

<http://www.bag.admin.ch/themen/lebensmittel/04865/index.html>

#### EU-Richtlinie:

<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:330:0032:0054:DE:PDF>

#### WHO-Empfehlungen:

[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwaq/guidelines/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwaq/guidelines/en/)

#### «Protokoll Wasser und Gesundheit»:

<http://www.bag.admin.ch/themen/lebensmittel/04858/04864/04905/index.html>

[http://www.unece.org/env/water/pwh\\_text/text\\_protocol.html](http://www.unece.org/env/water/pwh_text/text_protocol.html)

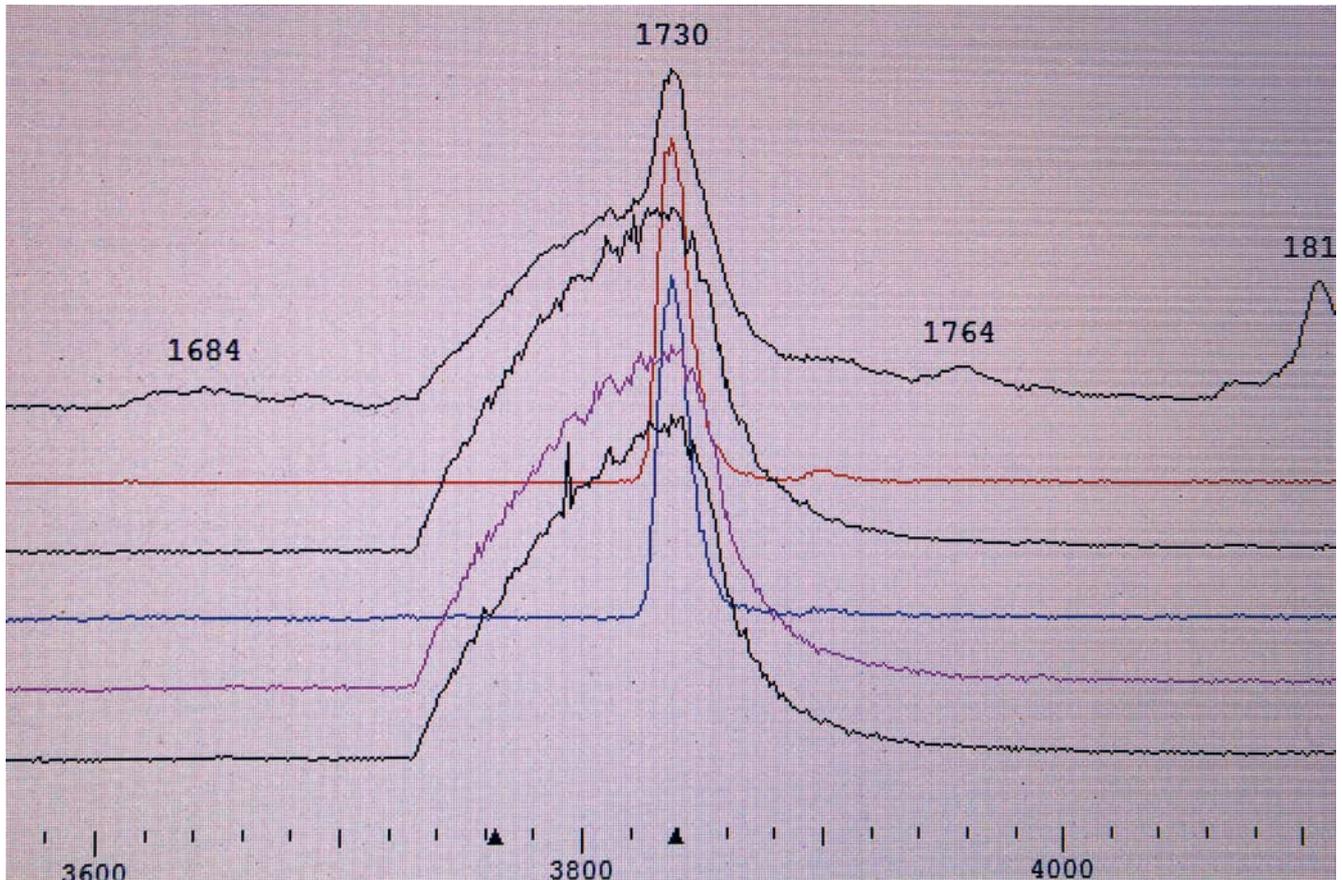
*Pierre Studer, Lebensmittelingenieur, Bundesamt für Gesundheit (BAG), Direktionsbereich Verbraucherschutz, Abteilung Lebensmittelsicherheit, Bern. pierre.studer@bag.admin.ch, www.bag.admin.ch.*

Übersetzung: Karin Vogt

# FREMDSTOFFEN AUF DER SPUR

## WASSERANALYSEN: NACHWEIS UND MESSUNG VON ORGANISCHEN SPURENSTOFFEN

Jean-Louis Walther, ENVIReau (Courtedoux)



Ausschnitt aus einem Chromatogramm einer Screening-Analyse.

**Die Analysetechnik, die in amtlichen, und privaten Labors sowie in Forschungslaboratorien verfügbar ist, kann bei Weitem nicht die Gesamtheit aller organischen Stoffe im Wasser erfassen. Seit Ende der 1970er-Jahre werden Techniken der Massenspektrometrie in Verbindung mit Gaschromatografie (GC/MS-Screening) ausserhalb des universitären Bereichs kommerziell angewendet.**

Aber erst in den 1990er-Jahren wurden solche Geräte von behördlichen und privaten Labors auf breiter Basis angeschafft. Dank GC/MS konnten als erste problematische Stoffe chlorierte Lösungsmittel (Perchlorethylen, Trichlorethylen usw.) aus industrieller Nutzung sowie Nebenprodukte der Chlordesinfektion erforscht werden. Später wurde GC/MS weiter verfeinert und mit spektrometrischen Detektoren kombiniert, um die Kapazität zur Molekülfragmentierung zu steigern. Dies eröffnete neue

Möglichkeiten, um die Struktur der gesuchten Stoffe genauer nachzuweisen. Die GC/MS-Methode beschränkt sich allerdings auf unpolare oder schwach polare Stoffe.

### LC/MS-Screenings für polare Stoffe

Zur Erfassung von Stoffen mit stärkerer Polarität (z.B. Pflanzenschutzmittel) wurde ab den 1990er-Jahren auf die Technik der Hochdruckflüssigkeitschromatografie (HPLC) zurückgegriffen. HPLC war aber damals noch nicht an die Massenspektrometrie gekoppelt, weil letztere zuerst noch an die Bedingungen der Flüssigchromatografie angepasst werden musste (LC/MS). Die ersten kommerziellen LC/MS-Geräte waren ab 2005 zu einem erschwinglichen Preis erhältlich. Mit LC/MS lässt sich die Molekülmasse zwar präzise bestimmen. Dieses Verfahren liefert jedoch relativ fragmentarme Spektren.

Die Bestimmung der chemischen Struktur des Moleküls nur aufgrund dieser Spektren ist nicht möglich. Wird LC/MS jedoch zur Quantifizierung bereits bekannter Stoffe benutzt, weist diese Technologie eine hohe Genauigkeit auf. Gekoppelt an andere Analysemethoden trägt LC/MS zur Diagnosesicherheit der identifizierten Stoffe bei.

### Toxikologisches Wissen fehlt

Mit GC/MS können je Wasseranalyse bis zu einige Hundert Substanzen nachgewiesen werden. LC/MS weist hingegen Tausende Stoffe nach, die jedoch grossmehrheitlich aus Mangel an Strukturinformationen unbekannt bleiben.

Schliesslich geht es darum, Aussagen über die Gefährlichkeit der im Wasser vorgefundenen Stoffe zu machen. In dieser Hinsicht sind wir noch lange nicht soweit, diese zentrale Frage erschöpfend beantworten zu können. Und mit jedem Fortschritt der Analytik erweitert sich der Betrachtungswinkel. Die Folge sind Tausende neu entdeckter Substanzen, über deren Toxikologie meistens kaum etwas bekannt ist.

Die langjähriger Erfahrung mit GC/MS zeigt uns, dass Trink-, Quell- oder Grundwasserproben mit positivem Nachweis an organischen Spurenstoffen fast immer infolge menschlicher Aktivitäten kontaminiert wurden.

### Analyseverfahren

Organische Spurenstoffe werden oft Mikroverunreinigungen (oder  $\mu$ -Schadstoffe) genannt. Es sind Stoffe, die in niedriger Konzentration im Wasser vorhanden sind und in Nanogramm (ng/L) bis Mikrogramm ( $\mu$ g/L) pro Liter (gemessen werden). Die Konzentrationen sind also 1 Milliarde bis 1 Million Mal geringer als 1 Gramm pro Liter.

In einer Wasserprobe sind polare und apolare Stoffe enthalten. Zur Extrahierung dieser Substanzen wird ein chemischer Arbeitsstoff eingesetzt, der die gelösten Substanzen an sich binden kann, beispielsweise ein Lösungsmittel wie Methylenchlorid. Je nach Beschaffenheit des Lösungsmittels, werden aus der Probe die apolaren bis schwach polaren oder aber die polaren Stoffe extrahiert.

Zur Erfassung der einzelnen Stoffe im extrahierten Stoffgemisch, müssen die Substanzen getrennt und



*Sickerwassersammler, in dem die Proben für die Analyse im Zusammenhang mit der Hausmülldeponie entnommen wurden.*

bestimmt werden. Für diesen Trennungsvorgang wird für unpolare Stoffe die Technik der Gaschromatografie (GC) eingesetzt. Die Bestimmung kann ein einfacher (nicht charakterisierender) Detektor oder ein Massenspektrometer liefern.

Das extrahierte Stoffgemisch wird in die chromatografische Kapillarsäule eingespritzt, die sich in einem Ofen befindet. Das Gemisch wird rasch zum Sieden gebracht und die verschiedenen Gase der Substanzen wandern mit unterschiedlicher Geschwindigkeit entlang der Kapillarsäule. Je nach physikalisch-chemischen Eigenschaften treten sie zu unterschiedlichen Zeitpunkten wieder aus der Trennsäule aus. Im Chromatographen mit Ofen und Säule findet somit eine Art Destillierung statt.

Beim Austritt aus der Kapillarsäule misst ein Detektor die elektrische Störung, die durch das jeweilige Gas verursacht wird und erstellt anhand dieser Variationen ein graphisches Chromatogramm. Oft bleiben die nachgewiesenen Substanzen jedoch unbekannt. Denn eine Identifikation ist nur möglich, wenn die charakteristische Retentionszeit in der Trennsäule im Voraus bekannt ist.

Zur Lösung dieses Problems wurden Detektoren entwickelt, welche Strukturinformationen über die nachgewiesenen Stoffe liefern, um die chemische Formel der gesuchten Moleküle soweit möglich erkennbar zu machen. Die wichtigste der dabei eingesetzten Techniken ist die Massenspektrometrie.

Zur Trennung von polaren Substanzen werden Hochdruckflüssigkeitschromatografie (HPLC) und danach ein einfacher Detektor oder ein Massenspektrometer eingesetzt. LC/MS ist die geeignete Technik dafür. Das Analyseverfahren ist weitgehend das gleiche wie bei GC/MS.

## Anwendungsbeispiel

Die Entdeckung von Mikroschadstoffen aus einer regionalen Hausmülldeponie liefert ein gutes Beispiel für den Nutzen der hier dargestellten Analyseverfahren.

Die konventionellen Parameter deuteten bei dieser Deponie auf Ammonium als das Hauptproblem bei den austretenden Stoffen hin. Somit wurde entschieden, die Deponie im Hinblick auf die Senkung der Ammonium-Emissionen zu sanieren.

Im GC/MS-Screening zeigten sich jedoch über 80 Mikroverunreinigungen. Davon wiesen einige genotoxische Eigenschaften auf oder waren Bestandteile von Pestiziden. Die Konzentrationen lagen zwischen einigen Nanogramm und bis über 170 000 Nanogramm, also über 170 Mikrogramm pro Liter.

Betreffend Pestizide ist das Vorkommen dieser Stoffe im Wasser reglementiert: Es wurden im vorliegenden Fall acht Stoffe nachgewiesen und auf ihre Toxizität evaluiert. Manche Substanzen wie Benzothiazolon und Diphenylamin stammen aus den deponierten Autoreifen, genauer gesagt aus den Produkten, die bei der Vulkanisierung der Pneu eine Rolle spielen. Eine andere Quelle ist der Einsatz dieser Moleküle als Pflanzenschutzmittel, wobei auch Metaboliten bekannter Pestizide zu finden waren. Diese Stoffgruppe zeigte die grössten Peaks in den Chromatogrammen. Der definierte Toleranzwert für das Grundwasser liegt bei 100 ng/L je Pflanzenschutzmittel oder 500 ng/L für die Summe aller Pestizide. Die Analyse zeigte, dass diese Werte für einige Stoffe massiv überschritten waren.

Mit der GC/MS-Technik konnte somit die bei Hausmülldeponien noch wenig erforschte, obwohl bereits behördlich reglementierte Realität der Mikroverunreinigungen erfasst werden. Im vorliegenden Fall führten die neuen Erkenntnisse zu einer Änderung der Sanierungsziele bei der Deponie.

*Jean-Louis Walther, Kulturingenieur, Labor ENVIREAU, Courtedoux. [jlwal@bluewin.ch](mailto:jlwal@bluewin.ch).*

*Übersetzung: Karin Vogt*



© ENVIREAU

*Die Landwirtschaft ist eine weitere potenzielle Quelle für Fremdstoffe im Wasser.*

## UMWELTCHEMIKALIEN IN DER HUMANMILCH – FORSCHUNG UND AUSWIRKUNGEN

Margret Schlumpf, Universität Zürich

**Heute liefern moderne Biomonitoring-Verfahren die Grundlagen zur Einschätzung von Gesundheitsrisiken durch Chemikalien. Dabei wurde die Humanmilch zur bevorzugten Matrix. Wissenschaftliche Fortschritte gibt es auch betreffend die Auswirkungen von chemischen Substanzen auf den Menschen. Hingegen fehlt die konsequente Ableitung von Toleranz- und Grenzwerten bei schädlichen Stoffen. Dies ist insbesondere in Bezug auf die kindliche Gesundheit stossend.**

Vor noch nicht allzu langer Zeit stützten sich die öffentlichen Gesundheitsämter bei der Regulierung von Umweltchemikalien in erster Linie auf die Konzentrationen in der Luft, im Wasser oder in Nahrungsmitteln und auf daraus theoretisch berechnete Gesundheitsrisiken.

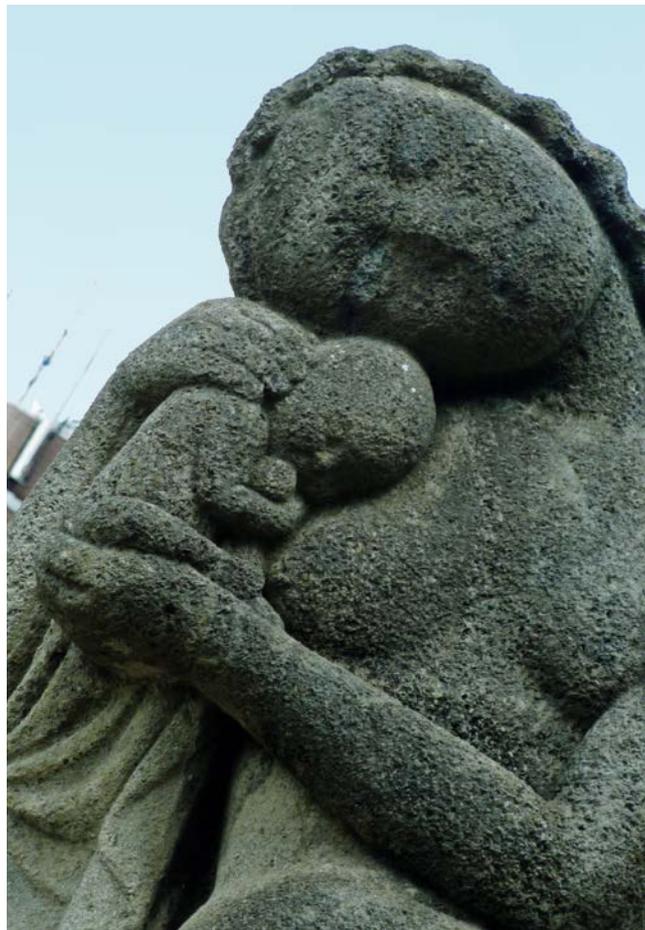
Erst 2001 begannen die «Centers of Disease Control and Prevention (CDC)»<sup>1</sup> mit der zweijährlichen Publikation des «National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals». 2006 publizierte der «U.S. National Research Council»<sup>2</sup> den Report «Human Biomonitoring for Environmental Chemicals». Dieser bezeichnet Biomonitoring-Verfahren nicht nur als «wertvoll für ein besseres Verständnis der Exposition des Menschen an Umweltchemikalien», sondern empfiehlt dieses auch als «Instrument zur Risikoabschätzung».

### Biomonitoring – heute Standard

Unter Biomonitoring wird «die Analyse der totalen Körperlast an toxischen Chemikalien, Elementen und/oder deren Metaboliten» verstanden (Wikipedia, the free encyclopedia).

Seit 1976 hatte auch die «World Health Organisation (WHO)» über ihre «GEMS-Programme» (Global Environment Monitoring System) Informationen eingeholt über die Konzentrationen an persistenten organochlorhaltigen Stoffen in Lebensmitteln und in der Humanmilch.

Zwischen 1987 und 2003 koordinierte die WHO drei internationale Humanmilch-Studien zu Konzentrationen und Trends von polychlorierten Dibenzofuranen und Dibenzodioxinen und über polychlorierte Biphenyle (PCB). In einer Zusammenarbeit zwischen der WHO und dem «United Nations Environmental Programme (UNEP)» wurde 2005–2007 die vierte Runde von Humanmilch-Studien und 2008–2010 eine fünfte durchgeführt.



© Ilka Funke-Wellstein/pixelio.de

### Muttermilch als Forschungsgegenstand

Die in der menschlichen Muttermilch gemessenen Substanzen können auch in anderen Matrices bestimmt werden: im Blut, Serum oder Fett. Humanmilch jedoch wurde zur bevorzugten Matrix für solche chemisch-analytischen Bestimmungen. Humanmilch-Daten ergeben sowohl Informationen über die Belastung der Mutter als auch über die Einnahme dieser Chemikalien durch den Säugling. Zudem kann Humanmilch auf nicht invasivem Weg gewonnen werden.

<sup>1</sup> Gesundheitsbehörde der USA mit Hauptsitz in Georgia.

<sup>2</sup> Der «Nationale Forschungsrat» der USA ist eine private Non-Profit-Organisation und eine der vier nationalen Akademien der USA (Wikipedia).



© Karin/pixelio.de

*Umweltchemikalien sind übertragbar. Gerade zum Schutz der Kinder im Mutterleib und der Säuglinge sind strenge Referenzwerte nötig.*

## Referenzwerte fehlen

Heute bilden Biomonitoring-Verfahren die Grundlage für die Berechnung von Exposition und Risiko und sind feste Bestandteile der Umweltanalytik und Toxikologie. Noch immer aber fehlen für eine grosse Zahl von Umweltchemikalien (d.h. Substanzen, die über verschiedene Wege aus der Umwelt aufgenommen werden) Referenzwerte wie «Allowed daily Intake (ADI)», «Tolerated daily Intake (TDI)» oder «Minimal Risk values (MRL)». Die sogenannte «TDI-Exposition Dosis» sollte definitionsgemäss beim Individuum auch nach einer langzeitlichen Exposition keinen Schaden verursachen. Zunehmend gibt es zwar für Pharmaka auch Kinder-Dosierungen. Bei Stoffen aus der Umwelt hingegen existieren solche Werte kaum.

## Krebsrisiko ist real

Auf der Seite der Auswirkungen von chemischen Substanzen auf den Menschen hat die Wissenschaft Fortschritte gemacht. Sie ist in molekulare, genetische und epigenetische Mechanismen vorgestossen, vor allem dank nationaler, internationaler und EU-Forschungsprogrammen.

Eine grosse Zahl der Beobachtungen im Zusammenhang mit chronischer Exposition gegenüber «Persistent Organic Pollutants (POP)» bezieht sich auf Krebserkrankungen. Wie aus neueren Studien hervorgeht [1] nimmt die Häufigkeit bestimmter Krebserkrankungen zu und

zwar bei der exponierten Bevölkerung ebenso wie bei Direkt-Anwendern von Pestiziden. Neueste epidemiologische Studien wie weiterführende molekularbiologische und toxikologische Studien zeigen Evidenz für eine Beziehung zwischen spezifischen Pestiziden und bestimmten Krebserkrankungen wie z.B. Prostatakrebs, Non-Hodgkin-Lymphome, Leukämie, multiples Myelom und Brustkrebs<sup>3</sup>. «Diese Literatur ist unzweideutig», schreibt Michael Alavanja, vormaliger Direktor des «National Cancer Institute» in Bethesda, Maryland, USA, «und das Gesundheitsproblem ist real» [1].

## Veränderter Pubertätsbeginn

In vielen Ländern ist der Pubertätsbeginn bei Knaben und Mädchen (vor- oder nach-) verschoben, was nach einer neuen belgischen Monitoring Studie mit der Belastung durch hormonaktive Chemikalien aus der näheren Wohn-Umgebung in Zusammenhang steht. So hatten adoleszente Knaben in Wohngebiete mit chemischer Belastung durch Kehrlichtverbrennungsanlagen signifikant höhere Hormonwerte als Knaben aus Wohngebieten mit chemischer Industrie oder aus landwirtschaftlichen Gegenden [2]. Gen-Dioxin-Interaktionen spielen offenbar zusätzlich eine Rolle für die Determinierung des Beginns

<sup>3</sup> Übersicht zu Brustkrebs unter:  
[www.bcaction.de/bcaction/brustkrebs-in-deutschland-europa-und-weltweit/#section-17](http://www.bcaction.de/bcaction/brustkrebs-in-deutschland-europa-und-weltweit/#section-17)

der Pubertät [4, 6]. Solche Genveränderungen wurden in einer russisch-amerikanischen Zusammenarbeit bei Knaben vermehrt festgestellt, die in der Dioxin-verschmutzten Region von Chapaevsk (Russland) wohnen und auch dort zur Schule gehen. Hohe Dioxinwerte im Blut waren gekoppelt an eine verspätete Pubertät. Während eine verspätete Pubertät mit einer verminderten mineralischen Knochendichte und verspäteter Reifung der Hoden einhergeht, litten Knaben mit verfrühter Pubertät häufiger unter metabolischem Syndrom und entwickelten häufiger Obesitas (Fettleibigkeit) in späteren Lebensphasen. Die unter Beobachtung stehende Gruppe russischer Adoleszenten aus Chapaevsk wird im Alter von 19 Jahren erneut untersucht mit dem Ziel, eine mögliche Beeinträchtigung der Gonadenfunktionen durch die Umweltverschmutzung festzustellen.

Weitere Pubertätsstudien sprechen vor allem von einer verfrühten Pubertät bei Mädchen [8]. In den Jahren 1991–1993 konnten erste sekundäre Geschlechtsmerkmale bei Mädchen in einem durchschnittlichen Alter von 10.88 Jahren festgestellt werden. Während der Jahre 2006–2008 verschoben sich die entsprechenden Reifungsprozesse ins Alter von 9.86 Jahren. Die Mädchen hatten in den 90er Jahren ihre erste Menstruation im Alter von 13.42 Jahren. Der Eintritt der Menstruation verschob sich innerhalb der zehnjährigen Beobachtungsperiode auf das Alter von 13.13 Jahren (vgl. Abb. 1). Gleichzeitig wurden im Blutplasma der Mädchen verschiedene hormonaktive Chemikalien (Endocrine Disrupting Chemicals, EDC) gemessen. Dabei waren die Stoffe Monobutylphthalat (MBP), t-Octylphenol, n-Nonylphenol und die Isoflavone Daidzein, Equol und Genistein mit einer Verschiebung in Richtung verfrühter Pubertät korreliert [8].

Folgende Umweltchemikalien unterstützen mit hoher Wahrscheinlichkeit die Entstehung von Entwicklungsstörungen des zentralen und peripheren Nervensystems:

- Blei, Quecksilber (Methylquecksilber), Cadmium, Arsen, Mangan
- Polychlorierte Biphenyle (PCB)
- Organische Lösungsmittel (Ethanol, Toluene)
- Organophosphat-Pestizide Chlorpyrifos
- Organochlorpestizide (z.B. DDT)
- Phthalate, Bisphenol A (BPA)
- Polybromierte Biphenyläther (PBDE)
- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)

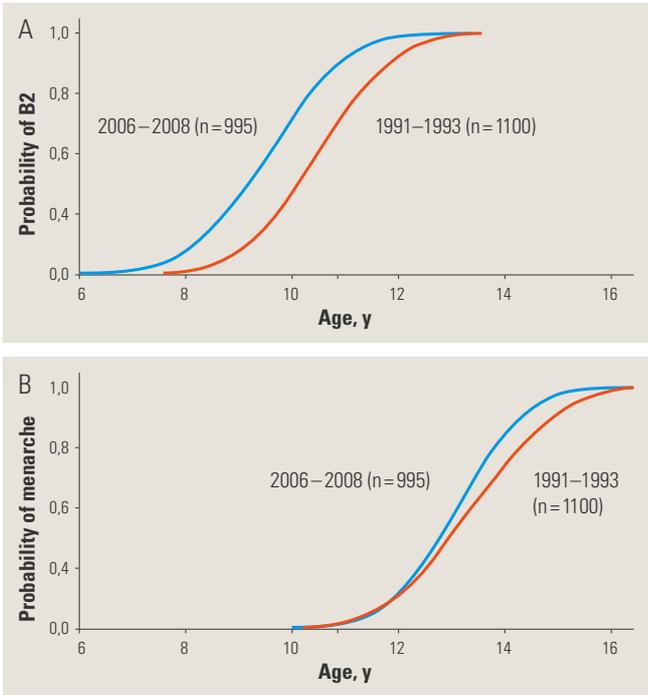


Abbildung 1: Wahrscheinlichkeit des Brustentwicklungsbeginns (A) und der Menarche (B) bei europäischen Mädchen, untersucht in den Jahren 1991–1993 und 2006–2008 in Bezug auf das chronologische Alter (adaptiert von Aksglaede, L. et al.: Pediatrics 2009; 123:e932-e939).

### Neurotoxische Wirkung

Immer grössere Beachtung finden Neurotoxizitätsstudien. Dies insbesondere, weil nur wenige der Zehntausenden von registrierten und im Umlauf befindlichen Chemikalien vor ihrem Einsatz extensiven Neurotoxizitäts-Tests unterzogen wurden. Häufig wurden auch in Konsumgütern verwendete Chemikalien keinem dieser Tests unterzogen.

Bei sämtlichen Einwirkungen von Chemikalien spielt das Alter der exponierten Menschen eine ganz wichtige Rolle. Das Gehirn im vorgeburtlichen und im Kleinkindesalter ist ganz besonders sensitiv und verwundbar. Die Wirkungen von Chemikalien können seine Entwicklung beeinflussen. Dies gilt ganz speziell für hormonaktive Chemikalien, weil sie hormongesteuerte Entwicklungsprozesse im Gehirn zu stören vermögen. Deshalb können sowohl Zeitpunkt wie Dauer der Einwirkung von Substanzen ein ganzes Spektrum an strukturellen und funktionellen Defiziten im Gehirn bewirken.

Noch kaum bekannt sind kumulative Effekte von Stoffgemischen. Als Krankheiten stehen hier ADHD (Attention Deficit Hyperactivity Disorder) und Autismus/Autismus-Spektrum-Erkrankungen<sup>4</sup> im Vordergrund. Dazu gehören auch Lernstörungen wie Dyslexia (Lesestörung), Dyskalkülie (Rechenstörung), sensorische Defizite und weitere Störungen, die beschrieben sind nach embryonaler, fetaler, neonataler und kleinkindlicher Exposition an Chemikalien.

Gemäss neueren Daten aus den USA [7] leiden über 9.5 Millionen Kinder unter 18 Jahren (= 13.2%) an mindestens einer dieser Hirnfunktionsstörungen. ADHD wurde im Jahr 2008 bei fünf Millionen amerikanischen Kindern diagnostiziert. Die ADHD-Prävalenz hat sich inzwischen um rund 30 Prozent erhöht. Die Zahl an Autismus erkrankter Kinder im Alter von 3 bis 17 Jahren wird in den USA auf rund 673 000 Kinder geschätzt. Die US «Centers for Disease Control and Prevention» sprechen von rund einem Prozent oder von einem auf 130 geborenen Kinder, die an Autismus-Spektrum-Störungen (ASD) erkranken.

Die Erkrankung geht einher mit möglicher Dysfunktion verschiedener Neurotransmittersysteme. Dabei erregen neuerdings die Aminosäuren Neurotransmitter GABA (gamma amino buttersäure) und Glutamat grosses Interesse [5]. Autismus und Epilepsie, die wohl verheerendsten Hirnstörungen bei Kindern, erreichen eine Inzidenz von 0.5–1 Prozent weltweit. Sie werden aber auch häufig bei demselben Individuum beobachtet. So entwickeln ungefähr 30 Prozent der Kinder mit autistischer Symptomatik auch Epilepsie, und umgekehrt zeigen auch Epilepsie-Patienten die typische ASD-Symptomatik [3]. Für einige dieser Verhaltensstörungen sind auch genetische Risikofaktoren bekannt. Die Präsenz solcher Genveränderungen könnten die Wirkungen von weiteren Umweltfaktoren wie Chemikalien potenzieren.

Das sind Zahlen und Überlegungen, die wir im Auge behalten sollten, wenn es darum geht, die Risiken chemischer Einflüsse auf unsere Kinder zu verringern oder möglichst ganz aufzuheben.

*PD Dr. Margret Schlumpf, Toxikologin, Greentox, Universität Zürich. [margret.schlumpf@access.uzh.ch](mailto:margret.schlumpf@access.uzh.ch), [www.greentox.org](http://www.greentox.org).*

<sup>4</sup> NIMH-Erklärung der entwicklungsbedingten Gehirnerkrankungen unter: [www.nimh.nih.gov/health/topics/autism-spectrum-disorders-pervasive-developmental-disorders/index.shtml](http://www.nimh.nih.gov/health/topics/autism-spectrum-disorders-pervasive-developmental-disorders/index.shtml)

## ZUSAMMENFASSENDE BEMERKUNGEN:

- Die persistenten organohalogenen Pestizide (POP), häufig endokrin aktive Substanzen, sind immer noch vorhanden in zumeist unbekanntem Mengen.
- Ihre Wirkungen auf Mensch und Tier erscheinen in neuerer Literatur mit immer breiteren Wirkungsspektren.
- In der Krebsentwicklung beobachten wir weitere Expositionen und neue Exponierte, die krank werden.
- Verschiebungen der Pubertät (Indikatoren veränderter Sexualentwicklung) werden kaum bemerkt («Gewöhnung»!).
- Neurotoxische Auswirkungen, ADHD und Autismus, nehmen in beängstigender Masse zu und noch haben wir keine valablen mechanistischen Erklärungen dafür.
- Obwohl wir entwicklungstoxikologisches Wissen kontinuierlich intensivieren und neuere Substanzen integrieren, verfügen wir keineswegs über ein geeignetes Instrument, diese toxischen Chemikalien unseren Kleinsten (im wahrsten Sinn des Wortes) vom Leib zu halten.

## Referenzen

- [1] Alavanja, MCR., et al., (2013) Increased Cancer Burden Among Pesticide Applicators and Others due to Pesticide Exposure. *A Cancer journal for Clinicians*, 63 (2): 120–142.
- [2] Croes, K. et al., (2009) Hormone Levels and Sexual Development in Flemish Adolescents Residing in Areas Differing in Pollution Pressure. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 212: 612–625.
- [3] Genovesi, S. et al., (2011) GABAergic Dysfunction in Autism and Epilepsy. In: *Autism, a neurodevelopmental Journey from Genes to Behavior*. Eapen, V., ed. InTech Europe, Rijeka, Croatia.
- [4] Humblet, O., et al., (2013) Genetic Modification of the Association between Peripubertal Dioxin Exposure and Pubertal Onset in a Cohort of Russian Boys. *Environmental Health Perspectives*, 121 (1): 111–117.
- [5] Larn, KSL., (2006) Neurochemical Correlates of Autistic Disorder. A review of the literature. *Research in Developmental Disabilities*, 27: 254–289.
- [6] Korrick, SA. et al., (2011) Dioxin Exposure and Age of Pubertal Onset among Russian Boys. *Environmental Health Perspectives*, 119 (9): 1339–1344.
- [7] Miodovnik, A., (2011) Environmental Neurotoxicants and Developing Brain. *Mount Sinai Journal of Medicine*, 78: 56–77.
- [8] Yum, T., et al., (2013) Association between Precocious Puberty and some Endocrine Disruptors in Human Plasma. *Journal of Environmental Science and Health, Part A* 49: 912–917

## BUCHTIPP

Matthias Nast

### Trinkwasser

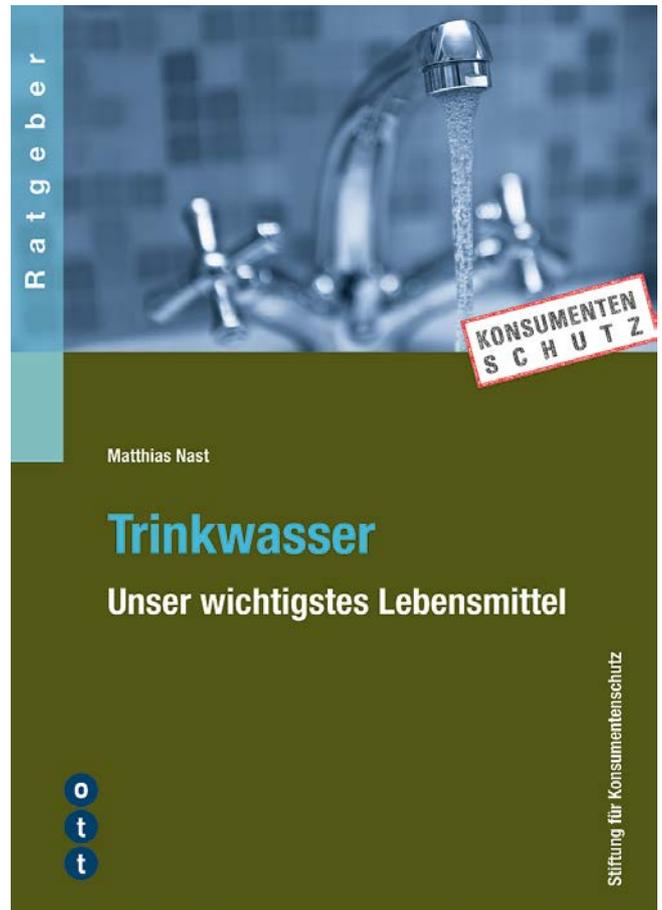
Unser wichtigstes Lebensmittel. Ein Ratgeber der Stiftung für Konsumentenschutz.

2010, Ott Verlag Bern, 112 Seiten  
ISBN 978-3-7225-0118-5  
CHF 24.00, EUR 20.00  
www.ott-verlag.ch

Trinkwasser ist der beste Durstlöscher. Das kalorienfreie Naturprodukt wird lokal gewonnen, direkt ins Haus geliefert und ist billig. Seine Gewinnung und Verteilung benötigen sehr wenig Energie. Wer also mit Trinkwasser seinen Durst löscht, verhält sich umweltbewusst und schont die Haushaltskasse. Bisher hat in der Schweiz ein Ratgeber zum Thema «Trinkwasser» gefehlt. Die vorliegende Publikation schliesst nun diese Lücke.

Einführend macht der aktuelle Ratgeber das Unsichtbare sichtbar. Er beschreibt in kurzer Form den Lebensweg des Trinkwassers – von der Quelle bis zu Ihrem Wasserhahn.

Im Hauptteil geht die Publikation detailliert auf zentrale Konsumentenfragen ein: Woher kommt mein Trinkwasser? Ist mein Hahnenwasser qualitativ einwandfrei? Was kostet Trinkwasser? Kommen im Trinkwasser hormonaktive Substanzen vor? Welche Massnahmen kann ich als Konsumentin und Konsument zum Schutz des lebenswichtigen Rohstoffes ergreifen und wie nutze ich das kostbare Nass möglichst ökologisch. Was mache ich bei einem Wasserschaden? Welche gesetzlichen Anforderungen sind zu beachten? Wer ist für die Hausinstallation verantwortlich? Wo erfahre ich, wie hart mein Wasser ist?



Ausserdem geht der Ratgeber auf die Unterschiede zwischen Mineralwasser und Trinkwasser ein und zeigt, dass Hahnenwasser dem Wasser aus der Flasche in nichts nachsteht.

### STUDIE: ÖKOBILANZ TRINKWASSER – MINERALWASSER

Die Studie «Ökobilanz Trinkwasser – Mineralwasser» im Auftrag des Schweizerischen Vereins des Gas- und Wasserfaches (SVGW) vergleicht die Umweltbelastungen von Mineralwasser in Flaschen und Behältern mit Trinkwasser aus dem Hahn. Die Ökobilanz zeigt: Die Umweltbelastung durch Herstellung, Verpackung und Transporte von Mineralwasser braucht bis zu 1000 Mal mehr Energie als das Trinkwassers, das beim Konsumenten aus dem Hahn fliesst. Besonders umweltbelastend sind Mineralwasser-Importe aus dem Ausland.

#### Einsehbar unter:

[http://nachhaltigkeit.unibas.ch/fileadmin/nachhaltigkeit/user\\_upload/redaktion/Downloads/Trinkwasserstudie.pdf](http://nachhaltigkeit.unibas.ch/fileadmin/nachhaltigkeit/user_upload/redaktion/Downloads/Trinkwasserstudie.pdf)

## **August 2013 – Atom: Jodtabletten-Verordnung**

Die AefU befürworten die Teilrevision der Verordnung über die Versorgung der Bevölkerung mit Jodtabletten (Jodtabletten-Verordnung). Es macht Sinn, dass in Zukunft Jod-Tabletten in einem Umkreis von 100 Kilometern um die Atomkraftwerke im Voraus an die Bevölkerung verteilt werden sollen. Im erläuternden Bericht wird richtig festgestellt, dass die Einnahme von Kaliumiodid-Tabletten bei einem schweren Atomunfall nicht als alleinige Massnahme zu betrachten ist. Das wurde der Welt im Falle von Tschernobyl und Fukushima in drastischer Weise vor Augen geführt. Was in der Schweiz passiert, wenn Fukushima im AKW Mühleberg geschieht, haben die AefU schon 2012 in einem Kurzfilm gezeigt ([www.aefu.ch](http://www.aefu.ch)). Er zeigt eindrücklich, wie auch die vorgesehene vorsorgliche Jodtabletten-Verteilung kein nachhaltiger Notfallschutz für die Bevölkerung sein kann. Darum müssen zumindest die Uralt-Reaktoren in Mühleberg und Beznau sofort abgeschaltet werden.

## **Juni 2013 – Atom: Kernenergiehaftpflichtverordnung**

Für die AefU gibt es keinen Grund, die Haftung der AKW-Betreiber auf 1.2 Mia Euro zu beschränken, wie es der Bundesrat in seiner revidierten Kernenergiehaftpflichtverordnung (KHV) vorsieht. Eine solche Beschränkung der Haftung für Schäden aus AKW-Unfällen wäre eine indirekte Subventionierung der AKW-Betreiber. Dies, weil die SteuerzahlerInnen bei einem schweren Atomunfall nicht nur flüchten bzw. das grosse Leid tragen müssten, sondern auch noch für die Mehrkosten aufkommen sollten. Dies widerspricht eklatant den Interessen der Schweizer Bevölkerung. Die AefU lehnen diese Revision deshalb in aller Form ab und fordern, dass die AKW-Betreiber für Schäden vollständig haften.

## **Mai 2013 – Gentechnik**

Die AefU lehnen die Änderung des Gentechnikgesetzes (GTG), der Gentechnik-Koexistenz-Verordnung (KoexV) sowie der Vermehrungsmaterial-Verordnung ab ([www.aefu.ch](http://www.aefu.ch)). Das Parlament hat das Moratorium für den Anbau von Gentechnik-Pflanzen verlängert und gleichzeitig einen Bericht über Kosten und den Nutzen von Regeln

über die Koexistenz von gentechnisch veränderten und nicht veränderten Pflanzen verlangt. Dieser soll bis 2016 vorliegen. Es ist nicht nachvollziehbar, dass der Bundesrat trotzdem an seinen Änderungen festhält. Ausserdem hat sich auch die Schweizer Landwirtschaft geeinigt, auf die Gentechnik zu verzichten. Die vorgeschlagene Revision des GTG plant also an den Bedürfnissen der Bevölkerungsmehrheit und der Landwirtschaft vorbei.

## **Mai 2013 – Basel-Stadt: «Aktionsplan gesunde Luft in Wohnquartieren»**

Was auf den ersten Blick löblich tönt, stellt sich als St. Florians-Politik heraus. Der Aktionsplan propagiert namentlich eine neue, unterirdische Stadtautobahn durchs Gundeldingerquartier, um die Verkehrsemissionen aus den Wohnstrassen dahin zu verlagern. Die Behörden ignorieren dabei, dass neue Strassen zusätzlichen Verkehr anziehen und dass Luftschadstoffe am Ende des Tunnels wieder auftauchen. Einmal mehr wird neben dem Feinstaub die Problematik der Feinstpartikel nicht erkannt. Die AefU weisen den Aktionsplan als untauglich zurück ([www.aefu.ch](http://www.aefu.ch)) und konnten dabei vom grossen Know How in der AefU-Sektion Luzern profitieren. Besten Dank in die Innerschweiz.

## **20. Forum Medizin & Umwelt**

Das 20. Forum Medizin & Umwelt fand am 6. Juni 2013 unter dem Titel «Trübe Aussichten für klares Wasser? – Die AefU-Tagung zum Gold der Zukunft» im Landhaus Solothurn statt. Der Ort direkt am Wasser hätte nicht besser passen können. Das Thema fand grossen Anklang unter den rund sechzig HörerInnen. Die Beiträge der kompetenten ReferentInnen fanden ein fragefreudiges Publikum.

Alle Präsentationen finden sich unter [www.aefu.ch](http://www.aefu.ch) (auf Forum Medizin & Umwelt klicken).

Die AefU-Tagungen sind als Fortbildung (SGAM) bzw. im Rahmen der erweiterten Fortbildung (andere Fachgesellschaften) anrechenbar.

*Martin Forter, Geschäftsleiter AefU*

# BESTELLEN

## Terminkärtchen und Rezeptblätter für Mitglieder: jetzt bestellen!

Liebe Mitglieder

Sie haben bereits Tradition und viele von Ihnen verwenden sie: unsere Terminkärtchen und Rezeptblätter.

Wir geben viermal jährlich Sammelbestellungen auf.

**Dr. med. Petra Muster-Gültig**  
 Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH

Beispielstrasse 345  
 CH-6789 Hinweis  
 Tel. 099 123 45 67

ARZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ  
 MEDICINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT  
 MEDICI PER L'AMBIENTE

Ihre nächste Konsultation *Im Verhinderungsfall bitte 24 Std. vorher berichten*

	Datum	Zeit
<b>Montag</b>	_____	_____
<b>Dienstag</b>	_____	_____
<b>Mittwoch</b>	_____	_____
<b>Donnerstag</b>	_____	_____
<b>Freitag</b>	_____	_____
<b>Samstag</b>	_____	_____

**Leben in Bewegung**  
 Rückseite beachten!



**Das beste Rezept für Ihre Gesundheit und eine intakte Umwelt!**

Bewegen Sie sich eine halbe Stunde im Tag: zu Fuss oder mit dem Velo auf dem Weg zur Arbeit, zum Einkaufen, in der Freizeit.

So können Sie Ihr Risiko vor Herzinfarkt, hohem Blutdruck, Zuckerkrankheit, Schlaganfall, Darmkrebs, Osteoporose und vielem mehr wirksam verkleinern und die Umwelt schützen.

**Eine Empfehlung für Ihre Gesundheit**

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz  
 Postfach 620, 4019 Basel  
 Tel. 061 322 49 49 [www.aefu.ch](http://www.aefu.ch), [info@aefu.ch](mailto:info@aefu.ch)

**Dr. med. Petra Muster-Gültig**  
 Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH

Beispielstrasse 345  
 CH-6789 Hinweis  
 Tel. 099 123 45 67

ARZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ  
 MEDICINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT  
 MEDICI PER L'AMBIENTE

Ihre nächste Konsultation *Im Verhinderungsfall bitte 24 Std. vorher berichten*

	Datum	Zeit
<b>Montag</b>	_____	_____
<b>Dienstag</b>	_____	_____
<b>Mittwoch</b>	_____	_____
<b>Donnerstag</b>	_____	_____
<b>Freitag</b>	_____	_____
<b>Samstag</b>	_____	_____

**Luft ist Leben!**  
 Rückseite beachten!



**Stopp dem Feinstaub! (PM 10)**

**Feinstaub** macht krank  
**Feinstaub** setzt sich in der Lunge fest  
**Feinstaub** entsteht vor allem durch den motorisierten Verkehr

Zu Fuss, mit dem Velo oder öffentlichen Verkehr unterwegs:  
 Ihr Beitrag für gesunde Luft!

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz  
 Postfach 620, 4019 Basel

**Dr. med. Petra Muster-Gültig**  
 Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH

Beispielstrasse 345  
 CH-6789 Hinweis  
 Tel. 099 123 45 67

ARZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ  
 MEDICINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT  
 MEDICI PER L'AMBIENTE

Ihre nächste Konsultation *Im Verhinderungsfall bitte 24 Std. vorher berichten*

	Datum	Zeit
<b>Montag</b>	_____	_____
<b>Dienstag</b>	_____	_____
<b>Mittwoch</b>	_____	_____
<b>Donnerstag</b>	_____	_____
<b>Freitag</b>	_____	_____
<b>Samstag</b>	_____	_____

**für weniger Elektrosmog**  
 Rückseite beachten!

**Weniger Elektrosmog beim Telefonieren und Surfen**

- ☺ Festnetz und Schnurtelefon
- ☺ Internetzugang übers Kabel
- ☺ nur kurz am Handy – SMS bevorzugt
- ☺ strahlenarmes Handy
- ☺ Head-Set
- ☺ Handy für Kinder erst ab 12

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz  
 Postfach 620, 4019 Basel  
 Tel. 061 322 49 49  
[info@aefu.ch](mailto:info@aefu.ch)  
[www.aefu.ch](http://www.aefu.ch)

Für Lieferung Mitte November 2013 jetzt oder bis spätestens 31. Oktober 2013 bestellen!

Mindestbestellmenge/Sorte: 1000 Stk.

Preise:

Terminkärtchen: 1000 Stk. Fr. 200.–;  
 je weitere 500 Stk. Fr. 50.–

Rezeptblätter: 1000 Stk. Fr. 110.–;  
 je weitere 500 Stk. Fr. 30.–

zuzüglich Porto und Verpackung.  
 Musterkärtchen finden Sie unter [www.aefu.ch](http://www.aefu.ch)

### Bestellatalon

Einsenden an: Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz,  
 Postfach 620, 4019 Basel, Fax 061 383 80 49

### Ich bestelle:

- ..... Terminkärtchen «Leben in Bewegung»
- ..... Terminkärtchen «Luft ist Leben!»
- ..... Terminkärtchen «weniger Elektrosmog»
- ..... Rezeptblätter mit AefU-Logo

Folgende Adresse à 5 Zeilen soll eingedruckt werden (max. 6 Zeilen möglich):

.....  
 Name / Praxis

.....  
 Bezeichnung, SpezialistIn für...

.....  
 Strasse und Nr.

.....  
 Postleitzahl / Ort

.....  
 Telefon

---

.....  
 Name:

.....  
 Adresse:

.....

.....  
 KSK-Nr.:

.....  
 EAN-Nr.:

.....  
 Ort / Datum:

.....  
 Unterschrift:



ÄRZTINNEN  
UND ÄRZTE FÜR  
UMWELTSCHUTZ  
MEDECINS EN FAVEUR DE  
L'ENVIRONNEMENT  
MEDICI PER  
L'AMBIENTE



## OEKOSKOP

Fachzeitschrift der Ärztinnen  
und Ärzte für Umweltschutz

Postfach 620, 4019 Basel  
Postcheck: 40-19771-2  
Tel. 061 322 49 49  
Fax 061 383 80 49  
E-mail: [info@aefu.ch](mailto:info@aefu.ch)  
<http://www.aefu.ch>

### IMPRESSUM

Redaktion/Gestaltung:

· Stephanie Fuchs, leitende Redaktorin, Heidenhubelstrasse 14, 4500 Solothurn,  
Telefon 032 623 83 85

· Dr. Martin Forter, Redaktor und Geschäftsführer AefU, Postfach 620, 4019 Basel

Papier: 100% Recycling

Layout/Satz: amiet, grafik & illustration, Solothurn

Druck/Versand: Grempel AG, Pratteln

Abonnementspreis: Fr. 30.– (erscheint viermal jährlich)

Die veröffentlichten Beiträge widerspiegeln die Meinung der VerfasserInnen und decken sich nicht notwendigerweise mit der Ansicht der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz. Die Redaktion behält sich Kürzungen der Manuskripte vor. Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.